



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ : 1998 – 1999

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ**

ΜΕΡΟΣ Ι (Κεφάλαια 1 – 6)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
του ΓΚΙΟΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΑΘΗΝΑ 1999



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ : 1998 – 1999

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ**

ΜΕΡΟΣ Ι (Κεφάλαια 1 – 6)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
του ΓΚΙΟΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΑΘΗΝΑ 1999

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Διπλωματική Εργασία αποτελεί το συγκεντρωτικό επιστέγασμα των σπουδών και συγχρόνως τον πρόλογο για μία επιστημονική σταδιοδρομία. Μέσα από αυτήν τη διαδικασία ο φοιτητής/η φοιτήτρια έχει αρχικά τη δυνατότητα να εφαρμόσει και παράλληλα να αφομοιώσει καλύτερα ποικίλες γνώσεις των σπουδών του, στα πλαίσια μιας ερευνητικής διαδικασίας. Επίσης συνηθίζει στην αναζήτηση της κατάλληλης βιβλιογραφίας και άλλων πηγών πληροφοριών που ανοίγουν το δρόμο προς την έρευνα.

Οι ευχαριστίες προς το οικογενειακό και στενό φιλικό περιβάλλον θα πρέπει να θεωρηθούν δεδομένες. Θα ήθελα όμως να ευχαριστήσω και μέσα από αυτές τις γραμμές τον Επιβλέποντα της Δ.Ε, κ. Δ. Τσαμπούλα, για τη συνέπεια, την καθοδήγηση και τις ουσιαστικές παρατηρήσεις του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ο σκοπός της διαλωματικής	2
1.2 Περίληψη κεφαλαίων και παραρτημάτων	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	6
2.1 Η έννοια της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας	7
2.2 Σηματοδότηση	12
2.2.1 Γενικά	12
2.2.2 Βασικές έννοιες της σηματοδότησης	13
2.2.3 Τρόποι ρύθμισης της κυκλοφορίας	15
2.3 Η βελτίωση της σηματοδότησης ως μέτρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας	18
2.3.1 Γενικά	18
2.3.2 Προγράμματα βελτιστοποίησης της σηματοδότησης	18
2.3.3 Το πρόγραμμα TRANSYT	21
2.3.3.1 Δημιουργία και εξέλιξη	21
2.3.3.2 Γενική περιγραφή	23
2.3.3.3 Βασικά στοιχεία και παραδοχές του προγράμματος TRANSYT-7F	28
2.3.3.4 Διαδικασία βελτιστοποίησης	30
2.3.4 Παραδείγματα εφαρμογής προγραμμάτων βελτιστοποίησης της σηματοδότησης	31
2.4 Η προνομιακή μεταχείριση των Μαζικών Μέσων Μεταφορών (MMM) ως μέτρο Διαχείρισης της Κυκλοφορίας	35
2.4.1 Γενικά	35

2.4.2	Προνομιακή μεταχείριση των ΜΜΜ κατά μήκος ειδικών διαδρόμων	37
2.4.2.1	Γενικά	37
2.4.2.2	Αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων	37
2.4.2.3	Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων	41
2.4.2.4	Λεωφορειόδρομοι και ζώνες όπου απαγορεύεται η κυκλοφορία των αυτοκινήτων	44
2.4.2.5	Βασικές αρχές σχεδιασμού ειδικών διαδρόμων για τα λεωφορεία	47
2.4.3	Μέτρα προτεραιότητας των λεωφορείων σε μικτή κυκλοφορία	49
2.4.3.1	Προτεραιότητα λεωφορείων στη σήμανση	49
2.4.3.2	Προτεραιότητα λεωφορείων στη σηματοδότηση	50
2.4.3.2.1	Γενικά	50
2.4.3.2.2	Παθητική μέθοδος προτεραιότητα των λεωφορείων	51
2.4.3.2.3	Ενεργητική μέθοδος προτεραιότητα των λεωφορείων	52
2.4.3.2.2	Πύλη ελέγχου	54
2.4.4	Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων προνομιακής χρήσης των ΜΜΜ σε μικτή κυκλοφορία	55
2.4.4.1	Γενικά	55
2.4.4.2	Το πρόγραμμα BUS TRANSYT	59
2.5	Ικανότητα λεωφορειακής γραμμής για μεταφορά επιβατών	63
2.5.1	Βασικές έννοιες και ορισμοί	63
2.5.2	Βασικοί συντελεστές ικανότητας μεταφοράς επιβατών	64
2.5.3	Υπολογισμός μεταφερομένων επιβατών σε τμήμα του οδικού δικτύου	67
2.5.4	Επίδραση στάσεων λεωφορείων στην κυκλοφοριακή ικανότητα των οδικών αρτηριών ...	69
2.5.5	Χρόνοι εξυπηρέτησης επιβατών στις στάσεις	71

2.5.6	Επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών	74
2.5.7	Ικανότητα στάσης σε αριθμό επιβατών	75
2.5.7.1	Γενικά	75
2.5.7.2	Ικανότητα στάσης με μία θέση στάθμευσης	76
2.5.7.3	Ικανότητα στάσης με πολλές θέσεις στάθμευσης	79
2.5.8	Ικανότητα στάσης σε αριθμό επιβατών	80
2.6	Το σύστημα αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας	81
2.6.1	Γενικά	81
2.6.2	Οι φάσεις ανάπτυξης του νέου συστήματος	84
2.6.3	Οι αστικές συγκοινωνίες στις χώρες της Ευρώπης	87
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 — ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ		89
3.1	Η επιλογή των οδών	90
3.2	Ο τρόπος συλλογής των στοιχείων	91
3.3	Η επιλογή κατάλληλων των στάσεων	93
3.3.1	Γενικά στοιχεία για τις στάσεις λεωφορείων	93
3.3.1.1	Καθορισμός της απόστασης μεταξύ διαδοχικών στάσεων λεωφορείου	93
3.3.1.2	Παράγοντες που καθορίζουν τη θέση τοποθέτησης της στάσης λεωφορείου ...	94
3.3.1.3	Θέσεις τοποθέτησης στάσεων λεωφορείων σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση	95
3.3.1.4	Οι τύποι των στάσεων λεωφορείου ανάλογα με το σχεδιασμό τους	98
3.3.2	Εύρεση των κατάλληλων στάσεων	101
3.3.2.1	Γενικά	101
3.3.2.2	Η τελική επιλογή των στάσεων	108

3.4 Η επιλογή του χρόνου και της διάρκειας των μετρήσεων	113
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	120
4.1 Γενικά για τις μετρήσεις	121
4.2 Οι μετρήσεις σε κάθε στάση	123
4.2.1 Οι μετρήσεις στη στάση Ζέρβα	123
4.2.2 Οι μετρήσεις στη στάση Ιπποκράτους	126
4.2.3 Οι μετρήσεις στη στάση 3 ^η Χολαργού	128
4.2.4 Οι μετρήσεις στη στάση 5 ^η Χολαργού	130
4.2.5 Οι μετρήσεις στη στάση Σόνια	133
4.2.6 Γενικές παρατηρήσεις	136
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	138
5.1 Γενικά για την επεξεργασία των μετρήσεων	139
5.2 Η επεξεργασία των μετρήσεων σε κάθε στάση	146
5.2.1 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Ζέρβα	146
5.2.2 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Ιπποκράτους	154
5.2.3 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 3 ^η Χολαργού	158
5.2.4 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 5 ^η Χολαργού	162
5.2.5 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Σόνια	166
5.2.6 Γενικές παρατηρήσεις	170

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 — ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	171
6.1 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις	172
6.1.1 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Ζέρβα	172
6.1.2 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Ιπποκράτους	183
6.1.3 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση 3 ^η Χολαργού	194
6.1.4 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση 5 ^η Χολαργού	205
6.1.5 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Σόνια	215
6.1.6 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για το σύνολο των μετρήσεων	224
6.2 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων	234
6.2.1 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ζέρβα	234
6.2.2 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ιπποκράτους	238
6.2.3 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση 3 ^η Χολαργού	243
6.2.4 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση 5 ^η Χολαργού	248
6.2.5 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Σόνια	252
6.2.6 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στο σύνολο των στάσεων	257
6.3 Εύρεση της θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις των λεωφορείων σε κάθε στάση	265
6.3.1 Γενικά	265
6.3.2 Εύρεση της θεωρητικής κατανομής των αφίξεων	267
6.4 Εφαρμογή της Θεωρίας Αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση και σε σηματοδότη σε περίοδο αιχμής	282
6.4.1 Γενικά	282
6.4.2 Εφαρμογή της Θεωρίας Αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση	285
6.4.3 Εφαρμογή της Θεωρίας Αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη	290

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 — ΠΡΟΤΥΠΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	293
7.1 Η έννοια της Προσομοίωσης	294
7.2 Η έννοια της Ανάλυσης Παλινδρόμησης	294
7.3 Σύλλογή στοιχείων για την Ανάλυση Παλινδρόμησης	299
7.4 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση	301
7.4.1 Το απλό πρότυπο παλινδρόμησης	301
7.4.2 Υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε	304
7.4.3 Εκτίμηση της χρησιμότητας του μαθηματικού προτύπου	306
7.4.3.1 Έλεγχος της παραμέτρου β_1	306
7.4.3.2 Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r)	308
7.4.3.3 Ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2)	310
7.4.4 Συνοπτικά	312
7.5 Πολλαπλή Παλινδρόμηση	313
7.5.1 Το γενικό πρότυπο παλινδρόμησης	313
7.5.2 Υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε	314
7.5.3 Εκτίμηση της χρησιμότητας του μαθηματικού προτύπου	316
7.5.3.1 Έλεγχος των παραμέτρων β	316
7.5.3.2 Ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού (R^2)	318
7.5.3.3 Ανάλυση της διακύμανσης με τον έλεγχο F	320
7.5.4 Άλλα γραμμικά πρότυπα	322
7.5.4.1 Πρότυπα με ποσοτικές μεταβλητές	322
7.5.4.2 Πρότυπα με ποιοτικές μεταβλητές	323
7.5.4.3 Πολλαπλασιαστικά πρότυπα	325
7.5.5 Συνοπτικά	326

7.6	Χρήσεις ενός προτύπου	326
7.7	Διάφοροι τύποι προτύπων	331
7.8	Τα προβλήματα της Ανάλυσης Παλινδρόμησης	336
7.8.1	Γενικά	336
7.8.2	Πολλαπλή συσχέτιση ανεξαρτήτων μεταβλητών	338
7.8.3	Έλεγχος υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε	343
7.8.3.1	Μία πρώτη εκτίμηση της προσαρμογής του προτύπου στα δεδομένα που διαθέτουμε	341
7.8.3.2	Έλεγχος της υπόθεσης ότι η διακύμανση σ^2 του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	342
7.8.3.3	Έλεγχος της υπόθεσης ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	344
7.8.3.4	Έλεγχος της υπόθεσης ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	346
7.9	Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων	347
7.9.1	Γενικά	347
7.9.2	Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων	350
7.9.3	Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	374
7.9.4	Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	407
7.10	Παρατηρήσεις και συμπεράσματα για τα μαθηματικά πρότυπα	440
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 — ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ		457
8.1	Συμπεράσματα και προτάσεις	458

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α — ΕΝΤΥΠΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	464
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β — ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	493
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ — ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΚΑΦΑΛΑΙΟΥ 7/ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS	564
Γ.1 Μαθηματικά πρότυπα που έχουν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$	565
Γ.2 Συνοπτική παρουσίαση του προγράμματος SPSS	573
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ — ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ	580
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	593

ΠΙΝΑΚΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1	Συνολικό κόστος κάθε κύκλου του προγράμματος FETSIM	32
2.2	Σύγκριση αποτελεσμάτων του προγράμματος TRANSYT-7F και αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις	33
2.3	Οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή του προγράμματος FETSIM	33
2.4	Κριτήρια για τη δικαιολόγηση της εφαρμογής αποκλειστικής λωρίδας λεωφορείων	40
2.5	Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων κατά τη ροή της κυκλοφορίας	42
2.6	Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων αντίθετα στη ροή της κυκλοφορίας	43
2.7	Παραδείγματα εφαρμογής λεωφορειοδρόμων σε πόλεις εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης	45
2.8	Παραδείγματα εφαρμογής της ζώνης απαγόρευσης της κυκλοφορίας σε πόλεις της Ιταλίας	46
2.9	Διάφορα προγράμματα ανάπτυξης των ΜΜΜ	58
2.10	Σύγκριση αποτελεσμάτων «πριν» και «μετά» την εφαρμογή μέτρων παραχώρησης της προτεραιότητας για τα οχήματα τραμ στην πόλη της Στουτγάρδης	59
2.11	Καθοριστικοί συντελεστές για την ικανότητα μεταφοράς επιβατών	65
2.12	Ισοδυναμία ΙΧ και λεωφορείων σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις	71
2.13	Ενδεικτικοί χρόνοι επιβίβασης/ αποβίβασης	73
2.14	Συνδυασμός επιπέδων εξυπηρέτησης οδού-επιβατών	74
2.15	Επίπεδα εξυπηρέτησης επιβατών στη στάση	77
2.16	Αξιολόγηση θέσεων στάθμευσης λεωφορείων σε στάση	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1	Καθορισμός της απόστασης μεταξύ διαδοχικών στάσεων	94
3.2	Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών θέσεων μιας στάσης λεωφορείου σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση	97
3.3	Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών τύπων σχεδιασμού μιας στάσης λεωφορείου	99

3.4	Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας	102
3.5	Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας	102
3.6	Επιλογή στάσεων στην κάθοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας	103
3.7	Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας	103
3.8	Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων	103
3.9	Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων	104
3.10	Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Βασ. Σοφίας	105
3.11	Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Βασ. Σοφίας	105
3.12	Στάσεις που επιλέγονται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων	108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα	173
6.2	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά την 1 ^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40–14:40)	174
6.3	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά τη 2 ^η μέτρηση (10/6/1998, 07:15–10:15)	174
6.4	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά την 3 ^η μέτρηση (10/6/1998, 11:30–14:30)	175
6.5	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	177
6.6	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	177
6.7	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40–14:40)	179
6.8	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40–14:40)	179
6.9	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (12/6/1998, 07:15–10:15)	179
6.10	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (12/6/1998, 07:15–10:15)	180

6.11	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (12/6/1998, 11:30 – 14:30)	180
6.12	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (12/6/1998, 11:30 – 14:30)	180
6.13	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους	184
6.14	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά την 1 ^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 13:30)	186
6.15	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά τη 2 ^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)	186
6.16	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά την 3 ^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)	186
6.17	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	188
6.18	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	188
6.19	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 13:30)	190
6.20	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 13:30)	190
6.21	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)	191
6.22	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)	191
6.23	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)	191
6.24	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)	192
6.25	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού	195
6.26	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού κατά την 1 ^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30 – 13:30)	197
6.27	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού κατά τη 2 ^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00 – 10:00)	197

6.28	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού κατά την 3 ^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00 – 14:00)	197
6.29	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	199
6.30	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	199
6.31	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30 – 13:30)	201
6.32	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30 – 13:30)	201
6.33	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00 – 10:00)	201
6.34	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00 – 10:00)	202
6.35	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00 – 14:00)	202
6.36	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3 ^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00 – 14:00)	202
6.37	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού	206
6.38	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού κατά την 1 ^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)	208
6.39	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού κατά τη 2 ^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00 – 14:00)	208
6.40	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	210
6.41	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορειών που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	210
6.42	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)	211
6.43	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)	212

6.44	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00 – 14:00)	212
6.45	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00 – 14:00)	212
6.46	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Σόνια	216
6.47	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Σόνια κατά την 1 ^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)	217
6.48	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Σόνια κατά τη 2 ^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15 – 14:15)	217
6.49	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Σόνια όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	219
6.50	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Σόνια όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	219
6.51	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)	221
6.52	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1 ^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)	221
6.53	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15 – 14:15)	221
6.54	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2 ^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15 – 14:15)	222
6.55	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων από όλες τις στάσεις	225
6.56	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων, από όλες τις στάσεις, που αφέθησαν στην κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	228
6.57	Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων, από όλες τις στάσεις, που αφέθησαν στην κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	228
6.58	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 90 δευτερόλεπτα	229
6.59	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 120 δευτερόλεπτα	229
6.60	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 90 δευτερόλεπτα	230

6.61	Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 120 δευτερόλεπτα	230
6.62	Σύγκριση του συνολικού ποσοστού των λεωφορείων που αφέθησαν σε κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (κόκκινη) με τη μέση τιμή του λόγου G/C (R/C)	232
6.63	Ποιοτικές για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ζέρβα	234
6.64	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Ζέρβα	236
6.65	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Ζέρβα, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	236
6.66	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Ζέρβα	237
6.67	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Ζέρβα	237
6.68	Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ιπποκράτους	238
6.69	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Ιπποκράτους	241
6.70	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση Ιπποκράτους, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	241
6.71	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Ιπποκράτους	242
6.72	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Ιπποκράτους	242
6.73	Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση 3 ^η Χολαργού	243
6.74	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού	245
6.75	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	246
6.76	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση 3 ^η Χολαργού	246
6.77	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού	247
6.78	Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση 5 ^η Χολαργού	248
6.79	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού	250
6.80	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	251
6.81	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση 5 ^η Χολαργού	251

6.82	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αβίχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού	252
6.83	Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Σόνια	253
6.84	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αβίχθησαν στη στάση Σόνια	254
6.85	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αβίχθησαν στη στάση Σόνια, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	255
6.86	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Σόνια	255
6.87	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αβίχθησαν στη στάση Σόνια	256
6.88	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αβίχθησαν σε όλες τις στάσεις	261
6.89	Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αβίχθησαν σε όλες τις στάσεις, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	262
6.90	Ο συνολικός χαμένος χρόνος για όλες τις στάσεις	262
6.91	Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αβίχθησαν σε όλες τις στάσεις	265
6.92	Τύποι υπολογισμού παραμέτρων θεωρητικών κατανομών	266
6.93	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ζέρβα για την 1 ^η μέτρηση (7 / 6 / 98, 11:40 – 14:40)	269
6.94	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ζέρβα για τη 2 ^η μέτρηση (10 / 6 / 98, 07:15 – 10:15)	270
6.95	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ζέρβα για την 3 ^η μέτρηση (10 / 6 / 98, 11:30 – 14:30)	271
6.96	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ιπποκράτους για την 1 ^η μέτρηση (8 / 6 / 98, 10:30 – 13:30)	272
6.97	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ιπποκράτους για τη 2 ^η μέτρηση (11 / 6 / 98, 07:40 – 10:40)	273
6.98	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση Ιπποκράτους για την 3 ^η μέτρηση (11 / 6 / 98, 11:40 – 14:40)	274
6.99	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση 3 ^η Χολαργού για την 1 ^η μέτρηση (14 / 6 / 98, 10:30 – 13:30)	275
6.100	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση 3 ^η Χολαργού για τη 2 ^η μέτρηση (16 / 6 / 98, 07:00 – 10:00)	276
6.101	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αβίξεις στη στάση 3 ^η Χολαργού για την 3 ^η μέτρηση (16 / 6 / 98, 11:00 – 14:00)	277

6.102	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 5 ^η Χολαργού για την 1 ^η μέτρηση (17/6/98, 07:00 – 10:00)	278
6.103	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 5 ^η Χολαργού για την 2 ^η μέτρηση (17/6/98, 11:00 – 14:00)	279
6.104	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Σόνια για τη 2 ^η μέτρηση (12/6/98, 07:20 – 10:20)	280
6.105	Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Σόνια για την 3 ^η μέτρηση (12/6/98, 12:15 – 14:15)	281
6.106	Εύρεση του μέσου αριθμού των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν σε μία στάση	286
6.107	Μέσοι ρυθμοί άφιξης λεωφορείων και χρονικός διαχωρισμός σε περίοδο αιχμής	286
6.108	Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση	287
6.109	Εύρεση του μέσου αριθμού των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν σε ένα σηματοδότη	290
6.110	Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη	291

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1	Γενικός τύπος πιθανοτικού προτύπου	296
7.2	Σύγκριση διαθέσιμου και απαιτούμενου αριθμού παρατηρήσεων	300
7.3	Γενικός τύπος απλού γραμμικού προτύπου	302
7.4	Προϋποθέσεις που πληρεί το αποτέλεσμα της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων	303
7.5	Σχέσεις υπολογισμού των παραμέτρων β του απλού γραμμικού προτύπου	303
7.6	Σχέση υπολογισμού της τιμής του s^2	305
7.7	Διαδικασία ελέγχου της παραμέτρου β_1	307
7.8	Σχέση υπολογισμού του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r	308
7.9	Σχέση υπολογισμού του συντελεστή προσδιορισμού r^2	311
7.10	Γενικός τύπος γενικού γραμμικού προτύπου	313
7.11	Σχέση υπολογισμού της τιμής του s^2	315

7.12	Διαδικασία ελέγχου της παραμέτρου β_1	317
7.13	Σχέση υπολογισμού του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2	318
7.14	Διαδικασία ελέγχου της χρησιμότητας ενός προτύπου με τον έλεγχο	321
7.15	Διάφορα πρότυπα με 1 ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή	324
7.16	Δειγματικά σφάλματα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων για τις δύο χρήσεις ενός απλού γραμμικού προτύπου	327
7.17	Διαστήματα εμπιστοσύνης των τιμών του y που προκύπτουν από τις δύο χρήσεις ενός απλού γραμμικού προτύπου	328
7.18	Αποτελέσματα υπολογισμών της μέσης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y με χρήση του προγράμματος SAS	330
7.19	Αποτελέσματα υπολογισμών της προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y με χρήση του προγράμματος SAS	331
7.20	Πολυωνυμικό πρότυπο p -βαθμού με 1 ανεξάρτητη ποσοτική μεταβλητή	332
7.21	Πρότυπο 1^{th} τάξης με k ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές	333
7.22	Πλήρες πρότυπο 2^{th} τάξης με 3 ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές	333
7.23	Πρότυπο αλληλεπίδρασης (2^{th} τάξης) με 2 ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές	334
7.24	Πρότυπο με 1 ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή σε k επίπεδα (A, B, Γ, \dots)	334
7.25	Πρότυπο με 2 ανεξάρτητες ποιοτικές μεταβλητές [η 1^{η} σε τρία επίπεδα (A_1, A_2, A_3) και η δεύτερη σε δύο επίπεδα (B_1, B_2)]	334
7.26	Πρότυπο αλληλεπίδρασης με 2 ανεξάρτητες ποιοτικές μεταβλητές	335
7.27	Τιμές των συντελεστών VIF και TOL για διάφορες τιμές του R_i^2	340
7.28	Υπολογισμός μερικών υπολοίπων Πολυδρόμησης για την j ανεξάρτητη μεταβλητή x_j	341
7.29	Μετασχηματισμοί της εξαρτημένης μεταβλητής y	343
7.30	Κατάρτιση διαγράμματος κανονικής κατανομής για τα υπόλοιπα πολυδρόμησης χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή	345
7.31	Υπολογισμός και ερμηνεία της τιμής d της κατανομής Durbin–Watson	346
7.32	Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων	351
7.33	Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων	353

7.34 Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων	353
7.35 Αποτελέσματα υπολογισμού 1 ^{ου} προτύπου	355
7.36 Αποτελέσματα ελέγχου για το 1 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	359
7.37 Αποτελέσματα ελέγχου για το 1 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	360
7.38 Αποτελέσματα υπολογισμού 2 ^{ου} προτύπου	360
7.39 Αποτελέσματα ελέγχου για το 2 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	363
7.40 Αποτελέσματα ελέγχου για το 2 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	364
7.41 Αποτελέσματα υπολογισμού 3 ^{ου} προτύπου	365
7.42 Αποτελέσματα ελέγχου για το 3 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	368
7.43 Αποτελέσματα ελέγχου για το 3 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	369
7.44 Αποτελέσματα υπολογισμού 4 ^{ου} προτύπου	369
7.45 Αποτελέσματα ελέγχου για το 4 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	373
7.46 Αποτελέσματα ελέγχου για το 4 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	374
7.47 Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	375
7.48 Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	377
7.49 Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	377
7.50 Αποτελέσματα υπολογισμού 5 ^{ου} προτύπου	382
7.51 Αποτελέσματα ελέγχου για το 5 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	385

7.52	Αποτελέσματα ελέγχου για το 5 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	386
7.53	Αποτελέσματα υπολογισμού 6 ^{ου} προτύπου	387
7.54	Αποτελέσματα ελέγχου για το 6 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	390
7.55	Αποτελέσματα ελέγχου για το 6 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	391
7.56	Αποτελέσματα υπολογισμού 7 ^{ου} προτύπου	391
7.57	Αποτελέσματα ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	395
7.58	Αποτελέσματα ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	396
7.59	Αποτελέσματα υπολογισμού 8 ^{ου} προτύπου	396
7.60	Αποτελέσματα ελέγχου για το 8 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	399
7.61	Αποτελέσματα ελέγχου για το 8 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	400
7.62	Αποτελέσματα υπολογισμού 9 ^{ου} προτύπου	401
7.63	Αποτελέσματα ελέγχου για το 9 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	404
7.64	Αποτελέσματα ελέγχου για το 9 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	405
7.65	Αποτελέσματα υπολογισμού 10 ^{ου} προτύπου	406
7.66	Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που ακιχθήσαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	408
7.67	Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που ακιχθήσαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	409
7.68	Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση των λεωφορείων που ακιχθήσαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	410
7.69	Αποτελέσματα υπολογισμού 11 ^{ου} προτύπου	414

7.70	Αποτελέσματα ελέγχου για το 11 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	418
7.71	Αποτελέσματα ελέγχου για το 11 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	419
7.72	Αποτελέσματα υπολογισμού 12 ^{ου} προτύπου	419
7.73	Αποτελέσματα ελέγχου για το 12 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	423
7.74	Αποτελέσματα ελέγχου για το 12 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	424
7.75	Αποτελέσματα υπολογισμού 13 ^{ου} προτύπου	424
7.76	Αποτελέσματα ελέγχου για το 13 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	428
7.77	Αποτελέσματα ελέγχου για το 13 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	429
7.78	Αποτελέσματα υπολογισμού 14 ^{ου} προτύπου	429
7.79	Αποτελέσματα ελέγχου για το 14 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	432
7.80	Αποτελέσματα ελέγχου για το 14 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	433
7.81	Αποτελέσματα υπολογισμού 15 ^{ου} προτύπου	434
7.82	Αποτελέσματα ελέγχου για το 15 ^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	437
7.83	Αποτελέσματα ελέγχου για το 15 ^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	438
7.84	Αποτελέσματα υπολογισμού 16 ^{ου} προτύπου	439
7.85	Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων	440
7.86	Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη	441
7.87	Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη	442
7.88	Διαστήματα τιμών των ανεξαρτήτων μεταβλητών	444

7.89	Αποτελέσματα μετρήσεων στη στάση 4 ^η Χολαργού	446
7.90	Εφαρμογή προτύπων χωρίς τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη στάση 4 ^η Χολαργού	446
7.91	Εφαρμογή προτύπων με τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη στάση 4 ^η Χολαργού	447
7.92	Αποτελέσματα μετρήσεων στη στάση Ιπποκράτους	448
7.93	Εφαρμογή προτύπων χωρίς τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη στάση Ιπποκράτους	449
7.94	Εφαρμογή προτύπων, με τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη στάση Ιπποκράτους	450
7.95	Μέσες τιμές εξαρτημένων μεταβλητών με βάση το αρχικό δείγμα	453
7.96	Αποτελέσματα ελέγχου του κάθε μαθηματικού προτύπου	453
7.97	Βέλτιστη εφαρμογή μαθηματικών προτύπων ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα	455

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β (πίνακες Κεφαλαίου 5)

5.1	Στάση Ζέρβα — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	494
5.2	Στάση Ζέρβα — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	506
5.3	Στάση Ιπποκράτους — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	516
5.4	Στάση Ιπποκράτους — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	534
5.5	Στάση 3 ^η Χολαργού — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	538
5.6	Στάση 3 ^η Χολαργού — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	546
5.7	Στάση 5 ^η Χολαργού — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	548
5.8	Στάση 5 ^η Χολαργού — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	554
5.9	Στάση Σόνια — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	556
5.10	Στάση Σόνια — Λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	562

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Γ.1	Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορειών (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)	565
Γ.2	Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)	566

Γ.3 Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφήθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)	567
Γ.4 Αποτελέσματα υπολογισμού 7 ^{ου} προτύπου πίνακα Γ.2	568
Γ.5 Αποτελέσματα ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή	571
Γ.6 Αποτελέσματα ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι τα τυχαία σφάλματα ε είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους	572

ΣΧΗΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Διαδικασία Σχεδιασμού, Προγραμματισμού και Μελέτης Μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας	11
2.2 Τύποι ελέγχου της κυκλοφορίας μέσω της σηματοδότησης	17
2.3 Το πρόγραμμα EDITTR του προγράμματος TRANSYT-9	22
2.4 Κωδικοποίηση οδικού δικτύου στο πρόγραμμα TRANSYT-7F	24
2.5 Αναπαράσταση κυκλοφοριακής ροής από το πρόγραμμα TRANSYT-7F	25
2.6 Κυκλοφοριακά «προφίλ» και διασπορά φαλαγγών αλγόριθμου TRANSYT	26
2.7 Υπολογισμός των καθυστερήσεων με το πρόγραμμα TRANSYT-7F	27
2.8 Παράδειγμα διασποράς ομάδας, όπως μετρήθηκε και όπως προβλέφθηκε	28
2.9 Η δομή του προγράμματος TRANSYT-7F	29
2.10 Διαδικασία βελτιστοποίησης προγράμματος TRANSYT-7F	31
2.11 Ποσοστά πραγματοποιούμενων μετακινήσεων με κάθε μέσο στην Αθήνα	36
2.12 Τύποι αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων	38
2.13 Σύγκριση χαρακτηριστικών μεγεθών «πριν» και «μετά» την εφαρμογή της αποκλειστικής λωρίδας στην οδό Μητροπόλεως	41

2.14 Παράδειγμα σχεδιασμού λεωφορειοδρόμου	45
2.15 Επίδραση διαφόρων συντελεστών στάθμησης λεωφορείων και διαφόρων μεθόδων βελτιστοποίησης	52
2.16 Εφαρμογή της τεχνικής gating για περιορισμό της ροής των οχημάτων	54
2.17 Διάγραμμα Χρόνων – Αποστάσεων για ένα λεωφορείο σε σχέση με την υπόλοιπη κυκλοφορία	56
2.18 Καθυστερήσεις που υπολογίστηκαν στη συγκεκριμένη εφαρμογή από το πρόγραμμα TRANSYT-7F	61
2.19 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων χρόνου παραμονής στη στάση	62
2.20 Παράδειγμα ικανότητας μεταφοράς επιβατών	68
2.21 Ο φαύλος κύκλος που προκύπτει λόγω της αύξησης της χρήσης του ΙΧ	82
2.22 Περιοχές της Αθήνας που εξυπηρετούνται σήμερα από τις Αστικές Συγκοινωνίες	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Θέσεις τοποθέτησης μιας στάσης λεωφορείου σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση	95
3.2 Διαφορετικοί τύποι σχεδιασμού στάσης λεωφορείου	98
3.3 Στάση Ζέρβα	108
3.4 Στάση Ιπποκράτους	109
3.5 Στάση 3 ^η Χολαργού	110
3.6 Στάση 5 ^η Χολαργού	111
3.7 Στάση Σόνια	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα	172
6.2 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα σε κάθε μέτρηση	174
6.3 Ποσοστά λεωφορείων που αφέθησαν στη στάση Ζέρβα, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	176

6.4 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	178
6.5 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 1 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	182
6.6 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 2 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	182
6.7 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 3 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	183
6.8 Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ιπποκράτους	184
6.9 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε μέτρηση	185
6.10 Ποσοστά λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	187
6.11 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	190
6.12 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 1 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	193
6.13 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 2 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	193
6.14 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 3 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	194
6.15 Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 3 ^η Χολαργού	195
6.16 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση	196
6.17 Ποσοστά λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	198
6.18 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	200
6.19 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 1 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	204
6.20 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 2 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	204

6.21 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 3 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	205
6.22 Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 5 ^η Χολαργού	206
6.23 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 5 ^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση	207
6.24 Ποσοστά λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	209
6.25 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	211
6.26 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 1 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	214
6.27 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση 5 ^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 2 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	214
6.28 Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Σόνια	215
6.29 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Σόνια σε κάθε μέτρηση	217
6.30 Ποσοστά λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Σόνια, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	218
6.31 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	220
6.32 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε ώρα της 1 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	223
6.33 Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε ώρα της 2 ^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	223
6.34 Συνολικά ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι σε κάθε στάση	224
6.35 Σύγκριση του συνολικού, από όλες τις στάσεις, αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στην κάθε στάση σε περίοδο αιχμής και σε περίοδο εκτός αιχμής	226
6.36 Συνολικά ποσοστά λεωφορείων που απέχθησαν στην κάθε στάση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	227
6.37 Σύγκριση του συνολικού, από όλες τις στάσεις, αριθμού των λεωφορείων που απέχθησαν στην κάθε στάση σε περίοδο αιχμής και εκτός αιχμής, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη	231

6.38	Σχηματικές παραστάσεις συστημάτων 1 ή περισσότερων διόδων για την εξυπηρέτηση ουρών	284
------	---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1	Κατανομή μέσης βαθμολογίας πρωτοετών φοιτητών	295
7.2	Γραφική απεικόνιση μαθηματικού προτύπου με 2 ανεξάρτητες μεταβλητές	297
7.3	Γραφική απεικόνιση απλού γραμμικού προτύπου	302
7.4	Γραφική απεικόνιση των τριών πρώτων υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε	305
7.5	Κατανομή που ακολουθεί ο υπολογισμός της τιμής της παραμέτρου β_1	307
7.6	Διαγράμματα διασποράς	309
7.7	Σύγκριση του αθροίσματος των τετραγώνων των αποκλίσεων για τα δύο πρότυπα	310
7.8	Ερμηνεία της παραμέτρου β_2 για το τετραγωνικό πρότυπο	316
7.9	Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2$ για $x_2 = 0$	322
7.10	Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2$ για διάφορες τιμές του x_2	322
7.11	Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2 + x_1 \cdot x_2$ για διάφορες τιμές του x_2	323
7.12	Σφάλμα υπολογισμού της μέσης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y για $x = x_p$	328
7.13	Σφάλμα πρόβλεψης της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y για $x = x_p$	329
7.14	Γραφική απεικόνιση του προτύπου 1 ^{ης} τάξης	332
7.15	Γραφική απεικόνιση του προτύπου 2 ^{ης} τάξης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή	332
7.16	Γραφική απεικόνιση του προτύπου 3 ^{ης} τάξης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή	333
7.17	Γραφική απεικόνιση διαφόρων μετασχηματισμών	337
7.18	Γραφική απεικόνιση των συντελεστών VIF και TOL για διάφορες τιμές του R_i^2	340
7.19	Διαφορετικές περιπτώσεις μη σταθερής διακύμανσης του τυχαίου σφάλματος ε	342
7.20	Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για 50 παρατηρήσεις με χρήση του προγράμματος SAS	344
7.21	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 1 ^ο πρότυπο	357
7.22	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 1 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	358

7.23	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 2 ^ο πρότυπο	362
7.24	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 2 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί την κανονική κατανομή	363
7.25	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 3 ^ο πρότυπο	367
7.26	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 3 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	367
7.27	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 4 ^ο πρότυπο	371
7.28	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 4 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί την κανονική κατανομή	372
7.29	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 5 ^ο πρότυπο	384
7.30	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 5 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	384
7.31	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 6 ^ο πρότυπο	388
7.32	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 6 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	389
7.33	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 7 ^ο πρότυπο	393
7.34	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	394
7.35	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 8 ^ο πρότυπο	398
7.36	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 8 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	399
7.37	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 9 ^ο πρότυπο	402
7.38	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 9 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	403
7.39	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 11 ^ο πρότυπο	416
7.40	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 11 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	417
7.41	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 12 ^ο πρότυπο	421
7.42	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 12 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή	422

7.43	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 13 ^ο πρότυπο	426
7.44	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 13 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	427
7.45	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 14 ^ο πρότυπο	431
7.46	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 14 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	432
7.47	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 15 ^ο πρότυπο	435
7.48	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 15 ^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	436

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Γ.1	Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 7 ^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1	569
Γ.2	Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 7 ^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή	570

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

1.	Στάση Ζέρβα	109
2.	Στάση Ιπποκράτους	110
3.	Στάση 3 ^η Χολαργού	111
4.	Στάση 5 ^η Χολαργού	112
5.	Στάση Σόνια	113
6.	1 ^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης	115
7.	3 ^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης	116

8. 2 ^ο επίπεδο εξυπηρέτησης	117
--	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

9. Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση Ζέρβα	124
10. Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση Ιπποκράτους	126
11. Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση 3 ^η Χολαργού	129
12. Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση 5 ^η Χολαργού	131
13. Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση Σόνια	134

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

14. Στάση 4 ^η Χολαργού	445
---	-----

***Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

1***

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ -

1.1 Ο ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ

Ο σκοπός της διπλωματικής είναι ανάλυση της κίνησης των λεωφορείων κοντά σε σηματοδοτούμενους κόμβους και η προσομοίωση της στάσης των λεωφορείων για επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη .

Για το σκοπό αυτό απαιτείται αρχικά η συλλογή στοιχείων που θα περιλαμβάνουν την άφιξη του λεωφορείου στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη, το χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το τμήμα του χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα ή και το σύνολο ακόμα της πράσινης ή κόκκινης ένδειξης κ.α . Στη συνέχεια απαιτείται ο προσδιορισμός κατάλληλων μαθηματικών προτύπων, προκειμένου να αναλυθεί και να προσομοιωθεί η στάση του λεωφορείου σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη .

Προκειμένου να γίνει η προσομοίωση της στάσης του λεωφορείου για εξυπηρέτηση επιβατών, γίνεται η παραδοχή ότι εφαρμόζεται ένα σύστημα συντονισμένης σηματοδότησης σταθερού χρόνου, δηλαδή ένα σύστημα σηματοδότησης που εξασφαλίζει συνεχή ροή κατά μήκος της οδού που εφαρμόζεται, ενώ ο τρόπος λειτουργίας της σηματοδότησης γίνεται για ορισμένες χαρακτηριστικές περιόδους (πρωινή ή απογευματινή αιχμή, περίοδος βροχής κ.λπ) με τη βοήθεια ενός κατάλληλου προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή .

Ένα λεωφορείο μπορεί να αφιχθεί σε μία στάση, η οποία βρίσκεται κοντά σε ένα σηματοδότη και επηρεάζεται από αυτόν, είτε όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, είτε όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη . Τότε ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για την αποβίβαση και / ή την επιβίβαση των επιβατών είναι δυνατόν να συμπίπτει με τμήμα ή ακόμα και με το σύνολο της χρονικής διάρκειας της πράσινης (G) ή / και της κόκκινης (R) ένδειξης . Τα τμήματα αυτά είναι ανάλογα των λόγων της διάρκειας της πράσινης και κόκκινης ένδειξης προς το συνολικό χρόνο που διαρκεί η περίοδος σηματοδότησης, δηλαδή G/C και R/C αντίστοιχα . Το τμήμα του χρόνου που συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη είναι αυτό που επηρεάζει εκτός από την ικανότητα της στάσης και τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων και την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων, τα οποία επηρεάζονται από τις στάσεις των λεωφορείων . Το τμήμα που συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη δεν επηρεάζει τίποτα από τα παραπάνω, αφού έτσι και αλλιώς πρόκειται για χρόνο που το λεωφορείο παραμένει ακινητοποιημένο .

Αρχικά τα στοιχεία αυτά θα μπορούσαν να δώσουν μια εικόνα για τον τρόπο, με τον οποίο τα λεωφορεία κινούνται κοντά σε ένα σηματοδοτούμενο κόμβο και πως αυτά αλληλεπιδρούν με τα υπόλοιπα οχήματα .

Επιπλέον τα στοιχεία αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατά τον καθορισμό των βέλτιστων προγραμμάτων σηματοδότησης , ώστε οι κινήσεις των λεωφορείων να λαμβάνονται υπόψη με αυξημένους συντελεστές βαρύτητας . Προφανώς με τον όρο λεωφορεία περιλαμβάνουμε και τα τρόλϋ, ενώ τα ίδια μεγέθη θα μπορούσαν να καταγραφούν και στην περίπτωση που είχαμε τραμ αντί για λεωφορεία .

Η αναγκαιότητα και τα οφέλη που προκύπτουν από μια τέτοια διαδικασία θα παρουσιαστούν σε επόμενο κεφάλαιο . Γενικά όμως μπορούμε να αναφέρουμε ότι η βελτίωση της κίνησης των λεωφορείων και γενικότερα όλων των ΜΜΜ σε μία πόλη, οδηγεί στη μείωση της χρήσης του επιβατικού αυτοκίνητου ΙΧ, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και καυσίμων και τελικά στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης . Παράλληλα με όλα αυτά υπάρχουν και οικονομικά οφέλη, όπως για παράδειγμα η μείωση του αριθμού των ΙΧ οδηγεί στη μείωση των καθυστερήσεων στις οδούς και άρα την εξοικονόμηση χρόνου και ενέργειας .

Η συγκεκριμένη εργασία πραγματοποιήθηκε στο διάστημα από τον Ιανουάριο του 1998 ως και το Φεβρουάριο του 1999 . Μπορούμε να τη χωρίσουμε χρονικά σε τέσσερις φάσεις . Η πρώτη φάση ήταν από τον Ιανουάριο ως και τον Ιούλιο, όπου αναπτύχθηκε η μεθοδολογία, συλλέχθηκε το κατάλληλο υλικό από διάφορα έντυπα, βιβλία, εφημερίδες και επιστημονικά περιοδικά και τέλος πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις . Η δεύτερη φάση ήταν από τον Αύγουστο ως και τα μέσα Σεπτεμβρίου, όπου και πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των μετρήσεων . Η τρίτη φάση ήταν από τα μέσα Σεπτεμβρίου ως και το Νοέμβριο, όπου πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των μετρήσεων και εξαγωγή των αντίστοιχων συμπερασμάτων . Η τέταρτη και τελευταία φάση ήταν από τον Δεκέμβριο ως και το Φεβρουάριο, όπου όλα τα προηγούμενα στοιχεία οργανώθηκαν και αξιολογήθηκαν σε μία ενιαία βάση .

1.2 ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΚΑΙ ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΩΝ

Το δεύτερο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Βασικές Έννοιες και Παραδείγματα ». Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η αναφορά σε θέματα που έχουν σχέση με το αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας και παραθέτονται ορισμένα παραδείγματα από τα αποτελέσματα της εφαρμογής διαφόρων προγραμμάτων και μεθοδολογιών .

Πιο συγκεκριμένα αρχικά αναπτύσσονται η έννοιες της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας και της Σηματοδότησης . Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σηματοδότηση ως ένα μέτρο της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας . Σε αυτό το σημείο γίνεται και μια ιδιαίτερη αναφορά στο πρόγραμμα TRANSYT - 7F, το οποίο χρησιμοποιείται εκτενώς για την προσομοίωση της ροής των οχημάτων σε ένα σηματοδοτούμενο κόμβο και τη βελτίωση της σηματοδότησης .

Έπειτα παρουσιάζεται η προνομιακή μεταχείριση των Μέσων Μαζικών Μεταφορών ως μέτρο της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας , δηλαδή μέτρα όπως οι αποκλειστικές λωρίδες για τα ΜΜΜ και η προτεραιότητα των ΜΜΜ στη σηματοδότηση . Σε αυτό το σημείο γίνεται και μια ιδιαίτερη αναφορά στο πρόγραμμα BUS TRANSYT, με το οποίο είναι δυνατό να ευνοηθεί η κίνηση των λεωφορείων σε ένα συντονισμένο σύστημα σηματοδότησης . Παρουσιάζονται ακόμα ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται η ικανότητα μιας λεωφορειακής γραμμής για μεταφορά επιβατών καθώς και το σύστημα Αστικών Συγκοινωνιών που εφαρμόζεται στην Αθήνα .

Το τρίτο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Σχεδιασμός των Μετρήσεων » . Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται ο τρόπος επιλογής της μεθόδου μετρήσεων, των οδών, των στάσεων και της διάρκειας για την πραγματοποίηση των μετρήσεων . Παρουσιάζονται επίσης ορισμένα στοιχεία για τον τρόπο που διαχωρίζονται οι στάσεις των λεωφορείων μεταξύ τους καθώς και στοιχεία για ένα σημαντικό αριθμό στάσεων σε κεντρικούς δρόμους της Αθήνας .

Το τέταρτο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Μετρήσεις » . Στο κεφαλαίο αυτό παρουσιάζονται οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στις επιλεγμένες στάσεις . Για κάθε στάση αναφέρονται μια σειρά από παρατηρήσεις για την κίνηση των οχημάτων κοντά στη στάση και μια σειρά από προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων . Το κεφάλαιο αυτό συμπληρώνεται από το παράρτημα Α, στο οποίο περιέχονται αναλυτικά τα έντυπα συλλογής των στοιχείων .

Το πέμπτο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Επεξεργασία των Μετρήσεων ». Στο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος με τον πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν καθώς και τα οποιαδήποτε προβλήματα αντιμετωπίσαμε κατά τη διαδικασία αυτή . Επίσης παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο συμπληρώνονται οι πίνακες επεξεργασίας για κάθε στάση, οι οποίοι παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β .

Το έκτο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Ανάλυση των Μετρήσεων ». Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την επεξεργασία των μετρήσεων . Παραθέτονται στοιχεία, όπως η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση ή το ποσοστό των λεωφορείων που ήταν γεμάτα σε περίοδο αιχμής . Το κεφάλαιο τελειώνει με μια εφαρμογή της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση και σε σηματοδότη σε περίοδο αιχμής .

Το έβδομο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Πρότυπο Προσομοίωσης ». Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία που χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων, προκειμένου να προσομοιώσουμε τη στάση των λεωφορείων για επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη . Το κεφάλαιο αυτό συμπληρώνεται από το παράρτημα Γ, το οποίο αναφέρεται στο πρόγραμμα SPSS 6.0 που χρησιμοποιήθηκε για την κατάρτιση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων και από το παράρτημα Δ, στο οποίο περιέχονται πίνακες στατιστικής .

Τέλος , το όγδοο κεφάλαιο έχει τον τίτλο « Συμπεράσματα και Προτάσεις » . Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται γενικά η όλη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε σε όλη την εργασία, παρουσιάζονται συνοπτικά τα κυριότερα συμπεράσματα και διατυπώνονται ορισμένες προτάσεις για εφαρμογή και επιπλέον διερεύνηση .

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

2**

- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ
& ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ -

2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Το μεγαλύτερο τμήμα των βιομηχανικών πόλεων του κόσμου χαρακτηρίζεται πλέον από υψηλά επίπεδα κυκλοφοριακής συσσώρευσης, με αυξημένα κόστη μεταφοράς μέσα στην πόλη, από την αυξημένη σπατάλη χρόνου και κατανάλωσης καυσίμων, το άγχος και τη μόλυνση από το θόρυβο και τα καυσαέρια. Η ανάπτυξη όλων αυτών των φαινομένων μέσα στην πόλη είναι σίγουρα αυξημένη και καθιστά τη διαβίωση μέσα σε αυτή σε πολλές περιπτώσεις εξαιρετικά δύσκολη. Η κατάσταση αυτή είναι αποτέλεσμα της ταχείας ανάπτυξης της αυτοκίνησης και γενικότερα της βιομηχανίας και της τεχνολογίας, η οποία ξεκίνησε στα 1950 και συνεχίστηκε στα 1960.

Η συνεχής αυτή αύξηση της ζήτησης των μετακινήσεων προσώπων και αγαθών που έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστοιχη αύξηση της κυκλοφορίας, συνδυαζόμενη με το γεγονός ότι οι περισσότερες αστικές περιοχές δεν έχουν σχεδιαστεί, αναπτυχθεί και κατασκευαστεί με την πρόβλεψη μιας τέτοιας αύξησης, δημιουργούν σοβαρά κυκλοφοριακά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Το κύριο οδικό δίκτυο, το οποίο εξυπηρετεί το μεγαλύτερο ποσοστό της κυκλοφορίας, παρουσιάζει κορεσμό, ο οποίος συνεχώς εξαπλώνεται τόσο γεωγραφικά, δηλαδή από το κέντρο της πόλης προς τα έξω, όσο και χρονικά, δηλαδή σε μεγαλύτερα τμήματα της ημέρας. Στα συνεχώς αυξανόμενα κορεσμένα τμήματα του δικτύου και κατά τις συνεχώς επεκτεινόμενες περιόδους κορεσμού παρουσιάζονται σημαντικές καθυστερήσεις. Οι καθυστερήσεις αυτές δημιουργούν απώλεια χρόνου και ενέργειας, ενώ παράλληλα αυξάνουν σημαντικά την ατμοσφαιρική και ηχητική ρύπανση μέσα στην πόλη.

Ως καθυστέρηση (delay) ορίζεται ο χρόνος, κατά τον οποίο ένα όχημα διακόπτει ή επιβραδύνει την πορεία του, ενώ βρίσκεται μέσα στο κυκλοφοριακό ρεύμα, δηλαδή ο χρόνος που χάνεται λόγω του κορεσμού στο οδικό δίκτυο. Οι καθυστερήσεις διακρίνονται σε λειτουργικές καθυστερήσεις και σε σταθερές καθυστερήσεις (fixed delays). Οι λειτουργικές καθυστερήσεις είναι αυτές που οφείλονται στις επιδράσεις της υπόλοιπης κυκλοφορίας. Ένα είδος λειτουργικών καθυστερήσεων είναι εκείνο που δημιουργείται από την ύπαρξη άλλων κυκλοφοριακών ρευμάτων, όπως για παράδειγμα ρεύματα που διασταυρώνονται σε μη σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις. Ένα άλλο είδος λειτουργικών καθυστερήσεων οφείλεται στην επίδραση των οχημάτων που κινούνται στο ίδιο κυκλοφοριακό ρεύμα (εσωτερική τριβή), ιδιαίτερα στις περιπτώσεις κυκλοφοριακής συμφόρησης. Οι σταθερές καθυστερήσεις

είναι αυτές που οφείλονται στα διάφορα συστήματα ελέγχου της κυκλοφορίας, όπως για παράδειγμα είναι οι φωτεινοί σηματοδότες και τα σήματα Stop και Yield .

Οι παραπάνω καθυστερήσεις αναλύονται συνήθως σε καθυστερήσεις στάσης (stopped delay), δηλαδή καθυστερήσεις κατά τη διάρκεια στάσης του οχήματος και σε καθυστερήσεις κατά την επιτάχυνση και επιβράδυνση του οχήματος . Οι πρώτες αποτελούν το μεγαλύτερο τμήμα των καθυστερήσεων και μπορούν να μετρηθούν σχετικά εύκολα . Η μέτρηση γενικά των καθυστερήσεων συνδυάζεται συνήθως με τη μέτρηση της μέσης ταχύτητας διαδρομής (travel speed), δηλαδή της μέσης ταχύτητας με την οποία ένα όχημα κινείται από το σημείο προέλευσης στο σημείο προορισμού, υπολογιζόμενων και των καθυστερήσεων λόγω στάσεων . Βρίσκεται αν διαιρεθεί η συνολική απόσταση μεταξύ των δύο άκρων της εξεταζόμενης διαδρομής με το συνολικό χρόνο που απαιτήθηκε για τη διαδρομή αυτή λαμβάνοντας υπόψη και τις καθυστερήσεις λόγω στάσεων . Ουσιαστικά είναι το μέγεθος που αντιλαμβάνονται οι χρήστες του οδικού δικτύου και στην αύξηση της οποίας στοχεύει η εφαρμογή κάθε είδους προγράμματος βελτίωσης της κυκλοφορίας .

Επί πλέον συνέπειες της κυκλοφοριακής συμφόρησης είναι η οπτική και αισθητική όχληση και η κατάληψη ζωτικού αστικού χώρου, που κυρίως οφείλονται στην έλλειψη χώρων στάθμευσης εκτός των οδών και τη χρησιμοποίηση των οδοστρωμάτων κίνησης ή ακόμα χειρότερα των πεζοδρομίων και τμημάτων χώρων πρασίνου για την κάλυψη αυτής της ανάγκης . Επίσης ο αυξημένος αριθμός των ατυχημάτων και ιδιαίτερα εκείνων που συμμετέχουν και πεζοί οφείλεται στην κυκλοφοριακή συμφόρηση .

Οι συνέπειες επομένως από την κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι κυρίως οικονομικές , ενώ παράλληλα έχουμε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας ζωής μέσα στην πόλη και αύξηση του κινδύνου κατά την οποιαδήποτε μετακίνηση . Οι λύσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών στοχεύουν άμεσα στη μείωση του χρόνου και της ενέργειας που χάνεται και έμμεσα στη βελτίωση της ποιότητας ζωής στην πόλη .

Η πολιτική επίλυσης των προβλημάτων αυτών στο παρελθόν κυρίως περιλάμβανε την κατασκευή νέων οδών και άλλων συγκοινωνιακών έργων, όπως για παράδειγμα ανισόπεδοι κόμβοι, των οποίων η κατασκευή εκτός από την απαιτούμενη σημαντική χρηματοδότηση δημιουργούσε ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο ευρύτερο περιβάλλον της περιοχής που γινόταν η κατασκευή τους . Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι η βελτίωση στην κυκλοφορία ήταν προσωρινή, ενώ στη συνέχεια αυξανόταν, πολλές φορές και με ταχύτερους ρυθμούς από αυτούς που είχαν προβλεφθεί . Παράλληλα εμφανίστηκε το φαινόμενο οι χρήστες , στην

προσπάθεια τους να αποφύγουν τα κορεσμένα τμήματα του κύριου οδικού δικτύου, να ανακαλύπτουν νέες διαδρομές μέσω του δευτερεύοντος οδικού δικτύου, δημιουργώντας διαμπερείς κινήσεις μέσα από περιοχές κατοικίας και άλλες ευαίσθητες περιοχές με αποτέλεσμα την μεγαλύτερη υποβάθμιση της ποιότητας ζωής ακόμα και σε περιοχές που βρίσκονται σε κάποια απόσταση από το κέντρο της πόλης.

Σήμερα γίνεται διεθνώς μια έντονη προσπάθεια για την ανάπτυξη της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας με σκοπό, στις αστικές περιοχές κυρίως, να μειωθεί η κατασκευή νέων οδών και άλλων συγκοινωνιακών έργων. Η έννοια της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας δεν είναι νέα και ορισμένες από τις μεθόδους που περιλαμβάνει άρχισαν να αναπτύσσονται από τότε που άρχισε να κυκλοφορεί το αυτοκίνητο ή και ακόμα νωρίτερα, όπως για παράδειγμα οι μονόδρομοι στην αρχαία Πομπηία.

Το νέο στοιχείο στη Διαχείριση της Κυκλοφορίας είναι η έμφαση στις συντονισμένες και έπειτα από μελέτη προσπάθειες και η εισαγωγή μιας μεγάλης ποικιλίας, εύρους, βραχυχρόνιας υλοποίησης και χαμηλού κόστους μέτρων στο όλο σύστημα του σχεδιασμού και μελέτης συγκοινωνιακών έργων και της βέλτιστης εφαρμογής και λειτουργίας τους μέσα στην πόλη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αποτελεσματική χρησιμοποίηση της υπάρχουσας συγκοινωνιακής υποδομής βραχυχρόνια και με περιορισμένου μεγέθους επενδύσεις, οπότε αναφερόμαστε στη Διαχείριση του Συστήματος των Μεταφορών (Transportation System Management) και με τη μείωση της ζήτησης για μεταφορές και ειδικότερα της χρησιμοποίησης του επιβατικού αυτοκινήτου, ιδιαίτερα στις κορεσμένες περιοχές και κατά τις περιόδους αιχμής της κυκλοφορίας, οπότε αναφερόμαστε στη Διαχείριση της Ζήτησης των Μετακινήσεων (Demand Management).

Οι θεμελιώδεις έννοιες της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας είναι δυνατό να εκφραστούν και να ομαδοποιηθούν σε σχέση με τα βασικά χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας και των μετακινήσεων ως εξής:

- Βελτίωση των χαρακτηριστικών της κυκλοφοριακής ροής.
- Ανακατανομή της κυκλοφορίας στο χώρο.
- Ανακατανομή της κυκλοφορίας στο χρόνο.
- Ανακατανομή της κυκλοφορίας στα μέσα μεταφοράς.
- Μείωση του μήκους και της διάρκειας των μετακινήσεων.
- Μείωση της συχνότητας των μετακινήσεων.
- Αύξηση της πλήρωσης των οχημάτων.

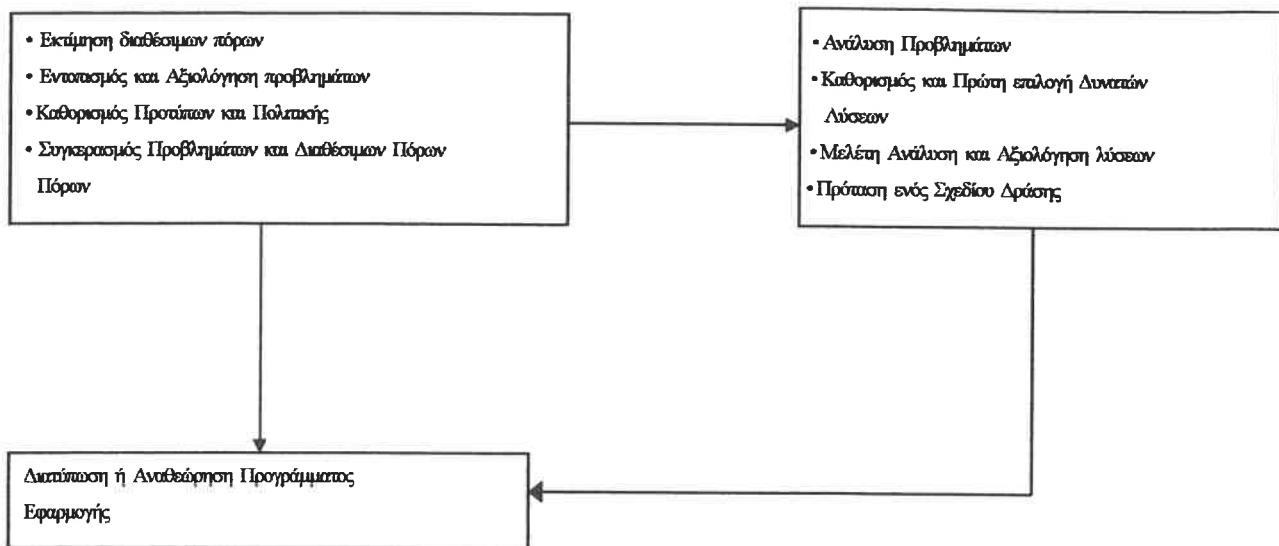
Τα μέτρα, τα οποία περιλαμβάνονται σε ένα πρόγραμμα Διαχείρισης της Κυκλοφορίας εφαρμόζονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες ανθρώπων και αγαθών που κινούνται μέσα στην πόλη, όπως για παράδειγμα οι οδηγοί των επιβατικών αυτοκινήτων, οι επιβάτες των επιβατικών αυτοκινήτων, οι επιβάτες των δημοσίων μέσων μεταφοράς και γενικότερα εκείνες τις κατηγορίες τις οποίες επηρεάζει το μέτρο, το οποίο πρόκειται να εφαρμοστεί.

Ο αριθμός των μέτρων ή έργων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν, είναι αρκετά μεγάλος. Ορισμένα από τα μέτρα αναφέρονται στη Διαχείριση του Συστήματος των Μεταφορών, άλλα στη Διαχείριση της Ζήτησης των Μεταφορών και άλλα και στις δύο διακρίσεις της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας. Περιληπτικά τα μέτρα αφορούν τη βελτίωση της ροής των οχημάτων, την προνομιακή μεταχείριση και βελτίωση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), την αύξηση των μετακινήσεων με ανθρώπινη ενέργεια, τη διαχείριση της στάθμευσης, την προνομιακή μεταχείριση των επιβατικών αυτοκινήτων με υψηλή πλήρωση, τους περιορισμούς της κυκλοφορίας των οχημάτων σε διάφορες περιοχές, τη μείωση των μετακινήσεων σε περιόδους αιχμής, την εφαρμογή νέων τεχνολογιών.

Θα πρέπει επίσης να αναφέρουμε ότι τα μέτρα Διαχείρισης της Κυκλοφορίας στοχεύουν στη επίλυση σαφώς ορισμένων προβλημάτων σε κλίμακα τοπική, σε αντίθεση με τον Μακροχρόνιο Σχεδιασμό όπου τα προβλήματα εξαρτώνται από τις λύσεις ανάπτυξης και την αντίστοιχη αναμενόμενη κυκλοφορία, ενώ η κλίμακα είναι συνήθως περιφερειακή. Οι στόχοι των μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας είναι σχετιζόμενοι με τα προβλήματα και οι εναλλακτικές δυνατότητες σαφώς περιορισμένες. Στο Μακροχρόνιο Σχεδιασμό όμως οι στόχοι είναι ευρείς και πολλές φορές σχετίζονται και με άλλες παραμέτρους, όπως είναι η πολιτική που ακολουθείται. Οι εναλλακτικές λύσεις υπάρχουν και είναι πολλές, αλλά η επιλογή δεν γίνεται πάντα με μόνο το κριτήριο του καλύτερου αποτελέσματος. Η εφαρμογή μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας απαιτεί σύντομα και προφανή αποτελέσματα, σε αντίθεση με τα αποτελέσματα ενός Μακροχρόνιου Σχεδιασμού, των οποίων ο χρόνος εμφάνισης δεν είναι κρίσιμος και σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να μην υπάρχουν κιάλας.

Οι συνηθισμένες διαδικασίες για το σχεδιασμό και προγραμματισμό μιας σειράς μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας και για την μελέτη ενός μεμονωμένου μέτρου καθώς και η μεταξύ τους αλληλεξάρτηση παρουσιάζονται στο σχήμα 2.1 της επομένης σελίδας.

σχήμα 2.1 — Διαδικασία Σχεδιασμού, Προγραμματισμού και Μελέτης Μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας



Ο σχεδιασμός και ο προγραμματισμός έργων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας μπορεί να γίνει από διάφορους φορείς όπως είναι τα υπουργεία, οι διάφοροι οργανισμοί, οι δήμοι και οι κοινότητες. Στο σχεδιασμό περιλαμβάνονται η εκτίμηση των διαθέσιμων πιστώσεων, ο εντοπισμός και η αξιολόγηση των προβλημάτων, ο καθορισμός των βασικών αρχών και της πολιτικής για την αντιμετώπιση τους και στη συνέχεια ο προγραμματισμός των απαιτούμενων ενεργειών μέσα στα πλαίσια των διαθέσιμων πόρων και των στοιχείων που προκύπτουν από τις μελέτες κάθε έργου Διαχείρισης της Κυκλοφορίας.

Η μελέτη των μεμονωμένων έργων που γίνεται από τους διάφορους φορείς είτε κατευθείαν είτε με την ανάθεση σε ειδικευμένα γραφεία συγκοινωνιακών-κυκλοφοριακών μελετών, περιλαμβάνει μια λεπτομερέστερη ανάλυση των προβλημάτων, τον καθορισμό διαφόρων δυνατών λύσεων και μια πρώτη επιλογή, τη μελέτη, την ανάλυση και αξιολόγηση των λύσεων που επιλέγησαν αρχικά και τέλος την τελική επιλογή μιας βέλτιστης λύσης και την κατάρτιση ενός σχεδίου δράσης για την εφαρμογή της. Στο τέλος γίνεται η διατύπωση του συνολικού προγράμματος εφαρμογής ή η αναθεώρηση ενός υφιστάμενου προγράμματος με βάση τα στοιχεία από τις προτεινόμενες για εφαρμογή λύσεις.

2.2 ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ

2.2.1 Γενικά

Η κυκλοφορία στο μεγαλύτερο ποσοστό των ισόπεδων κόμβων του κύριου αρτηριακού οδικού δικτύου μιας πόλης, ιδιαίτερα στην κεντρική της περιοχή ρυθμίζεται με φωτεινή σηματοδότηση ή απλά σηματοδότηση (traffic signalization). Η κύρια λειτουργία μιας σηματοδότησης είναι να αλλάζει διαδοχικά την προτεραιότητα στην κίνηση των διαφόρων ρευμάτων οχημάτων ή πεζών στην περιοχή ενός κυκλοφοριακού κόμβου ή σε άλλες κρίσιμες θέσεις του οδικού δικτύου, έτσι ώστε να αποφεύγεται η κυκλοφοριακή συμφόρηση .

Η εγκατάσταση σηματοδότησης σε μια περιοχή απαιτεί τον προσεκτικό καθορισμό των διαφόρων κυκλοφοριακών παραμέτρων που πρόκειται να επηρεαστούν από τη σηματοδότηση . Είναι απαραίτητος επομένως ο καθορισμός των βασικών προϋποθέσεων για να δικαιολογηθεί η εγκατάσταση ενός ορισμένου συστήματος σηματοδότησης . Ως προϋποθέσεις για τη σηματοδότηση θεωρούνται, με βάση διάφορες μελέτες στις Η.Π.Α, οι γενικές κυκλοφοριακές συνθήκες που πρέπει να επικρατούν σε ένα κόμβο . Οι προϋποθέσεις αυτές περιληπτικά είναι η ύπαρξη ενός ελάχιστου κυκλοφοριακού φόρτου, η διακοπή μιας συνεχούς κυκλοφορίας , η ύπαρξη ενός ελάχιστου φόρτου πεζών, η ύπαρξη σχολικής διάβασης, η προοδευτική κίνηση οχημάτων και τα ατυχήματα .

Μια κατάλληλα μελετημένη και εγκατεστημένη σηματοδότηση παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Δημιουργεί, με την εναλλαγή της προτεραιότητας , μια συστηματική μετακίνηση των κυκλοφοριακών ρευμάτων, η οποία, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλών κυκλοφοριακών φόρτων, αυξάνει την ικανότητα των σηματοδοτούμενων κόμβων .
- Τείνει να μειώσει ορισμένες κατηγορίες ατυχημάτων, όπως είναι οι συγκρούσεις υπό γωνία .
- Με τις προϋποθέσεις ευνοϊκών αποστάσεων μεταξύ των σηματοδοτούμενων κόμβων και κατάλληλου συντονισμού της σηματοδότησης μιας οδού ή ενός δικτύου οδών, επιτρέπει μια σχεδόν συνεχή ροή της κυκλοφορίας με περίπου καθορισμένη ταχύτητα .

- Όπου χρειάζεται, μπορεί να διακόψει ένα υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο, για να επιτρέψει την ασφαλή διασταύρωση ή συμβολή ενός δευτερεύοντος κυκλοφοριακού ρεύματος ή πεζών .
- Μια σηματοδότηση μπορεί να είναι πιο οικονομική και συχνά πιο αποτελεσματική από τη ρύθμιση με τροχονόμο και λιγότερο δαπανηρή από το διαχωρισμό των κυκλοφοριακών ρευμάτων με ανισόπεδο κόμβο .

Αντίθετα η πρόωρη και όχι σωστά μελετημένη σηματοδότηση μπορεί να προκαλέσει μια σειρά από προβλήματα, όπως η δημιουργία μεγάλων και αδικαιολόγητων καθυστερήσεων, η μη συμμόρφωση με τις ενδείξεις των σηματοδοτών του κόμβου, η εκτροπή της κυκλοφορίας σε άλλες περιοχές, η αύξηση ορισμένων κατηγοριών ατυχημάτων (π.χ οι ναυτομετοπικές συγκρούσεις).

2.2.2 Βασικές έννοιες της σηματοδότησης

Στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένες από τις βασικές έννοιες , οι οποίες χρησιμοποιούνται γενικά στις μελέτες που έχουν σχέση με τη σηματοδότηση και κάποιες από αυτές θα χρησιμοποιηθούν στα επόμενα κεφάλαια .

- Όψη σηματοδότη (Signal Face) : Είναι το τμήμα του σηματοδότη που ελέγχει μία ή περισσότερες κινήσεις προς μία κατεύθυνση . Οι ενδείξεις στροφής είναι δυνατό να περιληφθούν σε μια όψη σηματοδότη μαζί με την ένδειξη για ευθεία κίνηση .
- Κεφαλή σηματοδότη (Signal Head) : Είναι ένα σύνολο μιας ή περισσότερων όψεων σηματοδοτών που στηρίζονται σε ένα στύλο του σηματοδότη .
- Περίοδος (Cycle) : Είναι η χρονική διάρκεια που απαιτείται για μια πλήρη διαδοχή των ενδείξεων των σηματοδοτών . Μεγαλύτερες περιόδοι εξυπηρετούν περισσότερα οχήματα ανά ώρα, δημιουργούν όμως μεγαλύτερες καθυστερήσεις . Έτσι, κατά τη μελέτη σηματοδότησης ενός κόμβου ή συστήματος κόμβων, επιλέγονται οι μικρότερες δυνατές περιόδοι που μπορούν να εξυπηρετήσουν την τρέχουσα κυκλοφορία, ώστε να προκύπτει η ελάχιστη δυνατή καθυστέρηση .
- Φάση (Phase) : Είναι το τμήμα της περιόδου, στο οποίο δίνεται προτεραιότητα σε μια κίνηση ή σε ένα συνδυασμό κινήσεων . Ο αριθμός των φάσεων σε ένα σηματοδοτούμενο κόμβο καθορίζεται από τον αριθμό και το μέγεθος των κυκλοφοριακών ρευμάτων

οχημάτων και πεζών που πρόκειται να εξυπηρετηθούν. Κατά τον καθορισμό των φάσεων σηματοδότησης ενός κόμβου πρέπει να γίνεται προσπάθεια συνδυασμού όσο το δυνατό περισσότερων κινήσεων σε μία φάση ώστε να περιορίζεται ο αριθμός των φάσεων σε δύο ή το πολύ σε τρεις.

- Χρόνος πράσινης ένδειξης (Green Interval): Είναι ο χρόνος πράσινης ένδειξης ενός σηματοδότη που ρυθμίζει ένα ή περισσότερα κυκλοφοριακά ρεύματα μπορεί να υπολογιστεί με διάφορους τρόπους ανάλογα με τον αριθμό των οχημάτων που πρόκειται να εξυπηρετήσει και το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης.
- Χρόνος κίτρινης ένδειξης (Yellow ή Amber Interval): Στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες χώρες, χρησιμοποιείται η κίτρινη ένδειξη των σηματοδοτών μόνο πριν από την κόκκινη ένδειξη, έτσι ώστε να ειδοποιηθούν οι οδηγοί που πλησιάζουν στον κόμβο ότι η πράσινη ένδειξη τελειώνει και ώστε να επιτραπεί στα οχήματα και τους πεζούς που βρίσκονται μέσα στον κόμβο να απομακρυνθούν με ασφάλεια πριν ξεκινήσει η επόμενη φάση.
- Ενδιάμεσος χρόνος μεταξύ πρασίνων ενδείξεων (Intergreen period): Είναι η χρονική περίοδος μεταξύ του τέλους της πράσινης ένδειξης, της φάσης που τερματίζεται (χάνει την προτεραιότητα) και της αρχής της πράσινης ένδειξης της φάσης που αρχίζει (αποκτά την προτεραιότητα). Η ελάχιστη τιμή που μπορεί να έχει ο ενδιάμεσος χρόνος είναι ίση με τη διάρκεια της κίτρινης ένδειξης.
- Απολυμένος χρόνος (Lost Time): Είναι ο χρόνος μιας φάσης που καταναλώνεται στις εκκινήσεις των οχημάτων, την εκκένωση του κόμβου από τα οχήματα και σε περιόδους καθολικής κόκκινης ένδειξης.
- Χρησιμοποιούμενος χρόνος (Effective Green): Είναι ο χρόνος που προκύπτει αν αφαιρεθεί από την περίοδο ο απολυμένος χρόνος και αντιστοιχεί στο χρόνο που χρησιμοποιείται για την κίνηση των οχημάτων. Υποδιαιρείται στις διάφορες φάσεις για την εξυπηρέτηση των αντίστοιχών κινήσεων.
- Χρονική μετατόπιση (Offset): Είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα ή σε ποσοστό της περιόδου μεταξύ ενός σημείου αναφοράς, συνήθως της έναρξης της πράσινης ένδειξης στον πρώτο από μία σειρά εξεταζόμενων σηματοδοτών και της πρώτης εμφάνισης της πράσινης ένδειξης σε ένα σηματοδότη.

2.2.3 Τρόποι ρύθμισης της κυκλοφορίας

Η ρύθμιση της κυκλοφορίας σε ένα μεμονωμένο κόμβο αποτελεί την πιο απλή περίπτωση. Η επιλογή του τρόπου της σηματοδότησης εξαρτάται από το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας στις διασταυρούμενες οδούς του. Στην περίπτωση που οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι χαμηλοί η ρύθμιση της κυκλοφορίας γίνεται με βάση αυτά που ισχύουν σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας. Αντίθετα στην περίπτωση που ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι σημαντικός στη μία από τις διασταυρούμενες οδούς η ρύθμιση της κυκλοφορίας γίνεται με την τοποθέτηση σημάτων είτε για παραχώρηση της προτεραιότητας (Yield) είτε για πλήρη στάση (Stop).

Όταν η κυκλοφορία σε ένα κόμβο είναι σημαντική και συνεχής, αλλά δεν έχει φθάσει ακόμα στα όρια του κορεσμού, τότε η ρύθμιση της κυκλοφορίας γίνεται με σηματοδότηση σταθερού χρόνου (Pretimed ή Fixed timed). Πιο συγκεκριμένα με βάση τα μεγέθη των διασταυρούμενων ρευμάτων κυκλοφορίας ετοιμάζονται προγράμματα σηματοδότησης, όπου προκαθορίζεται ο τρόπος λειτουργίας της σηματοδότησης για ορισμένες χαρακτηριστικές περιόδους (π.χ πρωινή ή απογευματινή αιχμή). Ανάλογα με την περίοδο της ημέρας επιλέγεται και χρησιμοποιείται το κατάλληλο πρόγραμμα.

Στην περίπτωση που η κυκλοφορία στον κόμβο είναι μεν σημαντική, αλλά σε ορισμένες μόνο χρονικές περιόδους, δηλαδή δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη, τότε είναι απαραίτητη η εγκατάσταση αυτόματης σηματοδότησης. Η λειτουργία της αυτόματης σηματοδότησης επηρεάζεται με την επενέργεια της κυκλοφορίας οπότε και η σηματοδότηση ονομάζεται επενεργούμενη από την κυκλοφορία (Traffic actuated). Ειδικοί φορατές (detector) τοποθετούνται στις προσβάσεις του κόμβου, καταγράφουν τη διέλευση ενός οχήματος ή πεζού και τη μεταδίδουν στη συσκευή ρύθμισης της σηματοδότησης, η οποία στην κατάλληλη στιγμή και με τις κατάλληλες ενδείξεις των σηματοδοτών δίνει το δικαίωμα διέλευσης του οχήματος ή του πεζού που έχει καταγραφεί.

Η επενεργούμενη σηματοδότηση μπορεί να είναι πλήρως επενεργούμενη (Full traffic actuated), δηλαδή καταγράφεται η κυκλοφορία σε όλες τις προσβάσεις ή ημιεπενεργούμενη (Semi traffic actuated), δηλαδή καταγράφεται η κυκλοφορία σε μερικές μόνο προσβάσεις, κυρίως αυτές που εξυπηρετούν χαμηλούς φόρτους. Στην περίπτωση τέλος μεγάλων κυκλοφοριακών φόρτων, οι οποίοι εμφανίζονται μόνο για ορισμένες ημέρες και ώρες είναι δυνατό η ρύθμιση της κυκλοφορίας να γίνει με τροχονόμο.

Όταν έχουμε σηματοδοτούμενους κόμβους, οι οποίοι βρίσκονται σε σχετικά μικρή απόσταση μεταξύ τους θα πρέπει να εφαρμοστεί συντονισμένη σηματοδότηση (coordinated traffic control), ώστε να εξασφαλιστεί η συνεχής ροή, τουλάχιστον κατά μήκος των οδών με την πιο αυξημένη κυκλοφορία. Με αυτόν τον τρόπο μειώνεται ο αριθμός των στάσεων και ο συνολικός χρόνος αναμονής, με αποτέλεσμα να ελαττωθούν οι δαπάνες λειτουργίας των οχημάτων, να εξοικονομηθεί χρόνος και ενέργεια, να μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση και να αυξηθεί η κυκλοφοριακή ικανότητα, τουλάχιστον στις οδούς με τη μεγαλύτερη κυκλοφορία.

Ο συντονισμός της σηματοδότησης δύο διαδοχικών κόμβων πρέπει να γίνεται πάντα για αποστάσεις μέχρι και 800 μέτρα. Στην περίπτωση που μεταξύ των κόμβων δεν υπάρχουν σημαντικές διακυμάνσεις κυκλοφοριακού φόρτου λόγω εισόδου ή εξόδου μεγάλου αριθμού οχημάτων στο τμήμα της οδού μεταξύ των κόμβων, τότε ο συντονισμός είναι δυνατός και επιθυμητός για αποστάσεις μέχρι και 1500 μέτρα. Για μεγαλύτερες αποστάσεις η διασπορά των οχημάτων μεταξύ δύο διαδοχικών σηματοδοτούμενων κόμβων μειώνει σε τέτοιο βαθμό την ομαδοποίηση, ώστε η άφιξη των οχημάτων στον κόμβο να είναι τυχαία και επομένως να μην έχει έννοια και ουσιαστικό αποτέλεσμα ο συντονισμός.

Ο σκοπός ενός συντονισμένου συστήματος σηματοδότησης κατά μήκος μιας αρτηρίας είναι να επιτρέψει τη δίοδο του μέγιστου αριθμού οχημάτων από τις διασταυρώσεις της αρτηρίας χωρίς αναγκαστική διακοπή πορείας, ενώ ταυτόχρονα να εξυπηρετήσει και τις απαιτήσεις των οδηγών που διασταυρώνουν τη συγκεκριμένη αρτηρία. Η ταχύτητα, με την οποία μπορεί να κινηθούν σε μία αρτηρία με συντονισμένη σηματοδότηση, χωρίς να διακόπτεται η πορεία τους, ονομάζεται ταχύτητα συντονισμού (progression speed) για το εξεταζόμενο σύστημα συντονισμού. Για το συντονισμό δύο ή περισσότερων διασταυρώσεων χρησιμοποιείται συνήθως μια κύρια συσκευή ρύθμισης (master controller) που συντονίζει τις τοπικές συνθήκες ρύθμισης σε κάθε κόμβο.

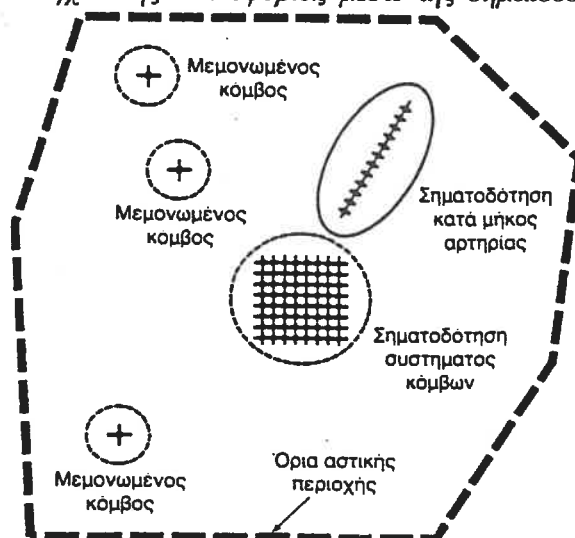
Γενικά έχουμε τρεις μορφές συστημάτων συντονισμού της σηματοδότησης κατά μήκος μιας αρτηρίας. Η πρώτη μορφή ονομάζεται ταυτόχρονο σύστημα (Simultaneous system), στο οποίο όλοι οι σηματοδότες κατά μήκος μιας οδού παρουσιάζουν την ίδια ένδειξη, για το ίδιο ρεύμα κυκλοφορίας και κατά το ίδιο χρονικό διάστημα. Ο σκοπός του συστήματος αυτού, είναι να καλύπτουν τα οχήματα την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών διασταυρώσεων στο χρονικό διάστημα μιας περιόδου. Η δεύτερη μορφή ονομάζεται εναλλασσόμενο σύστημα (Alternative system), στο οποίο διαδοχικοί σηματοδότες κατά

μήκος μιας αρτηρίας παρουσιάζουν αντίθετες ενδείξεις για το ίδιο ρεύμα κυκλοφορίας και κατά το ίδιο χρονικό διάστημα. Ο σκοπός του συστήματος αυτού, είναι στην περίπτωση ίσων αποστάσεων μεταξύ των διασταυρώσεων, να καλύπτουν τα οχήματα την απόσταση μεταξύ δύο διασταυρώσεων στο χρονικό διάστημα μισής περιόδου. Τέλος, η τρίτη μορφή συστήματος συντονισμού ονομάζεται μεταβλητό προοδευτικό σύστημα (Flexible progressive system). Σε αυτό το σύστημα η περίοδος σηματοδότησης είναι η ίδια για κάθε κόμβο, αλλά η αρχή της μεταβάλλεται από κόμβο σε κόμβο, ώστε να προκύπτει μια επιθυμητή ταχύτητα συντονισμού. Επίσης στο συγκεκριμένο σύστημα είναι δυνατή η μεταβολή της κοινής διάρκειας περιόδου, καθώς και της αρχής της σε κάθε κόμβο, ώστε να εξυπηρετεί διάφορες κυκλοφοριακές ανάγκες (π.χ αυξημένη κυκλοφορία προς το κέντρο).

Τα τελευταία χρόνια έχει προχωρήσει πολύ η ανάπτυξη συστημάτων καθολικής ρύθμισης της κυκλοφορίας (area-wide traffic control systems). Σε γενικές γραμμές ένα τέτοιο σύστημα καταγράφει τους κυκλοφοριακούς φόρτους σε ορισμένες θέσεις του σηματοδοτούμενου οδικού δικτύου και μεταφέρει τα αποτελέσματα σε ένα κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή που έχει κατάλληλα προγραμματιστεί, ο οποίος υπολογίζει τις απαιτούμενες ενδείξεις των σηματοδοτών, ώστε να εκπληρώνονται ορισμένες προϋποθέσεις βελτιστοποίησης των κυκλοφοριακών ροών στο όλο οδικό δίκτυο (π.χ μείωση των καθυστερήσεων).

Στην πιο απλή μορφή ρύθμισης της κυκλοφορίας με ηλεκτρονικό υπολογιστή τα στοιχεία που εισάγονται αναλύονται, ώστε να επιλεγεί το πιο κατάλληλο από μία σειρά προγραμμάτων. Τα προγράμματα αυτά έχουν ήδη ετοιμαστεί και ανταποκρίνονται σε ορισμένες χαρακτηριστικές κυκλοφοριακές συνθήκες που είναι δυνατό να εμφανιστούν. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι τύποι ελέγχου της κυκλοφορίας μέσω της σηματοδότησης.

σχήμα 2.2 — Τύποι ελέγχου της κυκλοφορίας μέσω της σηματοδότησης



2.3 Η ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

2.3.1 Γενικά

Η βελτίωση ή βελτιστοποίηση της σηματοδότησης αποτελεί το βασικότερο από μια σειρά μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας, τα οποία στοχεύουν στη βελτίωση της ροής των οχημάτων σε μία οδό ή σε ένα δίκτυο οδών. Τα αποτελέσματα εφαρμογής αυτών των μέτρων είναι η βελτίωση της στάθμης εξυπηρέτησης, η αύξηση των μέσων ταχυτήτων, η μείωση των χρόνων μετακίνησης, ο περιορισμός της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των στάσεων, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Θα πρέπει να πούμε ότι γενικά η εφαρμογή τέτοιων μέτρων και ειδικότερα εκείνων που έχουν σχέση με τη βελτίωση της σηματοδότησης μπορεί να βοηθήσει στο να ανασταλεί η εφαρμογή άλλων μέτρων που παρουσιάζουν μεγαλύτερο κόστος (π.χ ανισόπεδοι κόμβοι) ή δυσκολίες εφαρμογής, γιατί δεν γίνονται εύκολα αποδεκτά (π.χ μέτρα περιορισμού χρήσης των ΙΧ).

2.3.2 Προγράμματα βελτιστοποίησης της σηματοδότησης

Όπως αναφέρθηκε προηγούμενα σημαντική βελτίωση στη ροή των οχημάτων επιτυγχάνεται με τη βελτιστοποίηση της ρύθμισης μιας υφιστάμενης σηματοδότησης, δηλαδή βελτιστοποίηση της διάρκειας της περιόδου, του αριθμού, της αλληλουχίας και της διάρκειας των φάσεων σηματοδότησης σε κάθε κόμβο καθώς και των χρονικών μετατοπίσεων από κόμβο σε κόμβο ενός συστήματος οδών. Τα προγράμματα που χρησιμοποιούνται κατεξοχήν για βελτιστοποίηση της σηματοδότησης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο της σηματοδότησης.

Η πρώτη κατηγορία προγραμμάτων αναφέρεται στη βελτιστοποίηση της σηματοδότησης ενός μεμονωμένου κόμβου. Το πρόγραμμα SOAP (Signal Operations Analysis Package) αναπτύχθηκε αρχικά το 1979 στην πολιτεία Florida των ΗΠΑ. Από τότε έγιναν

σημαντικές βελτιώσεις το 1982 και το 1984. Στην τελευταία του μορφή, το SOAP 84 βελτιστοποιεί τη σηματοδοτική ρύθμιση του κόμβου στο σχεδιασμό, την ανάλυση και την αξιολόγηση του. Στο στάδιο του σχεδιασμού εξετάζει όλες τις δυνατές διαδοχές των φάσεων για την δεδομένη γεωμετρία και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά του κόμβου και επιλέγει αυτήν που εκτελείται στο μικρότερο χρόνο πρασίνου. Ο χρήστης στη συνέχεια επιλέγει τον αριθμό των κυκλοφοριακών διαγραμμάτων που πρόκειται να αναλύσει και υπολογίζει τη βέλτιστη περίοδο και την κατανομή του χρησιμοποιούμενου χρόνου πρασίνου στις διάφορες φάσεις, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά τον αλγόριθμο του προγράμματος. Στο στάδιο ανάλυσης υπολογίζονται οι δείκτες αποτελεσματικότητας για τα διάφορα επιλεγόμενα διαγράμματα ροών, όπως η μέση καθυστέρηση ανά όχημα, το ποσοστό των οχημάτων που σταματούν στην εξεταζόμενη πρόσβαση, η κατανάλωση καυσίμων, ο λόγος φόρτου προς κυκλοφοριακή ικανότητα και η κυκλοφοριακή ικανότητα αριστερόστροφων κινήσεων. Τέλος, στο στάδιο αξιολόγησης ο χρήστης εκτιμά, με βάση τους δείκτες αποτελεσματικότητας τα διάφορα διαγράμματα ροών και επιλέγει το βέλτιστο από αυτά.

Η δεύτερη κατηγορία προγραμμάτων αναφέρεται στη βελτιστοποίηση της σηματοδότησης κατά μήκος μιας αρτηρίας. Ο αριθμός των προγραμμάτων αυτών δεν είναι μεγάλος και μπορούν να χωριστούν σε εκείνα που μεγιστοποιούν το πλάτος της ταινίας πράσινης ένδειξης, όπως είναι τα PASSER II (Progression Analysis and System Evaluation Routine) και MAXBAND και σε εκείνα που ελαχιστοποιούν τις συνολικές καθυστερήσεις και στάσεις, όπως είναι τα TRANSYT (Traffic Signal Network Study Tool) και SIGOP III (Signal Timing Organization Program).

Τα πρώτα δύο προγράμματα μεγιστοποιούν, όπως αναφέραμε παραπάνω, το πλάτος της ταινίας πράσινης κατά μήκος μιας αρτηρίας μέχρι 20 διασταυρώσεων αναπτύσσοντας κατάλληλα διαγράμματα σηματοδότησης. Τα αποτελέσματα είναι καλύτερα όταν η εφαρμογή των δύο αυτών προγραμμάτων γίνεται για μη κορεσμένες κυκλοφοριακές συνθήκες και για χαμηλούς φόρτους στρεφουσών κινήσεων προς την αρτηρία. Στο MAXBAND τα βασικά δεδομένα είναι το εύρος των περιόδων, η γεωμετρία των διαφόρων συνδέσεων, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι, η ροή κορεσμού, οι δυνατές διαδοχές των φάσεων και το εύρος των ταχυτήτων που αναπτύσσονται, ενώ στο PASSER II τα βασικά δεδομένα είναι οι στρέφουσες κινήσεις, η ροή κορεσμού, οι αποστάσεις μεταξύ των διασταυρώσεων, οι μέσες ταχύτητες των τμημάτων, οι δυνατές διαδοχές των φάσεων και οι ελάχιστοι χρόνοι της πράσινης ένδειξης για κάθε διασταύρωση. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι κοινά και για τα δύο

προγράμματα και πιο συγκεκριμένα είναι η περίοδος συντονισμού, το πλάτος της ταινίας πράσινης ένδειξης, η διαδοχή των φάσεων, η κατανομή του χρησιμοποιούμενου χρόνου, οι χρονικές μετατοπίσεις και η ταχύτητα συντονισμού.

Τα προγράμματα TRANSYT και SIGOP III βελτιστοποιούν τη σηματοδοτική ρύθμιση σε αρτηρίες και οδικά δίκτυα και έχουν σαν στόχο την ελαχιστοποίηση των στάσεων και των καθυστερήσεων για το σύστημα στο σύνολο του παρά για τη μεγιστοποίηση του πλάτους της ταινίας πράσινης ένδειξης κατά μήκος μιας αρτηρίας. Το πρόγραμμα TRANSYT αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1968 στη Μ. Βρετανία και το πρόγραμμα SIGOP III αποτελεί βελτιωμένη μορφή του αλγόριθμου SIGOP που αναπτύχθηκε το 1960. Τα δύο αυτά προγράμματα είναι μακροσκοπικά και περιέχουν δύο βασικά στοιχεία. Το πρώτο είναι το κυκλοφοριακό υπόδειγμα, το οποίο χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη λειτουργικότητας, ο οποίος με τη σειρά του εκφράζει την ποιότητα λειτουργίας του οδικού δικτύου που εξετάζεται για οποιαδήποτε δεδομένα κυκλοφοριακών φόρτων και δεδομένη σηματοδοτική ρύθμιση. Το δεύτερο είναι η διαδικασία βελτιστοποίησης που εξετάζει τις επιπτώσεις των αλλαγών του χρόνου σηματοδότησης στο δείκτη λειτουργικότητας.

Στην ίδια κατηγορία προγραμμάτων συγκαταλέγεται και το πρόγραμμα AAP (Arterial Analysis Package), το οποίο αποτελεί συγκερασμό των προγραμμάτων TRANSYT (έκδοση 7F), SOAP 84 και PASSER II. Το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιεί μια κοινή βάση δεδομένων για τα επιμέρους προγράμματα, ώστε να είναι πιο εύκολη η χρησιμοποίησή τους σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα.

Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ένα σύστημα αλληλοεπηρεαζόμενων κόμβων σε μια αστική περιοχή τα βασικά προγράμματα που χρησιμοποιούνται είναι τα TRANSYT και SIGOP III. Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται και στη συντονισμένη σηματοδότηση κατά μήκος μιας αρτηρίας αφού ληφθούν υπόψη οι επιμέρους παράγοντες. Θα αναφερθούμε εκτενέστερα στο πρόγραμμα TRANSYT, γιατί χρησιμοποιείται σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό εφαρμογών σε πάρα πολλές χώρες, ανάμεσα τους και η Ελλάδα.

2.3.3 Το πρόγραμμα TRANSYT

2.3.3.1 Δημιουργία και εξέλιξη

Το πρόγραμμα TRANSYT αναπτύχθηκε για πρώτη φορά το 1967 στη Μ. Βρετανία από τον Dennis Robertson και τους συνεργάτες του. Η συγκεκριμένη έκδοση γράφτηκε σε κώδικα μηχανής για ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή Myriad. Αργότερα η ίδια ομάδα εργασίας έγραψε το ίδιο πρόγραμμα σε γλώσσα FORTRAN (TRANSYT-2, 1968) και συνέχισε να βελτιώνει το πρόγραμμα με το πέρασμα των χρόνων. Ακολουθεί μια λίστα με την χρονική εξέλιξη του προγράμματος TRANSYT καθώς και κάποια περιληπτικά στοιχεία για τις βελτιώσεις της κάθε καινούργιας έκδοσης.

1. TRANSYT, 1967. Αυτή ήταν και η αρχική έκδοση του προγράμματος.
2. TRANSYT – 2, 1968. Αυτή ήταν η πρώτη έκδοση του προγράμματος σε γλώσσα FORTRAN, η οποία είχε εφοδιαστεί με περισσότερες από τρεις φάσεις ελέγχου.
3. TRANSYT – 3, 1970. Στην έκδοση αυτή έγιναν βελτιώσεις στον τρόπο ελέγχου των δεδομένων.
4. TRANSYT – 4, 1971. Στην έκδοση αυτή προστέθηκαν μία υπορουτίνα, η οποία υπολογίζει αρχικούς χρόνους, σχέδια των κυκλοφοριακών προφίλ και μια σειρά από λειτουργίες με τις οποίες μπορούμε να διαχωρίσουμε τα λεωφορεία από τα υπόλοιπα οχήματα ακόμα και αν χρησιμοποιούν από κοινού την οδό.
5. TRANSYT – 5, 1972. Οι λειτουργίες διαχωρισμού των λεωφορείων από τα υπόλοιπα οχήματα που υπήρχαν στο TRANSYT - 4 αναπτύχθηκαν και σε πολλαπλούς συνδέσμους σε αυτήν την έκδοση. Επίσης προστέθηκαν στοιχεία για την κίνηση των λεωφορείων και τις καθυστερήσεις λόγω των στάσεων τους για εξυπηρέτηση επιβατών. Η έκδοση αυτή ήταν η πρώτη που χρησιμοποιήθηκε σε ευρεία κλίμακα στις Η.Π.Α.
6. TRANSYT – 6, 1975. Στην έκδοση αυτή βελτιώθηκε ο τρόπος υπολογισμού των καθυστερήσεων, ενώ μια σειρά από τεχνικές βελτιώσεις κατέστησαν δυνατό το πρόγραμμα να μπορεί να «τρέξει» και σε μικρότερων τεχνικών δυνατοτήτων ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η έκδοση αυτή χρησιμοποιήθηκε σε μια ευρεία κλίμακα και δέχτηκε σε πολλές περιπτώσεις τροποποιήσεις για να καλυφθούν και άλλες ανάγκες που δεν μπορούσαν να ικανοποιηθούν από τη βασική έκδοση.

7. TRANSYT – 7, 1978. Στην έκδοση αυτή η προετοιμασία εισαγωγής των δεδομένων καθώς και ο χρόνος επεξεργασίας μειώθηκαν σημαντικά με την εξάλειψη της ανάγκης για εισαγωγή των δεδομένων σε «συνδετική λίστα» και την αλλαγή στη διαδικασία βελτιστοποίησης.
8. TRANSYT – 8, 1981. Στην έκδοση αυτή προστέθηκαν και οι υπολογισμοί για την κατανάλωση καυσίμων καθώς και μια σειρά από βελτιώσεις που έχουν σχέση με τη σηματοδότηση.
9. TRANSYT – 9, 1985. Η έκδοση αυτή είναι η τελευταία και αναπτύχθηκε με βάση τους σύγχρονους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Σε αυτή περιλαμβάνονται τρία συνεργαζόμενα προγράμματα, το EDITTR, το STAGOR και το GRAPH, τα οποία βοηθούν το χρήστη να προσεγγίσει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη βέλτιστη λύση σταθερού χρόνου σηματοδότησης. Το πρώτο πρόγραμμα είναι συντακτικό και χρησιμοποιεί ένα μενού – οδηγό από παράθυρα με σκοπό να μετασχηματίσει τα δεδομένα σε αρχεία. Το δεύτερο επιτρέπει στο χρήστη να ερευνήσει διαφορετικές φάσεις και το τρίτο αναπαριστάει γραφικά αποτελέσματα, όπως ουρές (queue graph) και σε πίνακες (performance – index graph). Στο σχήμα 2.3 φαίνονται τα κύρια περιεχόμενα (main menu) και τα περιεχόμενα σύνταξης (editor menu) του προγράμματος EDITTR.

σχήμα 2.3 — Το πρόγραμμα EDITTR του προγράμματος TRANSYT-9

```

Transyt Main Menu (EDITTR)

> < Press RETURN for HELP screen

M > < Modify/Create TRANSYT Input Data
C > < Run Cycle Time Optimisation (CYOP)
S > < Run Stage Order Optimisation (STAGOR)
T > < Run TRANSYT
G > < Display Performance Index/Queue Graphs

```

σχήμα 2.3 (συνέχεια)

```

TRANSYT Interactive Input Routine (EDITTR)

> < Press RETURN for HELP screen

> < Read Card Data from File
> < Write Card Data to File

T > < Title Card
GP > < General Parameters
NL > < Node Number List for Hill-climb
O > < Optimisation Steps
S > < Shared Stop Lines Data
ND > < Node Data
I > < Initial Offset change
P > < PI Quantities
GW > < Give Way Data
LS > < Link Signal Data
FL > < Fixed Link Data
LD > < Link Flows Data
GR > < Graphs
LF > < Link Flow Factor
FC > < Fuel Consumption
M > < Maximum Queue Length and Penalty

Card Type
1
2
4,6(Optional)
7 (If Any)
11-17,21-23
28(Optional)
29(Optional)
30(If Any)
31
31
32
35
36(Optional)
37(Optional)
38(Optional)

\E-End \T\G\N\O\S\I\P\L\F...

```

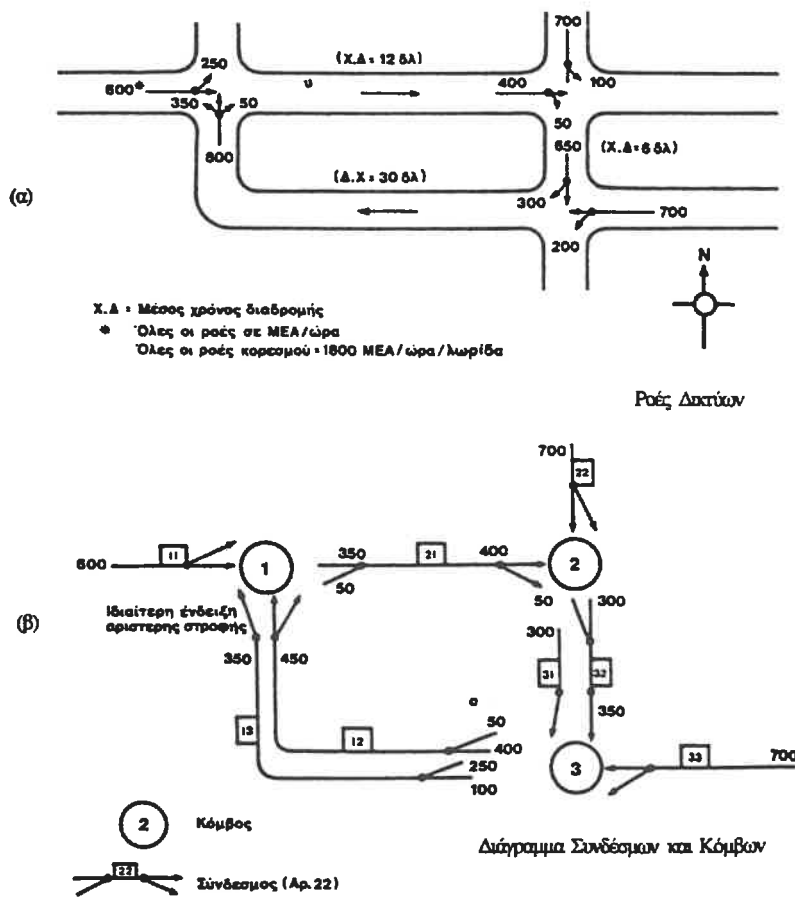
Θα πρέπει τέλος να αναφέρουμε ότι η έκδοση 7F βασίστηκε στην έκδοση 7 με κάποιες βελτιώσεις, ώστε να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικές συνθήκες κυκλοφορίας που υπάρχουν στις ΗΠΑ σε σχέση με τη Μ. Βρετανία. Οι βασικότερες βελτιώσεις είναι ο υπολογισμός της κατανάλωσης καυσίμων, η δημιουργία διαγραμμάτων χρόνου-διαστήματος και οι αλλαγές στις μονάδες μέτρησης των δεδομένων και των αποτελεσμάτων.

2.3.3.2 Γενική περιγραφή

Το TRANSYT-7F ανήκει στην κατηγορία των μακροσκοπικών μοντέλων προσομοίωσης (θεωρούν σχηματισμούς οχημάτων παρά ατομικά οχήματα) και μάλιστα είναι το πιο ρεαλιστικό. Μια από τις κυριότερες λειτουργίες του TRANSYT-7F είναι η προσομοίωση της κυκλοφοριακής ροής σε ένα σηματοδοτούμενο δίκτυο με βάσει μια σειρά από κριτήρια, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη λειτουργία της σηματοδότησης σταθερού χρόνου. Το TRANSYT-7F προσομοιώνει την κυκλοφοριακή ροή με μικρές χρονικές αυξήσεις, ώστε η αναπαράσταση της κυκλοφοριακής ροής να είναι περισσότερο λεπτομερής σε αντίθεση με κάποια άλλα μοντέλα που υποθέτουν μια ομοιομορφία των κυκλοφοριακών σχηματισμών.

Το οδικό δίκτυο κωδικοποιείται σε κόμβους (nodes) και συνδέσμους (links) ώστε να μπορεί να γίνει η επεξεργασία των κυκλοφοριακών δεδομένων . Κάθε διασταύρωση παριστάνεται με ένα κόμβο που παίρνει ένα χαρακτηριστικό αριθμό . Όμοια κάθε διακρινόμενο κυκλοφοριακό ρεύμα μιας κατεύθυνσης που οδηγεί σε ένα κόμβο παριστάνεται σε ένα σύνδεσμο που αριθμείται με βάση τον αριθμό του κόμβου, στον οποίο καταλήγει . Ένας σύνδεσμος μπορεί να παραστήσει μία ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας και η κυκλοφορία σε μία πρόσβαση μπορεί να παρασταθεί με έναν ή περισσότερους συνδέσμους . Γενικά απαιτείται ένας σύνδεσμος για κάθε ιδιαίτερη κατάσταση συράς αναμονής ενός ρεύματος που είναι σκόπιμο να εξεταστεί χωριστά, όπως για παράδειγμα ένα ρεύμα που στρέφει αριστερά και ρυθμίζεται από ιδιαίτερη ένδειξη του σηματοδότη . Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η κωδικοποίηση ενός δικτύου στο πρόγραμμα TRANSYT - 7F .

σχήμα 2.4 — Κωδικοποίηση οδικού δικτύου στο πρόγραμμα TRANSYT - 7F

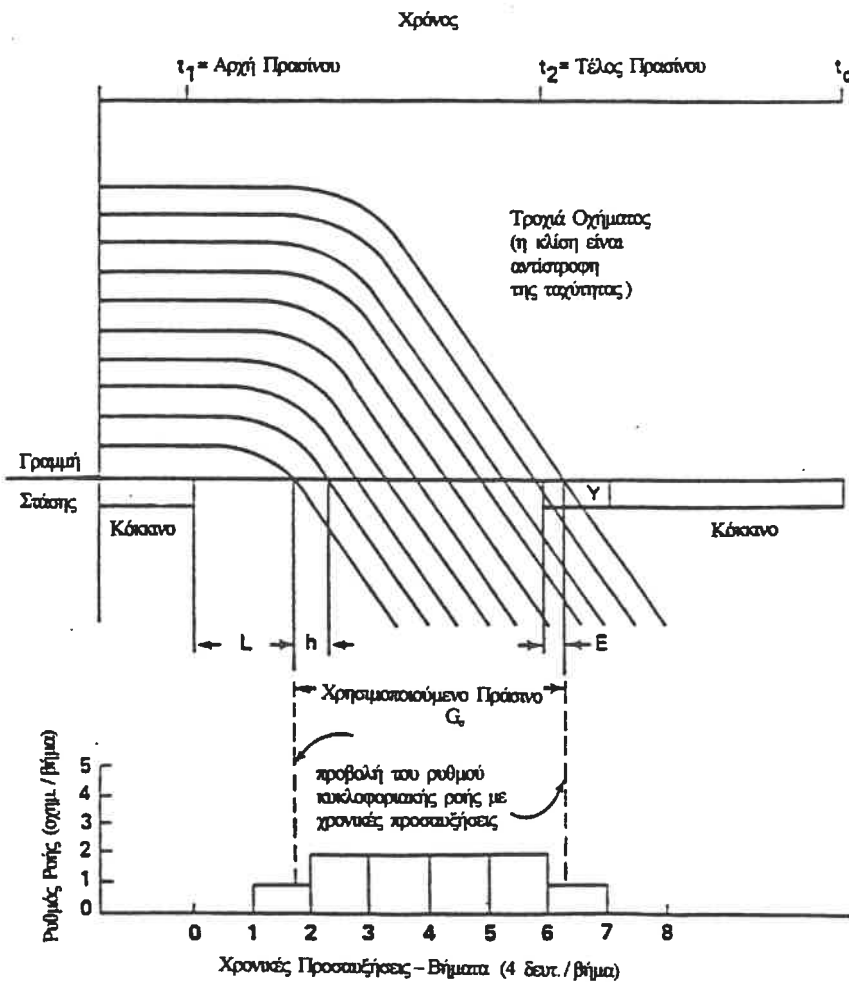


Η πιο σημαντική πλευρά της προσομοίωσης είναι ο τρόπος με τον οποίο προσομοιώνεται η κυκλοφοριακή ροή . Θεωρούμε μια λωρίδα (1 σύνδεσμο) με μία συρά αναμονής που περιμένει την πράσινη ένδειξη . Κατά τη διάρκεια αλλαγής της φάσης (από

κόκκινο σε πράσινο) υπάρχει μια πολύ μικρή καθυστέρηση του οδηγού του πρώτου οχήματος για να ξεκινήσει, η οποία ονομάζεται χαμένος χρόνος. Ο χρησιμοποιούμενος χρόνος χωρίζεται σε μικρά διαστήματα ίσου χρόνου που ονομάζονται βήματα (steps). Έτσι προκύπτει ο αριθμός των οχημάτων ανά βήμα σε μορφή ιστογράμματος. Από αυτά μπορούμε να βρούμε το ποσοστό της ροής κορεσμού s (saturation flow rate) χρησιμοποιώντας τη σχέση $s = \frac{\alpha(\text{οχ}/\text{δευτ.}) \cdot 3600(\text{δευτ.}/\text{ώρα})}{\beta(\text{δευτ.}/\text{βήμα})} = A (\text{οχ}/\text{ώρα πράσινο})$.

Λόγω των μεταβαλλόμενων χρόνων του πράσινου, του κόκκινου, του χαμένου χρόνου και της λιγότερης ζήτησης από την ικανότητα ισχύει η σχέση $A < \text{ικανότητα (capacity)}$. Η ικανότητα είναι ο μέγιστος δυνατός αριθμός οχημάτων ανά ώρα λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια του κόκκινου και τον χαμένο χρόνο και δεν χρησιμοποιείται από το TRANSYT-7F. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η αναπαράσταση της κυκλοφοριακής ροής από το πρόγραμμα TRANSYT-7F.

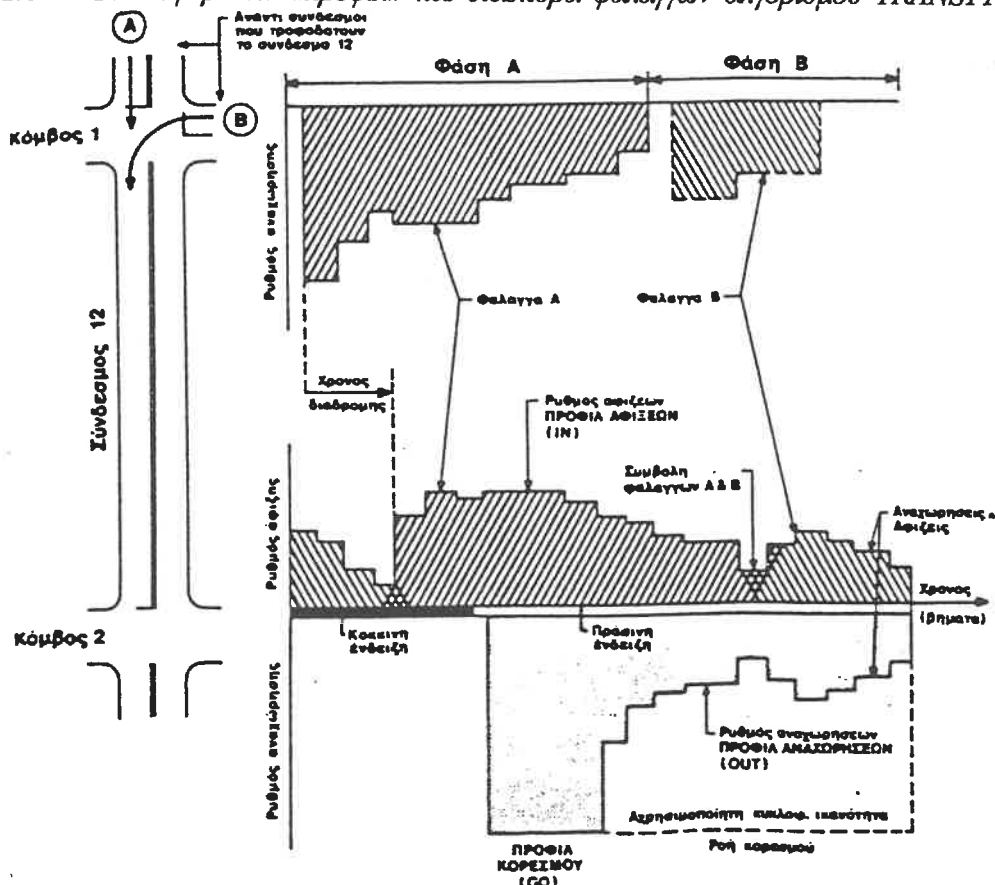
σχήμα 2.5 — Αναπαράσταση κυκλοφοριακής ροής από το πρόγραμμα TRANSYT-7F



Ο υπολογισμός των καθυστερήσεων είναι από τα πιο σημαντικά αποτελέσματα στις κυκλοφοριακές μελέτες γενικά, γιατί απεικονίζονται με βάση αυτές, τα έμμεσα κόστη μέσω του χρόνου που χάνεται και τα άμεσα κόστη μέσω της κατανάλωσης καυσίμων. Υπερβολική καθυστέρηση στους σηματοδοτούμενους κόμβους (διασταυρώσεις) δείχνει υπερβολική αναποτελεσματικότητα του προγραμματισμού των σηματοδοτών .

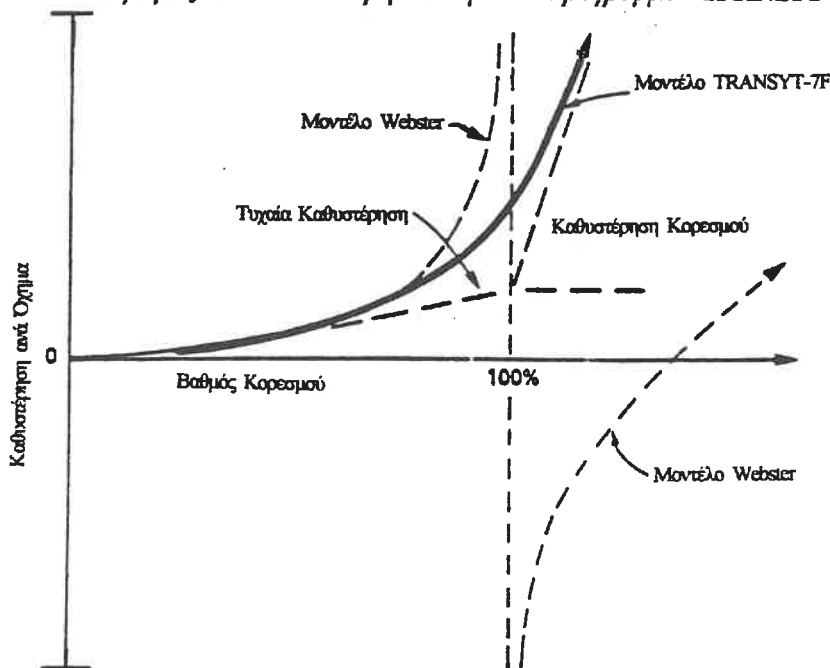
Έχουμε αρχικά την ομοιόμορφη καθυστέρηση (uniform delay) που αντιστοιχεί στην υπόθεση της περιοδικής λειτουργίας του συστήματος με σταθερό ρυθμό αφίξεων ανά περίοδο . Στην πραγματικότητα όμως υπάρχει μια τυχαία διακύμανση των αφίξεων από περίοδο σε περίοδο που δημιουργεί μια πρόσθετη καθυστέρηση, η οποία ονομάζεται τυχαία καθυστέρηση (random delay) . Τέλος στην περίπτωση υπερκορεσμού, όπου ο μέσος αριθμός αφίξεων υπερβαίνει το μέσο αριθμό αναχωρήσεων, δημιουργείται μια προσθετή καθυστέρηση που ονομάζεται καθυστέρηση κορεσμού (saturation delay) . Το TRANSYT – 7F υπολογίζει τις καθυστερήσεις και τις στάσεις με βάση τα κυκλοφοριακά «προφίλ», τα οποία παριστάνονται με ιστογράμματα ροών αφίξεων ή αναχωρήσεων οχημάτων στις χρονικές περιόδους που καθορίζουν τα βήματα . Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα τέτοιων κυκλοφοριακών «προφίλ» .

σχήμα 2.6 — Κυκλοφοριακά «προφίλ» και διασπορά φαλαγγών αλγόριθμου TRANSYT



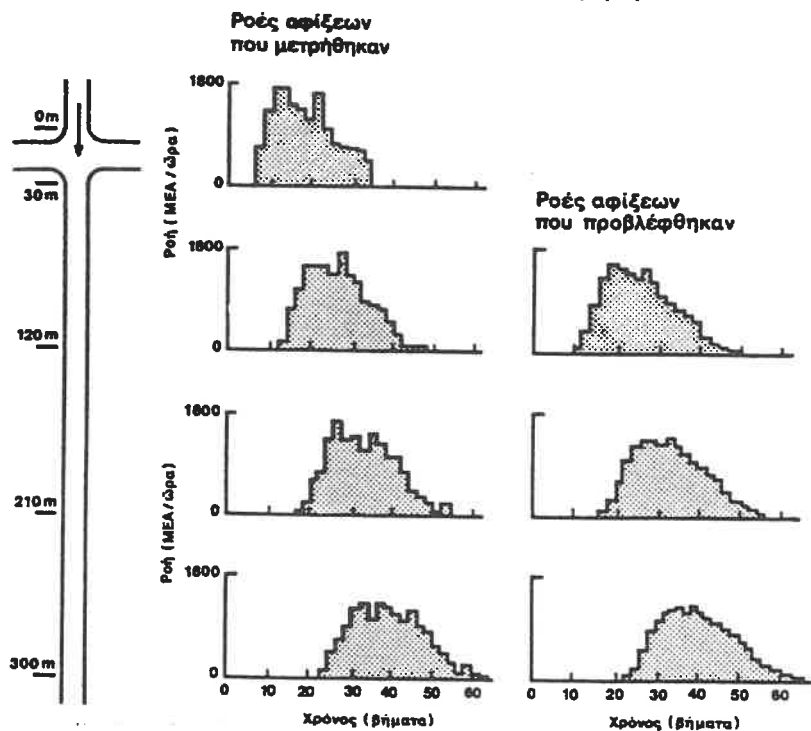
Το πρόγραμμα TRANSYT - 7F διορθώνει την ομοιόμορφη καθυστέρηση χρησιμοποιώντας ένα τύπο υπολογισμού που μοιάζει με αυτόν του Webster. Στο σχήμα 2.7 φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού των καθυστερήσεων από το πρόγραμμα TRANSYT - 7F.

σχήμα 2.7 — Υπολογισμός των καθυστερήσεων με το πρόγραμμα TRANSYT - 7F



Το TRANSYT - 7F μπορεί επίσης να λάβει υπόψη του τη δημιουργία ομάδων ή φαλαγγών οχημάτων (platoons) που κινούνται κατά μήκος του κατάντη συνδέσμου από τον σηματοδότη με τη βοήθεια μιας επαναληπτικής εξίσωσης. Τα οχήματα που φτάνουν στον ανάντη σύνδεσμο κατά τη διάρκεια του κόκκινου πρέπει να περιμένουν μέχρι το επόμενο πράσινο, οπότε και σχηματίζουν ουρά. Μόλις το πράσινο ανάψει τα πρώτα οχήματα της ουράς αρχίζουν να κινούνται ακολουθούμενα από τα επόμενα. Έτσι σχηματίζεται μια ομάδα οχημάτων, τα οποία καθώς κινούνται κατάντη, διασκορπίζονται επειδή κάθε οδηγός προσπαθεί να διατηρήσει μια απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο όχημα. Επειδή τα οχήματα που προηγούνται περιορίζουν εκείνα που ακολουθούν η διασπορά της ομάδας γίνεται προς τα πίσω. Το πρόγραμμα TRANSYT - 7F λαμβάνει υπόψη αυτήν την διασπορά ομάδας σε κάθε σύνδεσμο του δικτύου. Στο σχήμα 2.8, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ένα παράδειγμα διασποράς ομάδας, όπως μετρήθηκε στην πράξη και όπως προβλέφθηκε από το πρόγραμμα TRANSYT - 7F.

σχήμα 2.8 — Παράδειγμα διασποράς ομάδας, όπως μετρήθηκε και όπως προβλέφθηκε

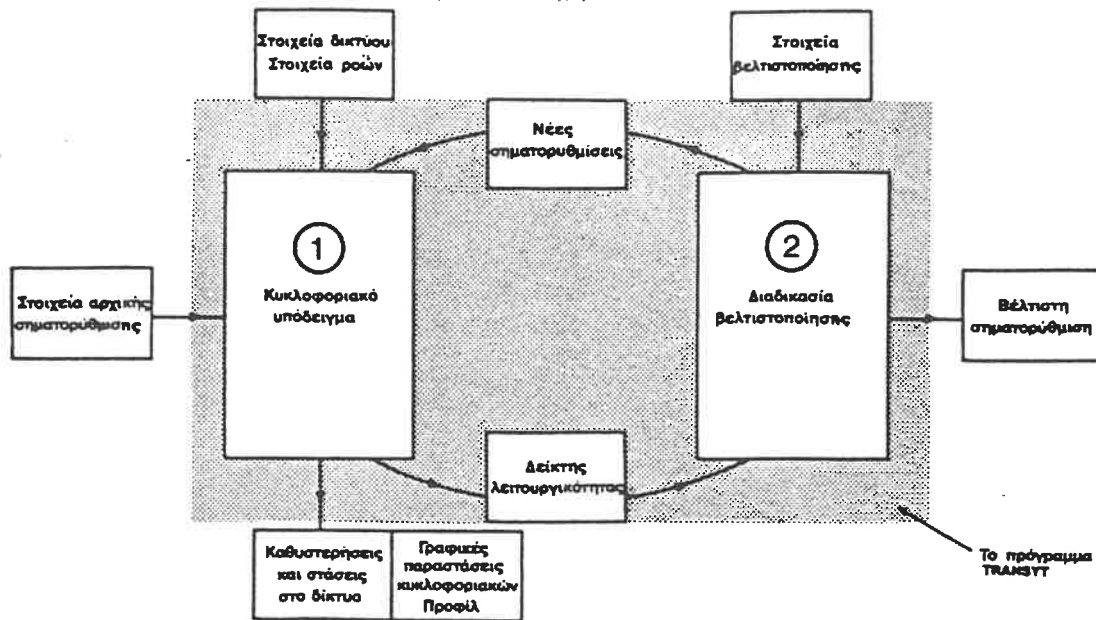


Η αξιολόγηση της λειτουργίας του συστήματος που εξετάζουμε γίνεται με βάση το δείκτη λειτουργικότητας (PI), ο οποίος εκφράζει το σύνολο των καθυστερήσεων και στάσεων στους συνδέσμους του εξεταζόμενου οδικού δικτύου. Τέλος, το TRANSYT-7F μπορεί να λάβει υπόψη του την κίνηση των λεωφορείων βελτιστοποιώντας τη σηματοδότηση με τέτοιο τρόπο ώστε να ελαχιστοποιούνται οι καθυστερήσεις στα λεωφορεία και γενικότερα στα μέσα μαζικής μεταφοράς (BUS TRANSYT). Για το BUS TRANSYT θα αναφέρουμε περισσότερες λεπτομέρειες και παραδείγματα εφαρμογής του στη συνέχεια.

2.3.3.3 Βασικά στοιχεία και παραδοχές του προγράμματος TRANSYT-7F

Το πρόγραμμα TRANSYT-7F συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι καθορίζει τις ενδείξεις των σηματοδοτών ενός οδικού δικτύου ώστε, βάσει ορισμένων κριτηρίων, να επιτυγχάνεται η βέλτιστη λειτουργία μιας συντονισμένης σηματοδότησης σταθερού χρόνου. Η μελέτη και η βελτιστοποίηση του δικτύου γίνεται με τη μέθοδο της προσομοίωσης. Οι αρχές του αλγόριθμου TRANSYT περιγράφηκαν για πρώτη φορά το 1967, ενώ από τότε έγιναν σημαντικές βελτιώσεις. Στο σχήμα 2.9, της επόμενης σελίδας, φαίνεται η δομή του προγράμματος TRANSYT-7F.

σχήμα 2.9 — Η δομή του προγράμματος TRANSYT-7F



Τα βασικά στοιχεία του προγράμματος TRANSYT – 7F, το οποίο ουσιαστικά αποτελεί μία συγκεκριμένη μεθοδολογία για τη βελτίωση της σηματοδότησης ενός οδικού δικτύου με βάση το παραπάνω σχήμα είναι :

- Το κυκλοφοριακό υπόδειγμα με βάση το οποίο υπολογίζεται ο δείκτης λειτουργικότητας, ο οποίος με τη σειρά του εκφράζει την ποιότητα λειτουργίας ενός δεδομένου οδικού δικτύου για οποιαδήποτε δεδομένα κυκλοφοριακών φόρτων και για οποιαδήποτε σηματοδοτική ρύθμιση σταθερού χρόνου.
- Η πορεία βελτιστοποίησης, η οποία ακολουθείται για την ελαχιστοποίηση του δείκτη λειτουργικότητας.

Οι βασικές παραδοχές του προγράμματος TRANSYT – 7F είναι οι εξής :

- Όλες οι κύριες διασταυρώσεις του οδικού δικτύου είναι σηματοδοτούμενες με κοινή περίοδο ή περίοδο ίση με τη μισή της παραπάνω κοινής περιόδου ή λειτουργούν με προτεραιότητα.
- Οι εισερχόμενοι κυκλοφοριακοί φόρτοι στο εξεταζόμενο οδικό δίκτυο θεωρούνται γνωστοί και ομοιόμορφα κατανομημένοι σε όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου. Δεν λαμβάνεται υπόψη η τυχαία κατανομή του εισερχόμενου κυκλοφοριακού φόρτου, γιατί αλλιώς η θεώρηση του οδικού δικτύου θα έπαινε να είναι περιοδική.

- Κάθε κυκλοφοριακός φόρτος στα οδικά τμήματα και τους κόμβους του δικτύου, εφαρμοζόμενος σαν μέσος όρος για μία καθορισμένη περίοδο, είναι γνωστός και παραμένει σταθερός.

2.3.3.4 Διαδικασία βελτιστοποίησης

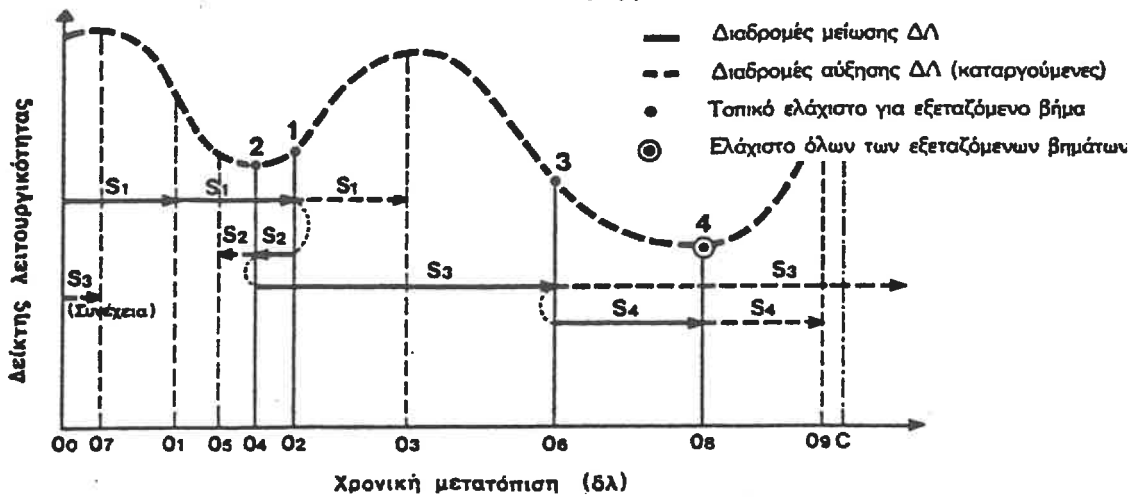
Η εξέταση κάθε δυνατού συνδυασμού χρονικών μετατοπίσεων (offsets) και διάρκειας πράσινων ενδείξεων για όλους τους σηματοδότες του δικτύου θα καθιστούσε ανέφικτη ή τουλάχιστον πολύ αργή τη διαδικασία βελτιστοποίησης ακόμα και αν χρησιμοποιούσαμε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για να βρεθεί η βέλτιστη τιμή του δείκτη λειτουργικότητας είναι προσεγγιστική και δεν εξετάζει όλους τους συνδυασμούς.

Αρχικά υπολογίζεται ο δείκτης λειτουργικότητας για ένα συνδυασμό των χρονικών μετατοπίσεων και των πράσινων ενδείξεων κάθε κόμβου που μπορεί να εξυπηρετήσει τους δεδομένους κυκλοφοριακούς φόρτους. Το πρόγραμμα TRANSYT – 7F μπορεί να καθορίσει την αρχική αυτή κατάσταση κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει ο ίδιος βαθμός κορεσμού στους κρίσιμους συνδέσμους. Μετά γίνεται αλλαγή της χρονικής μετατόπισης ενός σηματοδότη κατά ένα προκαθορισμένο αριθμό βημάτων και υπολογίζεται ο νέος δείκτης λειτουργικότητας.

Αν η νέα τιμή του δείκτη λειτουργικότητας είναι μικρότερη από την προηγούμενη, τότε γίνεται νέα αλλαγή κατά την ίδια κατεύθυνση και τον ίδιο αριθμό βημάτων μέχρι να προκύψει μια ελάχιστη τιμή του δείκτη λειτουργικότητας. Αν η αρχική αλλαγή αυξάνει το δείκτη λειτουργικότητας, τότε η χρονική μετατόπιση γίνεται κατά την αντίθετη κατεύθυνση μέχρι να προκύψει μια ελάχιστη τιμή.

Με αυτόν τον τρόπο προσαρμόζεται διαδοχικά η χρονική μετατόπιση όλων των σηματοδοτών κατά μία προκαθορισμένη σειρά. Η διαδικασία αυτή βελτιστοποίησης των χρονικών μετατοπίσεων κάθε σηματοδότη επαναλαμβάνεται ορισμένες φορές μέχρις ότου σταθεροποιηθεί ο δείκτης λειτουργικότητας σε μια ελάχιστη τιμή. Έχει βρεθεί ότι με τον κατάλληλο συνδυασμό του μεγέθους των βημάτων το τελικό αποτέλεσμα είναι ανεξάρτητο από τις αρχικές ενδείξεις και αρκετά κοντά στην πραγματική ελάχιστη τιμή. Στο σχήμα 2.10, της επόμενης σελίδας, φαίνεται η παραπάνω διαδικασία βελτιστοποίησης.

σχήμα 2.10 — Διαδικασία βελτιστοποίησης προγράμματος TRANSYT-7F



2.3.4 Παραδείγματα εφαρμογής προγραμμάτων βελτιστοποίησης της σηματοδότησης

Η εγκατάσταση ή ακόμα περισσότερο η βελτίωση ενός συστήματος σηματοδότησης, όπως αναφέραμε προηγουμένως, οδηγεί σε σημαντικές μειώσεις των καθυστερήσεων, των στάσεων, της κατανάλωσης καυσίμων και γενικότερα του κόστους λειτουργίας. Επομένως αποτελεί ένα μέτρο της Διαχείρισης της Κυκλοφορίας με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης.

Στις ΗΠΑ το 1980 έγινε μια προσπάθεια βελτιστοποίησης της σηματοδότησης σε 11 πόλεις με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων λόγω του υψηλού κόστους του εισαγόμενου πετρελαίου. Η βελτιστοποίηση έγινε με το πρόγραμμα TRANSYT-7F. Επιλέχθηκε ένας αριθμός κόμβων σε κάθε πόλη, ο οποίος ανάλογα με την πόλη κυμαινόταν από 26 ως και 81 με μέση τιμή το 46. Η μέση δαπάνη για κάθε κόμβο ήταν 456 δολάρια και περιλάμβανε τη συγκέντρωση στοιχείων, την κωδικογράφηση των στοιχείων, την εφαρμογή του προγράμματος TRANSYT-7F, την ανάλυση του αποτελέσματος και την εφαρμογή των νέων ρυθμίσεων για τη σηματοδότηση. Τα γενικά έξοδα και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων δεν περιλαμβάνονταν στη μέση δαπάνη για κάθε κόμβο. Κατά μέσο όρο απαιτήθηκαν 40 ανθρωποώρες ανά κόμβο από τις οποίες οι μισές περίπου είναι ώρες μηχανικών και οι υπόλοιπες τεχνικών βοηθών, σχεδιαστών και τεχνητών.

Με την εφαρμογή του προγράμματος TRANSYT-7F οι καθυστερήσεις μειώθηκαν κάθε χρόνο στο μέσο κόμβο κατά 15470 οχηματοώρες, οι στάσεις των οχημάτων κατά 455921 οχηματοώρες και η κατανάλωση βενζίνης κατά 44200 λίτρα. Οι παραπάνω βελτιώσεις αντιστοιχούσαν σε συνολικό ετήσιο όφελος 28695 δολαρίων ανά κόμβο και έδωσαν ένα λόγο ωφελειών/δαπανών ίσο με 63:1. Βέβαια οι μετρήσεις που έγιναν μετά την εφαρμογή έδειξαν ότι σε ορισμένες περιπτώσεις οι προβλέψεις του προγράμματος TRANSYT – 7F είναι αρκετά αισιόδοξες, ιδιαίτερα όπου αποφεύγεται με τη βελτίωση ο κορεσμός. Γενικά όμως μπορεί να αναμένεται ένας ελάχιστος λόγος ωφελειών/δαπανών ίσος με 20:1 για έργα που εφαρμόζονται για πρώτη φορά. Ο λόγος αυτός μπορεί να αυξηθεί σε 30:1 για επόμενα έργα, για τα οποία το κόστος εφαρμογής μειώνεται σημαντικά εξαιτίας της εμπειρίας που έχει αποκτηθεί από την προηγούμενη εφαρμογή. Αν ληφθεί υπόψη μόνο η οικονομία σε καύσιμα οι παραπάνω λόγοι ωφελειών/δαπανών παραμένουν ακόμα υψηλοί και ίσοι με 10:1 και 15:1 αντίστοιχα.

Το 1983 αναπτύχθηκε στην πολιτεία της Καλιφόρνια των ΗΠΑ το πρόγραμμα FETSIM (Fuel Efficient Traffic Signal Management) με στόχο την αποτελεσματική διαχείριση καυσίμων μέσω της καλύτερης σηματοδότησης. Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε σταδιακά σε τρεις κύκλους με διάρκεια ενός χρόνου ο καθένας. Η βελτιστοποίηση της σηματοδότησης έγινε με το πρόγραμμα TRANSYT – 7F. Στον πίνακα 2.1 φαίνονται τα έξοδα εφαρμογής του προγράμματος (total expenditures) κατά τα έτη 1983, 1984 και 1985, τα οποία έφτασαν συνολικά τα 4 εκατομμύρια δολάρια.

πίνακας 2.1 — Συνολικό κόστος κάθε κύκλου του προγράμματος FETSIM

FETSIM Program: Three Funding Cycles			
	1983	1984	1985
No. of grants	41	22	18
No. of signals	1,535	937	700
Avg grants per intersection ^a (\$)	1,037	1,025	970
Total grants to cities (\$) <u></u>	1,592,000	862,862	637,251
Costs for technical assistance, training, research, evaluation, and administration (\$) <u></u>	470,000	203,100	190,772
Total expenditures (\$) <u></u>	2,062,000	1,065,962	828,023

^a Actual costs when available; otherwise grant awards.

Το πρόγραμμα αποδείχθηκε εξαιρετικά αποδοτικό αν και σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρχε σημαντική απόκλιση ανάμεσα στους υπολογισμούς με το TRANSYT – 7F και τις

μετρήσεις. Στον πίνακα 2.2 φαίνονται οι διαφοροποιήσεις που προέκυψαν με την εφαρμογή του προγράμματος κατά τον πρώτο χρόνο και η σύγκριση των θεωρητικών αποτελεσμάτων, δηλαδή αυτών που έδωσε το TRANSYT – 7F, με εκείνα που μετρήθηκαν μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

πίνακας 2.2 — Σύγκριση αποτελεσμάτων του προγράμματος TRANSYT – 7F και αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις

Comparison of TRANSYT and Field Results

Control Period	Travel Time		Delay		No. of Stops		Fuel Consumption	
	TR	FLD	TR	FLD	TR	FLD	TR	CALC ^a
A.m. peak	-6.6	-5.4	-14.5	-14.0	-14.9	-9.4	-8.3	-4.2
Midday	-7.5	-6.9	-15.1	-1.47	-11.6	-15.6	-7.7	-6.0
P.m. peak	-8.0	-7.0	-14.7	-12.3	-13.5	-11.9	-7.8	-6.4

Note: Values given are percent changes, averages based on results reported in 11 cities, 1983. TR = TRANSYT results; FLD = field results.

^aCalculated from the field-measured travel times, delays, and stops.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σύμφωνα με τις μετρήσεις η μείωση του χρόνου διαδρομής (2^η στήλη) κατά την πρωινή αιχμή (1^η γραμμή) ήταν 5.4%, η μείωση των καθυστερήσεων (4^η στήλη) ήταν 14%, ο αριθμός των στάσεων (6^η στήλη) μειώθηκε κατά 9.4% και η κατανάλωση καυσίμων μειώθηκε κατά 4.2%. Αντίστοιχες ήταν οι μειώσεις τόσο στην απογευματινή αιχμή (2^η γραμμή) όσο και στο μέσο της ημέρας.

Τα οφέλη από την εφαρμογή του προγράμματος FETSIM από το 1983 ως και το 1985 αναγόμενα σε χρηματικές μονάδες, για ένα αριθμό 3172 σηματοδοτών, φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 2.3 — Οικονομικά οφέλη από την εφαρμογή του προγράμματος FETSIM

FETSIM Program: Annual Benefits

	1983	1984	1985
Signals retimed (\$)	1,535	937	700
Savings in fuel costs (\$)	12,800,700	6,700,000	4,600,000
Savings in operating costs (\$)			
Due to reduced delays	800,000	400,000	250,000
Due to reduced stops	16,300,000	7,700,000	5,100,000
Value of time saved (\$) <u></u>	<u>12,400,000</u>	<u>6,200,000</u>	<u>3,950,000</u>
Total money saved (\$) <u></u>	<u>42,300,000</u>	<u>21,000,000</u>	<u>13,950,000</u>

Note: Benefits are based on TRANSYT model outputs.

Το συνολικό όφελος έφτασε τα 77 εκατομμύρια δολάρια, ενώ το κόστος εφαρμογής ήταν 4 εκατομμύρια δολάρια. Έχουμε δηλαδή ένα λόγο ωφελειών / δαπανών ίσο με 19:1, ο οποίος είναι αρκετά ικανοποιητικός.

Μια μελέτη που έγινε στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας το 1973 για τον εκσυγχρονισμό της σηματοδότησης έδωσε λόγο ωφελειών / δαπανών ίσο με 7.2:1, μόνο από τη μείωση των διακοπών πορείας και των σχετικών καθυστερήσεων. Δεν λήφθηκαν υπόψη οι ωφέλειες από την αύξηση των ταχυτήτων πορείας, τη μείωση των καθυστερήσεων από τη συμφόρηση και τη μείωση των ατυχημάτων. Παράλληλα βρέθηκε ότι οι δαπάνες εκσυγχρονισμού θα καλύπτονταν από τις παραπάνω μόνο ωφέλειες κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας του συγκεκριμένου συστήματος.

Πρόσφατα εφαρμόστηκε σε επίπεδο ερευνάς το πρόγραμμα SOAP σε πέντε βασικές διασταυρώσεις της πόλης της Θεσσαλονίκης με στόχο την αποτίμηση των πλεονεκτημάτων από τη βελτιστοποίηση της σηματοδοτικής τους ρύθμισης. Η εφαρμογή του προγράμματος έδειξε ότι, για περιόδους αιχμής, η βελτίωση της περιόδου και της κατανομής του χρησιμοποιούμενου χρόνου μέσω του προγράμματος SOAP είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των συνολικών καθυστερήσεων κατά 50 % και της κατανάλωσης καυσίμων κατά 36 %. Ενδεχομένως τα ποσοστά αυτά είναι αρκετά υψηλά και μια έρευνα σε μεγαλύτερο αριθμό διασταυρώσεων να έδινε μικρότερες βελτιώσεις.

Το σίγουρο είναι ότι η εφαρμογή προγραμμάτων βελτιστοποίησης της σηματοδότησης δίνει σημαντικά αποτελέσματα τουλάχιστον σε επίπεδο ανεπτυγμένων αστικών περιοχών, όπου και τα προβλήματα των καθυστερήσεων και της αυξημένης κατανάλωσης καυσίμων είναι έντονα. Η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος μπορεί να έχει αυξημένο κόστος, αλλά τα οφέλη που θα προκύψουν από την εφαρμογή του είναι σαφώς μεγαλύτερα και εμφανίζονται αρκετά σύντομα. Φυσικά απαιτείται σημαντική προσπάθεια και μελέτη για ένα τέτοιο πρόγραμμα, ιδιαίτερα όταν αυτό περάσει τα όρια της έρευνας και εφαρμοστεί στην πράξη όπου οι αστάθμητοι παράγοντες είναι πολλοί και μία λάθος εκτίμηση μπορεί να αποβεί καθοριστική.

2.4 Η ΠΡΟΝΟΜΙΑΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΖΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ (MMM) ΩΣ ΜΕΤΡΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

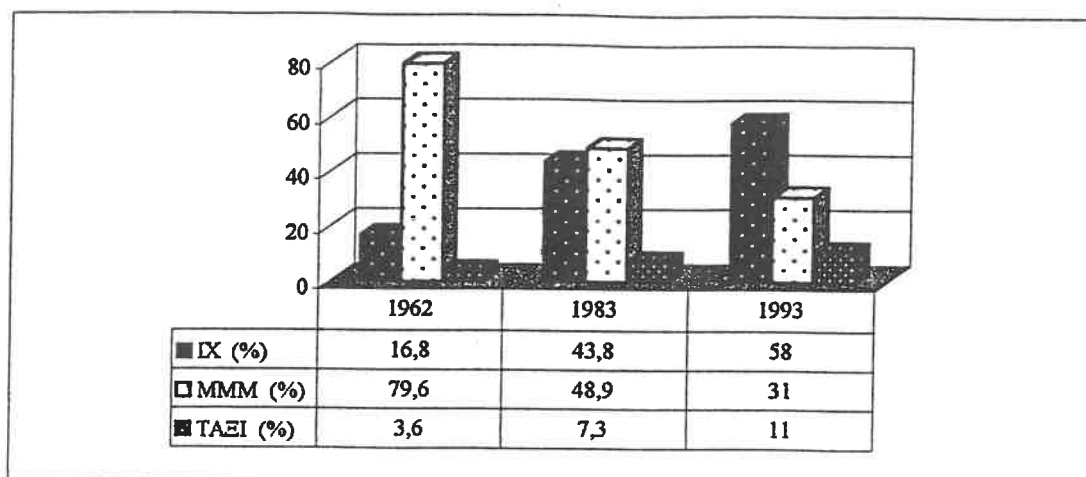
2.4.1 Γενικά

Η βελτίωση της σηματοδότησης, ενώ μπορεί να βελτιώνει τη ροή των οχημάτων και να μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και τη ρύπανση της ατμόσφαιρας, έχει και αρνητικές επιπτώσεις. Οι αρνητικές αυτές επιπτώσεις θα πρέπει να εξετάζονται πάντα μέσα στον ευρύτερο προγραμματισμό των έργων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας με στόχο την αποτελεσματική αντιμετώπιση τους. Η σημαντικότερη από τις αρνητικές επιπτώσεις είναι η ενθάρρυνση της χρήσης των επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ εξαιτίας της βελτίωσης της κυκλοφοριακής ροής και η παράλληλη μείωση της χρήσης των MMM.

Η βελτίωση και η προνομακική μεταχείριση των MMM αποτελεί ίσως την κατηγορία εκείνη των μέτρων Διαχείρισης της Κυκλοφορίας που μπορεί να έχει τα πιο ευεργετικά αποτελέσματα, τόσο για την καλύτερη αξιοποίηση των υφισταμένων συστημάτων μεταφορών και την αποφυγή κατασκευής νέων όσο και για τη βελτίωση των αρνητικών επιπτώσεων από την εκτεταμένη χρησιμοποίηση των επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ. Ιδιαίτερα στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη καθώς και τις άλλες μεγάλες ελληνικές πόλεις, όπου οι δυσχέρειες που προκύπτουν από τη σημερινή πυκνή δόμηση, την τοπογραφία, τους αρχαιολογικούς χώρους και άλλα εμπόδια, δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη ενός εκτεταμένου οδικού δικτύου για την ελεύθερη χρήση του επιβατικού αυτοκινήτου, η βελτίωση των μαζικών συγκοινωνιών αποτελεί μια επιτακτική ανάγκη.

Σημειώνεται δε ότι από το 1962 στην Αθήνα παρατηρείται σημαντική και συνεχής πτώση του αριθμού των μετακινήσεων ανά κάτοικο με τα MMM με αντίστοιχη αύξηση της χρήσης του επιβατικού αυτοκινήτου ΙΧ, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.11 της επόμενης σελίδας. Τα αποτελέσματα από τη μείωση της χρήσης των MMM είναι γνωστά σε όλους μας και μεταφράζονται στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής μέσα στην πόλη (κυκλοφοριακός κορεσμός, θόρυβος, ατμοσφαιρική ρύπανση) και την συνεχή αύξηση του χρόνου και κατά επέκταση του χρήματος που χάνεται, λόγω της δυσκολίας με την οποία πραγματοποιείται η κάθε μετακίνηση.

σχήμα 2.11 — Ποσοστά πραγματοποιούμενων μετακινήσεων με κάθε μέσο στην Αθήνα



Πρέπει ακόμα να σημειωθεί η σημαντική αύξηση του δείκτη ιδιοκτησίας αυτοκινήτων ιδιαίτερα για την Αθήνα. Αυτή τη στιγμή αναλογούν 300 αυτοκίνητα ανά 1000 κατοίκους με το μέσο όρο της Ευρώπης να είναι 450 αυτοκίνητα ανά 1000 κατοίκους.

Η βελτίωση των μαζικών μεταφορών θα πρέπει να στοχεύσει, μαζί και με άλλα μέτρα αποθάρρυνσης της χρήσης των επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ, στη σταθεροποίηση αρχικά και την αύξηση αργότερα της χρήσης των ΜΜΜ. Τα μέτρα που λαμβάνονται για την προνομιακή μεταχείριση των λεωφορείων πρέπει να αντιμετωπίζονται ως μέρος ενός συστήματος ενεργειών που αποσκοπούν γενικότερα στη βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής και του επιπέδου εξυπηρέτησης στα ΜΜΜ. Η βελτίωση της προγραμματισμένης λειτουργίας των λεωφορείων είναι δυνατόν να οδηγήσει σε αύξηση του αριθμού των διαδρομών, χωρίς αυτό να συνεπάγεται αύξηση του απαιτούμενου αριθμού των οχημάτων ή αύξηση του κόστους λειτουργίας.

Θα αναφερθούμε στα δύο κύρια μέτρα προνομιακής μεταχείρισης των ΜΜΜ, τα οποία και έχουν άμεση σχέση με τη συγκεκριμένη εργασία. Το πρώτο είναι η προνομιακή μεταχείριση των ΜΜΜ κατά μήκος ειδικών διαδρόμων, το οποίο και θα περιγράψουμε περιληπτικά. Το δεύτερο είναι η προνομιακή μεταχείριση των ΜΜΜ σε μικτή κυκλοφορία, το οποίο και θα περιγράψουμε αναλυτικά. Αυτά τα μέτρα αναφέρονται στα ΜΜΜ, τα οποία κινούνται στους δρόμους μιας πόλης, όπως είναι τα λεωφορεία, συμπεριλαμβανομένου και των τρόλεϊ, και στις περισσότερες περιπτώσεις και τα τραμ.

2.4.2 Προνομιακή μεταχείριση των ΜΜΜ κατά μήκος ειδικών διαδρομών

2.4.2.1 Γενικά

Η προνομιακή μεταχείριση των λεωφορείων κατά μήκος των οδικών αρτηριών αποτελεί μια μέθοδο αύξησης της αποδοτικότητας χρήσης του οδικού δικτύου με ελάχιστο κόστος που έχει ως στόχο το χωρικό και χρονικό διαχωρισμό των λεωφορείων και των επιβατικών αυτοκινήτων. Προκειμένου να προχωρήσουμε σε μια τέτοιου είδους λύση θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας μια σειρά από παραμέτρους, όπως είναι το πλάτος των οδών και οι περιορισμοί στάθμευσης παρά το κράσπεδο, οι κυκλοφοριακοί φόρτοι και οι αναλογίες του φόρτου προς την κυκλοφοριακή ικανότητα, οι θέσεις των κυριοτέρων χώρων στάθμευσης, οι θέσεις των καταστημάτων, των χώρων εργασίας και γενικά οποιωνδήποτε πόλων γένεσης μετακινήσεων, οι διαδρομές των λεωφορείων, οι απαιτήσεις χώρων στο κράσπεδο για την μετεπιβίβαση των επιβατών, οι χρόνοι διαδρομής και οι καθυστερήσεις των λεωφορείων και των επιβατικών αυτοκινήτων, τα συναντώμενα ρεύματα πεζών, επιβατικών αυτοκινήτων και των λεωφορείων και οι απαιτήσεις για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών.

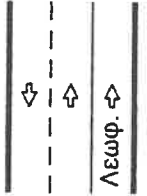
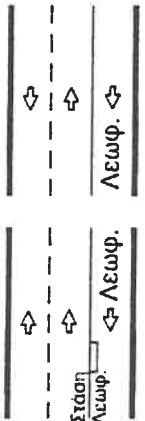
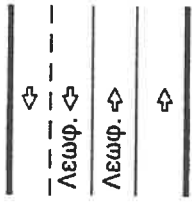
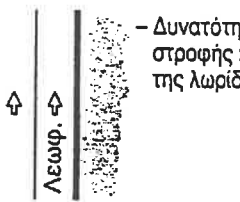
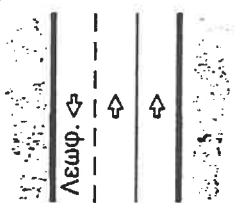
2.4.2.2 Αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων

Οι αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων, συμπεριλαμβανομένου και των τρόλεϊ, είναι λωρίδες, στις οποίες επιτρέπεται η κίνηση μόνο των λεωφορείων τουλάχιστον για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα της ημέρας. Η λωρίδα αυτή διαχωρίζεται από τις υπόλοιπες της οδού, είτε με κάποια χαρακτηριστική διαγράμμιση, είτε με κάποιο φυσικό διαχωρισμό, ενώ βέβαια τοποθετείται και η κατάλληλη σήμανση. Κατά περίπτωση είναι δυνατό οι λωρίδες αυτές να χρησιμοποιηθούν και από άλλα οχήματα, όπως είναι τα οχήματα πρώτης ανάγκης.

Οι αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων διαχωρίζονται με βάση την κατεύθυνση της κυκλοφορίας στη λωρίδα σε σχέση με την κατεύθυνση της γενικής κυκλοφορίας και με βάση τη θέση της λωρίδας στο οδόστρωμα. Με βάση το πρώτο διαχωρισμό έχουμε λωρίδες, στις οποίες η κυκλοφορία μπορεί να πραγματοποιείται, είτε σύμφωνα, είτε αντίθετα με την κατεύθυνση της γενικής κυκλοφορίας. Με βάση το δεύτερο διαχωρισμό έχουμε λωρίδες παρά το κράσπεδο και λωρίδες στο μέσο της οδού. Ο συνδυασμός των παραπάνω κατηγοριών δίνει

τους διάφορους τύπους αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων που φαίνονται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 2.12 — Τύποι αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων

	Κατά τη ροή κυκλοφορίας	Αντίθετα στη ροή
Παρά το κράσπεδο (δεξιά της ροής)	<p>Τύπος I</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Παράδειγμα συνηθισμένου τύπου λεωφ. λωρίδας - Δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα 	<p>Τύπος II</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Πρόβλήματα εισόδου από την αποκλειστική λωρίδα - Πρόβλήματα ασφάλειας στις στάσεις κατά την επιβίβαση ή αποβίβαση των επιβατών <p>Ο τύπος αυτός χρησιμοποιείται κυρίως για γραμμές express. Αλλιώς απαιτείται στις στάσεις κατασκευή νησίδας όπως φαίνεται στο σχήμα</p>
Στο μέσον της οδού	<p>Τύπος III</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Οι λωρίδες διαχωρίζονται με φυσικό διαχωρισμό από την υπόλοιπη κυκλοφορία - Απαιτούνται νησίδες για πεζούς στις στάσεις - Προβλήματα εισόδου και εξόδου από τη λωρίδα <p>Τύπος IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ίδια προβλήματα εφαρμογής με το τύπο II - Δεν υπάρχουν γνωστά παραδείγματα εφαρμογής 	<p>Τύπος V</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Δυνατότητα αντιστροφής κατεύθυνσης της λωρίδας
Στο μέσον της οδού	<p>Τύπος VI</p>  <ul style="list-style-type: none"> - Παρόμοια προβλήματα στις στάσεις με τον τύπο III. - Χρησιμοποιείται για μικρές αποστάσεις, για την απλοποίηση των αριστερών στrophών των 	<ul style="list-style-type: none"> - Κλασική εφαρμογή χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα εφαρμογής.

Γενικά θα πρέπει να πούμε ότι οι λωρίδες, στις οποίες η κατεύθυνση της κυκλοφορίας είναι αντίθετα με τη γενική κατεύθυνση, τοποθετούνται στα αριστερά της γενικής ροής της κυκλοφορίας. Αντίθετα οι λωρίδες, στις οποίες η κατεύθυνση της κυκλοφορίας είναι σύμφωνα με τη γενική κατεύθυνση, τοποθετούνται στα δεξιά της γενικής ροής της κυκλοφορίας.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων είναι τα εξής:

- Αύξηση της μέσης ταχύτητας του λεωφορείου, ιδίως για τις ώρες αιχμής σε κεντρικές περιοχές όπου οι ταχύτητες μειώνονται σημαντικά (μικρότερες από 10 χλμ / ώρα). Η μείωση του χρόνου διαδρομής είναι ανάλογη του μήκους της αποκλειστικής λωρίδας.
- Βελτίωση της συχνότητας και κατά συνέπεια της αξιοπιστίας των προγραμματισμένων δρομολογίων.
- Βελτίωση της άνεσης και της ασφάλειας.
- Μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και οικονομία στην ενέργεια.

Σε πολλές περιπτώσεις όμως η εφαρμογή αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων προκαλεί προβλήματα σε άλλα οχήματα. Τέτοιου είδους προβλήματα είναι κυρίως οι δυσκολίες στη φορτοεκφόρτωση αγαθών, η μείωση της κυκλοφοριακής ικανότητας για τα υπόλοιπα οχήματα και η εμπλοκή των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων με την υπόλοιπη κυκλοφορία στις διασταυρώσεις. Η αποτελεσματική λύση αυτών των προβλημάτων είναι αναγκαία, γιατί καθορίζει την επιτυχία και τη σωστή λειτουργία του συγκεκριμένου μέτρου.

Οι προϋποθέσεις δημιουργίας λωρίδων αποκλειστικής κυκλοφορίας λεωφορείων καθορίζονται από τους αρμόδιους φορείς ΜΜΜ, τους δήμους και τις κοινότητες και πιθανώς τα συναρμόδια υπουργεία. Συνήθως υπάρχουν περιορισμοί που έχουν σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο και τις χρήσεις γης σε αυτόν. Σύμφωνα με το Institute of Traffic Engineers των Η.Π.Α, ο απαιτούμενος αριθμός λεωφορείων κατά την ώρα αιχμής για τη δημιουργία λωρίδων στο άκρο της οδού είναι 60 λεωφορεία την ώρα, ενώ για τη δημιουργία λωρίδων στο μέσο της οδού είναι 75 λεωφορεία την ώρα. Το Transport and Road Research Laboratory της Μ.Βρετανίας προϋποθέτει φόρτο 40 λεωφορείων και 2000 επιβατών κατά την ώρα αιχμής. Και τα δύο κριτήρια προϋποθέτουν την ύπαρξη στην αποκλειστική λωρίδα λεωφορείων τουλάχιστον ενός λεωφορείου σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο κατά την ώρα αιχμής.

Ένα εύκολο σε εφαρμογή κριτήριο για τη δημιουργία λωρίδας λεωφορείων στηρίζεται στην εμπειρία φορέων ΜΜΜ της Βαλτιμόρης, σύμφωνα με το οποίο όταν ο αριθμός των επιβατών που μεταφέρονται σε μία λωρίδα από τα ΜΜΜ ισούται με τον αριθμό των

επιβαίνοντων σε επιβατικά οχήματα σε μια γειτονική λωρίδα, τότε τα λεωφορεία δικαιούνται την αποκλειστική χρήση της πρώτης λωρίδας. Θεωρητικές μελέτες που έγιναν στη Γαλλία υπέδειξαν ως προϋπόθεση για τη δημιουργία αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων ελάχιστο φόρτο 25-30 λεωφορεία την ώρα σε οδούς μη κορεσμένες και 60 λεωφορεία την ώρα σε οδούς κορεσμένες, υποθέτοντας πληρότητα 50 επιβατών σε κάθε λεωφορείο. Στον πίνακα 2.4 φαίνονται τα κριτήρια για τη δικαιολόγηση της εφαρμογής αποκλειστικής λωρίδας λεωφορείων σε κάποια οδό με βάση θεωρητικές μελέτες που έγιναν στη Γαλλία.

πίνακας 2.4 — Κριτήρια για τη δικαιολόγηση της εφαρμογής αποκλειστικής λωρίδας λεωφορείων

Συνθήκες κυκλοφορίας	Αριθμός επιβατών ανά λεωφορείο	Ελάχιστος αριθμός λεωφορείων ανά ώρα που δικαιολογεί λειτουργία ειδικής λωρίδας για λεωφορεία			
		Αριθμός προσβάσεων			
		2	3	4	5
Κορεσμένη οδός	50	60	45	40	40
	70	45	30	30	30
	90	35	25	25	25
Μη κορεσμένη οδός	30	45	40	35	30
	50	30	25	25	25

Οι πρακτικές εφαρμογές όμως δείχνουν ότι οι προϋποθέσεις αυτές πρέπει να διερευνώνται και ότι ο κυκλοφοριακός φόρτος των λεωφορείων που απαιτείται για τη δημιουργία λωρίδων είναι αναγκαίο να εξαρτάται από τους στόχους του σχεδιασμού και την ικανότητα μεταφοράς επιβατών, λαμβανομένης υπόψη της καλής λειτουργίας των συγκεκριμένων λωρίδων. Για παράδειγμα η δημιουργία λωρίδων λεωφορείων σε κεντρικό εμπορικό δρόμο μπορεί να δικαιολογείται και από ένα μικρότερο αριθμό λεωφορείων την ώρα, σε σχέση με άλλες οδούς, αν κριθεί απαραίτητη η βελτίωση παροχής υπηρεσιών από τα ΜΜΜ.

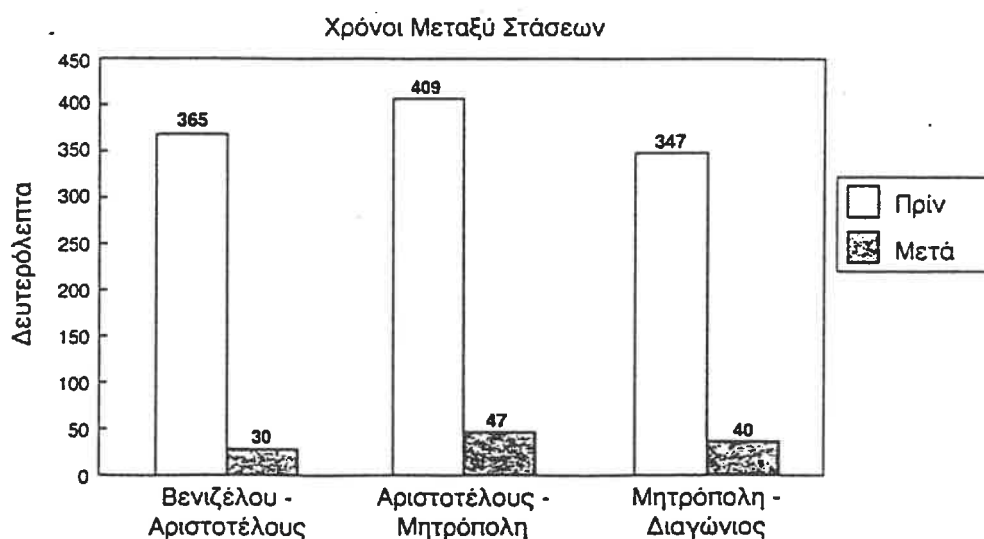
2.4.2.3 Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων

Οι αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων έχουν εφαρμοστεί σε σημαντικό αριθμό δικτύων δημοσίων συγκοινωνιών σε ολόκληρο τον κόσμο. Για την εκτίμηση των βελτιώσεων και των προβλημάτων που προέκυψαν σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής αυτής, έγιναν μελέτες «μετά» την εφαρμογή και συγκρίσεις με τα δεδομένα της κατάστασης «πριν» την εφαρμογή.

Ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση στους πίνακες 2.5 και 2.6 των κυριότερων περιπτώσεων εφαρμογής ειδικών λωρίδων στην Ευρώπη και την Αμερική. Στους ίδιους πίνακες φαίνονται ακόμη και διάφορα προβλήματα που προέκυψαν από την εφαρμογή των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων. Ο πίνακας 2.5 περιέχει παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων κατά τη ροή της κυκλοφορίας, ενώ ο πίνακας 2.6 περιέχει παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων αντίθετα στη ροή της κυκλοφορίας.

Αντίστοιχες εφαρμογές έχουν γίνει στην Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την οδό Μητροπόλεως στη Θεσσαλονίκη, όπου η εφαρμογή αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων είχε σαν αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των χρόνων μεταξύ των στάσεων, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.13 και τη σημαντική αύξηση της μέσης ταχύτητας διαδρομής.

σχήμα 2.13 — Σύγκριση χαρακτηριστικών μεγεθών «πριν» και «μετά» την εφαρμογή της αποκλειστικής λωρίδας στην οδό Μητροπόλεως



πίνακας 2.5 — Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων κατά τη ροή της κυκλοφορίας

ΤΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (μέτρα)	ΦΟΡΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ (λεωφ./ώρα)	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΧΡΗΣΤΕΣ
ΚΑΝΑΔΑΣ				
Οττάβα Albert Str.	2400	120	0-15% μείωση του χρόνου διαδρομής	0-10% μείωση ταχυτήτων
Rideau Str.	3050	170	0-15% μείωση του χρόνου διαδρομής	30% αύξηση έως 15% μείωση ταχυτήτων
Τορόντο Eglinton Ave	5150	80	5-25% μείωση του χρόνου διαδρομής	110 δευτ. μείωση του χρόνου διαδρομής
ΓΑΛΛΙΑ				
Παρίσι Rue Beaubourg	885	35	αύξηση ταχύτητας αιχμή 3.4km/h εκτός αιχμής 0.8km/h	
Boulevard des Invalides	450	34	αιχμή 7.4km/h εκτός αιχμής 1.6km/h	
Ave de Wagram	225	30	αιχμή 4.6km/h εκτός αιχμής 0.3km/h	
ΑΓΓΛΙΑ				
Λονδίνο Brixton Rd.	320	100	μείωση του χρόνου διαδρομής 2 λεπτά	μείωση του χρόνου διαδρομής 0.5 λεπτό
Vauxhall Bridge	675	60	μείωση του χρόνου διαδρομής 7 λεπτά	μείωση του χρόνου διαδρομής 1-2 λεπτά
Park Lane	165	140	μείωση του χρόνου διαδρομής 1 λεπτό	μείωση του χρόνου διαδρομής 1-2 λεπτά
Bridge Rd	130	60	μείωση του χρόνου διαδρομής 1 λεπτό	μείωση του χρόνου διαδρομής 1-2 λεπτά
Η.Π.Α.				
Νέα Υόρκη First Avenue	3060	110	μείωση του χρόνου διαδρομής 27%	
Newark St.	550	100	μείωση του χρόνου διαδρομής 7 λεπτά	
Third Ave.	1290	44	μείωση του χρόνου διαδρομής 27%	
Louisville, Kg	2410	12	μείωση του χρόνου διαδρομής 25%	29% μείωση του χρόνου διαδρομής των ΙΧ αυτοκινήτων

πίνακας 2.6 — Παραδείγματα εφαρμογής αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων αντίθετα στη ροή της κυκλοφορίας

ΤΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΛΩΡΙΔΑΣ (μέτρα)	ΦΟΡΤΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ (λεωφ./ώρα)	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΧΡΗΣΤΕΣ
ΚΑΝΑΔΑΣ Calgary 7th Avenue	2300	46	12% αύξηση ταχύτητας λεωφορείων	μείωση της ταχύτητας κατά 15%
ΔΑΝΙΑ Κοπεγχάγη Bremerholm	360	15	βελτίωση στο χρόνο διαδρομής και στην αξιοπιστία	καμμία επίπτωση
ΓΑΛΛΙΑ Παρίσι Avenue Montaigne	660	33	αύξηση της ταχύτητας διαδρομής κατά 56% (αιχμή) & 44% (εκτός αιχμής)	
Bd. St. Michel	630	68	30% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Τουλούζη Rue d' Alsace	800	135	10% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Lille Rue Faidherbe	240		25% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Μασσαλία Rue de Rome	700	70	200% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Avenue de Toulon	700	20	180% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Rue Paradis	1000	23	230% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
ΙΤΑΛΙΑ Μπολώνια Via Saragozza	2250	18	20% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
ΙΣΠΑΝΙΑ Μαδρίτη Delicia	230	100	20% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	αύξηση της μέσης ταχύτητας
ΑΓΓΛΙΑ Reading King's Rd	920	50	48% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	20% αύξηση της μέσης ταχύτητας
Λονδίνο Tottenham High Rd	780	73	33% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής	
Η.Π.Α. San Juan	17600	49/67	45% αύξηση της ταχύτητας διαδρομής (μείωση χρόνου κατά 42 λεπτά)	

2.4.2.4 Λεωφορειόδρομοι και ζώνες όπου απαγορεύεται η κυκλοφορία των αυτοκινήτων

Οι λεωφορειόδρομοι είναι οδοί που χρησιμοποιούνται, συνεχώς ή μόνο κατά τις περιόδους αιχμής, αποκλειστικά από λεωφορεία ή από λεωφορεία και πεζούς και προσφέρουν την πιο αποτελεσματική εξυπηρέτηση στις μαζικές συγκοινωνίες. Παρουσιάζουν το πρόβλημα ότι δεν επιτρέπουν την προσπέλαση των ιδιοκτησιών επί της οδού από φορτηγά ή επιβατικά αυτοκίνητα, οπότε και πρέπει να βρεθεί μια λύση προσπέλασης είτε από παράλληλες οδούς είτε σε ορισμένες ώρες, όπου δεν λειτουργούν οι μαζικές συγκοινωνίες ή παρουσιάζουν μειωμένη κίνηση.

Οι λεωφορειόδρομοι αποτελούν ένα σημαντικό μέτρο για την πιο αποτελεσματική ανάπτυξη του κέντρου της πόλης και την εξυπηρέτηση του κοινού από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Διαχωρίζουν την κυκλοφορία λεωφορείων και επιβατικών αυτοκινήτων και αυξάνουν την αξιοπιστία των δρομολογίων. Επιπλέον αυξάνουν την προσπέλαση των πεζών και μαζί με τους πεζόδρομους και άλλες σχετικές εγκαταστάσεις, βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντα χώρου. Στις βασικές εφαρμογές των λεωφορειοδρόμων περιλαμβάνονται:

- Η πρόσβαση των λεωφορείων σε τερματικές εγκαταστάσεις.
- Η διάταξη των οδών σε σχήμα βρόγχου χρησιμοποιούμενων μόνο από λεωφορεία, απαραίτητη για την αλλαγή κατεύθυνσης σε ένα βασικό τερματικό σταθμό.
- Οι συνδετήριες οδοί μικρού μήκους που είναι απαραίτητες σε περιοχές ασυνέχειας, όπου τα λεωφορεία υποχρεώνονται να ακολουθήσουν κύριες οδούς μεγάλης κυκλοφορίας.
- Λεωφορειόδρομοι στο κέντρο της πόλης, οι οποίοι εξασφαλίζουν άμεση πρόσβαση των λεωφορείων στα κέντρα γένεσης των μετακινήσεων. Η χρησιμοποίηση αυτών των λεωφορειοδρόμων γίνεται είτε συνεχώς όλη την ημέρα είτε μόνο κατά τις ώρες αιχμής.
- Ζώνες, στις οποίες απαγορεύεται η κυκλοφορία των αυτοκινήτων.

Οι λεωφορειόδρομοι εξυπηρετούν μεγάλους κυκλοφοριακούς φόρτους λεωφορείων, οι οποίοι προκύπτουν από την σύγκλιση πολλών γραμμών σε μία οδό. Η επιλογή των οδών όμως πρέπει να γίνεται προσεκτικά, ώστε να μην παρεμποδίζεται η υπόλοιπη κυκλοφορία καθώς και η προσπέλαση στα παρακείμενα κτίρια.

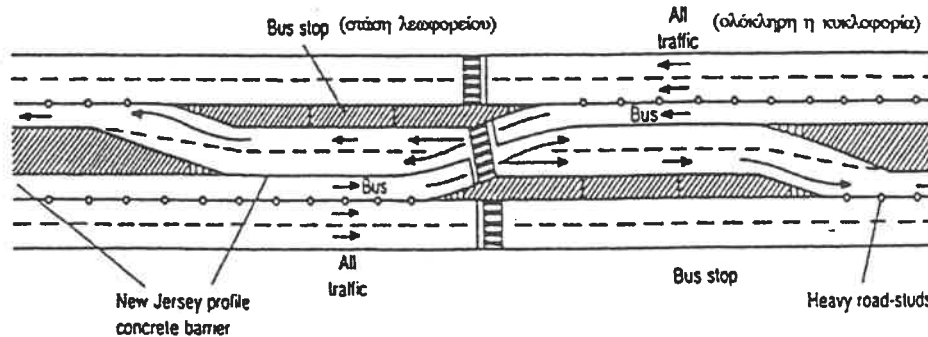
Όσον αφορά τους λεωφορειόδρομους που κατασκευάζονται στο κέντρο της πόλης, θα πρέπει να παρέχουν πρόσβαση στα καταστήματα και τα γραφεία στις περιοχές που εισχωρούν, να εξασφαλίζουν τις διαδικασίες διανομής και υπηρεσίες άμεσης ανάγκης και να επιτρέπουν τη μεταφορά της εκτοπιζόμενης κυκλοφορίας σε παράλληλες οδούς. Εξ άλλου για τη δημιουργία τους θα πρέπει να αποφεύγεται η επιλογή οδών, στις οποίες υπάρχουν

εκτεταμένοι χώροι στάθμευσης. Οι ελάχιστοι φόρτοι λεωφορείων για να θεωρηθεί εφικτή η κατασκευή λεωφορειοδρόμου στο κέντρο της πόλης είναι 200 λεωφορεία ημερησίως ανά λωρίδα σε κάθε κατεύθυνση και 20 ως 30 λεωφορεία ανά λωρίδα και ανά ώρα και / ή 800 ως 1200 επιβάτες ανά λωρίδα κατά την ώρα αιχμής. Συνήθως οι λεωφορειοδρόμοι έχουν μήκος από 1 ως 10 χιλιόμετρα και περιλαμβάνουν σημαντικό αριθμό στάσεων και διασταυρώσεων. Η ικανότητα μεταφοράς επιβατών είναι μεγάλη και το μέτρο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί εναλλακτικά αντί της κατασκευής μετρό ή τραμ που είναι σαφέστερα δαπανηρότερη. Στον πίνακα 2.7 φαίνονται μερικά παραδείγματα εφαρμογής λεωφορειοδρόμων σε πόλεις εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ στο σχήμα 2.14 φαίνεται ένα παράδειγμα σχεδιασμού λεωφορειοδρόμου.

πίνακας 2.7 — Παραδείγματα εφαρμογής λεωφορειοδρόμων σε πόλεις εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Πόλη	Μήκος λεωφορειοδρόμου (χιλιόμετρα)	Ταχύτητα (κατά την απογευματινή αγχή) (χλμ./ώρα)	Ταχύτητα (κατά την πρωινή αγχή) (χλμ./ώρα)	Μέγιστη ικανότητα (επιβάτες/ώρα)
Άγκυρα	3.6	9	11	7300
Πόρτο Αλέγκρε	2.8	19	22	17500
Πόρτο Αλέγκρε	4.5	16	22	26100
Σάο Πάολο	7.9	18	19	20300

σχήμα 2.14 — Παράδειγμα σχεδιασμού λεωφορειοδρόμου



Οι ζώνες, στις οποίες απαγορεύεται η κυκλοφορία των αυτοκινήτων ΙΧ, βρίσκονται συνήθως στο κέντρο της πόλης. Η απαγόρευση αυτή ισχύει για κάποιο συγκεκριμένο διάστημα της ημέρας, συνήθως αυτό είναι από τις 7 το πρωί ως τις 8 το βράδυ. Η είσοδος και η κίνηση μέσα σε αυτές τις περιοχές επιτρέπεται μόνο για τα ΜΜΜ και όσα οχήματα εξυπηρετούν σημαντικές ανάγκες και λειτουργίες και έχουν ειδική άδεια. Τα σαββατοκύριακα η εφαρμογή του μέτρου είναι περιορισμένη σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας.

Τα οφέλη για τη συγκεκριμένη περιοχή είναι σημαντικά με κυριότερο τη μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Η μείωση αυτή οδηγεί σε μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της κατανάλωσης καυσίμων και του χρόνου που χάνεται από τις καθυστερήσεις και τις στάσεις. Παράλληλα όμως απαιτείται μια πολύ σημαντική μελέτη για την επιλογή μιας τέτοιας περιοχής, ιδιαίτερα σε οικονομικό, λειτουργικό και κοινωνικό επίπεδο. Επίσης θα πρέπει να ελέγχεται η οποιαδήποτε επιβάρυνση των γύρω περιοχών από την απαγόρευση στην συγκεκριμένη περιοχή καθώς επίσης και τα τυχόν έργα υποδομής που απαιτούνται, όπως για παράδειγμα η κατασκευή χώρων στάθμευσης.

Το μέτρο αυτό έχει εφαρμοστεί, είτε με αυτή τη μορφή είτε τροποποιημένη, σε πολλές πόλεις μεταξύ αυτών και η Αθηνά με γενικά καλά αποτελέσματα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται παραδείγματα εφαρμογής του μέτρου αυτού σε πόλεις της Ιταλίας.

πίνακας 2.8 — Παραδείγματα εφαρμογής της ζώνης απαγόρευσης της κυκλοφορίας σε πόλεις της Ιταλίας

Πόλη	Πληθυσμός	Έκταση περιοχής (εκτάρια)	% μείωση της κυκλοφορίας
Ρώμη	2916414	600	20
Μιλάνο	1463870	285	30
Τορίνο	1000000		
Ρωμαιοίκη περιοχή μπλε ζώνη		42	50
		110	50
Γένοβα	706000	68	70
Μπολόνια	500000	450	20
Φλωρεντία	450000	280	25
Τέρνι	117000	80	95
Κρεμόνα	76000	5	70

2.4.2.5 Βασικές αρχές σχεδιασμού ειδικών διαδρομών για τα λεωφορεία

Στην παράγραφο 2.4.2.1 αναφέρθηκαν οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εφαρμογή ειδικού διαδρόμου για τα ΜΜΜ.

Μέσα από τις παραμέτρους αυτές καθορίζονται και οι βασικές αρχές σχεδιασμού των ειδικών αυτών διαδρόμων για τα λεωφορεία, οι οποίες είναι οι εξής:

- Οι βελτιώσεις των κυκλοφοριακών συνθηκών αποσκοπούν στη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας της χρήσης του οδικού δικτύου. Οι βελτιώσεις των κυκλοφοριακών συνθηκών που σχετίζονται με την κυκλοφορία των λεωφορείων περιλαμβάνουν την επέκταση οδών για καλύτερη κατανομή της κυκλοφορίας, βελτιώσεις της σηματοδότησης (συντονισμένη σηματοδότηση, παραχώρηση προτεραιότητας στα λεωφορεία), απαγορεύσεις στροφών από τις οποίες εξαιρούνται τα λεωφορεία, χώροι παραμονής λεωφορείων για την επιβίβαση και την αποβίβαση των επιβατών, μεταφορά και κατασκευή στάσεων με ικανό αριθμό θέσεων λεωφορείων, μεγαλύτερες ακτίνες κατά το σχεδιασμό του κρασπέδου, βελτιώσεις των χώρων στάσης και παραμονής των λεωφορείων.
- Η απαγόρευση της στάθμευσης παρά το κράσπεδο, τουλάχιστον κατά τις ώρες αιχμής, αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για τη δημιουργία αποκλειστικών λωρίδων για λεωφορεία. Το μέτρο αυτό οδηγεί στη δημιουργία μιας πρόσθετης λωρίδας κυκλοφορίας με αποτέλεσμα την αύξηση της κυκλοφοριακής ικανότητας, ελαττώνει τις καθυστερήσεις που προέρχονται από τους ελιγμούς στάσης των λεωφορείων και τέλος διευκολύνει την πρόσβαση των λεωφορείων.
- Οι διαδρομές των λεωφορείων πρέπει να αναδιοργανωθούν, ώστε να γίνει αποδοτικότερη η χρήση των ειδικών λωρίδων και του οδικού δικτύου. Η λωρίδα αποκλειστικής χρήσης για λεωφορεία εξυπηρετεί συνήθως από 60 ως και 90 λεωφορεία την ώρα.
- Τα μέτρα προνομιακής μεταχείρισης των λεωφορείων πρέπει να αποσκοπούν στη μείωση του μέσου χρόνου διαδρομής. Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις η απόλυτη τιμή του χρόνου που εξοικονομείται είναι μικρή, πρέπει να δοθεί έμφαση στην πιστή εφαρμογή των δρομολογίων και του προγραμματισμένου χρόνου διαδρομής. Στις περιοχές προτεραιότητας των λεωφορείων μια μείωση του χρόνου διαδρομής της τάξεως του 10 –15 % αποτελεί επιθυμητό στόχο.
- Η ευρεία χρήση αποκλειστικών λωρίδων κυκλοφορίας για λεωφορεία είναι απαραίτητη για την αύξηση των ταχυτήτων των λεωφορείων, ώστε να προκαλούνται σημαντικές μειώσεις του κόστους λειτουργίας καθώς και του αριθμού των επιβατών.

- Κατά την κατασκευή λωρίδων αποκλειστικής κυκλοφορίας λεωφορείων και λεωφορειοδρόμων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ανάγκες εξυπηρέτησης των παρακείμενων χρήσεων γης, ειδικά για τις λωρίδες λεωφορείων που κατασκευάζονται αντίθετα στη ροή της κυκλοφορίας. Πολλές ιδιοκτησίες παρέχουν πρόσβαση για φορτοεκφορτώσεις και διανομές μόνο επί της οδού, όπου προβλέπεται η δημιουργία λωρίδας λεωφορείων, γεγονός που αποκλείει τη δημιουργία λεωφορειοδρόμων και δυσκολεύει την εφαρμογή ειδικών λωρίδων για λεωφορεία. Κατά τις ώρες εφαρμογής των μέτρων προτεραιότητας των λεωφορείων απαιτείται η απαγόρευση των φορτοεκφορτώσεων ή η πραγματοποίησή τους στην απέναντι πλευρά του δρόμου, όπου είναι δυνατόν, σε παρακείμενες ή παράλληλες οδούς και σε ειδικές περιοχές φορτοεκφόρτωσης εκτός οδού.
- Ο σχεδιασμός των λωρίδων κυκλοφορίας των λεωφορείων θα πρέπει να βασίζεται στο διαθέσιμο πλάτος της οδού και στις λειτουργικές απαιτήσεις, παράγοντες που υπαγορεύουν το απαιτούμενο πλάτος των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων (3 μέτρα τουλάχιστον), τη σήμανση της οδού και του οδοστρώματος καθώς και την αποδοχή των δεξιών στροφών των άλλων μέσων μόνο όπου αυτό είναι απαραίτητο. Τα δεξιά στρέφονται οχήματα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις λωρίδες των λεωφορείων στις περιοχές πριν από τους κόμβους, είτε σε όλο το μήκος του οικοδομικού τετραγώνου αν αυτό έχει μικρό μήκος, είτε 80 μέτρα πριν από τον κόμβο αν το τετράγωνο έχει μήκος μεγαλύτερο από 100 μέτρα.
- Οι ειδικές λωρίδες λεωφορείων θα πρέπει να δημιουργούνται όπου είναι δυνατό να κατασκευαστούν, αλλά χωρίς αυτό να προκαλεί μείωση των διαθέσιμων λωρίδων του κύριου ρεύματος κυκλοφορίας. Αυτό συνεπάγεται την απαγόρευση στάθμευσης παρά το κράσπεδο ή μείωσης του πλάτους των λωρίδων, την εξάλειψη των λωρίδων αριστερών στροφών και (ή) τη χρήση λωρίδων αντίστροφης κατεύθυνσης.
- Η χρήση των αποκλειστικών λωρίδων λεωφορείων και των λεωφορειοδρόμων από τα οχήματα άμεσης βοήθειας πρέπει να επιτρέπεται σε όλες τις περιπτώσεις. Η χρήση από τα ταξί μπορεί να επιτραπεί στις περιπτώσεις που οι λωρίδες χρησιμοποιούνται από λιγότερα από 60 λεωφορεία κατά τις ώρες αιχμής και ο αριθμός των αναμενόμενων ταξί είναι μικρός. Η στάση των ταξί για επιβίβαση και αποβίβαση στις αποκλειστικές λωρίδες λεωφορείων απαγορεύεται.

- Η αποτελεσματική αστυνόμευση των λωρίδων αποκλειστικής χρήσης από λεωφορεία είναι επιβεβλημένη και θα πρέπει να συνοδεύεται από προγράμματα υποστήριξης.
- Στις κεντρικές περιοχές η μεγάλη αναλογία επιβατών που χρησιμοποιούν τα λεωφορεία κατά τις ώρες αιχμής, σε σχέση με τις άλλες ώρες της ημέρας, καθιστά απαραίτητη είτε τη δημιουργία λεωφορειοδρόμων είτε τη λήψη μέτρων προτεραιότητας λεωφορείων σε ειδικές λωρίδες που δεν θα χρησιμοποιούνται από επιβατικά αυτοκίνητα. Οι λεωφορειοδρόμοι μπορούν να εισχωρήσουν σε περιοχές εμπορικών δραστηριοτήτων εξασφαλίζοντας βελτίωση των δρομολογίων, καθώς και την επέκταση και την βελτίωση των πεζοδρομημένων περιοχών.

2.4.3 Μέτρα προτεραιότητας των λεωφορείων σε μικτή κυκλοφορία

2.4.3.1 Προτεραιότητα λεωφορείων στη σήμανση

Η πρώτη δυνατότητα που έχουμε για την ειδική μεταχείριση των λεωφορείων σε μικτή κυκλοφορία είναι η προτεραιότητα τους στην σήμανση. Για παράδειγμα τα λεωφορεία μπορούν να εξαιρεθούν από τις απαγορεύσεις αριστερών στροφών, ιδιαίτερα όταν εφαρμόζονται κατά τις ώρες αιχμής έτσι ώστε να γίνεται μικρότερο το μήκος της διαδρομής τους. Επίσης προτεραιότητα μπορεί να δοθεί στις οδούς που εξυπηρετούν μία ή περισσότερες λεωφορειακές γραμμές.

Αυτό ισχύει σύμφωνα με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας όταν δεν υπάρχει αντίθετη σήμανση, μπορεί όμως να ενισχυθεί και με την τοποθέτηση σημάτων διακοπής πορείας (Stop) ή παραχώρησης προτεραιότητας (Yield) στις οδούς που διασταυρώνουν μια λεωφορειακή γραμμή. Επίσης με την απαγόρευση της στάθμευσης στην περιοχή των στάσεων των λεωφορείων ή στις περιοχές που στρέφουν τα λεωφορεία διευκολύνεται η λειτουργία τους.

2.4.3.2 Προτεραιότητα λεωφορείων στη σηματοδότηση

2.4.3.2.1 Γενικά

Το 10 – 20 % του συνολικού χρόνου διαδρομής των λεωφορείων στις κεντρικές περιοχές των πόλεων αφορά την αναμονή των λεωφορείων στους σηματοδοτημένους κόμβους. Ένα σημαντικό τμήμα αυτής της καθυστέρησης οφείλεται στο γεγονός ότι η δυνατότητα συνεχούς κίνησης που προσφέρει μια κατάλληλα συντονισμένη σηματοδότηση (πράσινο κύμα) στα επαβατικά αυτοκίνητα δεν αξιοποιείται από τα οχήματα των δημοσίων συγκοινωνιών, τα οποία λόγω των στάσεων, δεν είναι δυνατόν να ακολουθήσουν τη μέση ταχύτητα κίνησης με βάση την οποία συντονίστηκαν οι φωτεινοί σηματοδότες.

Τα συστήματα προτεραιότητας λεωφορείων σε σηματοδοτούμενους κόμβους έχουν σαν σκοπό να μειώσουν στο ελάχιστο δυνατό το χρόνο αναμονής των λεωφορείων στους κόμβους αυτούς, αφενός λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες κίνησης των λεωφορείων και αφετέρου δίνοντας στα λεωφορεία μεγαλύτερη σημασία με την εφαρμογή ενός συντελεστή βαρύτητας, ο οποίος να εκφράζει το γεγονός ότι τα λεωφορεία εξυπηρετούν περισσότερους επαβάτες από ότι ένα επαβατικό αυτοκίνητο. Με τον τρόπο αυτό όχι μόνο μειώνεται σημαντικά η συνολική καθυστέρηση των μετακινουμένων επαβατών, αλλά και δίνεται ένα κίνητρο για τη χρησιμοποίηση των δημοσίων συγκοινωνιών αντί του επαβατικού αυτοκινήτου στις καθημερινές τουλάχιστον μετακινήσεις.

Τα συστήματα προτεραιότητας των λεωφορείων μπορούν να καταταγούν σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που λαμβάνεται υπόψη η ύπαρξη των λεωφορείων. Στην πρώτη κατηγορία η προτεραιότητα των λεωφορείων είναι προκαθορισμένη και το δίκτυο σηματοδότησης είναι σταθερού χρόνου. Στην κατηγορία αυτή δίνεται πολλές φορές η ονομασία παθητική μέθοδος προτεραιότητας των λεωφορείων. Στην περίπτωση αυτή δεν απαιτείται η αναγνώριση των λεωφορείων στους σηματοδοτούμενους κόμβους, αλλά συγκεντρώνονται στατιστικά στοιχεία της κίνησης τους. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται κατά τον καθορισμό των διαφόρων βέλτιστων προγραμμάτων σηματοδότησης, ώστε να ληφθούν ιδιαίτερα υπόψη και με αυξημένους συντελεστές οι κινήσεις των λεωφορείων.

Στη δεύτερη κατηγορία συστημάτων προτεραιότητας των λεωφορείων η σηματοδότηση είναι επενεργούμενη από την κυκλοφορία και σε αυτή δίνεται πολλές φορές η ονομασία ενεργητική μέθοδος προτεραιότητας των λεωφορείων. Στην περίπτωση αυτή ένα σήμα που δίνεται από το λεωφορείο μπορεί να μεταβάλει το πρόγραμμα σηματοδότησης ευνοώντας το.

2.4.3.2.2 Παθητική μέθοδος προτεραιότητας των λεωφορείων

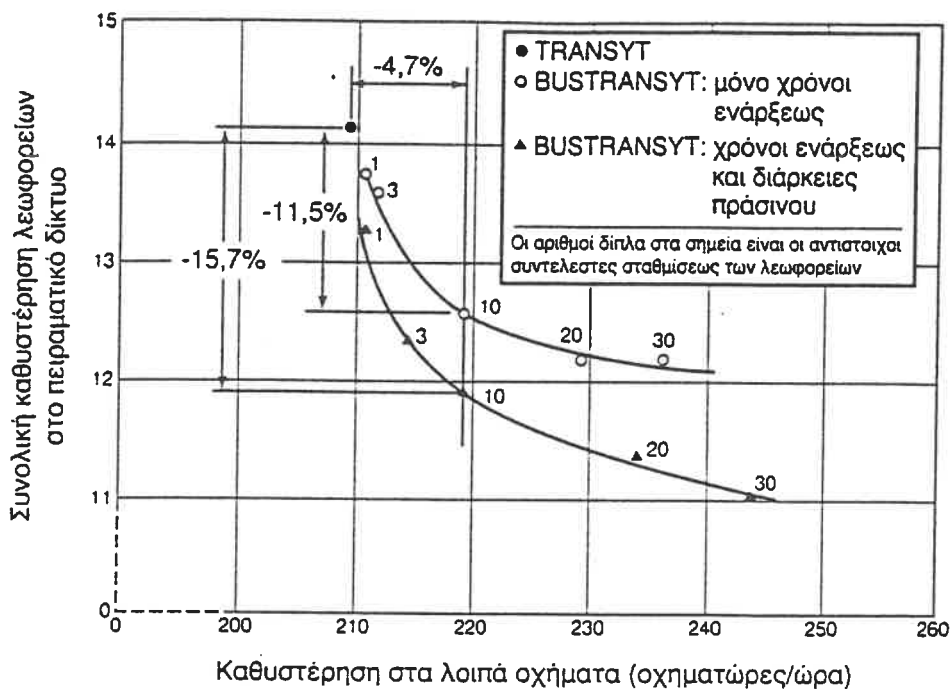
Η έννοια παθητική δηλώνει τη μη άμεση συμμετοχή του λεωφορείου στο πρόγραμμα σηματοδότησης, το οποίο γενικά παραμένει σταθερό. Μια σειρά από στοιχεία για την κίνηση των λεωφορείων έχουν συλλεγεί και έχουν εισαχθεί στο αντίστοιχο πρόγραμμα σηματοδότησης και τα λεωφορεία με αυτό τον τρόπο λαμβάνονται έμμεσα υπόψη. Με τη μέθοδο BUS TRANSYT είναι δυνατό να ευνοηθούν τα λεωφορεία σε ένα συντονισμένο σύστημα σηματοδότησης.

Η μέθοδος αυτή, για την οποία θα μιλήσουμε σε επόμενη ενότητα πιο αναλυτικά, αποτελεί τμήμα της γενικότερης μεθόδου TRANSYT (πρόγραμμα TRANSYT), η οποία βελτιστοποιεί τους χρόνους έναρξης και τη διάρκεια των πράσινων ενδείξεων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος των καθυστερήσεων και στάσεων στο εξεταζόμενο οδικό δίκτυο. Μπορούμε να αναφέρουμε χαρακτηριστικά ένα απλό παράδειγμα εφαρμογής της παθητικής μεθόδου προτεραιότητας των λεωφορείων, τα αποτελέσματα της οποίας φαίνονται στο σχήμα 2.15 της επόμενης σελίδας.

Συγκρίνουμε τους συνολικούς χρόνους καθυστέρησης των λεωφορείων καθώς και των υπολοίπων οχημάτων σε ένα πειραματικό δίκτυο 24 κόμβων που προκύπτουν αν χρησιμοποιηθεί το πρόγραμμα TRANSYT ή BUS TRANSYT. Για το τελευταίο δείχνονται δύο καμπύλες από τις οποίες η πάνω έχει προκύψει από βελτιστοποίηση με αλλαγή μόνο στις ενάρξεις των πράσινων ενδείξεων, ενώ η κάτω προκύπτει και από ταυτόχρονη αλλαγή της διάρκειας των πράσινων ενδείξεων.

Στο σχήμα αυτό φαίνεται ότι η παραδοχή συντελεστή στάθμισης 10 για τα λεωφορεία μειώνει τις καθυστερήσεις στα λεωφορεία κατά 11 % (πάνω καμπύλη) και 15.7 % (κάτω καμπύλη) σε σχέση με το πρόγραμμα TRANSYT, ενώ αυξάνει τις καθυστερήσεις στα επιβατικά αυτοκίνητα κατά 4.7 % και για τις δύο περιπτώσεις. Με συντελεστή στάθμισης 20 οι μειώσεις για τα λεωφορεία είναι 14 % και 20 % και οι αντίστοιχες αυξήσεις για τα επιβατικά αυτοκίνητα 9 % και 14 %.

σχήμα 2.15 — Επίδραση διαφόρων συντελεστών στάθμισης λεωφορείων και διαφόρων μεθόδων βελτιστοποίησης



Από τα παραπάνω αποτελέσματα στο πειραματικό δίκτυο των 24 κόμβων προκύπτει ότι το 65 % της βελτίωσης στις καθυστερήσεις των λεωφορείων προέρχονται από τη βελτιστοποίηση των χρόνων έναρξης των πράσινων ενδείξεων και το 33 % από τη βελτιστοποίηση της διάρκειας των πράσινων ενδείξεων. Σε πραγματικές καταστάσεις η επιλογή ενός συντελεστή στάθμισης των λεωφορείων σύμφωνα με τους βαθμούς πλήρωσης των λεωφορείων και επιβατικών αυτοκινήτων εξασφαλίζει την ελαχιστοποίηση του χρόνου των επιβατών.

2.4.3.2.3 Ενεργητική μέθοδος προτεραιότητας των λεωφορείων

Σε αντίθεση με την παθητική μέθοδο προτεραιότητας λεωφορείων, η οποία απλώς λαμβάνει υπόψη τα λεωφορεία για τον τρόπο κίνησης τους, στην ενεργητική μέθοδο κάθε λεωφορείο που διέρχεται από ένα κόμβο εκπέμπει ένα σήμα με το οποίο μπορεί να μεταβάλει, μέσα σε προκαθορισμένα όρια, το υφιστάμενο πρόγραμμα σηματοδότησης προς όφελος του. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται συνήθως αποτελείται από ένα μικρό πομπό, από τους φωρατές (detectors) και από ορισμένα πρόσθετα κυκλώματα.

Ο μικρός πομπός τοποθετείται στο κάτω μέρος των λεωφορείων και εκπέμπει συνεχώς ένα σήμα σε σταθερή προκαθορισμένη χαμηλή συχνότητα. Τοποθετείται εύκολα και δεν χρειάζεται ηλεκτρική σύνδεση με το λεωφορείο. Οι φωρατές είναι μορφής βρόγχου και ενσωματώνονται στην επιφάνεια του οδοστρώματος, όπως και οι κοινοί φωρατές στις τυπικές σηματοδοτήσεις που επενεργούνται από την κυκλοφορία. Τέλος, μια σειρά από πρόσθετα κυκλώματα τοποθετούνται στις διάφορες μονάδες ελέγχου της σηματοδότησης. Τα κυκλώματα αυτά δέχονται, μέσω των φωρατών, τα σήματα που εκπέμπουν τα λεωφορεία και καθορίζουν τον τρόπο που θα πρέπει να αλλάξει το πρόγραμμα σηματοδότησης.

Σε πιο σύνθετα συστήματα, όπου ο βαθμός επενέργειας του λεωφορείου εξαρτάται από την καθυστέρηση που παρουσιάζει κάθε λεωφορείο, από τον αριθμό των επιβατών που μεταφέρει και από το βαθμό κορεσμού του εξεταζόμενου κόμβου, το λεωφορείο διαθέτει ένα πομπό-δέκτη ερτζιανών κυμάτων που δίνει μια σειρά από πληροφορίες για το λεωφορείο, όπως ο αριθμός του λεωφορείου, ο αριθμός της λεωφορειακής γραμμής και του δρομολογίου, η πληρότητα κ.α. Οι πληροφορίες για την πληρότητα προκύπτουν με τη βοήθεια φωτοηλεκτρικών κυττάρων υπέρυθρων ακτινών που καταγράφουν τους αποβιβαζόμενους και επιβιβαζόμενους επιβάτες.

Η μεταβολή του προγράμματος σηματοδότησης μόλις ληφθεί το σήμα του λεωφορείου, το οποίο προχωρεί προς τον κόμβο, μπορεί να γίνει με δύο τρόπους ανάλογα με το αν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη ή κόκκινη. Αν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, τότε επεκτείνεται χρονικά ως ένα προκαθορισμένο μέγιστο όριο, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στο λεωφορείο να περάσει στην τρέχουσα φάση σηματοδότησης. Αντίθετα αν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη, τότε η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης μειώνεται χρονικά, διατηρώντας όμως πάντα ένα ελάχιστο όριο χρονικής διάρκειας της πράσινης ένδειξης για τη διασταυρούμενη οδό.

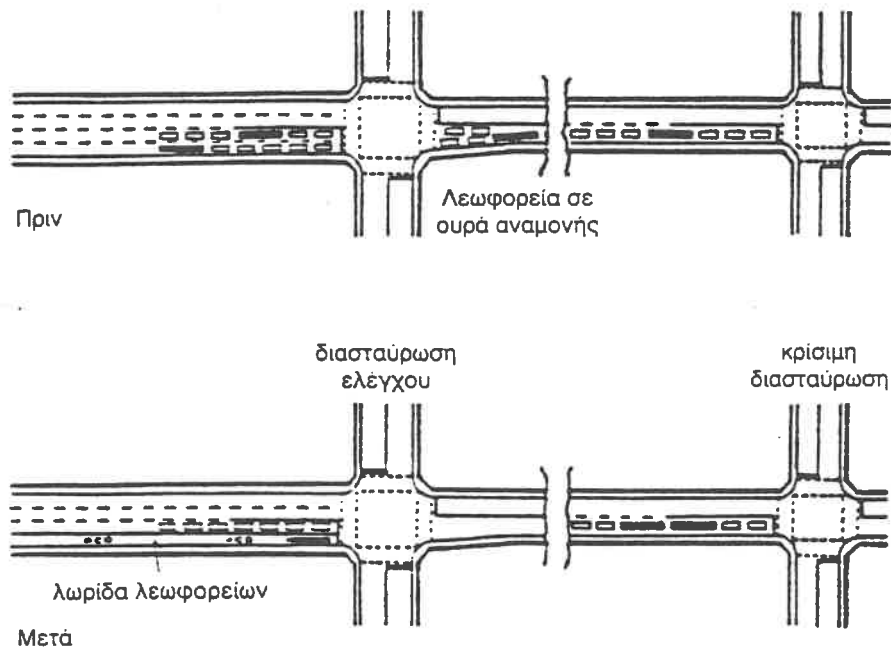
Ανάλογα με το επιθυμητό μέγεθος της βελτίωσης για τα λεωφορεία σε σχέση με τη επίδραση που θα προκύψει στα υπόλοιπα οχήματα, η οποία εξαρτάται από τις υφιστάμενες συνθήκες στον εξεταζόμενο κόμβο και τους παρακείμενους κόμβους, είναι δυνατό να εφαρμοστούν διάφορες μέθοδοι με περισσότερους ή λιγότερους περιορισμούς όσον αφορά τη δυνατότητα μεταβολής του προγράμματος σηματοδότησης από την επενέργεια των διερχόμενων λεωφορείων. Έτσι για παράδειγμα μπορεί να γίνει πρόβλεψη της αύξησης της διάρκειας της πράσινης ένδειξης που μειώθηκε λόγω της διέλευσης ενός λεωφορείου, αφού αυτό περάσει, ώστε να μειωθεί η δυσμενής επίδραση στα υπόλοιπα οχήματα που διέρχονται από τον κόμβο.

Στα τελευταία χρόνια έγιναν διάφορες εφαρμογές σηματοδότησης επενεργούμενης από τα λεωφορεία, τόσο σε μεμονωμένους κόμβους όσο και σε αρτηρίες ή περιορισμένα οδικά δίκτυα, με χρήση διαφόρων τρόπων επίδρασης στο πρόγραμμα σηματοδότησης με μεταβαλλόμενο βαθμό περιορισμών. Παράλληλα αναπτύχθηκαν διάφορα πρότυπα προσομοίωσης, τα οποία έδωσαν τη δυνατότητα να εξεταστεί ένα ευρύτερο φάσμα περιπτώσεων και εναλλακτικών λύσεων.

2.4.3.2.4 Πύλη ελέγχου

Η μέθοδος αυτή της σηματοδότησης ονομάζεται πύλη ελέγχου (gating) και αποτελεί μια ειδική εφαρμογή του ελέγχου πρόσβασης. Χρησιμοποιείται για να δίνει προτεραιότητα στα λεωφορεία και να περιορίζει αντίστοιχα τον αριθμό των αυτοκινήτων ΙΧ σε περιοχές που ο περιορισμός είναι ευκολότερα αποδεκτός από άποψη περιβάλλοντος και κυκλοφοριακών συνθηκών. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής αυτής της μεθόδου.

σχήμα 2.16 — Εφαρμογή της τεχνικής gating για περιορισμό της ροής των οχημάτων



Στο συγκεκριμένο παράδειγμα η διασταύρωση (πύλη) ελέγχου ευνοεί προφανώς τα λεωφορεία. Ο μειωμένος χρόνος πράσινης ένδειξης στην ελεγχόμενη διασταύρωση μετατοπίζει

την ουρά των αυτοκινήτων πριν από αυτή, όπου το πλάτος του δρόμου είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το επόμενο τμήμα και υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ειδικής λωρίδας για τα λεωφορεία.

Μια προφανής εφαρμογή της «τύλης ελέγχου» είναι σε σηματοδοτημένες διασταυρώσεις και στις περιμέτρους κεντρικών περιοχών πόλεων με μεγάλη κυκλοφορία. Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί σε μια κεντρική περιοχή ου υπάρχει επαρκής χώρος για δημιουργούμενες ουρές οχημάτων. Όταν επιλέγονται οι διασταυρώσεις που θα εφαρμοστεί το «gating» θα πρέπει να γίνεται σοβαρή μελέτη των πιθανών αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον των νέων περιοχών που είναι πιθανό να μεταφέρεται το μποτιλιάρισμα.

2.4.4 Παραδείγματα εφαρμογής μέτρων προνομιακής χρήσης των MMM σε μικτή κυκλοφορία

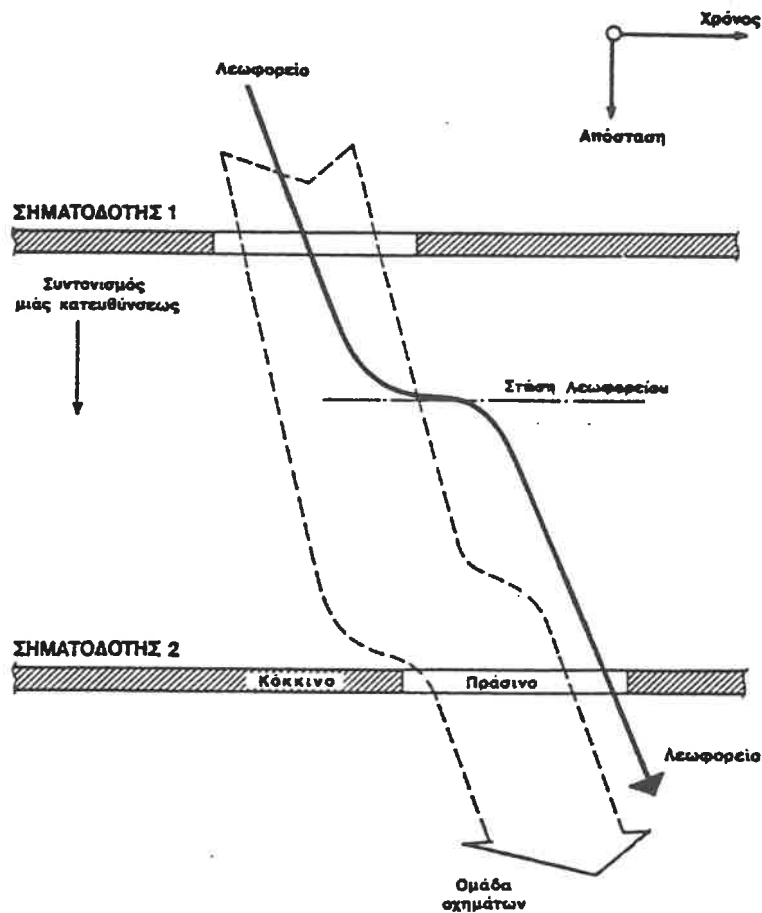
2.4.4.1 Γενικά

Τα λεωφορεία εξαιτίας της μικρότερης ταχύτητας που κινούνται και της καθυστέρησης στη στάση προκειμένου να εξυπηρετήσουν επιβάτες, ενώ ξεκινούν από ένα σηματοδότη μαζί με την υπόλοιπη κυκλοφορία φθάνουν στον επόμενο σηματοδότη αργότερα. Αν αυτή η διαφοροποίηση δεν ληφθεί υπόψη, τότε υπάρχει περίπτωση να προκύψουν σημαντικές καθυστερήσεις στα λεωφορεία, αλλά και στα υπόλοιπα οχήματα που κινούνται μαζί με τα λεωφορεία. Αυτό φαίνεται γραφικά στο σχήμα 2.17, της επόμενης σελίδας, όπου η μεγαλύτερη κλίση της έντονης γραμμής δείχνει τη μικρότερη ταχύτητα που αναπτύσσει το λεωφορείο.

Τα συστήματα προκαθορισμένης προτεραιότητας λεωφορείων σε ένα δίκτυο σηματοδότησης σταθερού χρόνου (παθητική μέθοδος) πρέπει να εφαρμόζονται σαν τμήμα του ευρύτερου προγραμματισμού της σηματοδότησης. Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τις ταχύτητες διαδρομής των λεωφορείων χωρίς, και αυτό είναι το σημαντικό, να επηρεάσει ουσιαστικά τις ταχύτητες των υπολοίπων οχημάτων. Το αποτέλεσμα είναι να μειωθούν σημαντικά οι συνολικές καθυστερήσεις όλων των μετακινούμενων προσώπων. Επειδή τα συστήματα αυτά δεν απαιτούν ειδικές εγκαταστάσεις ή εξοπλισμό, όπως για παράδειγμα φωρατές στην οδό ή πομπούς-δέκτες στα λεωφορεία, μπορεί να εφαρμοστούν σε οποιαδήποτε σηματοδότηση σταθερού χρόνου με μια χαμηλή σχετικά

δαπάνη για τη συγκέντρωση και την επεξεργασία ορισμένων στατιστικών στοιχείων προκειμένου να εισαχθούν στο κατάλληλο πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή. Σαν τέτοιο πρόγραμμα φαίνεται κατάλληλο το BUS TRANSYT.

σχήμα 2.17 — Διάγραμμα Χρόνων - Αποστάσεων για ένα λεωφορείο σε σχέση με την υπόλοιπη κυκλοφορία



Σημαντικά επιπλέον οφέλη με μείωση των χρόνων διαδρομής των λεωφορείων και των συνολικών καθυστερήσεων όλων των μετακινούμενων προσώπων μπορεί να προκύψουν από την περαιτέρω μεταβολή των προγραμμάτων σηματοδότησης με την ενεργητική συμμετοχή σε αυτά των λεωφορείων (ενεργητική μέθοδος). Η μέθοδος αυτή απαιτεί ειδικούς πομπούς-δέκτες στα λεωφορεία, φωρατές στις οδούς και πρόσθετα κυκλώματα στις διάφορες μονάδες ελέγχου της σηματοδότησης. Το κόστος όμως των παραπάνω είναι σχετικά μικρό και μπορεί να αποσβεστεί σε μικρό χρονικό διάστημα από τα οφέλη που προκύπτουν από μια τέτοια εγκατάσταση. Η εφαρμογή της μεθόδου με επενέργεια των λεωφορείων σε μεμονωμένους κόμβους ή αρτηρίες χωρίς κυκλοφορία λεωφορείων στις κάθετες οδούς,

αυξάνει σημαντικά τις ταχύτητες των λεωφορείων και βελτιώνει την κανονικότητα των δρομολογίων χωρίς ουσιαστικές επιπτώσεις στην υπόλοιπη κυκλοφορία, τουλάχιστον όταν αυτή δεν πλησιάζει τα όρια κορεσμού.

Σε αρτηρίες, στις οποίες υπάρχουν λεωφορειακές γραμμές και στις κάθετες οδούς και γενικότερα σε οδικά δίκτυα, η εφαρμογή της ενεργητικής μεθόδου βελτιώνει τους χρόνους διαδρομής των λεωφορείων και δεν επηρεάζει ουσιαστικά την υπόλοιπη κυκλοφορία όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι χαμηλοί. Σε καταστάσεις κορεσμού όμως, η επενέργεια των λεωφορείων μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την υπόλοιπη κυκλοφορία, αλλά και τα ίδια τα λεωφορεία ακόμα και σε περιπτώσεις που η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόζεται με κάποιους περιορισμούς. Για το λόγο αυτό θα πρέπει η επενέργεια των λεωφορείων στη σηματοδότηση να διακόπτεται κατά τις ώρες αιχμής. Η επενέργεια των λεωφορείων λειτουργεί ικανοποιητικά και χωρίς ειδική λωρίδα για τα λεωφορεία. Στην περίπτωση όμως που υπάρχει μια τέτοια λωρίδα τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι πιο ουσιαστικά.

Γενικά η εφαρμογή συστημάτων προτεραιότητας των λεωφορείων σε σηματοδοτούμενους κόμβους, εκτός από τη σημασία που έχει, γιατί μειώνει τις συνολικές καθυστερήσεις των μετακινουμένων ατόμων, ευνοεί τις δημόσιες συγκοινωνίες σε σχέση με τα επιβατικά αυτοκίνητα ΙΧ αυξάνοντας την αξιοπιστία τους και τελικά το ποσοστό της χρησιμοποίησής τους. Τα οφέλη που προκύπτουν, εκτός από τη μείωση των καθυστερήσεων, είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των καυσίμων, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και των αναγκών για την κατασκευή νέων και δαπανηρών έργων.

Η ανάπτυξη προγραμμάτων προτεραιότητας των λεωφορείων στη σηματοδότηση συνδυάζεται συνήθως και με άλλα μέτρα βελτίωσης, όπως είναι η κατασκευή ειδικών διαδρόμων για τα λεωφορεία, η αγορά οχημάτων σύγχρονης τεχνολογίας με μεγαλύτερες τεχνικές δυνατότητες και μεγαλύτερη χωρητικότητα, η αλλαγή του τρόπου καταβολής των κόμιστρων, οι διοικητικές και οι οργανωτικές βελτιώσεις κ.α. Όλα αυτά μαζί συγκροτούν ένα ευρύτερο πρόγραμμα ανάπτυξης των ΜΜΜ. Τέτοια προγράμματα και ιδιαίτερα εκείνα στα οποία τα οχήματα μαζικών μεταφορών έχουν ενεργητική συμμετοχή εφαρμόζονται σε πάρα πολλές πόλεις εδώ και δύο περίπου δεκαετίες. Στον πίνακα 2.9 της επόμενης σελίδας, ο οποίος δεν κρίθηκε σκόπιμο να μεταφραστεί, φαίνεται η εφαρμογή διαφόρων προγραμμάτων με διαφορετικές παραμέτρους ανάπτυξης το κάθε ένα σε διάφορες πόλεις.

πίνακας 2.9 — Διάφορα προγράμματα ανάπτυξης των ΜΜΜ

Programme	Project	Main PT Topics (Operation/Control)	Cities involved in Trials and Pilot Applications
DRIVE II	EUROBUS	PT Data Models—Passenger Information	Birmingham (GB), Madrid (E), Marseilles (F), Thessaloniki (GR)
	GAUDI	PT Ticketing—Zone Access	Barcelona (E), Bologna (I), Dublin (IRL), Marseilles (F), Trondheim (N)
	LLAMD	Integration of PT information in Traffic & Travel Information Systems	Amsterdam (NL), Dublin (IRL), London (GB), Lyon (F), Munich (D)
	PHOEBUS	Vehicle Scheduling and Control System	Alcala de H. (E), Brussels (B), Gent (B), Madrid (E), Zeist (NL)
	Task force PLATO	Integration of UTC and PT systems	-
	PRIMAVERA	PT Priority on Arterials	Leeds (GB), Turin (I)
	PROMPT	PT Priority, in different UTC systems	Gothenburg (S), London (GB), Southampton (GB), Turin (I)
	QUARTET	Modal shift to PT through strategic, integrated use of RTI/ATT	Athens (GR), Birmingham (GB), Stuttgart (D), Turin (I)
	SCOPE	Travel information, Transportation Planning and Control	Cologne (D), Piraeus (GR), Southampton (GB)
THERMIE	ANTARES	AVM, Integrated Ticketing, Passenger Information, Zone Access	Barcelona (E), Bologna (I), Dublin (IRL), Leipzig (D), Toulouse (F)
	ENTRANCE	Advanced PT applications	Caen (F), Cork (IRL), Dresden (D), Evora (P), Cologne (D), Piraeus (GR), Portsmouth (GB), Rotterdam (NL), Santiago (E), Southampton (GB)
	JUPITER	Passengers Information, PT Priority	Aalborg (DK), Bilbao (E), Florence (I), Gent (B), Liverpool (GB), Patra (GR)

Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι όλα τα παραπάνω προγράμματα αναφέρονται κύρια στα ΜΜΜ που κινούνται στο οδικό δίκτυο μιας πόλης, δηλαδή τα λεωφορεία (συμπεριλαμβανομένων και των τρόλεϊ) και το τραμ. Δεν αναφέρονται στο μετρό για το οποίο η προσέγγιση και ο τρόπος ανάπτυξης είναι διαφορετικός από τα υπόλοιπα ΜΜΜ.

Μπορούμε τέλος να αναφέρουμε σαν παράδειγμα την πόλη της Στουτγάρδης, όπου κατά τη 2ετία 1991-1992 στο 74 χιλιομέτρων δίκτυο τραμ εφαρμόστηκε μερική ή πλήρης προτεραιότητα για τα οχήματα τραμ στο 90% των σηματοδοτών που επηρέαζαν την κίνηση τους. Το αποτέλεσμα ήταν η μείωση του χαμένου χρόνου στο 1-5% του χρόνου της συνολικής διαδρομής, ανάλογα βέβαια και με τη γραμμή. Η προτεραιότητα στα οχήματα τραμ αποδίδεται και στην περίπτωση συντονισμένων ρυθμίσεων.

Στην περίπτωση που απαιτείται παραχώρηση προτεραιότητας στα οχήματα τραμ και υπάρχει πράσινο κύμα αυτό αναστέλλεται. Το σημαντικό είναι ότι οι επιπτώσεις στα υπόλοιπα οχήματα δεν ήταν σημαντικές. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τη μείωση του χαμένου χρόνου στους σηματοδότες για 5 διαφορετικές γραμμές.

πίνακας 2.10 — Σύγκριση αποτελεσμάτων «πριν» και «μετά» την εφαρμογή μέτρων παραχώρησης της προτεραιότητας για τα οχήματα τραμ στην πόλη της Στουτγάρδης

Γραμμή	Πριν την εφαρμογή		Τέλη 1991		Τέλη 1992	
	χαμένος χρόνος σε κάθε διαδρομή (δευτερόλεπτα)	% του συνολικού χρόνου διαδρομής	χαμένος χρόνος σε κάθε διαδρομή (δευτερόλεπτα)	% του συνολικού χρόνου διαδρομής	χαμένος χρόνος σε κάθε διαδρομή (δευτερόλεπτα)	% του συνολικού χρόνου διαδρομής
U1	267	10.6	114	4.5	40	1.6
U5	194	6.6	40	1.3	30	1.0
U6	40	1.7	22	1.0	20	0.9
U9	242	13.4	123	6.8	50	2.8
U14	346	14.1	92	3.7	40	1.6

2.4.4.2 Το πρόγραμμα BUS TRANSYT

Το BUS TRANSYT αναπτύχθηκε αρχικά στα πλαίσια του προγράμματος TRANSYT – 5, στο οποίο προστέθηκαν στοιχεία για την κίνηση των οχημάτων μαζικής μεταφοράς και τις καθυστερήσεις λόγω των στάσεων τους. Αυτό συνεχίστηκε και στις επόμενες και βελτιωμένες εκδόσεις του προγράμματος TRANSYT. Μετά τον υπολογισμό των καθυστερήσεων και του αριθμού των στάσεων, χωριστά για τα οχήματα μαζικής μεταφοράς και τα υπόλοιπα οχήματα, μπορεί να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στα οχήματα μαζικής μεταφοράς κατά τη διαδικασία βελτιστοποίησης, πολλαπλασιάζοντας τα οχήματα με συντελεστές βαρύτητας που εκφράζουν το μέσο αριθμό επιβατών κάθε οχήματος. Έτσι η βελτιστοποίηση γίνεται κατά τρόπο που να ελαχιστοποιούνται οι καθυστερήσεις στα οχήματα μαζικής μεταφοράς και όχι στα υπόλοιπα οχήματα.

Για τους υπολογισμούς αρχικά απαιτούνται οι ροές των οχημάτων μαζικής μεταφοράς για κάθε γραμμή που εξυπηρετούν, οι ταχύτητές των οχημάτων μαζικής μεταφοράς σε όλο το μήκος της διαδρομής τους, για το οποίο υπάρχουν σηματοδότες και για διάφορες χαρακτηριστικές περιόδους. Επιπλέον απαιτούνται η θέση των στάσεων των οχημάτων μαζικής μεταφοράς και οι γραμμές που τις χρησιμοποιούν, ο μέσος χρόνος παραμονής σε κάθε στάση και τέλος οι συντελεστές στάθμισης που θα χρησιμοποιηθούν για τα οχήματα μαζικής μεταφοράς με βάση τη μέση πλήρωση τους σε σχέση με την πλήρωση των ΙΧ.

Με το BUS TRANSYT δεν προσομοιώνεται ικανοποιητικά η αλληλεπίδραση ανάμεσα στα οχήματα μαζικής μεταφοράς και τα υπόλοιπα οχήματα. Γίνεται η υπόθεση ότι τα οχήματα μαζικής μεταφοράς κινούνται ανεξάρτητα από την υπόλοιπη κυκλοφορία ακόμα και αν χρησιμοποιούν τις ίδιες λωρίδες κυκλοφορίας. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά της κυκλοφοριακής ροής ανάμεσα στα ΜΜΜ και τα ΙΧ κάνουν τα δεύτερα να προσπερνούν τα πρώτα. Το TRANSYT γενικά δέχεται την ύπαρξη μιας τελικής, διακεκομμένης γραμμής (shared stopline) ακριβώς πριν μια διασταύρωση, όπου τα οχήματα μαζικής μεταφοράς είναι σε σειρά μαζί με τα υπόλοιπα οχήματα στο σηματοδότη μετά τη θεωρητικά ανεξάρτητη διαδρομή τους κατά μήκος του αντίστοιχου συνδέσμου. Γίνεται, δηλαδή, η θεώρηση ότι μόνο τα ΜΜΜ σχηματίζουν ουρά με την υπόλοιπη κυκλοφορία, ενώ στην πραγματικότητα τα οχήματα στο σηματοδότη περιμένουν όλα μαζί την πράσινη ένδειξη για να ξεκινήσουν. Δεν λαμβάνεται υπόψη ότι τα ΜΜΜ συγκρατούν, δηλαδή καθυστερούν, την υπόλοιπη κυκλοφορία σε μία ή περισσότερες λωρίδες κίνησης ανάμεσα σε συνεχόμενες διασταυρώσεις, ενώ σταματούν για να αποβιβάσουν και να επιβιβάσουν επιβάτες. Μεγάλο μέρος από αυτήν την καθυστέρηση, η οποία οφείλεται στην παραμονή του οχήματος μαζικής μεταφοράς στη στάση, δεν υπολογίζεται στα υπόλοιπα οχήματα και κυρίως στα ΙΧ. Με δεδομένο ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των στάσεων βρίσκεται κοντά σε διασταυρώσεις, η απόκλιση από το πραγματικό μέγεθος των καθυστερήσεων που προκαλούνται στα ΙΧ από τα ΜΜΜ δεν είναι αμελητέα.

Στο BUS TRANSYT ο χρήστης πρέπει να προσδιορίσει το χρόνο παραμονής ενός οχήματος μαζικής μεταφοράς στη στάση και πιο συγκεκριμένα μια μέση τιμή για αυτό το χρόνο, η οποία προκύπτει από διάφορες μετρήσεις. Ένας τύπος διασποράς για το όχημα μαζικής μεταφοράς προβλέπει το χρόνο που χρειάζεται αυτό για να διανύσει το συγκεκριμένο σύνδεσμο κατά τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ο χρόνος παραμονής στη στάση αποτελεί προσεγγιστικά και την καθυστέρηση του οχήματος μαζικής μεταφοράς. Αυτή η διαδικασία είναι ίδια είτε η στάση είναι στη μέση του οικοδομικού τετραγώνου είτε πολύ κοντά στη διασταύρωση.

Αναφέραμε προηγουμένα ότι το BUS TRANSYT υποθέτει ότι η κυκλοφορία των ΙΧ γίνεται ανεμπόδιστα στο συγκεκριμένο ρεύμα, δηλαδή στο συγκεκριμένο σύνδεσμο, ανεξάρτητα από την πιθανότητα ότι αυτή η κυκλοφορία μπορεί να καθυστερήσει από την στάση ενός οχήματος μαζικής μεταφοράς. Στην ουσία το BUS TRANSYT υποθέτει ότι τα οχήματα μαζικής μεταφοράς, προκειμένου να σταματήσουν και να επιβιβάσουν ή να αποβιβάσουν επιβάτες, μπαίνουν μέσα σε ειδικά κατασκευασμένους χώρους (εσοχές) οπότε και δεν επηρεάζουν την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων. Στην περίπτωση που έχουμε λεωφορεία η ύπαρξη εσοχών για τη στάση τους είναι αρκετά πιθανή, αλλά στην περίπτωση που έχουμε οχήματα τραμ η ύπαρξη εσοχών είναι αδύνατη και το σφάλμα στον υπολογισμό των καθυστερήσεων δεν μπορεί να είναι μικρό.

Το 1989 οι Yagar και Joyce εφάρμοσαν το πρόγραμμα BUS TRANSYT σε ένα τμήμα 6 χιλιομέτρων της οδού Queen στο Τορόντο του Καναδά, η οποία διασχίζεται από γραμμή τραμ. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε χωρίς καμία διαφοροποίηση και ως χρόνος παραμονής του τραμ στη στάση χρησιμοποιήθηκε το άθροισμα της μέσης τιμής των χρόνων παραμονής που μετρήθηκαν με την τυπική απόκλιση τους. Η πληρότητα κατά τις ώρες αιχμής υποτέθηκε ότι ήταν 60 επιβάτες για το τραμ και 1.3 επιβάτες για τα ΙΧ.

Εφαρμόστηκαν δύο διαφορετικοί συντελεστές στάθμισης για τα τραμ. Στην πρώτη περίπτωση ο συντελεστής στάθμισης ήταν 1 και στη δεύτερη ήταν 100, όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.18 της επόμενης σελίδας. Παρατηρούμε ότι η μείωση στην καθυστέρηση των τραμ ήταν 8.1% κατά μέσο όρο, ενώ η αντίστοιχη αύξηση στα ΙΧ ήταν μόνο 1.7%.

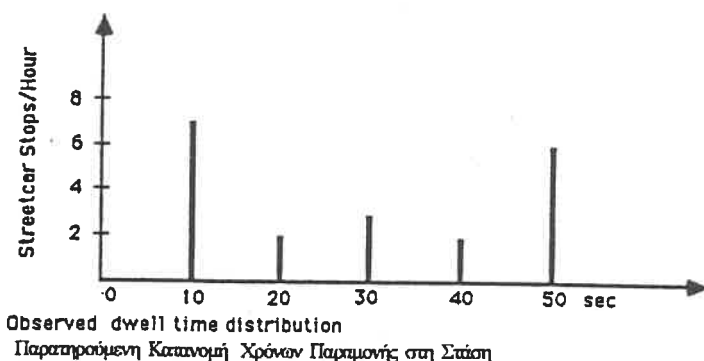
σχήμα 2.18 — Καθυστερήσεις που υπολογίστηκαν στη συγκεκριμένη εφαρμογή από το πρόγραμμα TRANSYT-7F

Vehicular delay estimates by TRANSYT-7F				
	Streetcar: Private Traffic Priority Weight Ratio		Difference	%
	1:1	100:1		
Streetcar Delay (vehicle hours per hour)	8.55	7.86	-0.69	-8.1
Private Vehicle Delay (vehicle hours per hour)	303.44	308.64	5.20	+1.7
Streetcar Passenger Delay Reduction;	0.69 × 60 = 41.40 passenger hours per hour			
Private Vehicle Passenger Delay Increase;	5.20 × 1.3 = 6.76 passenger hours per hour			
Net Reduction in Passenger Delay:	34.64 passenger hours per hour			

Επειδή όμως υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο χρόνο παραμονής ενός οχήματος μαζικής μεταφοράς στη στάση ανάλογα με το αν έχουμε περίοδο αιχμής ή όχι είναι πιο σωστή η θεώρηση μεταβλητών χρόνων παραμονής στη στάση για τα οχήματα

μαζικής μεταφοράς. Οι Yagar και Joyce τροποποίησαν το πρόγραμμα TRANSYT-7F, όπου αυτό ήταν απαραίτητο, ώστε να μπορούν να ληφθούν υπόψη μεταβλητοί χρόνοι παραμονής στη στάση. Γενικά θεώρησαν ξεχωριστούς υποθετικούς συνδέσμους και κόμβους (1 υποθετικό κόμβο και 4 υποθετικούς συνδέσμους) για κάθε επίπεδο διακύμανσης του χρόνου παραμονής στη στάση κάνοντας την κατανομή των παρατηρούμενων τιμών, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 2.19 — Διάγραμμα κατανομής συχνότητας χρόνου παραμονής στη στάση



Η εφαρμογή αυτής της μεθοδολογίας έγινε από τους Yagar και Heydecker επίσης στο ίδιο τμήμα της οδού Queen στο Τορόντο του Καναδά. Τα αποτελέσματα σε αυτή την περίπτωση (μεταβλητοί χρόνοι παραμονής στη στάση) ήταν κατά 17% καλύτερα από πριν για τα οχήματα τραμ, ενώ η αύξηση των καθυστερήσεων στα ΙΧ ήταν επίσης λίγο μεγαλύτερη από πριν.

Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι γενικά αξίζει τον κόπο να εφαρμοστεί ένα τέτοιου είδους πρόγραμμα προς όφελος των ΜΜΜ, αφού η βελτίωση που προκύπτει είναι αρκετά σημαντική, τα οφέλη γνωστά, ενώ η επίδραση στα υπόλοιπα οχήματα γενικά πολύ μικρή. Προφανώς η επιλογή του τρόπου προσέγγισης είναι συγκερασμός και άλλων παραγόντων, όπως είναι η σχέση ανάμεσα στο κόστος εφαρμογής της κάθε διαφορετικής μεθοδολογίας και τα οφέλη που αυτή αποφέρει.

2.5 ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΛΕΩΦΟΡΕΙΑΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

2.5.1 Βασικές έννοιες και ορισμοί

Ο προσδιορισμός της ικανότητας μεταφοράς επιβατών (passenger carrying capability ή person capacity) από τα ΜΜΜ είναι περισσότερο πολύπλοκος και λιγότερο ακριβής από ότι ο προσδιορισμός της κυκλοφοριακής ικανότητας των οδών . Η ικανότητα μεταφοράς επιβατών αναφέρεται στον αριθμό των μετακινουμένων επιβατών και εξαρτάται από τη χωρητικότητα των οχημάτων (λεωφορεία και τρόλεϊ) και την προσφερόμενη εξυπηρέτηση . Κατά συνέπεια η ικανότητα μεταφοράς επιβατών προσδιορίζεται από τη σχέση της πυκνότητας των μετακινουμένων επιβατών σε ένα όχημα μαζικής μεταφοράς με τον αντίστοιχο αριθμό των οχημάτων . Επίσης η ικανότητα μεταφοράς επιβατών εξαρτάται από την πολιτική λειτουργίας του υπεύθυνου οργανισμού για τα ΜΜΜ, η οποία καθορίζει τη συχνότητα εξυπηρέτησης και τους επιτρεπόμενους χώρους επιβίβασης και αποβίβασης των επιβατών .

Οι σημαντικότερες έννοιες που σχετίζονται με την ικανότητα μεταφοράς επιβατών από τα ΜΜΜ αναφέρονται στη συνέχεια . Πρόκειται για έννοιες , οι οποίες κατά αναλογία έχουν εφαρμοστεί από την κυκλοφοριακή ικανότητα των οδών .

- Ικανότητα οχήματος (vehicle capacity) : Είναι ο μέγιστος αριθμός επιβατών που μπορεί να εξυπηρετηθεί από ένα όχημα μαζικής μεταφοράς , σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και την τήρηση των κανόνων ασφαλείας .
- Ικανότητα για μεταφορά επιβατών (passenger carrying capability ή person capacity) : Αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη γραμμή που εξυπηρετείται από οχήματα μαζικής μεταφοράς και είναι το γινόμενο του αριθμού των οχημάτων ανά ώρα και του αριθμού των επιβατών που μπορεί να μεταφέρει ένα όχημα, όπως προσδιορίζεται από την ικανότητα του οχήματος .
- Χρόνος εκκένωσης (clearance time) : Είναι όλες οι απώλειες χρόνου, οι οποίες μετριούνται σε δευτερόλεπτα, σε μία στάση εκτός από το χρόνο που απαιτείται για την εξυπηρέτηση των επιβατών . Μπορεί να θεωρηθεί ως ο ελάχιστος χρόνος μεταξύ ενός οχήματος που εξέρχεται από τη στάση και του επόμενου που εισέρχεται στη στάση .

- Χρόνος διακοπής της κίνησης του οχήματος (dwell time): Είναι ο συνολικός χρόνος, ο οποίος μετρείται σε δευτερόλεπτα, που παραμένει σταματημένο ένα όχημα στη στάση για να εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Περιλαμβάνει το σύνολο του χρόνου που απαιτείται για την αποβίβαση και την επιβίβαση των επιβατών καθώς και το χρόνο που απαιτείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών.
- Σημείο μέγιστης επιβίβασης (maximum load point): Είναι το σημείο ή το τμήμα κατά μήκος της διαδρομής, στο οποίο παρουσιάζεται ο μεγαλύτερος αριθμός μεταφερομένων επιβατών από το όχημα.
- Χρόνος εξυπηρέτησης επιβάτη (passenger service time): Είναι ο χρόνος, ο οποίος μετρείται σε δευτερόλεπτα, που απαιτείται για την επιβίβαση ή την αποβίβαση ενός επιβάτη από το όχημα.
- Επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών (person level of service): Είναι η ποιότητα της εξυπηρέτησης που προσφέρεται στον επιβάτη εντός ενός οχήματος και προσδιορίζεται από τη διαθέσιμη επιφάνεια ανά επιβάτη (τ.μ/επιβάτη).
- Παραγωγική ικανότητα (productive capacity): Είναι η αποτίμηση της ωριαίας απόδοσης μιας γραμμής ΜΜΜ και προκύπτει από το γινόμενο της ικανότητας μεταφοράς επιβατών μιας συγκεκριμένης γραμμής και της ταχύτητας του οχήματος.
- Ικανότητα σε θέσεις (seat capacity): Είναι το άθροισμα του αριθμού των καθισμάτων και των θέσεων όρθιων σε ένα όχημα μαζικής μεταφοράς σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και τους κανονισμούς ασφαλείας.

2.5.2 Βασικοί συντελεστές ικανότητας μεταφοράς επιβατών

Οι βασικοί συντελεστές που καθορίζουν τη μέγιστη ικανότητα μεταφοράς επιβατών μιας γραμμής είναι τέσσερις. Είναι ο μέγιστος αριθμός οχημάτων ανά όχημα μαζικής μεταφοράς, η επιβατική ικανότητα του κάθε οχήματος, η ελάχιστη δυνατή χρονική απόσταση (headway) μεταξύ δύο διαδοχικών οχημάτων και τέλος ο αριθμός των λωρίδων διέλευσης ή θέσεων στάθμευσης για επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών σε αφητηρίες ή στάσεις.

Οι μεταβλητές που επηρεάζουν τους συντελεστές αυτούς και επομένως την ικανότητα για μεταφορά επιβατών φαίνονται στον πίνακα 2.11. Μερικές μεταβλητές επηρεάζουν τον

αριθμό των επιβατών ανά όχημα, ενώ άλλες επηρεάζουν τον αριθμό των οχημάτων που μπορούν να διέλθουν από ένα σημείο σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

πίνακας 2.11 — Καθοριστικοί συντελεστές για την ικανότητα μεταφοράς επιβατών

<p style="text-align: center;"><u>1. Χαρακτηριστικά οχημάτων</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Επιπευρόμενος αριθμός οχημάτων ανά μονάδα μέσου (π.χ ένα λεωφορείο)• Διαστάσεις οχημάτων• Διάταξη καθισμάτων και χωρητικότητα σε αριθμό καθήμενων και όρθιων• Αριθμός, θέση και πλάτος θυρών• Αριθμός και ύψος σκαλοπατιών των θυρών• Μέγιστη ταχύτητα• Ρυθμός επατάχυνσης και επιβράδυνσης• Τύπος ελέγχου ανοίγματος – κλεισίματος θυρών
<p style="text-align: center;"><u>2. Χαρακτηριστικά της υποδομής, όπου κινούνται τα οχήματα</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Διατομή οδού• Βαθμός διαχωρισμού από την υπόλοιπη κυκλοφορία• Τύπος διασταυρώσεων (στο ίδιο ή διαφορετικά επίπεδα, είδος ελέγχου κυκλοφοριακών προσβάσεων)• Οριζόντια και κατακόρυφη χάραξη της οδού
<p style="text-align: center;"><u>3. Χαρακτηριστικά λειτουργίας</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Αστικές και προαστιακές λειτουργίες στους τερματικούς σταθμούς• Πρακτική αναδιάταξης στάσεων και δρομολογίων, ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες• Απώλεια χρόνου που οφείλεται στην επιδίωξη να διατηρούνται σταθερές οι χρονικές αποστάσεις μεταξύ των λεωφορείων ή για ανάπαυση του οδηγού• Κανονικότητα αφίξεων στη συγκεκριμένη στάση
<p style="text-align: center;"><u>4. Χαρακτηριστικά στάσεων</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Απόσταση μεταξύ στάσεων• Σχεδιασμός (σε εσοχή ή στην ίδια λωρίδα κυκλοφορίας)• Ύψος πλατφόρμας (υψηλό ή χαμηλό επίπεδο για επιβίβαση – αποβίβαση)• Αριθμός και μήκος θέσεων στάθμευσης• Μέθοδος πληρωμής κομίστρου (προπληρωμή, πληρωμή κατά την επιβίβαση ή την αποβίβαση)• Τύπος κομίστρου (νομίσματα, κάρτα, εισιτήριο)• Κοινός ή χωριστοί χώροι και ώρες επιβίβασης και αποβίβασης επιβατών• Πρόσβαση των επιβατών στις στάσεις

πίνακας 2.11 (συνέχεια)

<p style="text-align: center;"><u>5. Χαρακτηριστικά μετακινήσεων επιβατών</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Συγκέντρωση και κατανομή επιβατών στις σημαντικότερες στάσεις• Ώρες αιχμής της κίνησης των επιβατών
<p style="text-align: center;"><u>6. Χαρακτηριστικά κυκλοφορίας των οδών</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Φόρτος και σύνθεση της υπόλοιπης κυκλοφορίας• Κυκλοφοριακοί φόρτοι στις προσβάσεις των ισόπεδων κόμβων
<p style="text-align: center;"><u>7. Μέθοδος ελέγχου χρονικής απόστασης μεταξύ διαδοχικών λεωφορείων</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Αυτόματη μέθοδος ή μέσω του οδηγού• Πολιτική για καθορισμό χρονικής απόστασης μεταξύ των οχημάτων

Στις περισσότερες περιπτώσεις τα ανώτατα όρια ικανότητας καθορίζονται από την ικανότητα σε αριθμό θέσεων μιας στάσης ή τερματικού σταθμού παρά από την κυκλοφοριακή ικανότητα των οδών. Κατά συνέπεια η ικανότητα μεταφοράς επιβατών μιας γραμμής ΜΜΜ προσδιορίζεται κύρια είτε από τις κρίσιμες στάσεις, όπου πραγματοποιούνται οι περισσότερες αποβιβάσεις ή επιβιβάσεις επιβατών, είτε από τους τερματικούς σταθμούς. Η μέθοδος αυτή προσδιορισμού της ικανότητας μεταφοράς επιβατών είναι περίπου όμοια με τον τρόπο υπολογισμού της κυκλοφοριακής ικανότητας αστικής οδικής αρτηρίας, η οποία βασίζεται στους κρίσιμους κυκλοφοριακούς κόμβους, κατά μήκος της εξεταζόμενης διαδρομής.

Οι παρακάτω θεωρήσεις είναι ιδιαίτερα σημαντικές όταν υπολογίζεται η ικανότητα μεταφοράς επιβατών μιας γραμμής ΜΜΜ.

- Μια γραμμή ΜΜΜ με σχετικά ομοιόμορφη κατανομή επιβιβαζόμενων / αποβιβαζόμενων επιβατών σε όλες τις στάσεις παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα μεταφοράς επιβατών από μία άλλη, στην οποία το μεγαλύτερο ποσοστό των επιβατών συγκεντρώνεται σε ένα μικρό αριθμό στάσεων ή ακόμα και σε μόνο μία στάση.
- Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι βραχυπρόθεσμες αυξομειώσεις στη ζήτηση μετακίνησης των επιβατών, ώστε να αποφεύγονται ανεπιθύμητες ουρές αναμονής στις στάσεις ή συνωστισμός μέσα στο λεωφορείο. Οι παρεκκλίσεις από τις προγραμματισμένες ώρες άφιξης και τις συνήθεις διάρκειες παραμονής στις στάσεις των οχημάτων επιφέρουν μείωση της ικανότητας.

- Η ικανότητα μιας γραμμής μεταβάλλεται κατά μήκος της διαδρομής . Ανώτατα περιοριστικά όρια ικανότητας εμφανίζονται μεταξύ των στάσεων εξαιτίας της κυκλοφοριακής ικανότητας των οδών, στις στάσεις ή σταθμούς εξαιτίας της ύπαρξης συγκεκριμένου αριθμού θέσεων στάθμευσης, στους κύριους κυκλοφοριακούς κόμβους με σημαντική διασταυρούμενη κυκλοφορία και τέλος στους τερματικούς σταθμούς εξαιτίας του αριθμού των θέσεων στάθμευσης .
- Η μέγιστη ικανότητα για μεταφορά επιβατών περιορίζεται συνήθως από συντελεστές, όπως είναι τα αποδεκτά επίπεδα άνεσης για τους επιβάτες, η κίνηση άλλων οχημάτων στις ίδιες λωρίδες κυκλοφορίας με αυτές των λεωφορείων, η ύπαρξη συντελεστών και μέτρων ασφαλείας στις μετακινήσεις . Κατά συνέπεια οι υπεύθυνοι των συγκοινωνιακών φορέων ενδιαφέρονται περισσότερο για την πραγματική τιμή της ικανότητας μεταφοράς επιβατών που μπορεί να επιτευχθεί, παρά για τη θεωρητική τιμή της .
- Λειτουργίες κοντά στη μέγιστη τιμή της ικανότητας μεταφοράς επιβατών τείνουν να υποβάλουν σε υπερβολική καταπόνηση τα ΜΜΜ και δεν αντιπροσωπεύουν επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας για τους επιβάτες . Για το λόγο αυτό συνιστάται η χρήση της μέγιστης ικανότητας μεταφοράς επιβατών για μικρό χρονικό διάστημα .
- Η ικανότητα έχει στενή σχέση με την απόδοση του συστήματος και την ποιότητα της εξυπηρέτησης και αποτιμάται με τα κριτήρια της ταχύτητας, της άνεσης και της αξιοπιστίας . Η έννοια της παραγωγικής ικανότητας, δηλαδή το γινόμενο της ικανότητας μεταφοράς επιβατών και της ταχύτητας, αποτελεί ένα σημαντικό δείκτη για την αποδοτικότητα του συστήματος δημοσίων συγκοινωνιών .
- Ικανότητες για μεταφορά επιβατών που βρίσκονται με αναλυτικές μεθόδους πρέπει να διασταυρώνονται με τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις επικρατούσες συνθήκες .

2.5.3 Υπολογισμός μεταφερομένων επιβατών σε τμήμα του οδικού δικτύου

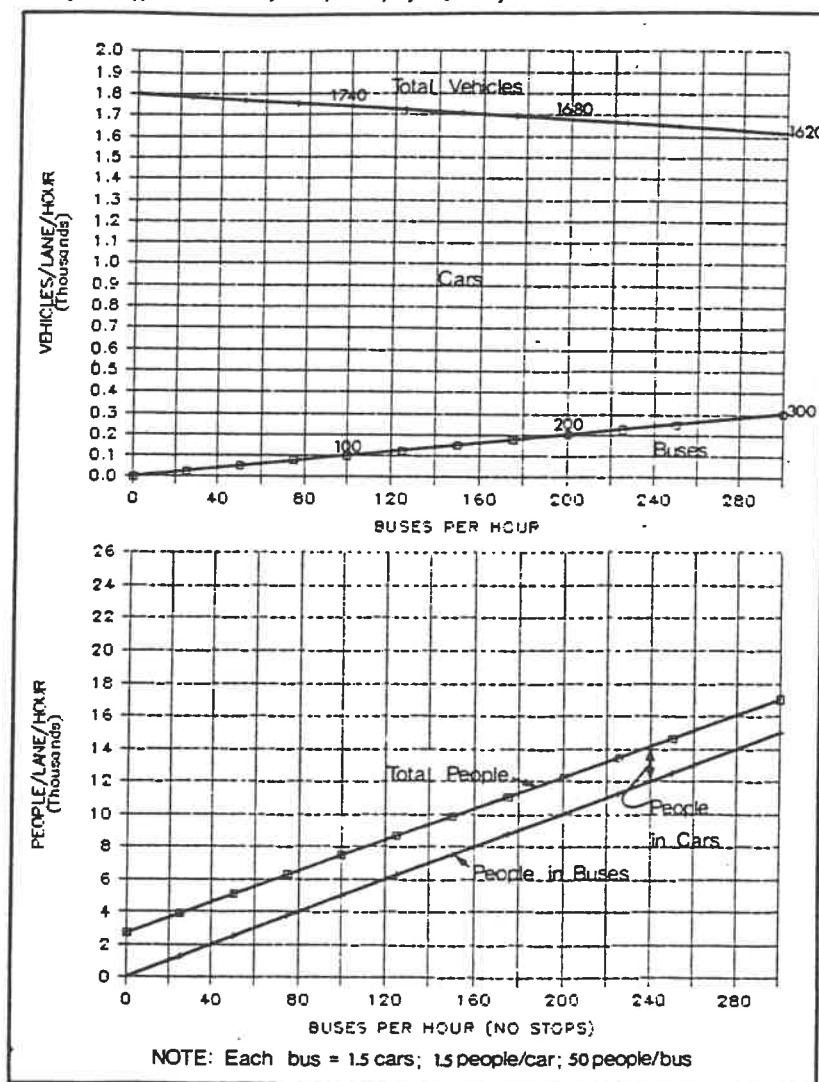
Η ικανότητα κάθε λωρίδας οδικής αρτηρίας σε αριθμό μετακινούμενων ατόμων εξαρτάται από τη σύνθεση της κυκλοφορίας, το μέγεθος και τον τύπο των οχημάτων, την πληρότητα τους σε επιβάτες και τη χρονική απόσταση δύο διαδοχικών οχημάτων . Η ικανότητα σε μετακινούμενα άτομα για κάθε λωρίδα υπολογίζεται από τη σχέση $C_{p,i} = f \cdot O_j + [(C_i - b_e \cdot f) \cdot O_p]$, όπου $C_{p,i}$ είναι η ικανότητα της λωρίδας σε μετακινούμενα άτομα για την εξεταζόμενη στάθμη εξυπηρέτησης i , f είναι ο αριθμός των λεωφορείων ανά

ώρα, O_j είναι ο μέσος αριθμός μεταφερομένων επιβατών ανά λεωφορείο για το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης i , C_i είναι η κυκλοφοριακή ικανότητα της λωρίδας σε ΜΕΑ/ώρα για την εξεταζόμενη στάθμη εξυπηρέτησης i , b_e είναι η ισοδυναμία ενός λεωφορείου σε ΜΕΑ και τέλος O_p είναι ο μέσος αριθμός μεταφερομένων επιβατών συμπεριλαμβανομένου και του οδηγού ανά επιβατικό αυτοκίνητο IX .

Είναι προφανές ότι αν πρόκειται για λωρίδα, στην οποία κινούνται μόνο λεωφορεία, η προηγούμενη σχέση απλοποιείται στη σχέση $C_{p,i} = f \cdot O_j$, η οποία δίνει την ικανότητα λωρίδας αποκλειστικής χρήσης από λεωφορεία σε επιβάτες/ώρα.

Αν υποθέσουμε ότι η κυκλοφοριακή ικανότητα C_i είναι 1800 ΜΕΑ / ώρα, ο συντελεστής b_e είναι ίσος με 1.5 και ότι η πληρότητα είναι 1.5 και 50 επιβάτες για τα IX και τα λεωφορεία αντίστοιχα, τότε έχουμε το παρακάτω σχήμα.

σχήμα 2.20 — Παράδειγμα ικανότητας μεταφοράς επιβατών



Διαπιστώνουμε ότι αριθμός των επιβατών που μεταφέρονται αυξάνει από τους 2700 επιβάτες ανά ώρα και ανά λωρίδα, όταν δεν υπάρχει κανένα λεωφορείο στους 17000 επιβάτες ανά ώρα και ανά λωρίδα, όταν υπάρχουν 300 λεωφορεία. Παράλληλα η ικανότητα της λωρίδας πέφτει από τα 1800 ΜΕΑ/ώρα στα 1620 ΜΕΑ/ώρα.

2.5.4 Επίδραση στάσεων λεωφορείων στην κυκλοφοριακή ικανότητα των οδικών αρτηριών

Στις αρτηρίες του οδικού δικτύου μιας πόλης και ιδιαίτερα στους σηματοδοτούμενους κόμβους ο διαθέσιμος χρόνος κίνησης των οχημάτων μειώνεται εξαιτίας της ύπαρξης των λεωφορείων. Η μείωση αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι τα λεωφορεία σταματούν στις στάσεις που υπάρχουν κατά μήκος της αρτηρίας. Η μείωση του διαθέσιμου χρόνου για την κίνηση των οχημάτων εξαρτάται από το είδος των στάσεων, από τον αριθμό των λεωφορείων που σταματούν στη στάση και από το χρόνο παραμονής τους στις στάσεις για επιβίβαση και αποβίβαση των επιβατών.

Κατά συνέπεια ο ισοδύναμος αριθμός ΜΕΑ για τα αστικά λεωφορεία μεταβάλλεται ουσιαστικά ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους. Όταν οι συνθήκες αυτές δεν είναι γνωστές γίνεται η γενική παραδοχή ισοδυναμίας ενός λεωφορείου με 1.5 – 3 ΜΕΑ. Όταν όμως οι συνθήκες λειτουργίας είναι γνωστές, τότε υπάρχουν αναλυτικές μέθοδοι υπολογισμού του ισοδύναμου αριθμού ΜΕΑ των λεωφορείων. Ο τρόπος υπολογισμού, σύμφωνα με το Εγχειρίδιο Κυκλοφοριακής Ικανότητας των Η.Π.Α (Highway Capacity Manual), που αναπτύσσεται στη συνέχεια διαφέρει ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι στάσεων στην εξεταζόμενη λωρίδα.

Στην περίπτωση που έχουμε μη διακοπτόμενη ροή (uninterrupted flow), δηλαδή τα λεωφορεία δεν σταματούν στις στάσεις, ένα λεωφορείο ισοδυναμεί με 1.5 ΜΕΑ. Στην περίπτωση όμως που υπάρχουν στάσεις στη λωρίδα κυκλοφορίας που τα λεωφορεία κινούνται, υπολογίζεται ένα μέγεθος αντιστοιχίας με ΜΕΑ. Το μέγεθος αυτό προκύπτει από τη μείωση του διαθέσιμου χρόνου για την κίνηση των οχημάτων, η οποία προκαλείται από την ύπαρξη στάσεων λεωφορείων στην εξεταζόμενη λωρίδα κυκλοφορίας, ονομάζεται ισοδύναμο επιβατικό αυτοκίνητο (ΙΕΑ) και υπολογίζεται από τη σχέση $IEA = \frac{T_L \cdot V}{N \cdot 3600}$, όπου T_L είναι η απώλεια χρόνου των υπολοίπων οχημάτων σε δευτερόλεπτα/ώρα, V είναι η κυκλοφοριακή

ικανότητα της εξεταζόμενης λωρίδας σε ΜΕΑ /ώρα (πράσινου, όταν υπάρχει φωτεινός σηματοδότης) και N είναι ο αριθμός των λεωφορείων που σταματούν στη στάση .

Αυτό που απαιτείται στη συνέχεια είναι ο υπολογισμός του χρόνου T_L , ο οποίος υπολογίζεται ανάλογα με το αν υπάρχει ειδική εσοχή για τη στάση του λεωφορείου ή η στάση γίνεται στην κανονική λωρίδα .

Στην περίπτωση που υπάρχει ειδική εσοχή για στάση του λεωφορείου στη δεξιά λωρίδα ή το λεωφορείο κινείται σε λωρίδα που δεν χρησιμοποιείται από άλλα οχήματα , η απώλεια χρόνου για κάθε άλλο κινούμενο όχημα στην κανονική λωρίδα κυκλοφορίας ανά λεωφορείο που σταματά είναι περίπου 3 – 4 δευτερόλεπτα και συμβολίζεται με L_i . Η ύπαρξη σηματοδότη τότε επηρεάζει ασήμαντα το χρόνο T_L , ο οποίος υπολογίζεται από τη σχέση $T_L = N \cdot L_i$.

Στην περίπτωση που υπάρχει στάση λεωφορείου στην κανονική λωρίδα κυκλοφορίας , τότε η συνολική απώλεια χρόνου για τα υπόλοιπα οχήματα που κινούνται στη λωρίδα προκύπτει από τη σχέση $T_L = \left(\frac{G}{C} \right) \cdot N \cdot (D_i + L)$, όπου T_L είναι η απώλεια χρόνου σε δευτερόλεπτα / ώρα, G είναι ο χρόνος φάσεως πράσινου σε δευτερόλεπτα, C είναι ο συνολικός χρόνος της περιόδου σηματοδότησης σε δευτερόλεπτα, N είναι ο αριθμός των λεωφορείων που σταματούν στη στάση ανά ώρα, L είναι ο μέσος χρόνος παραμονής στη στάση, D_i είναι ο μέσος όρος του χρόνου παραμονής των λεωφορείων στη στάση σε δευτερόλεπτα που οφείλεται σε άνοιγμα – κλείσιμο των θυρών και στην επιβίβαση – αποβίβαση των επιβατών . Ο μέσος χρόνος παραμονής στη στάση L οφείλεται στην επιβράδυνση του λεωφορείου κατά το σταμάτημα, στην επιτάχυνση του λεωφορείου κατά την αναχώρηση και στην τυχόν αναμονή λόγω της ύπαρξης άλλων λεωφορείων πιο μπροστά . Μετριέται σε δευτερόλεπτα και παίρνει τιμές μεταξύ 6 – 8 δευτερολέπτων .

Στον πίνακα 2.12, της επόμενης σελίδας , φαίνονται οι αντίστοιχοι συντελεστές IEA για διάφορες τιμές του χρόνου D_i μεταξύ 5 και 60 δευτερολέπτων και για λόγους G/C από 0.3 ως 0.6 . Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι όταν $D_i = 5$ δευτερόλεπτα και $G/C = 0.3$ (30 %) , τότε $IEA = 2$.

πίνακας 2.12 — Ισοδυναμία ΙΧ και λεωφορείων σε σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις

DURATION OF STOP (SEC)	PERCENT GREEN TIME ON STREET WITH BUSES			
	30%	40%	50%	60%
5	2	2	3	3
10	2	3	4	5
15	3	4	5	6
20	4	5	7	8
25	5	6	8	9
30	5	7	9	11
45	8	10	13	15
60	10	13	19	20

NOTE: Computations are based on the following relationship Pass. car equivalent per bus = $\frac{g}{C} \times \frac{(D + 6)}{h}$

where:

- h = 2 sec per car;
- g/C = green time/cycle ratio;
- 6 = additional time loss due to starting, stopping, and queuing, sec; and
- D = dwell time per bus, sec.

SOURCE: Computed.

Με βάση τα παραπάνω είναι δυνατόν να υπολογισθεί για τη λωρίδα, στην οποία κινούνται τα οχήματα και τα λεωφορεία, ο χρήσιμος χρόνος πράσινου ανά ώρα που παραμένει διαθέσιμος για την κυκλοφορία οχημάτων. Αυτός υπολογίζεται αν από το χρόνο φάσης πράσινου ανά ώρα αφαιρεθεί η απώλεια χρόνου T_L . Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις δύο προηγούμενες σχέσεις είναι ακριβή για στάσεις που βρίσκονται κοντά σε σηματοδότη και δίνουν ικανοποιητική προσέγγιση για στάσεις μακριά από σηματοδότη. Πρέπει τέλος να επισημανθεί ότι για όλα τα παραπάνω έχει γίνει η παραδοχή ότι η κυκλοφοριακή ικανότητα των άλλων λωρίδων δεν επηρεάζεται από τα λεωφορεία που κινούνται στην εξεταζόμενη λωρίδα.

2.5.5 Χρόνοι εξυπηρέτησης επιβατών στις στάσεις

Ο χρόνος εξυπηρέτησης επιβατών, D , μετριέται σε δευτερόλεπτα και προκύπτει από την επιβίβαση και αποβίβαση των επιβατών. Οι τιμές που παίρνει διαφοροποιούνται ανάλογα με το αν η επιβίβαση και η αποβίβαση γίνονται από την ίδια θύρα ή από διαφορετικές θύρες.

Στην περίπτωση που η αποβίβαση και η επιβίβαση των επιβατών γίνονται από την ίδια θύρα του λεωφορείου ο χρόνος εξυπηρέτησης των επιβατών δίνεται από τη σχέση $D = a \cdot A + b \cdot B$, ενώ στην περίπτωση που η αποβίβαση και η επιβίβαση των επιβατών γίνονται από διαφορετικές θύρες του λεωφορείου ο χρόνος εξυπηρέτησης των επιβατών δίνεται

από τη σχέση $D = \max(a \cdot A, b \cdot B)$. Το A είναι ο αριθμός των αποβιβαζόμενων επιβατών ανά λεωφορείο, το a είναι ο απαιτούμενος χρόνος για την αποβίβαση ενός επιβάτη σε δευτερόλεπτα, το B είναι ο αριθμός των επιβιβαζόμενων επιβατών ανά λεωφορείο και το b είναι ο απαιτούμενος χρόνος για την επιβίβαση ενός επιβάτη σε δευτερόλεπτα.

Αν θέλουμε να υπολογίσουμε το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση D_t θα πρέπει να προσθέσουμε στο χρόνο D το χρόνο t_c . Ο χρόνος αυτός ονομάζεται χρόνος εκκένωσης (clearance time) και είναι ο χρόνος που απαιτείται για άνοιγμα – κλείσιμο των θυρών με τιμές από 3 ως 7 δευτερόλεπτα και για να ξεκινήσουν οι επιβάτες να αποβιβάζονται / επιβιβάζονται με τιμές από 1 ως 3 δευτερόλεπτα. Ο χρόνος που απαιτείται για το άνοιγμα – κλείσιμο των θυρών εξαρτάται από την ταχύτητα που λειτουργούν οι θύρες και από την επιδεξιότητα του οδηγού. Ο χρόνος t_c εκφράζει τον ελάχιστο χρονικό διαχωρισμό μεταξύ του εξερχόμενου λεωφορείου από τη στάση και του αμέσως επόμενου που εισέρχεται στη στάση.

Κατά συνέπεια ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση θα δίνεται από τη σχέση $D_t = D + t_c$. Ο συνολικός χρόνος, T, από τη στιγμή που το λεωφορείο θα αρχίσει να επιβραδύνει για να σταματήσει στη στάση μέχρι τη στιγμή που θα ολοκληρώσει την επιτάχυνση του αναχωρώντας από τη στάση είναι $T = D + t_c + L$.

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1983 στην Αθήνα ο χρόνος t_c βρέθηκε ότι κυμαίνεται μεταξύ των 6.5 και 9 δευτερολέπτων. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι ο μέσος χρόνος επιβίβασης ανά επιβάτη, b, είναι μεταξύ των 1.2 και 2.4 δευτερολέπτων και ο μέσος χρόνος αποβίβασης ανά επιβάτη, a, είναι μεταξύ των 0.5 και 1.2 δευτερολέπτων. Οι χρόνοι επιβίβασης ήταν μεγαλύτεροι λόγω της καταβολής του κομίστρου από την μπροστινή θύρα. Οι μέγιστες τιμές των χρόνων επιβίβασης βρέθηκαν στα νέου τύπου τρόλεϊ, όπου η θύρα επιβίβασης έχει πλάτος 0.85 μέτρα αντί 1.30 – 1.36 μέτρα των παλαιού τύπου τρόλεϊ και των λεωφορείων.

Σε νεώτερη μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1990, οπότε και δεν απαιτείτο καταβολή κομίστρου αλλά μόνο ακύρωση εισιτηρίου εντός του λεωφορείου με δυνατότητα επιβίβασης και αποβίβασης από οποιαδήποτε θύρα, βρέθηκε μέσος χρόνος επιβίβασης ή αποβίβασης (μικτός) ανά επιβάτη ίσος με 2.5 δευτερόλεπτα. Στον πίνακα 2.13, της επόμενης σελίδας, φαίνονται οι χρόνοι επιβίβασης και αποβίβασης για διάφορες επικρατούσες συνθήκες στην περίπτωση που η αποβίβαση και η επιβίβαση γίνονται από διαφορετικές θύρες.

πίνακας 2.13 — Ενδεικτικοί χρόνοι επιβίβασης / αποβίβασης

ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΧΡΟΝΟΣ (δευτ./επιθ.)
A. ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ	
● Λίγες αποσκευές ή δέματα στα χέρια	1.5-2.5
● Μέτριος αριθμός αποσκευών ή δεμάτων	2.5-4.0
● Πολλές αποσκευές (υπεραστικά λεωφορεία)	4.0-6.0
B. ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ	
● Εισιτήρια που εκδίδονται εκτός λεωφορείου ή κατά την αποβίβαση/ μη καταβολή κομίστρου/ μηνιαίες κάρτες / ακύρωση ή έκδοση εισιτηρίου μετά την επιβίβαση εντός του λεωφορείου	1.5-2.5
● Πληρωμή σε μηχανή για κέρματα (περίπτωση κομίστρου ενός κέρματος)	2.0-3.0
● Πληρωμή σε μηχανή για κέρματα (περίπτωση κομίστρου πολλών κερμάτων)	3.0-4.0
● Προπληρωνόμενα εισιτήρια για σύστημα ζωνών και ακυρωνόμενα στο λεωφορείο κατά την είσοδο	4.0-6.0
● Πληρωμή εισιτηρίου σε οδηγό / εισπράκτορα	6.0-8.0

Θα πρέπει να συμπληρώσουμε τέλος ότι οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τους χρόνους επιβίβασης και αποβίβασης των επιβατών είναι :

- Ο αριθμός, το πλάτος και το ύψος των σκαλοπατιών .
- Ο τρόπος πληρωμής των κομίστρων και της έκδοσης ή ελέγχου των εισιτηρίων .
- Η μεταφορά αντικειμένων από τους επιβάτες .
- Η διάταξη των θέσεων στο λεωφορείο .
- Το ποσοστό των επιβιβαζόμενων / αποβιβαζόμενων επιβατών .
- Η τυχόν ταυτόχρονη αποβίβαση και επιβίβαση επιβατών από την ίδια θύρα .
- Ο αριθμός των όρθιων στο λεωφορείο, το οποίο σταματά στη στάση, και γενικότερα η πληρότητα του .
- Η κατάσταση του οδοστρώματος ή του κρασπέδου στο σημείο της στάσης, ανάλογα από το που σταματά ο οδηγός το λεωφορείο .
- Η υψομετρική διαφορά μεταξύ του κρασπέδου και του πρώτου σκαλοπατιού της θύρας του λεωφορείου .

2.5.6 Επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών

Το επίπεδο εξυπηρέτησης περιγράφει την ποιότητα των προσφερομένων υπηρεσιών στους χρήστες από το σύστημα των μεταφορών. Εξαρτάται πολλούς παράγοντες, όπως είναι η ταχύτητα των λεωφορείων, η πληρότητα των λεωφορείων, η άνεση, η αξιοπιστία. Το επίπεδο εξυπηρέτησης των επιβατών μπορεί να κυμαίνεται σε 6 διαφορετικά επίπεδα, τα οποία συμβολίζονται με τα γράμματα A, B, C, D, E και F ανάλογα με την τιμή του λόγου του αριθμού των επιβατών προς τον αριθμό των καθισμάτων. Το καλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης είναι το A και το χειρότερο το F. Στον πίνακα 2.14 παρουσιάζεται ένας συνδυασμός μεταξύ των επιπέδων εξυπηρέτησης των οχημάτων σε μία οδό και των επιβατών που βρίσκονται μέσα στα λεωφορεία.

πίνακας 2.14 — Συνδυασμός επιπέδων εξυπηρέτησης οδού - επιβατών

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΞΥΠ/ΣΗΣ ΟΔΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	Λεωφ/λωρ/ώρα		ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΞΥΠ/ΣΗΣ (ΕΠΙΒΑΤΕΣ) Επιβάτες/λωρίδα/ώρα					
		Συνήθεις τιμές	Μέση τιμή	A (3)	B	C	D	E	F
				0.00- 0.69	0.72- 1.00	1.03- 1.81	1.84- 2.59	2.63- 3.22	>3.25
A. Κύριες αρτηρίες εκτός κέντρου									
A	Ελεύθερη ροή	<25	15	550	800	1450	2075	2575	>2600
B	Σταθερή ροή χωρίς περιορισμ.	26 - 45	35	990	1440	2610	3735	4635	>4680
C	Σταθερή ροή με αλληλοεπιδράσ.	46 - 75	60	1650	2400	4350	6225	7725	>7800
D	Σταθερή ροή με ομαδοποιήσεις οχημάτων	76 -105	90	2310	3360	6090	8715	10815+	>10920+
E	Ασταθής ροή με συρές οχημάτων	106-135	120	2970	4320	7830	11205+	13905+	>14040+
F	Υποχρεωτικά αργή ροή, με συχνές στάσεις	>135	150	3300	4800	8700	12450+	15450+	>15600+
B. Κύριες αρτηρίες εντός κέντρου									
A	Ελεύθερη ροή	<20	15	440	640	1160	1660	2060	>2080
B	Σταθερή ροή χωρίς περιορισμ.	21 - 40	30	880	1280	2320	3320	4120	>4160
C	Σταθερή ροή με αλληλοεπιδράσ.	41 - 60	50	1320	1920	3480	4980	6180	>6240
D	Σταθερή ροή με ομαδοποιήσεις οχημάτων	61 - 80	70	1760	2560	4640	6640	8240	>8320
E	Ασταθής ροή με συρές οχημάτων	81-100	90	2200	3200	5800	8300	10300+	>10400+
F	Υποχρεωτικά αργή ροή, με συχνές στάσεις	>100	110	2420	3520	6380	9130+	11330+	>11440+

Το λεωφορείο θεωρούμε ότι έχει μεταφορική ικανότητα 32 επιβάτες καθιστούς και 71 όρθιους . Ο αριθμός των επιβατών / λωρίδα / ώρα υπολογίζεται από τη σχέση [(μέγιστος αριθμός λεωφορείων / λωρίδα / ώρα) · (μέγιστος αριθμός επιβατών / λεωφορείο)], ανάλογα με το επίπεδο εξυπηρέτησης . Η ένδειξη (+) σημαίνει ότι συνιστάται η λειτουργία άλλου μέσου μαζικής μεταφοράς , μεγαλύτερης μεταφορικής ικανότητας π.χ τραμ .

2.5.7 Ικανότητα στάσης σε αριθμό επιβατών

2.5.7.1 Γενικά

Ο χρόνος παραμονής των λεωφορείων στη στάση επιδρά άμεσα στο συνολικό αριθμό των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν στην εξεταζόμενη στάση, επειδή σταματούν μόνο στη χωροθετημένη περιοχή της στάσης για την αποβίβαση και επιβίβαση επιβατών και όχι σε οποιοδήποτε σημείο του κρασπέδου .

Επακόλουθο των παραπάνω είναι ότι κατά τη διάρκεια παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί άλλο λεωφορείο εφόσον υπάρχει μόνο μία χωροθετημένη θέση για στάση . Κατά συνέπεια ο αριθμός των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν εξαρτάται από το χρόνο παραμονής τους στις στάσεις και τον αριθμό των θέσεων για στάση που προβλέπονται στη χωροθετημένη περιοχή . Αν λοιπόν η κρισιμότερη, από άποψη χρόνου παραμονής , στάση της λεωφορειακής γραμμής έχει ικανότητα να εξυπηρετήσει λ λεωφορεία, ο αριθμός αυτός αποτελεί και το μέγιστο αριθμό των λεωφορείων που είναι εφικτό να δρομολογηθούν, έστω και αν οι ανάγκες της λεωφορειακής γραμμής απαιτούν περισσότερα .

Ο πιο κοινός τύπος στάσης είναι η στάση κατά μήκος του κρασπέδου στη δεξιά λωρίδα της οδού . Προκειμένου να διευκολύνεται η κυκλοφορία των οχημάτων στη δεξιά λωρίδα, συνιστάται οι χωροθετημένες περιοχές των στάσεων να υπάρχουν είτε σε εσοχή, η οποία και κατασκευάζεται για το σκοπό αυτό, είτε σε ειδική λωρίδα .

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι χωροθετημένες περιοχές για στάση που υποχρεώνουν τα λεωφορεία να σταθμεύουν υπό γωνία πρέπει να αποφεύγονται, γιατί τα λεωφορεία κατά την εκκίνηση τους υποχρεώνονται να κάνουν ελιγμούς . Το γεγονός αυτό συνεπάγεται αύξηση του απαιτούμενου χρόνου στάσης και συνεπώς μείωση του αριθμού των λεωφορείων που είναι δυνατόν να εξυπηρετηθούν . Μόνη εξαίρεση μπορεί να υπάρξει στις

αφετηρίες και τέρματα των λεωφορείων αν προβλέπεται ειδική λωρίδα για πρόσβαση και αποχώρηση των λεωφορείων χωρίς ελιγμούς, αλλά με ατλή διέλευση.

Η ικανότητα μιας στάσης μετράται, είτε με τον αριθμό των λεωφορείων, είτε με τον αριθμό των επιβατών που εξυπηρετούνται. Παρακάτω εξετάζονται και οι δύο περιπτώσεις στάσεων με μια ή περισσότερες θέσεις λεωφορείων, υποθέτοντας ότι τα λεωφορεία που πρόκειται να σταματήσουν στη στάση δεν προσπερνούν όσο είναι ήδη σταματημένα στη χωροθετημένη περιοχή της στάσης, αλλά παραμένουν στη σειρά.

2.5.7.2 Ικανότητα στάσης με μία θέση στάθμευσης

Η ικανότητα της στάσης εκτιμάται από δύο διαφορετικές σχέσεις ανάλογα με το αν η κυκλοφορία είναι διακοπτόμενη ή όχι από κάποιο φωτεινό σηματοδότη. Έτσι στην περίπτωση που η ροή είναι μη διακοπτόμενη από φωτεινό σηματοδότη η ικανότητα της στάσης δίνεται από τη σχέση $f_i = \frac{3600 \cdot R_i}{t_c + D} \cdot L_i \cdot P_h$, ενώ στην περίπτωση που η κυκλοφορία είναι διακοπτόμενη από κάποιο φωτεινό σηματοδότη η ικανότητα της στάσης δίνεται από τη σχέση $f_i = \left(\frac{G}{C}\right) \cdot \frac{3600 \cdot R_i}{t_c + D \cdot \left(\frac{G}{C}\right)} \cdot L_i \cdot P_h$.

Το f_i είναι η ικανότητα στάσης με μια θέση στάθμευσης στη χωροθετημένη περιοχή για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών και μετρείται σε λεωφορεία ανά ώρα και ανά θέση, το G είναι ο χρόνος πρασίνου συμπεριλαμβανομένου και της κίτρινης ένδειξης ανά περίοδο φωτεινής σηματοδότησης σε δευτερόλεπτα, το C είναι η διάρκεια της περιόδου της φωτεινής σηματοδότησης σε δευτερόλεπτα, το D είναι ο χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το t_c είναι ο χρόνος εκκένωσης και το L_i είναι δείκτης για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών i στη στάση.

Το R_i είναι ένας διορθωτικός συντελεστής για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών i στη στάση. Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται για τη διόρθωση του διαθέσιμου χρόνου παραμονής των λεωφορείων στη στάση. Η χρήση του συντελεστή αυτού είναι απαραίτητη, γιατί το πραγματικό χρονικό διάστημα εντός μιας ώρας, στο οποίο η στάση καταλαμβάνεται από τα λεωφορεία, είναι μικρότερο της μιας ώρας. Αυτό συμβαίνει γιατί ο χρόνος παραμονής στη στάση δεν είναι ίδιος για όλα τα λεωφορεία και οι διακυμάνσεις αυτές των χρόνων

παραμονής προκαλούν τις μη προγραμματισμένες αναμονές των λεωφορείων πριν από τη χωροθετημένη περιοχή της στάσης, αφού συχνά αυτή είναι κατειλημμένη από το προηγούμενο λεωφορείο.

Στον πίνακα 2.15 δίνονται οι τιμές του δείκτη L και του συντελεστή R για τα διαφορετικά επίπεδα εξυπηρέτησης των επιβατών καθώς και το αντίστοιχο χρησιμοποιούμενο χρονικό διάστημα σε δευτερόλεπτα ανά ώρα. Επίσης δίνεται η αθροιστική πιθανότητα αναμονής λεωφορείων προκειμένου αυτά να εισέλθουν στη στάση.

πίνακας 2.15 — Επίπεδα εξυπηρέτησης επιβατών στη στάση

ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Ri	ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ (δευτ./ώρα) [3600·Ri]	ΔΕΙΚΤΗΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ Li	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΝΑ ΕΙΣΕΛΘΟΥΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ (%)
A	0.400	1440	0.40	0 - 1.0
B	0.500	1800	0.60	2.5
C	0.667	2400	0.80	10
D	0.750	2700	0.90	20
E (Μέγιστη λειτουργική ικανότητα)	0.833	3000	1.00	30
F (Μέγιστη θεωρητική ικανότητα)	1.000	3600	1.00	50

Το χρονικό διάστημα χρησιμοποίησης της στάσης καθορίζεται ανάλογα με το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης, το οποίο έχει σχέση με το ποσοστό των λεωφορείων που προβλέπεται ότι θα αναμένουν για να εισέλθουν στη χωροθετημένη περιοχή της στάσης. Το επίπεδο εξυπηρέτησης είναι A αν δεν αναμένει κανένα σχεδόν λεωφορείο για να εισέλθει στη χωροθετημένη περιοχή της στάσης και τότε η τιμή του συντελεστή R είναι ίση με 0.4. Στην περίπτωση αυτή ο χρόνος των 3600 δευτερολέπτων μειώνεται σε 1400 περίπου δευτερόλεπτα, δηλαδή κατά 60%. Συνήθως ο συντελεστής R λαμβάνεται ίσος με 0.833 για το επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών E και τότε ο χρόνος των 3600 δευτερολέπτων μειώνεται σε 3000 περίπου δευτερόλεπτα, δηλαδή κατά 17%, ενώ λαμβάνεται ίσο με 1 για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών F.

Το P_h τέλος είναι ένας διορθωτικός συντελεστής ωριαίας αιχμής, ο οποίος ορίζεται από τη σχέση $P_h = \frac{\text{ωριαίος φόρτος}}{4 \text{ (υψηλότερος φόρτος 15 λεπτών εντός της ώρας)}}$. Ο συντελεστής αυτός είναι ανάλογος του συντελεστή ώρας αιχμής ($\Sigma\Omega A$) για τα οχήματα και εκφράζει την ομοιομορφία της κατανομής του φόρτου των επιβατών σε μία ώρα. Χρησιμοποιείται αν υπάρχουν μετρήσεις 15 λεπτών κατά τη διάρκεια της περιόδου αιχμής, έτσι ώστε κατά τον υπολογισμό της ικανότητας να μη γίνει υπερεκτίμηση της τιμής και να ληφθούν υπόψη οι χρονικές διακυμάνσεις του χρόνου των επιβατών. Οι συνηθέστερες τιμές που λαμβάνει είναι μεταξύ 0.6 και 0.9.

Αναφορικά με τη σχέση $f_i = \left(\frac{G}{C}\right) \cdot \frac{3600 \cdot R_i}{t_c + D \cdot \left(\frac{G}{C}\right)} \cdot L_i \cdot P_h$, η οποία ισχύει για

διακοπτόμενη κυκλοφορία από σηματοδότη, έχουν γίνει οι παρακάτω υποθέσεις και παραδοχές:

- Εκτιμάται ο αριθμός των λεωφορείων f_i στη χρονική περίοδο της μιας ώρας, τα οποία σταματούν στη στάση για να αποβιβάσουν ή / και να επιβιβάσουν επιβάτες και μετά διέρχονται από το σηματοδοτούμενο κόμβο με πράσινη ένδειξη. Κατά συνέπεια η χρησιμοποιούμενη χρονική περίοδος αφορά μόνο το συνολικό χρόνο πρασίνου μέσα σε μία ώρα και για αυτό μειώνεται ανάλογα η χρονική περίοδος της μιας ώρας.
- Ο συνολικός χρόνος που απαιτείται για αποβίβαση ή / και επιβίβαση των επιβατών είναι δυνατόν να συμπίπτει με τμήμα ή με το σύνολο της χρονικής περιόδου της πράσινης ή / και της κόκκινης ένδειξης. Από έρευνες έχει βρεθεί ότι τα τμήματα αυτά είναι ανάλογα των λόγων του χρόνου της πράσινης και κόκκινης ένδειξης προς το συνολικό χρόνο κύκλου φάσεων σηματοδότησης, δηλαδή G/C και R/C . Το τμήμα του χρόνου που συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη είναι αυτό που επηρεάζει την ικανότητα της στάσης, ενώ το τμήμα που συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη δεν την επηρεάζει, αφού έτσι κι αλλιώς πρόκειται για χρόνο που το λεωφορείο σταματά. Κατά συνέπεια ο χρόνος παραμονής στη στάση για την εξυπηρέτηση των επιβατών, D , μειώνεται κατά το τμήμα που αφορά την κόκκινη ένδειξη. Άρα ο χρόνος που απομένει είναι $(D \cdot G / C)$.
- Ο χρόνος εκκένωσης, t_c , αποτελεί την ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών λεωφορείων. Δηλαδή έστω και αν δεν υπήρχε η στάση, η χρονική απόσταση μεταξύ δύο λεωφορείων θα ήταν όση και ο χρόνος t_c . Κατά συνέπεια ο χρόνος αυτός δεν μπορεί να

μειωθεί λόγω της πράσινης ένδειξης κατά το λόγο G / C , επειδή παραμένει σταθερός και δεν επηρεάζεται από το αν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη ή κόκκινη.

2.5.7.3 Ικανότητα στάσης με πολλές θέσεις στάθμευσης

Η συνολική ικανότητα μιας στάσης με πολλές θέσεις στάθμευσης σε σειρά στη χωροθετημένη περιοχή δεν προκύπτει με απλό πολλαπλασιασμό του αριθμού των θέσεων επί την ικανότητα της μιας θέσης, όπως προκύπτει για μία θέση στάθμευσης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι όλες οι θέσεις σε μία στάση δεν χρησιμοποιούνται το ίδιο, αφού ούτε οι επιβάτες κατανέμονται εξίσου σε όλες τις θέσεις, ούτε όλες οι θέσεις καταλαμβάνονται τον ίδιο χρόνο από τα λεωφορεία, ιδιαίτερα στην περίπτωση που έχουμε πολλές λεωφορειακές γραμμές.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα, που προέκυψαν από διάφορες μετρήσεις, για την αξιοποίηση των θέσεων στάθμευσης σε μία στάση. Παρατηρούμε ότι όταν πρόκειται για περισσότερες από μία θέσεις, ο αριθμός των θέσεων στάθμευσης που αξιοποιούνται πλήρως (100%) N_b , αντιστοιχεί σε διαφορετικό αριθμό των πραγματικών θέσεων στάθμευσης, N .

πίνακας 2.16 — Αξιολόγηση θέσεων στάθμευσης λεωφορείων σε στάση

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΕΩΝ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ (N)	ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΛΩΡΙΔΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ		ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΕΣΟΧΗ	
	ΒΑΘΜΟΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ (%)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΕΩΝ ΜΕ ΒΑΘΜΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 100%	ΒΑΘΜΟΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ (%)	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΣΕΩΝ ΜΕ ΒΑΘΜΟ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 100%
1	100	1.00	100	1.00
2	75	1.75	85	1.85
3	50	2.25	75	2.60
4	20	2.45	65	3.25
5	5	2.50	50	3.75
...
n	5	$2.5 + 0.5 \cdot (n-5)$	50	$3.75 + 0.5 \cdot (n-5)$

(Για στάσεις με αριθμό θέσεων στάθμευσης μεγαλύτερο των 5 θεωρείται ίδιος βαθμός αξιοποίησης)

Για τον υπολογισμό της ικανότητας σε αριθμό λεωφορείων ανά ώρα μιας στάσης με πολλές θέσεις αρχικά υπολογίζεται η τιμή του N_b που αντιστοιχεί στις πραγματικές θέσεις στάθμευσης ανάλογα με το είδος της στάσης. Για παράδειγμα για 3 θέσεις στάθμευσης σε στάση που βρίσκεται σε λωρίδα κυκλοφορίας είναι $N_b = 2.25$. Στη συνέχεια υπολογίζεται, ανάλογα με την περίπτωση, από τις δύο προηγούμενες σχέσεις η ικανότητα της στάσης με μία θέση στάθμευσης ανάλογα με το επίπεδο εξυπηρέτησης i , f_i . Στο τέλος υπολογίζεται η ικανότητα στάσης σε αριθμό λεωφορείων ανά ώρα για όλες τις θέσεις στάθμευσης με βάση τη σχέση $F_i = N_b \cdot f_i$.

2.5.8 Ικανότητα στάσης σε αριθμό επιβατών

Ο αριθμός των εξυπηρετούμενων επιβατών ανά ώρα, σε στάση με μία θέση στάθμευσης προκύπτει με βάση τις δύο σχέσεις της παραγράφου 2.5.7.2, αφού πρώτα υπολογιστεί ο αριθμός των λεωφορείων, f_i , για τις δύο περιπτώσεις της αποβίβασης και της επιβίβασης.

Έτσι ο αριθμός των εξυπηρετούμενων αποβιβαζόμενων επιβατών δίνεται από τη σχέση $Q_{i,A} = f_i \cdot A$ και ο αριθμός των εξυπηρετούμενων επιβιβαζόμενων επιβατών δίνεται από τη σχέση $Q_{i,B} = f_i \cdot B$, όπου το $Q_{i,A}$ είναι ο μέγιστος αριθμός αποβιβαζόμενων επιβατών ανά θέση στάθμευσης ανά ώρα για επίπεδο εξυπηρέτησης i , το A είναι ο μέγιστος αριθμός αποβιβαζόμενων επιβατών ανά λεωφορείο, το $Q_{i,B}$ είναι ο μέγιστος αριθμός επιβιβαζόμενων επιβατών ανά θέση στάθμευσης ανά ώρα για επίπεδο εξυπηρέτησης i και το B είναι ο μέγιστος αριθμός επιβιβαζόμενων επιβατών ανά λεωφορείο.

Η μέγιστη ικανότητα σε αριθμό επιβατών Q_i , για επίπεδο εξυπηρέτησης i , δίνεται τελικά από τη σχέση $Q_i = \max(Q_{i,A}, Q_{i,B})$ και ο μέγιστος αριθμός εξυπηρετούμενων επιβατών (επιβιβαζόμενοι και αποβιβαζόμενοι), $Q_{i,AB}$, δίνεται από τη σχέση $Q_{i,AB} = Q_{i,A} + Q_{i,B}$.

Στην περίπτωση που έχουμε στάση με πολλές θέσεις στάθμευσης σε σειρά στη χωροθετημένη περιοχή, η ικανότητα σε αριθμό επιβατών της στάσης εξαρτάται από την ικανότητα της μιας θέσης και από τον αριθμό των θέσεων στάθμευσης. Η σχέση σε αυτήν την περίπτωση είναι $TQ_i = N_{b,i} \cdot Q_i$, όπου το TQ_i είναι ο μέγιστος αριθμός εξυπηρετούμενων επιβατών ανά ώρα για επίπεδο εξυπηρέτησης i , το $N_{b,i}$ είναι ο αριθμός των

θέσεων στάθμευσης με βαθμό αξιοποίησης 100 % για επίπεδο εξυπηρέτησης i και το Q_i είναι η μέγιστη ικανότητα σε αριθμό επιβατών για επίπεδο εξυπηρέτησης i .

2.6 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

2.6.1 Γενικά

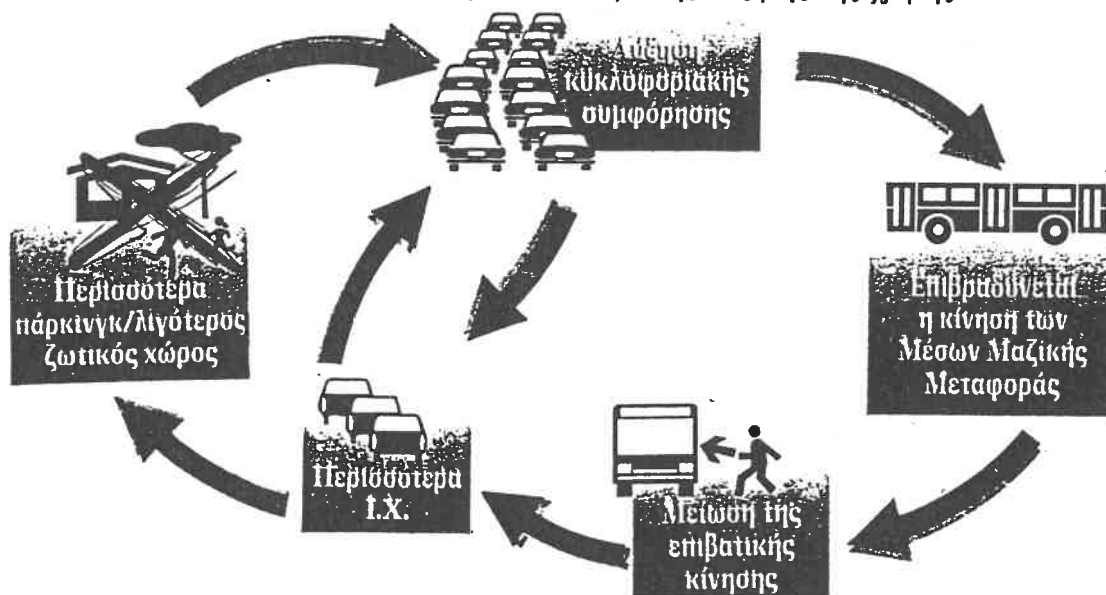
Η πόλη της Αθήνας, ενώ υπάρχει εδώ και μερικές χιλιάδες χρόνια, είναι παραδόξως μια νέα πόλη, η οποία αναπτύχθηκε σημαντικά μετά το 1950. Σήμερα περισσότεροι από 4 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν στην Αθήνα και ο πληθυσμός αυτός αποτελεί το 35 % του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Η Αθήνα είναι το βιομηχανικό, επιστημονικό, πολιτικό, οικονομικό και πολιτιστικό κέντρο ολόκληρης της χώρας, ενώ παράλληλα εξυπηρετεί ένα πολύ σημαντικό μεταφορικό έργο μέσω των δύο εθνικών οδών, του αεροδρομίου και του λιμανιού του Πειραιά.

Όμως ο μεγάλος αυτός όγκος δραστηριοτήτων δεν προβλέφθηκε κατά τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της πόλης με αποτέλεσμα να μην υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο σχέδιο και πρόγραμμα ανάπτυξης, ο οποίος να εξασφαλίζει την κατάλληλη υποδομή. Έτσι πλέον μια από τις συνηθισμένες εικόνες στους κεντρικούς, και όχι μόνο, δρόμους της Αθήνας είναι τα ακινητοποιημένα αυτοκίνητα για μεγάλα, πολλές φορές, χρονικά διαστήματα. Αυτό επιβεβαιώνεται και με τη γλώσσα των αριθμών μέσα από διάφορες μετρήσεις και παρατηρήσεις στο ευρύτερο οδικό δίκτυο της πόλης.

Μέσα στην 5ετία από το 1990 - 1994 η κίνηση των οχημάτων στους κεντρικούς οδικούς άξονες υπερδιπλασιάστηκε. Με βάση τις μετρήσεις της αρμόδιας υπηρεσίας του ΥΠΕΧΩΔΕ, η διέλευση των οχημάτων αυξήθηκε γενικά από 68 % ως 110 %. Στους κεντρικούς δρόμους η διέλευση των οχημάτων αυξήθηκε από 85 % ως 103 %. Για παράδειγμα η διέλευση των οχημάτων στην οδό Ακαδημίας από τα 1058 ΜΕΑ / ώρα έφτασε τα 2147 ΜΕΑ / ώρα, δηλαδή αύξηση 103 %. Όμοια η διέλευση των οχημάτων στην οδό Πανεπιστημίου από τα 2045 ΜΕΑ / ώρα έφτασε τα 4136 ΜΕΑ / ώρα, δηλαδή αύξηση 102 %. Στη Λεωφόρο Κηφισίας στο τμήμα με κατεύθυνση προς το κέντρο η διέλευση των οχημάτων αυξάνεται από 67 % και φτάνει και το 85 % στα Σίδηρα Χαλανδρίου.

Από αυτά τα ενδεικτικά στοιχεία για την αύξηση της κυκλοφορίας των οχημάτων στην Αθήνα διαπιστώνουμε ότι υπάρχει μια συνεχής αύξηση της ζήτησης των μετακινήσεων προσώπων και αγαθών, η οποία κυρίως οφείλεται στην απότομη αύξηση του πληθυσμού και στην αύξηση της χρήσης του επιβατικού αυτοκινήτου ΙΧ που συνοδεύεται από τη μείωση χρήσης των ΜΜΜ (σχήμα 2.11). Έτσι η δημιουργία του φαύλου κύκλου που φαίνεται στο επόμενο σχήμα, όπου τις αρνητικές επιπτώσεις τις εισπράττουν οι κάτοικοι της πόλης, είναι αναπόφευκτη.

σχήμα 2.21 — Ο φαύλος κύκλος που προκύπτει λόγω της αύξησης της χρήσης του ΙΧ



Η μέση ταχύτητα πλέον κατά τις ώρες αιχμής είναι μόνο 8–10 χιλιόμετρα την ώρα, ενώ σύμφωνα με στοιχεία και εκτιμήσεις του Οργανισμού Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) το κόστος από την κυκλοφοριακή συμφόρηση ανέρχεται στο 2% του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (ΑΕΠ), δηλαδή περίπου 460 δισεκατομμύρια δραχμές. Ο ρυθμός αύξησης του ΑΕΠ σύμφωνα με προβλέψεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα είναι 3.1% για το 1998 και 3.3% για το 1999. Επιπλέον η αύξηση του θορύβου, της οπτικής και της αισθητικής όχλησης, η κατάληψη ζωτικού χώρου για στάθμευση και η αύξηση των ατυχημάτων συντελούν στη μείωση της ποιότητας ζωής μέσα στην πόλη.

Οι αστικές συγκοινωνίες μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση αυτών των αρνητικών συνεπειών, γιατί η σύγκριση με τα επιβατικά αυτοκίνητα ΙΧ είναι συντριπτική υπέρ των αστικών συγκοινωνιών. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι 1 λεωφορείο με μήκος 12 μέτρα και 60 επιβάτες ισοδυναμεί με 50 ΙΧ που χρειάζονται 200 μέτρα και ότι 1 λεωφορείο που μεταφέρει μόνο 6 επιβάτες είναι πιο συμφέρον ενεργειακά από 1 ΙΧ με μέση πληρότητα 1.2 επιβάτες.

Οι αστικές συγκοινωνίες αναπτύχθηκαν εκ νέου με βάση ένα καινούργιο σχέδιο ανάπτυξης, στο οποίο περιλαμβάνονται όλα τα ΜΜΜ προκειμένου να αξιοποιηθούν στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Επίσης στο νέο σχέδιο ανάπτυξης γίνεται προσπάθεια να ληφθούν υπόψη τα ιδιαίτερα πολεοδομικά, κοινωνικά, οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού της Αθήνας και ολόκληρης της Αττικής καθώς και οι μεταβολές τους, οι σημερινές και μελλοντικές δυνατότητες των δικτύων υποδομής, οι τάσεις της ζήτησης για μετακινήσεις, το υφιστάμενο δίκτυο αστικών συγκοινωνιών και οι προοπτικές ανάπτυξης του, η πολιτική που ακολουθείται για τα άλλα κυκλοφοριακά δίκτυα και μέσα μεταφοράς, οι νέες τεχνολογίες και οι διαθέσιμοι πόροι.

Το νέο σύστημα αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα, το πρωτεύον και το δευτερεύον. Το πρωτεύον σύστημα θα εξυπηρετεί υψηλούς φόρτους μετακινουμένων επιβατών. Στην τελική ανάπτυξη του θα περιλαμβάνει τα μέσα σταθερής τροχιάς, δηλαδή το μετρό, τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, το τραμ και τον προαστιακό σιδηρόδρομο και τα λεωφορεία που κινούνται σε κεντρικές αρτηρίες. Το δευτερεύον σύστημα θα εξυπηρετεί μεσαίους και μικρούς φόρτους με μικρότερο μήκος μεταφοράς και χαμηλότερες ταχύτητες και θα αποτελείται από τα υπόλοιπα λεωφορεία και τα τρόλεϊ. Θα εξυπηρετεί περιοχές που δεν καλύπτονται από το πρωτεύον σύστημα και σε πολλές περιπτώσεις θα λειτουργεί ως τροφοδοτικό του πρωτεύοντος συστήματος.

Η αύξηση της επιβατικής κίνησης και η αύξηση του ποσοστού των αστικών συγκοινωνιών στο μεταφορικό έργο από το 31% που ήταν το 1993 στο 40% αποτελεί τον πρώτο κύριο στόχο του νέου συστήματος αστικών συγκοινωνιών. Ο δεύτερος κύριος στόχος είναι η αύξηση του ποσοστού των δαπανών που καλύπτονται από τα έσοδα και ο τρίτος κύριος στόχος είναι η εναρμόνιση του νέου συστήματος με τους ευρύτερους αναπτυξιακούς στόχους του νομού Αττικής.

2.6.2 Οι φάσεις ανάπτυξης του νέου συστήματος

Το νέο σύστημα αστικών συγκοινωνιών περιλαμβάνει τέσσερις φάσεις ανάπτυξης. Την περίοδο από το 1993 ως και το 1996, από το 1997 ως και το 2000, από το 2001 ως και το 2005 και από το 2006 και μετά με τις ανάλογες εξελίξεις στα θεσμικά πλαίσια και το τροχαίο υλικό.

Η περίοδος από το 1993 ως και το 1996 χαρακτηριζόταν από μια σειρά ενεργειών με στόχο τη βέλτιστη χρησιμοποίηση του υπάρχοντος δυναμικού. Οι βασικότερες από αυτές τις ενέργειες αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά είχαμε τις παρεμβάσεις θεσμικού χαρακτήρα, οι οποίες αναφερόντουσαν κυρίως στη θέσπιση του νόμου 2175/93 για την οργάνωση ενιαίου φορέα αστικών συγκοινωνιών. Έτσι είχαμε την ίδρυση του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών Αθηνών (ΟΑΣΑ), ο οποίος θα σχεδιάζει, θα προγραμματίζει, θα συντονίζει και θα εκτελεί το συγκοινωνιακό έργο με όλα τα μαζικά μέσα μεταφοράς. Παράλληλα είχαμε τη σύσταση από την αρχή της Εταιρείας Θερμικών Λεωφορείων (ΕΘΕΛ) ως θυγατρικής εταιρείας του ΟΑΣΑ, η οποία θα επωμίζεται τη συντήρηση και την καθημερινή λειτουργία των μπλε λεωφορείων. Τα τρόλεϊ συνέχισαν να λειτουργούνται από τον ΗΛΠΑΠ, ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος και τα πράσινα λεωφορεία από τον ΗΣΑΠ.

Στη συνέχεια είχαμε την αναδιοργάνωση της δομής και της λειτουργίας του δικτύου των λεωφορειακών γραμμών της ΕΘΕΛ που αποτέλεσε το βασικό άξονα ανάπτυξης του νέου συστήματος αστικών συγκοινωνιών, το οποίο εφαρμόστηκε στις για πρώτη φορά στις 17 / 9 / 1996. Η αναδιοργάνωση αυτή, η οποία είχε συγκεκριμένους στόχους και χρονοδιάγραμμα, στηρίχτηκε στα στοιχεία της έρευνας μετακινήσεων που διεξήγαγε ο ΟΑΣΑ το 1995, σε μελέτες εφαρμογής που εκπονήθηκαν από τον Απρίλιο του 1995 ως το Νοέμβριο του 1995, σε παλιότερες γενικές και ειδικές μελέτες του ΟΑΣΑ και τέλος στη συνεργασία με την τοπική αυτοδιοίκηση.

Με βάση την έρευνα μετακινήσεων που πραγματοποίησε το 1995 ο ΟΑΣΑ, διαπιστώθηκε ότι η κινητικότητα ανά δήμο έχει αυξηθεί σημαντικά ιδιαίτερα στους περιφερειακούς δήμους, όπου και αναπτύσσονται νέα και ευρύτερα κέντρα. Έτσι δημιουργήθηκαν ακτινικές γραμμές με μεγάλη μεταφορική ικανότητα που θα διέρχονται από τις κύριες οδικές αρτηρίες και θα συνδέουν τα τοπικά κέντρα των περιφερειών με το κέντρο της πόλης, διαδημοτικές γραμμές που θα συνδέουν τους διάφορους δήμους μεταξύ τους χωρίς όμως να διέρχονται από το κέντρο, κεντρικές γραμμές που θα συνδέουν ακτινικά τους

γειτονικούς με το κέντρο της πόλης δήμους με αυτό και τέλος τοπικές γραμμές που θα τροφοδοτούν όλες τις υπόλοιπες γραμμές. Η αναδιοργάνωση της λειτουργίας στηρίχτηκε στην εφαρμογή ενός νέου συστήματος δρομολόγησης σύμφωνα με το οποίο επιτυγχάνεται πλήρης προγραμματισμός των οχημάτων και των οδηγών και τήρηση του προγράμματος στην εκτέλεση των δρομολογίων.

Βασικό στοιχείο του νέου συστήματος αποτέλεσαν τα μέτρα προτεραιότητας για τα λεωφορεία και τα τρόλεϊ, όπως λωρίδες αποκλειστικής κυκλοφορίας, που λειτούργησαν την περίοδο αυτή με στόχο την αναβάθμιση της προσφερόμενης εξυπηρέτησης μέσω της αύξησης της ταχύτητας και της κανονικότητας των δρομολογίων.

Η περίοδος από το 1997 ως και το 2000 χαρακτηρίζεται από την πρόοδο και την ολοκλήρωση των επενδυτικών προγραμμάτων και των προγραμμάτων εκσυγχρονισμού των διαφόρων φορέων ΜΜΜ. Έτσι κατά την περίοδο αυτή θα βρίσκονται σε εξέλιξη ή ολοκληρώνονται η κατασκευή των δύο νέων γραμμών μετρό, η εφαρμογή της τηλεματικής στα λεωφορεία και τρόλεϊ, η ανανέωση του στόλου των λεωφορείων και τρόλεϊ, η βελτίωση του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου, η αναβάθμιση της προαστιακής γραμμής του ΟΣΕ Πειραιάς - Αθήνα - Χαλκίδα, η μελέτη και κατασκευή γραμμής τραμ, η μελέτη και την κατασκευή σταθμών μετεπιβίβασης, την αύξηση των μέτρων προτεραιότητας των λεωφορείων, τη βελτίωση της σηματοδότησης και τέλος την ανάπτυξη και οργάνωση χώρων στάθμευσης τόσο στο κέντρο της πόλης όσο και στην περιφέρεια.

Τελικά το πρωτεύον σύστημα στα τέλη του 2000 θα περιλαμβάνει τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο και τους κύριους συγκοινωνιακούς άξονες με λεωφορεία γραμμής κορμού μεγάλης μεταφορικής ικανότητας που θα λειτουργούν πάνω σε ένα εκτεταμένο δίκτυο αποκλειστικών λωρίδων. Το δευτερεύον σύστημα θα αποτελείται από διαδημοτικές, κεντρικές και τοπικές γραμμές με κανονικά, αλλά και μικρά λεωφορεία καθώς και από γραμμές τρόλεϊ.

Στα σημεία τροφοδότησης του πρωτεύοντος συστήματος αναπτύσσονται σταθμοί μετεπιβίβασης του τύπου λεωφορείο - ηλεκτρικός σιδηρόδρομος, λεωφορείο ή τρόλεϊ - λεωφορείο γραμμής κορμού μεγάλης μεταφορικής ικανότητας, ΙΧ - ηλεκτρικός σιδηρόδρομος και ΙΧ - λεωφορείο γραμμής κορμού μεγάλης μεταφορικής ικανότητας. Είναι φανερό ότι τα επιφανειακά ΜΜΜ (λεωφορεία και τρόλεϊ) θα εξακολουθούν να εκτελούν το συντριπτικό ποσοστό του συγκοινωνιακού έργου, το οποίο το 1995 ήταν περίπου το 90% του συνόλου.

Στα τέλη του 2005 το πρωτεύον σύστημα θα περιλαμβάνει τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, τις δύο γραμμές μετρό, τους κύριους συγκοινωνιακούς άξονες με λεωφορεία γραμμής κορμού μεγάλης μεταφορικής ικανότητας που θα λειτουργούν πάνω σε ένα εκτεταμένο δίκτυο αποκλειστικών λωρίδων και ενδεχομένως κάποια ή κάποιες γραμμές τραμ και προαστιακού σιδηρόδρομου. Την ίδια χρονική περίοδο το δευτερεύον σύστημα θα αποτελείται από διαδημοτικές, κεντρικές και τοπικές γραμμές με κανονικά, αλλά και μικρά λεωφορεία καθώς και από γραμμές τρόλεϊ.

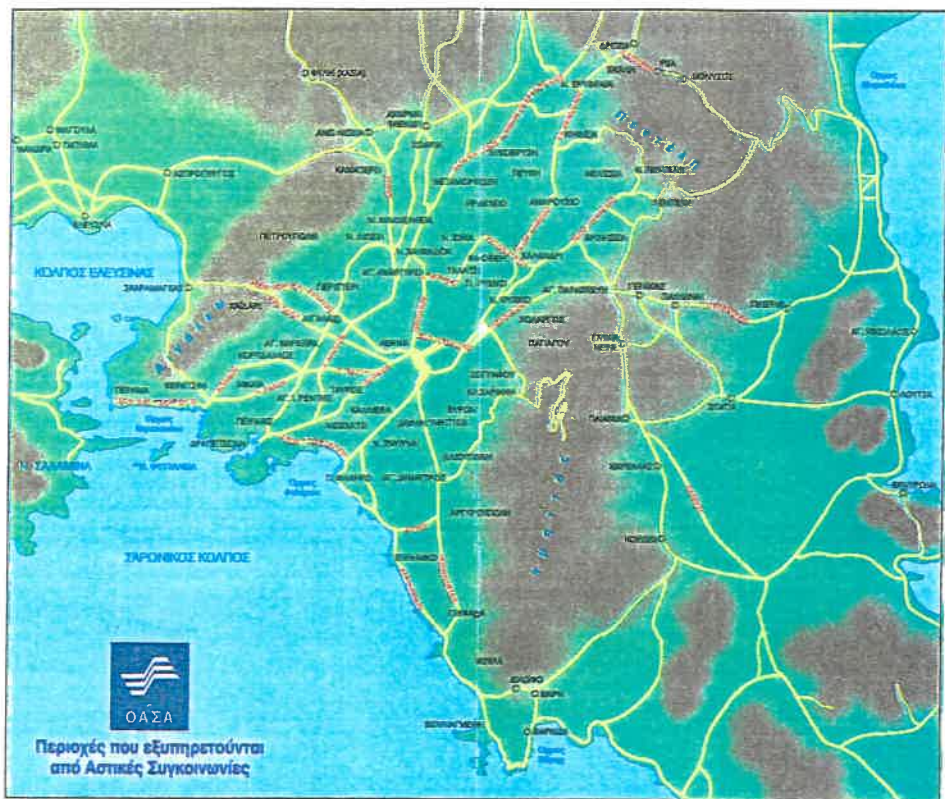
Η επιβατική κίνηση το 1995 ήταν 585 εκατομμύρια επιβάτες με κατανομή 90% στα επιφανειακά ΜΜΜ και 10% στον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο. Μέχρι το τέλος του 2000 αναμένεται αύξηση της επιβατικής της τάξης του 10-15%. Με την πλήρη λειτουργία των δύο νέων γραμμών μετρό και της γραμμής τραμ αναμένεται περαιτέρω αύξηση της επιβατικής κίνησης λόγω της προσέλκυσης νέων επιβατών, τόσο από τα ΙΧ και τα ταξί όσο και από την αύξηση της επιβατικής κίνησης καθαυτό, κατά 15-20%. Άλλωστε σύμφωνα με τις μέχρι σήμερα εκτιμήσεις οι δύο γραμμές μετρό θα μεταφέρουν ημερησίως 450000 επιβάτες και η γραμμή τραμ 220000 επιβάτες ημερησίως. Τα επιφανειακά ΜΜΜ θα εξακολουθούν να εκτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του συγκοινωνιακού έργου σε ποσοστό που θα κυμαίνεται μεταξύ 65-70% του συνόλου, διακύμανση που εξαρτάται από το ρυθμό ανάπτυξης των νέων μέσων σταθερής τροχιάς (μετρό και τραμ).

Στην τελευταία περίοδο ανάπτυξης το πρωτεύον σύστημα θα περιλαμβάνει τον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, τις δύο γραμμές μετρό και ενδεχομένως τις όποιες επεκτάσεις τους, γραμμή ή γραμμές τραμ και προαστιακού σιδηρόδρομου, τους κύριους συγκοινωνιακούς άξονες με λεωφορεία γραμμής κορμού μεγάλης μεταφορικής ικανότητας. Το δευτερεύον σύστημα θα αποτελείται από διαδημοτικές, κεντρικές και τοπικές γραμμές με κανονικά σε μέγεθος λεωφορεία, αλλά και μικρά λεωφορεία καθώς και από γραμμές τρόλεϊ. Οι σταθμοί μετεπιβίβασης θα αυξηθούν και τα μέτρα προτεραιότητας για τα επιφανειακά ΜΜΜ θα επεκταθούν περισσότερο.

Σήμερα δρομολογούνται στην Αθήνα σε 325 γραμμές, 1600 περίπου λεωφορεία σε σύνολο 1870 και περίπου 300 τρόλεϊ σε σύνολο 350, τα οποία και αναλαμβάνουν να εκτελέσουν το κύριο μεταφορικό έργο. Από αυτόν τον σχετικά μεγάλο αριθμό οχημάτων ένα ποσοστό της τάξης του 50% είναι παλαιά και απαιτείται η άμεση εγκατάστασή τους, ενώ ένα 20% περίπου είναι συνεχώς χαλασμένα. Η πιο συνηθισμένη χρονοαπόσταση είναι 10-15 λεπτά και το 60% των γραμμών διέρχονται μέσα από το κέντρο της πόλης. Η τιμή του ολόκληρου εισιτηρίου είναι 120 δραχμές, ενώ του μειωμένου 60 δραχμές.

Στο επόμενο σχήμα φαίνονται οι περιοχές που εξυπηρετούνται το 1998 από τις αστικές συγκοινωνίες.

σχήμα 2.22 — Περιοχές της Αθήνας που εξυπηρετούνται σήμερα από τις Αστικές Συγκοινωνίες



2.6.3 Οι αστικές συγκοινωνίες στις χώρες της Ευρώπης

Το κοινό στοιχείο που υπάρχει στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης ως προς το καθεστώς των αστικών συγκοινωνιών είναι η παρουσία της τοπικής αυτοδιοίκησης. Η τοπική αυτοδιοίκηση είναι αυτή που ελέγχει τις αστικές συγκοινωνίες ανεξάρτητα με το αν συμμετέχει και κάποιας μορφής ιδιωτικός τομέας, ο οποίος σαν κύριο σκοπό του έχει να προσφέρει την υλικοτεχνική υποδομή και την απαραίτητη γνώση. Τέλος, το κράτος συμμετέχει στο σύστημα των αστικών συγκοινωνιών παρέχοντας οικονομική βοήθεια για την κάλυψη των εξόδων, τα οποία δεν είναι δυνατό να καλυφθούν μόνο από τα εισιτήρια.

Στη Γαλλία οι αστικές συγκοινωνίες ελέγχονται από ειδικούς οργανισμούς που δημιουργούνται από τους δήμους και τις κοινότητες. Οι οργανισμοί αυτοί έχουν την ευθύνη για το σχεδιασμό του δικτύου, το επίπεδο εξυπηρέτησης και τον καθορισμό της τιμής του κομίστρου, το ανώτατο όριο του οποίου καθορίζεται από την κυβέρνηση. Το συγκοινωνιακό έργο εκτελείται από ιδιωτικές, δημόσιες ή μικτές εταιρείες βάσει συμβολαίων. Τα συμβόλαια αυτά έχουν διάρκεια από πέντε ως εννέα χρόνια και επιτρέπουν στον εκτελεστικό φορέα είτε να διατηρεί μόνο τη διοίκηση του μεταφορικού έργου είτε μόνο την εκτέλεση του. Ωστόσο το τροχαίο υλικό και η συντήρηση του ανήκει στους ειδικούς οργανισμούς των δήμων, ενώ οι εργαζόμενοι προστατεύονται από μόνιμες ασφαλίσεις, ώστε ακόμα και σε περίπτωση αλλαγής των φορέων να διατηρούν τις εργασιακές τους σχέσεις με τις νέες διοικήσεις. Όσον αφορά την κάλυψη των εξόδων καλύπτεται κατά 50 % από τα έσοδα, ενώ τα υπόλοιπα αναλαμβάνονται από άλλες τοπικές πηγές χρηματοδότησης και από ένα ειδικό φόρο μεταφοράς που πληρώνουν οι εταιρείες που απασχολούν περισσότερους από εννέα υπαλλήλους στις περιοχές με πληθυσμό μεγαλύτερο από 30000 κατοίκους.

Στη Μ. Βρετανία από το 1985 εφαρμόστηκε, εκτός του Λονδίνου, το σύστημα της πλήρους απελευθέρωσης των αστικών συγκοινωνιών με στόχο τη μείωση τιμής του εισιτηρίου και τη βελτίωση της παρεχόμενης εξυπηρέτησης. Σε κάθε περιοχή την πολιτική των μεταφορών την χαράσσει ένας φορέας που αποτελείται από εκλεγμένα μέλη των δήμων της περιοχής. Ο φορέας αυτός διορίζει ένα όργανο διευθυντών, το οποίο έχει την ευθύνη εφαρμογής για το σχεδιασμό του συγκοινωνιακού έργου και τη χρηματοδότηση των έργων υποδομής. Το μεταφορικό έργο εκτελείται από ιδιωτικές εταιρείες, οι οποίες καθορίζουν και την τιμή των εισιτηρίων.

Τέλος, στην Ιταλία οι αστικές συγκοινωνίες βρίσκονται στη δικαιοδοσία εταιρειών τοπικής αυτοδιοίκησης. Στις μεγάλες πόλεις αυτό εκτελείται από δημοτικές επιχειρήσεις, ενώ σε αγροτικές περιοχές από δημοτικές ή και ιδιωτικές επιχειρήσεις. Το 50 % του συνολικού κόστους (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους των επενδύσεων) καλύπτεται από τα εισιτήρια, ενώ το υπόλοιπο 50 % καλύπτεται από την τοπική αυτοδιοίκηση.

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

3**

- ΣΥΛΛΟΓΗ
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ -

3.1 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΟΔΩΝ

Ο μεγαλύτερος αριθμός λεωφορείων διέρχεται από τις κεντρικές και μεγάλες οδούς και ιδιαίτερα εκείνες που έχουν κατεύθυνση προς τα κεντρικά σημεία της πόλης. Επιπλέον ο μεγάλος αυτός αριθμός λεωφορείων εξυπηρετεί και μεγάλο αριθμό διαφορετικών λεωφορειακών γραμμών. Σε συνδυασμό με το ότι η κάθε λεωφορειακή γραμμή παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, διαπιστώνουμε ότι ένα δείγμα από λεωφορεία που κινούνται σε κεντρικές οδούς περιλαμβάνει μεγαλύτερο αριθμό διαφορετικών περιπτώσεων και με μεγαλύτερο εύρος των παραμέτρων εκείνων που χαρακτηρίζουν την κίνηση των λεωφορείων, όπως για παράδειγμα ο χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση.

Επιπλέον ο μεγάλος αριθμός των λεωφορείων μεταφράζεται και σε μεγάλο αριθμό μετακινουμένων επιβατών. Άρα η οποιαδήποτε βελτίωση, είτε αυτή είναι μία λωρίδα αποκλειστικής κυκλοφορίας για την κίνηση των λεωφορείων, είτε βελτίωση της σηματοδότησης με βάση τα λεωφορεία, είτε κάποιος συνδυασμός μέτρων, έχει οφέλη αντίστοιχα του μεγέθους των επιβατών. Έτσι οι επιβάτες από τη μείωση των καθυστερήσεων κερδίζουν χρόνο και χρήματα, ενώ λόγω της βελτίωσης της ροής των λεωφορείων αυξάνει και το ποσοστό της χρησιμοποίησής τους, δηλαδή προσελκύουν περισσότερους επιβάτες. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί το οποιοδήποτε μέτρο βελτίωσης της κίνησης των λεωφορείων σε μία οδό με μικρότερη κυκλοφορία, από την οποία για παράδειγμα διέρχεται μόνο μία λεωφορειακή γραμμή. Απλά τα οποιαδήποτε στοιχεία που συλλέγονται και αξιολογούνται αφορούν αποκλειστικά και μόνο τη συγκεκριμένη λεωφορειακή γραμμή και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της, ενώ βέβαια τα οφέλη είναι σαφώς μικρότερου μεγέθους.

Επίσης οι οδοί που εξυπηρετούν μεγάλο αριθμό λεωφορείων στις περισσότερες περιπτώσεις αν όχι σε όλες εξυπηρετούν και μεγάλο αριθμό επιβατικών αυτοκινήτων ΙΧ, φορτηγών κ.λπ, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά την κίνηση των λεωφορείων και άρα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη. Επομένως τα στοιχεία που θα πρέπει να συγκεντρώσουμε θα πρέπει να προέρχονται από την κίνηση των λεωφορείων σε κεντρικές οδούς, όπου η κυκλοφορία είναι πολύ αυξημένη και υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στα διαφορετικά μέσα μεταφοράς.

Επιλέξαμε λοιπόν τις Λεωφόρους Κηφισίας, Αλεξάνδρας, Μεσογείων, Βασιλίσσης Σοφίας και Πατησίων. Στις οδούς αυτές αναζητήσαμε τις κατάλληλες στάσεις προκειμένου να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις μας. Τις Λεωφόρους Βουλιαγμένης και Ποσειδώνος, στις

οποιές επίσης υπάρχει αυξημένη κυκλοφορία λεωφορείων και γενικότερα οχημάτων, τις απορρίψαμε από την αρχή, γιατί ήταν πολύ μακριά από τον τόπο κατοικίας (μου).

3.2 Ο ΤΡΟΠΟΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο τρόπος, με τον οποίο συλλέγονται τα οποιαδήποτε στοιχεία, είναι μια πάρα πολύ σημαντική παράμετρος, γιατί καθορίζει το επίπεδο της ποιότητας των στοιχείων αυτών. Η λάθος επιλογή μεθόδου μπορεί να οδηγήσει στη συλλογή στοιχείων, τα οποία είτε δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επεξεργασία εύκολα είτε δεν περιέχουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες που απαιτούνται.

Στη συγκεκριμένη εργασία θέλαμε να συλλέξουμε ένα στατιστικό δείγμα από την κίνηση των λεωφορείων και τη σχέση ανάμεσα στην άφιξη του λεωφορείου στη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη. Επομένως έπρεπε να συλλέξουμε στοιχεία τόσο ποσοτικά, όπως οι χρονικές στιγμές της άφιξης και της αναχώρησης από την στάση, όσο και ποιοτικά, όπως η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση. Άρα από τη μία ο αριθμός των στοιχείων που θέλαμε να συλλέξουμε είναι σημαντικός και από την άλλη αρκετά σύνθετος, αφού περιέχει τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά στοιχεία. Αν προσπαθούσαμε να συλλέξουμε αυτά τα στοιχεία με τη μέθοδο της απλής καταγραφής σε κάποια έντυπα θα αντιμετωπίζαμε σημαντικά προβλήματα. Για παράδειγμα θα ήταν αδύνατο να καταγράψουμε σωστά και με όλες τις λεπτομέρειες που απαιτούνται την ταυτόχρονη άφιξη στη στάση δύο ή τριών λεωφορείων. Με δεδομένο επίσης ότι οι μετρήσεις θα πραγματοποιούνταν από ένα μόνο άτομο, η καλύτερη μέθοδος ήταν η χρήση βιντεοκάμερας.

Με τη χρήση βιντεοκάμερας τα στοιχεία που συλλέγονται καταγράφονται σε μία κασέτα, άρα ακόμα και αν ένα στοιχείο δεν έχει καταγραφεί πλήρως είναι δυνατή η συμπλήρωση του και μετά το τέλος των μετρήσεων. Τα στοιχεία, αφού έχουν καταγραφεί σε κασέτα, είναι συνεχώς διαθέσιμα για οποιαδήποτε συμπλήρωση, διερεύνηση ή έλεγχο. Ταυτόχρονα είναι σχεδόν αδύνατο να μην καταγραφούν κάποια στοιχεία επειδή για παράδειγμα τρία λεωφορεία αφίχθησαν ταυτόχρονα στη στάση. Εκείνο που είναι ακόμα καλύτερο και το οποίο εφαρμόσαμε είναι η ταυτόχρονη καταγραφή ορισμένων στοιχείων και σε έντυπα. Έτσι είναι δυνατός ο έλεγχος κατά την επεξεργασία και η διόρθωση των περισσότερων σφαλμάτων.

Μια παράμετρος, η οποία καθορίζει την ποιότητα των στοιχείων που καταγράφονται, είναι η επιλογή της κατάλληλης θέσης για την τοποθέτηση της βιντεοκάμερας. Ο τρόπος με τον οποίο βρίσκεται η κατάλληλη αυτή θέση περιλαμβάνει απλά δοκιμές διαφόρων θέσεων μέχρι να βρεθεί εκείνη η θέση, για την οποία έχουμε την καλύτερη δυνατή λήψη στο συγκεκριμένο χώρο. Είναι καλύτερο η εύρεση της κατάλληλης θέσης να γίνεται λίγο πριν από τη συλλογή των στοιχείων, ώστε να λαμβάνονται υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως είναι ο φωτισμός και ο αέρας.

Ο φωτισμός είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, ιδιαίτερα για τη συγκεκριμένη εργασία που απαιτείται η καταγραφή της ένδειξης του σηματοδότη. Αν ο φωτισμός δεν είναι καλός, για παράδειγμα έχει συννεφιά, τότε η εικόνα που θα έχουμε θα είναι θολή και η επεξεργασία της δεν είναι εύκολη. Ο αέρας είναι και αυτός ένας σημαντικός παράγοντας, γιατί μπορεί να μετακινήσει τη βιντεοκάμερα από ελαφρά, ώστε να χαλάσει το πλάνο και το κεντράρισμα, ως και να τη ρίξει κάτω και να μην μπορούμε να συνεχίσουμε τις μετρήσεις μας. Δυστυχώς όμως ο αέρας είναι μία παράμετρος, η οποία δεν μπορεί εκ των προτέρων να προβλεφθεί και να περιοριστεί.

Οπωσδήποτε ο αριθμός των παραμέτρων που έπρεπε να ληφθούν υπόψη για τη σωστή χρήση της βιντεοκάμερας ήταν σημαντικός, αλλά η οποιαδήποτε άλλη μέθοδος δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί με την ίδια επιτυχία. Παράλληλα από τη στιγμή που τα στοιχεία θα καταγραφόντουσαν σε κασέτα ήταν δυνατός, τόσο ο έλεγχος τους όσο και η οποιαδήποτε επιπλέον διερεύνηση, πράγμα που ήταν ιδιαίτερα σημαντικό.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε μια σειρά από γεγονότα, τα οποία αν συνέβαιναν οι μετρήσεις θα έπρεπε να ματαιωθούν ή αν ήδη πραγματοποιούνται να σταματήσουν. Τα γεγονότα αυτά είναι τα εξής:

1. Η παρουσία τροχονόμου για τη ρύθμιση της κυκλοφορίας, όποτε αφού οι σηματοδότες δεν ισχύουν δεν έχει νόημα η πραγματοποίηση των μετρήσεων.
2. Απεργία των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς και ιδιαίτερα των λεωφορείων ή των τρέλλει. Αν υπάρχει απεργία μόνο στον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο, τότε και πάλι δεν θα μετρήσουμε γιατί η κατάσταση που θα επικρατεί δεν θα είναι αντιπροσωπευτική.
3. Κάποια πορεία που περνάει μπροστά από τη στάση που γίνονται οι μετρήσεις ή από κοντινό δρόμο.
4. Κάποιο ατύχημα μπροστά ή σε μικρή απόσταση από τη στάση που γίνονται οι μετρήσεις.
5. Διάφορα έργα του δήμου, της ΕΥΔΑΠ, της ΔΕΗ κ.λ.π.

3.3 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΣΤΑΣΕΩΝ

3.3.1 Γενικά στοιχεία για τις στάσεις λεωφορείων

3.3.1.1 Καθορισμός της απόστασης μεταξύ διαδοχικών στάσεων λεωφορείου

Η απόσταση μεταξύ των στάσεων έχει μια σημαντική επιρροή, τόσο στην κίνηση των λεωφορείων καθεαυτό, όσο και γενικότερα στην όλη απόδοση του συστήματος των λεωφορειακών γραμμών. Επιδρά κυρίως στο χρόνο διαδρομής και κατά συνέπεια έμμεσα επηρεάζει και τη ζήτηση για μετακίνηση με το λεωφορείο.

Στην περίπτωση που οι στάσεις είναι κοντά η μία με την άλλη, δηλαδή έχουμε μία στάση σε κάθε οικοδομικό τετράγωνο ή κάθε 200 – 400 μέτρα, τότε οι αποστάσεις περπατήματος είναι μικρές και η επιλογή του λεωφορείου για τη συγκεκριμένη μετακίνηση υπερισχύει των άλλων μέσων. Παράλληλα όμως η ύπαρξη συχνών στάσεων προκαλεί συχνά σταματήματα του λεωφορείου με αποτέλεσμα την αύξηση του συνολικού χρόνου διαδρομής. Στην αντίθετη περίπτωση που οι στάσεις είναι μακριά η μία με την άλλη, οι αποστάσεις βαδίσματος αυξάνουν και ενδέχεται κάποιο ποσοστό επιβατών να επιλέξει κάποιο άλλο μεταφορικό μέσο για τη συγκεκριμένη μετακίνηση. Όμως επειδή οι στάσεις είναι σε κάποια μεγαλύτερη απόσταση η μία με την άλλη τα λεωφορεία αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες και οι χρόνοι διαδρομής είναι μικρότεροι.

Η τελική απόφαση για την απόσταση μεταξύ των στάσεων βασίζεται συχνά στον τύπο ανάπτυξης της περιοχής που το λεωφορείο καταλήγει. Με βάση αυτό το διαχωρισμό μια περιοχή μπορεί να χαρακτηριστεί ως κεντρική περιοχή εργασίας, περιοχή κατοικίας και εμπορική περιοχή. Ένας άλλος τρόπος για να αποφασίσουμε για την απόσταση μεταξύ των στάσεων είναι να λάβουμε υπόψη μας τα είδη των περιοχών γένεσης των μετακινήσεων.

Στον πίνακα 3.1, της επόμενης σελίδας, φαίνεται η απόσταση μεταξύ των στάσεων για διάφορες περιπτώσεις. Οι τιμές που προκύπτουν είναι ένας συνδυασμός των διαφορετικών πρακτικών που μπορούν να ακολουθηθούν.

πίνακας 3.1 — Καθορισμός της απόστασης μεταξύ διαδοχικών στάσεων

Περιβάλλον	Όρια απόστασης μεταξύ των στάσεων (μέτρα)	Συνήθης απόσταση μεταξύ των στάσεων (μέτρα)
κεντρικές περιοχές εργοσίας	90 – 300	180
αστικές περιοχές	150 – 370	230
προαστιακές περιοχές	180 – 760	300
αγροτικές περιοχές	200 – 800	380

3.3.1.2 Παράγοντες που καθορίζουν τη θέση τοποθέτησης της στάσης λεωφορείου

Από τη στιγμή που έχουμε καθορίσει την απόσταση μεταξύ των στάσεων οι πιο σημαντικοί παράγοντες για την τελική τοποθέτηση μιας στάσης είναι η ασφάλεια που η επιλεγόμενη θέση παρέχει καθώς και η λειτουργικότητα της.

Οι βασικές παράμετροι που πρέπει να εξεταστούν και έχουν σχέση με την ασφάλεια που παρέχει η εξεταζόμενη θέση είναι οι εξής :

- Η προστασία των επιβατών από τη διερχόμενη κυκλοφορία .
- Η εύκολη και ακίνδυνη πρόσβαση των ατόμων με ειδικές ανάγκες .
- Η κατάλληλη επίστρωση για την ασφαλή επιβίβαση και αποβίβαση των επιβατών κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες .
- Η άμεση πρόσβαση στις διαβάσεις πεζών .
- Η άμεση πρόσβαση στη στάση της ίδιας λεωφορειακής γραμμής , αλλά κατά την αντίθετη κατεύθυνση .
- Η ύπαρξη καλού φωτισμού .

Οι βασικές παράμετροι που πρέπει να εξεταστούν και έχουν σχέση με τη λειτουργικότητα της εξεταζόμενης θέσης είναι οι εξής :

- Ο επαρκής χώρος για τη στάση του μέγιστου αριθμού λεωφορείων που έχει προβλεφθεί ότι μπορεί να αφιχθεί σε μία χρονική στιγμή .
- Η επίδραση της στάσης στις προσκείμενες σε αυτήν ιδιοκτησίες .
- Η απαγόρευση ή όχι της παρά το κράσπεδο στάθμευσης καθώς και οι φορτοεκφορτώσεις εμπορευμάτων .
- Η κατεύθυνση (μονή ή διπλή) και το πλάτος των διασταυρούμενων οδών .
- Ο τρόπος ελέγχου της κυκλοφορίας (με σηματοδότη ή με απλή σήμανση) .

- Ο αριθμός των στρεφόντων οχημάτων .
- Το πλάτος των πεζοδρομίων .
- Οι κινήσεις των πεζών κατά μήκος των διασταυρώσεων .
- Η ύπαρξη παράλληλου δρόμου και ο αριθμός των οχημάτων που εξυπηρετεί .

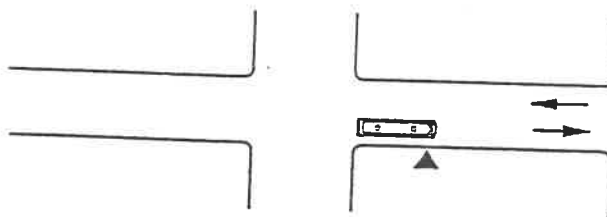
Η τελική επιλογή της θέσης μιας στάσης λεωφορείου προκύπτει από τον επί τόπου έλεγχο των παραπάνω παραμέτρων, έτσι ώστε να προκύπτει η μεγιστοποίηση της παρεχόμενης εξυπηρέτησης στους επιβάτες, η μεγιστοποίηση της ασφάλειας τους και η ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που τυχόν προκαλούνται στις ιδιοκτησίες στο χώρο γύρω από τη στάση και την υπόλοιπη κυκλοφορία .

3.3.1.3 Θέσεις τοποθέτησης στάσεων λεωφορείων σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση

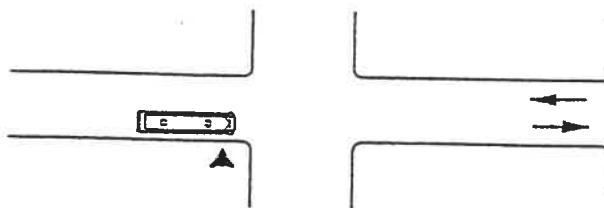
Μία στάση μπορεί να τοποθετηθεί αμέσως μετά από μία διασταύρωση (far - side bus stop), ακριβώς πριν από μία διασταύρωση (near - side bus stop) και στο μέσο ενός οικοδομικού τετραγώνου (midblock bus stop). Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι τρεις αυτές διαφορετικές θέσεις μιας στάσης σε σχέση με κάποια διασταύρωση .

σχήμα 3.1 — Θέσεις τοποθέτησης μιας στάσης λεωφορείου σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση

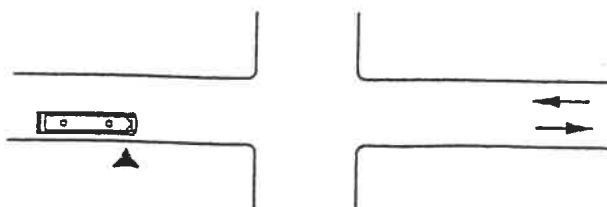
(α) στάση αμέσως μετά από διασταύρωση



(β) στάση ακριβώς πριν από διασταύρωση



(γ) στάση στο μέσο ενός οικοδομικού τετραγώνου



Συνήθως οι στάσεις τοποθετούνται κοντά σε διασταυρώσεις, όπου εξυπηρετούνται περισσότερο οι επιβάτες και όχι στα μέσα των οικοδομικών τετραγώνων, εκτός και αν υπάρχει κάποιος άλλος ειδικός λόγος. Στις κεντρικές περιοχές των ελληνικών πόλεων το μήκος των οικοδομικών τετραγώνων είναι συνήθως πολύ μικρό, οπότε ακόμα και η τοποθέτηση της στάσης στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου την φέρνει πολύ κοντά στη διασταύρωση.

Οι παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται προκειμένου μία στάση να τοποθετηθεί πριν από έναν κόμβο ή μετά από έναν κόμβο ή στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου είναι οι εξής:

- Η παρακείμενη χρήση γης.
- Η διαδρομή του λεωφορείου, για παράδειγμα αν στρίβει ή όχι το λεωφορείο στη διασταύρωση.
- Η προτεραιότητα των λεωφορείων στη σηματοδότηση, για παράδειγμα η επέκταση του χρόνου πρασίνου συνδυάζεται με στάση μετά από μια διασταύρωση.
- Η γενικότερη επίδραση στις λειτουργίες της διασταύρωσης.
- Οι διασταυρούμενες κυκλοφοριακές διαδρομές.
- Η γεωμετρία της διασταύρωσης.
- Οι περιορισμοί και ταυτόχρονα οι απαιτήσεις για στάθμευση.
- Η προέλευση και ο προορισμός των επιβατών.
- Η πρόσβαση των πεζών λαμβάνοντας υπόψη και τα άτομα με ειδικές ανάγκες.
- Η ανάγκη για χρήση του παράπλευρου τμήματος του δρόμου, για παράδειγμα η ύπαρξη δέντρων.
- Οι τύποι ελέγχου της κυκλοφορίας.

Ανάλογα με το αν η στάση είναι πριν από έναν κόμβο ή μετά από έναν κόμβο ή στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου έχει κάποια πλεονεκτήματα (+) και κάποια μειονεκτήματα (-), τα οποία αναφέρονται στον πίνακα 3.2 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 3.2 — Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών θέσεων μιας στάσης λεωφορείου σε σχέση με την πλησιέστερη διασταύρωση

Τοποθέτηση στάσης	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
αμέσως μετά από διασταύρωση	<ul style="list-style-type: none"> + Περιορίζει τις συγκρούσεις ανάμεσα στα δεξιά στρέφοντα οχήματα και τα λεωφορεία. + Βελτώνει πρόσθετα την ικανότητα της δεξιάς στροφής, γιατί αφήνει διαθέσιμη την κυκλοφορία στη δεξιά λωρίδα. + Περιορίζει τα προβλήματα ορατότητας για την προσέγγιση στη διασταύρωση. + Ενθαρρύνει τους πεζούς να περάσουν απέναντι πίσω από το λεωφορείο. + Δημιουργεί μικρότερες αποστάσεις επαβράδυνσης, αφού το λεωφορείο μπορεί να χρησιμοποιήσει το χώρο της διασταύρωσης για επαβράδυνση. + Τα κενά στην κυκλοφορία, τα οποία δημιουργούνται στις σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις αποτελούν θετικό στοιχείο για τους οδηγούς. - Μπορεί να δημιουργηθεί πρόβλημα μπλοκαρίσματος στις διασταυρώσεις κατά τις περιόδους αιχμής από τα σταματημένα λεωφορεία. - Αυξάνει τα προβλήματα ορατότητας για τα οχήματα που περνούν απέναντι. - Αυξάνει τα προβλήματα για τους πεζούς που περνούν απέναντι. - Ένα λεωφορείο μπορεί να σταματήσει στη στάση αφού έχει σταματήσει προηγούμενα και στην κόκκινη ένδειξη, το οποίο έρχεται σε αντίθεση με τις λειτουργίες του λεωφορείου και την υπόλοιπη κυκλοφορία. - Ενδέχεται να αυξηθεί ο αριθμός των κατοικητικών συγκρούσεων, επειδή οι οδηγοί δεν περιμένουν ότι τα λεωφορεία μπορεί να σταματήσουν ξανά αφού ήδη είχαν σταματήσει στην κόκκινη ένδειξη. - Μπορεί να δημιουργηθούν συρές στην κυκλοφορία που κλείνουν τη διασταύρωση όταν το λεωφορείο σταματήσει στη στάση.
ακριβώς πριν από διασταύρωση	<ul style="list-style-type: none"> + Περιορίζει τις παρεμβάσεις όταν η κυκλοφορία είναι σημαντική στην άλλη μεριά της διασταύρωσης. + Επιτρέπει την πρόσβαση στα λεωφορεία πιο κοντά στη διάβαση των πεζών. + Επιδρά στο πλάτος της διασταύρωσης, έτσι ώστε να είναι δυνατό για τον οδηγό του λεωφορείου να απομακρυνθεί από το κράσπεδο. + Εξαλείφει τη δυνατότητα για διπλή στάση. + Επιτρέπει την αποβίβαση και επιβίβαση των επιβατών, ενώ το λεωφορείο είναι σταματημένο λόγω της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη. + Δίνει τη δυνατότητα στους οδηγούς να δουν τη διερχόμενη κυκλοφορία. - Αυξάνει τις συγκρούσεις των λεωφορείων με τα δεξιά στρέφοντα οχήματα. - Είναι δυνατόν οι οδηγοί των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση να μην καταλάβουν αμέσως τους πεζούς που περνούν απέναντι. - Το λεωφορείο μπορεί να μπλοκάρει τα δεξιά στρέφοντα οχήματα. - Αυξάνει τα προβλήματα ορατότητας για τους πεζούς που διασχίζουν το δρόμο.

πίνακας 3.2 (συνέχεια)

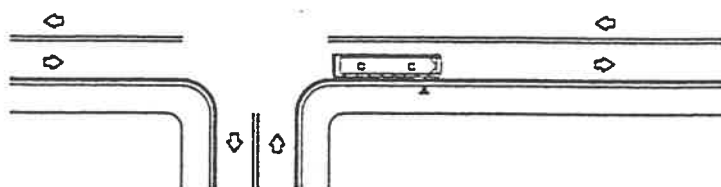
Τοποθέτηση στάσης	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
στο μέσο ενός οικοδομικού τετραγώνου	<ul style="list-style-type: none"> + Περιορίζει τα προβλήματα ορατότητας, τόσο για τα οχήματα όσο και για τους πεζούς. + Δημιουργεί μικρότερη συσσώρευση πεζών, αφού βρίσκεται μακριά από τη διασταύρωση. - Απαιτεί μεγαλύτερη απόσταση για την εκτός περιορισμών στάθμευση. - Ενθαρρύνει τους πεζούς να διασχίσουν την οδό σε σημεία εκτός των διαβάσεων. - Αυξάνει την απόσταση βαδίσματος για τα άτομα που διασχίζουν τις διασταυρώσεις.

3.3.1.4 Οι τύποι των στάσεων λεωφορείου ανάλογα με το σχεδιασμό τους

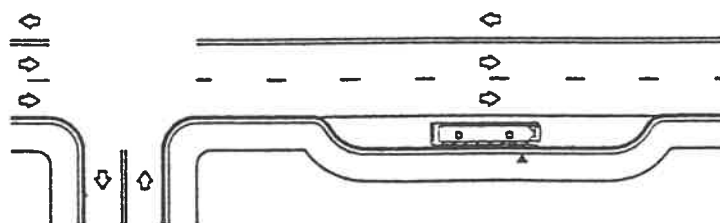
Οι τύποι των στάσεων λεωφορείου ανάλογα με το σχεδιασμό τους είναι πέντε. Έτσι μια στάση μπορεί να είναι παρά το κράσπεδο (curbside stop), να είναι σε εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιβράδυνσης και επιτάχυνσης (bus bay), να είναι σε ανοικτή εσοχή (open bus bay), να είναι σε ανοικτή εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιτάχυνσης (queue jumper bus bay) και τέλος να είναι παρά το κράσπεδο, αλλά να υπάρχει ειδική εσοχή για τα παρκαρισμένα αυτοκίνητα (pud ή curb extension). Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι τύποι των στάσεων ανάλογα με τον τρόπο που σχεδιάζονται.

σχήμα 3.2 — Διαφορετικοί τύποι σχεδιασμού στάσης λεωφορείου

(α) στάση παρά το κράσπεδο

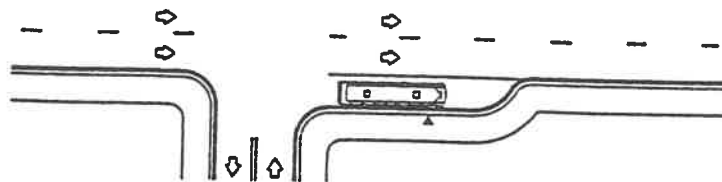


(β) στάση σε εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιβράδυνσης και επιτάχυνσης

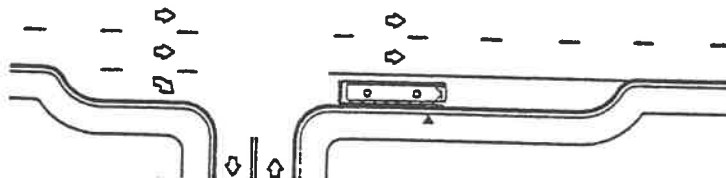


σχήμα 3.2 (συνέχεια)

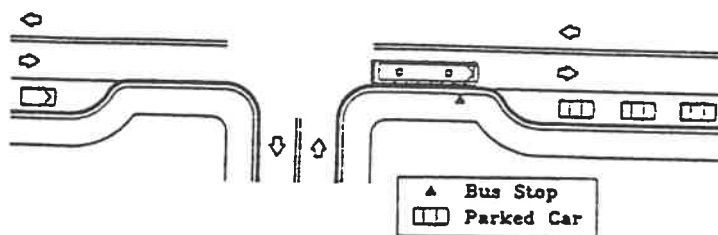
(γ) στάση σε ανοικτή εσοχή



(δ) στάση σε ανοικτή εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιτάχυνσης



(ε) στάση παρά το κράσπεδο, αλλά με ειδική εσοχή για τα παρκαρισμένα αυτοκίνητα



Ανάλογα με το αν η στάση είναι παρά το κράσπεδο, είναι σε εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιβράδυνσης και επιτάχυνσης, είναι σε ανοικτή εσοχή, είναι σε ανοικτή εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επιτάχυνσης ή είναι παρά το κράσπεδο, αλλά με ειδική εσοχή για τα παρκαρισμένα αυτοκίνητα, έχει κάποια πλεονεκτήματα (+) και κάποια μειονεκτήματα (-), τα οποία αναφέρονται στον επόμενο πίνακα, ο οποίος είναι ανάλογος με τον πίνακα 3.2.

πίνακας 3.3 — Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών τύπων σχεδιασμού μιας στάσης λεωφορείου

Τύπος στάσης	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
παρά το κράσπεδο	<ul style="list-style-type: none"> + Παρέχει εύκολη πρόσβαση στους οδηγούς των λεωφορείων και συμβάλλει στη μείωση της καθυστέρησης του λεωφορείου. + Είναι ασλή στο σχεδιασμό, εύκολη στην εγκατάσταση και φθηνή. + Είναι εύκολο να καταργηθεί αν αυτό απαιτείται. - Μπορεί να προκαλέσει συρά από σταματημένα αυτοκίνητα πίσω από το λεωφορείο με αποτέλεσμα την κυκλοφοριακή συμφόρηση. - Μπορεί να αναγκάσει τους οδηγούς των υπολοίπων οχημάτων να κάνουν ενδεχομένως ανασφαλείς μανούβρες (πχ απότομη αλλαγή λωρίδας) προκειμένου να αποφύγουν κάποιο σταματημένο λεωφορείο.

πίνακας 3.3 (συνέχεια)

Τύπος στάσης	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα
εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επαβράδυνσης και επατάχυνσης	<ul style="list-style-type: none"> + Επιτρέπει στους επαβάτες να αποβιβαστούν και να επαβιβαστούν εκτός της λωρίδας κυκλοφορίας, παρέχοντας προστασία τόσο για τους επαβάτες όσο και για το ίδιο το λεωφορείο από τα διερχόμενα οχήματα. + Ελαχιστοποιεί την καθυστέρηση στην υπόλοιπη κυκλοφορία από τη στάση ενός λεωφορείου. - Ενδεχομένως προκαλεί δυσκολία στους οδηγούς των λεωφορείων κατά την είσοδο τους ξανά στην κανονική κυκλοφορία, ιδιαίτερα όταν οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι υψηλοί. - Έχει αυξημένο κόστος κατασκευής σε σχέση το κόστος κατασκευής της παρά το κράσπεδο στάσης. - Έχει αυξημένο κόστος κατάρτησης αν αυτό είναι απαραίτητο.
ανοικτή εσοχή	<ul style="list-style-type: none"> + Επιτρέπει στο λεωφορείο να επαβραδύνει καθώς αυτό διασχίζει τη διασταύρωση. + Ίδια με εκείνα της στάσης σε εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επαβράδυνσης και επατάχυνσης. - Ίδια με εκείνα της στάσης σε εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επαβράδυνσης και επατάχυνσης.
ανοικτή εσοχή που λειτουργεί και σαν λωρίδα επατάχυνσης	<ul style="list-style-type: none"> + Επιτρέπει στα λεωφορεία να παρακάμψουν τις ουρές των οχημάτων στο σηματοδότη. + Ίδια με εκείνα της στάσης σε ανοικτή εσοχή. - Ενδεχομένως προκαλεί καθυστερήσεις στα δεξιά στρέφοντα οχήματα, όταν το λεωφορείο είναι στην αρχή της λωρίδας για τη δεξιά στροφή. - Ίδια με εκείνα της στάσης σε ανοικτή εσοχή.
παρά το κράσπεδο, αλλά με ειδική εσοχή για τα παρκαρισμένα αυτοκίνητα	<ul style="list-style-type: none"> + Χάνονται ορισμένες θέσεις στάθμευσης προκειμένου να κατασκευαστεί η στάση. + Μειώνει την απόσταση περπατήματος για τους πεζούς που διασχίζουν το δρόμο. + Αυξάνει το χώρο του πεζοδρομίου για τους επαβάτες που περιμένουν το λεωφορείο. + Παρέχει εύκολη πρόσβαση στους οδηγούς των λεωφορείων και συμβάλλει στη μείωση της καθυστέρησης του λεωφορείου. - Έχει αυξημένο κόστος κατασκευής σε σχέση το κόστος κατασκευής της παρά το κράσπεδο στάσης. - Ίδια με εκείνα της στάσης παρά το κράσπεδο.

3.3.2 Εύρεση των κατάλληλων στάσεων

3.3.2.1 Γενικά

Μία στάση λεωφορείου αναφέραμε προηγουμένα ότι μπορεί να είναι ακριβώς πριν από μία διασταύρωση, αμέσως μετά από μία διασταύρωση και στο μέσο ενός οικοδομικού τετραγώνου, δηλαδή κατά κάποιο τρόπο μακριά από τη διασταύρωση. Με δεδομένο ότι η διασταύρωση είναι σηματοδοτούμενη έχουμε τις τρεις διαφορετικές θέσεις που μπορεί να έχει μία στάση σε σχέση με κάποιο σηματοδότη. Πιο συγκεκριμένα η στάση μπορεί να είναι ακριβώς πριν από το σηματοδότη, αμέσως μετά από τον σηματοδότη και μακριά από τον σηματοδότη.

Αναφέραμε ακόμα ότι οι στάσεις διαχωρίζονται ανάλογα με το αν βρίσκονται παρά το κράσπεδο ή μέσα σε κάποια εσοχή. Μας ενδιέφεραν στη συγκεκριμένη εργασία οι στάσεις που βρίσκονται παρά το κράσπεδο, γιατί σε αυτές εμφανίζεται η πλήρης αλληλεπίδραση ανάμεσα στα λεωφορεία και τα υπόλοιπα οχήματα. Ένας άλλος λόγος είναι ότι και οι λίγες στάσεις σε εσοχή που υπάρχουν στην Αθήνα δεν χρησιμοποιούνται από τα λεωφορεία, είτε γιατί είναι κατειλημμένες από παρκαρισμένα αυτοκίνητα και κάδους απορριμμάτων, είτε γιατί για μεγαλύτερη ευκολία οι οδηγοί των λεωφορείων δεν τις χρησιμοποιούν.

Ακόμα μας ενδιέφερε στις στάσεις που θα επιλέγαμε, να μπορούμε να στήσουμε με κάποια σχετική ευκολία τη βιντεοκάμερα. Η βιντεοκάμερα στηριζόταν πάνω σε κατάλληλο τρίποδα και απαιτούσε ένα χώρο περίπου 1 – 1.5 τετραγωνικών μέτρων. Επομένως αυτός ο χώρος θα έπρεπε να υπάρχει πάνω στο πεζοδρόμιο, ώστε να στήσουμε τη βιντεοκάμερα. Παράλληλα όμως θα έπρεπε να μην προκαλούμε κάποιο πρόβλημα στην κίνηση των πεζών στο πεζοδρόμιο ή σε οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα. Με βάση αυτό το κριτήριο απορρίψαμε την Πατησίων, γιατί λόγω του μεγάλου αριθμού των καταστημάτων και των πεζών που κινούνται προς όλες τις κατευθύνσεις η τοποθέτηση της βιντεοκάμερας πάνω στο πεζοδρόμιο ήταν από αρκετά δύσκολη ως και αδύνατη.

Επίσης προσπαθήσαμε να επιλέξουμε στάσεις που αριθμός των λεωφορείων που σταματούσε σε αυτές ήταν σημαντικός και παράλληλα περιλάμβανε πολλές λεωφορειακές γραμμές. Προσπαθήσαμε να αποφύγουμε στάσεις που βρίσκονταν για παράδειγμα μετά από μία σημαντική διασταύρωση, όπου έχουμε διαχωρισμό της πορείας ανάμεσα στα λεωφορεία.

Με βάση αυτά τα στοιχεία καταγράψαμε τις περισσότερες από τις στάσεις που βρίσκονται στις λεωφόρους Κηφισίας, Αλεξάνδρας, Μεσογείων και Βασιλίσσης Σοφίας σε πίνακες όπως φαίνονται παρακάτω. Το (+) αντιστοιχεί σε στάσεις που θα μπορούσαμε να επιλέξουμε για τις μετρήσεις και το (-) σε εκείνες που απορρίψαμε από την αρχή για το λόγο που περιγράφεται στη στήλη με τις παρατηρήσεις.

πίνακας 3.4 — Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (ύπαρξη λεωφορειοδρομίου)
Κολέγιο	2	/	/	ΝΑΙ	+
Αροάκειο	2	/	ΝΑΙ	/	+
Αγ. Βαρβάρα	1	/	/	ΝΑΙ	- έχουμε διαφορετικές φάσεις
Φάρος	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Σκαλάκια	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Ντύλια	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επιτρέξεται από το σηματοδότη
Κατεχίαση	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Γηροκομείο	1	/	/	/	- μετά από σηματοδότη αλλά αρκετά μακριά
Ερ. Σπυριός	1	/	/	ΝΑΙ	- έχουμε διαφορετικές φάσεις
Αμπελόκηποι	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Ζέρβα	2	ΝΑΙ	/	/	+

πίνακας 3.5 — Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (ύπαρξη λεωφορειοδρομίου)
Κολέγιο	1	/	/	ΝΑΙ	- μικρότερος αριθμός διελεύσεων
Αροάκειο	1	/	ΝΑΙ	/	- μικρότερος αριθμός διελεύσεων
Αγ. Βαρβάρα	1	/	/	ΝΑΙ	- μικρότερος αριθμός διελεύσεων - έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Φάρος	1	/	/	ΝΑΙ	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Σκαλάκια	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Ντύλια	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Κατεχίαση	1	/	/	ΝΑΙ	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Γηροκομείο	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Ερ. Σπυριός	1+1	ΝΑΙ	/	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Αμπελόκηποι	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Ζέρβα	1	/	/	ΝΑΙ	+

πίνακας 3.6 — Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειόδρομο)
Υγειονομικό	2	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Γήπεδο	2	/	/	ΝΑΙ	+
ΙΚΑ	2	/	/	ΝΑΙ	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα
Ιπποκράτους	1	/	/	ΝΑΙ	- μικρότερος αριθμός διελεύσεων
Παναθήναια	1	/	ΝΑΙ	/	+
Σόνια	2	/	/	ΝΑΙ	+
Βράλια	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επιτρέπεται από το σηματοδότη
Πάρκο	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επιτρέπεται από το σηματοδότη
Πεδίον Άρεως	1+1	ΝΑΙ	/	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλει και λεωφορεία

πίνακας 3.7 — Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειόδρομο)
Υγειονομικό	1	/	/	ΝΑΙ	- μετά από σηματοδότη αλλά αρκετά μακριά
Γήπεδο	1	/	/	ΝΑΙ	+
ΙΚΑ	1	/	/	ΝΑΙ	+
Ιπποκράτους	1	ΝΑΙ	/	/	+
Παναθήναια	1+1	ΝΑΙ	/	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλει και λεωφορεία
Σόνια	1	/	ΝΑΙ	/	+
Βράλια	1	ΝΑΙ	/	/	+
Πάρκο	2	/	ΝΑΙ	/	+
Πεδίον Άρεως	2	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να σταθεί η κάμερα

πίνακας 3.8 — Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειόδρομο)
Σταυρός	2	/	/	ΝΑΙ	+
Γελαδάκη	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επιτρέπεται από το σηματοδότη
4 ^η Αγ. Παρασκευής	1	ΝΑΙ	/	/	+
Παράδεισος	1	/	/	ΝΑΙ	- η στάση βρίσκεται σε εσοχή
ΙΚΑ	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επιτρέπεται από το σηματοδότη
ΕΡΤ	1	ΝΑΙ	/	/	+
Αγία Παρασκευή	1	/	/	ΝΑΙ	+
12 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	+

πίνακας 3.8 (συνέχεια)

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειόδρομο)
11 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	+
Τόμπρα	1	/	ΝΑΙ	/	+
9 ^η Μεσογείων	1	ΝΑΙ	/	/	+
8 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
7 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	+
6 ^η Χολαργού	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
5 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
4 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
3 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	- μετά από σηματοδότη, αλλά αρκετά μακριά
2 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
1 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
Γεν. Κρατικό	1	ΝΑΙ	/	/	+
401	1	/	ΝΑΙ	/	+

πίνακας 3.9 — Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειόδρομο)
Σταπρός	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
Γελαδάκη	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
4 ^η Αγ. Παρασκευής	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
Παράδεισος	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
ΙΚΑ	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
ΕΡΤ	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
Αγία Παρασκευή	1	ΝΑΙ	/	/	+
12 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	+
11 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	+
Τόμπρα	1	/	/	ΝΑΙ	+
9 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
8 ^η Μεσογείων	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
7 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	+
6 ^η Χολαργού	1	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
5 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	+
4 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
3 ^η Χολαργού	1	ΝΑΙ	/	/	+
2 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	+
1 ^η Χολαργού	1	/	/	ΝΑΙ	+
Γεν. Κρατικό	1	/	/	ΝΑΙ	- η στάση βρίσκεται σε εσοχή
401	1	/	/	ΝΑΙ	- η στάση βρίσκεται σε εσοχή

πίνακας 3.10 — Επιλογή στάσεων στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Βασ. Σοφίας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (ύπαρξη λεωφορειοδρόμου)
Αμπελόκηποι	1	ΝΑΙ	/	/	- μετά από σηματοδότη, αλλά αρκετά μακριά - το πλάτος της διασταύρωσης είναι πολύ μεγάλο
Ιεσοκράτειο	2	/	/	ΝΑΙ	- η στάση βρίσκεται σε εσοχή
Πλατεία Μαβίλη	2	ΝΑΙ	/	/	+
Αλεξάνδρα	2	/	ΝΑΙ	/	- δεν επηρεάζεται από το σηματοδότη
Είσα	2	ΝΑΙ	/	/	+
Ευαγγελισμός	3	/	/	ΝΑΙ	- έχουμε διαφορετικές φάσεις
Ρηγάλλης	1	/	/	ΝΑΙ	- η στάση βρίσκεται σε εσοχή
Σύνταγμα	2	/	ΝΑΙ	/	+

πίνακας 3.11 — Επιλογή στάσεων στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Βασ. Σοφίας

Όνομα στάσης	Αριθμός θέσεων	Πριν από φανάρι	Μακριά από φανάρι	Μετά από φανάρι	Παρατηρήσεις (χωρίς λεωφορειοδρόμο)
Αθήναιον	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να στηθεί η κάμερα
Ιεσοκράτειο	1	/	ΝΑΙ	/	- έλλειψη επαρκούς χώρου για να στηθεί η κάμερα
Πλατεία Μαβίλη	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Αλεξάνδρα	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Είσα	2	/	/	ΝΑΙ	+
Ευαγγελισμός	1	/	ΝΑΙ	/	+
Ρηγάλλης	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία
Σύνταγμα	1+1	/	ΝΑΙ	/	- ξεχωριστές στάσεις για τρόλεϊ και λεωφορεία

Να συμπληρώσουμε ότι όταν λέμε ότι η στάση δεν επηρεάζεται από τον σηματοδότη αναφερόμαστε σε περιπτώσεις που η απόσταση μεταξύ της στάσης και του σηματοδότη είναι 100 μέτρα και περισσότερο και ενδεχομένως παρεμβάλλονται και άλλες στάσεις ενδιάμεσα. Επίσης όταν λέμε ότι έχουμε διαφορετικές φάσεις, εννοούμε ότι στη συγκεκριμένη στάση αφικνούνται λεωφορεία προερχόμενα από διαφορετικές κατευθύνσεις, δηλαδή διαφορετικές οδούς και άρα διαφορετική σηματοδότηση.

Από αυτά τα στοιχεία είχαμε ένα πρώτο διαχωρισμό ανάμεσα στις στάσεις που θα μπορούσαμε να μετρήσουμε και σε αυτές που απορρίψαμε για διάφορους λόγους. Αυτό που έγινε στη συνέχεια ήταν να μεταβούμε σε κάθε στάση από αυτές που αρχικά επιλέχθηκε και να πραγματοποιήσουμε κάποιες πρόχειρες καταγραφές και παρατηρήσεις, χωρίς όμως τη χρήση βιντεοκάμερας.

Η πρώτη βασική παρατήρηση που κάναμε ήταν ότι στη Μεσογείων η περίοδος σηματοδότησης ήταν μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες οδούς. Επομένως θα ήταν καλύτερο να επιλέξουμε κάποια ή κάποιες στάσεις και από αυτήν την οδό, αφού η περίοδος της σηματοδότησης είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι υπάρχουν ορισμένες διαφοροποιήσεις, τόσο ανάμεσα στις στάσεις που βρίσκονται ακριβώς πριν από ένα σηματοδότη όσο και ανάμεσα στις στάσεις που βρίσκονται αμέσως μετά από ένα σηματοδότη. Οι στάσεις Ζέρβα (κάθοδος προς το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας) και Ιπποκράτους (άνοδος από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας) είναι στάσεις που βρίσκονται ακριβώς πριν από το σηματοδότη. Στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα υπάρχει μια μικρή απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη και επιπλέον επιτρέπεται η δεξιά στροφή. Έτσι τα οχήματα προκειμένου να στρίψουν δεξιά εμποδίζουν σε κάποιες περιπτώσεις την κίνηση των λεωφορείων. Αυτό δεν συμβαίνει στη στάση Ιπποκράτους, όπου η απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη στη στάση Ζέρβα και η δεξιά στροφή δεν επιτρέπεται. Επίσης στη στάση Ιπποκράτους ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης είναι σχετικά κοντά και επομένως λόγω της συντονισμένης σηματοδότησης ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Αντίθετα στη στάση Ζέρβα ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης είναι σχετικά μακριά και η συντονισμένη σηματοδότηση δεν επηρεάζει σε τόσο μεγάλο βαθμό τους αριθμούς των λεωφορείων που φθάνουν στη στάση με την πράσινη ή την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη αντίστοιχα.

Για την περίπτωση των στάσεων που βρίσκονται αμέσως μετά από κάποιο σηματοδότη τα πράγματα είναι λιγότερο σύνθετα. Η οποιαδήποτε διαφοροποίηση επέρχεται μόνο από την απόσταση που έχει ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση. Στην περίπτωση που η απόσταση αυτή είναι μικρή, όπως για παράδειγμα συμβαίνει στη στάση Ζέρβα στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας, όλα σχεδόν τα λεωφορεία λόγω της συντονισμένης σηματοδότησης περνάνε με την πράσινη ένδειξη και σταματάνε στη στάση. Όταν η απόσταση αυτή είναι μεγαλύτερη, όπως στη στάση 3^η Χολαργού στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων που η απόσταση αυτή είναι σχεδόν διπλάσια, κάποια από τα λεωφορεία, ιδιαίτερα κατά τις ώρες αιχμής, σταματούν και στην κόκκινη ένδειξη και στη στάση.

Στην περίπτωση των στάσεων που βρίσκονται μακριά από το σηματοδότη, δηλαδή στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου (60 και περισσότερο μέτρα από το σηματοδότη) δεν διακρίναμε κάποιες σημαντικές διαφοροποιήσεις, εκτός ίσως από την περίπτωση της οπτικής ή όχι επαφής του οδηγού του λεωφορείου με το σηματοδότη. Για να μπορέσουμε όμως να μετρήσουμε σε μία στάση που οδηγός του λεωφορείου δεν έχει οπτική επαφή με το σηματοδότη (π.χ η στάση Ευαγγελισμός στην άνοδο από το κέντρο της Βασιλίσσης Σοφίας) απαιτούνται δύο βιντεοκάμερες. Τέλος, στην περίπτωση των στάσεων που βρίσκονται μακριά από το σηματοδότη δεν φαίνεται να είναι σημαντικός παράγοντας η απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης.

Προφανώς ο συνδυασμός περιπτώσεων είναι μεγάλος (περίπου 10-12 περιπτώσεις) και επομένως απαιτείται να επιλεγθούν οι πιο αντιπροσωπευτικές από αυτές για το συγκεκριμένο επίπεδο εργασίας. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι θα έπρεπε να μετρήσουμε σε 5 διαφορετικές στάσεις με τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Η στάση να βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης να είναι κοντά και να μην επιτρέπεται η δεξιά στροφή.
2. Η στάση να βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης να είναι μακριά και να μην επιτρέπεται η δεξιά στροφή.
3. Η στάση να βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης να είναι σχετικά μακριά και να επιτρέπεται η δεξιά στροφή.
4. Η στάση να βρίσκεται στο μέσο περίπου ενός οικοδομικού τετραγώνου και ο οδηγός να έχει οπτική επαφή με το σηματοδότη.
5. Η στάση να βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη και ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης να είναι σχετικά μακριά.

Οι περιπτώσεις 1, 3, 5 είναι οι βασικές και οι περιπτώσεις 2 και 4 είναι συμπληρωματικές αυτών. Η περίπτωση της στάσης στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου θεωρείται ως συμπληρωματική, γιατί γενικά τα οικοδομικά τετράγωνα είναι μικρά στην Αθήνα (δεν έχουν μήκος μεγαλύτερο από 150 μέτρα), οπότε και η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη δεν είναι σημαντικά πιο μεγάλη από τις υπόλοιπες περιπτώσεις στάσεων.

3.3.2.2 Η τελική επιλογή των στάσεων

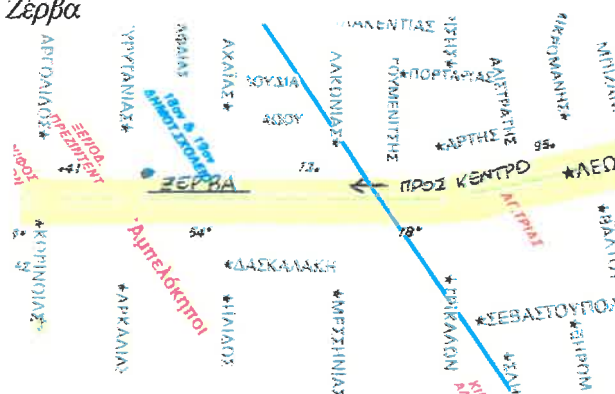
Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, τα αντίστοιχα συμπεράσματα και τα απαιτούμενα κριτήρια (π.χ. επαρκής χώρος για να στηθεί η βιντεοκάμερα) επιλέξαμε σαν καλύτερες στάσεις για να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις μας αυτές που φαίνονται στον πίνακα 3.12. Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι οι στάσεις επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχει ομοιομορφία ως προς τις αντίστοιχες κατευθύνσεις, προκειμένου να είναι περίπου ίδιες οι ώρες που θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις. Αυτό γίνεται περισσότερο για λόγους ευκολίας, αλλά και για να είναι τα στοιχεία όσο το δυνατό πιο συγκρίσιμα μεταξύ τους.

πίνακας 3.12 — Στάσεις που επιλέγονται για την πραγματοποίηση των μετρήσεων

Τύπος στάσης	Οδός που βρίσκεται η συγκεκριμένη στάση	Όνομα στάσης
ακριβώς πριν από το σηματοδότη	Λεωφόρος Κηφισίας (κάθοδος)	Ζέρβα
ακριβώς πριν από το σηματοδότη	Λεωφόρος Αλεξάνδρος (άνοδος)	Ιπποκράτους
ακριβώς πριν από το σηματοδότη	Λεωφόρος Μεσογείων (κάθοδος)	5 ^η Χολαργού
αμέσως μετά από το σηματοδότη	Λεωφόρος Μεσογείων (κάθοδος)	3 ^η Χολαργού
μακριά από το σηματοδότη (στη μέση του οικοδομικού τετραγώνου)	Λεωφόρος Αλεξάνδρος (άνοδος)	Σόνια

Η στάση Ζέρβα βρίσκεται στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Κηφισίας και φαίνεται στο σχήμα 3.3 και τη φωτογραφία 1. Είναι μια στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ενώ ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης δεν είναι κοντά. Η δεξιά στροφή επιτρέπεται για όλα τα οχήματα και παράλληλα ισχύει και το μέτρο της αποκλειστικής λωρίδας για τα λεωφορεία, οπότε λαμβάνεται υπόψη και αυτή η περίπτωση.

σχήμα 3.3 — Στάση Ζέρβα



φωτογραφία 1 — Στάση Ζέρβα



Η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι 20 μέτρα (από το σημείο στο μέσο των δύο στάσεων ως το σηματοδότη), ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 250 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως επόμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 100 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση.

Η στάση Ιπποκράτους βρίσκεται στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας και φαίνεται στο σχήμα 3.4 και τη φωτογραφία 2. Είναι μια στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ενώ ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης είναι αρκετά κοντά. Η δεξιά στροφή στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν επιτρέπεται για τα οχήματα και παράλληλα δεν υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για λεωφορεία.

σχήμα 3.4 — Στάση Ιπποκράτους



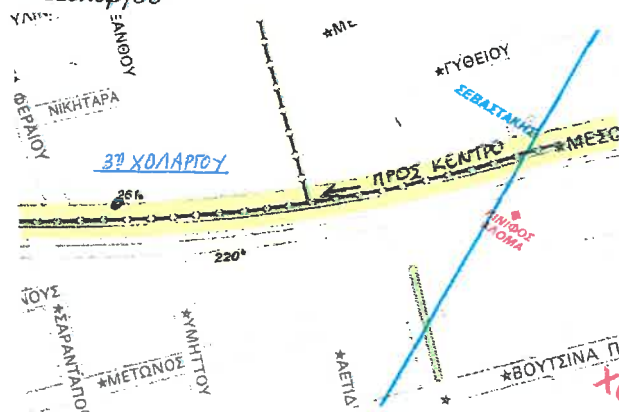
φωτογραφία 2 — Στάση Ιπποκράτους



Η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι 9 μέτρα, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 100 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως επόμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 250 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση.

Η στάση 3^η Χολαργού βρίσκεται στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων και φαίνεται στο σχήμα 3.5 και τη φωτογραφία 3. Είναι μια στάση που βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη, ενώ ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης δεν είναι κοντά. Η δεξιά στροφή δεν επιτρέπεται για τα οχήματα και παράλληλα δεν υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για λεωφορεία.

σχήμα 3.5 — Στάση 3^η Χολαργού



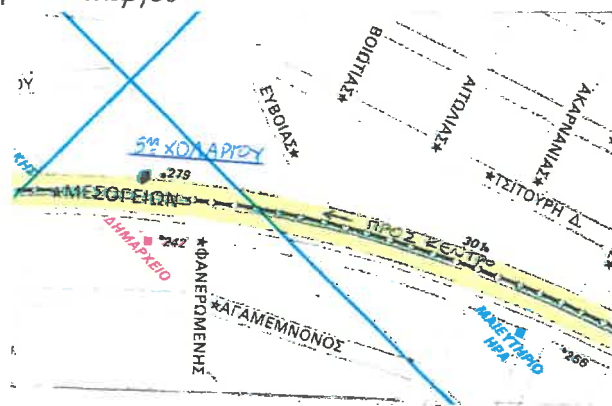
φωτογραφία 3 — Στάση 3^η Χολαργού



Η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι 35 μέτρα, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 200 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως επόμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 160 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση.

Η στάση 5^η Χολαργού βρίσκεται στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων και φαίνεται στο σχήμα 3.6 και τη φωτογραφία 4. Είναι μια στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, ενώ ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης δεν είναι κοντά. Η δεξιά στροφή δεν επιτρέπεται για τα οχήματα και παράλληλα δεν υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για λεωφορεία.

σχήμα 3.6 — Στάση 5^η Χολαργού



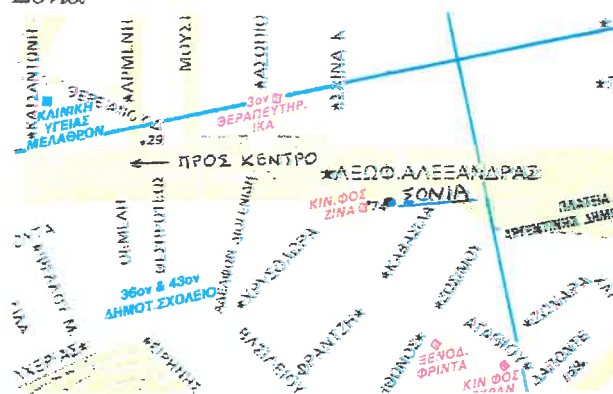
φωτογραφία 4 — Στάση 5^η Χολαργού



Η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι 7 μέτρα, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 600 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως επόμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 80 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση.

Τέλος, η στάση Σόνια βρίσκεται στην άνοδο από το κέντρο της Λεωφόρου Αλεξάνδρας και φαίνεται στο σχήμα 3.7 και τη φωτογραφία 5. Είναι μια στάση που βρίσκεται μακριά από το σηματοδότη, δηλαδή βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου.

σχήμα 3.7 — Στάση Σόνια





Η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι 80 μέτρα, ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 200 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως επόμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 300 περίπου μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση.

3.4 Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η κύρια αιτία της οποιασδήποτε διαφοροποίησης εμφανίζεται σε ένα οδικό δίκτυο είναι η εναλλαγή από μία κατάσταση αυξημένης κυκλοφορίας, δηλαδή από μία περίοδο αιχμής, σε μία κατάσταση πιο ήπια, δηλαδή σε μία περίοδο μη αιχμής. Σε μία περίοδο αιχμής, εκτός από το γενικό χαρακτηριστικό ότι υπάρχουν περισσότερα οχήματα στο οδικό δίκτυο με αποτέλεσμα η κυκλοφορία τους να γίνεται με περισσότερη δυσκολία, διαφοροποιούνται και ορισμένες παράμετροι που έχουν αποκλειστικά σχέση με τα λεωφορεία.

Αρχικά αυξάνεται ο αριθμός των δρομολογίων προκειμένου να εξυπηρετηθεί η μεγαλύτερη επιβατική ζήτηση. Επιπλέον μεγέθη, όπως η ταχύτητα κίνησης του λεωφορείου, ο χρόνος παραμονής του στη στάση και η πληρότητα του, λαμβάνουν δυσμενέστερες τιμές. Παράλληλα με όλα αυτά ο μεγαλύτερος αριθμός οχημάτων που κινούνται επηρεάζει αρνητικά την κίνηση των λεωφορείων. Ένα απλό παράδειγμα είναι ο μεγαλύτερος αριθμός ταξί που κυκλοφορούν κατά τις ώρες αιχμής, τα οποία προκειμένου να αποβιβάσουν και να επιβιβάσουν επιβάτες σταματούν στη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας καθυστερώντας την κίνηση των λεωφορείων. Τέλος, στην περίπτωση μας έχουμε μία σταθερού χρόνου σηματοδότηση, η οποία προκαθορίζεται από το αντίστοιχο πρόγραμμα για ορισμένες χαρακτηριστικές περιόδους της ημέρας, όπως είναι οι περίοδοι αιχμής και μη αιχμής.

Το συμπέρασμα δηλαδή, στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε, είναι ότι τόσο η σηματοδότηση όσο και τα γενικότερα και ειδικότερα χαρακτηριστικά της κίνησης των λεωφορείων διαφοροποιούνται ανά χρονική περίοδο ανάλογα με το μέγεθος της κυκλοφορίας. Επομένως προκειμένου τα στοιχεία, τα οποία θα συλλέξουμε, να είναι πιο αντιπροσωπευτικά θα πρέπει να περιλαμβάνουν όλες ή τουλάχιστον τις περισσότερες από τις παραπάνω διαφοροποιήσεις. Έτσι με βασικό άξονα τα λεωφορεία θεωρήσαμε τρία διαφορετικά μεταξύ τους επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης.

Το πρώτο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης χαρακτηρίζεται από μειωμένη κυκλοφορία, τόσο σε συνολικό επίπεδο, όσο και πιο ειδικά για τα λεωφορεία. Η κίνηση των λεωφορείων δεν επηρεάζεται καθόλου από την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων, ο αριθμός των λεωφορείων που δρομολογούνται είναι μικρός και ανάλογα μικρή είναι και η επιβατική ζήτηση. Άρα τα περισσότερα από τα λεωφορεία που κυκλοφορούν έχουν μειωμένη πληρότητα. Στο τμήμα της οδού μεταξύ των δύο σηματοδοτών (σηματοδότης που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης) παρατηρούνται στάθμες εξυπηρέτησης A και B, ενώ βέβαια και στην περιοχή του σηματοδοτούμενου κόμβου η μέση καθυστέρηση δεν ξεπερνά τα 15 δευτερόλεπτα στην πιο ακραία περίπτωση, οπότε έχουμε επίσης στάθμες εξυπηρέτησης A και B.

Στη φωτογραφία 6, της επόμενης σελίδας, φαίνεται το πρώτο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης. Η συγκεκριμένη φωτογραφία τραβήχτηκε στη Λεωφόρο Μεσογείων στην άνοδο από το κέντρο της Αθήνας.

φωτογραφία 6 — 1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης



Το τρίτο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης χαρακτηρίζεται από αυξημένη κυκλοφορία, τόσο σε συνολικό επίπεδο, όσο και πιο ειδικά για τα λεωφορεία. Η κίνηση των λεωφορείων επηρεάζεται σημαντικά από την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων, ο αριθμός των λεωφορείων που δρομολογούνται είναι μεγάλος και ανάλογα μεγάλη είναι και η επιβατική ζήτηση. Άρα τα περισσότερα από τα λεωφορεία που κυκλοφορούν έχουν αυξημένη πληρότητα. Στο τμήμα της οδού μεταξύ των δύο σηματοδοτών (σηματοδότης που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης) παρατηρούνται στάθμες εξυπηρέτησης E και F, ενώ βέβαια και στην περιοχή του σηματοδοτούμενου κόμβου η μέση καθυστέρηση ξεπερνά τα 40 δευτερόλεπτα, οπότε έχουμε επίσης στάθμες εξυπηρέτησης E και F.

Στη φωτογραφία 7, της επόμενης, σελίδας φαίνεται το τρίτο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης. Η συγκεκριμένη φωτογραφία τραβήχτηκε στη Λεωφόρο Κηφισίας στην κάθοδο προς το κέντρο της Αθήνας.

φωτογραφία 7 — 3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης



Το δεύτερο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης χαρακτηρίζεται από μια ενδιάμεση κυκλοφορία των δύο προηγούμενων επιπέδων, τόσο σε συνολικό επίπεδο, όσο και πιο ειδικά για τα λεωφορεία. Η κίνηση των λεωφορείων επηρεάζεται σε κάποιες περιπτώσεις από την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων, ο αριθμός των λεωφορείων που δρομολογούνται είναι σχεδόν τόσο μεγάλος όσο στο τρίτο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης και ανάλογη είναι και η επιβατική ζήτηση. Άρα τα περισσότερα από τα λεωφορεία που κυκλοφορούν έχουν από μέση ως αυξημένη πληρότητα. Στο τμήμα της οδού μεταξύ των δύο σηματοδοτών (σηματοδότης που επηρεάζει τη στάση και ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης) παρατηρούνται στάθμες εξυπηρέτησης C και D, ενώ βέβαια και στην περιοχή του σηματοδοτούμενου κόμβου η μέση καθυστέρηση δεν ξεπερνά τα 40 δευτερόλεπτα, αλλά δεν είναι ποτέ λιγότερο από 15 δευτερόλεπτα, οπότε έχουμε επίσης στάθμες εξυπηρέτησης C και D.

Στη φωτογραφία 8, της επόμενης σελίδας, φαίνεται το δεύτερο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης. Η συγκεκριμένη φωτογραφία τραβήχτηκε στη Λεωφόρο Μεσογείων στην κάθοδο προς το κέντρο της Αθήνας.

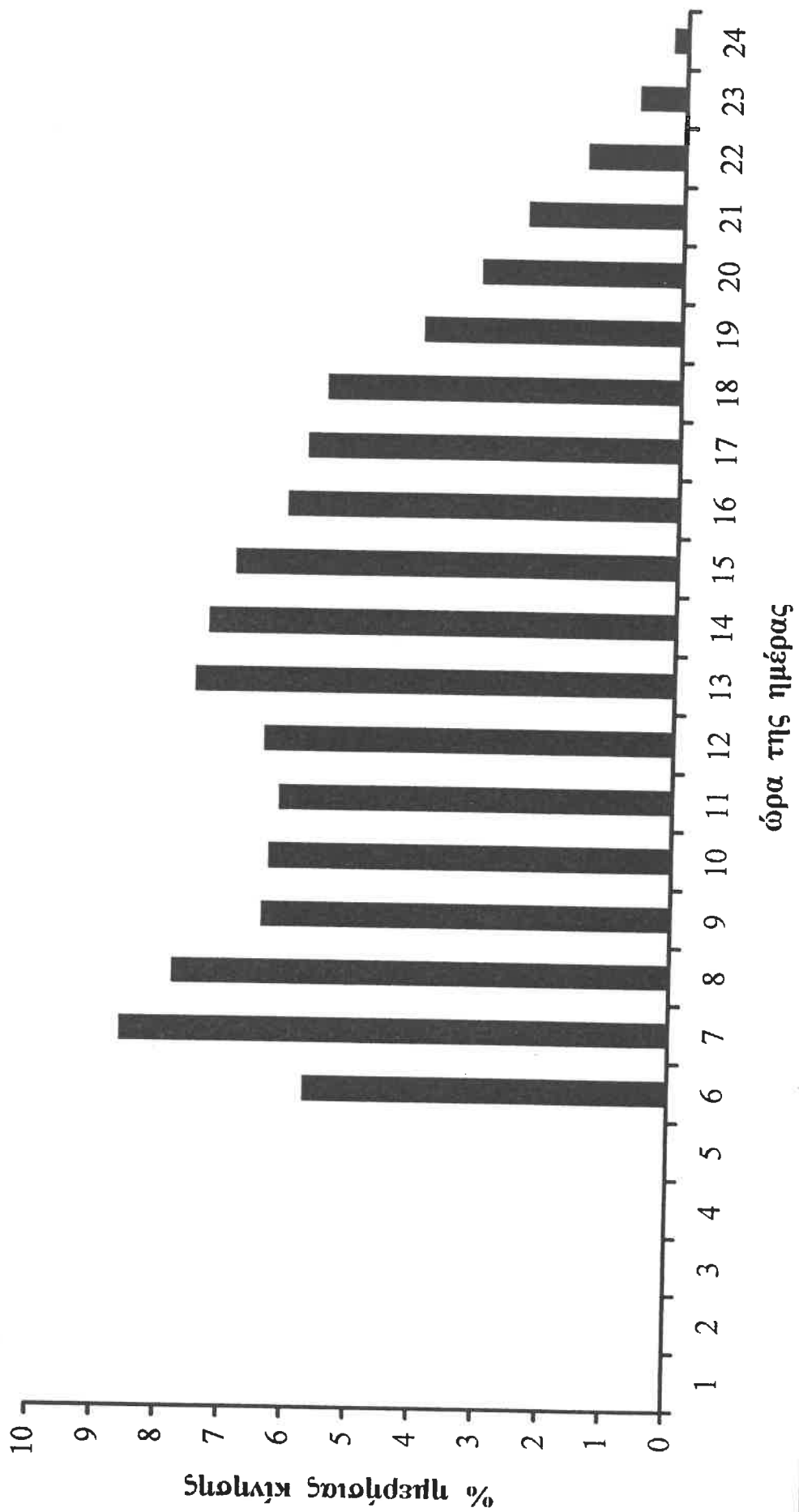


Προφανώς εναλλαγές από το ένα επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης στο άλλο είναι δυνατό να συμβούν μέσα σε μικρές χρονικές περιόδους μιας ευρύτερης χρονικής περιόδου. Γενικά όμως στην ευρύτερη χρονική περίοδο, στην οποία και θα πραγματοποιούνται μετρήσεις, θα έχουμε κάποιο συγκεκριμένο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης.

Είχαμε επίσης στη διάθεση μας το διάγραμμα της ωριαίας μετακίνησης της επιβατικής κίνησης σε μία εργάσιμη ημέρα της εβδομάδας, το οποίο έχει προκύψει από στοιχεία του ΟΑΣΑ. Σε αυτό το διάγραμμα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η μεγαλύτερη επιβατική κίνηση είναι από τις 07:00 ως και τις 09:00 και από τις 13:00 ως και τις 15:00. Όλες τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας ως και τις 18:00 η επιβατική κίνηση είναι μικρότερη, ενώ μετά από τις 18:00 ως και το τέλος της λειτουργίας των ΜΜΜ μειώνεται συνεχώς. Αντίστοιχες αυξομειώσεις παρουσιάζει και ο αριθμός των λεωφορείων που δρομολογούνται, όπως ήδη αναφέραμε.

Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι κατά τις ώρες που παρατηρείται η μεγαλύτερη επιβατική κίνηση έχουμε και γενικότερα τη μεγαλύτερη κυκλοφορία οχημάτων και ιδιαίτερα από τις 07:00 ως και τις 09:00 (πρωινή αιχμή). Το διάγραμμα της ωριαίας διακύμανσης της επιβατικής κίνησης των αστικών συγκοινωνιών φαίνεται στην επόμενη σελίδα.

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΩΡΙΑΙΑΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΩΝ**



Έτσι επιλέξαμε να μετρήσουμε πρωί, στο διάστημα μεταξύ 07:00 και 10:30 προκειμένου να καταγράψουμε μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στο διάστημα μεταξύ 11:00 και 14:30 προκειμένου να καταγράψουμε μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης). Για να καταγράψουμε μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) προτιμούμε να μετρήσουμε Κυριακή, γιατί σε οποιαδήποτε άλλη ημέρα δεν παρατηρείται χαμηλή κυκλοφορία για κάποιο σταθερό χρονικό διάστημα. Στο διάστημα πέρα των 18:00 δεν μπορούμε να μετρήσουμε για λόγους καθαρά λειτουργικούς που έχουν σχέση με το φωτισμό και γιατί είναι δυνατόν η κυκλοφορία στην οδό να είναι πολύ αυξημένη, ενώ η επαβατική κίνηση στα λεωφορεία είναι περιορισμένη.

Η διάρκεια των μετρήσεων επιλέχθηκε να είναι 3 ώρες για δύο λόγους. Ο πρώτος και βασικότερος λόγος ήταν η αυτονομία της βιντεοκάμερας. Η βιντεοκάμερα λειτουργούσε με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Οι μπαταρίες που είχαμε στη διάθεση μας δεν ήταν πολλές (4) και παρείχαν μια αυτονομία 2 ¼ ωρών η κάθε μία. Σύμφωνα όμως με τις οδηγίες χρήσης τους δεν πρέπει να αδειάζουν πλήρως (να παραμένει τουλάχιστον ενέργεια για 30 περίπου λεπτά), γιατί καταστρέφονται τα ηλεκτρικά τους στοιχεία. Επομένως στην πράξη είχαμε αυτονομία για περίπου 7 ώρες, δηλαδή είχαμε τη δυνατότητα να πραγματοποιούμε με άνεση δύο 3ώρες μετρήσεις μέσα σε μία ημέρα και παράλληλα να υπάρχει ένα περιθώριο 1 ώρας. Ο δεύτερος λόγος είναι ότι μέσα στο διάστημα των τριών ωρών μπορούμε να συλλέξουμε ένα ικανοποιητικό αριθμό στοιχείων και παράλληλα να καταγράψουμε ένα σημαντικό αριθμό διαφορετικών περιπτώσεων και καταστάσεων.

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο
4**

- ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ -

4.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, στις Λεωφόρους Κηφισίας, Μεσογείων και Αλεξάνδρας, στις στάσεις Ζέρβα (στην κάθοδο της Κηφισίας προς το κέντρο), 3^η Χολαργού (στην κάθοδο της Μεσογείων προς το κέντρο), 5^η Χολαργού (στην κάθοδο της Μεσογείων προς το κέντρο), Ιπποκράτους (στην άνοδο της Αλεξάνδρας από το κέντρο) και Σόνια (στην άνοδο της Αλεξάνδρας από το κέντρο).

Η συλλογή των στοιχείων έγινε με χρήση βιντεοκάμερας. Η βιντεοκάμερα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μία Panasonic M10, η οποία στηριζόταν σε ένα ειδικό αλουμινένιο τρίποδο. Οι βιντεοκασέτες που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των στοιχείων ήταν συνολικά 12, του τύπου VHS και διάρκειας τεσσάρων ωρών η κάθε μία. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν ένα ηλεκτρονικό ρολόι χειρός, το οποίο ρυθμίστηκε, όσο αυτό ήταν δυνατό, με το 141 και ένα χρονόμετρο χειρός.

Το διάστημα μέσα στο οποίο πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ήταν από τις 7/6/1998 ως και τις 17/6/1998, πρωινές και μεσημεριανές ώρες, με συνολική διάρκεια 38 ώρες. Στις 6/6/1998 πραγματοποιήθηκε μια 2ώρη μέτρηση στη στάση Ιπποκράτους, προκειμένου να επιτευχθεί μια σχετική άνεση στη χρησιμοποίηση της βιντεοκάμερας και στον τρόπο εύρεσης της κατάλληλης θέσης για την τοποθέτησής της. Τα στοιχεία όμως από αυτήν την μέτρηση δεν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια.

Η καταγραφή των στοιχείων έγινε ταυτόχρονα με τη βιντεοκασέτα και σε κατάλληλα έντυπα, προκειμένου η επεξεργασία που θα ακολουθήσει να πραγματοποιηθεί πιο εύκολα και να περιοριστεί όσο το δυνατό περισσότερο ο αριθμός και το μέγεθος των σφαλμάτων. Τα στοιχεία, τα οποία κατεγράφησαν στα έντυπα, ήταν ο αριθμός της λεωφορειακής γραμμής που εξυπηρετεί το κάθε λεωφορείο, η πληρότητα του κάθε λεωφορείου, η χρονική στιγμή της άφιξης του λεωφορείου στη στάση, η χρονική στιγμή της αναχώρησης του λεωφορείου από τη στάση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Στη βιντεοκασέτα καταγράφηκε όλη η κίνηση του κάθε λεωφορείου από τη χρονική στιγμή που αυτό πέρασε μπροστά από το σημείο που ήταν τοποθετημένη η βιντεοκάμερα ως και τη χρονική στιγμή που το λεωφορείο πέρασε από το συγκεκριμένο σηματοδότη. Με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού ρολογιού καταγράφηκε, με ακρίβεια δευτερολέπτου, η χρονική στιγμή της άφιξης ενός λεωφορείου στη στάση και η χρονική στιγμή της αναχώρησης του

από αυτή. Με το χρονόμετρο μετρήθηκαν οι διάρκειες της πράσινης και της κόκκινης ένδειξης ανά τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να υπάρχει μια εικόνα για διάρκεια της σηματοδότησης και των επί μέρους ενδείξεων.

Ως άφιξη του λεωφορείου στη στάση θεωρήθηκε εκείνη η χρονική στιγμή που το λεωφορείο μόλις σταμάτησε στη στάση. Σε κάποιες περιπτώσεις οι πόρτες είχαν ήδη ανοίξει πριν από την πλήρη ακινητοποίηση του λεωφορείου στη στάση, αλλά αυτό δεν λήφθηκε υπόψη. Αντίστοιχα ως αναχώρηση του λεωφορείου από τη στάση θεωρήθηκε εκείνη η χρονική στιγμή που το λεωφορείο μόλις ξεκίνησε από τη στάση. Σε περιπτώσεις που η εκκίνηση του λεωφορείου δεν μπορούσε να γίνει εύκολα αντιληπτή, όπως για παράδειγμα όταν είχε μεγάλη κίνηση και το λεωφορείο παρέμενε ακινητοποιημένο ή προχωρούσε πολύ αργά, ως αναχώρηση από τη στάση καταγράφηκε η επόμενη χρονική στιγμή, δηλαδή δευτερόλεπτο, από τη χρονική στιγμή που έκλεισαν οι πόρτες.

Όπως θα δούμε και στη συνέχεια η διαφορά ανάμεσα στη χρονική στιγμή της αναχώρησης του λεωφορείου από τη στάση και της χρονικής στιγμής της άφιξης του λεωφορείου στη στάση, δίνει το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση D_t , όπως αυτός ορίστηκε στην παράγραφο 2.5.5. Ο χρόνος εκκένωσης t_c , ο οποίος αποτελεί ένα μέρος του χρόνου D_t , δεν ήταν δυνατόν να καταγραφεί. Μια εκτίμηση όμως που μπορούμε να κάνουμε με βάση τις μετρήσεις είναι ότι οι τιμές που παίρνει ο χρόνος t_c κυμαίνονται από 3 ως και 10 – 12 δευτερόλεπτα. Οι μεγάλες τιμές του χρόνου t_c αντιστοιχούν σε λεωφορεία που είναι πολύ γεμάτα (συχνό φαινόμενο) και οι επιβάτες καθυστερούν σημαντικά κυρίως να αποβιβαστούν.

Η πληρότητα του κάθε λεωφορείου δίνεται από μια περιγραφική κλίμακα, ανάλογα με το πόσο γεμάτο ή όχι βλέπαμε το λεωφορείο τη στιγμή που έφθανε στη στάση. Έτσι το «Α» αντιστοιχείται σε κάποιο λεωφορείο, στο οποίο δεν υπήρχαν καθόλου όρθιοι επιβάτες και ο αριθμός των κενών θέσεων ήταν σημαντικός. Το «Μ» αντιστοιχείται σε κάποιο λεωφορείο, στο οποίο υπήρχαν λίγοι όρθιοι επιβάτες και ίσως ελάχιστες κενές θέσεις. Τέλος, το «Γ» αντιστοιχείται σε κάποιο λεωφορείο, στο οποίο υπήρχαν αρκετοί όρθιοι επιβάτες και καθόλου κενές θέσεις.

Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι σε πολλές περιπτώσεις, όπου είχαμε ταυτόχρονη άφιξη δύο ή και περισσότερων λεωφορείων κάποια ή κάποιες θέσεις του εντύπου παρέμεναν κενές, γιατί δεν προλαβαίναμε να καταγράψουμε το συγκεκριμένο γεγονός. Για παράδειγμα είχαμε ταυτόχρονη άφιξη τριών λεωφορείων στη στάση και για το τρίτο δεν προλαβαίναμε να καταγράψουμε τη χρονική στιγμή της άφιξης του στη στάση ή την πληρότητα του. Αυτά τα

στοιχεία συμπληρώθηκαν στη συνέχεια κατά την επεξεργασία των μετρήσεων. Στα έντυπα όμως, τα οποία αντιστοιχούν στις μετρήσεις σε κάθε στάση, όλες οι τιμές είναι συμπληρωμένες προφανώς από την επεξεργασία, αφού δεν ήταν λογικό να παρουσιαστούν με τα οποιαδήποτε κενά από την αρχική συμπλήρωσή τους.

Τέλος, θα παρατηρήσουμε ότι η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη συμβολίζεται με τον αριθμό 1, ενώ η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη συμβολίζεται με τον αριθμό 0. Αυτό έχει σχέση με την προσομοίωση που θα ακολουθήσει και θα περιγραφεί στο έβδομο κεφάλαιο.

4.2 ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΣΗ

4.2.1 Οι μετρήσεις στη στάση Ζέρβα

Οι μετρήσεις στη στάση Ζέρβα πραγματοποιήθηκαν την Κυριακή 7/6/1998 από τις 11:40 ως και τις 14:40, προκειμένου να καταγραφεί μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και την Τετάρτη 10/6/1998 από τις 7:15 ως και τις 10:15, προκειμένου να καταγραφεί μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και από τις 11:30 ως και τις 14:30, προκειμένου να καταγραφεί μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης). Συνολικά δηλαδή η διάρκεια των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση ήταν 9 ώρες.

Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε στο πεζοδρόμιο, ακριβώς δίπλα στο οδόστρωμα της δεξιάς λωρίδας κυκλοφορίας σε απόσταση 75 μέτρων από το σηματοδότη και σε ύψος 1.5 μέτρα περίπου από το έδαφος, έτσι ώστε να μπορούμε να καταγράψουμε την ταυτόχρονη άφιξη στη στάση περισσότερων από δύο λεωφορείων και να βλέπουμε και τους δύο σηματοδότες, πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα. Στη φωτογραφία 9, της επόμενης σελίδας, φαίνεται η εικόνα που βλέπαμε μέσα από τη βιντεοκάμερα στη συγκεκριμένη θέση.

φωτογραφία 9 — Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση Ζέρβα



Οι παρατηρήσεις που κάναμε κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Ζέρβα ήταν οι εξής :

- Ο αριθμός των δεξιά στρεφόντων οχημάτων ήταν μεγαλύτερος όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη και μικρότερος όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή . Αντίστοιχα ανάλογη σε μέγεθος ήταν και η επίδραση των δεξιά στρεφόντων οχημάτων στην κίνηση των λεωφορείων . Το ότι υπήρχε μια απόσταση 20 μέτρων ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη περιόριζε κάπως την επίδραση των δεξιά στρεφόντων οχημάτων στα λεωφορεία .
- Στο συγκεκριμένο σημείο της Λεωφόρου Κηφισίας υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, η οποία ίσχυε σε όλη τη διάρκεια των μετρήσεων . Όμως ένας σημαντικός αριθμός στρεφόντων οχημάτων είχε παραβιάσει πολύ νωρίτερα από ότι έπρεπε την αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, αλλά και γενικότερα ένας σημαντικός αριθμός οχημάτων παραβίαζε συστηματικά την αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία . Οι παραβιάσεις αυτές ήταν περισσότερες όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη, πολύ λίγες όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή και κάπου ενδιάμεσα όταν η κυκλοφορία ήταν μέση .
- Στο συγκεκριμένο σημείο δεν υπάρχουν πολλά καταστήματα και γραφεία και ο αριθμός των φορτηγών που σταμάτησαν για φορτοεκφόρτωση προϊόντων ήταν πολύ μικρός και δεν προκαλούσε ιδιαίτερο πρόβλημα στην κίνηση των λεωφορείων .

- Τα ταξί επηρέαζαν ιδιαίτερα την κίνηση των λεωφορείων. Ο αριθμός των ταξί ήταν τόσο μεγαλύτερος όσο η κυκλοφορία ήταν μεγαλύτερη. Ο λόγος που επιδρούσαν αρνητικά στην κίνηση των λεωφορείων ήταν ότι κινούνταν παράνομα μέσα στην αποκλειστική λωρίδα σταματώντας, προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες. Αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (2^η μέτρηση, 10 / 6 /1998, 7:15 – 10:15) και όταν η κυκλοφορία ήταν μέση (3^η μέτρηση, 10 / 6 1998, 11:30 – 14:30). Το αποτέλεσμα ήταν τα λεωφορεία να καθυστερούν να φθάσουν στη στάση και να είναι αναγκασμένα να κάνουν ελιγμούς, μπαίνοντας στη μεσαία λωρίδα κυκλοφορίας και περιορίζοντας την κίνηση των οχημάτων που κινούνταν στη μεσαία λωρίδα.

Τα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίσαμε, κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Ζέρβα ήταν τα εξής :

- Οι πεζοί, οι οποίοι προσπαθώντας να διασχίσουν το δρόμο, στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα εμποδίζοντας την οπτική επαφή με το σηματοδότη. Ιδιαίτερα στη 2^η μέτρηση (10/6/1998, 7:15 – 10:15) αυτό ήταν πολύ συχνό.
- Τα φορτηγά και τα πούλμαν, των οποίων ο αριθμός ήταν ανάλογος με το πόσο αυξημένη ήταν η κυκλοφορία, λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και του σηματοδότη περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με το σηματοδότη. Αυτός ήταν και ο βασικός λόγος για τον οποίο προσπαθήσαμε να έχουμε ταυτόχρονη επαφή και με τους δύο σηματοδοτές πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα.

Παρακάτω φαίνεται ένα τμήμα από τα αντίστοιχα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων για τη στάση Ζέρβα. Όλα τα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων στη στάση Ζέρβα φαίνονται στο παράρτημα Α.

ΣΤΑΣΗ : ΖΕΡΒΑ, κάθοδος Λεωφόρου Κηφισίας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 7 / 6 / 98

ΩΡΑ : 11:40 - 14:40

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α / α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	3	Λ	11:45:13	11:45:22	1	
2	A7	M	11:45:30	11:45:40	1	
3	450	Λ	11:46:20	11:46:35		0
4	14	Λ	11:48:58	11:49:06		0
5	13	Λ	11:52:48	11:53:08	1	
6	3	Λ	11:55:30	11:55:40		0

4.2.2 Οι μετρήσεις στη στάση Ιπποκράτους

Οι μετρήσεις στη στάση Ιπποκράτους πραγματοποιήθηκαν τη Δευτέρα 8 / 6 / 1998 (αργία) από τις 10:30 ως και τις 13:30, προκειμένου να καταγραφεί μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και την Πέμπτη 11 / 6 / 1998 από τις 7:40 ως και τις 10:40, προκειμένου να καταγραφεί μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και από τις 11:40 ως και τις 14:40, προκειμένου να καταγραφεί μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης). Συνολικά δηλαδή η διάρκεια των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση ήταν 9 ώρες.

Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε στο πεζοδρόμιο, ακριβώς δίπλα στο οδόστρωμα της δεξιάς λωρίδας κυκλοφορίας σε απόσταση 50 μέτρων από το σηματοδότη και σε ύψος 1.5 μέτρα περίπου από το έδαφος, έτσι ώστε να μπορούμε να καταγράψουμε την ταυτόχρονη άφιξη στη στάση περισσότερων από δύο λεωφορείων και να βλέπουμε και τους δύο σηματοδότες, πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα. Στη φωτογραφία 10 φαίνεται η εικόνα που βλέπαμε μέσα από τη βιντεοκάμερα στη συγκεκριμένη θέση.

φωτογραφία 10 — Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση Ιπποκράτους



Οι παρατηρήσεις που κάναμε κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Ιπποκράτους ήταν οι εξής :

- Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχουν κάποια καταστήματα και γραφεία και ο αριθμός των φορτηγών που σταμάτησαν για φορτοεκφόρτωση προϊόντων ήταν σχετικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο στη στάση Ζέρβα , αναγκάζοντας τα λεωφορεία σε κάποιες περιπτώσεις να κάνουν ελιγμούς .
- Τα ταξί επηρέαζαν ιδιαίτερα την κίνηση των λεωφορείων . Ο αριθμός των ταξί ήταν τόσο μεγαλύτερος όσο η κυκλοφορία ήταν μεγαλύτερη . Ο λόγος που επιδρούσαν αρνητικά στην κίνηση των λεωφορείων ήταν ότι σταματούσαν πολύ κοντά στη στάση, σχεδόν μπροστά σε αυτή, για να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες . Αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (2^η μέτρηση, 11 / 6 / 1998, 7:40 – 10:40) και όταν η κυκλοφορία ήταν μέση (3^η μέτρηση, 11 / 6 / 1998, 11:40 – 14:40) . Το αποτέλεσμα ήταν τα λεωφορεία να καθυστερούν να φθάσουν στη στάση και να είναι αναγκασμένα να κάνουν ελιγμούς , μπαίνοντας στη μεσαία λωρίδα κυκλοφορίας και περιορίζοντας την κίνηση των οχημάτων που βρίσκονταν στη μεσαία λωρίδα .
- Επειδή η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι πολύ μικρή (9 μέτρα) κάποια λεωφορεία περνούσαν με κόκκινο, κερδίζοντας με αυτόν τον τρόπο την παραμονή τους στο σηματοδότη .
- Πολλά από τα οχήματα, τα οποία κινούνταν πίσω από κάποιο λεωφορείο προκειμένου να σταματήσουν πίσω από αυτό κατά τη στάση του, πραγματοποιούσαν απότομη αλλαγή λωρίδας πηγαίνοντας στη μεσαία λωρίδα . Αυτό σε κάποιες περιπτώσεις ήταν αρκετά επικίνδυνο για τα οχήματα που ερχόντουσαν και ιδιαίτερα για τις μοτοσικλέτες .

Τα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίσαμε, κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Ιπποκράτους ήταν τα εξής :

- Οι πεζοί, οι οποίοι προσπαθώντας να διασχίσουν το δρόμο, στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα εμποδίζοντας την οπτική επαφή με το σηματοδότη . Ιδιαίτερα στη 2^η μέτρηση (11 / 6 / 1998, 7:40 – 10:40) αυτό ήταν πολύ συχνό .
- Τα φορτηγά και τα πούλμαν, των οποίων ο αριθμός ήταν ανάλογος με το πόσο αυξημένη ήταν η κυκλοφορία, λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και του σηματοδότη περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με το σηματοδότη . Αυτός ήταν και ο βασικός λόγος για τον οποίο προσπαθήσαμε να έχουμε ταυτόχρονη επαφή και με τους δύο σηματοδότες πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα .

- Αρκετά οχήματα στάθμευαν παράνομα πάνω στο πεζοδρόμιο. Έτσι έμπαιναν μπροστά στη βιντεοκάμερα και μας ανάγκαζαν να τη μετακινήσουμε σε άλλη θέση.

Παρακάτω φαίνεται ένα τμήμα από τα αντίστοιχα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων για τη στάση Ιπποκράτους. Όλα τα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων φαίνονται επίσης στο παράρτημα Α.

ΣΤΑΣΗ : ΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 8 / 6 / 98
ΩΡΑ : 10:30 - 13:30
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	813	Λ	10:32:27	10:32:35		0
2	14	Λ	10:34:28	10:35:08		0
3	B6	Λ	10:35:26	10:35:41		0
4	7	Λ	10:37:26	10:37:38		0
5	B7	M	10:38:33	10:38:43		0
6	230	Λ	10:38:35	10:39:05		0

4.2.3 Οι μετρήσεις στη στάση 3^η Χολαργού

Οι μετρήσεις στη στάση 3^η Χολαργού πραγματοποιήθηκαν την Κυριακή 14/6/1998 από τις 10:30 ως και τις 14:30, προκειμένου να καταγραφεί μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και την Τρίτη 16/6/1998 από τις 7:00 ως και τις 10:00, προκειμένου να καταγραφεί μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και από τις 11:00 ως και τις 14:00, προκειμένου να καταγραφεί μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης). Συνολικά δηλαδή η διάρκεια των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση ήταν 9 ώρες.

Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε στο πεζοδρόμιο, ακριβώς δίπλα στο οδόστρωμα της δεξιάς λωρίδας κυκλοφορίας σε απόσταση 12 μέτρων από το σηματοδότη και σε ύψος 1.5 μέτρα περίπου από το έδαφος. Η απόσταση σε αυτήν την περίπτωση ήταν μικρότερη, γιατί η στάση ήταν αμέσως μετά από τον σηματοδότη και αν πηγαίναμε πιο μακριά δεν θα είχαμε καλή οπτική επαφή. Η συγκεκριμένη απόσταση ήταν η μικρότερη δυνατή, έτσι ώστε μόλις να καταγράψουμε την ένδειξη του σηματοδότη, ενώ δεν χρειαζόταν να καταγράψουμε και το

σηματοδότη που βρισκόταν στη διαχωριστική νησίδα. Στη φωτογραφία 11 φαίνεται η εικόνα που βλέπαμε μέσα από τη βιντεοκάμερα στη συγκεκριμένη θέση.

φωτογραφία 11 — Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση 3^η Χολαργού



Οι παρατηρήσεις που κάναμε κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση 3^η Χολαργού ήταν οι εξής:

- Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχουν αρκετά καταστήματα και γραφεία και ο αριθμός των φορτηγών που σταμάτησαν για φορτοεκφόρτωση προϊόντων ήταν σημαντικός. Σε κάποια περίπτωση η στάση ενός φορτηγού διάρκεσε σχεδόν 1 ώρα. Επειδή τα φορτηγά σταματούσαν λίγο πριν από τη στάση ανάγκαζαν τα λεωφορεία να κάνουν ελιγμούς.
- Όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (2^η μέτρηση, 16/6/1998, 7:00 – 10:00) η κίνηση του λεωφορείου γινόταν πολύ δύσκολα. Σε κάποιες δε περιπτώσεις παρέμενε ακινητοποιημένο ακριβώς πάνω στη διασταύρωση εμποδίζοντας την κίνηση των οχημάτων που ήθελαν να στρίψουν αριστερά (στην άνοδο από το κέντρο και με κατεύθυνση προς την Αγία Παρασκευή) ή δεξιά στη Λεωφόρο Μεσογείων. Αντίστοιχα πολλά οχήματα που ήθελαν να στρίψουν κυρίως αριστερά στη Λεωφόρο Μεσογείων έκλειναν τη διασταύρωση εμποδίζοντας την κυκλοφορία.

- Οι στάσεις των ταξί στη συγκεκριμένη στάση δεν ήταν πολλές και δεν παρατηρήθηκε να προκαλούν κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα στην κίνηση των λεωφορείων.
- Πολλά από τα οχήματα, τα οποία κινούνταν πίσω από κάποιο λεωφορείο προκειμένου να μ^η σταματήσουν πίσω από αυτό κατά τη στάση του, πραγματοποιούσαν απότομη αλλαγή λωρίδας πηγαίνοντας στη μεσαία λωρίδα. Αυτό σε κάποιες περιπτώσεις ήταν αρκετά επικίνδυνο για τα οχήματα που ερχόντουσαν και ιδιαίτερα για τις μοτοσικλέτες.

Τα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίσαμε, κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση 3^η Χολαργού ήταν τα εξής :

- Οι πεζοί, οι οποίοι προσπαθώντας να διασχίσουν το δρόμο, στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα εμποδίζοντας την οπτική επαφή με το σηματοδότη. Ο αριθμός όμως των πεζών στη συγκεκριμένη περίπτωση ήταν μικρός και το πρόβλημα περιορισμένο.
- Τα φορτηγά, τα οποία σταματούσαν για φορτοεκφορτώσεις λίγο πριν από τη στάση, λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και της στάσης περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με το κάθε λεωφορείο που έφθανε στη στάση. Αυτό μας ανάγκαζε να στεκόμαστε σε κάποια απόσταση από τη βιντεοκάμερα για να μπορούμε να βλέπουμε τα λεωφορεία που φθάνουν στη στάση και να καταγράφουμε τα απαιτούμενα στοιχεία.

Παρακάτω φαίνεται ένα τμήμα από τα αντίστοιχα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων για τη στάση 3^η Χολαργού. Όλα τα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων φαίνονται στο παράρτημα Α.

ΣΤΑΣΗ : 3^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 14 / 6 / 98
ΩΡΑ : 10:30 - 13:30
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B5	Λ	10:40:41	10:40:58		0
2	A5	Γ	10:42:40	10:42:48		0
3	A5	Λ	10:46:06	10:46:17		0
4	Γ5	Λ	10:47:00	10:47:10		0
5	A5	Λ	10:48:07	δ.σ		0
6	B5	M	10:54:43	10:54:56		0

4.2.4 Οι μετρήσεις στη στάση 5^η Χολαργού

Οι μετρήσεις στη στάση 5^η Χολαργού πραγματοποιήθηκαν την Τετάρτη 17/6/1998 από τις 7:00 ως και τις 10:00, προκειμένου να καταγραφεί μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και από τις 11:00 ως και τις 14:00, προκειμένου να καταγραφεί μέση κυκλοφορία. Συνολικά δηλαδή η διάρκεια των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση ήταν 6 ώρες. Επειδή η συγκεκριμένη στάση αποτελούσε μια ενδιάμεση περίπτωση των στάσεων Ζέρβα και Ιπποκράτους και το δείγμα που συλλέχθηκε από τις δύο μετρήσεις κρίθηκε ικανοποιητικό δεν κρίναμε σκόπιμο να μετρήσουμε επιπλέον και για μικρή κυκλοφορία. Επίσης ένα σημαντικό ποσοστό της δεύτερης μέτρησης χαρακτηρίζεται από αρκετά χαμηλή κυκλοφορία (κοντά στα όρια που είχαμε θέσει προηγουμένα στην παράγραφο 3.4 για το 1^ο και 2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), οπότε φαίνεται να καλύπτεται και αυτή η περίπτωση.

Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε στο πεζοδρόμιο και ακριβώς δίπλα στο οδόστρωμα της δεξιάς λωρίδας κυκλοφορίας σε απόσταση 70 μέτρων από το σηματοδότη και σε ύψος 1.5 μέτρα περίπου από το έδαφος, έτσι ώστε να μπορούμε να καταγράψουμε την ταυτόχρονη άφιξη στη στάση περισσότερων από δύο λεωφορείων και να βλέπουμε και τους δύο σηματοδότες, πάνω από την οδό και στο πεζοδρόμιο αντίστοιχα. Στη φωτογραφία 12 φαίνεται η εικόνα που βλέπαμε μέσα από τη βιντεοκάμερα στη συγκεκριμένη θέση.

φωτογραφία 12 — Εικόνα που κατέγραφε η βιντεοκάμερα στη στάση 5^η Χολαργού



Οι παρατηρήσεις που κάναμε κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση 5^η Χολαργού ήταν οι εξής :

- Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχουν κάποια καταστήματα και γραφεία και ο αριθμός των φορτηγών που σταμάτησαν για φορτοεκφόρτωση προϊόντων ήταν σημαντικός, αλλά δεν προκαλούσαν ιδιαίτερο πρόβλημα στην κίνηση των λεωφορείων, γιατί στάθμευαν πάνω στο πεζοδρόμιο.
- Οι στάσεις των ταξί στη συγκεκριμένη στάση δεν ήταν πολλές και δεν παρατηρήθηκε να προκαλούν κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα στην κίνηση των λεωφορείων.
- Επειδή η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι πολύ μικρή (7 μέτρα) κάποια λεωφορεία περνούσαν με κόκκινο, κερδίζοντας με αυτόν τον τρόπο την παραμονή τους στο σηματοδότη.
- Πολλά από τα οχήματα, τα οποία κινούνταν πίσω από κάποιο λεωφορείο προκειμένου να μη σταματήσουν πίσω από αυτό κατά τη στάση του, πραγματοποιούσαν απότομη αλλαγή λωρίδας πηγαίνοντας στη μεσαία λωρίδα. Αυτό σε κάποιες περιπτώσεις ήταν αρκετά επικίνδυνο για τα οχήματα που ερχόντουσαν και ιδιαίτερα για τις μοτοσυκλέτες.
- Η κίνηση του λεωφορείου ήταν εξαιρετικά δύσκολη όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη. Η διαδρομή από το σημείο που βρισκόταν η βιντεοκάμερα ως και τη στάση διαρκούσε σε κάποιες περιπτώσεις 3 με 4 λεπτά, πράγμα υπερβολικό.

Τα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίσαμε, κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση 5^η Χολαργού ήταν τα εξής :

- Τα φορτηγά, τα οποία σταματούσαν για φορτοεκφορτώσεις λίγο πριν από τη στάση, λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και της στάσης περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με αυτήν. Αυτό μας ανάγκαζε να στεκόμαστε σε κάποια απόσταση από τη βιντεοκάμερα για να μπορούμε να βλέπουμε τα λεωφορεία που φθάνουν στη στάση και να καταγράφουμε τα απαιτούμενα στοιχεία.
- Τα οχήματα και ιδιαίτερα τα φορτηγά, τα οποία ήθελαν να στρίψουν δεξιά στη Λεωφόρο Μεσογείων (η αριστερή στροφή δεν επιτρέπεται στο συγκεκριμένο σημείο) έμπαιναν επίσης στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και του σηματοδότη περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με αυτόν. Αυτό όμως διαρκούσε μερικά δευτερόλεπτα και συνολικά δεν δημιούργησε ιδιαίτερο πρόβλημα.

Παρακάτω φαίνεται ένα τμήμα από τα αντίστοιχα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων για τη στάση 5^η Χολαργού. Όλα τα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων φαίνονται στο παράρτημα Α.

ΣΤΑΣΗ : 5^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 17 / 6 / 98
ΩΡΑ : 07:00 - 10:00
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α / α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	A5	Γ	7:04:56	7:05:26		0
2	B5	Γ	7:05:37	7:06:01	1	
3	E5	Γ	7:08:56	δ.σ		0
4	Γ5	Γ	7:09:32	7:09:49	1	
5	B5	Γ	7:10:20	7:10:31		0
6	A5	Λ	7:10:35	7:10:42		0

4.2.5 Οι μετρήσεις στη στάση Σόνια

Οι μετρήσεις στη στάση Σόνια πραγματοποιήθηκαν την Παρασκευή 12 / 6 / 1998 από τις 7:20 ως και τις 10:20, προκειμένου να καταγραφεί μεγάλη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και από τις 12:15 ως και τις 14:15, προκειμένου να καταγραφεί μέση κυκλοφορία. Συνολικά δηλαδή η διάρκεια των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση ήταν 5 ώρες. Επειδή το δείγμα που συλλέχθηκε από τις δύο πρώτες μετρήσεις κρίθηκε ικανοποιητικό δεν κρίναμε σκόπιμο να μετρήσουμε επιπλέον και για μικρή κυκλοφορία μια και δεν θα άλλαζε κάτι ως προς το εύρος των διακυμάνσεων των τιμών. Ενδεχομένως και μόνο η συλλογή στοιχείων από την αυξημένη κίνηση να έδινε ουσιαστικά στοιχεία.

Η βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε στο πεζοδρόμιο, ακριβώς δίπλα στο οδόστρωμα της δεξιάς λωρίδας κυκλοφορίας σε απόσταση 90 μέτρων από το σηματοδότη, 22 μέτρων από τη στάση και σε ύψος 1.5 μέτρα περίπου από το έδαφος, έτσι ώστε να μπορούμε να καταγράψουμε την ταυτόχρονη άφιξη στη στάση περισσότερων από δύο λεωφορείων και να βλέπουμε και τους δύο σηματοδότες, πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα. Στη φωτογραφία 13, της επόμενης σελίδας, φαίνεται η εικόνα που βλέπαμε μέσα από τη βιντεοκάμερα στη συγκεκριμένη θέση.

φωτογραφία 13 — Εικόνα που κατέγραψε η βιντεοκάμερα στη στάση Σόνια



Οι παρατηρήσεις που κάναμε κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Σόνια ήταν οι εξής :

- Στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχουν κάποια καταστήματα και γραφεία και ο αριθμός των φορτηγών που σταμάτησαν για φορτοεκφόρτωση προϊόντων ήταν σχετικά μεγάλος , προκαλώντας προβλήματα σε κάποιες περιπτώσεις στην κίνηση των λεωφορείων .
- Τα ταξί επηρέαζαν ιδιαίτερα την κίνηση των λεωφορείων . Ο αριθμός των ταξί ήταν τόσο μεγαλύτερος όσο η κυκλοφορία ήταν μεγαλύτερη . Ο λόγος που επιδρούσαν αρνητικά στην κίνηση των λεωφορείων ήταν ότι σταματούσαν πολύ κοντά στη στάση, σχεδόν μπροστά, για να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες . Αυτό ήταν ιδιαίτερα έντονο και στις δύο μετρήσεις . Το αποτέλεσμα ήταν τα λεωφορεία να καθυστερούν να φθάσουν στη στάση και να είναι αναγκασμένα να κάνουν ελιγμούς , μπαίνοντας στη μεσαία λωρίδα κυκλοφορίας και περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την κίνηση των οχημάτων που βρίσκονταν στη μεσαία λωρίδα .
- Πολλά από τα οχήματα, τα οποία κινούνταν πίσω από κάποιο λεωφορείο προκειμένου να μην σταματήσουν πίσω από αυτό κατά τη στάση του, πραγματοποιούσαν απότομη αλλαγή λωρίδας πηγαίνοντας στη μεσαία λωρίδα . Αυτό σε κάποιες περιπτώσεις ήταν αρκετά επικίνδυνο για τα οχήματα που ερχόντουσαν και ιδιαίτερα για τις μοτοσυκλέτες .

- Όταν η κυκλοφορία ήταν πολύ αυξημένη (1^η μέτρηση, 12 / 6 /1998, 7:20 – 10:20) τα λεωφορεία καθυστερούσαν, σε κάποιες περιπτώσεις σημαντικά, να διανύσουν την απόσταση ως το σηματοδότη χάνοντας αρκετό χρόνο .

Τα προβλήματα, τα οποία αντιμετωπίσαμε, κατά τη διάρκεια και των τριών μετρήσεων στη στάση Σόνια ήταν τα εξής :

- Οι πεζοί, οι οποίοι προσπαθώντας να διασχίσουν το δρόμο, στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα εμποδίζοντας την οπτική επαφή με το σηματοδότη . Ιδιαίτερα στην 1^η μέτρηση (12 / 6 /1998, 7:20 – 10:20) αυτό ήταν πολύ συχνό και προκαλούσε πολλά προβλήματα .
- Τα φορτηγά και τα πούλμαν, των οποίων ο αριθμός ήταν ανάλογος με το πόσο αυξημένη ήταν η κυκλοφορία, λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και του σηματοδότη περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με το σηματοδότη . Αυτό ήταν περισσότερο έντονο σε σχέση με τις άλλες στάσεις , γιατί η απόσταση ανάμεσα στη βιντεοκάμερα και το σηματοδότη ήταν μεγάλη και η ελαφριά ανηφορική κλίση του οδοστρώματος έκανε τα φορτηγά και τα πούλμαν να καλύπτουν ακόμα μεγαλύτερο χώρο . Αυτός ήταν και ο βασικός λόγος για τον οποίο προσπαθήσαμε να έχουμε ταυτόχρονη επαφή και με τους δύο σηματοδότες πάνω στη διαχωριστική νησίδα και το πεζοδρόμιο αντίστοιχα .

Παρακάτω φαίνεται ένα τμήμα από τα αντίστοιχα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων για τη στάση Σόνια . Όλα τα έντυπα καταγραφής των μετρήσεων φαίνονται στο παράρτημα Α .

ΣΤΑΣΗ : ΣΟΝΙΑ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 12 / 6 / 98
ΩΡΑ : 07:20 - 10:20
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΛ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΛ σε R	ΑΦΙΕΛ σε G
1	B6	Γ	7:21:47	7:22:04		0
2	14	M	7:21:51	7:22:20		0
3	7	Λ	7:22:30	7:22:39	1	
4	B6	Γ	7:26:14	7:26:29		0
5	A5	Γ	7:26:32	7:27:03		0
6	14	Γ	7:30:56	7:31:15		0

4.2.6 Γενικές παρατηρήσεις

Η χρήση της βιντεοκάμερας αποδείχθηκε απαραίτητη για τις συγκεκριμένες μετρήσεις, γιατί από τη μία λόγω της καταγραφής των στοιχείων σε βιντεοκασέτα ήταν δυνατή η συμπλήρωση αυτών που δεν είχαν καταγραφεί και από την άλλη ήταν δυνατός ο υπολογισμός της διάρκειας της πράσινης και της κόκκινης ένδειξης, αντίστοιχα, σε όλες τις περιπτώσεις. Αυτό θα ήταν αδύνατο με τη χρήση απλά ενός χρονομέτρου, γιατί θα έπρεπε κάθε, για παράδειγμα 40 δευτερόλεπτα, να το μηδενίζουμε, να γράφουμε την ένδειξη στο αντίστοιχο έντυπο και ταυτόχρονα να ξεκινάμε τη νέα χρονομέτρηση.

Προφανώς υπήρχαν και κάποια προβλήματα κατά τη χρήση της βιντεοκάμερας, τα οποία με τον ένα ή τον άλλο τρόπο αντιμετωπίστηκαν. Το πρώτο πρόβλημα, το οποίο αντιμετωπίσαμε κατά τις μετρήσεις με βιντεοκάμερα, ήταν οι πεζοί που στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα προκειμένου να διασχίσουν το δρόμο. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπήρχε καθόλου οπτική επαφή ούτε με το σηματοδότη, αλλά ούτε και με τη στάση. Προκειμένου να επιλύσουμε αυτό το πρόβλημα, είτε στρίβαμε τη βιντεοκάμερα λίγο προς τα δεξιά, είτε απομακρύνουμε λίγο τη στάση και το σηματοδότη με τη λειτουργία zoom, είτε αυξάναμε την απόσταση της βιντεοκάμερας από το έδαφος μέσω του κατάλληλου τρίποδα.

Το δεύτερο πρόβλημα, το οποίο αντιμετωπίσαμε, ήταν τα φορτηγά και τα πούλμαν που λόγω του μεγάλου ύψους τους έμπαιναν στο πεδίο μεταξύ της βιντεοκάμερας και του σηματοδότη περιορίζοντας σχεδόν πλήρως την οπτική επαφή με το σηματοδότη. Προκειμένου να επιλύσουμε αυτό το πρόβλημα προσπαθήσαμε να έχουμε ταυτόχρονη επαφή και με τους δύο σηματοδότες. Ο ένας από τους δύο βρισκόταν στο πεζοδρόμιο δίπλα στη δεξιά λωρίδα και ο δεύτερος στη διαχωριστική νησίδα, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις υπήρχε και σηματοδότης κρεμασμένος πάνω από την οδό.

Τέλος, παρατηρήσαμε ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την κίνηση των λεωφορείων διαφοροποιούνται σε κάθε στάση. Τέτοιοι παράγοντες είναι οι εξής:

- Ο αριθμός των ταξί σε συνδυασμό με το πόσο συχνά σταματούν για να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες πολύ κοντά στη στάση του λεωφορείου. Ο αριθμός των ταξί είναι αυξημένος καθώς και οι αντίστοιχες στάσεις τους, όταν και η συνολική κυκλοφορία είναι μεγάλη.

- Ο αριθμός των φορτηγών που σταματούν πολύ κοντά στη στάση για να φορτώσουν ή να εκφορτώσουν διάφορα προϊόντα . Ο αριθμός των φορτηγών εξαρτάται από το πόσο αυξημένη είναι η συνολική κυκλοφορία, αλλά και από την ευρύτερη χρήση γης στην περιοχή που βρίσκεται η συγκεκριμένη στάση (εμπορική περιοχή, περιοχή κατοικίας κ.λ.π).
 - Η ύπαρξη ή όχι δεξιάς στροφής .
 - Οι παραβιάσεις της αποκλειστικής λωρίδας για τα λεωφορεία, αν αυτή βέβαια υπάρχει .
-

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

5**

- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ -

5.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η επεξεργασία των μετρήσεων χωρίστηκε σε τρεις διαφορετικές φάσεις. Στην πρώτη φάση μετρήσαμε για κάθε λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη, τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, υπολογίσαμε το άθροισμα τους που είναι η περίοδος σηματοδότησης, υπολογίσαμε με βάση τη χρονική στιγμή της άφιξης του κάθε λεωφορείου στη στάση τον υπολειπόμενο χρόνο για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση, ελέγξαμε τα στοιχεία που είχαν ήδη καταγραφεί και συμπληρώσαμε όσα στοιχεία δεν είχαν καταγραφεί κατά τη διαδικασία των μετρήσεων.

Στη διάρκεια της πράσινης ένδειξης συμπεριλάβαμε, για λόγους απλότητας, και την κίτρινη ένδειξη που είχε γενικά διάρκεια από 2 ως και 4 δευτερόλεπτα. Η περίοδος σηματοδότησης θεωρήθηκε σε όλες τις περιπτώσεις σταθερή και ίση με 90 ή 120 δευτερόλεπτα ανάλογα με το πρόγραμμα σηματοδότησης, το οποίο καταγράψαμε στις μετρήσεις. Δηλαδή αν προέκυπτε η περίοδος σηματοδότησης ίση με 91 δευτερόλεπτα, στρογγυλεύαμε την τιμή αυτή στην τιμή 90 και κάναμε με αυτή τους υπολογισμούς μας. Για το λόγο αυτό υπολογίζαμε πρώτα τη διάρκεια της ένδειξης μέσα στην οποία αφίχθηκε στη στάση το λεωφορείο και έπειτα αφαιρούσαμε αυτήν την τιμή από τη διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης για να βρούμε και τη διάρκεια της άλλης ένδειξης.

Στη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων καταγράψαμε μια σειρά από παρατηρήσεις που είχαν σχέση με την κίνηση των λεωφορείων γενικότερα, όπως για παράδειγμα αν κάποιο λεωφορείο περνούσε τη διασταύρωση με την κόκκινη ένδειξη. Τα στοιχεία αυτά από τη μία δίνουν μια εικόνα για τον τρόπο με τον οποίο κινείται ένα λεωφορείο κοντά σε μια διασταύρωση και από την άλλη περιγράφουν μια σειρά από χαρακτηριστικές καταστάσεις, οι οποίες ενδεχομένως προκαλούν δυσχέρεια στην κίνηση των λεωφορείων.

Τέλος, στην τρίτη φάση καταρτίσαμε μια σειρά από πίνακες για κάθε στάση ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη συγκεκριμένη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη (συνολικά έχουμε 10 πίνακες, 2 για κάθε στάση). Στους πίνακες αυτούς περιλαμβάνονται όλα εκείνα τα λεωφορεία που σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, ενώ δεν αναφέρονται εκείνα που δεν σταμάτησαν. Στα έντυπα των μετρήσεων στο τέταρτο κεφάλαιο και στο παράρτημα Α αναφέρονται όλα τα λεωφορεία που πέρασαν μπροστά από την κάθε στάση κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Συνολικά είχαμε από τις μετρήσεις 12 βιντεοκασέτες που περιείχαν 38 ώρες μετρήσεων. Η διάρκεια επεξεργασίας της κάθε ώρας μετρήσεων κυμαινόταν από 1¼ ως και 2½ ώρες, ανάλογα με τον αριθμό των λεωφορείων που είχαν καταγραφεί κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και τον αριθμό των στοιχείων που έπρεπε να συμπληρωθούν. Για την επεξεργασία των μετρήσεων χρησιμοποιήσαμε ένα βίντεο, ένα ηλεκτρονικό ρολόι χειρός, ένα ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός και φυσικά μια τηλεόραση.

Τα βήματα, τα οποία ακολουθήσαμε σε κάθε φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων ήταν τα εξής:

- Πρώτη φάση επεξεργασίας

1. Επισημάναμε τα στοιχεία που δεν είχαν καταγραφεί κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και εισάγαμε τη βιντεοκασέτα στο βίντεο.
2. Ρυθμίσαμε το ρολόι χειρός στην ώρα εκείνη, στην οποία είχαν ξεκινήσει οι μετρήσεις σαν να τις πραγματοποιούμε ξανά. Αυτό μας βοήθησε στο να ελέγξουμε εύκολα τα στοιχεία που είχαμε καταγράψει και να συμπληρώσουμε τα στοιχεία που επισημάναμε ότι λείπουν.
3. Ταυτόχρονα με τον έλεγχο και τη συμπλήρωση των στοιχείων καταγράψαμε τη χρονική στιγμή, κατά την οποία η ένδειξη του σηματοδότη γινόταν πράσινη και τη χρονική στιγμή που αυτή γινόταν κόκκινη. Αυτό το κάναμε με βάση το έντυπο των μετρήσεων για διαστήματα μέσα στα οποία είχαμε αφίξεις λεωφορείων στη στάση. Τέλος με το χρονόμετρο χρονομετρούσαμε τις διάρκειες των ενδείξεων του σηματοδότη, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, για να είμαστε σίγουροι ότι δεν υπήρχε κάποιο πρόβλημα.
4. Υπολογίσαμε τις διάρκειες της πράσινης ένδειξης, της κόκκινης ένδειξης και του χρόνου που απομένει για να λήξει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση. Για παράδειγμα, έστω ότι η ένδειξη του σηματοδότη έγινε πράσινη στις 12:44:00, η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε στις 12:44:30, η ένδειξη του σηματοδότη έγινε κόκκινη στις 12:44:45 και η ένδειξη του σηματοδότη έγινε ξανά πράσινη στις 12:45:29. Τότε διαπιστώνουμε ότι η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η διάρκεια της πράσινης είναι $[12:44:45 - 12:44:00] = 45$ δευτερόλεπτα, η περίοδος σηματοδότησης είναι 90 δευτερόλεπτα $[12:45:29 - 12:44:00 = 89 \Rightarrow 90]$, η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης είναι $[90 - 45] = 45$ δευτερόλεπτα και ο χρόνος που απομένει για να λήξει η πράσινη ένδειξη είναι $[12:44:45 - 12:44:30] = 15$ δευτερόλεπτα.

- Δεύτερη φάση επεξεργασίας

5. Η κάθε βιντεοκασέτα με τις μετρήσεις προβάλλεται ξανά, αλλά σε γρήγορο ρυθμό σταματώντας μόνο σε όποιο σημείο είχαμε άφιξη λεωφορείου στη στάση. Με αυτόν τον τρόπο καταγράφουμε μια σειρά από παρατηρήσεις για το συγκεκριμένο λεωφορείο, οι οποίες γενικά διαφοροποιούνται από στάση σε στάση για αυτό και θα τις αναφέρουμε ξεχωριστά. Οι παρατηρήσεις αυτές φαίνονται στη στήλη 29 του κάθε πίνακα επεξεργασίας.

- Τρίτη φάση επεξεργασίας

6. Καταρτίζουμε τους πίνακες επεξεργασίας για κάθε στάση ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη. Ο κάθε πίνακας αποτελείται από 29 στήλες και από τόσες γραμμές όσος είναι ο αριθμός των λεωφορείων που κατεγράφησαν ότι σταμάτησαν σε κάθε στάση. Στη συνέχεια περιγράφεται η κάθε μία από τις 29 στήλες των πινάκων επεξεργασίας.

- Στήλη 1: Στη στήλη αυτή φαίνεται η αύξουσα σειρά του κάθε λεωφορείου, στο σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και όταν κόκκινη, αντίστοιχα.
- Στήλη 2 [α/α]: Στη στήλη αυτή φαίνεται η αύξουσα σειρά του κάθε λεωφορείου στο σύνολο των λεωφορείων που κατεγράφησαν τη συγκεκριμένη ημέρα και κατά τη συγκεκριμένη μέτρηση, ανεξάρτητα από το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη (1^η στήλη κάθε έντυπου μετρήσεων).
- Στήλη 3 [γραμμή]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο αριθμός της λεωφορειακής γραμμής, την οποία εξυπηρετεί το κάθε λεωφορείο (2^η στήλη κάθε έντυπου μετρήσεων).
- Στήλη 4 [πληρότητα]: Στη στήλη αυτή φαίνεται με την περιγραφική κλίμακα που περιγράψαμε στο κεφάλαιο 4 η πληρότητα του κάθε λεωφορείου (3^η στήλη κάθε έντυπου μετρήσεων).
- Στήλη 5 [άφιξη]: Στη στήλη αυτή φαίνεται η χρονική στιγμή της άφιξης του λεωφορείου στη στάση με ακρίβεια δευτερολέπτου (4^η στήλη κάθε έντυπου μετρήσεων).
- Στήλη 6 [αναχώρηση]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, με ακρίβεια δευτερολέπτου, η χρονική στιγμή της αναχώρησης του λεωφορείου από τη στάση (5^η στήλη κάθε έντυπου μετρήσεων).

- Στήλη 7 [Dt]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, ο συνολικός χρόνος παραμονής του κάθε λεωφορείου στη στάση.
- Στήλη 8 [Yπ. ένδ.]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη (Υπόλοιπο ένδειξης), μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση.
- Στήλη 9 [Dt - Yπ. ένδ.]: Στη στήλη αυτή φαίνεται η διαφορά ανάμεσα στο συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση και του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση.
- Στήλη 10 [Dt / Yπ. ένδ.]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση.
- Στήλη 11 [Dt(G)]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη.
- Στήλη 12 [Dt(G)/Dt]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, ως ποσοστό, ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση.
- Στήλη 13 [Dt(R)]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη.
- Στήλη 14 [Dt(R)/Dt]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, ως ποσοστό, ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση.
- Στήλη 15 [Yπ. ένδ. / Ολ.]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση προς την ολική διάρκεια της συγκεκριμένης ένδειξης του σηματοδότη.
- Στήλη 16 [G, green]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη για τη συγκεκριμένη περίοδο της σηματοδότησης που είχαμε άφιξη λεωφορείου στη στάση.

- Στήλη 17 [R, red]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη για τη συγκεκριμένη περίοδο της σηματοδότησης που είχαμε άφιξη λεωφορείου στη στάση.
- Στήλη 18 [G / C]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος της συνολικής πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς την περίοδο της σηματοδότησης.
- Στήλη 19 [R / C]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος της συνολικής κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς την περίοδο της σηματοδότησης.
- Στήλη 20: Όμοια με τη στήλη 1.
- Στήλη 21 [α / α]: Όμοια με τη στήλη 2.
- Στήλη 22 [Dt(G) / G]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, ως ποσοστό, ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη.
- Στήλη 23 [Dt(R) / R]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, ως ποσοστό, ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη.
- Στήλη 24 [Dt / (G/C)]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το λόγο της συνολικής πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς την περίοδο της σηματοδότησης.
- Στήλη 25 [Dt / (R/C)]: Στη στήλη αυτή φαίνεται ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το λόγο της συνολικής κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς την περίοδο της σηματοδότησης.
- Στήλη 26 [απώλειες από G]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, ο χρόνος που χάνει το λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της παραμονής του στη στάση.
- Στήλη 27 [αναμονή στο R]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, ο χρόνος που το λεωφορείο παραμένει σταματημένο αναμένοντας την πράσινη ένδειξη. Ο χρόνος αυτός έχει ιδιαίτερη σημασία όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, γιατί σε αυτή την περίπτωση το λεωφορείο θα μπορούσε να είχε προλάβει να διασχίσει τη διασταύρωση και όχι να περιμένει τη νέα πράσινη ένδειξη. Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη, το λεωφορείο χρησιμοποιεί χρόνο για την παραμονή του στη στάση που έτσι κι αλλιώς δεν θα μπορούσε να τον

χρησιμοποιήσει για να κινηθεί. Ακόμα και αν περισσεύει χρόνος αυτό δεν πρέπει να καταγραφεί ως αρνητικό στοιχείο, γιατί έτσι κι αλλιώς αφού το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη πρέπει να περιμένει την νέα πράσινη ένδειξη. Από την άλλη σε αυτή την περίπτωση έχει ιδιαίτερη σημασία αν το λεωφορείο συνεχίζει να μένει ακινητοποιημένο και μετά την έναρξη της νέας πράσινης ένδειξης, γιατί δεν έχει εξυπηρετήσει όλους τους επιβάτες, οπότε και χάνει χρόνο από την κίνηση του.

- Στήλη 28 [χαμένος χρόνος]: Στη στήλη αυτή φαίνεται, σε δευτερόλεπτα, ο χρόνος που το λεωφορείο χάνει από την κίνηση του, ανάλογα με το αν η άφιξη στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.
- Στήλη 29 [παρατηρήσεις]: Στη στήλη αυτή φαίνονται μια σειρά από παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου.

7. Στη συνέχεια συμπληρώνουμε όλα τα παραπάνω στοιχεία σε κάθε πίνακα για κάθε στάση, στην οποία μετρήσαμε. Αρχικά με βάση τις μετρήσεις μας και την πρώτη φάση της επεξεργασίας τους, συμπληρώνουμε τις στήλες 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 16, 17, 20 και 21. Οι στήλες 20 και 21, όπως αναφέραμε, είναι ίδιες με τις 1 και 2 και απλά υπάρχουν για να διευκολύνουν την ανάγνωση των πινάκων. Στη συνέχεια με βάση τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων συμπληρώνουμε τη στήλη 29. Έπειτα συμπληρώνουμε τις υπόλοιπες στήλες όπως φαίνεται παρακάτω:

- [στήλη 7] = [στήλη 6] - [στήλη 5]
- [στήλη 9] = [στήλη 7] - [στήλη 8]
- [στήλη 10] = [στήλη 7] / [στήλη 8]
- [στήλη 11] = [στήλη 7] ή [στήλη 8] ή 0 ή [στήλη 7] - [στήλη 9]

Αφιξη λεωφορείου στη στάση σε πράσινο	Αφιξη λεωφορείου στη στάση σε κόκκινο
Av Dt < Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 7]	Av Dt < Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = 0
Av Dt > Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 8]	Av Dt > Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 7] - [στήλη 8]

- [στήλη 12] = [στήλη 11] / [στήλη 7]
- [στήλη 13] = [στήλη 7] ή [στήλη 8] ή 0 ή [στήλη 9]

Αφιξη λεωφορείου στη στάση σε πράσινο	Αφιξη λεωφορείου στη στάση σε κόκκινο
Av Dt < Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = 0	Av Dt < Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 7]
Av Dt > Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 7] - [στήλη 8]	Av Dt > Yπ. ένδ. τότε [στήλη 11] = [στήλη 8]

- [στήλη 14] = [στήλη 13] / [στήλη 7]
- [στήλη 15] = [στήλη 8] / C, όπου C η περίοδος της σηματοδότησης
- [στήλη 18] = [στήλη 16] / C, όπου C η περίοδος της σηματοδότησης
- [στήλη 19] = [στήλη 17] / C, όπου C η περίοδος της σηματοδότησης
- [στήλη 22] = [στήλη 11] / [στήλη 16]
- [στήλη 23] = [στήλη 13] / [στήλη 17]
- [στήλη 24] = [στήλη 7] / [στήλη 18]
- [στήλη 25] = [στήλη 7] / [στήλη 19]
- [στήλη 26] = [στήλη 11]
- [στήλη 27] = ανάλογα με το είδος της στάσης και θα αναφερθεί στην επόμενη παράγραφο
- [στήλη 28] = [στήλη 26] ή [στήλη 26] + [στήλη 27]

Άφιξη λεωφορείου στη στάση σε πράσινο	Άφιξη λεωφορείου στη στάση σε κόκκινο
[στήλη 28] = [στήλη 26] + [στήλη 27]	[στήλη 28] = [στήλη 26]

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, ο χαμένος χρόνος για την κίνηση του λεωφορείου ισούται μόνο με το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη, αν αυτό βέβαια υπάρχει. Η αναμονή στο κόκκινο δεν συνυπολογίζεται, γιατί σε αυτό το διάστημα το λεωφορείο έτσι κι αλλιώς δεν θα μπορούσε να κινηθεί. Αντίθετα στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ο χαμένος χρόνος από την κίνηση του λεωφορείου ισούται με το άθροισμα του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης και την αναμονή στην κόκκινη ένδειξη, αν αυτή υπάρχει. Ο λόγος είναι ότι το λεωφορείο χάνει χρόνο από την κίνηση του γιατί σταματάει, ενώ η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, και γιατί ενδεχομένως δεν προλαβαίνει να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.

5.2 Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΣΗ

5.2.1 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Ζέρβα

Η πιο χρονοβόρα στάση για επεξεργασία ήταν η στάση Ζέρβα, γιατί ο αριθμός των λεωφορείων που κατεγράφησαν ήταν ο μεγαλύτερος από όλες τις στάσεις και επιπλέον λόγω του μεγάλου αριθμού των αφίξεων στη στάση ο αριθμός των στοιχείων που δεν κατεγράφησαν κατά τη διαδικασία των μετρήσεων, ήταν αντίστοιχα ο μεγαλύτερος από όλες τις στάσεις. Η επεξεργασία κάθε ώρας από τις μετρήσεις διαρκούσε περίπου από 1¼ ως 2½ ώρες.

Υπάρχουν δύο στοιχεία, τα οποία πρέπει να συμπληρώσουμε στους αντίστοιχους πίνακες επεξεργασίας, γιατί διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση. Το πρώτο στοιχείο είναι μια σειρά από παρατηρήσεις που έχουν σχέση με την κίνηση του λεωφορείου και φαίνονται στη στήλη 29 και το δεύτερο στοιχείο είναι η αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη που φαίνεται στη στήλη 27.

Η στήλη 29 συμπληρώνεται από μία σειρά παρατηρήσεων για το κάθε λεωφορείο που έχουν σχέση γενικότερα με την κίνηση του και προκύπτουν από τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων. Συνολικά γίνονται έντεκα διαφορετικές παρατηρήσεις που κωδικοποιούνται με αντίστοιχα γράμματα και αριθμούς για μεγαλύτερη ευκολία και περιγράφονται στη συνέχεια. Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει διαφοροποίηση.

Έτσι αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Π]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη. Επομένως αναγκαστικά περίμενε στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί στη στήλη αυτή συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και δηλώνουν το λόγο για τον

οποίο αυτό συνέβη . Ο αριθμός 1 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt < Yπ. \acute{\epsilon}\nu\delta.$, δηλαδή υπάρχει ακόμα κάποιος χρόνος για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη, αλλά αυτός δεν επαρκεί για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη και να διασχίσει τον κόμβο . Ο αριθμός 2 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt > Yπ. \acute{\epsilon}\nu\delta.$, δηλαδή ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκεί για να εξυπηρετηθούν όλοι οι επιβάτες , οπότε και απαιτείται και τμήμα της κόκκινης ένδειξης . Στην οριακή περίπτωση που ισχύει η σχέση $Dt = Yπ. \acute{\epsilon}\nu\delta.$ αντιστοιχείται ο αριθμός 2, γιατί απαιτείται ολόκληρος ο χρόνος μέχρι να τελειώσει η πράσινη ένδειξη .

- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, αφού εξυπηρετήσει τους επιβάτες διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη, όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη . Το α βέβαια αντιστοιχείται σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη .
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες . Ο λόγος που το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση οφείλεται στο ότι το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο, είτε από κάποιο άλλο λεωφορείο οπότε και γράφουμε β1, είτε μόνο από άλλα οχήματα (όχι λεωφορεία) οπότε και γράφουμε β2, είτε από κάποιο συνδυασμό των δύο προηγούμενων περιπτώσεων οπότε και γράφουμε β . Θα πρέπει να πούμε ότι η απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη είναι περίπου 20 μέτρα, οπότε μπορεί να καταληφθεί από 2 λεωφορεία ή από 1 αρθρωτό λεωφορείο ή από 4 ΙΧ ή από 1 λεωφορείο και 2 ΙΧ . Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο .
- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο, ενώ υπήρχε το κατάλληλο χρονικό περιθώριο, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιοχή του κόμβου .
- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση, κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρωσε την άφιξη του στη στάση . Στη συγκεκριμένη περίπτωση που έχουμε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί τόσο τα ταξί όσο βέβαια και τα φορτηγά, τα πούλμαν και τα ΙΧ δεν θα έπρεπε να κινούνται σε αυτήν την

λωρίδα, εκτός και αν επρόκειτο να στρίβουν δεξιά στην οδό Ευρυτανίας . Όμως διαπιστώσαμε ότι τα οχήματα, τα οποία έστριβαν τελικά δεξιά ήταν πολύ λιγότερα από αυτά που κινούνταν μέσα στην αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία και μάλιστα τα περισσότερα από αυτά είχαν αναμμένο το δεξί φλας σαν να επρόκειτο να στρίβουν δεξιά .

- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιο ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του . Επίσης και αυτή η καταγραφή είναι σημαντική σε αυτήν την περίπτωση που έχουμε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία .

Θα πρέπει να πούμε ότι τόσο το δ όσο και το ε καταγράφονται για κάποιο εύρος διαστήματος , το οποίο είναι στο πεδίο καταγραφής της βιντεοκάμερας . Το διάστημα αυτό ξεκινά από το σημείο που βρίσκεται η βιντεοκάμερα και σταματά λίγο μετά από το σηματοδότη . Αυτό δεν ισχύει μόνο για τη στάση Ζέρβα, αλλά και σε όλες τις στάσεις που κάνουμε τη συγκεκριμένη παρατήρηση .

- Στήλη 29.9 [ζ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρόλο που δεν είχε τον απαιτούμενο χρόνο για να περάσει με την ίδια πράσινη ένδειξη, δηλαδή θα αντιστοιχούσαμε σε αυτό τα ΔΠ και 1, διέσχισε τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη .
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση .
- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της πράσινης ένδειξης , ολόκληρη την κόκκινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης . Σε αυτήν την ειδική περίπτωση στη στήλη 13 θέτουμε τιμή ίση με τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και στη στήλη 11 θέτουμε το άθροισμα των τμημάτων των δύο πράσινων ενδείξεων που χρησιμοποιεί το λεωφορείο . Αυτό γίνεται, γιατί στη στήλη 13 η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από τη συνολική διάρκεια της κόκκινης που φαίνεται στη στήλη 17 με αποτέλεσμα στη στήλη 23 να προκύπτει ποσοστό μεγαλύτερο από 100 % που είναι αδύνατο .

Περιπτώσεις σαν τις δύο τελευταίες δεν παρατηρήθηκαν στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

Αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Πρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρετήσε τους επιβάτες και περιμένει (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη για να διασχίσει τον κόμβο.
- Στήλη 29.2 [ΔΠρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα τρία γράμματα, προκειμένου να εξυπηρετήσει τους επιβάτες χρησιμοποιεί και τμήμα της πράσινης ένδειξης και άρα δεν περιμένει (ΔΠρ) στο σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί 1 και 2 συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και άρα η συγκεκριμένη στήλη σε αυτήν περίπτωση παραμένει κενή.
- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη. Το α βέβαια αντιστοιχείται μόνο σε λεωφορεία που περιμένουν (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη για να διασχίσουν τον κόμβο.
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Ο λόγος που το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση είναι γιατί το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο, είτε από κάποιο άλλο λεωφορείο οπότε και γράφουμε β1, είτε μόνο από άλλα οχήματα (όχι λεωφορεία) οπότε και γράφουμε β2, είτε από κάποιο συνδυασμό των δύο προηγούμενων περιπτώσεων οπότε και γράφουμε β. Θα πρέπει να πούμε ότι η απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη είναι περίπου 20 μέτρα, οπότε μπορεί να καταληφθεί από 2 λεωφορεία ή από 1 αρθρωτό λεωφορείο ή από 4 ΙΧ ή από 1 λεωφορείο και 2 ΙΧ. Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.
- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο όταν ξεκίνησε η πράσινη ένδειξη, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιοχή του κόμβου.

- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση, κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστερούσε την άφιξη του στη στάση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση που έχουμε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία αυτό είναι πολύ σημαντικό, γιατί τόσο τα ταξί όσο βέβαια και τα φορτηγά, τα πούλμαν και τα ΙΧ δεν θα έπρεπε να κινούνται σε αυτήν την λωρίδα, εκτός και αν επρόκειτο να στρίψουν δεξιά στην οδό Ευρυτανίας. Όμως διαπιστώσαμε ότι τα οχήματα, τα οποία έστριψαν τελικά δεξιά ήταν πολύ λιγότερα από αυτά που κινούνταν μέσα στην αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία και μάλιστα τα περισσότερα είχαν αναμμένο το δεξί φλας σαν να επρόκειτο να στρίψουν δεξιά.
- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από τη στάση πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του. Επίσης και αυτή η καταγραφή είναι σημαντική σε αυτήν την περίπτωση που έχουμε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία.

Θα πρέπει να πούμε ότι τόσο το δ όσο και το ε καταγράφονται για κάποιο εύρος διαστήματος, το οποίο είναι στο πεδίο καταγραφής της βιντεοκάμερας. Το διάστημα αυτό ξεκινά από το σημείο που βρίσκεται η βιντεοκάμερα και σταματά λίγο μετά από το σηματοδότη. Αυτό δεν ισχύει μόνο στη στάση Ζέρβα, αλλά και σε όλες τις στάσεις που κάνουμε τη συγκεκριμένη παρατήρηση.

- Στήλη 29.9 [ζ]: Το γράμμα ζ συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, γιατί δεν είναι δυνατό ένα λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη να διασχίσει τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη.
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση.
- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της κόκκινης ένδειξης, ολόκληρη την πράσινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Τέτοια περίπτωση δεν υπήρξε και γενικά είναι δύσκολο να υπάρξει, γιατί η πράσινη ένδειξη έχει συνήθως μεγαλύτερη διάρκεια από την κόκκινη ένδειξη.

Η στήλη 27 δηλώνει την αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη και στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα συμπληρώνεται και αυτή ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν πράσινη και το λεωφορείο πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο ή ισχύει η παρατήρηση θ (δεν υπήρξε τέτοια περίπτωση) η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0. Όταν όμως το λεωφορείο δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17]-[στήλη 13].

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη και το λεωφορείο περιμένει (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17]-[στήλη 13]. Όταν όμως το λεωφορείο δεν περιμένει (ΔΠρ) η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0.

Στους πίνακες 5.1 και 5.2 που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Ο πίνακας 5.1 αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και ο πίνακας 5.2 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η διπλή οριζόντια γραμμή χωρίζει μεταξύ τους τις διαφορετικές μετρήσεις, δηλαδή τα διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης. Στις επόμενες δύο σελίδες παρουσιάζεται ένα μικρό μέρος του πίνακα 5.1.

πίνακας 5.1 — ΣΤΑΣΗ ΖΕΓΡΒΑ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	αριθμ. γρημιά	πλήρ. α/α	αφίξη	αφίξη	αναχώρηση	Dt sec	Υπ. (σδ. sec)	Dt - Υπ. sec	Dt/Υπ.	Dt (G) sec	Dt (G) / Dt %	Dt (G) sec	Dt (R) / Dt %	Υπ. / Dt	G sec	R sec	G/C	R/C
1	3	450	Λ	11:46:20	11:46:35	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
2	4	14	Λ	11:48:58	11:49:06	8	38	-30	0,211	8	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
3	6	3	Λ	11:55:30	11:55:40	10	5	5	2	5	50	5	50	0,091	55	35	0,611	0,389
4	11	603	Λ	12:00:02	12:00:16	14	5	9	2,8	5	35,714	9	64,286	0,091	55	35	0,611	0,389
5	15	14	Λ	12:08:56	12:09:05	9	11	-2	0,818	9	100	0	0	0,2	55	35	0,611	0,389
6	16	A6	Λ	12:09:58	12:10:13	15	38	-23	0,395	15	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
7	17	3	Λ	12:10:26	12:10:33	7	10	-3	0,7	7	100	0	0	0,182	55	35	0,611	0,389
8	19	B7	Λ	12:11:26	12:11:35	9	41	-32	0,22	9	100	0	0	0,745	55	35	0,611	0,389
9	20	A7	Λ	12:11:49	12:12:05	16	17	-1	0,941	16	100	0	0	0,309	55	35	0,611	0,389
10	21	450	Λ	12:11:50	12:12:05	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
11	22	3	Λ	12:16:14	12:16:29	15	22	-7	0,682	15	100	0	0	0,4	55	35	0,611	0,389
12	24	14	Λ	12:21:00	12:21:09	9	4	5	2,25	4	44,444	5	55,556	0,073	55	35	0,611	0,389
13	26	13	Λ	12:26:35	12:26:43	8	29	-21	0,276	8	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
14	27	3	Λ	12:26:51	12:26:58	7	13	-6	0,538	7	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
15	30	B7	M	12:31:23	12:31:36	13	10	3	1,3	10	76,923	3	23,077	0,182	55	35	0,611	0,389
16	35	450	Λ	12:37:21	12:37:35	14	10	4	1,4	10	71,429	4	28,571	0,182	55	35	0,611	0,389
17	37	550	Λ	12:45:50	12:46:08	18	36	-18	0,5	18	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
18	38	3	Λ	12:47:45	12:48:02	17	14	3	1,214	14	82,353	3	17,647	0,255	55	35	0,611	0,389
19	39	B6	Λ	12:47:47	12:48:04	17	12	5	1,417	12	70,588	5	29,412	0,218	55	35	0,611	0,389
20	40	A7	M	12:52:22	12:52:39	17	6	11	2,833	6	35,294	11	64,706	0,109	55	35	0,611	0,389
21	41	A6	Λ	12:55:25	12:55:35	10	2	8	5	2	20	8	80	0,036	55	35	0,611	0,389
22	44	14	Λ	12:58:22	12:58:33	11	5	6	2,2	5	45,455	6	54,545	0,091	55	35	0,611	0,389
23	45	450	Λ	13:01:15	13:01:26	11	11	0	1	11	100	0	0	0,2	55	35	0,611	0,389
24	49	550	Λ	13:07:18	13:07:32	14	6	8	2,333	6	42,857	8	57,143	0,109	55	35	0,611	0,389
25	51	A7	M	13:09:45	13:10:01	16	38	-22	0,421	16	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
26	52	603	Λ	13:09:48	13:10:01	13	35	-22	0,371	13	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
27	53	3	Λ	13:14:21	13:14:30	9	32	-23	0,281	9	100	0	0	0,582	55	35	0,611	0,389
28	56	B7	Λ	13:23:41	13:23:52	11	10	1	1,1	10	90,909	1	9,091	0,182	55	35	0,611	0,389
29	57	450	Λ	13:23:47	13:24:02	15	4	11	3,75	4	26,667	11	73,333	0,073	55	35	0,611	0,389
30	58	13	Λ	13:26:18	13:26:26	8	33	-25	0,242	8	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
31	60	A7	M	13:27:38	13:27:48	10	43	-33	0,233	10	100	0	0	0,782	55	35	0,611	0,389
32	61	3	Λ	13:29:26	13:29:40	14	24	-10	0,583	14	100	0	0	0,436	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
ω/α	Δf (G) / G	Δf (R) / R	Δf (G/C)	Δf (R/C)	οπόμενες υπό G	ανάμονη στα R	Χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11											
3	27,273	0	24,55	38,56	15	35	50		ΔΠ	1	α																		
4	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π																					
6	9,091	14,286	16,367	25,707	5	30	35		ΔΠ	2	α																		
11	9,091	25,714	22,913	35,99	5	26	31		ΔΠ	2	α																		
15	16,364	0	14,73	23,136	9	35	44		ΔΠ	1	α																		
16	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15	Π																					
17	12,727	0	11,457	17,995	7	35	42		ΔΠ	1	α																		
19	16,364	0	14,73	23,136	9	0	9	Π																					
20	29,091	0	26,187	41,131	16	35	51		ΔΠ	1	α																		
21	27,273	0	24,55	38,56	15	35	50		ΔΠ	1		β1																	
22	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15	Π																					
24	7,273	14,286	14,73	23,136	4	30	34		ΔΠ	2	α																		
26	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π																					
27	12,727	0	11,457	17,995	7	0	7	Π																					
30	18,182	8,571	21,277	33,419	10	32	42		ΔΠ	2	α																		
35	18,182	11,429	22,913	35,99	10	31	41		ΔΠ	2	α																		
37	32,727	0	29,46	46,272	18	0	18	Π																					
38	25,455	8,571	27,823	43,702	14	32	46		ΔΠ	2	α																		
39	21,818	14,286	27,823	43,702	12	30	42		ΔΠ	2		β1																	
40	10,909	31,429	27,823	43,702	6	24	30		ΔΠ	2	α																		
41	3,636	22,857	16,367	25,707	2	27	29		ΔΠ	2	α																		
44	9,091	17,143	18,003	28,278	5	29	34		ΔΠ	2	α																		
45	20	0	18,003	28,278	11	35	46		ΔΠ	2	α																		
49	10,909	22,857	22,913	35,99	6	27	33		ΔΠ	2	α																		
51	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16	Π																					
52	23,636	0	21,277	33,419	13	0	13	Π																					
53	16,364	0	14,73	23,136	9	0	9	Π																					
56	18,182	2,857	18,003	28,278	10	34	44		ΔΠ	2	α																		
57	7,273	31,429	24,55	38,56	4	24	28		ΔΠ	2		β1																	
58	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π																					
60	18,182	0	16,367	25,707	10	0	10	Π																					
61	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14	Π																					

5.2.2 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Ιπποκράτους

Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Ιπποκράτους ήταν επίσης χρονοβόρα με αυτήν της στάσης Ζέρβα για τους ίδιους λόγους. Η επεξεργασία κάθε ώρας από τις μετρήσεις διαρκούσε περίπου από 1¼ ως και 2¼ ώρες.

Υπάρχουν δύο στοιχεία, τα οποία πρέπει να συμπληρώσουμε στους αντίστοιχους πίνακες επεξεργασίας, γιατί διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση. Το πρώτο στοιχείο είναι μια σειρά από παρατηρήσεις που έχουν σχέση με την κίνηση του λεωφορείου και φαίνονται στη στήλη 29 και το δεύτερο στοιχείο είναι η αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη που φαίνεται στη στήλη 27.

Η στήλη 29 συμπληρώνεται από μία σειρά παρατηρήσεων για το κάθε λεωφορείο που έχουν σχέση γενικότερα με την κίνηση του και προκύπτουν από τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων. Συνολικά γίνονται έντεκα διαφορετικές παρατηρήσεις που κωδικοποιούνται με αντίστοιχα γράμματα και αριθμούς για μεγαλύτερη ευκολία και περιγράφονται στη συνέχεια. Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει διαφοροποίηση.

Έτσι αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Π]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη. Επομένως αναγκαστικά περίμενε στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί στη στήλη αυτή συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και δηλώνουν το λόγο για τον οποίο αυτό συνέβη. Ο αριθμός 1 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt < Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$, δηλαδή υπάρχει ακόμα κάποιος χρόνος για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη, αλλά αυτός δεν επαρκεί για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη και να διασχίσει τον κόμβο. Ο αριθμός 2 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt > Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$, δηλαδή ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η πράσινη

ένδειξη δεν επαρκεί για να εξυπηρετηθούν όλοι οι επιβάτες οπότε και απαιτείται και τμήμα της κόκκινης ένδειξης. Στην οριακή περίπτωση που ισχύει η σχέση $Dt = Y\pi$ ένδ. αντιστοιχείται ο αριθμός 2, γιατί απαιτείται ολόκληρος ο χρόνος μέχρι να τελειώσει η πράσινη ένδειξη.

- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη. Το α βέβαια αντιστοιχείται σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο συνήθως από 1 ή 2 ΙΧ, μια και έχει μήκος 9 μέτρα περίπου. Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.
- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο, ενώ υπήρχε το κατάλληλο χρονικό περιθώριο, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιοχή του κόμβου.
- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρησε την άφιξη του στη στάση.
- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.9 [ζ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρόλο που δεν είχε τον απαιτούμενο χρόνο για να περάσει με την ίδια πράσινη ένδειξη, δηλαδή θα αντιστοιχούσαμε σε αυτό τα ΔΠ και 1, διέσχισε τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη.
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση.

- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της πράσινης ένδειξης, ολόκληρη την κόκκινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Σε αυτήν την ειδική περίπτωση στη στήλη 13 θέτουμε τιμή ίση με τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και στη στήλη 11 θέτουμε το άθροισμα των τμημάτων των δύο πράσινων ενδείξεων που χρησιμοποιεί το λεωφορείο. Αυτό γίνεται γιατί στη στήλη 13 η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από τη συνολική διάρκεια της κόκκινης που φαίνεται στη στήλη 17 με αποτέλεσμα στη στήλη 23 να προκύπτει ποσοστό μεγαλύτερο από 100% που είναι αδύνατο.

Αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Πρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και περιμένει (Πρ) για να διασχίσει τον κόμβο τη νέα πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα τρία γράμματα, προκειμένου να εξυπηρετήσει τους επιβάτες χρησιμοποιεί και τμήμα της πράσινης ένδειξης και άρα δεν περιμένει (ΔΠρ) στο σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί 1 και 2 συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και επομένως η συγκεκριμένη στήλη σε αυτήν περίπτωση παραμένει κενή.
- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη. Το α βέβαια αντιστοιχείται σε λεωφορεία που περιμένουν (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη για να διασχίσουν τον κόμβο.
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο συνήθως από 1 ή 2 ΙΧ, μια και έχει μήκος 9 μέτρα περίπου. Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.

- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο όταν ξεκίνησε η πράσινη ένδειξη, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιοχή του κόμβου.
- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρωσε την άφιξη του στη στάση.
- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.9 [ζ]: Το γράμμα ζ συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, γιατί δεν είναι δυνατό ένα λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη να διασχίσει τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη.
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση.
- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της κόκκινης ένδειξης, ολόκληρη την πράσινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Τέτοια περίπτωση δεν υπήρξε και γενικά είναι δύσκολο να υπάρξει, γιατί η πράσινη ένδειξη έχει συνήθως μεγαλύτερη διάρκεια από την κόκκινη ένδειξη.

Η στήλη 27 δηλώνει την αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη και στην περίπτωση της στάσης Ιπποκράτους συμπληρώνεται και αυτή ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και στη στάση Ζέρβα.

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν πράσινη και το λεωφορείο πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο ή ισχύει η παρατήρηση θ (δεν υπήρξε τέτοια περίπτωση), η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0. Όταν όμως το λεωφορείο δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο, η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη

στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17]-[στήλη 13].

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη και το λεωφορείο περιμένει (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη, η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση σε δευτερόλεπτα, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17]-[στήλη 13]. Όταν όμως το λεωφορείο δεν περιμένει (ΔΠρ) η αναμονή στην κόκκινη (R) είναι ίση με το 0.

Στους πίνακες 5.3 και 5.4 που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Ο πίνακας 5.3 αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και ο πίνακας 5.4 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η διπλή οριζόντια γραμμή χωρίζει μεταξύ τους τις διαφορετικές μετρήσεις, δηλαδή τα διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης.

5.2.3 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 3^η Χολαργού

Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 3^η Χολαργού ήταν πιο εύκολη από τις δύο προηγούμενες, γιατί ο αριθμός των στοιχείων ήταν αρκετά μικρότερος. Η επεξεργασία κάθε ώρας από τις μετρήσεις διαρκούσε περίπου από 1¼ ως και 1¾ ώρες.

Υπάρχουν δύο στοιχεία, τα οποία πρέπει να συμπληρώσουμε στους αντίστοιχους πίνακες επεξεργασίας, γιατί διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση. Το πρώτο στοιχείο είναι μια σειρά από παρατηρήσεις που έχουν σχέση με την κίνηση του λεωφορείου και φαίνονται στη στήλη 29 και το δεύτερο στοιχείο είναι η αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη που φαίνεται στη στήλη 27.

Η στήλη 29 συμπληρώνεται από μία σειρά παρατηρήσεων για το κάθε λεωφορείο που έχουν σχέση γενικότερα με την κίνηση του και προκύπτουν από τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων. Συνολικά γίνονται έξι διαφορετικές παρατηρήσεις που κωδικοποιούνται με αντίστοιχα γράμματα και αριθμούς για μεγαλύτερη ευκολία και

περιγράφονται στη συνέχεια. Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει διαφοροποίηση.

Έτσι αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο και να φτάσει στη στάση, γιατί το τμήμα από το λεωφορείο ως τον σηματοδότη ήταν κατειλημμένο από οχήματα.
- Στήλη 29.3 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο και να φτάσει στη στάση, γιατί το τμήμα από τον σηματοδότη ως και τη στάση ήταν κατειλημμένο από οχήματα. Η συγκεκριμένη απόσταση είναι 36 μέτρα και χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) το λεωφορείο χρειαζόταν από 6 ως και 8.5 δευτερόλεπτα για να ακινητοποιηθεί πλήρως στη στάση, ενώ όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) το λεωφορείο χρειαζόταν ως και 6 με 7 φορές περισσότερο χρόνο για να ακινητοποιηθεί πλήρως στη στάση.
- Στήλη 29.2 [από 0 ως και 9]: Οι αριθμοί που συμπληρώνονται στη στήλη αυτή είναι από το 1 ως και το 9 και συμπληρώνονται μόνο αν υπάρχει στη στήλη 29.1 το α. Δηλώνουν σε μονάδες IX την απόσταση που χωρίζει το λεωφορείο από το σηματοδότη. Αν υπάρχει για παράδειγμα ο αριθμός 9 σημαίνει ότι το λεωφορείο απέχει από το σηματοδότη απόσταση 9 IX και με τη θεώρηση ότι το 1 IX καταλαμβάνει 5 μέτρα η απόσταση αυτή ήταν 45 μέτρα. Μεγαλύτερη απόσταση θεωρήσαμε ότι δεν επηρεάζει την κίνηση του λεωφορείου. Ο αριθμός 0 συμπληρώνεται όταν υπάρχει στη στήλη 29.3 το β και μόνο όταν το λεωφορείο είχε σταματήσει στην κόκκινη ένδειξη. Δηλαδή, το λεωφορείο επειδή το τμήμα από το σηματοδότη ως και τη στάση ήταν κατειλημμένο από οχήματα δεν μπορούσε να προχωρήσει και παρέμεινε ακριβώς στο σηματοδότη μέχρι την επόμενη πράσινη ένδειξη. Αυτό ακριβώς δηλώνει και ο αριθμός 0.
- Στήλη 29.4 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε για κάποιο μικρό ή και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ακριβώς πάνω στη διασταύρωση εμποδίζοντας κυρίως την κίνηση των οχημάτων που ήθελαν να στρίψουν αριστερά στη Λεωφόρο Μεσογείων και να κατευθυνθούν προς την Αγία Παρασκευή. Αυτό συνέβαινε κυρίως όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

- Στήλη 29.5 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.6 [ε]: Το γράμμα ε συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, γιατί δεν είναι δυνατό ένα λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη να έχει διασχίσει τον κόμβο με την κόκκινη ένδειξη. Ο λόγος είναι απλά ότι η στάση είναι αμέσως μετά από το σηματοδότη, οπότε και το λεωφορείο συναντά πρώτα το σηματοδότη και μετά τη στάση.

Αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [α]: Το γράμμα α συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, γιατί αυτά σταματούν και στο σηματοδότη και στη στάση.
- Στήλη 29.3 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν μπορούσε να διασχίσει τον κόμβο και να φτάσει στη στάση, γιατί το τμήμα από τον σηματοδότη ως και τη στάση ήταν κατειλημμένο από οχήματα και για το λόγο αυτόν αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη έγινε κόκκινη.
- Στήλη 29.2 [από 0 ως και 9]: Οι αριθμοί στη στήλη αυτή συμπληρώνονται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.
- Στήλη 29.4 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παραμένει για κάποιο μικρό ή και μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ακριβώς πάνω στη διασταύρωση εμποδίζοντας κυρίως την κίνηση των οχημάτων που ήθελαν να στρίψουν αριστερά στη Λεωφόρο Μεσογείων και να κατευθυνθούν προς την Αγία Παρασκευή. Αυτό συνέβαινε κυρίως όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).
- Στήλη 29.5 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.

- Στήλη 29.6 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη το σηματοδότη ήταν κόκκινη, είτε γιατί πέρασε ακριβώς με το τέλος της πράσινης ένδειξης οπότε και γράφουμε ε1, είτε γιατί παραβίασε τον κόκκινο σηματοδότη οπότε και γράφουμε ε2.

Η στήλη 27 δηλώνει την αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη και στην περίπτωση της στάσης 3^η Χολαργού συμπληρώνεται και αυτή ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη με διαφορετικό τρόπο από τις δύο προηγούμενες στάσεις.

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν πράσινη και το λεωφορείο δεν μπορούσε να διασχίσει τον κόμβο και να φτάσει στη στάση, γιατί το τμήμα από το λεωφορείο ως τον σηματοδότη ήταν κατειλημμένο από οχήματα, δηλαδή αντιστοιχείται σε αυτό το λεωφορείο το γράμμα α στη στήλη 29.1 ή το λεωφορείο δεν μπορούσε να διασχίσει τον κόμβο και να φτάσει στη στάση, γιατί το τμήμα από το σηματοδότη ως και τη στάση ήταν κατειλημμένο από οχήματα, δηλαδή αντιστοιχούνται σε αυτό το λεωφορείο ο αριθμός 0 στη στήλη 29.2 και το γράμμα β στη στήλη 29.3, η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με τη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0.

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με το 0 σε όλες τις περιπτώσεις. Ο λόγος είναι ότι επειδή η στάση βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη το λεωφορείο μπορεί να συνεχίσει αμέσως την κίνηση του μόλις εξυπηρετήσει τους επιβάτες, αφού ήδη έχει διασχίσει τον κόμβο.

Στους πίνακες 5.5 και 5.6 που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Ο πίνακας 5.5 αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και ο πίνακας 5.6 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η διπλή οριζόντια γραμμή χωρίζει μεταξύ τους τις διαφορετικές μετρήσεις, δηλαδή τα διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης.

5.2.4 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 5^η Χολαργού

Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης 5^η Χολαργού ήταν το ίδιο εύκολη με την επεξεργασία της στάσης 3^η Χολαργού. Η επεξεργασία κάθε ώρας από τις μετρήσεις διαρκούσε περίπου από 1¼ ως και 1¾ ώρες.

Υπάρχουν δύο στοιχεία, τα οποία πρέπει να συμπληρώσουμε στους αντίστοιχους πίνακες επεξεργασίας, γιατί διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση. Το πρώτο στοιχείο είναι μια σειρά από παρατηρήσεις που έχουν σχέση με την κίνηση του λεωφορείου και φαίνονται στη στήλη 29 και το δεύτερο στοιχείο είναι η αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη που φαίνεται στη στήλη 27.

Η στήλη 29 συμπληρώνεται από μία σειρά παρατηρήσεων για το κάθε λεωφορείο που έχουν σχέση γενικότερα με την κίνηση του και προκύπτουν από τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων. Συνολικά γίνονται έντεκα διαφορετικές παρατηρήσεις που κωδικοποιούνται με αντίστοιχα γράμματα και αριθμούς για μεγαλύτερη ευκολία και περιγράφονται στη συνέχεια. Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει διαφοροποίηση.

Έτσι αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Π]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες και δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη. Επομένως αναγκαστικά περίμενε στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί στη στήλη αυτή συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και δηλώνουν το λόγο για τον οποίο αυτό συνέβη. Ο αριθμός 1 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt < Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$, δηλαδή υπάρχει ακόμα κάποιος χρόνος για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη, αλλά αυτός δεν επαρκεί για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη και να διασχίσει τον κόμβο. Ο αριθμός 2 αντιστοιχείται όταν το συγκεκριμένο λεωφορείο δεν πρόλαβε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί $Dt > Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$, δηλαδή ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η πράσινη

ένδειξη δεν επαρκεί για να εξυπηρετηθούν όλοι οι επιβάτες οπότε και απαιτείται και τμήμα της κόκκινης ένδειξης. Στην οριακή περίπτωση που ισχύει η σχέση $Dt = Yπ$ ένδ. αντιστοιχείται ο αριθμός 2, γιατί απαιτείται ολόκληρος ο χρόνος μέχρι να τελειώσει η πράσινη ένδειξη.

- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη. Το α βέβαια αντιστοιχείται σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο συνήθως από 1 ή σπάνια 2 ΙΧ, μια και έχει μήκος 7 μέτρα περίπου. Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.
- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο, ενώ υπήρχε το κατάλληλο χρονικό περιθώριο, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιογή του κόμβου.
- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρωσε την άφιξη του στη στάση.
- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιο ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.9 [ζ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρόλο που δεν είχε τον απαιτούμενο χρόνο για να περάσει με την ίδια πράσινη ένδειξη, δηλαδή θα αντιστοιχούσαμε σε αυτό τα ΔΠ και 1, διέσχισε τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη.
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση.

- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της πράσινης ένδειξης, ολόκληρη την κόκκινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Σε αυτήν την ειδική περίπτωση στη στήλη 13 θέτουμε τιμή ίση με τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και στη στήλη 11 θέτουμε το άθροισμα των τμημάτων των δύο πράσινων ενδείξεων που χρησιμοποιεί το λεωφορείο. Αυτό γίνεται γιατί στη στήλη 13 η τιμή που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από τη συνολική διάρκεια της κόκκινης που φαίνεται στη στήλη 17 με αποτέλεσμα στη στήλη 23 να προκύπτει ποσοστό μεγαλύτερο από 100 % που είναι αδύνατο.

Αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Πρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρετήσε τους επιβάτες και περιμένει (Πρ) για να διασχίσει τον κόμβο τη νέα πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠρ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα τρία γράμματα, προκειμένου να εξυπηρετήσει τους επιβάτες χρησιμοποιεί και τμήμα της πράσινης ένδειξης και άρα δεν περιμένει (ΔΠρ) στο σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [1 ή 2]: Οι αριθμοί 1 και 2 συμπληρώνονται μόνο για τα λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και αφήχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και επομένως η συγκεκριμένη στήλη σε αυτήν περίπτωση παραμένει κενή.
- Στήλη 29.4 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη όπου και περίμενε τη νέα πράσινη ένδειξη. Το α βέβαια αντιστοιχείται σε λεωφορεία που περιμένουν (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη για να διασχίσουν τον κόμβο.
- Στήλη 29.5 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση με κλειστές τις πόρτες, αφού είχε ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Το λεωφορείο παραμένει μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα του δρόμου από τη στάση ως το σηματοδότη είναι κατειλημμένο συνήθως από 1 ή σπάνια 2 ΙΧ, μια και έχει μήκος 7 μέτρα περίπου. Το β αντιστοιχείται επίσης μόνο σε λεωφορεία που δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.

- Στήλη 29.6 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε στο σηματοδότη και δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο όταν ξεκίνησε η πράσινη ένδειξη, γιατί κάποια οχήματα καταλάμβαναν την περιοχή του κόμβου .
- Στήλη 29.7 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί , φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρωσε την άφιξη του στη στάση .
- Στήλη 29.8 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμποδίζε την κίνηση του .
- Στήλη 29.9 [ζ]: Το γράμμα ζ συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, γιατί δεν είναι δυνατό ένα λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη να διασχίσει τον κόμβο παραβιάζοντας την κόκκινη ένδειξη .
- Στήλη 29.10 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παρέμεινε μπροστά στη στάση επειδή το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελημμένο, έχοντας όμως ανοικτές τις πόρτες του και αυξάνοντας έτσι το χρόνο εξυπηρέτησης των επιβατών και αντίστοιχα το χρόνο παραμονής του στη στάση .
- Στήλη 29.11 [θ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα είχε πολύ μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της κόκκινης ένδειξης , ολόκληρη την πράσινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης . Τέτοια περίπτωση δεν υπήρξε και γενικά είναι δύσκολο να υπάρξει, γιατί η πράσινη ένδειξη έχει συνήθως μεγαλύτερη διάρκεια από την κόκκινη ένδειξη . Αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο σε αυτή τη στάση που η περίοδος σηματοδότησης είναι 120 δευτερόλεπτα .

Η στήλη 27 δηλώνει την αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη και στην περίπτωση της στάσης 5^η Χολαργού συμπληρώνεται και αυτή ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και στις στάσεις Ζέρβα και Ιπποκράτους .

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν πράσινη και το λεωφορείο πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο ή ισχύει η παρατήρηση θ (δεν υπήρξε τέτοια περίπτωση), η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0 . Όταν όμως το λεωφορείο δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο, η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά της συνολικής διάρκειας της κόκκινης

ένδειξης και του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17] - [στήλη 13] .

Στην περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη και το λεωφορείο περιμένει (Πρ) τη νέα πράσινη ένδειξη, η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στη συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης και το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, δηλαδή [στήλη 17] - [στήλη 13] . Όταν όμως το λεωφορείο δεν περιμένει (ΔΠρ) η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη (R) είναι ίση με το 0 .

Στους πίνακες 5.7 και 5.8 που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία . Ο πίνακας 5.7 αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και ο πίνακας 5.8 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη . Η διπλή οριζόντια γραμμή χωρίζει μεταξύ τους τις διαφορετικές μετρήσεις , δηλαδή τα διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης .

5.2.5 Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Σόνια

Η επεξεργασία των μετρήσεων της στάσης Σόνια ήταν το ίδιο εύκολη με την επεξεργασία της στάσης 3^η Χολαργού και 5^η Χολαργού. Η επεξεργασία κάθε ώρας από τις μετρήσεις διαρκούσε περίπου από 1¼ ως και 1¾ ώρες .

Υπάρχουν δύο στοιχεία, τα οποία πρέπει να συμπληρώσουμε στους αντίστοιχους πίνακες επεξεργασίας , γιατί διαφοροποιούνται ανάλογα με τη στάση και την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση . Το πρώτο στοιχείο είναι μια σειρά από παρατηρήσεις που έχουν σχέση με την κίνηση του λεωφορείου και φαίνονται στη στήλη 29 και το δεύτερο στοιχείο είναι η αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη που φαίνεται στη στήλη 27 .

Η στήλη 29 συμπληρώνεται από μία σειρά παρατηρήσεων για το κάθε λεωφορείο που έχουν σχέση γενικότερα με την κίνηση του και προκύπτουν από τη δεύτερη φάση της επεξεργασίας των μετρήσεων . Συνολικά γίνονται εννέα διαφορετικές παρατηρήσεις που κωδικοποιούνται με αντίστοιχα γράμματα και αριθμούς για μεγαλύτερη ευκολία και

περιγράφονται στη συνέχεια. Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχει διαφοροποίηση.

Έτσι αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη έχουμε τα εξής:

- Στήλη 29.1 [Π]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη, η οποία ήταν 80 μέτρα και πρόλαβε (Π) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη.
- Στήλη 29.2 [ΔΠ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχούνται αυτά τα δύο γράμματα, εξυπηρέτησε τους επιβάτες διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη, η οποία ήταν 80 μέτρα και δεν πρόλαβε (ΔΠ) να διασχίσει τον κόμβο με την ίδια πράσινη ένδειξη. Επομένως αναγκαστικά περίμενε στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.
- Στήλη 29.3 [α]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν πρόλαβε να διασχίσει (ΔΠ) τον κόμβο, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο από οχήματα.
- Στήλη 29.4 [β]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν πρόλαβε να διασχίσει (ΔΠ) τον κόμβο, γιατί ο χρόνος που απόμενε για το τέλος της πράσινης ένδειξης δεν επαρκούσε για να διανύσει το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη. Όταν υπάρχει το β δεν βάζουμε α και το αντίστροφο.
- Στήλη 29.5 [γ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, δεν πρόλαβε να διασχίσει (ΔΠ) τον κόμβο, γιατί $Dt > Yπ. \acute{\epsilon}\nu\delta.$ Όταν υπάρχει το α ή το β δεν βάζουμε γ και το αντίστροφο. Στις περιπτώσεις α και β ισχύει η σχέση $Dt < Yπ. \acute{\epsilon}\nu\delta.$
- Στήλη 29.6 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστερούσε την άφιξη του στη στάση.
- Στήλη 29.7 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.8 [ζ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.
- Στήλη 29.9 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, επειδή είχε πολλούς επιβάτες να εξυπηρετήσει είχε μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της πράσινης ένδειξης, ολόκληρη την κόκκινη

ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Τέτοια περίπτωση όμως δεν παρουσιάστηκε στη συγκεκριμένη στάση. Στην περίπτωση που είχαμε τέτοια καταγραφή ο τρόπος συμπλήρωσης των στηλών που επηρεάζονται είναι ίδιος με αυτόν της στάσης Ζέρβα.

Αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχουμε τα εξής:

- Στήλες 29.1 και 29.2 [/]: Οι στήλες αυτές παραμένουν κενές, γιατί σε αυτό το είδος στάσης δεν μπορούμε να πούμε ότι το λεωφορείο περιμένει ή δεν περιμένει στην κόκκινη ένδειξη. Ο λόγος είναι ότι το λεωφορείο μόλις αναχωρούσε από τη στάση διένυε μια απόσταση 80 μέτρων για να φτάσει στο σηματοδότη. Σχεδόν πάντα σε αυτήν την περίπτωση η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, οπότε το λεωφορείο διέσχισε τον κόμβο.
- Στήλη 29.3 [α]: Μπορούμε να καταγράψουμε και σε αυτήν περίπτωση αν το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο από άλλα οχήματα.
- Στήλη 29.4 [β]: Το γράμμα β συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.
- Στήλη 29.5 [γ]: Το γράμμα γ συμπληρώνεται μόνο για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.
- Στήλη 29.6 [δ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, καθώς πλησίαζε στη στάση κάποιο άλλο όχημα, όπως ταξί, φορτηγό, πούλμαν, ΙΧ ή και άλλο λεωφορείο, καθυστέρησε την άφιξη του στη στάση.
- Στήλη 29.7 [ε]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, ακριβώς πριν την άφιξη του στη στάση ή αμέσως μετά την αναχώρηση του από αυτή πραγματοποιούσε κάποιον ελιγμό, γιατί κάποιο άλλο όχημα εμπόδιζε την κίνηση του.
- Στήλη 29.8 [ζ]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Σε αυτήν την περίπτωση στάσης ακόμα και αν το λεωφορείο αφιχθεί στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη μπορεί θεωρητικά να την παραβιάσει, γιατί υπάρχει η απόσταση που πρέπει να διανύσει το λεωφορείο ως το σηματοδότη. Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο όταν η κυκλοφορία είναι μικρή, γιατί όταν το λεωφορείο θα φτάσει στο σηματοδότη ήδη θα κινούνται τα οχήματα που έρχονται από άλλες κατευθύνσεις. Τέτοια περίπτωση όμως δεν καταγράφηκε.
- Στήλη 29.9 [η]: Το λεωφορείο, στο οποίο αντιστοιχείται αυτό το γράμμα, επειδή είχε πολλούς επιβάτες να εξυπηρετήσει είχε μεγάλο χρόνο παραμονής στη στάση καλύπτοντας

τον υπολειπόμενο χρόνο για το τέλος της κόκκινης ένδειξης, ολόκληρη την πράσινη ένδειξη και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης. Τέτοια περίπτωση δεν υπήρξε και γενικά είναι δύσκολο να υπάρξει, γιατί συνήθως η πράσινη ένδειξη έχει μεγαλύτερη διάρκεια από την κόκκινη ένδειξη.

Η στήλη 27 δηλώνει την αναμονή του κάθε λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη και στην περίπτωση της στάσης Σόνια δεν συμπληρώνεται ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη, όπως έγινε στις προηγούμενες περιπτώσεις στάσεων.

Η στάση Σόνια βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου και το λεωφορείο έχει να διανύσει μια απόσταση ως το σηματοδότη που δεν είναι μικρή (80 μέτρα). Επομένως από τη στιγμή που θα εξυπηρετήσει τους επιβάτες και θα αναχωρήσει από τη στάση θα πρέπει να διανύσει αυτήν την απόσταση. Αυτό γίνεται ανεξάρτητα από το αν η άφιξη του στη στάση έγινε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη. Άρα το αν θα παραμείνει στην κόκκινη ένδειξη ή όχι εξαρτάται από το χρόνο που χρειάζεται το λεωφορείο για να διανύσει τη συγκεκριμένη απόσταση. Ο χρόνος αυτός με τη σειρά του εξαρτάται από το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η κυκλοφορία.

Από το στιγμή που το λεωφορείο διανύει μια σχετικά μεγάλη απόσταση και δέχεται την επίδραση των υπολοίπων οχημάτων ο χρόνος που αναμένει στην κόκκινη ένδειξη δεν μπορεί να προσδιοριστεί με τον ίδιο τρόπο που προσδιορίστηκε στις προηγούμενες στάσεις, αφού δεν εκφράζει και το ίδιο γεγονός. Προφανώς το λεωφορείο χάνει χρόνο κατά την κίνηση του λόγω των στάσεων όταν η κυκλοφορία είναι πολύ αυξημένη, αλλά αυτό δεν έχει άμεση σχέση με το σηματοδότη και επιπλέον δεν θα μπορούσαμε να το προσδιορίσουμε στη συγκεκριμένη εργασία. Έτσι λοιπόν η αναμονή του λεωφορείου στην κόκκινη ένδειξη είναι ίση με το 0, είτε η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν πράσινη, είτε η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση ήταν κόκκινη.

Στους πίνακες 5.9 και 5.10 που παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα Β παρουσιάζονται όλα τα παραπάνω στοιχεία. Ο πίνακας 5.9 αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και ο πίνακας 5.2 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η διπλή οριζόντια γραμμή χωρίζει μεταξύ τους τις διαφορετικές μετρήσεις, δηλαδή τα διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης.

5.2.6 Γενικές παρατηρήσεις

Η επεξεργασία των μετρήσεων που έχουν καταγραφεί σε βιντεοκασέτες δεν είναι γενικά εύκολη. Απαιτείται μεγάλη προσοχή για την σωστή καταγραφή των στοιχείων που έχουν συλλεγεί και επιπλέον απαιτείται ο κατάλληλος τεχνολογικός εξοπλισμός, ώστε να προκύπτει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα από την επεξεργασία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η επεξεργασία των μετρήσεων γινόταν με καταγραφή με το χέρι και όχι αυτόματα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα σε κάποιες περιπτώσεις να απαιτείται το σταμάτημα και η επανεκκίνηση της βιντεοκασέτας, με αποτέλεσμα την αύξηση του χρόνου επεξεργασίας και την εμφάνιση αποκλίσεων μεταξύ των χρονικών στιγμών που είχαν καταγραφεί αρχικά στις μετρήσεις και αυτών που φαίνονταν κατά την επεξεργασία.

Επίσης κατά την επεξεργασία γίνονται πιο έντονα αντιληπτά τα οποιαδήποτε προβλήματα αντιμετωπίστηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Για παράδειγμα αναφέρουμε τους πεζούς που στεκόντουσαν μπροστά στη βιντεοκάμερα, προκειμένου να διασχίσουν το δρόμο, φορτηγά που περιόριζαν την οπτική επαφή με το σηματοδότη, δέντρα, κολώνες της ΔΕΗ, περύτερα κ.λ.π.

Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε τη σημασία που έχει για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την επεξεργασία, η επιλογή του τύπου της βιντεοκασέτας. Ένα ποσοστό των σφαλμάτων στα στοιχεία που καταγράφονται οφείλονται και στην ποιότητα της βιντεοκασέτας (VHS, Hi8 κ.α.). Στη συγκεκριμένη περίπτωση αυτά τα σφάλματα δεν ήταν σημαντικά, αλλά και δεν ήταν δυνατό να υπολογιστούν. Όμως σε μία ευρύτερη έρευνα θα πρέπει να ληφθούν υπόψη.

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

6**

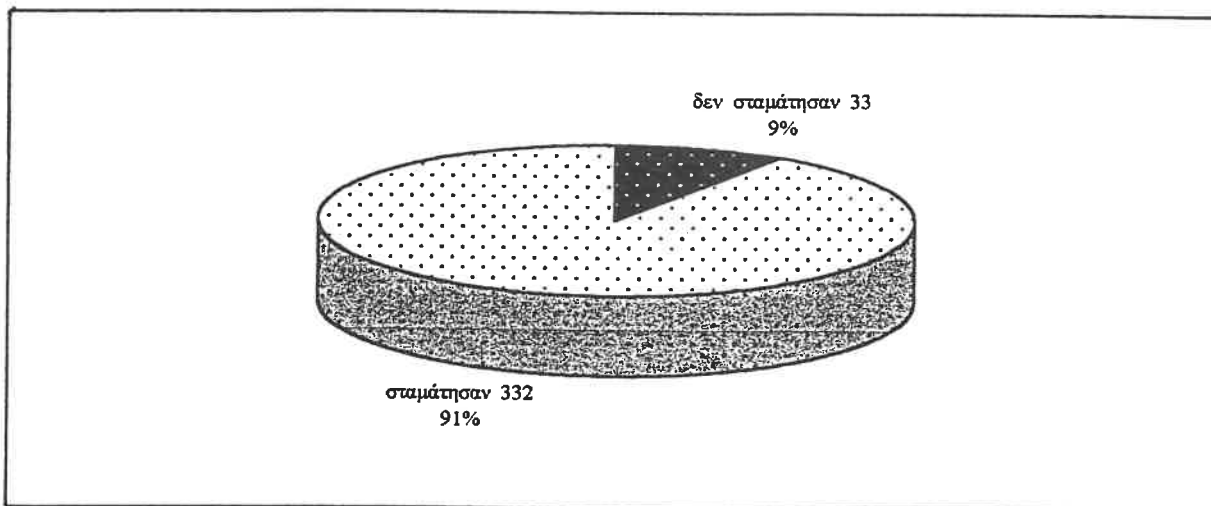
- ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ -

6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

6.1.1 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Ζέρβα

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από τη στάση Ζέρβα (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 365 για το σύνολο των 9 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 332 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 33 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 6.1 — Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα



Μπορούμε να κάνουμε την απλή παρατήρηση, χωρίς κάποιο επιπλέον σχόλιο, ότι τα ποσοστά των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα είναι περίπου ίδια με τα αντίστοιχα για το σύνολο των μετρήσεων, τα οποία φαίνονται στο σχήμα 6.34.

Στον πίνακα 6.1, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.1 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αρίχθησαν στη στάση Ζέρβα

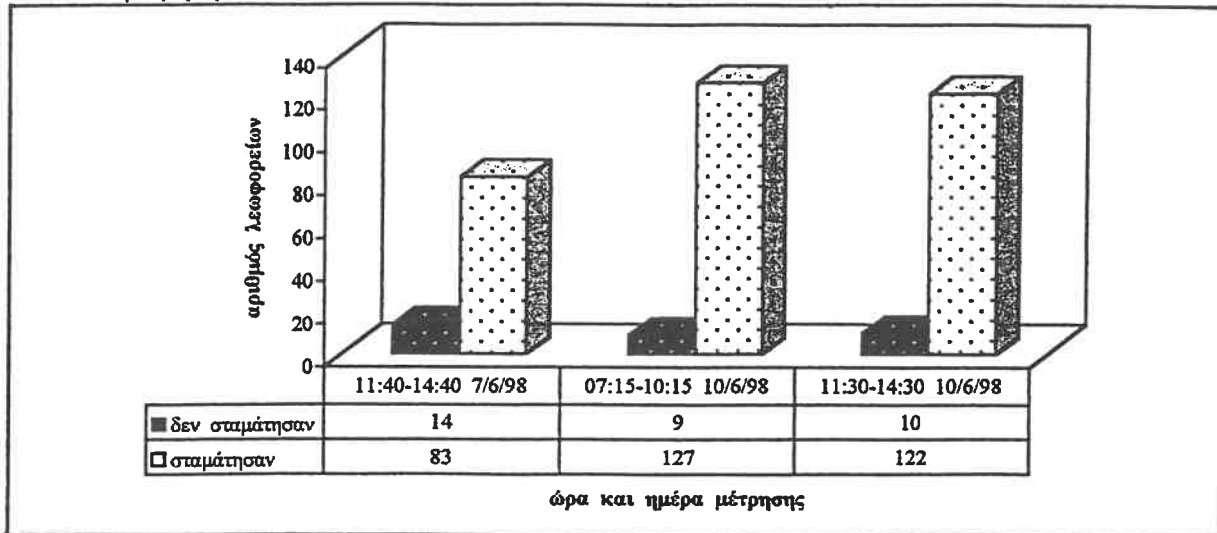
<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>365</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>33</td> <td>9,041%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>332</td> <td>90,959%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	365		Δεν σταμάτησαν :	33	9,041%	Σταμάτησαν :	332	90,959%
Σύνολο λεωφορείων :	365									
Δεν σταμάτησαν :	33	9,041%								
Σταμάτησαν :	332	90,959%								
μέση τιμή Dt :	15,798	sec								
τυπική απόκλιση σ :	6,748	sec								
μέγιστη τιμή :	45	sec								
ελάχιστη τιμή :	5	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,726	sec								
	15,072 < 15,798 < 16,524									

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση Ζέρβα είναι περίπου 15.8 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών που παρατηρήσαμε είναι μεγάλο και κυμαίνεται από 5 ως και 45 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 7/6/98 από τις 11:40 ως και τις 14:40 καταγράψαμε μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), στη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 10/6/98 από τις 07:15 ως και τις 10:15 καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στην τρίτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε επίσης στις 10/6/98 από τις 11:30 ως και τις 14:30 καταγράψαμε μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Στο σχήμα 6.2, της επόμενης σελίδας, φαίνεται συγκριτικά ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα σε κάθε μέτρηση και στους τρεις επόμενους πίνακες φαίνονται, επίσης για κάθε μέτρηση, τα αντίστοιχα στοιχεία με τον πίνακα 6.1.

σχήμα 6.2 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ζέρβα σε κάθε μέτρηση



πίνακας 6.2 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά την 1^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40–14:40)

Σύνολο λεωφορείων :	97	
Δεν σταμάτησαν :	14	14,433%
Σταμάτησαν :	83	85,567%

μέση τιμή Dt :	14,000	sec
τυπική απόκλιση σ :	6,351	sec
μέγιστη τιμή :	35	sec
ελάχιστη τιμή :	5	sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,366	sec
12,634 < 14,000 < 15,366		

πίνακας 6.3 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά τη 2^η μέτρηση (10/6/1998, 07:15–10:15)

Σύνολο λεωφορείων :	136	
Δεν σταμάτησαν :	9	6,618%
Σταμάτησαν :	127	93,382%

μέση τιμή Dt :	18,165	sec
τυπική απόκλιση σ :	7,346	sec
μέγιστη τιμή :	45	sec
ελάχιστη τιμή :	5	sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,278	sec
16,888 < 18,165 < 19,443		

πίνακας 6.4 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα κατά την 3^η μέτρηση (10/6/1998, 11:30 – 14:30)

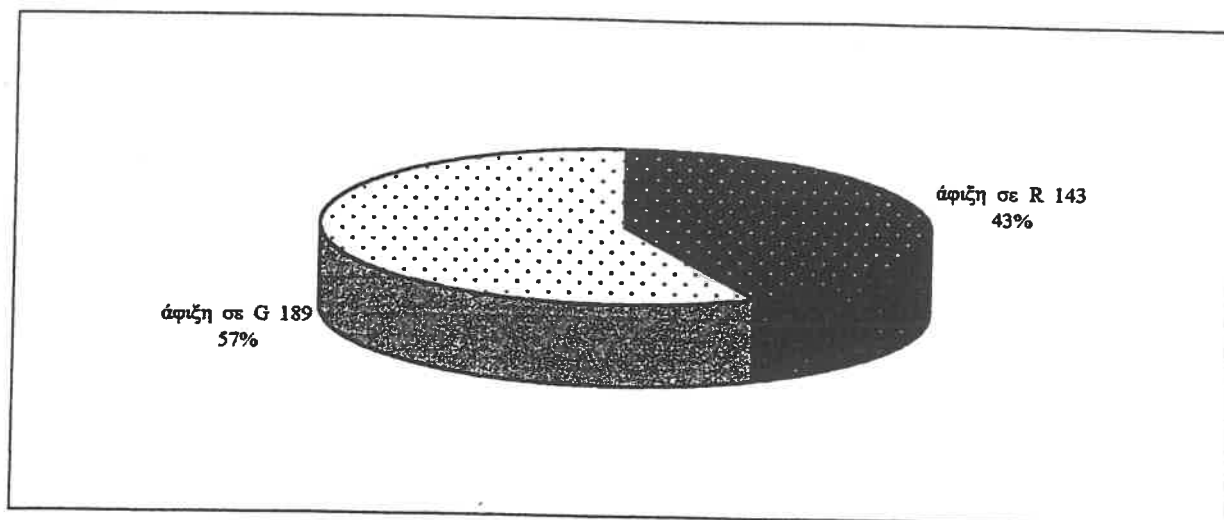
<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>132</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>10</td> <td>7,576%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>122</td> <td>92,424%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	132		Δεν σταμάτησαν :	10	7,576%	Σταμάτησαν :	122	92,424%
Σύνολο λεωφορείων :	132									
Δεν σταμάτησαν :	10	7,576%								
Σταμάτησαν :	122	92,424%								
μέση τιμή Dt :	14,557	sec								
τυπική απόκλιση σ :	5,601	sec								
μέγιστη τιμή :	42	sec								
ελάχιστη τιμή :	5	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,994	sec								
13,563 < 14,557 < 15,551										

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή στη συγκεκριμένη στάση το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν σε αυτή (14.4 %) είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο συνολικό για όλες τις στάσεις και διπλάσιο περίπου από το αντίστοιχο ποσοστό λεωφορείων, το οποίο είναι και το μικρότερο (6.6 %), όταν η κυκλοφορία ήταν μεγάλη .

Επίσης σημαντική είναι η διαφοροποίηση της μέσης τιμής του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις . Έτσι, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση στην πρώτη και στην τρίτη μέτρηση, οι οποίες αντιστοιχούσαν σε περίοδο εκτός αιχμής , είναι 14 και 14.5 δευτερόλεπτα αντίστοιχα, μικρότερες από τη συνολική για τη στάση και στη δεύτερη μέτρηση που αντιστοιχούσε σε περίοδο αιχμής είναι 18 δευτερόλεπτα, μεγαλύτερη από τη συνολική για τη στάση . Όσο δηλαδή η κυκλοφορία αύξανε τόσο ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση αύξανε και επομένως υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στα συγκεκριμένα μεγέθη ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία .

Από τα 332 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 57% αυτών αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 43% αυτών αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.3 της επόμενης σελίδας .

σχήμα 6.3 — Ποσοστά λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη είναι σχεδόν διπλάσιο από το συνολικό που φαίνεται στο σχήμα 6.36. Η περίοδος σηματοδότησης C ήταν 90 δευτερόλεπτα, ο λόγος G/C ήταν σταθερά λίγο μεγαλύτερος από 0.6 και περίπου ίσος με το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (57%).

Στους πίνακες 6.5 και 6.6 της επόμενης σελίδας φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη στάση Ζέρβα, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση ($Y_{π. \acute{\epsilon}νδ.}$) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.5 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>332</td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε πράσινο :</td> <td>189 56,928%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	365	Σταμάτησαν :	332	Αφίξη σε πράσινο :	189 56,928%																														
Σύνολο λεωφορείων :	365																																				
Σταμάτησαν :	332																																				
Αφίξη σε πράσινο :	189 56,928%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>14,799</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,874</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>42</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>0,837</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">13,962 < 14,799 < 15,636</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	14,799	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,874	sec	μέγιστη τιμή :	42	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,837	sec	13,962 < 14,799 < 15,636			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>21,429</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>14,137</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>54</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,015</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">19,413 < 21,429 < 23,444</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,429	sec	τυπική απόκλιση σ :	14,137	sec	μέγιστη τιμή :	54	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,015	sec	19,413 < 21,429 < 23,444		
μέση τιμή Dt :	14,799	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,874	sec																																			
μέγιστη τιμή :	42	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,837	sec																																			
13,962 < 14,799 < 15,636																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,429	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	14,137	sec																																			
μέγιστη τιμή :	54	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,015	sec																																			
19,413 < 21,429 < 23,444																																					

πίνακας 6.6 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>332</td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε κόκκινο :</td> <td>143 43,072%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	365	Σταμάτησαν :	332	Αφίξη σε κόκκινο :	143 43,072%																														
Σύνολο λεωφορείων :	365																																				
Σταμάτησαν :	332																																				
Αφίξη σε κόκκινο :	143 43,072%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>17,119</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>7,575</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>45</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,241</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">15,877 < 17,119 < 18,360</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	17,119	sec	τυπική απόκλιση σ :	7,575	sec	μέγιστη τιμή :	45	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,241	sec	15,877 < 17,119 < 18,360			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>20,168</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,064</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>36</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>1,486</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">18,682 < 20,168 < 21,653</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,168	sec	τυπική απόκλιση σ :	9,064	sec	μέγιστη τιμή :	36	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,486	sec	18,682 < 20,168 < 21,653		
μέση τιμή Dt :	17,119	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	7,575	sec																																			
μέγιστη τιμή :	45	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,241	sec																																			
15,877 < 17,119 < 18,360																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,168	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	9,064	sec																																			
μέγιστη τιμή :	36	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,486	sec																																			
18,682 < 20,168 < 21,653																																					

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι μικρότερη κατά 2.3 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση προκύπτουν και στις δύο περιπτώσεις περίπου ίδιες.

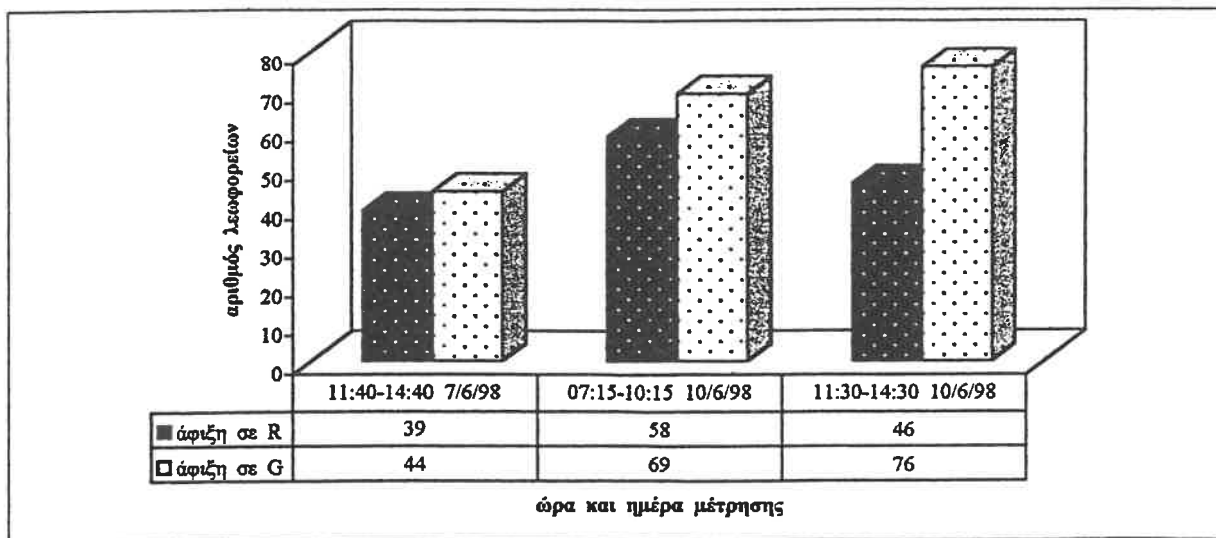
Στην περίπτωση των λεωφορείων, τα οποία αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι 21.4 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών της είναι μεγάλο, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 54 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 56 δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση των λεωφορείων, τα οποία αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι 20.2 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών της είναι επίσης μεγάλο, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 36 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 36 δευτερόλεπτα.

Αυτό που μας κάνει εντύπωση είναι ότι, ενώ η πράσινη ένδειξη διαρκεί περισσότερο από την κόκκινη ένδειξη κατά 20 περίπου δευτερόλεπτα, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι πολύ κοντά στη μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης. Το συμπέρασμα, στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε, λαμβάνοντας υπόψη το μεγάλο εύρος τιμών του χρόνου που απομένει για το τέλος της κάθε ένδειξης, είναι ότι η άφιξη των λεωφορείων στη στάση Ζέρβα δεν γίνεται με κάποιο συγκεκριμένο τρόπο και είναι μάλλον τυχαία.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα της κάθε μέτρησης προκύπτει το σχήμα 6.4, ανάλογα με το σχήμα 6.2. Επίσης προκύπτουν οι πίνακες 6.7 – 6.12 που φαίνονται στις επόμενες σελίδες, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

σχήμα 6.4 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



πίνακας 6.7 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40 – 14:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>44 53,012%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	97	Σταμάτησαν :	83	Άφιξη σε πράσινο :	44 53,012%																														
Σύνολο λεωφορείων :	97																																				
Σταμάτησαν :	83																																				
Άφιξη σε πράσινο :	44 53,012%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>13,432</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,959</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>35</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,761</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">11,671 < 13,432 < 15,192</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	13,432	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,959	sec	μέγιστη τιμή :	35	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,761	sec	11,671 < 13,432 < 15,192			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>22,023</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>15,283</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>54</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>2</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>4,516</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">17,507 < 22,023 < 26,538</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,023	sec	τυπική απόκλιση σ :	15,283	sec	μέγιστη τιμή :	54	sec	ελάχιστη τιμή :	2	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,516	sec	17,507 < 22,023 < 26,538		
μέση τιμή Dt :	13,432	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,959	sec																																			
μέγιστη τιμή :	35	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,761	sec																																			
11,671 < 13,432 < 15,192																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,023	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	15,283	sec																																			
μέγιστη τιμή :	54	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	2	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,516	sec																																			
17,507 < 22,023 < 26,538																																					

πίνακας 6.8 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1^η μέτρηση (7/6/1998, 11:40 – 14:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>39 46,988%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	97	Σταμάτησαν :	83	Άφιξη σε κόκκινο :	39 46,988%																														
Σύνολο λεωφορείων :	97																																				
Σταμάτησαν :	83																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	39 46,988%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>14,641</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,788</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>35</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>2,130</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">12,511 < 14,641 < 16,771</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	14,641	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,788	sec	μέγιστη τιμή :	35	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,130	sec	12,511 < 14,641 < 16,771			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>21,821</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,977</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>34</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>3</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,190</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">19,631 < 21,821 < 24,010</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,821	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,977	sec	μέγιστη τιμή :	34	sec	ελάχιστη τιμή :	3	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,190	sec	19,631 < 21,821 < 24,010		
μέση τιμή Dt :	14,641	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,788	sec																																			
μέγιστη τιμή :	35	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,130	sec																																			
12,511 < 14,641 < 16,771																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,821	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,977	sec																																			
μέγιστη τιμή :	34	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	3	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,190	sec																																			
19,631 < 21,821 < 24,010																																					

πίνακας 6.9 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφέχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2^η μέτρηση (10/6/1998, 07:15 – 10:15)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>136</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>127</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>69 54,331%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	136	Σταμάτησαν :	127	Άφιξη σε πράσινο :	69 54,331%																														
Σύνολο λεωφορείων :	136																																				
Σταμάτησαν :	127																																				
Άφιξη σε πράσινο :	69 54,331%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>16,174</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,795</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>35</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,367</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">14,806 < 16,174 < 17,541</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	16,174	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,795	sec	μέγιστη τιμή :	35	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,367	sec	14,806 < 16,174 < 17,541			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>20,435</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>14,167</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>53</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>2</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>3,343</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">17,092 < 20,435 < 23,777</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,435	sec	τυπική απόκλιση σ :	14,167	sec	μέγιστη τιμή :	53	sec	ελάχιστη τιμή :	2	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,343	sec	17,092 < 20,435 < 23,777		
μέση τιμή Dt :	16,174	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,795	sec																																			
μέγιστη τιμή :	35	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,367	sec																																			
14,806 < 16,174 < 17,541																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,435	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	14,167	sec																																			
μέγιστη τιμή :	53	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	2	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,343	sec																																			
17,092 < 20,435 < 23,777																																					

πίνακας 6.10 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 2^η μέτρηση (10/6/1998, 07:15–10:15)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>136</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>127</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>58</td> <td>45,669%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	136		Σταμάτησαν :	127		Άφιξη σε κόκκινο :	58	45,669%																											
Σύνολο λεωφορείων :	136																																				
Σταμάτησαν :	127																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	58	45,669%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>20,534</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>8,289</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>45</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>9</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>2,133</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">22,668 < 20,534 < 22,668</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	20,534	sec	τυπική απόκλιση σ :	8,289	sec	μέγιστη τιμή :	45	sec	ελάχιστη τιμή :	9	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,133	sec	22,668 < 20,534 < 22,668			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>19,500</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>10,051</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>36</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,587</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">16,913 < 19,500 < 22,087</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,500	sec	τυπική απόκλιση σ :	10,051	sec	μέγιστη τιμή :	36	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,587	sec	16,913 < 19,500 < 22,087		
μέση τιμή Dt :	20,534	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	8,289	sec																																			
μέγιστη τιμή :	45	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	9	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,133	sec																																			
22,668 < 20,534 < 22,668																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,500	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	10,051	sec																																			
μέγιστη τιμή :	36	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,587	sec																																			
16,913 < 19,500 < 22,087																																					

πίνακας 6.11 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3^η μέτρηση (10/6/1998, 11:30–14:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>132</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>122</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>76</td> <td>62,295%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	132		Σταμάτησαν :	122		Άφιξη σε πράσινο :	76	62,295%																											
Σύνολο λεωφορείων :	132																																				
Σταμάτησαν :	122																																				
Άφιξη σε πράσινο :	76	62,295%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>14,342</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,712</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>42</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,284</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">13,058 < 14,342 < 15,626</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	14,342	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,712	sec	μέγιστη τιμή :	42	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,284	sec	13,058 < 14,342 < 15,626			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>21,987</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>13,551</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>54</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>3,047</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">18,940 < 21,987 < 25,034</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,987	sec	τυπική απόκλιση σ :	13,551	sec	μέγιστη τιμή :	54	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,047	sec	18,940 < 21,987 < 25,034		
μέση τιμή Dt :	14,342	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,712	sec																																			
μέγιστη τιμή :	42	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,284	sec																																			
13,058 < 14,342 < 15,626																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,987	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	13,551	sec																																			
μέγιστη τιμή :	54	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,047	sec																																			
18,940 < 21,987 < 25,034																																					

πίνακας 6.12 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3^η μέτρηση (10/6/1998, 11:30–14:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>132</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>122</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>46</td> <td>37,705%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	132		Σταμάτησαν :	122		Άφιξη σε κόκκινο :	46	37,705%																											
Σύνολο λεωφορείων :	132																																				
Σταμάτησαν :	122																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	46	37,705%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>14,913</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,456</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>34</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>6</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,577</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">13,336 < 14,913 < 16,490</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	14,913	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,456	sec	μέγιστη τιμή :	34	sec	ελάχιστη τιμή :	6	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,577	sec	13,336 < 14,913 < 16,490			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>19,609</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,323</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>35</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,694</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">16,915 < 19,609 < 22,303</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,609	sec	τυπική απόκλιση σ :	9,323	sec	μέγιστη τιμή :	35	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,694	sec	16,915 < 19,609 < 22,303		
μέση τιμή Dt :	14,913	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,456	sec																																			
μέγιστη τιμή :	34	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	6	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,577	sec																																			
13,336 < 14,913 < 16,490																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,609	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	9,323	sec																																			
μέγιστη τιμή :	35	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,694	sec																																			
16,915 < 19,609 < 22,303																																					

Παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση από μέτρηση σε μέτρηση. Στην πρώτη και στη δεύτερη μέτρηση, στις οποίες καταγράψαμε μικρή και αυξημένη κυκλοφορία αντίστοιχα, το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι το 53 % και το 54.3 % αντίστοιχα του συνόλου των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση σε κάθε μέτρηση. Στην τρίτη μέτρηση, όπου καταγράψαμε μια ενδιάμεση κατάσταση, το ποσοστό αυτό είναι 62.3 %. Αυτό που θα περιμέναμε είναι μια μεγαλύτερη τιμή του παραπάνω ποσοστού όταν έχουμε μικρή κυκλοφορία (1^η μέτρηση), βασιζόμενοι στο ότι επειδή η κίνηση των λεωφορείων γίνεται πιο εύκολα και η διάρκεια της πράσινης ένδειξης είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Ένας λόγος που δεν συμβαίνει αυτό είναι ότι έχουμε μεγάλο ποσοστό λεωφορείων που δεν σταματάνε στη στάση όταν η κυκλοφορία είναι μικρή. Πιο συγκεκριμένα τα 10 από τα 14 λεωφορεία που δεν σταμάτησαν στη στάση πέρασαν μπροστά από αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

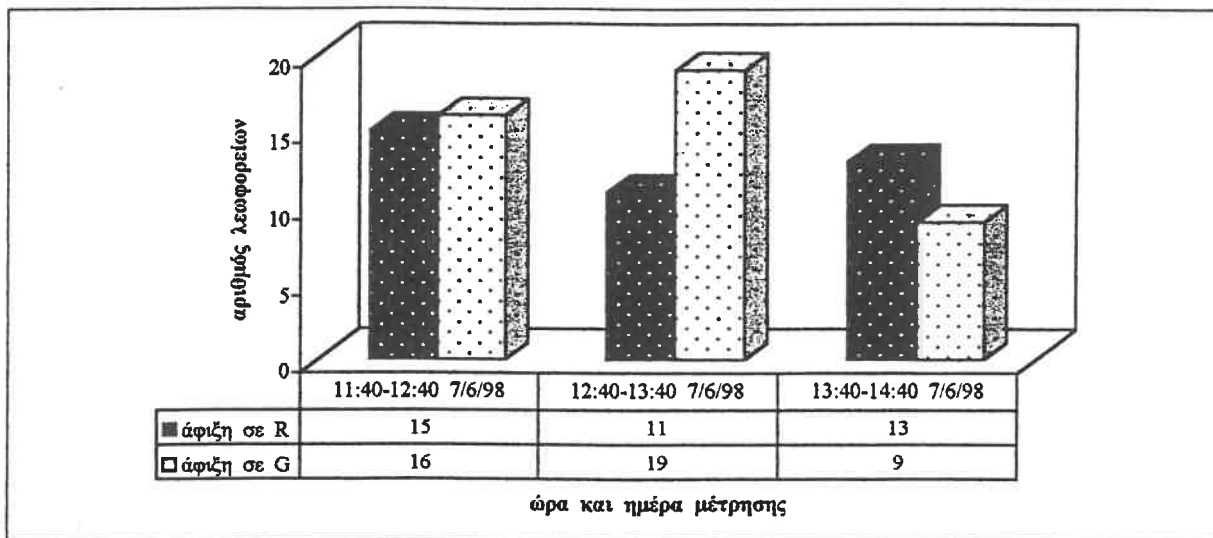
Επίσης παρατηρούμε ότι και στις τρεις μετρήσεις, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπετε με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι μικρότερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου σε αυτή, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπετε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη συγκεκριμένη στάση καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη και η κυκλοφορία αυξημένη, ενώ η ελάχιστη τιμή του καταγράφηκε σε διαφορετικές περιπτώσεις.

Τέλος, παρατηρούμε ότι και ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση είναι περισσότερος όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή. Η μείωση του όμως όταν η κυκλοφορία αύξανε δεν ξεπερνά τα 1.5 – 2 δευτερόλεπτα. Γενικά παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση, είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση για την αντίστοιχη ένδειξη του σηματοδότη, εκτός από τη δεύτερη μέτρηση και όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, που συμβαίνει το αντίστροφο (πίνακας 6.10).

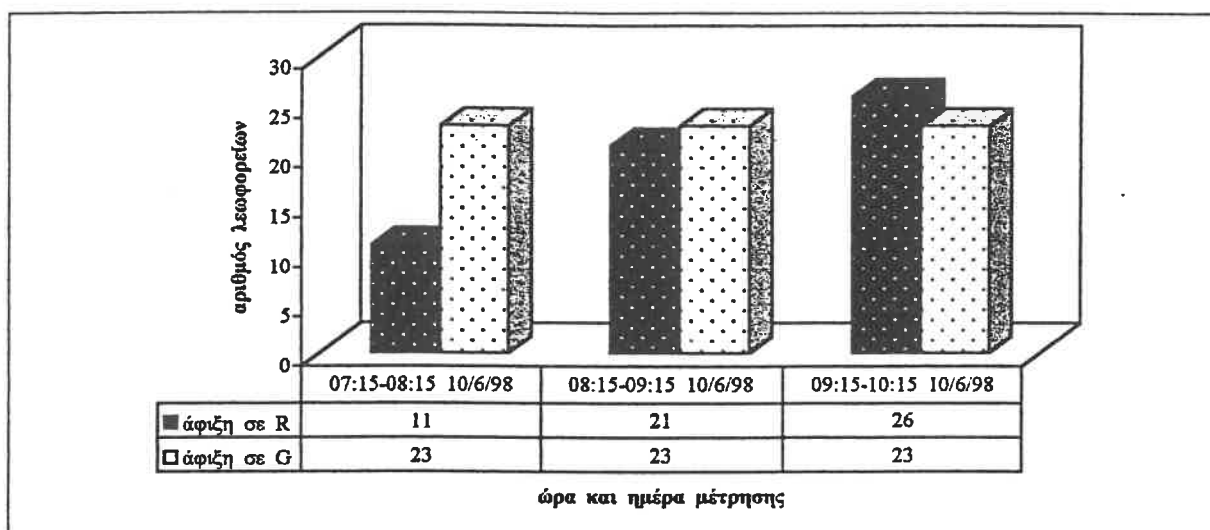
Στα επόμενα τρία σχήματα αναλύεται ξεχωριστά η κάθε μέτρηση στην κάθε ώρα. Το σχήμα 6.5 αναφέρεται στην πρώτη μέτρηση (7/6/98, μικρή κυκλοφορία), το σχήμα 6.6 αναφέρεται στη δεύτερη μέτρηση (10/6/98, αυξημένη κυκλοφορία) και το σχήμα 6.7

αναφέρεται στην τρίτη μέτρηση (10 / 6 / 98, μέση κυκλοφορία). Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να διαπιστώσουμε το κατά ποσό διαφοροποιούνται οι αφίξεις των λεωφορείων στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και όταν ήταν κόκκινη και άρα να διαπιστώσουμε για πόσο χρονικό διάστημα διατηρείται περίπου η ίδια κατάσταση .

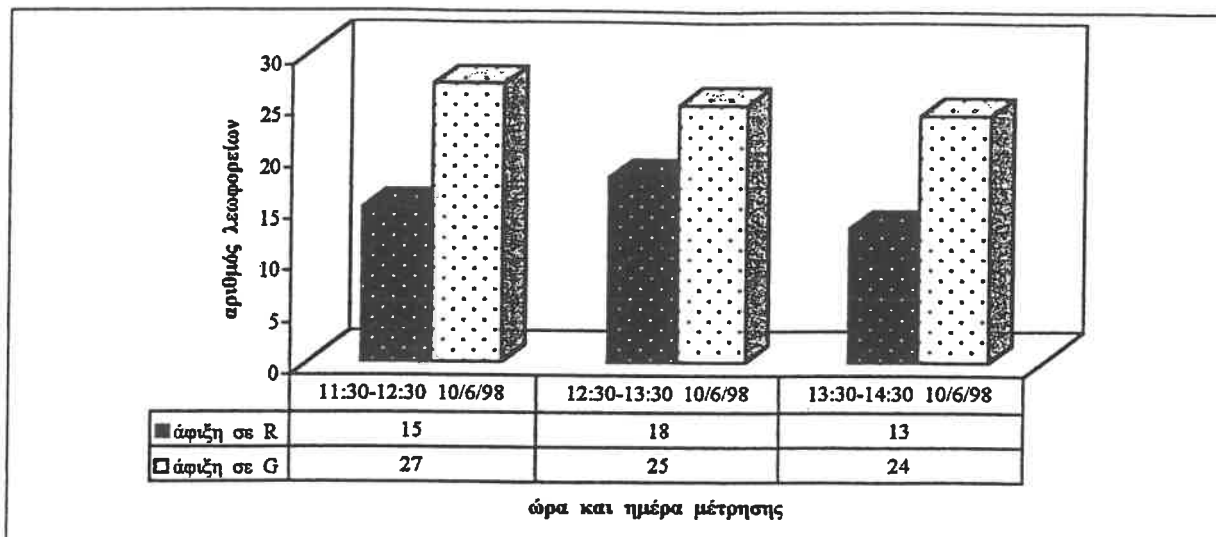
σχήμα 6.5 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 1^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.6 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 2^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.7 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα σε κάθε ώρα της 3^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

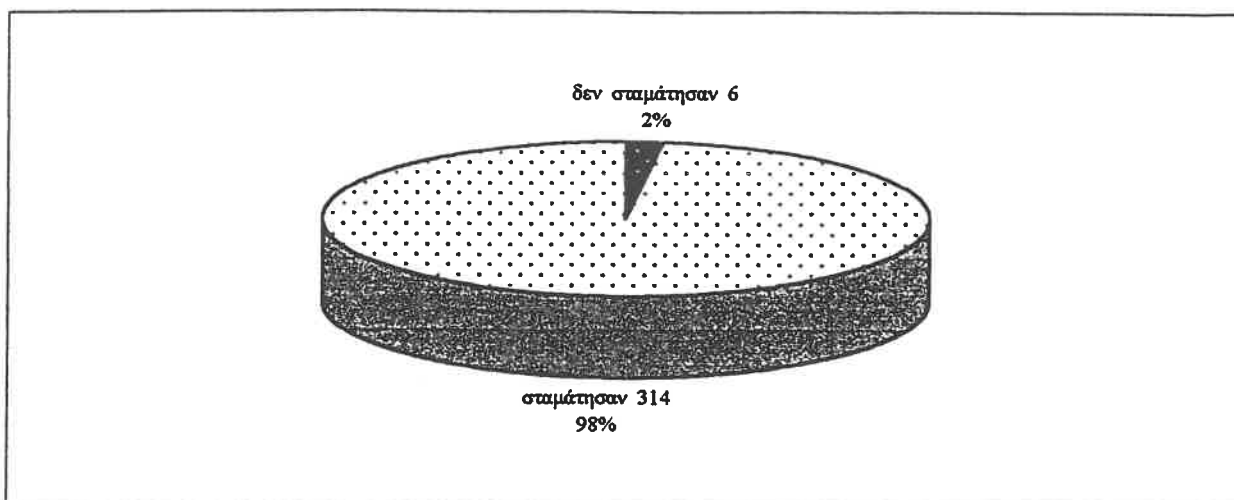


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι σταθερός για τη δεύτερη και την τρίτη μέτρηση, ενώ υπάρχει μεταβολή στην πρώτη μέτρηση και ιδιαίτερα την τρίτη ώρα, όπου ο αντίστοιχος αριθμός τους είναι σαφώς μικρότερος από τις δύο προηγούμενες ώρες. Ο αριθμός των λεωφορείων που έφθασαν στη συγκεκριμένη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, είναι σταθερός για την πρώτη και την τρίτη μέτρηση, ενώ στη δεύτερη μέτρηση παρατηρούμε μια σταδιακή αύξηση του όσο περνούσε η ώρα.

6.1.2 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Ιπποκράτους

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από τη στάση Ιπποκράτους (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 320 για το σύνολο των 9 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 314 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 6 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο σχήμα 6.8 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 6.8 — Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ιπποκράτους



Στη στάση αυτή το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν (2%) είναι πολύ μικρότερο από το αντίστοιχο στη στάση Ζέρβα (9%), ενώ βέβαια το ποσοστό αυτών που σταμάτησαν (98%) είναι πολύ μεγαλύτερο.

Στον πίνακα 6.13 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.13 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αρίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους

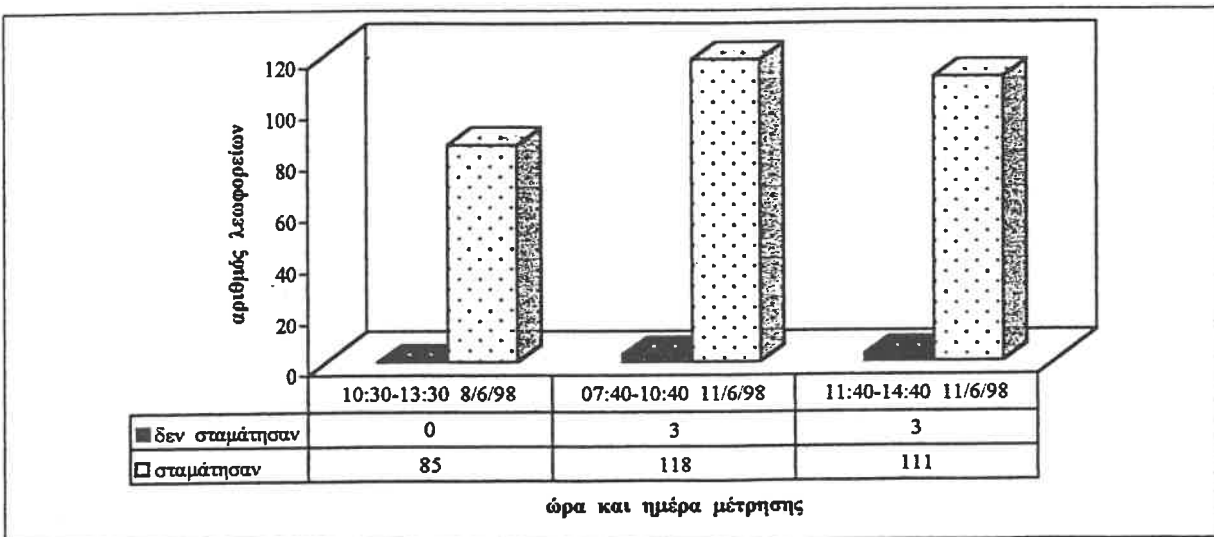
Σύνολο λεωφορείων :		320
Δεν σταμάτησαν :		6 1,875%
Σταμάτησαν :		314 98,125%
μέση τιμή Dt :	17,003	sec
τυπική απόκλιση σ :	9,231	sec
μέγιστη τιμή :	65	sec
ελάχιστη τιμή :	5	sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,021	sec
	15,982 < 17,003 < 18,024	

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση Ιπποκράτους είναι 17 δευτερόλεπτα και μεγαλύτερη κατά 1.1 δευτερόλεπτα από την αντίστοιχη τιμή για τη στάση Ζέρβα. Το εύρος τιμών που παρατηρήσαμε είναι το μεγαλύτερο από όλες τις στάσεις με μικρότερη τιμή τα 5 δευτερόλεπτα και μεγαλύτερη τιμή τα 65 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 8/6/98 από τις 10:30 ως και τις 13:30 καταγράψαμε μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), στη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 11/6/98 από τις 07:40 ως και τις 10:40 καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στην τρίτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε επίσης στις 11/6/98 από τις 11:40 ως και τις 14:40 καταγράψαμε μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Στο σχήμα 6.9 φαίνεται συγκριτικά ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε μέτρηση και στους τρεις επόμενους πίνακες φαίνονται, επίσης για κάθε μέτρηση, τα αντίστοιχα στοιχεία με τον πίνακα 6.13.

σχήμα 6.9 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε μέτρηση



πίνακας 6.14 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά την 1^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 13:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>85</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>0</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>85</td> <td>100%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	85		Δεν σταμάτησαν :	0	0%	Σταμάτησαν :	85	100%
Σύνολο λεωφορείων :	85									
Δεν σταμάτησαν :	0	0%								
Σταμάτησαν :	85	100%								
μέση τιμή Dt :	16,576	sec								
τυπική απόκλιση σ :	10,441	sec								
μέγιστη τιμή :	53	sec								
ελάχιστη τιμή :	7	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,220	sec								
	14,357 < 16,576 < 18,796									

πίνακας 6.15 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά τη 2^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>121</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>3</td> <td>2,479%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>118</td> <td>97,521%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	121		Δεν σταμάτησαν :	3	2,479%	Σταμάτησαν :	118	97,521%
Σύνολο λεωφορείων :	121									
Δεν σταμάτησαν :	3	2,479%								
Σταμάτησαν :	118	97,521%								
μέση τιμή Dt :	18,975	sec								
τυπική απόκλιση σ :	10,611	sec								
μέγιστη τιμή :	65	sec								
ελάχιστη τιμή :	6	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,914	sec								
	17,060 < 18,975 < 20,889									

πίνακας 6.16 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους κατά την 3^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)

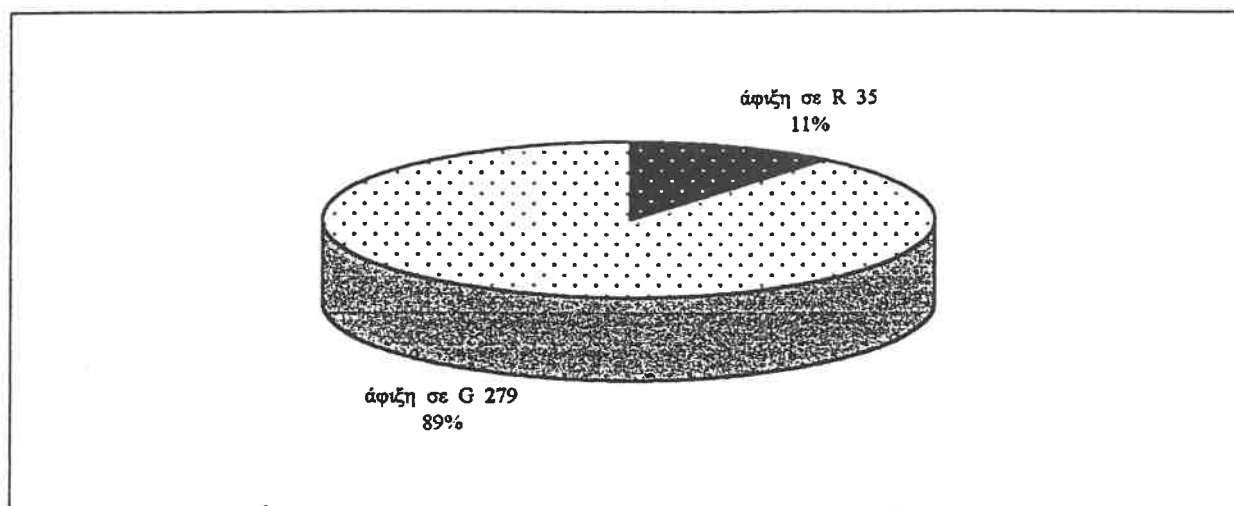
<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>114</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>3</td> <td>2,632%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>111</td> <td>97,368%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	114		Δεν σταμάτησαν :	3	2,632%	Σταμάτησαν :	111	97,368%
Σύνολο λεωφορείων :	114									
Δεν σταμάτησαν :	3	2,632%								
Σταμάτησαν :	111	97,368%								
μέση τιμή Dt :	15,234	sec								
τυπική απόκλιση σ :	5,658	sec								
μέγιστη τιμή :	46	sec								
ελάχιστη τιμή :	5	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,053	sec								
	14,182 < 15,234 < 16,287									

Γενικά παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη στάση είναι πολύ μικρό και στις τρεις μετρήσεις. Ειδικά στην 1^η μέτρηση (8 / 6 / 98, 10:30–13:30) το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη στάση είναι 0% .

Επίσης η διαφοροποίηση της μέσης τιμής του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις είναι ανάλογη του μεγέθους της συνολικής κυκλοφορίας. Έτσι, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση στην πρώτη και στην τρίτη μέτρηση που αντιστοιχούσαν σε περίοδο μη αιχμής, δηλαδή σε μικρή και μέση κυκλοφορία, είναι 16.6 και 15.2 δευτερόλεπτα αντίστοιχα, μικρότερες από τη συνολική για τη στάση και στη δεύτερη μέτρηση που αντιστοιχεί σε περίοδο αιχμής είναι 19 δευτερόλεπτα, μεγαλύτερη από τη συνολική για τη στάση .

Από τα 320 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 89% αυτών αφέχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 11% αυτών αφέχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα .

σχήμα 6.10 — Ποσοστά λεωφορείων που αφέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφέχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη είναι σχεδόν το μισό από το αντίστοιχο της στάσης Ζέρβα. Η περίοδος σηματοδότησης C ήταν 90 δευτερόλεπτα, ο λόγος G/C ήταν μεταξύ του 0.4 και του 0.5 και διάφορος από το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (89%).

Στους πίνακες 6.17 και 6.18 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη στάση Ιπποκράτους, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.17 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>320</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>314</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>279</td> <td>88,854%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	320		Σταμάτησαν :	314		Άφιξη σε πράσινο :	279	88,854%																											
Σύνολο λεωφορείων :	320																																				
Σταμάτησαν :	314																																				
Άφιξη σε πράσινο :	279	88,854%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>16,677</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>8,720</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,023</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15,654</td> <td>< 16,677 < 17,701</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	16,677	sec	τυπική απόκλιση σ :	8,720	sec	μέγιστη τιμή :	56	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,023	sec		15,654	< 16,677 < 17,701	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>21,190</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>10,818</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>43</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>1,269</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19,921</td> <td>< 21,190 < 22,459</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,190	sec	τυπική απόκλιση σ :	10,818	sec	μέγιστη τιμή :	43	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,269	sec		19,921	< 21,190 < 22,459
μέση τιμή Dt :	16,677	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	8,720	sec																																			
μέγιστη τιμή :	56	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,023	sec																																			
	15,654	< 16,677 < 17,701																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,190	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	10,818	sec																																			
μέγιστη τιμή :	43	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,269	sec																																			
	19,921	< 21,190 < 22,459																																			

πίνακας 6.18 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>320</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>314</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>35</td> <td>11,146%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	320		Σταμάτησαν :	314		Άφιξη σε κόκκινο :	35	11,146%																											
Σύνολο λεωφορείων :	320																																				
Σταμάτησαν :	314																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	35	11,146%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>19,600</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>12,450</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>65</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>6</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>4,125</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15,475</td> <td>< 19,600 < 23,725</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	19,600	sec	τυπική απόκλιση σ :	12,450	sec	μέγιστη τιμή :	65	sec	ελάχιστη τιμή :	6	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	4,125	sec		15,475	< 19,600 < 23,725	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>33,743</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,913</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>40</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>4</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,290</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31,453</td> <td>< 33,743 < 36,033</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	33,743	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,913	sec	μέγιστη τιμή :	40	sec	ελάχιστη τιμή :	4	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,290	sec		31,453	< 33,743 < 36,033
μέση τιμή Dt :	19,600	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	12,450	sec																																			
μέγιστη τιμή :	65	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	6	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	4,125	sec																																			
	15,475	< 19,600 < 23,725																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	33,743	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,913	sec																																			
μέγιστη τιμή :	40	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	4	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,290	sec																																			
	31,453	< 33,743 < 36,033																																			

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι μικρότερη κατά 2.9 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, όπως συνέβη και στη στάση Ζέρβα. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση προκύπτει για ένα λεωφορείο που αφίχθηκε σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, ενώ η ελάχιστη τιμή του προκύπτει περίπου ίδια και στις δύο περιπτώσεις.

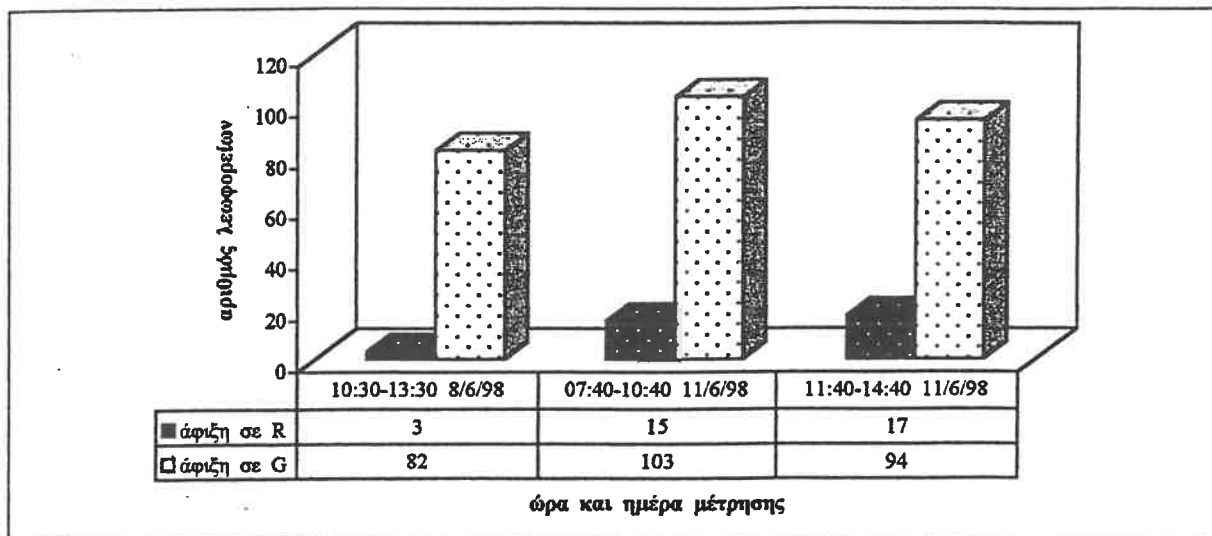
Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι 21.2 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών της είναι μεγάλο, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 43 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 54 δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι 33.7 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών της είναι επίσης μεγάλο, ξεκινά από τα 4 δευτερόλεπτα και φθάνει τα 40 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 40 δευτερόλεπτα.

Σε αυτήν την περίπτωση στάσης, ενώ η πράσινη ένδειξη διαρκεί περισσότερο από την κόκκινη ένδειξη κατά 10 – 15 δευτερόλεπτα, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης δεν είναι κοντά στη μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης. Αυτή η διαφορά οφείλεται στο ότι ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση είναι αρκετά κοντά και στο ότι η σηματοδότηση είναι συντονισμένη.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα της κάθε μέτρησης προκύπτει το σχήμα 6.11, το οποίο φαίνεται στην επόμενη σελίδα, ανάλογα με το σχήμα 6.9. Επίσης προκύπτουν οι πίνακες 6.19 – 6.24 που φαίνονται στις επόμενες σελίδες, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη, όπως συνέβη και στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα.

σχήμα 6.11 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



πίνακας 6.19 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 11:30)

Σύνολο λεωφορείων :		85	
Σταμάτησαν :		85	
Αφίξη σε πράσινο :		82	96,471%

μέση τιμή Dt :	16,256 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,073 sec
τυπική απόκλιση σ :	10,267 sec	τυπική απόκλιση σ :	11,513 sec
μέγιστη τιμή :	53 sec	μέγιστη τιμή :	42 sec
ελάχιστη τιμή :	7 sec	ελάχιστη τιμή :	1 sec
διαστ. εμπιστ. (μτ Dt):	2,222 sec	διάστ. εμπιστ. (μτ Υπ.):	2,492 sec
	14,034 < 16,256 < 18,478		19,581 < 22,073 < 24,565

πίνακας 6.20 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1^η μέτρηση (8/6/1998, 10:30 – 11:30)

Σύνολο λεωφορείων :		85	
Σταμάτησαν :		85	
Αφίξη σε κόκκινο :		3	3,529%

μέση τιμή Dt :	25,333 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	33,333 sec
τυπική απόκλιση σ :	13,796 sec	τυπική απόκλιση σ :	1,528 sec
μέγιστη τιμή :	41 sec	μέγιστη τιμή :	35 sec
ελάχιστη τιμή :	15 sec	ελάχιστη τιμή :	32 sec
διαστ. εμπιστ. (μτ Dt):	15,611 sec	διάστ. εμπιστ. (μτ Υπ.):	1,729 sec
	9,722 < 25,333 < 40,945		31,605 < 33,333 < 35,062

πίνακας 6.21 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>121</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>103 87,288%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	121	Σταμάτησαν :	118	Άφιξη σε πράσινο :	103 87,288%																		
Σύνολο λεωφορείων :	121																								
Σταμάτησαν :	118																								
Άφιξη σε πράσινο :	103 87,288%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>18,417 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,613 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>8 sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,856 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16,561 < 18,417 < 20,274</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	18,417 sec	τυπική απόκλιση σ :	9,613 sec	μέγιστη τιμή :	56 sec	ελάχιστη τιμή :	8 sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,856 sec		16,561 < 18,417 < 20,274	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>19,777 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,902 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>38 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>1,912 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17,864 < 19,777 < 21,689</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,777 sec	τυπική απόκλιση σ :	9,902 sec	μέγιστη τιμή :	38 sec	ελάχιστη τιμή :	1 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,912 sec		17,864 < 19,777 < 21,689
μέση τιμή Dt :	18,417 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	9,613 sec																								
μέγιστη τιμή :	56 sec																								
ελάχιστη τιμή :	8 sec																								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,856 sec																								
	16,561 < 18,417 < 20,274																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	19,777 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	9,902 sec																								
μέγιστη τιμή :	38 sec																								
ελάχιστη τιμή :	1 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,912 sec																								
	17,864 < 19,777 < 21,689																								

πίνακας 6.22 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2^η μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>121</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>118</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>15 12,712%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	121	Σταμάτησαν :	118	Άφιξη σε κόκκινο :	15 12,712%																		
Σύνολο λεωφορείων :	121																								
Σταμάτησαν :	118																								
Άφιξη σε κόκκινο :	15 12,712%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>22,800 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>15,803 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>65 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>6 sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>7,997 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14,803 < 22,800 < 30,797</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	22,800 sec	τυπική απόκλιση σ :	15,803 sec	μέγιστη τιμή :	65 sec	ελάχιστη τιμή :	6 sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	7,997 sec		14,803 < 22,800 < 30,797	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>31,200 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,541 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>39 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>4 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>4,828 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26,372 < 31,200 < 36,028</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	31,200 sec	τυπική απόκλιση σ :	9,541 sec	μέγιστη τιμή :	39 sec	ελάχιστη τιμή :	4 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,828 sec		26,372 < 31,200 < 36,028
μέση τιμή Dt :	22,800 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	15,803 sec																								
μέγιστη τιμή :	65 sec																								
ελάχιστη τιμή :	6 sec																								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	7,997 sec																								
	14,803 < 22,800 < 30,797																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	31,200 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	9,541 sec																								
μέγιστη τιμή :	39 sec																								
ελάχιστη τιμή :	4 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,828 sec																								
	26,372 < 31,200 < 36,028																								

πίνακας 6.23 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αρίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>114</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>111</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>94 84,685%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	114	Σταμάτησαν :	111	Άφιξη σε πράσινο :	94 84,685%																		
Σύνολο λεωφορείων :	114																								
Σταμάτησαν :	111																								
Άφιξη σε πράσινο :	94 84,685%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>15,138 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,313 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>46 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5 sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,074 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14,064 < 15,138 < 16,212</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	15,138 sec	τυπική απόκλιση σ :	5,313 sec	μέγιστη τιμή :	46 sec	ελάχιστη τιμή :	5 sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,074 sec		14,064 < 15,138 < 16,212	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>21,968 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>11,107 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>43 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,245 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19,723 < 21,968 < 24,213</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,968 sec	τυπική απόκλιση σ :	11,107 sec	μέγιστη τιμή :	43 sec	ελάχιστη τιμή :	1 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,245 sec		19,723 < 21,968 < 24,213
μέση τιμή Dt :	15,138 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	5,313 sec																								
μέγιστη τιμή :	46 sec																								
ελάχιστη τιμή :	5 sec																								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,074 sec																								
	14,064 < 15,138 < 16,212																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	21,968 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	11,107 sec																								
μέγιστη τιμή :	43 sec																								
ελάχιστη τιμή :	1 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,245 sec																								
	19,723 < 21,968 < 24,213																								

πίνακας 6.24 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3^η μέτρηση (11/6/1998, 11:40–14:40)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>114</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>111</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>17</td> <td>15,315%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	114		Σταμάτησαν :	111		Άφιξη σε κόκκινο :	17	15,315%
Σύνολο λεωφορείων :	114									
Σταμάτησαν :	111									
Άφιξη σε κόκκινο :	17	15,315%								
μέση τιμή Dt :	15,765 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	36,059 sec							
τυπική απόκλιση σ :	7,463 sec	τυπική απόκλιση σ :	3,132 sec							
μέγιστη τιμή :	38 sec	μέγιστη τιμή :	40 sec							
ελάχιστη τιμή :	9 sec	ελάχιστη τιμή :	29 sec							
διαστ. εμπιστ. (μτ Dt):	3,547 sec	διάστ. εμπιστ. (μτ Υπ.):	1,489 sec							
	12,217 < 15,765 < 19,312		34,570 < 36,059 < 37,548							

Παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση από μέτρηση σε μέτρηση. Στη δεύτερη και στην τρίτη μέτρηση, στις οποίες καταγράψαμε αυξημένη και μέση κυκλοφορία αντίστοιχα, το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι το 87 % και το 84.6 %, αντίστοιχα, του συνόλου των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση σε κάθε μέτρηση. Στην πρώτη μέτρηση, όπου καταγράψαμε μικρή κυκλοφορία το ποσοστό αυτό είναι 96.5 %.

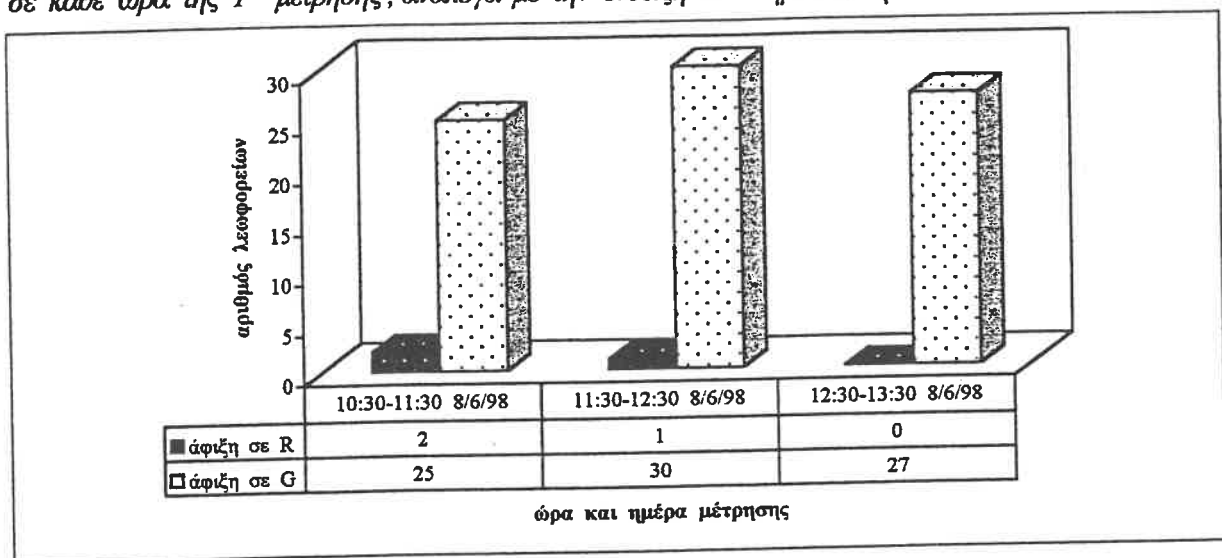
Επίσης παρατηρούμε ότι γενικά, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι μικρότερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη και η κυκλοφορία αυξημένη, ενώ η ελάχιστη τιμή του καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και η κυκλοφορία μέση.

Τέλος, παρατηρούμε ότι και ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση είναι περισσότερος όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή ή μέση. Η μείωση του όμως, όταν η κυκλοφορία αύξανε, δεν ξεπερνά τα 3 δευτερόλεπτα. Γενικά παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη

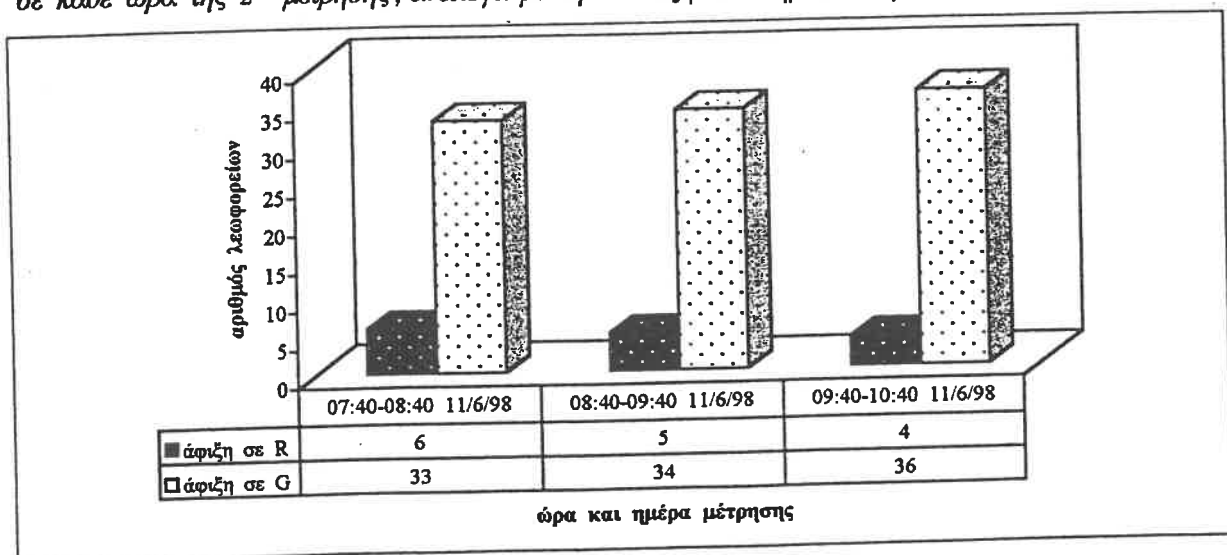
στάση, είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση για την αντίστοιχη ένδειξη του σηματοδότη.

Στα επόμενα τρία σχήματα αναλύεται ξεχωριστά η κάθε μέτρηση στην κάθε ώρα, όπως συνέβη και για τη στάση Ζέρβα. Το σχήμα 6.12 αναφέρεται στην πρώτη μέτρηση (8/6/98, μικρή κυκλοφορία), το σχήμα 6.13 αναφέρεται στη δεύτερη μέτρηση (11/6/98, αυξημένη κυκλοφορία) και το σχήμα 6.14 αναφέρεται στην τρίτη μέτρηση (11/6/98, μέση κυκλοφορία).

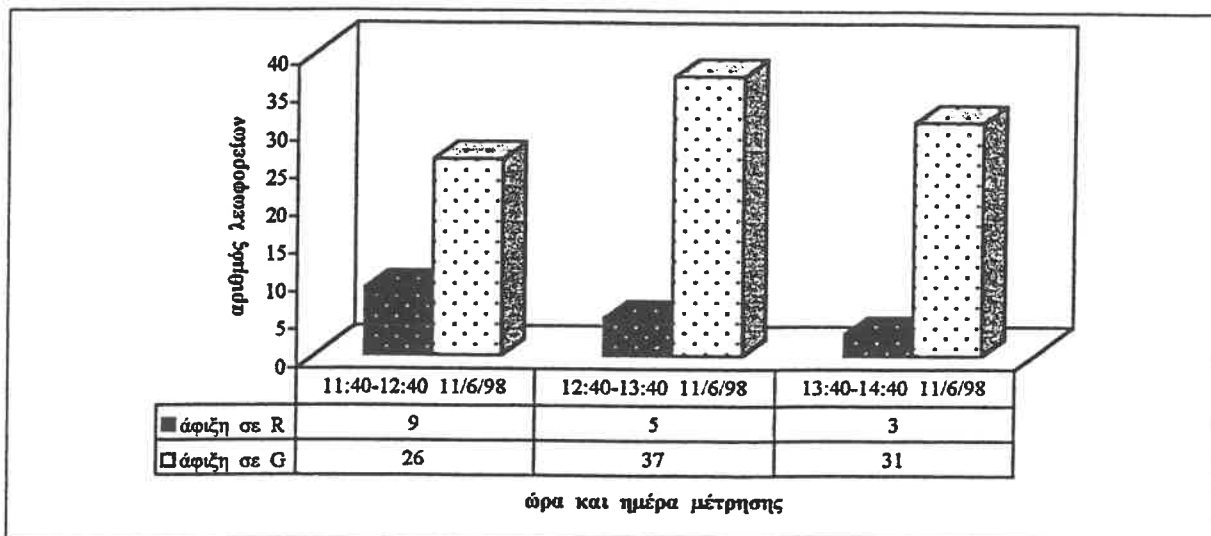
σχήμα 6.12 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 1^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.13 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 2^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.14 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους σε κάθε ώρα της 3^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

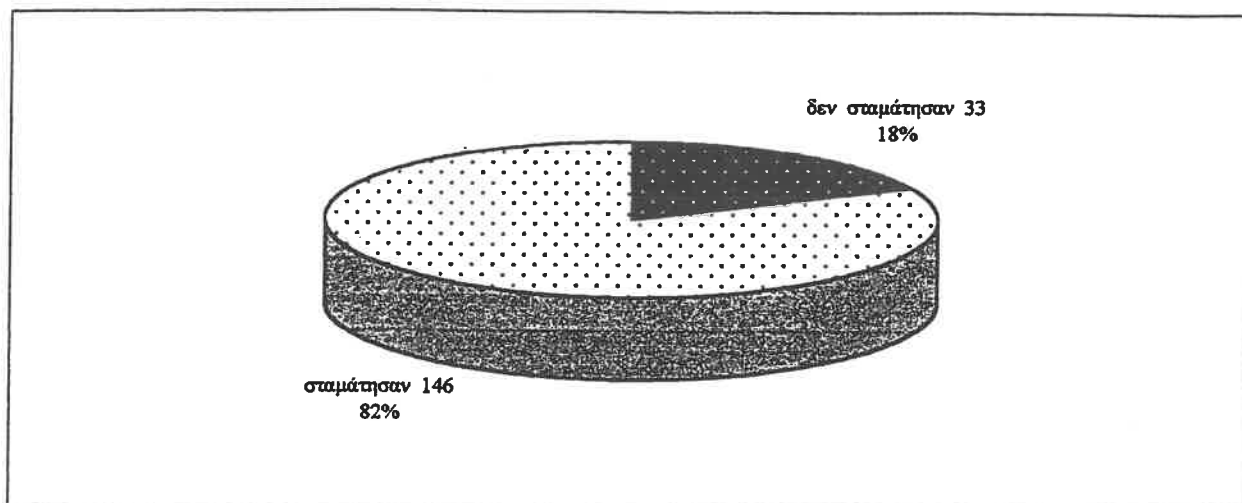


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, παραμένει περίπου σταθερός και στις τρεις μετρήσεις. Αντίθετα ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, μειώνεται σταδιακά από ώρα σε ώρα επίσης και στις τρεις μετρήσεις.

6.1.3 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση 3^η Χολαργού

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από τη στάση 3^η Χολαργού (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 179 για το σύνολο των 9 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 146 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 33 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο σχήμα 6.15 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 6.15 — Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 3^η Χολαργού



Στη στάση 3^η Χολαργού το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν (18%) είναι διπλάσιο από το αντίστοιχο στη στάση Ζέρβα (9%), ενώ βέβαια το ποσοστό αυτών που σταμάτησαν στη στάση (82%) είναι μικρότερο.

Στον πίνακα 6.25 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.25 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού

Σύνολο λεωφορείων :	179	
Δεν σταμάτησαν :	33	18,436%
Σταμάτησαν :	146	81,564%

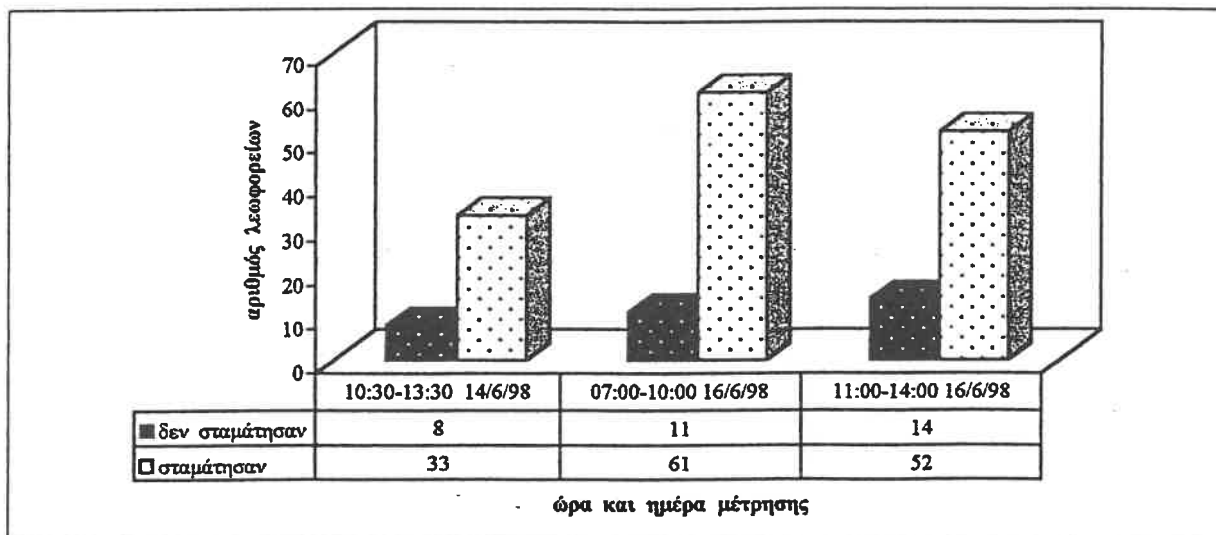
μέση τιμή Dt :	13,829	sec
τυπική απόκλιση σ :	5,598	sec
μέγιστη τιμή :	43	sec
ελάχιστη τιμή :	5	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	0,908	sec
	12,921 < 13,829 < 14,737	

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση 3^η Χολαργού είναι 13.8 δευτερόλεπτα, μικρότερη κατά 2 δευτερόλεπτα από την αντίστοιχη τιμή στη στάση Ζέρβα και μικρότερη κατά 3.2 δευτερόλεπτα από την αντίστοιχη τιμή στη στάση Ιπποκράτους. Το εύρος τιμών που παρατηρήσαμε είναι επίσης μεγάλο με μικρότερη τιμή τα 5 δευτερόλεπτα και μεγαλύτερη τιμή τα 43 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 14/6/98 από τις 10:30 ως και τις 13:30 καταγράψαμε μικρή κυκλοφορία (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), στη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 16/6/98 από τις 07:00 ως και τις 10:00 καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στην τρίτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε επίσης στις 16/6/98 από τις 11:00 ως και τις 14:00 καταγράψαμε μέση κυκλοφορία (2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Στο σχήμα 6.16 φαίνεται συγκριτικά ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση και στους τρεις επόμενους πίνακες φαίνονται, επίσης για κάθε μέτρηση, τα αντίστοιχα στοιχεία με τον πίνακα 6.25.

σχήμα 6.16 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση



πίνακας 6.26 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού κατά την 1^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30–13:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>41</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>8</td> <td>19,512%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>33</td> <td>80,488%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	41		Δεν σταμάτησαν :	8	19,512%	Σταμάτησαν :	33	80,488%
Σύνολο λεωφορείων :	41									
Δεν σταμάτησαν :	8	19,512%								
Σταμάτησαν :	33	80,488%								
μέση τιμή Dt :	11,848	sec								
τυπική απόκλιση σ :	2,717	sec								
μέγιστη τιμή :	17	sec								
ελάχιστη τιμή :	5	sec								
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	0,927	sec								
10,921 < 11,848 < 12,776										

πίνακας 6.27 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού κατά τη 2^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00–10:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>72</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>11</td> <td>15,278%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>61</td> <td>84,722%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	72		Δεν σταμάτησαν :	11	15,278%	Σταμάτησαν :	61	84,722%
Σύνολο λεωφορείων :	72									
Δεν σταμάτησαν :	11	15,278%								
Σταμάτησαν :	61	84,722%								
μέση τιμή Dt :	15,967	sec								
τυπική απόκλιση σ :	6,814	sec								
μέγιστη τιμή :	43	sec								
ελάχιστη τιμή :	6	sec								
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,710	sec								
14,257 < 15,967 < 17,677										

πίνακας 6.28 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού κατά την 3^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00–14:00)

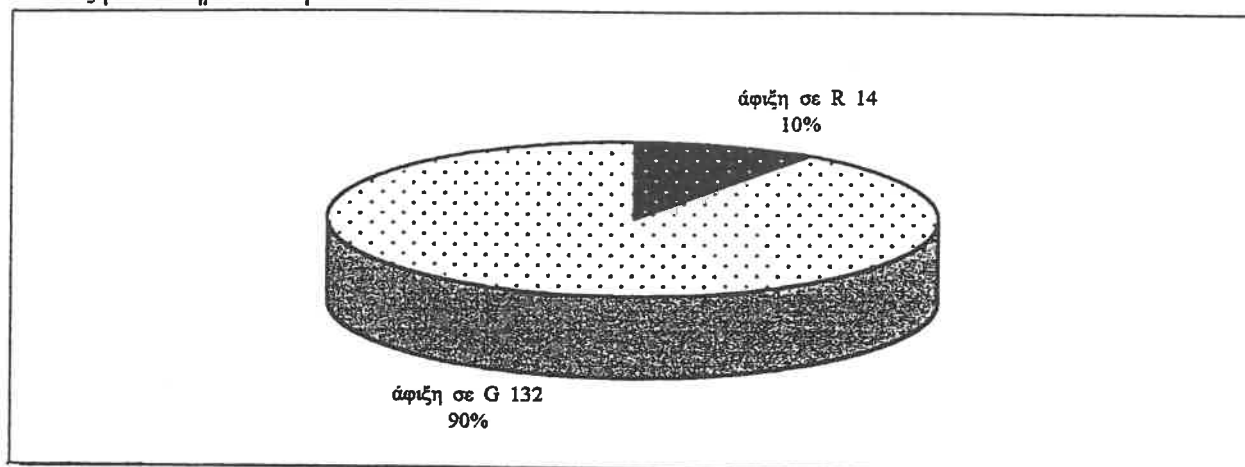
<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>14</td> <td>21,212%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>52</td> <td>78,788%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	66		Δεν σταμάτησαν :	14	21,212%	Σταμάτησαν :	52	78,788%
Σύνολο λεωφορείων :	66									
Δεν σταμάτησαν :	14	21,212%								
Σταμάτησαν :	52	78,788%								
μέση τιμή Dt :	12,577	sec								
τυπική απόκλιση σ :	4,500	sec								
μέγιστη τιμή :	32	sec								
ελάχιστη τιμή :	6	sec								
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,223	sec								
11,354 < 12,577 < 13,800										

Γενικά παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη στάση είναι μεγάλο σε όλες τις μετρήσεις. Η μικρότερη τιμή του συγκεκριμένου ποσοστού προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (2^η μέτρηση) και η μεγαλύτερη όταν η κυκλοφορία ήταν μέση (3^η μέτρηση).

Επίσης η διαφοροποίηση της μέσης τιμής του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις είναι ανάλογη του μεγέθους της συνολικής κυκλοφορίας. Έτσι, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση στην πρώτη και στην τρίτη μέτρηση που αντιστοιχούσαν σε περίοδο εκτός αιχμής, δηλαδή σε μικρή και μέση κυκλοφορία, είναι 11.8 και 12.6 δευτερόλεπτα αντίστοιχα, μικρότερες από τη συνολική για τη στάση και στη δεύτερη μέτρηση που αντιστοιχεί σε περίοδο αιχμής είναι περίπου 16 δευτερόλεπτα, μεγαλύτερη από τη συνολική για τη στάση.

Από τα 179 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 90 % αυτών αφέχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 10 % αυτών αφέχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 6.17 — Ποσοστά λεωφορείων που αφέχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφέχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη είναι σχεδόν 2.5 φορές μικρότερο από το αντίστοιχο για το σύνολο των λεωφορείων που φαίνεται στο σχήμα 6.36. Η περίοδος σηματοδότησης C ήταν 120 δευτερόλεπτα, ο λόγος G/C κυμαινόταν μεταξύ του 0.8 και του 0.83, ενώ το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι 90 %.

Στους πίνακες 6.29 και 6.30 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη στάση 3^η Χολαργού, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.29 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>179</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>146</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>132</td> <td>90,411%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	179		Σταμάτησαν :	146		Άφιξη σε πράσινο :	132	90,411%																											
Σύνολο λεωφορείων :	179																																				
Σταμάτησαν :	146																																				
Άφιξη σε πράσινο :	132	90,411%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>13,826</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,573</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>43</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>0,951</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">12,875 < 13,826 < 14,777</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	13,826	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,573	sec	μέγιστη τιμή :	43	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	0,951	sec	12,875 < 13,826 < 14,777			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>41,795</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>26,602</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>99</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>4,538</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">37,257 < 41,795 < 46,334</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	41,795	sec	τυπική απόκλιση σ :	26,602	sec	μέγιστη τιμή :	99	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,538	sec	37,257 < 41,795 < 46,334		
μέση τιμή Dt :	13,826	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,573	sec																																			
μέγιστη τιμή :	43	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	0,951	sec																																			
12,875 < 13,826 < 14,777																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	41,795	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	26,602	sec																																			
μέγιστη τιμή :	99	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	4,538	sec																																			
37,257 < 41,795 < 46,334																																					

πίνακας 6.30 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>179</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>146</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>14</td> <td>9,589%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	179		Σταμάτησαν :	146		Άφιξη σε κόκκινο :	14	9,589%																											
Σύνολο λεωφορείων :	179																																				
Σταμάτησαν :	146																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	14	9,589%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>13,857</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,049</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>32</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>8</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>3,169</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">10,688 < 13,857 < 17,026</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	13,857	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,049	sec	μέγιστη τιμή :	32	sec	ελάχιστη τιμή :	8	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	3,169	sec	10,688 < 13,857 < 17,026			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>12,214</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,542</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>22</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>3,427</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">8,787 < 12,214 < 15,641</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	12,214	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,542	sec	μέγιστη τιμή :	22	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,427	sec	8,787 < 12,214 < 15,641		
μέση τιμή Dt :	13,857	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,049	sec																																			
μέγιστη τιμή :	32	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	8	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	3,169	sec																																			
10,688 < 13,857 < 17,026																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	12,214	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,542	sec																																			
μέγιστη τιμή :	22	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,427	sec																																			
8,787 < 12,214 < 15,641																																					

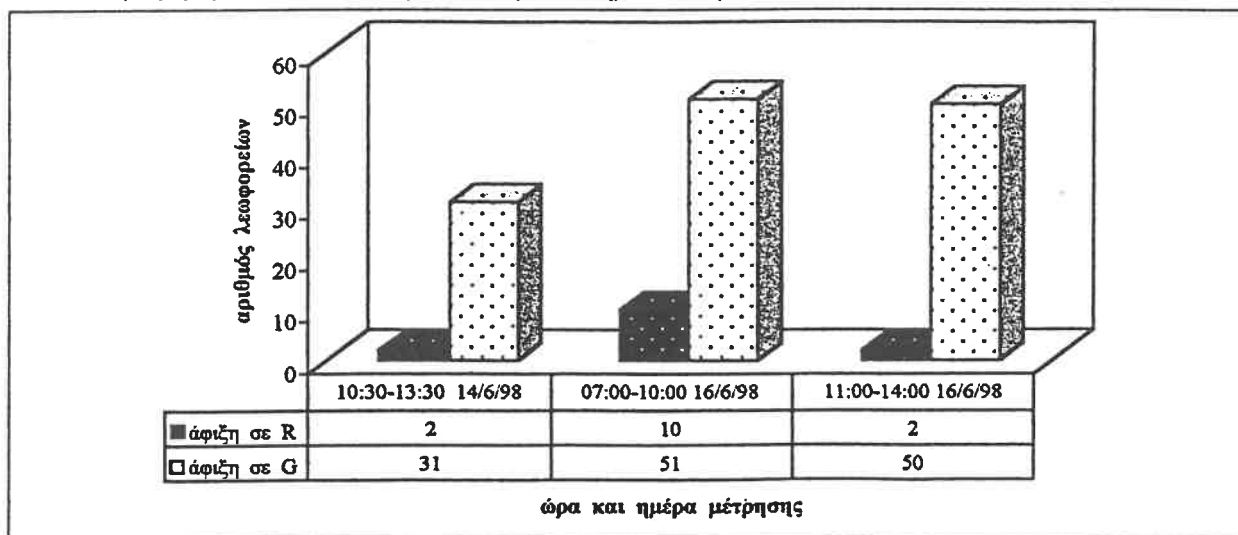
Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι περίπου ίδια με τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση προκύπτουν για λεωφορεία που αφίχθηκαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι 41.8 δευτερόλεπτα, αφού η διάρκεια της πράσινης ένδειξης ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με τις προηγούμενες δύο στάσεις. Το εύρος τιμών της είναι μεγάλο, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 99 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 100 δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι μόνο 12.2 δευτερόλεπτα, αφού η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης ήταν μικρότερη σε σχέση με τις προηγούμενες δύο στάσεις. Το εύρος τιμών της είναι σχετικά μικρό, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 22 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 24 δευτερόλεπτα.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα της κάθε μέτρησης προκύπτει το σχήμα 6.18, ανάλογα με το σχήμα 6.16. Επίσης προκύπτουν οι πίνακες 6.31 – 6.36 που φαίνονται στις επόμενες σελίδες, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

σχήμα 6.18 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



πίνακας 6.31 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30–13:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>31 93,939%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	41	Σταμάτησαν :	33	Άφιξη σε πράσινο :	31 93,939%																		
Σύνολο λεωφορείων :	41																								
Σταμάτησαν :	33																								
Άφιξη σε πράσινο :	31 93,939%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>11,935 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>2,707 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>17 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>0,953 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,982 < 11,935 < 12,888</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	11,935 sec	τυπική απόκλιση σ :	2,707 sec	μέγιστη τιμή :	17 sec	ελάχιστη τιμή :	5 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	0,953 sec		10,982 < 11,935 < 12,888	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>39,355 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>24,874 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>80 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>8,756 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>30,599 < 39,355 < 48,111</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	39,355 sec	τυπική απόκλιση σ :	24,874 sec	μέγιστη τιμή :	80 sec	ελάχιστη τιμή :	1 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	8,756 sec		30,599 < 39,355 < 48,111
μέση τιμή Dt :	11,935 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	2,707 sec																								
μέγιστη τιμή :	17 sec																								
ελάχιστη τιμή :	5 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	0,953 sec																								
	10,982 < 11,935 < 12,888																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	39,355 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	24,874 sec																								
μέγιστη τιμή :	80 sec																								
ελάχιστη τιμή :	1 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	8,756 sec																								
	30,599 < 39,355 < 48,111																								

πίνακας 6.32 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1^η μέτρηση (14/6/1998, 10:30–13:30)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>41</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>2 6,061%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	41	Σταμάτησαν :	33	Άφιξη σε κόκκινο :	2 6,061%																		
Σύνολο λεωφορείων :	41																								
Σταμάτησαν :	33																								
Άφιξη σε κόκκινο :	2 6,061%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>10,500 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>3,536 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>13 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>8 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>4,900 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5,600 < 10,500 < 15,400</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	10,500 sec	τυπική απόκλιση σ :	3,536 sec	μέγιστη τιμή :	13 sec	ελάχιστη τιμή :	8 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	4,900 sec		5,600 < 10,500 < 15,400	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>20,500 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>2,121 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>22 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>19 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>2,940 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>17,560 < 20,500 < 23,440</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,500 sec	τυπική απόκλιση σ :	2,121 sec	μέγιστη τιμή :	22 sec	ελάχιστη τιμή :	19 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	2,940 sec		17,560 < 20,500 < 23,440
μέση τιμή Dt :	10,500 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	3,536 sec																								
μέγιστη τιμή :	13 sec																								
ελάχιστη τιμή :	8 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	4,900 sec																								
	5,600 < 10,500 < 15,400																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	20,500 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	2,121 sec																								
μέγιστη τιμή :	22 sec																								
ελάχιστη τιμή :	19 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	2,940 sec																								
	17,560 < 20,500 < 23,440																								

πίνακας 6.33 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00–10:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>51 83,607%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	72	Σταμάτησαν :	61	Άφιξη σε πράσινο :	51 83,607%																		
Σύνολο λεωφορείων :	72																								
Σταμάτησαν :	61																								
Άφιξη σε πράσινο :	51 83,607%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>16,569 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>7,176 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>43 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>6 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>1,969 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14,599 < 16,569 < 18,538</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	16,569 sec	τυπική απόκλιση σ :	7,176 sec	μέγιστη τιμή :	43 sec	ελάχιστη τιμή :	6 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	1,969 sec		14,599 < 16,569 < 18,538	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>50,922 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>25,905 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>99 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>3 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>7,110 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>43,812 < 50,922 < 58,031</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	50,922 sec	τυπική απόκλιση σ :	25,905 sec	μέγιστη τιμή :	99 sec	ελάχιστη τιμή :	3 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	7,110 sec		43,812 < 50,922 < 58,031
μέση τιμή Dt :	16,569 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	7,176 sec																								
μέγιστη τιμή :	43 sec																								
ελάχιστη τιμή :	6 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	1,969 sec																								
	14,599 < 16,569 < 18,538																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	50,922 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	25,905 sec																								
μέγιστη τιμή :	99 sec																								
ελάχιστη τιμή :	3 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	7,110 sec																								
	43,812 < 50,922 < 58,031																								

πίνακας 6.34 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2^η μέτρηση (16/6/1998, 07:00–10:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>72</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>61</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>10</td> <td>16,393%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	72		Σταμάτησαν :	61		Άφιξη σε κόκκινο :	10	16,393%																											
Σύνολο λεωφορείων :	72																																				
Σταμάτησαν :	61																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	10	16,393%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>12,900</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>3,315</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>19</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>9</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>2,055</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>10,845 < 12,900 <</td> <td>14,955</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	12,900	sec	τυπική απόκλιση σ :	3,315	sec	μέγιστη τιμή :	19	sec	ελάχιστη τιμή :	9	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	2,055	sec		10,845 < 12,900 <	14,955	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>10,100</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,100</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>18</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>3,781</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>6,319 < 10,100 <</td> <td>13,881</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	10,100	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,100	sec	μέγιστη τιμή :	18	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,781	sec		6,319 < 10,100 <	13,881
μέση τιμή Dt :	12,900	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	3,315	sec																																			
μέγιστη τιμή :	19	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	9	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	2,055	sec																																			
	10,845 < 12,900 <	14,955																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	10,100	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,100	sec																																			
μέγιστη τιμή :	18	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,781	sec																																			
	6,319 < 10,100 <	13,881																																			

πίνακας 6.35 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 3^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00–14:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>50</td> <td>96,154%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	66		Σταμάτησαν :	52		Άφιξη σε πράσινο :	50	96,154%																											
Σύνολο λεωφορείων :	66																																				
Σταμάτησαν :	52																																				
Άφιξη σε πράσινο :	50	96,154%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>12,200</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>3,637</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>20</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>6</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>1,008</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,192 < 12,200 <</td> <td>13,208</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	12,200	sec	τυπική απόκλιση σ :	3,637	sec	μέγιστη τιμή :	20	sec	ελάχιστη τιμή :	6	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	1,008	sec		11,192 < 12,200 <	13,208	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>34,000</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>25,998</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>81</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>7,206</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26,794 < 34,000 <</td> <td>41,206</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	34,000	sec	τυπική απόκλιση σ :	25,998	sec	μέγιστη τιμή :	81	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	7,206	sec		26,794 < 34,000 <	41,206
μέση τιμή Dt :	12,200	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	3,637	sec																																			
μέγιστη τιμή :	20	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	6	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	1,008	sec																																			
	11,192 < 12,200 <	13,208																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	34,000	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	25,998	sec																																			
μέγιστη τιμή :	81	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	7,206	sec																																			
	26,794 < 34,000 <	41,206																																			

πίνακας 6.36 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 3^η μέτρηση (16/6/1998, 11:00–14:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>66</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>52</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>2</td> <td>3,846%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	66		Σταμάτησαν :	52		Άφιξη σε κόκκινο :	2	3,846%																											
Σύνολο λεωφορείων :	66																																				
Σταμάτησαν :	52																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	2	3,846%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>22,000</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>14,142</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>32</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>12</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>19,600</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2,400 < 22,000 <</td> <td>41,600</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	22,000	sec	τυπική απόκλιση σ :	14,142	sec	μέγιστη τιμή :	32	sec	ελάχιστη τιμή :	12	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	19,600	sec		2,400 < 22,000 <	41,600	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>14,500</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>4,950</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>18</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>11</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>6,860</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>7,640 < 14,500 <</td> <td>21,360</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	14,500	sec	τυπική απόκλιση σ :	4,950	sec	μέγιστη τιμή :	18	sec	ελάχιστη τιμή :	11	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	6,860	sec		7,640 < 14,500 <	21,360
μέση τιμή Dt :	22,000	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	14,142	sec																																			
μέγιστη τιμή :	32	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	12	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Dt) :	19,600	sec																																			
	2,400 < 22,000 <	41,600																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	14,500	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	4,950	sec																																			
μέγιστη τιμή :	18	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	11	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	6,860	sec																																			
	7,640 < 14,500 <	21,360																																			

Παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση από μέτρηση σε μέτρηση. Στη δεύτερη μέτρηση, στην οποία καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία, το ποσοστό των λεωφορείων που αφήχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι το 83.6% του συνόλου των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση στη συγκεκριμένη μέτρηση και είναι το μικρότερο από τις τρεις μετρήσεις. Στην πρώτη και στην τρίτη μέτρηση, στις οποίες καταγράψαμε μικρή και μέση κυκλοφορία αντίστοιχα, το ποσοστό των λεωφορείων που αφήχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι το 93.9% και το 96% αντίστοιχα του συνόλου των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση σε κάθε μέτρηση. Η μικρή αυτή διαφορά οφείλεται στο ότι η διάρκεια της πράσινης ένδειξης κατά την τρίτη μέτρηση ήταν λίγο μεγαλύτερη από ότι ήταν στην πρώτη μέτρηση, ενώ το μικρότερο ποσοστό στη δεύτερη μέτρηση οφείλεται στην πολύ αυξημένη κυκλοφορία.

Επίσης παρατηρούμε ότι και στις δύο πρώτες μετρήσεις, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπυτε με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπυτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ενώ στην τρίτη μέτρηση συμβαίνει το αντίστροφο. Θα πρέπει όμως να επισημάνουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφήχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, είναι πολύ μικρός. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφήχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και η κυκλοφορία μεγάλη, ενώ η ελάχιστη τιμή του καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφήχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και η κυκλοφορία μικρή.

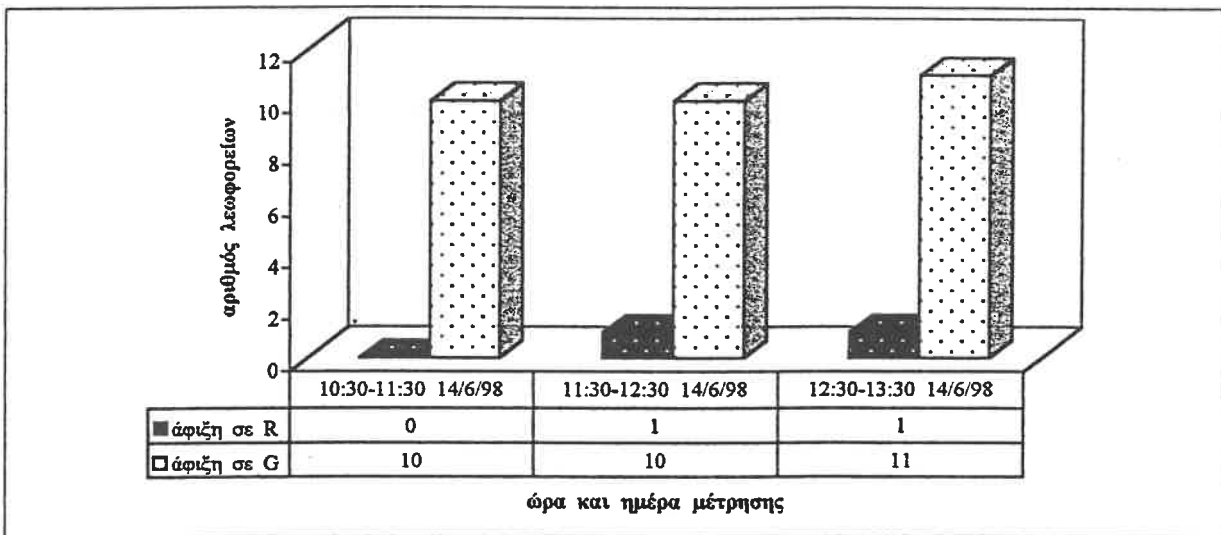
Τέλος, παρατηρούμε ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη του σηματοδότη είναι περισσότερος, όταν η συνολική κυκλοφορία ήταν αυξημένη και ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη είναι περισσότερος, όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή.

Αυτό οφείλεται στο ότι η συγκεκριμένη στάση βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη, οπότε όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη το λεωφορείο καθυστερούσε σημαντικά να φτάσει στο σηματοδότη και να διασχίσει τη διασταύρωση, με αποτέλεσμα σε αρκετές περιπτώσεις το λεωφορείο να σταματάει στην κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη και να περιμένει τη νέα πράσινη ένδειξη για να διανύσει την απόσταση ως τη στάση. Έτσι, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη του σηματοδότη έχει τη

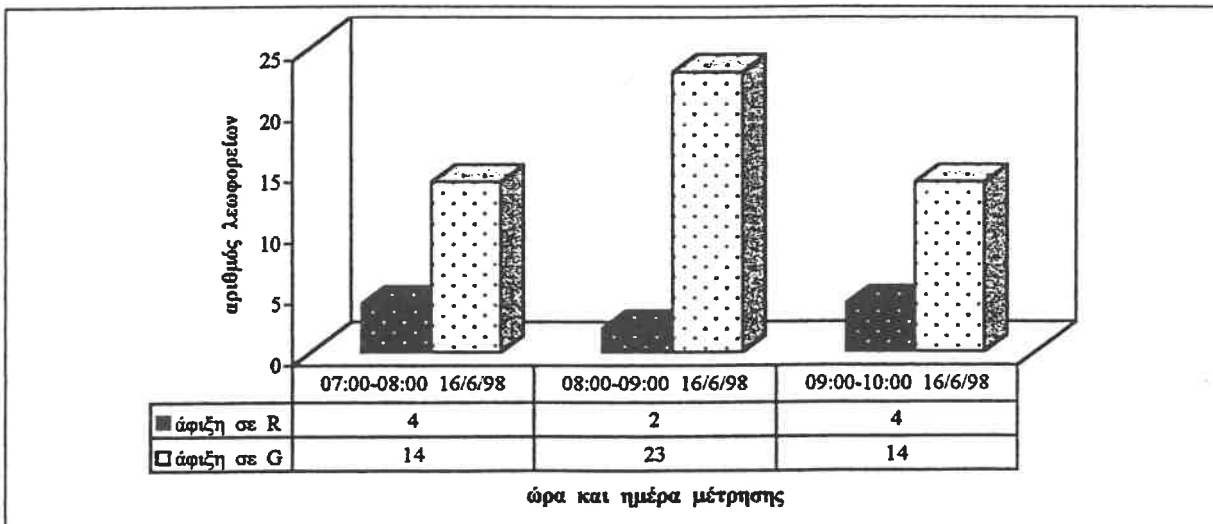
μεγαλύτερη τιμή όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), ενώ η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη του σηματοδότη έχει τη μεγαλύτερη τιμή όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), όπως συνέβη και στις προηγούμενες στάσεις.

Στα επόμενα τρία σχήματα αναλύεται ξεχωριστά η κάθε μέτρηση στην κάθε ώρα. Το σχήμα 6.19 αναφέρεται στην πρώτη μέτρηση (14/6/98, μικρή κυκλοφορία), το σχήμα 6.20 αναφέρεται στη δεύτερη μέτρηση (16/6/98, αυξημένη κυκλοφορία) και το σχήμα 6.21 αναφέρεται στην τρίτη μέτρηση (16/6/98, μέση κυκλοφορία).

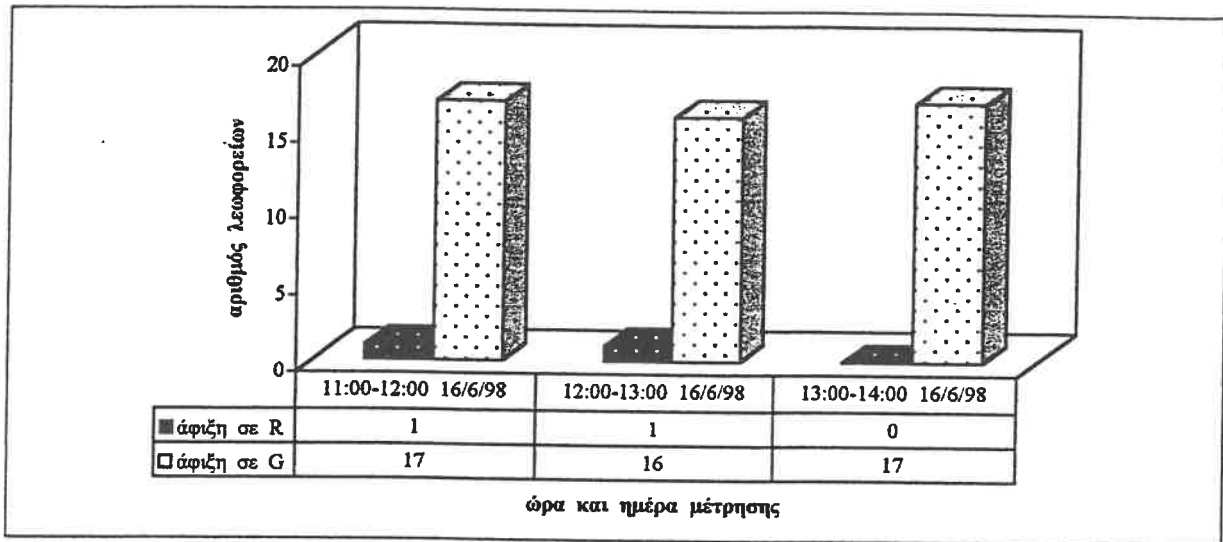
σχήμα 6.19 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 1^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.20 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 2^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.21 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 3^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

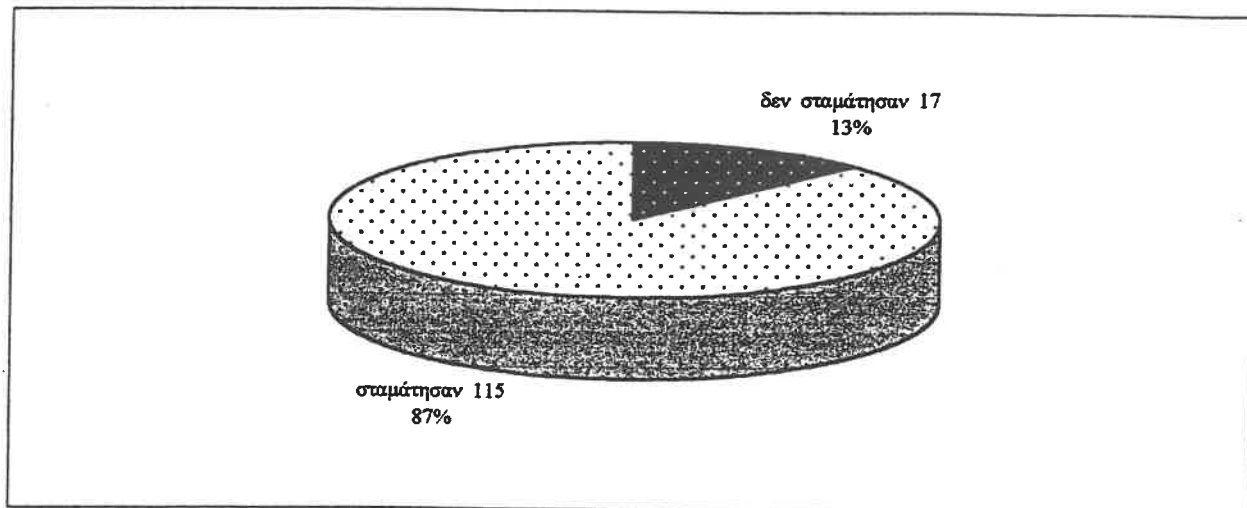


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη συγκεκριμένη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, παρουσιάζει κάποια μεταβολή μόνο στη δεύτερη ώρα της δεύτερης μέτρησης, όπου είναι σαφώς μεγαλύτερος από την πρώτη και την τρίτη ώρα, ενώ στις άλλες δύο μετρήσεις παραμένει περίπου σταθερός. Αυτό οφείλεται κατά κάποιο τρόπο στο μεγαλύτερο αριθμό λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση μέσα στη συγκεκριμένη ώρα της δεύτερης μέτρησης. Αντίθετα ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, παραμένει περίπου σταθερός και για τις τρεις μετρήσεις.

6.1.4 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση 5^η Χολαργού

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από τη στάση 5^η Χολαργού (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 132 για το σύνολο των 6 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 115 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 17 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο σχήμα 6.22 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 6.22 — Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 5^η Χολαργού



Στη στάση αυτή το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν (13%) είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της στάσης Ζέρβα και της στάσης Ιπποκράτους, ενώ βέβαια το ποσοστό αυτών που σταμάτησαν (87%) είναι μικρότερο.

Στον πίνακα 6.37 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.37 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού

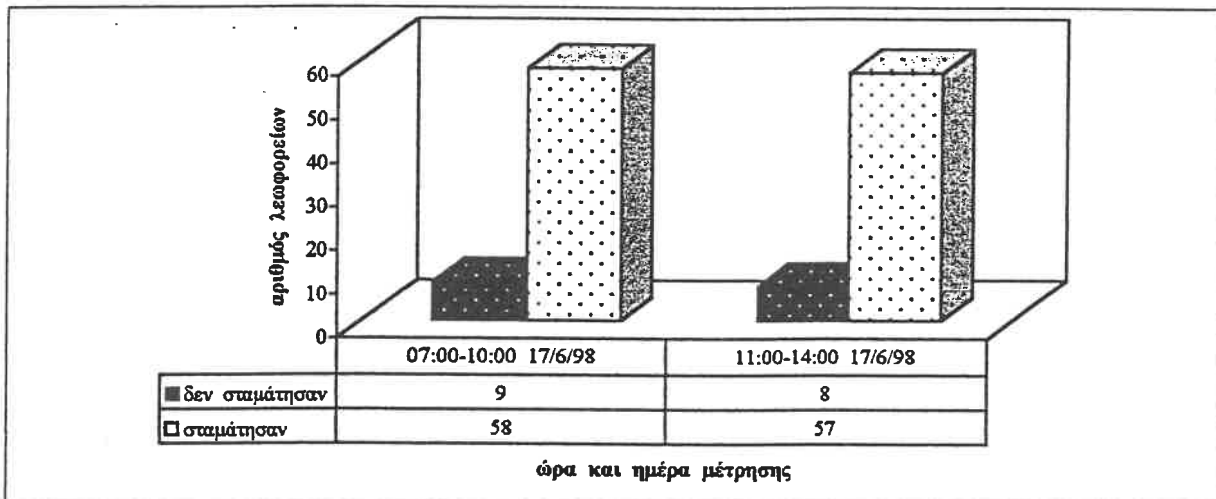
Σύνολο λεωφορείων :		132
Δεν σταμάτησαν :		17 12,879%
Σταμάτησαν :		115 87,121%
μέση τιμή Dt :	15,878	sec
τυπική απόκλιση σ :	7,808	sec
μέγιστη τιμή :	52	sec
ελάχιστη τιμή :	7	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,427	sec
	14,451	< 15,878 < 17,305

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση 5^η Χολαργού είναι 15.9 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών που παρατηρήσαμε είναι επίσης μεγάλο με μικρότερη τιμή τα 7 δευτερόλεπτα και μεγαλύτερη τιμή τα 52 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 17/6/98 από τις 07:00 ως και τις 10:00 καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε επίσης στις 17/6/98 από τις 11:00 ως και τις 14:00 καταγράψαμε μέση και μικρή κυκλοφορία (1^ο και 2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Στο σχήμα 6.23 φαίνεται συγκριτικά ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 5^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση και στους δύο επόμενους πίνακες φαίνονται, επίσης για κάθε μέτρηση, τα αντίστοιχα στοιχεία με τον πίνακα 6.37.

σχήμα 6.23 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση 5^η Χολαργού



πίνακας 6.38 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού κατά την 1^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00–10:00)

Σύνολο λεωφορείων :		67	
Δεν σταμάτησαν :		9	13,433%
Σταμάτησαν :		58	86,567%

μέση τιμή Dt :	17,379	sec
τυπική απόκλιση σ :	8,699	sec
μέγιστη τιμή :	52	sec
ελάχιστη τιμή :	7	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	2,239	sec
	15,140	< 17,379 < 19,618

πίνακας 6.39 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού κατά τη 2^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00–14:00)

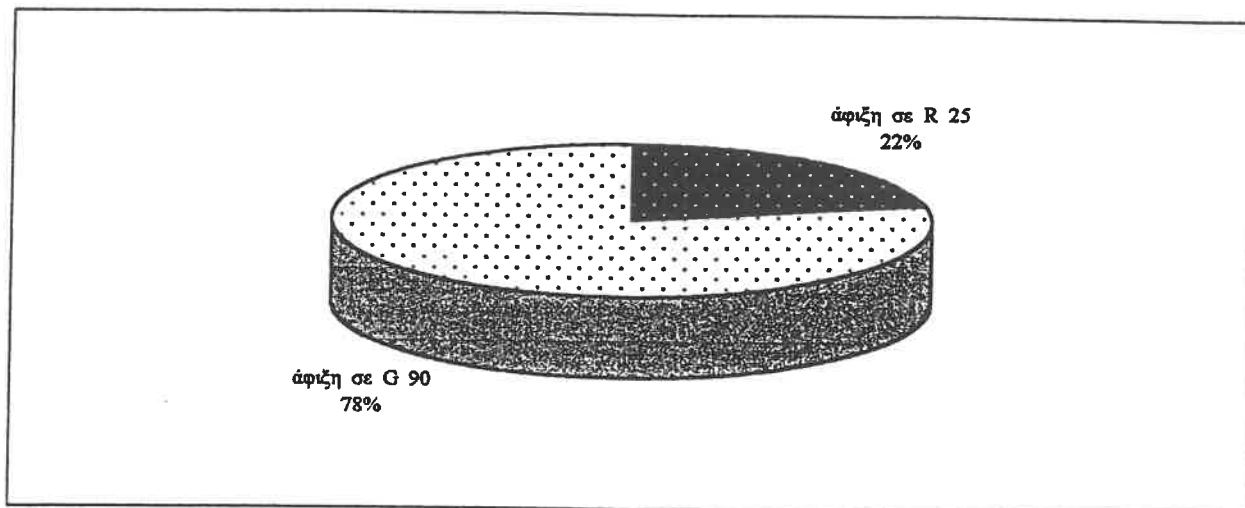
Σύνολο λεωφορείων :		65	
Δεν σταμάτησαν :		8	12,308 %
Σταμάτησαν :		57	87,692%

μέση τιμή Dt :	14,351	sec
τυπική απόκλιση σ :	6,510	sec
μέγιστη τιμή :	44	sec
ελάχιστη τιμή :	7	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,690	sec
	12,661	< 14,351 < 16,041

Γενικά παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είναι περίπου το ίδιο και στις δύο μετρήσεις. Επίσης η διαφοροποίηση της μέσης τιμής του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις στη στάση, είναι ανάλογη του μεγέθους της συνολικής κυκλοφορίας. Έτσι, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση στην πρώτη μέτρηση, η οποία αντιστοιχούσε σε περίοδο αιχμής, είναι 17.4 δευτερόλεπτα και στη δεύτερη μέτρηση, η οποία αντιστοιχούσε σε περίοδο εκτός αιχμής, είναι 14.4 δευτερόλεπτα.

Από τα 115 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 78 % αυτών αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 22 % αυτών αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.24 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 6.24 — Ποσοστά λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Παρατηρούμε ότι τα ποσοστά των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη και όταν ήταν πράσινη είναι περίπου ίδια με τα αντίστοιχα για το σύνολο των λεωφορείων που φαίνεται στο σχήμα 6.36. Η περίοδος σηματοδότησης C ήταν 120 δευτερόλεπτα, ο λόγος G/C ήταν 0.77 και σχεδόν ίσος με το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (78%).

Στους πίνακες 6.40 και 6.41, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη στάση 5^η Χολαργού, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση ($Υπ. \acute{\epsilon}νδ.$) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.40 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>132</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε πράσινο :</td> <td>90 78,261%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	132	Σταμάτησαν :	115	Αφίξη σε πράσινο :	90 78,261%																		
Σύνολο λεωφορείων :	132																								
Σταμάτησαν :	115																								
Αφίξη σε πράσινο :	90 78,261%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>15,133 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>8,092 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>52 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>3,127 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12,007 < 15,133 < 18,260</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	15,133 sec	τυπική απόκλιση σ :	8,092 sec	μέγιστη τιμή :	52 sec	ελάχιστη τιμή :	7 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	3,127 sec		12,007 < 15,133 < 18,260	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>45,844 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>24,321 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>89 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>2 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>5,025 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>40,820 < 45,844 < 50,869</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	45,844 sec	τυπική απόκλιση σ :	24,321 sec	μέγιστη τιμή :	89 sec	ελάχιστη τιμή :	2 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	5,025 sec		40,820 < 45,844 < 50,869
μέση τιμή Dt :	15,133 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	8,092 sec																								
μέγιστη τιμή :	52 sec																								
ελάχιστη τιμή :	7 sec																								
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	3,127 sec																								
	12,007 < 15,133 < 18,260																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	45,844 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	24,321 sec																								
μέγιστη τιμή :	89 sec																								
ελάχιστη τιμή :	2 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	5,025 sec																								
	40,820 < 45,844 < 50,869																								

πίνακας 6.41 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>132</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε κόκκινο :</td> <td>25 21,739%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	132	Σταμάτησαν :	115	Αφίξη σε κόκκινο :	25 21,739%																		
Σύνολο λεωφορείων :	132																								
Σταμάτησαν :	115																								
Αφίξη σε κόκκινο :	25 21,739%																								
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>18,560 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,097 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>31 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>10 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>2,390 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16,170 < 18,560 < 20,950</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	18,560 sec	τυπική απόκλιση σ :	6,097 sec	μέγιστη τιμή :	31 sec	ελάχιστη τιμή :	10 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	2,390 sec		16,170 < 18,560 < 20,950	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>13,960 sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,949 sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>27 sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1 sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,724 sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,236 < 13,960 < 16,684</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	13,960 sec	τυπική απόκλιση σ :	6,949 sec	μέγιστη τιμή :	27 sec	ελάχιστη τιμή :	1 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,724 sec		11,236 < 13,960 < 16,684
μέση τιμή Dt :	18,560 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	6,097 sec																								
μέγιστη τιμή :	31 sec																								
ελάχιστη τιμή :	10 sec																								
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	2,390 sec																								
	16,170 < 18,560 < 20,950																								
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	13,960 sec																								
τυπική απόκλιση σ :	6,949 sec																								
μέγιστη τιμή :	27 sec																								
ελάχιστη τιμή :	1 sec																								
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,724 sec																								
	11,236 < 13,960 < 16,684																								

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι μικρότερη κατά 3.5 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, όπως και σε όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις. Η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση προκύπτουν για λεωφορεία που αφίχθηκαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

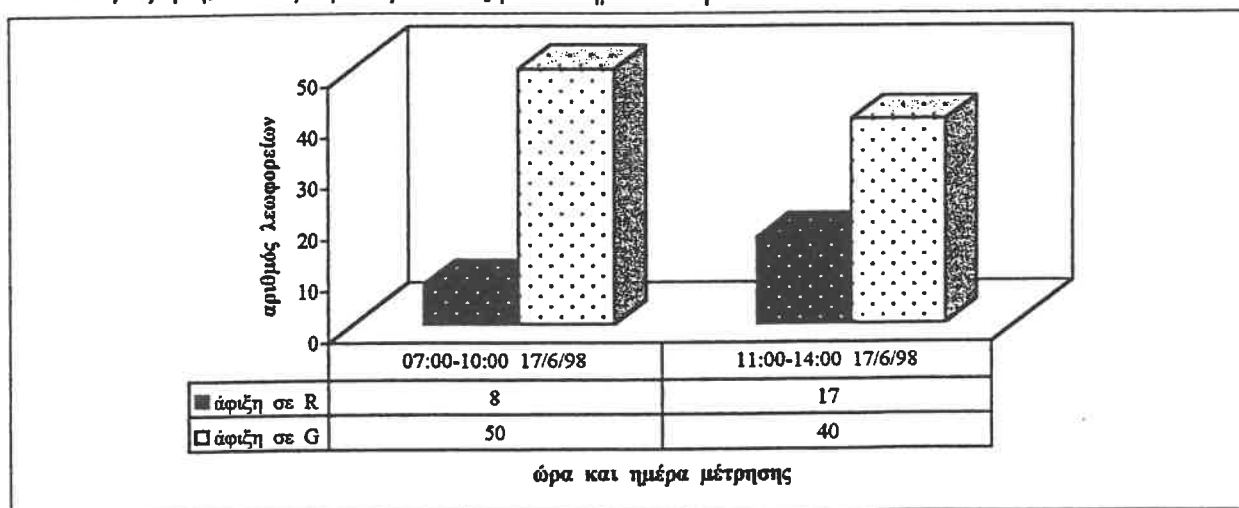
Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι 45.8 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών της είναι επίσης μεγάλο,

ξεκινά από τα 2 δευτερόλεπτα και φθάνει τα 89 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 92 δευτερόλεπτα .

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι 13.9 δευτερόλεπτα . Το εύρος τιμών της είναι σχετικά μικρό, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 27 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 28 δευτερόλεπτα .

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα της κάθε μέτρησης προκύπτει το σχήμα 6.25, ανάλογα με το σχήμα 6.23 . Επίσης προκύπτουν οι πίνακες 6.42 – 6.45, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη .

σχήμα 6.25 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



πίνακας 6.42 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)

Σύνολο λεωφορείων :		67	
Σταμάτησαν :		58	
Άφιξη σε πράσινο :		50	86,207%
μέση τιμή Dt :	16,700	sec	
τυπική απόκλιση σ :	8,997	sec	
μέγιστη τιμή :	52	sec	
ελάχιστη τιμή :	7	sec	
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	4,629	sec	
	12,071 < 16,700 <	21.329	
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	42,300	sec	
τυπική απόκλιση σ :	22,052	sec	
μέγιστη τιμή :	85	sec	
ελάχιστη τιμή :	2	sec	
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	6,112	sec	
	36,188 < 42,300 <	48,412	

πίνακας 6.43 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1^η μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>67</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>58</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε κόκκινο :</td> <td>8</td> <td>13,793%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	67		Σταμάτησαν :	58		Αφίξη σε κόκκινο :	8	13,793%																											
Σύνολο λεωφορείων :	67																																				
Σταμάτησαν :	58																																				
Αφίξη σε κόκκινο :	8	13,793%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>21,625</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,069</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>27</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>13</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>3,513</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>18,112 < 21,625 <</td> <td>25,138</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	21,625	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,069	sec	μέγιστη τιμή :	27	sec	ελάχιστη τιμή :	13	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	3,513	sec		18,112 < 21,625 <	25,138	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>16,375</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>4,779</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>23</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>9</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>3,312</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13,063 < 16,375 <</td> <td>19,687</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	16,375	sec	τυπική απόκλιση σ :	4,779	sec	μέγιστη τιμή :	23	sec	ελάχιστη τιμή :	9	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,312	sec		13,063 < 16,375 <	19,687
μέση τιμή Dt :	21,625	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,069	sec																																			
μέγιστη τιμή :	27	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	13	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	3,513	sec																																			
	18,112 < 21,625 <	25,138																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	16,375	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	4,779	sec																																			
μέγιστη τιμή :	23	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	9	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,312	sec																																			
	13,063 < 16,375 <	19,687																																			

πίνακας 6.44 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00 – 14:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>65</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε πράσινο :</td> <td>40</td> <td>70,175%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	65		Σταμάτησαν :	57		Αφίξη σε πράσινο :	40	70,175%																											
Σύνολο λεωφορείων :	65																																				
Σταμάτησαν :	57																																				
Αφίξη σε πράσινο :	40	70,175%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>13,175</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,377</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>44</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>1,976</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,199 < 13,175 <</td> <td>15,151</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	13,175	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,377	sec	μέγιστη τιμή :	44	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,976	sec		11,199 < 13,175 <	15,151	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>50,275</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>26,508</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>89</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>3</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>8,215</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>42,060 < 50,275 <</td> <td>58,490</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	50,275	sec	τυπική απόκλιση σ :	26,508	sec	μέγιστη τιμή :	89	sec	ελάχιστη τιμή :	3	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	8,215	sec		42,060 < 50,275 <	58,490
μέση τιμή Dt :	13,175	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,377	sec																																			
μέγιστη τιμή :	44	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	1,976	sec																																			
	11,199 < 13,175 <	15,151																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	50,275	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	26,508	sec																																			
μέγιστη τιμή :	89	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	3	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	8,215	sec																																			
	42,060 < 50,275 <	58,490																																			

πίνακας 6.45 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2^η μέτρηση (17/6/1998, 11:00 – 14:00)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>65</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>57</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Αφίξη σε κόκκινο :</td> <td>17</td> <td>29,825%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	65		Σταμάτησαν :	57		Αφίξη σε κόκκινο :	17	29,825%																											
Σύνολο λεωφορείων :	65																																				
Σταμάτησαν :	57																																				
Αφίξη σε κόκκινο :	17	29,825%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>17,118</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,133</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>31</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>10</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :</td> <td>2,915</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14,202 < 17,118 <</td> <td>20,033</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	17,118	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,133	sec	μέγιστη τιμή :	31	sec	ελάχιστη τιμή :	10	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	2,915	sec		14,202 < 17,118 <	20,033	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>12,824</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>7,626</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>27</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :</td> <td>3,625</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9,198 < 12,824 <</td> <td>16,449</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	12,824	sec	τυπική απόκλιση σ :	7,626	sec	μέγιστη τιμή :	27	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,625	sec		9,198 < 12,824 <	16,449
μέση τιμή Dt :	17,118	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,133	sec																																			
μέγιστη τιμή :	31	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	10	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Dt) :	2,915	sec																																			
	14,202 < 17,118 <	20,033																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	12,824	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	7,626	sec																																			
μέγιστη τιμή :	27	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.) :	3,625	sec																																			
	9,198 < 12,824 <	16,449																																			

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση από μέτρηση σε μέτρηση. Στην πρώτη μέτρηση, κατά την οποία καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία, το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη είναι 86.2%, ενώ στη δεύτερη μέτρηση που η κυκλοφορία ήταν αρκετά μικρότερη το ποσοστό αυτό είναι 70.2%. Ακόμα παρατηρούμε ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη του σηματοδότη είναι περισσότερος όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη και ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη είναι περισσότερος όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή. Η ίδια παρατήρηση έγινε και στη στάση 3^η Χολαργού.

Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι ότι η κυκλοφορία ήταν τόσο πολύ αυξημένη που το λεωφορείο καθυστερούσε σημαντικά να φτάσει στη στάση. Έτσι, σε πολλές περιπτώσεις το λεωφορείο παρέμενε ακινητοποιημένο από μερικά ως και αρκετά δευτερόλεπτα σε μικρή απόσταση από τη στάση (το πολύ 15 μέτρα) και η άφιξη του σε αυτή γινόταν με σημαντική καθυστέρηση, είτε στο τέλος της ίδιας πράσινης ένδειξης, είτε μέσα στην κόκκινη ένδειξη, είτε στην αρχή ή το μέσο της επόμενης πράσινης ένδειξης.

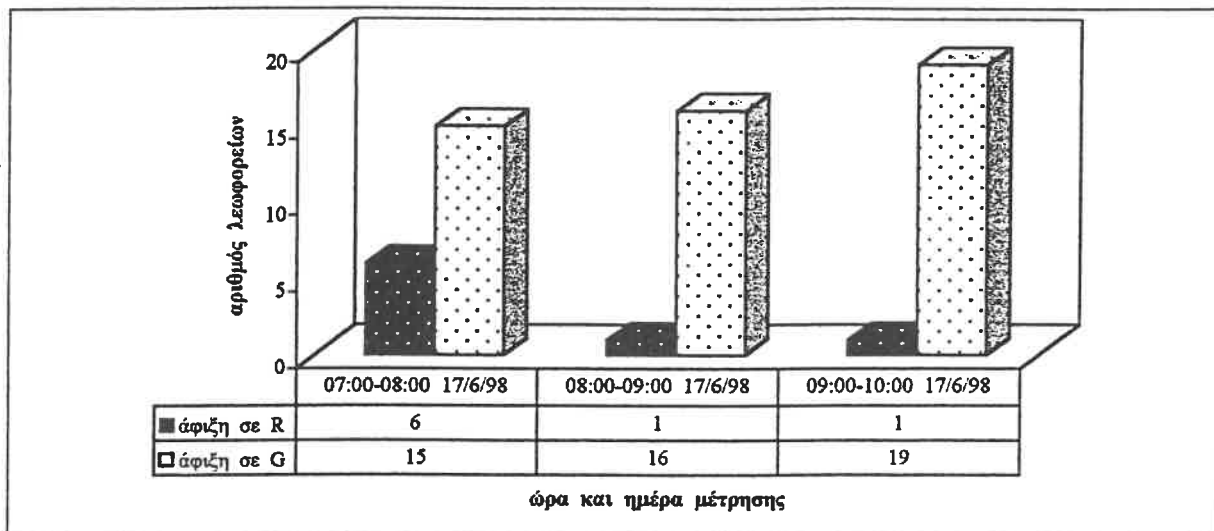
Τέλος, παρατηρούμε ότι και στις δύο μετρήσεις, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση καταγράφηκαν για κάποια λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και η κυκλοφορία μεγάλη, ενώ η ελάχιστη τιμή του καταγράφηκε και στις δύο μετρήσεις για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

Στα σχήματα 6.26 και 6.27, της επόμενης σελίδας, αναλύεται ξεχωριστά η κάθε μέτρηση στην κάθε ώρα. Το σχήμα 6.26 αναφέρεται στην πρώτη μέτρηση (17/6/98, αυξημένη κυκλοφορία) και το σχήμα 6.27 αναφέρεται στη δεύτερη μέτρηση (17/6/98, μικρή και μέση κυκλοφορία).

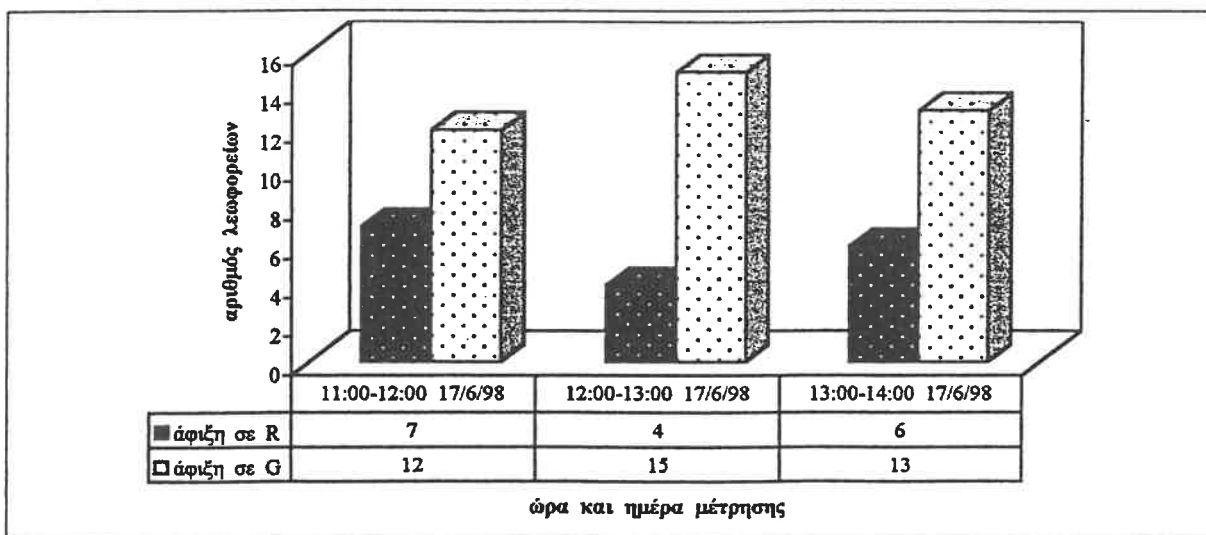
Μπορούμε σε αυτά να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, στην πρώτη μέτρηση αύξανε σταδιακά, ενώ στη δεύτερη μέτρηση παρέμενε σταθερός. Αντίθετα ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, στην πρώτη

μέτρηση μειώθηκε σημαντικά μετά την πρώτη ώρα, ενώ υπήρχε κάποια αυξομείωση μεταξύ των τριών ωρών της δεύτερης μέτρησης.

σχήμα 6.26 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 1^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



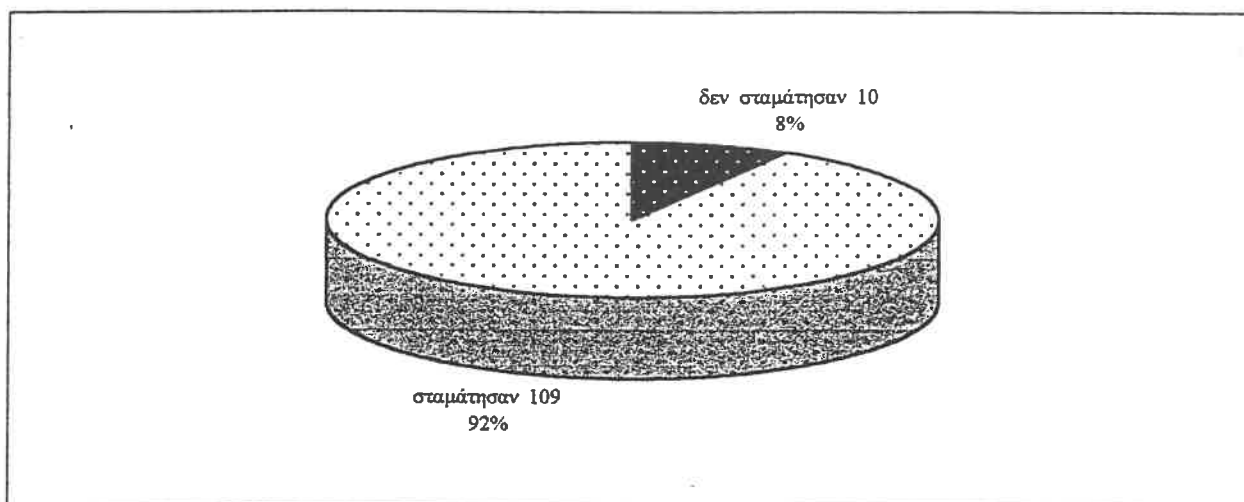
σχήμα 6.27 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού σε κάθε ώρα της 2^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



6.1.5 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για τη στάση Σόνια

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από τη στάση Σόνια (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 119 για το σύνολο των 5 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 109 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 9 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 6.28 — Ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Σόνια



Στη στάση αυτή τα ποσοστά των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν (8%) και που σταμάτησαν (92%) είναι περίπου ίδια με τα αντίστοιχα του συνόλου των μετρήσεων που φαίνονται στο σχήμα 6.34.

Στον πίνακα 6.46, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη συγκεκριμένη στάση. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.46 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια

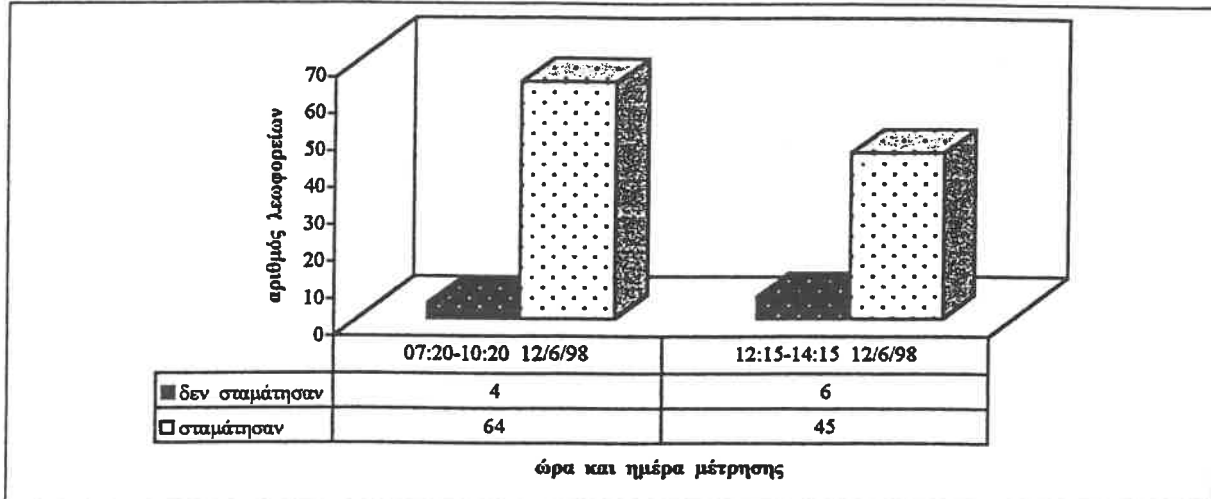
<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>119</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>10</td> <td>8,403%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>109</td> <td>91,597%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	119		Δεν σταμάτησαν :	10	8,403%	Σταμάτησαν :	109	91,597%
Σύνολο λεωφορείων :	119									
Δεν σταμάτησαν :	10	8,403%								
Σταμάτησαν :	109	91,597%								
μέση τιμή Dt :	15,257	sec								
τυπική απόκλιση σ :	6,565	sec								
μέγιστη τιμή :	46	sec								
ελάχιστη τιμή :	7	sec								
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,232	sec								
	14,024 < 15,257 < 16,489									

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση Σόνια είναι περίπου 15.3 δευτερόλεπτα και μικρότερη κατά 0,5 δευτερόλεπτα από την αντίστοιχη τιμή για το σύνολο των μετρήσεων. Το εύρος τιμών που παρατηρήσαμε είναι μεγάλο με μικρότερη τιμή τα 7 δευτερόλεπτα και μεγαλύτερη τιμή τα 46 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 12/6/98 από τις 07:20 ως και τις 10:20 καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης) και στη δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε επίσης στις 12/6/98 από τις 12:15 ως και τις 14:15 καταγράψαμε μέση και μικρή κυκλοφορία (2^ο και 1^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Στο σχήμα 6.29, της επόμενης σελίδας, φαίνεται συγκριτικά ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Σόνια σε κάθε μέτρηση και στους δύο επόμενους πίνακες φαίνονται, επίσης για κάθε μέτρηση, τα αντίστοιχα στοιχεία με τον πίνακα 6.46.

σχήμα 6.29 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στη στάση Σόνια σε κάθε μέτρηση



πίνακας 6.47 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια κατά την 1^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20–10:20)

Σύνολο λεωφορείων :	68	
Δεν σταμάτησαν :	4	5,882%
Σταμάτησαν :	64	94,118%

μέση τιμή Dt :	17,141	sec
τυπική απόκλιση σ :	7,597	sec
μέγιστη τιμή :	46	sec
ελάχιστη τιμή :	8	sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,861	sec
	15,279 < 17,141 < 19,002	

πίνακας 6.48 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια κατά τη 2^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15–14:15)

Σύνολο λεωφορείων :	51	
Δεν σταμάτησαν :	6	11,765%
Σταμάτησαν :	45	88,235%

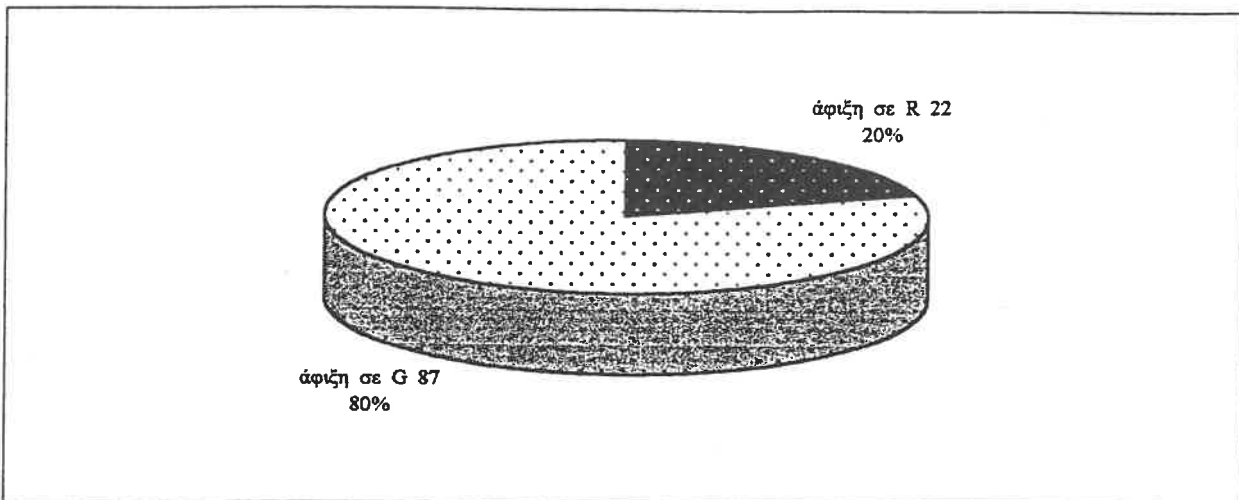
μέση τιμή Dt :	12,578	sec
τυπική απόκλιση σ :	3,265	sec
μέγιστη τιμή :	20	sec
ελάχιστη τιμή :	7	sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,954	sec
	11,624 < 12,578 < 13,532	

Γενικά παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση αυξάνει στη δεύτερη μέτρηση, όπου η κυκλοφορία δεν ήταν αυξημένη ξεπερνώντας το αντίστοιχο συνολικό ποσοστό.

Επίσης η διαφοροποίηση της μέσης τιμής του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, ανάμεσα στις διαφορετικές μετρήσεις στη στάση, είναι ανάλογη του μεγέθους της συνολικής κυκλοφορίας. Έτσι, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση στην πρώτη μέτρηση, η οποία αντιστοιχούσε σε περίοδο αιχμής είναι 17.1 δευτερόλεπτα, δηλαδή μεγαλύτερη από τη συνολική για τη στάση. Αντίθετα στη δεύτερη μέτρηση, η οποία αντιστοιχούσε σε περίοδο εκτός αιχμής η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι 12.6 δευτερόλεπτα, δηλαδή μικρότερη από τη συνολική για τη στάση.

Από τα 109 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 80% αυτών αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 20% αυτών αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 6.30 — Ποσοστά λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Παρατηρούμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη είναι λίγο μικρότερο από το συνολικό που φαίνεται στο σχήμα 6.36. Η περίοδος σηματοδότησης C ήταν 90 δευτερόλεπτα, ο λόγος G/C ήταν μεταξύ του 0.37 και του 0.5 και είναι διάφορος από το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (80%).

Στους πίνακες 6.49 και 6.50 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων στη στάση Σόνια, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

πίνακας 6.49 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>119</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>109</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>87</td> <td>79,817%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	119		Σταμάτησαν :	109		Άφιξη σε πράσινο :	87	79,817%																											
Σύνολο λεωφορείων :	119																																				
Σταμάτησαν :	109																																				
Άφιξη σε πράσινο :	87	79,817%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>15,080</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>5,507</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>32</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,157</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>13,923 < 15,080 <</td> <td>16,238</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	15,080	sec	τυπική απόκλιση σ :	5,507	sec	μέγιστη τιμή :	32	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,157	sec		13,923 < 15,080 <	16,238	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>23,586</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,765</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>44</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,052</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21,534 < 23,586 <</td> <td>25,638</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	23,586	sec	τυπική απόκλιση σ :	9,765	sec	μέγιστη τιμή :	44	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,052	sec		21,534 < 23,586 <	25,638
μέση τιμή Dt :	15,080	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	5,507	sec																																			
μέγιστη τιμή :	32	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,157	sec																																			
	13,923 < 15,080 <	16,238																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	23,586	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	9,765	sec																																			
μέγιστη τιμή :	44	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,052	sec																																			
	21,534 < 23,586 <	25,638																																			

πίνακας 6.50 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>119</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>109</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>22</td> <td>20,183%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	119		Σταμάτησαν :	109		Άφιξη σε κόκκινο :	22	20,183%																											
Σύνολο λεωφορείων :	119																																				
Σταμάτησαν :	109																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	22	20,183%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>15,955</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,839</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>46</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>4,111</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,843 < 15,955 <</td> <td>20,066</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	15,955	sec	τυπική απόκλιση σ :	9,839	sec	μέγιστη τιμή :	46	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	4,111	sec		11,843 < 15,955 <	20,066	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>30,864</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>12,710</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>5,311</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25,552 < 30,864 <</td> <td>36,175</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	30,864	sec	τυπική απόκλιση σ :	12,710	sec	μέγιστη τιμή :	56	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	5,311	sec		25,552 < 30,864 <	36,175
μέση τιμή Dt :	15,955	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	9,839	sec																																			
μέγιστη τιμή :	46	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	4,111	sec																																			
	11,843 < 15,955 <	20,066																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	30,864	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	12,710	sec																																			
μέγιστη τιμή :	56	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	5,311	sec																																			
	25,552 < 30,864 <	36,175																																			

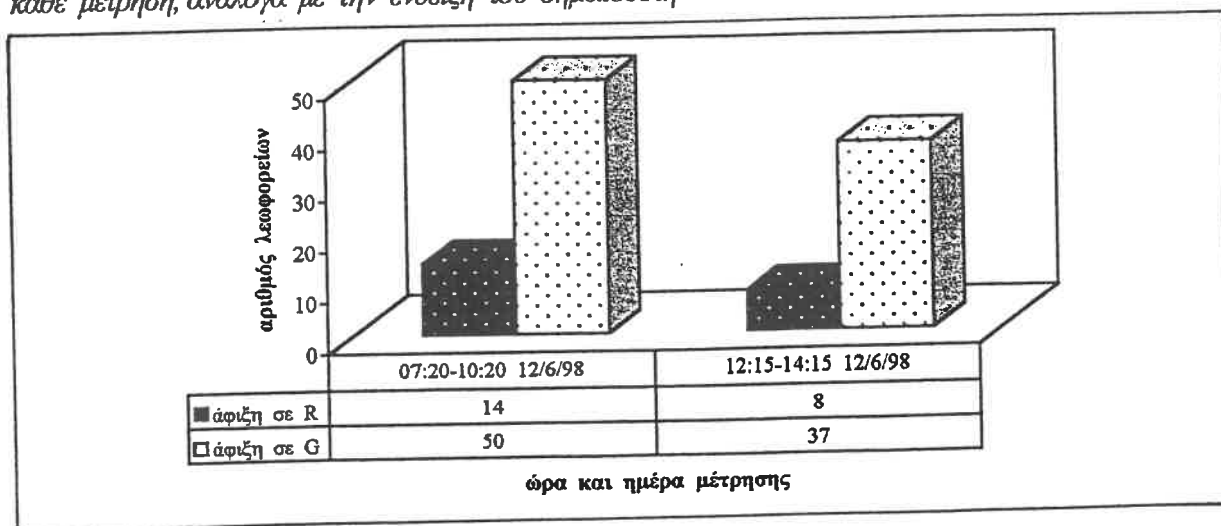
Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι μικρότερη μόνο κατά 0.9 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη συγκεκριμένη στάση προκύπτει για ένα λεωφορείο που αφίχθηκε σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, ενώ η ελάχιστη τιμή προκύπτει ίδια και στις δύο περιπτώσεις.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι 23.6 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών είναι μεγάλο, όπως και στη στάση Ιπποκράτους, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 44 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της πράσινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 45 δευτερόλεπτα.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι 30.9 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών είναι επίσης μεγάλο, ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 56 δευτερόλεπτα, ενώ η συνολική διάρκεια της κόκκινης ένδειξης φθάνει μέχρι και τα 57 δευτερόλεπτα.

Λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορετικότητα της κάθε μέτρησης προκύπτει το σχήμα 6.31, ανάλογα με το σχήμα 6.29.

σχήμα 6.31 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε μέτρηση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Επίσης προκύπτουν οι πίνακες 6.51 – 6.54, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή ήταν κόκκινη.

πίνακας 6.51 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά την 1^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>68</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>64</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>50</td> <td>78,125%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	68		Σταμάτησαν :	64		Άφιξη σε πράσινο :	50	78,125%																											
Σύνολο λεωφορείων :	68																																				
Σταμάτησαν :	64																																				
Άφιξη σε πράσινο :	50	78,125%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>16,860</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>6,155</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>32</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>9</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,706</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15,154 < 16,860 <</td> <td>18,566</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	16,860	sec	τυπική απόκλιση σ :	6,155	sec	μέγιστη τιμή :	32	sec	ελάχιστη τιμή :	9	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,706	sec		15,154 < 16,860 <	18,566	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>22,780</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>10,152</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>44</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,814</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>19,966 < 22,780 <</td> <td>25,594</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,780	sec	τυπική απόκλιση σ :	10,152	sec	μέγιστη τιμή :	44	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,814	sec		19,966 < 22,780 <	25,594
μέση τιμή Dt :	16,860	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	6,155	sec																																			
μέγιστη τιμή :	32	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	9	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,706	sec																																			
	15,154 < 16,860 <	18,566																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,780	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	10,152	sec																																			
μέγιστη τιμή :	44	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,814	sec																																			
	19,966 < 22,780 <	25,594																																			

πίνακας 6.52 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά την 1^η μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>68</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>64</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>14</td> <td>21,875%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	68		Σταμάτησαν :	64		Άφιξη σε κόκκινο :	14	21,875%																											
Σύνολο λεωφορείων :	68																																				
Σταμάτησαν :	64																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	14	21,875%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>18,143</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>11,641</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>46</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>8</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>6,098</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>12,045 < 18,143 <</td> <td>24,241</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	18,143	sec	τυπική απόκλιση σ :	11,641	sec	μέγιστη τιμή :	46	sec	ελάχιστη τιμή :	8	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	6,098	sec		12,045 < 18,143 <	24,241	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>28,643</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>15,320</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>8,025</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>20,618 < 28,643 <</td> <td>36,668</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	28,643	sec	τυπική απόκλιση σ :	15,320	sec	μέγιστη τιμή :	56	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	8,025	sec		20,618 < 28,643 <	36,668
μέση τιμή Dt :	18,143	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	11,641	sec																																			
μέγιστη τιμή :	46	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	8	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	6,098	sec																																			
	12,045 < 18,143 <	24,241																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	28,643	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	15,320	sec																																			
μέγιστη τιμή :	56	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	8,025	sec																																			
	20,618 < 28,643 <	36,668																																			

πίνακας 6.53 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, κατά τη 2^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15 – 14:15)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>45</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε πράσινο :</td> <td>37</td> <td>82,222%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	51		Σταμάτησαν :	45		Άφιξη σε πράσινο :	37	82,222%																											
Σύνολο λεωφορείων :	51																																				
Σταμάτησαν :	45																																				
Άφιξη σε πράσινο :	37	82,222%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>12,676</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>3,249</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>20</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,047</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>11,629 < 12,676 <</td> <td>13,723</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	12,676	sec	τυπική απόκλιση σ :	3,249	sec	μέγιστη τιμή :	20	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,047	sec		11,629 < 12,676 <	13,723	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>24,676</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>9,241</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>41</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>2</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,978</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21.698 < 24,676 <</td> <td>27,653</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	24,676	sec	τυπική απόκλιση σ :	9,241	sec	μέγιστη τιμή :	41	sec	ελάχιστη τιμή :	2	sec	διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,978	sec		21.698 < 24,676 <	27,653
μέση τιμή Dt :	12,676	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	3,249	sec																																			
μέγιστη τιμή :	20	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,047	sec																																			
	11,629 < 12,676 <	13,723																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	24,676	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	9,241	sec																																			
μέγιστη τιμή :	41	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	2	sec																																			
διάστ. εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,978	sec																																			
	21.698 < 24,676 <	27,653																																			

πίνακας 6.54 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, κατά τη 2^η μέτρηση (12/6/1998, 12:15 – 14:15)

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Άφιξη σε κόκκινο :</td> <td>8 17,778%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	51	Σταμάτησαν :	45	Άφιξη σε κόκκινο :	8 17,778%																														
Σύνολο λεωφορείων :	51																																				
Σταμάτησαν :	45																																				
Άφιξη σε κόκκινο :	8 17,778%																																				
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>12,125</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>3,523</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>18</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>7</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>2,441</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9,684 < 12,125 <</td> <td>14,566</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	12,125	sec	τυπική απόκλιση σ :	3,523	sec	μέγιστη τιμή :	18	sec	ελάχιστη τιμή :	7	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,441	sec		9,684 < 12,125 <	14,566	<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>34,750</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>4,652</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>44</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>29</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>3,224</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td></td> <td>31.526 < 34,750 <</td> <td>37,974</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	34,750	sec	τυπική απόκλιση σ :	4,652	sec	μέγιστη τιμή :	44	sec	ελάχιστη τιμή :	29	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,224	sec		31.526 < 34,750 <	37,974
μέση τιμή Dt :	12,125	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	3,523	sec																																			
μέγιστη τιμή :	18	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	7	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	2,441	sec																																			
	9,684 < 12,125 <	14,566																																			
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	34,750	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	4,652	sec																																			
μέγιστη τιμή :	44	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	29	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	3,224	sec																																			
	31.526 < 34,750 <	37,974																																			

Παρατηρούμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση από μέτρηση σε μέτρηση. Στην πρώτη μέτρηση, κατά την οποία καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία, το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι το 78.1 % του συνόλου των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση στη συγκεκριμένη μέτρηση. Στη δεύτερη μέτρηση, όπου καταγράψαμε μικρή κυκλοφορία το αντίστοιχο ποσοστό είναι μεγαλύτερο κατά 4%.

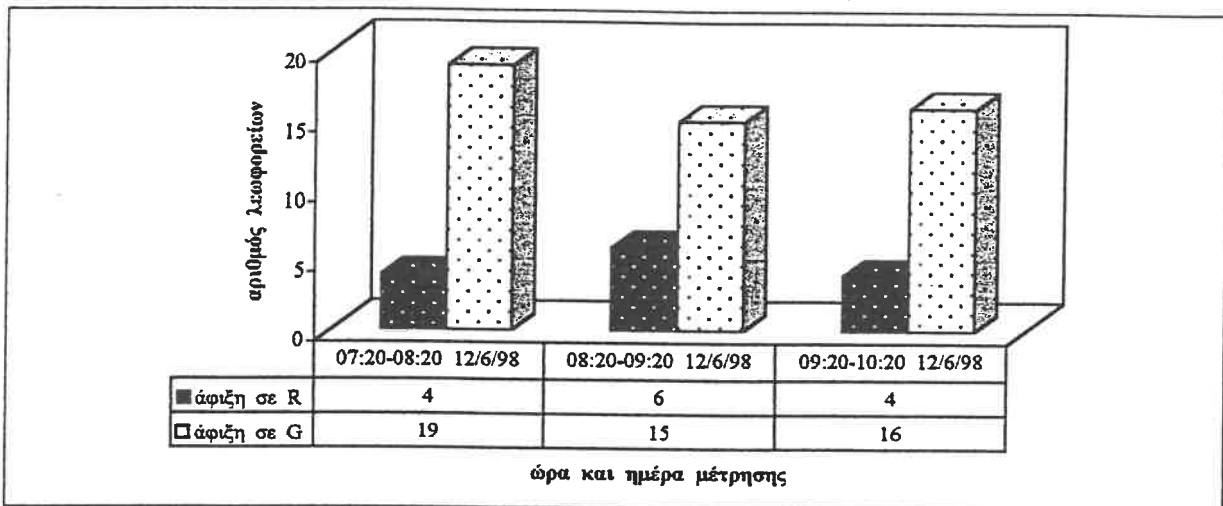
Επίσης παρατηρούμε ότι όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι μικρότερη κατά 1.3 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη και η κυκλοφορία ήταν μεγάλη (1^η μέτρηση) και περίπου ίση με τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη και η κυκλοφορία ήταν από μικρή ως μέση (2^η μέτρηση). Η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη συγκεκριμένη στάση καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη και η κυκλοφορία μεγάλη, ενώ η ελάχιστη τιμή του καταγράφηκε για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και η κυκλοφορία από μικρή ως μέση και για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη και η κυκλοφορία από μικρή ως μέση.

Τέλος, παρατηρούμε ότι και ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση είναι περισσότερος, όταν η

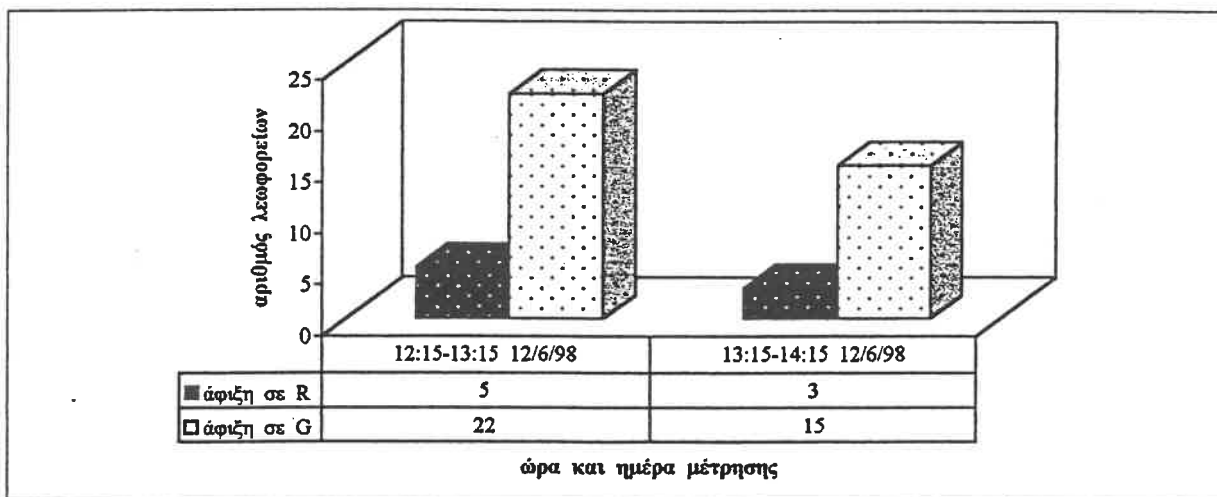
κυκλοφορία ήταν μικρή. Η μείωση του όμως όταν η κυκλοφορία αύξανε κυμαίνεται από 2 ως και 6 δευτερόλεπτα. Γενικά παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση είναι μεγαλύτερη από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση για την αντίστοιχη ένδειξη του σηματοδότη.

Στα επόμενα δύο σχήματα αναλύεται ξεχωριστά η κάθε μέτρηση στην κάθε ώρα. Το σχήμα 6.32 αναφέρεται στην πρώτη μέτρηση (12/6/98, αυξημένη κυκλοφορία) και το σχήμα 6.33 αναφέρεται στη δεύτερη μέτρηση (12/6/98, μικρή και μέση κυκλοφορία).

σχήμα 6.32 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε ώρα της 1^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



σχήμα 6.33 — Σύγκριση του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια σε κάθε ώρα της 2^{ης} μέτρησης, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

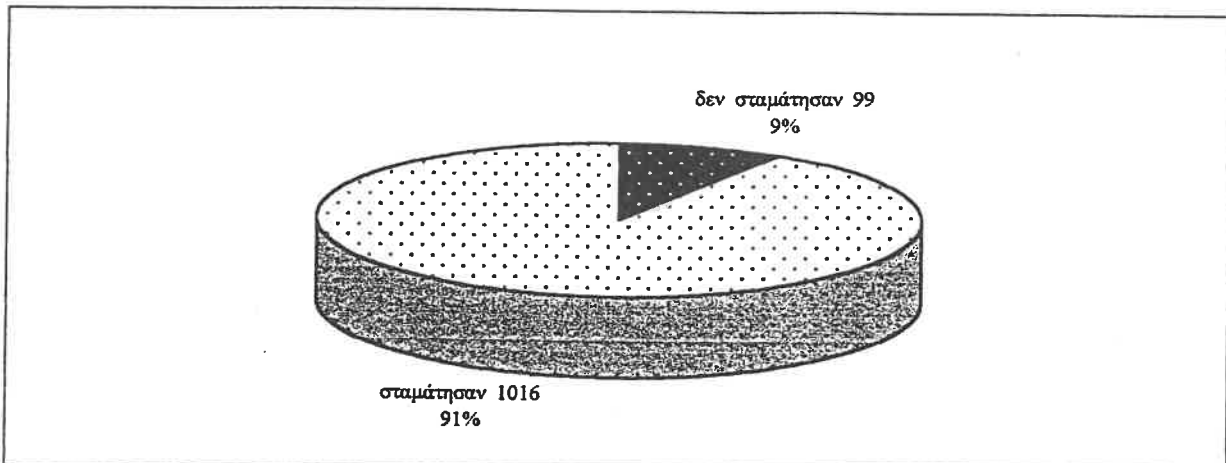


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, παρουσιάζει κάποιες διακυμάνσεις από ώρα σε ώρα. Στην πρώτη μέτρηση οι διακυμάνσεις αυτές δεν είναι τόσο έντονες όσο στη δεύτερη μέτρηση. Αντίθετα ο αριθμός των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, παραμένει γενικά σταθερός.

6.1.6 Γενικά στοιχεία και παρατηρήσεις για το σύνολο των μετρήσεων

Ο συνολικός αριθμός των λεωφορείων, τα οποία κατεγράφησαν ότι πέρασαν μπροστά από την κάθε στάση (αφίχθησαν σε αυτή) ήταν 1115 για το σύνολο των 38 ωρών μετρήσεων. Από αυτά τα 1016 σταμάτησαν στη στάση προκειμένου να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες, ενώ τα υπόλοιπα 99 δεν σταμάτησαν, γιατί κανένας επιβάτης δεν ήθελε να αποβιβαστεί στη συγκεκριμένη στάση ή κανένας επιβάτης δεν ήθελε να επιβιβαστεί στα συγκεκριμένα λεωφορεία. Η πρώτη αυτή παρατήρηση φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 6.34 — Συνολικά ποσοστά λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι σε κάθε στάση



Περιπτώσεις λεωφορείων κενών και express που δεν σταματούσαν σε κάποια στάση δεν τις καταγράψαμε, αν και τα λεωφορεία express σταματούσαν στις στάσεις που επιλέξαμε. Προφανώς ο μεγάλος αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν σε σχέση με αυτόν που δεν σταμάτησαν, στις στάσεις που πραγματοποιήσαμε τις μετρήσεις, αποτελούσε και πρόθεση μας κατά το σχεδιασμό των μετρήσεων. Αν δεν είχαμε σημαντικό αριθμό

λεωφορείων που να σταματούν στη στάση, τα οποιαδήποτε συμπεράσματα, στα οποία θα καταλήγαμε, θα ήταν ελλιπή.

Στον πίνακα 6.55 φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και τέλος το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95).

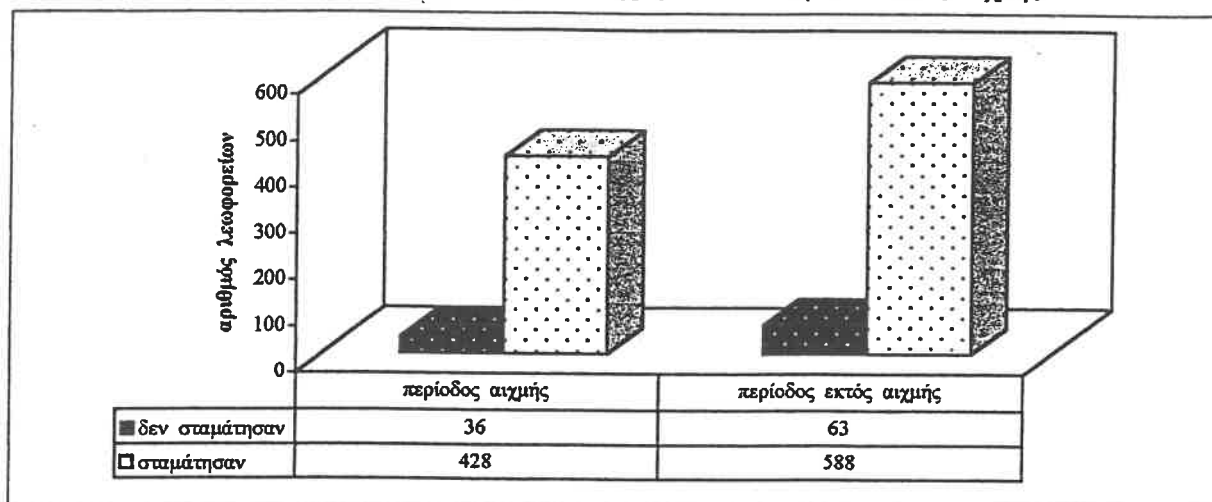
πίνακας 6.55 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων από όλες τις στάσεις

<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>1115</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>99</td> <td>8,879%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>1016</td> <td>91,121%</td> </tr> </tbody> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	1115		Δεν σταμάτησαν :	99	8,879%	Σταμάτησαν :	1016	91,121%
Σύνολο λεωφορείων :	1115									
Δεν σταμάτησαν :	99	8,879%								
Σταμάτησαν :	1016	91,121%								
μέση τιμή Dt :	15,887	sec								
τυπική απόκλιση σ :	7,727	sec								
μέγιστη τιμή :	65	sec								
ελάχιστη τιμή :	5	sec								
διαστ. εμπιστ. (μτ Dt) :	0,475	sec								
	15,412 < 15,828 < 16,362									

Παρατηρούμε ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση είναι περίπου 15.9 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών όμως που παρατηρήσαμε είναι μεγάλο και ξεκινά από 5 δευτερόλεπτα και φθάνει ως και τα 65 δευτερόλεπτα. Μπορούμε να κάνουμε, με βάση αυτές τις ακραίες τιμές, μια εκτίμηση για τις τιμές που μπορεί να λάβει ο χρόνος εκκένωσης t_c . Η ελάχιστη τιμή του θα πρέπει να είναι περίπου 3 δευτερόλεπτα, ενώ η μέγιστη τιμή θα πρέπει να ξεπερνάει τα 10 δευτερόλεπτα όχι όμως περισσότερο από τα 15 δευτερόλεπτα.

Οι μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκαν με βάση το διαχωρισμό που κάναμε σε τρία διαφορετικά επίπεδα παρεχόμενης εξυπηρέτησης ανάλογα με τη συνολική κυκλοφορία και την επιβατική κίνηση. Έτσι, τα δύο πρώτα επίπεδα καλύπτουν περίοδο εκτός αιχμής και το τρίτο επίπεδο περίοδο αιχμής. Στο σχήμα 6.35, της επόμενης σελίδας, βλέπουμε τον αριθμό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση σε περίοδο εκτός αιχμής και σε περίοδο αιχμής.

σχήμα 6.35 — Σύγκριση του συνολικού, από όλες τις στάσεις, αριθμού των λεωφορείων που σταμάτησαν ή όχι στην κάθε στάση σε περίοδο αιχμής και σε περίοδο εκτός αιχμής

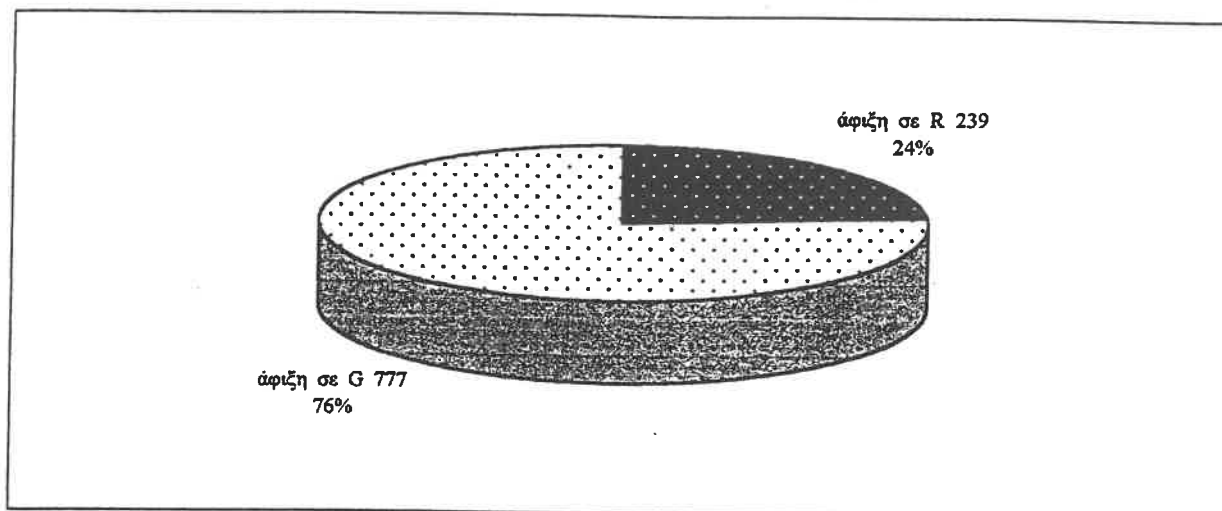


Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα ποσοστά των λεωφορείων που σταμάτησαν και των λεωφορείων που δεν σταμάτησαν στη στάση είναι περίπου ίδια, τόσο σε περίοδο αιχμής (92 % και 8 %) όσο και σε περίοδο εκτός αιχμής (90 % και 10 %). Τα ποσοστά αυτά προφανώς διαφοροποιούνται σημαντικά μετά τις 19:00, αφού με βάση το διάγραμμα της ωριαίας επιβατικής κίνησης, η μείωση στη ζήτηση για μετακίνηση με ΜΜΜ μειώνεται σημαντικά. Το συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε είναι ότι η επιβατική κίνηση είναι μεγάλη στο κυριότερο διάστημα της ημέρας, ανεξάρτητα από το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία.

Η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση σε περίοδο αιχμής προκύπτει 17.9 δευτερόλεπτα, με μέγιστη τιμή τα 65 δευτερόλεπτα και ελάχιστη τιμή τα 5 δευτερόλεπτα, ενώ η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση σε περίοδο εκτός αιχμής προκύπτει 14.4 δευτερόλεπτα, με μέγιστη τιμή τα 53 δευτερόλεπτα και ελάχιστη τιμή επίσης τα 5 δευτερόλεπτα.

Από τα 1016 λεωφορεία, τα οποία σταμάτησαν στην κάθε στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες, το 76 % αυτών αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (G) και το υπόλοιπο 24 % αυτών αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (R), όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.36 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 6.36 — Συνολικά ποσοστά λεωφορείων που αφίχθησαν στην κάθε στάση, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Η διαφορά ανάμεσα στα δύο ποσοστά οφείλεται στο ότι γενικά η πράσινη ένδειξη διαρκούσε περισσότερο από την κόκκινη ένδειξη και στο ότι λόγω της συντονισμένης σηματοδότησης το κάθε λεωφορείο είχε τη δυνατότητα να διανύσει κάποιο διάστημα ακόμα και αν σταματούσε σε κάποια στάση για να εξυπηρετήσει επιβάτες. Ιδιαίτερα έντονη είναι η διαφορά ανάμεσα στα δύο ποσοστά όταν η περίοδος σηματοδότησης ήταν 120 δευτερόλεπτα, αντί για 90 δευτερόλεπτα.

Στους πίνακες 6.56 και 6.57, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα γενικά στοιχεία για το σύνολο των μετρήσεων, ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη.

Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95), το χρόνο που απομένει για το τέλος της ένδειξης μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση ($Y_{\text{π. ένδ.}}$) και την τυπική απόκλιση σ με βάση το δείγμα, τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή του και τέλος το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης της μέσης τιμής για επίπεδο σημαντικότητας επίσης $\alpha = 0.05$ (ή βαθμό εμπιστοσύνης 0.95). Ακόμα μπορούμε να δούμε πόσα από τα λεωφορεία σταμάτησαν και δεν σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και αντίστοιχα όταν ήταν κόκκινη.

πίνακας 6.56 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων, από όλες τις στάσεις, που αφίχθησαν στην κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>861</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>84</td> <td>9,756%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>777</td> <td>90,244%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	861		Δεν σταμάτησαν :	84	9,756%	Σταμάτησαν :	777	90,244%																											
Σύνολο λεωφορείων :	861																																				
Δεν σταμάτησαν :	84	9,756%																																			
Σταμάτησαν :	777	90,244%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>15,440</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>7,416</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>0,521</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">14,919 < 15,440 < 15,962</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	15,440	sec	τυπική απόκλιση σ :	7,416	sec	μέγιστη τιμή :	56	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,521	sec	14,919 < 15,440 < 15,962			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>27,883</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>19,668</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>99</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>1,383</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">26,500 < 27,883 < 29,266</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	27,883	sec	τυπική απόκλιση σ :	19,668	sec	μέγιστη τιμή :	99	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,383	sec	26,500 < 27,883 < 29,266		
μέση τιμή Dt :	15,440	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	7,416	sec																																			
μέγιστη τιμή :	56	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	0,521	sec																																			
14,919 < 15,440 < 15,962																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	27,883	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	19,668	sec																																			
μέγιστη τιμή :	99	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	1,383	sec																																			
26,500 < 27,883 < 29,266																																					

πίνακας 6.57 — Γενικά στοιχεία για το σύνολο των λεωφορείων, από όλες τις στάσεις, που αφίχθησαν στην κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

<table border="1"> <tr> <td>Σύνολο λεωφορείων :</td> <td>254</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Δεν σταμάτησαν :</td> <td>15</td> <td>5,906%</td> </tr> <tr> <td>Σταμάτησαν :</td> <td>239</td> <td>94,094%</td> </tr> </table>		Σύνολο λεωφορείων :	254		Δεν σταμάτησαν :	15	5,906%	Σταμάτησαν :	239	94,094%																											
Σύνολο λεωφορείων :	254																																				
Δεν σταμάτησαν :	15	5,906%																																			
Σταμάτησαν :	239	94,094%																																			
<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Dt :</td> <td>17,339</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>8,517</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>65</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>5</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):</td> <td>1,080</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">16,259 < 17,339 < 18,419</td> </tr> </table>	μέση τιμή Dt :	17,339	sec	τυπική απόκλιση σ :	8,517	sec	μέγιστη τιμή :	65	sec	ελάχιστη τιμή :	5	sec	διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,080	sec	16,259 < 17,339 < 18,419			<table border="1"> <tr> <td>μέση τιμή Υπ.ενδ. :</td> <td>22,021</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>τυπική απόκλιση σ :</td> <td>10,933</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>μέγιστη τιμή :</td> <td>56</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>ελάχιστη τιμή :</td> <td>1</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td>διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):</td> <td>2,494</td> <td>sec</td> </tr> <tr> <td colspan="3">19,527 < 22,021 < 24,514</td> </tr> </table>	μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,021	sec	τυπική απόκλιση σ :	10,933	sec	μέγιστη τιμή :	56	sec	ελάχιστη τιμή :	1	sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,494	sec	19,527 < 22,021 < 24,514		
μέση τιμή Dt :	17,339	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	8,517	sec																																			
μέγιστη τιμή :	65	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	5	sec																																			
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt):	1,080	sec																																			
16,259 < 17,339 < 18,419																																					
μέση τιμή Υπ.ενδ. :	22,021	sec																																			
τυπική απόκλιση σ :	10,933	sec																																			
μέγιστη τιμή :	56	sec																																			
ελάχιστη τιμή :	1	sec																																			
διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.):	2,494	sec																																			
19,527 < 22,021 < 24,514																																					

Η πρώτη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι μικρότερη κατά 1.9 δευτερόλεπτα από τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε επίσης ότι το ποσοστό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, είναι κατά 4 % μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτή, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Ένας άλλος λόγος, για τον οποίο υπάρχει διαφορά στη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου σε αυτή, είναι ότι ο οδηγός του

λεωφορείου βλέποντας ότι η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη μειώνει ταχύτητα και έτσι είναι δυνατό περισσότεροι επιβάτες να προλάβουν το λεωφορείο. Παράλληλα όμως διαπιστώνουμε ότι η μέγιστη τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προκύπτει όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, το οποίο οφείλεται μάλλον σε τυχαίο γεγονός.

Στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης είναι περίπου 28 δευτερόλεπτα. Όμως το εύρος τιμών είναι πολύ μεγάλο και ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 99 δευτερόλεπτα. Η τιμή που παίρνει ο χρόνος αυτός εξαρτάται από τον τρόπο που πραγματοποιείται η άφιξη των λεωφορείων στη στάση και από τη διάρκεια που έχει η πράσινη ένδειξη. Έτσι, στην περίπτωση που η περίοδος της σηματοδότησης διαρκούσε 90 δευτερόλεπτα η πράσινη ένδειξη είχε διάρκεια από 33 ως και 56 δευτερόλεπτα, ενώ όταν η περίοδος σηματοδότησης διαρκούσε 120 δευτερόλεπτα η πράσινη ένδειξη είχε διάρκεια από 92 ως και 100 δευτερόλεπτα. Με βάση αυτήν την παρατήρηση προκύπτουν οι πίνακες 6.58 και 6.59.

πίνακας 6.58 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 90 δευτερόλεπτα

μέση τιμή Dt : 15,838 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. : 21,661 sec
τυπική απόκλιση σ : 7,528 sec	τυπική απόκλιση σ : 11,924 sec
μέγιστη τιμή : 56 sec	μέγιστη τιμή : 54 sec
ελάχιστη τιμή : 5 sec	ελάχιστη τιμή : 1 sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt): 0,626 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.): 0,992 sec
15,212 < 15,838 < 16,464	20,669 < 21,661 < 22,653

πίνακας 6.59 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 120 δευτερόλεπτα

μέση τιμή Dt : 14,446 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. : 43,437 sec
τυπική απόκλιση σ : 7,046 sec	τυπική απόκλιση σ : 25,723 sec
μέγιστη τιμή : 52 sec	μέγιστη τιμή : 99 sec
ελάχιστη τιμή : 5 sec	ελάχιστη τιμή : 1 sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt): 0,927 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.): 3,384 sec
13,519 < 14,446 < 15,373	40,053 < 43,437 < 46,821

Διαπιστώνουμε ότι η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης, όταν η περίοδος σηματοδότησης ήταν 90 δευτερόλεπτα, είναι 21.6 δευτερόλεπτα, ενώ όταν η περίοδος σηματοδότησης ήταν 120 δευτερόλεπτα είναι 43.4 δευτερόλεπτα. Βλέπουμε όμως ότι και πάλι η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή είναι σημαντική.

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στην περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, όπου η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης είναι περίπου 22 δευτερόλεπτα. Όμως το εύρος τιμών είναι αρκετά μεγάλο και ξεκινά από το 1 δευτερόλεπτο και φθάνει τα 56 δευτερόλεπτα. Η τιμή που λαμβάνει ο χρόνος αυτός εξαρτάται επίσης και από τον τρόπο που πραγματοποιείται η άφιξη των λεωφορείων στη στάση και από τη διάρκεια που έχει η κόκκινη ένδειξη. Έτσι, στην περίπτωση που η περίοδος της σηματοδότησης διαρκούσε 90 δευτερόλεπτα η κόκκινη ένδειξη είχε διάρκεια από 34 ως και 57 δευτερόλεπτα, ενώ όταν η περίοδος σηματοδότησης διαρκούσε 120 δευτερόλεπτα η κόκκινη ένδειξη είχε διάρκεια από 20 ως και 28 δευτερόλεπτα. Με βάση αυτήν την παρατήρηση προκύπτουν οι πίνακες 6.60 και 6.61.

πίνακας 6.60 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 90 δευτερόλεπτα

μέση τιμή Dt : 17,130 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. : 23,715 sec
τυπική απόκλιση σ : 8,256 sec	τυπική απόκλιση σ : 10,794 sec
μέγιστη τιμή : 46 sec	μέγιστη τιμή : 56 sec
ελάχιστη τιμή : 5 sec	ελάχιστη τιμή : 1 sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt): 1,144 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.): 1,496 sec
15,986 < 17,130 < 18,274	22,219 < 23,715 < 25,211

πίνακας 6.61 — Γενικά στοιχεία για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη για περίοδο σηματοδότησης ίση με 120 δευτερόλεπτα

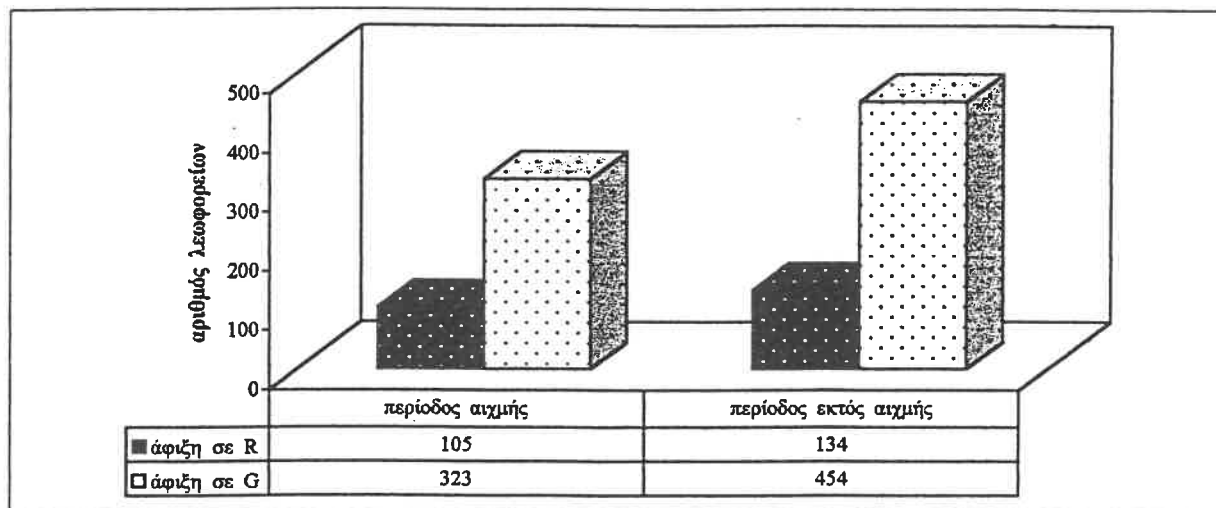
μέση τιμή Dt : 16,872 sec	μέση τιμή Υπ.ενδ. : 13,333 sec
τυπική απόκλιση σ : 6,420 sec	τυπική απόκλιση σ : 6,772 sec
μέγιστη τιμή : 32 sec	μέγιστη τιμή : 27 sec
ελάχιστη τιμή : 8 sec	ελάχιστη τιμή : 1 sec
διαστ. εμπιστ.(μτ Dt): 2,015 sec	διάστ.εμπιστ.(μτ Υπ.): 2,125 sec
14,857 < 16,872 < 18,887	11,208 < 13,333 < 15,459

Διαπιστώνουμε ότι η μέση τιμή του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης, όταν η περίοδος σηματοδότησης ήταν 90 δευτερόλεπτα, είναι 23.7 δευτερόλεπτα, ενώ όταν η περίοδος σηματοδότησης ήταν 120 δευτερόλεπτα είναι 13.3 δευτερόλεπτα. Βλέπουμε όμως ότι και πάλι η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή είναι σημαντική.

Αντίστοιχες διαφοροποιήσεις δεν υπάρχουν για το συνολικό χρόνο παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση. Οι όποιες διαφοροποιήσεις φαίνονται στους πίνακες 6.58, 6.59, 6.60 και 6.61 οφείλονται στο διαφορετικό αριθμό λεωφορείων που κατεγράφησαν σε κάθε περίπτωση, όποτε και δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη.

Ανάλογα με τον τρόπο που προέκυψε το σχήμα 6.35 προκύπτει και το σχήμα 6.37. Στο σχήμα αυτό βλέπουμε τους αριθμούς των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και όταν ήταν κόκκινη σε περίοδο αιχμής και σε περίοδο εκτός αιχμής.

σχήμα 6.37 — Σύγκριση του συνολικού, από όλες τις στάσεις, αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στην κάθε στάση σε περίοδο αιχμής και εκτός αιχμής, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη



Διαπιστώνουμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθηκαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη σε περίοδο αιχμής, είναι 75 % και σε περίοδο εκτός αιχμής είναι 77 %. Η μικρή αυτή έστω διαφορά, ενδεχομένως, οφείλεται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά που επικρατούσαν στην κάθε οδό που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ανάμεσα στη περίοδο αιχμής και εκτός αιχμής και στις αλλαγές των προγραμμάτων σηματοδότησης από περίοδο σε περίοδο, όπως για παράδειγμα η αύξηση της διάρκειας της πράσινης ένδειξης όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη. Γενικά όμως φαίνεται ότι η κατάσταση

δεν διαφοροποιούταν σημαντικά, είτε η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (3^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης), είτε όχι (1^ο και 2^ο επίπεδο παρεχόμενης εξυπηρέτησης).

Επίσης σε κάποιες περιπτώσεις στάσεων παρατηρούμε μια αναλογία του αριθμού των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, σε σχέση με το λόγο της πράσινης ένδειξης προς την περίοδο σηματοδότησης, δηλαδή το λόγο G/C . Έτσι, συγκρίνουμε το συνολικό ποσοστό, αφού το μετατρέψουμε σε λόγο, των λεωφορείων που αφίχθησαν σε κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη με τη μέση τιμή του λόγου G/C , όπως φαίνεται στον πίνακα 6.62. Προφανώς αντίστοιχα μπορούμε να συγκρίνουμε το συνολικό ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν σε κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη με τη μέση τιμή του λόγου R/C .

πίνακας 6.62 — Σύγκριση του συνολικού ποσοστού των λεωφορείων που αφίχθησαν σε κάθε στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (κόκκινη) με τη μέση τιμή του λόγου G/C (R/C)

Στάση	Ποσοστό λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση σε πράσινο	G/C	Ποσοστό λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση σε κόκκινο	R/C
Ζέρβα	0.569	0.611	0.431	0.389
Ιπποκράτους	0.889	0.571	0.111	0.429
3 ^η Χολαργού	0.904	0.82	0.096	0.18
5 ^η Χολαργού	0.783	0.767	0.217	0.233
Σόνια	0.798	0.478	0.202	0.522

Παρατηρούμε ότι στις στάσεις Ζέρβα, 3^η Χολαργού και 5^η Χολαργού οι δύο τιμές είναι κοντά σχετικά, ενώ στις στάσεις Ιπποκράτους και Σόνια τα ποσοστά των λεωφορείων είναι 1.56 στην πρώτη και 1.67 στη δεύτερη, φορές μεγαλύτερα από το λόγο G/C . Στις στάσεις, δηλαδή που ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση βρίσκεται μακριά, οι δύο τιμές είναι κοντά, ενώ στην περίπτωση που ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση βρίσκεται κοντά ή η στάση βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου, οι δύο τιμές διαφέρουν κατά μία ποσότητα που μπορούμε να τη θεωρήσουμε περίπου ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Επίσης στις στάσεις Ιπποκράτους και Σόνια ο λόγος G/C είναι μικρότερος από το 0.6, δηλαδή οι διάρκειες της κόκκινης ένδειξης είναι αρκετά μεγάλη. Θα πρέπει όμως να πούμε ότι το μέγεθος των στοιχείων είναι πολύ μικρό για να καταλήξουμε με ασφάλεια σε ενός τέτοιου είδους

συμπέρασμα, ενώ είναι ουσιαστικής σημασίας η διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης καθώς και οι διάρκειές των επί μέρους ενδείξεων .

Συμπερασματικά μπορούμε να αναφέρουμε ότι ο αριθμός των λεωφορείων που σταμάτησαν συνολικά σε όλες τις στάσεις είναι σημαντικός και σε συνδυασμό με τα στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων, που παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο, δείχνει ότι η ζήτηση για μετακίνηση με τα λεωφορεία είναι υψηλή, τόσο σε περιόδους αιχμής όσο και σε περιόδους εκτός αιχμής . Ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση είναι γενικά μεγαλύτερος όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη, παρά όταν συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη, ενώ παράλληλα το εύρος των τιμών που μπορεί να λάβει είναι αρκετά μεγάλο . Επίσης ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση είναι μεγαλύτερος όταν η συνολική κυκλοφορία είναι αυξημένη, το οποίο είναι απόλυτα λογικό .

Ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία κάποιο λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι γενικά περισσότερος όταν η κυκλοφορία είναι μικρή . Ανάλογα όμως με τη θέση της στάσης σε σχέση με το σηματοδότη και το πόσο αυξημένη είναι η κυκλοφορία είναι δυνατό να υπάρχουν διαφοροποιήσεις , όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της στάσης 3^η Χολαργού .

Το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν στην κάθε στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη ή όταν είναι κόκκινη, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες :

- Τη θέση της στάσης σε σχέση με τη διασταύρωση (πριν, μετά ή μακριά),
- Την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης (μακριά ή κοντά)
- Την περίοδο της σηματοδότησης σε συνδυασμό με τις διάρκειες των επί μέρους ενδείξεων .

Από τους ίδιους παράγοντες εξαρτάται και ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά την οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση .

Τέλος , σε κάποιες περιπτώσεις στάσεων διαπιστώσαμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, συμπίπτει με το λόγο G/C . Στις υπόλοιπες περιπτώσεις στάσεων και συγκεκριμένα αυτές που ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση βρίσκεται κοντά, ο λόγος G/C ήταν κατά κάποια ποσότητα μικρότερος από το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτές όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη .

6.2 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΗ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ

6.2.1 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ζέρβα

Στη στήλη 29 των πινάκων επεξεργασίας 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται έντεκα παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου που σταμάτησε στη συγκεκριμένη στάση. Ανάλογα με την κάθε μέτρηση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη, προκύπτει ο πίνακας 6.63, όπου η αναλυτική σημασία του κάθε γράμματος ή αριθμού περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.1.

πίνακας 6.63 — Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ζέρβα

Άφιξη λεωφορείου στη στάση Ζέρβα σε πράσινη ένδειξη του σηματοδότη													
Π	ΔΠ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	β						
92	97	29	68	87	10	0	0	0	20	17	2	0	0
Άφιξη λεωφορείου στη στάση Ζέρβα σε κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη													
Πρ	ΔΠρ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	β						
90	53	/	/	58	25	0	6	0	12	13	/	1	0

Παρατηρούμε ότι το 49% των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη, ήταν πράσινη πρόλαβαν (Π) να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες και να διασχίσει τον κόμβο, ενώ το υπόλοιπο 51% δεν πρόλαβαν (ΔΠ) και περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη. Η βασική αιτία, για την οποία δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία, ήταν σε ποσοστό 70% ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ήταν μικρότερος από το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση (2) και σε ποσοστό 30% ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκούσε για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (1) και πιο συγκεκριμένα ο χρόνος αυτός ήταν λιγότερος από 3 δευτερόλεπτα. Επίσης σημαντικό στοιχείο είναι ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το χρόνο

που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ($Dt / Y_{π. \text{ ένδ.}}$). Γενικά όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 0.9 το λεωφορείο προλάβαινε να διασχίσει τη διασταύρωση με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν προλάβαινε.

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη το 63 % των λεωφορείων περίμεναν (Πρ) λίγο χρόνο μέχρι η ένδειξη του σηματοδότη να γίνει ξανά πράσινη, ενώ το υπόλοιπο 37 % χρειάστηκαν και τμήμα της πράσινης ένδειξης για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες (ΔΠρ). Γενικά όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 1 το λεωφορείο περίμενε τη νέα πράσινη για να διασχίσει τη διασταύρωση, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν περίμενε.

Επιπλέον στοιχεία, τα οποία πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι το 77.5 % των λεωφορείων που περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη διένυσαν την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (α) και το υπόλοιπο 22 % περίμεναν μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο (β). Μόνο 1 λεωφορείο από αυτά που περίμεναν μπροστά στη στάση είχε αφήσει ανοικτές τις πόρτες του (η), ενώ επίσης μόνο 2 λεωφορείο παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη (ζ).

Τέλος, το 19 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθεί στη στάση (δ) ή αναγκάστηκαν να πραγματοποιήσουν κάποιοιον ελιγμό (ϵ). Θεωρητικά το ποσοστό αυτό θα έπρεπε να ήταν πάρα πολύ μικρό, αφού στο συγκεκριμένο σημείο υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, όμως διαπιστώνουμε ότι οι παραβιάσεις ήταν αρκετές και ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (2^η μέτρηση). Το πολύ μικρό ποσοστό θα έπρεπε να οφείλεται μόνο σε κάποια από τα οχήματα που ήθελαν να στρίψουν δεξιά. Τα περισσότερα από τα οχήματα, τα οποία παραβίασαν την αποκλειστική λωρίδα εμποδίζοντας την ομαλή κίνηση των λεωφορείων, ήταν ταξί που σταματούσαν για να επιβιβάσουν και να αποβιβάσουν επιβάτες.

Στη στήλη 28 των πινάκων επεξεργασίας υπολογίζουμε προσεγγιστικά το χρόνο που χάνει ένα λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση. Ο τρόπος υπολογισμού του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γινόταν όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και περιγράφηκε στην παράγραφο 5.1.

Στον πίνακα 6.64, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 16.7 δευτερόλεπτα και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που

αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα ήταν 5564 δευτερόλεπτα. Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 64 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

πίνακας 6.64 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα

μέση τιμή :	16,759	sec
τυπική απόκλιση σ :	16,950	sec
μέγιστη τιμή :	64	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,823	sec
	14,936 < 16,759 < 18,582	
άθροισμα :	5564	sec

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

πίνακας 6.65 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Άφιξη σε πράσινο		Άφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	26,794 sec	μέση τιμή :	3,497 sec
τυπική απόκλιση σ :	15,663 sec	τυπική απόκλιση σ :	5,807 sec
μέγιστη τιμή :	64 sec	μέγιστη τιμή :	33 sec
ελάχιστη τιμή :	5 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,233 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	0,952 sec
	24,561 < 26,794 < 29,027		2,545 < 3,497 < 4,448
άθροισμα :	5064 sec	άθροισμα :	500 sec

Διαπιστώνουμε είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και μάλιστα ο χρόνος αυτός είναι 10 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Από τη μία βέβαια τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ήταν περισσότερα και έχασαν χρόνο από την κίνηση τους, γιατί αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, αλλά και από την άλλη το 51 % από αυτά δεν πρόλαβαν να διασχίσει τον κόμβο. Αντίθετα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η

ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, έχασαν χρόνο μόνο στην περίπτωση που χρειάστηκαν και τμήμα από την πράσινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (2^η μέτρηση) ο χαμένος χρόνος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή του, ενώ η μικρότερη τιμή του προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (1^η μέτρηση), όπως φαίνεται και στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 6.66 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Ζέρβα

Μέτρηση	Χαμένος χρόνος (δευτερόλεπτα)
1 ^η (7/6/98, 11:40 – 14:40)	1229
2 ^η (10/6/98, 07:15 – 10:15)	2317
3 ^η (10/6/98, 11:30 – 14:30)	2018

Από τη στιγμή που υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία ο χρόνος που αυτά σταματούν στη στάση, ιδιαίτερα όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, δεν μεταφέρεται στα υπόλοιπα οχήματα αφού αυτά θεωρητικά απαγορεύεται να χρησιμοποιήσουν τη συγκεκριμένη λωρίδα. Από τη στιγμή όμως που παραβιάζουν το συγκεκριμένο μέτρο χάνουν κάποιο χρόνο από την κίνηση τους και σε πολλές περιπτώσεις πραγματοποιούν επικίνδυνους ελιγμούς ή ακόμα εμποδίζουν και τα λεωφορεία να σταματήσουν στη στάση.

Ένα ακόμα στοιχείο, το οποίο καταγράψαμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν η πληρότητα του κάθε λεωφορείου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε μια καθαρά περιγραφική κλίμακα που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα για κάθε μέτρηση ξεχωριστά.

πίνακας 6.67 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ζέρβα

Μέτρηση	Λ	Μ	Γ
1 ^η (7/6/98, 11:40 – 14:40)	68	12	3
2 ^η (10/6/98, 07:15 – 10:15)	21	46	60
3 ^η (10/6/98, 11:30 – 14:30)	49	41	32
Συνολικά	138	99	95

Καταρχήν μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία έχουμε αντίστοιχα μεγάλο αριθμό λεωφορείων που είναι γεμάτα (Γ), μισογεμάτα (Μ) και λιγότερο γεμάτα (Λ). Με βάση και την παράγραφο 6.1.1

διαπιστώνουμε ότι όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των γεμάτων λεωφορείων που καταγράφηκε σε μία μέτρηση τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση. Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός από τα γεμάτα λεωφορεία είχε τόσοσ πολλούς επιβάτες, έτσι ώστε η επιβίβαση και η αποβίβαση γίνονταν πολύ δύσκολα και κάποιος, μικρός όμως, αριθμός επιβατών αναγκαζόταν να περιμένει το επόμενο λεωφορείο.

Το 41.6 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είχαν μικρή πληρότητα (Λ) ήταν το αυτών, το 29.8 % αυτών είχαν μέση πληρότητα (Μ) και το υπόλοιπο 28.6 % ήταν γεμάτα (Γ). Σε περίοδο αιχμής (2^η μέτρηση) το 47.2 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα, ενώ σε περίοδο εκτός αιχμής (1^η και 3^η μέτρηση) μόνο το 17 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα.

6.2.2 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ιπποκράτους

Στη στήλη 29 των πινάκων επεξεργασίας 5.3 και 5.4 παρουσιάζονται έντεκα παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου που σταμάτησε στη συγκεκριμένη στάση. Ανάλογα με την κάθε μέτρηση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.68, όπου η αναλυτική σημασία του κάθε γράμματος η αριθμού περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.2.

πίνακας 6.68 — Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Ιπποκράτους

Άφιξη λεωφορείου στη στάση Ιπποκράτους σε πράσινη ένδειξη του σηματοδότη													
Η	ΔΠ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	β						
179	100	13	87	87	/	/	3	5	11	11	6	4	6
Άφιξη λεωφορείου στη στάση Ιπποκράτους σε κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη													
Πρ	ΔΠρ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	β						
29	6	/	/	24	/	/	3	0	10	3	/	2	0

Παρατηρούμε ότι το 64 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, πρόλαβαν (Π) να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες και να διασχίσει τον κόμβο, ενώ το υπόλοιπο 36 % δεν πρόλαβαν (ΔΠ) και περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη. Η βασική αιτία, για την οποία δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία, ήταν σε ποσοστό 87 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ήταν μικρότερος από το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση (2) και σε ποσοστό 13 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκούσε για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (1), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις ο κόμβος ήταν κατελιμμένος από οχήματα (γ). Επίσης σημαντικό στοιχείο είναι ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ($Dt / Yπ. ένδ.$). Γενικά όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 0.86 το λεωφορείο προλάβαινε να διασχίσει τη διασταύρωση με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν προλάβαινε.

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη το 83 % των λεωφορείων περίμεναν (Πρ) λίγο χρόνο μέχρι η ένδειξη του σηματοδότη να γίνει ξανά πράσινη, ενώ το υπόλοιπο 17 % των λεωφορείων χρειάστηκαν και τμήμα της πράσινης ένδειξης για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες (ΔΠρ). Γενικά όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 1 το λεωφορείο περίμενε τη νέα πράσινη για να διασχίσει τη διασταύρωση, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν περίμενε.

Οι σημαντικές διαφορές σε σχέση με τη στάση Ζέρβα οφείλονται κυρίως στο ότι ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και στο ότι η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι αρκετά μικρότερη. Επίσης παρατηρήθηκε ότι σε κάποιες περιπτώσεις (5) ορισμένα οχήματα που έστριβαν από την οδό Ασκληπιού αριστερά στην Λεωφόρο Αλεξάνδρας με κατεύθυνση προς το κέντρο, έκλειναν τον κόμβο λόγω της γενικά αυξημένης κυκλοφορίας ή και κάποιου τυχαίου γεγονότος (ένα όχημα χάλασε πάνω στη διασταύρωση).

Επιπλέον στοιχεία, τα οποία πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι το 86 % των λεωφορείων που περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη διένυσαν τη, μικρή έστω, απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (α), το 9.3 % περίμεναν μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελιμμένο (β ή η) και το υπόλοιπο 4.7 % χρησιμοποίησε και τμήμα της επόμενης πράσινης ένδειξης. Το 67 % από αυτά που περίμεναν

μπροστά στη στάση είχε αφήσει ανοικτές τις πόρτες του (η), ενώ το υπόλοιπο 33 % όχι. Το 3.4 % των λεωφορείων, τα οποία αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο, παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη (ζ).

Τέλος, το 11 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθεί στη στάση (δ) ή αναγκάστηκαν να πραγματοποιήσουν κάποιον ελιγμό (ε). Στη συγκεκριμένη στάση δεν υπήρχε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, οπότε και ήταν αναμενόμενο να εμφανιστεί αυτό το φαινόμενο. Όμως το ποσοστό των λεωφορείων, των οποίων εμποδίστηκαν η κίνηση, είναι μικρότερο από εκείνο της στάσης Ζέρβα, παρόλο που δεν υπάρχει αποκλειστική λωρίδα λεωφορείων. Τα οχήματα που εμπόδιζαν την κίνηση των λεωφορείων ήταν τα ταξί και τα φορτηγά που σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για εξυπηρετήσουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα. Σημαντικός επίσης ήταν ο αριθμός των ελιγμών, από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο, τη στιγμή που αυτό σταματούσε στη στάση. Οι ελιγμοί αυτοί, ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη, ήταν πολύ επικίνδυνοι κυρίως για τις μοτοσυκλέτες.

Στη στήλη 28 των πινάκων επεξεργασίας υπολογίζουμε προσεγγιστικά το χρόνο που χάνει ένα λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση. Ο τρόπος υπολογισμού του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γινόταν όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και περιγράφηκε στην παράγραφο 5.1.

Στον πίνακα 6.69, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 19.9 δευτερόλεπτα και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους ήταν 6261 δευτερόλεπτα. Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 69 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

Οι τιμές του χρόνου που χάνεται σε αυτήν την στάση προκύπτουν μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες στη στάση Ζέρβα, γιατί το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη είναι αρκετά μεγαλύτερο.

πίνακας 6.69 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους

μέση τιμή :	19,939	sec
τυπική απόκλιση σ :	15,391	sec
μέγιστη τιμή :	69	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,702	sec
	18,237 < 19,939 < 21,642	
άθροισμα :	6261	sec

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

πίνακας 6.70 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Άφιξη σε πράσινο		Άφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	22,172 sec	μέση τιμή :	2,143 sec
τυπική απόκλιση σ :	14,762 sec	τυπική απόκλιση σ :	5,652 sec
μέγιστη τιμή :	69 sec	μέγιστη τιμή :	26 sec
ελάχιστη τιμή :	4 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,732 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,873 sec
	20,440 < 22,172 < 23,904		0,270 < 2,143 < 4,015
άθροισμα :	6186 sec	άθροισμα :	75 sec

Διαπιστώνουμε είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και μάλιστα ο χρόνος αυτός είναι στη συγκεκριμένη στάση, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, 80 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Ο χρόνος που χάθηκε είναι ο περισσότερος από όλες τις στάσεις, παρόλο που το ποσοστό των λεωφορείων που πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο είναι υψηλό. Τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, έχασαν χρόνο μόνο στην περίπτωση που χρειαζόντουσαν και χρόνο από την πράσινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (2^η μέτρηση) ο χαμένος χρόνος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή του, ενώ η μικρότερη τιμή του προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (1^η μέτρηση), όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 6.71 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Ιπποκράτους

Μέτρηση	Χαμένος χρόνος (δευτερόλεπτα)
1 ^η (8/6/98, 10:30 – 13:30)	1383
2 ^η (11/6/98, 07:40 – 10:40)	2671
3 ^η (11/6/98, 11:40 – 14:40)	2207

Ένα ακόμα στοιχείο, το οποίο καταγράψαμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν η πληρότητα του κάθε λεωφορείου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε μια καθαρά περιγραφική κλίμακα που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1.

πίνακας 6.72 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Ιπποκράτους

Μέτρηση	Λ	Μ	Γ
1 ^η (8/6/98, 10:30 – 13:30)	50	18	17
2 ^η (11/6/98, 07:40 – 10:40)	19	25	74
3 ^η (11/6/98, 11:40 – 14:40)	16	34	61
Συνολικά	85	77	152

Καταρχήν μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία έχουμε μεγάλο αριθμό λεωφορείων που είναι γεμάτα (Γ), μισογεμάτα (Μ) και λιγότερο γεμάτα (Λ). Με βάση και την παράγραφο 6.1.2 διαπιστώνουμε ότι όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των γεμάτων λεωφορείων που καταγράφηκε σε μία μέτρηση τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση. Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός από τα γεμάτα λεωφορεία είχε τόσους πολλούς επιβάτες, έτσι ώστε η επιβίβαση και η αποβίβαση να γίνονται πολύ δύσκολα και κάποιος, μικρός όμως, αριθμός επιβατών αναγκαζόταν να περιμένει το επόμενο λεωφορείο.

Μια παρατήρηση που κάναμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων σε όλες τις στάσεις, ήταν ότι τα τρόλεϊ είχαν γενικά μικρότερη πληρότητα από τα μπλε λεωφορεία, τα οποία είχαν

στο μεγαλύτερο ποσοστό τους δρομολογηθεί σε γραμμές κορμού . Ο μεγαλύτερος αριθμός γεμάτων λεωφορείων που παρατηρούμε στη στάση Ιπποκράτους οφείλεται με βάση την προηγούμενη παρατήρηση στο μικρότερο αριθμό των τρόλεϊ και στις περισσότερες γραμμές κορμού που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση (προστίθεται και η γραμμή Β5 σε σχέση με τη στάση Ζέρβα).

Το 27.1 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είχαν μικρή πληρότητα (Λ) ήταν το αυτών, το 24.5 % αυτών είχαν μέση πληρότητα (Μ) και το υπόλοιπο 48.4 % ήταν γεμάτα (Γ). Σε περίοδο αιχμής (2^η μέτρηση) το 62.7 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα, ενώ σε περίοδο εκτός αιχμής (1^η και 3^η μέτρηση) το 39.8 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα .

6.2.3 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση 3^η Χολαργού

Στη στήλη 29 των πινάκων επεξεργασίας 5.5 και 5.6 παρουσιάζονται έξι παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου που σταμάτησε στη συγκεκριμένη στάση . Ανάλογα με την κάθε μέτρηση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.73, όπου η αναλυτική σημασία του κάθε γράμματος η αριθμού περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.3 . Η συγκεκριμένη στάση βρίσκεται αμέσως μετά από κάποιο σηματοδότη και επομένως οι αντίστοιχες παρατηρήσεις διαφέρουν από τις παρατηρήσεις που κάναμε για την κίνηση των λεωφορείων στις άλλες στάσεις .

πίνακας 6.73 — Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση 3^η Χολαργού

Άφιξη λεωφορείου στη στάση 3 ^η Χολαργού σε πράσινη ένδειξη του σηματοδότη								
α	β	θ	1-4	5-9	γ	δ	ε	
							ε1	ε2
17	33	12	11	6	2	16	/	/
Άφιξη λεωφορείου στη στάση 3 ^η Χολαργού σε κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη								
α	β	θ	1-4	5-9	γ	δ	ε	
							ε1	ε2
/	10	/	/	/	3	0	1	3

Παρατηρούμε ότι το 12.9 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, δεν μπορούσε με ευκολία λόγω της αυξημένης κίνησης να διασχίσει το τμήμα ως το σηματοδότη (α). Το 25 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, δεν μπορούσε με ευκολία λόγω της αυξημένης κίνησης να διασχίσει το τμήμα από το σηματοδότη ως τη στάση (β).

Το 22 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, σταμάτησε και στο σηματοδότη και στη στάση (0 ή κάποιος άλλος αριθμός). Από αυτά το 41.4 % σταμάτησε ακριβώς στο σηματοδότη (0), το 37.9 % σε απόσταση ως και 20 μέτρα από αυτόν (1-4) και το υπόλοιπο 20.7 % σε απόσταση από 20 μέτρα ως και 45 μέτρα από αυτόν.

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, το 71.4 % των λεωφορείων δεν μπορούσε με ευκολία λόγω της αυξημένης κίνησης να διασχίσει το τμήμα από το σηματοδότη ως τη στάση (β). Το 21.4 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, είχαν παραβιάσει ναυρίτερα τον κόκκινο σηματοδότη (ε2), ενώ το 7.1 % πέρασε κατά τη διάρκεια της κίτρινης ένδειξης (ε1).

Επίσης το 3.8 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας έκλεινε τον κόμβο, εμποδίζοντας κυρίως την κίνηση των οχημάτων που ήθελαν να στρίψουν αριστερά στη Λεωφόρο Μεσογείων και να κατευθυνθούν προς την Αγία Παρασκευή (γ).

Τέλος, το 12.1 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση αναγκάστηκαν να πραγματοποιήσουν κάποιον ελιγμό (δ). Στη συγκεκριμένη στάση δεν υπήρχε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, οπότε και ήταν αναμενόμενο να εμφανιστεί αυτό το φαινόμενο. Τα οχήματα που εμπόδιζαν την κίνηση των λεωφορείων ήταν τα ταξί και τα φορτηγά που σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για εξυπηρέτησουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα. Σημαντικός επίσης ήταν ο αριθμός των ελιγμών από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο τη στιγμή που αυτό σταματούσε στη στάση. Οι ελιγμοί αυτοί, ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη, ήταν πολύ επικίνδυνοι κυρίως για τις μοτοσικλέτες.

Στη στήλη 28 των πινάκων επεξεργασίας υπολογίζουμε προσεγγιστικά το χρόνο που χάνει ένα λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση. Ο τρόπος υπολογισμού

του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γινόταν όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και περιγράφηκε στην παράγραφο 5.1.

Στον πίνακα 6.74 φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 15.9 δευτερόλεπτα, δηλαδή μικρότερη από τις δύο προηγούμενες στάσεις και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που αφέχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού ήταν 2330 δευτερόλεπτα. Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 63 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφέχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για λεωφορείο που αφέχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

πίνακας 6.74 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφέχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού

μέση τιμή :	15,959	sec
τυπική απόκλιση σ :	12,378	sec
μέγιστη τιμή :	63	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,008	sec
	13,951 < 15,959 < 17,967	
άθροισμα :	2330	sec

Η ποσότητα του χρόνου που χάνεται για κάθε λεωφορείο σε αυτήν τη στάση προκύπτει μικρότερη από τις δύο προηγούμενες, γιατί η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι αισθητά μικρότερη, όπως φαίνεται αν συγκρίνουμε τον πίνακα 6.25 με τους πίνακες 6.1 και 6.13, αλλά και γιατί λόγω της μεγάλης διάρκειας της πράσινης ένδειξης το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν και στο σηματοδότη και στη στάση είναι σχετικά μικρό.

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.75, ο οποίος φαίνεται στην επόμενη σελίδα.

πίνακας 6.75 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Αφιξη σε πράσινο		Αφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	17,250 sec	μέση τιμή :	3,786 sec
τυπική απόκλιση σ :	12,253 sec	τυπική απόκλιση σ :	4,441 sec
μέγιστη τιμή :	63 sec	μέγιστη τιμή :	14 sec
ελάχιστη τιμή :	1 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,090 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,326 sec
	15,160 < 17,250 < 19,340		1,460 < 3,786 < 6,112
άθροισμα :	2277 sec	άθροισμα :	53 sec

Διαπιστώνουμε είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Ο χρόνος αυτός είναι στη συγκεκριμένη στάση, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και λόγω της μεγάλης διάρκειας της, 40 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (2^η μέτρηση) ο χαμένος χρόνος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή του, ενώ η μικρότερη τιμή του προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (1^η μέτρηση), όπως φαίνεται και στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 6.76 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση 3^η Χολαργού

Μέτρηση	Χαμένος χρόνος (δευτερόλεπτα)
1 ^η (14 / 6 / 98, 10:30 – 13:30)	353
2 ^η (16 / 6 / 98, 07:00 – 10:00)	1435
3 ^η (16 / 6 / 98, 11:00 – 14:00)	542

Ένα ακόμα στοιχείο, το οποίο καταγράψαμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν η πληρότητα του κάθε λεωφορείου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε μια καθαρά περιγραφική κλίμακα που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1. Στον πίνακα 6.77, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα για κάθε μέτρηση ξεχωριστά.

πίνακας 6.77 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 3^η Χολαργού

Μέτρηση	Λ	Μ	Γ
1 ^η (14/6/98, 10:30 – 13:30)	25	3	5
2 ^η (16/6/98, 07:00 – 10:00)	2	9	50
3 ^η (16/6/98, 11:00 – 14:00)	15	18	19
Συνολικά	42	30	74

Καταρχήν μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία έχουμε μεγάλο αριθμό λεωφορείων που είναι γεμάτα (Γ), μισογεμάτα (Μ) και λιγότερο γεμάτα (Λ) . Με βάση και την παράγραφο 6.1.3 διαπιστώνουμε ότι όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των γεμάτων λεωφορείων που καταγράφηκε σε μία μέτρηση τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση . Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός από τα γεμάτα λεωφορεία είχε τόσους πολλούς επιβάτες, έτσι ώστε η επιβίβαση και η αποβίβαση να γίνονται πολύ δύσκολα και κάποιος, μικρός όμως, αριθμός επιβατών αναγκαζόταν να περιμένει το επόμενο λεωφορείο .

Τα γεμάτα λεωφορεία και σε αυτήν τη στάση ήταν τα περισσότερα, ενώ ιδιαίτερα στη 2^η μέτρηση, όπου καταγράψαμε αυξημένη κυκλοφορία, ο αριθμός τους ήταν πολύ μεγάλος σε σχέση με τα υπόλοιπα, αλλά και σε σχέση με τις δύο προηγούμενες στάσεις, όπου είχαμε και τη διέλευση των τρόλεϊ . Αυτό οφείλεται αποκλειστικά στο ότι στη συγκεκριμένη στάση και γενικά σε όλες τις στάσεις της Λεωφόρου Μεσογείων, σταματούν λεωφορεία που εξυπηρετούν γραμμές κορμού και τα οποία έχουν μεγάλη πληρότητα, ιδιαίτερα σε ώρες αιχμής, αλλά και στην απουσία των γραμμών τρόλεϊ .

Το 28.8 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είχαν μικρή πληρότητα (Λ) ήταν το αυτών, το 20.5 % αυτών είχαν μέση πληρότητα (Μ) και το υπόλοιπο 50.7 % ήταν γεμάτα (Γ) . Σε περίοδο αιχμής (2^η μέτρηση) το 82 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα, ενώ σε περίοδο εκτός αιχμής (1^η και 3^η μέτρηση) το 28.2 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα .

6.2.4 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση 5^η Χολαργού

Στη στήλη 29 των πινάκων επεξεργασίας 5.7 και 5.8 παρουσιάζονται έντεκα παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου στη συγκεκριμένη στάση. Ανάλογα με την κάθε μέτρηση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.78, όπου η αναλυτική σημασία του κάθε γράμματος η αριθμού περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.4.

πίνακας 6.78 — Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση 5^η Χολαργού

Άφιξη λεωφορείου στη στάση 5 ^η Χολαργού σε πράσινη ένδειξη του σηματοδότη													
Π	ΔΠ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	Β						
77	13	2	11	7	/	/	0	1	33	0	1	3	3
Άφιξη λεωφορείου στη στάση 5 ^η Χολαργού σε κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη													
Πρ	ΔΠρ	1	2	α	β			γ	δ	ε	ζ	η	θ
					β1	β2	Β						
7	18	/	/	7	/	/	0	0	5	0	/	0	0

Παρατηρούμε ότι το 85.6 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, πρόλαβαν (Π) να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες και να διασχίσει τον κόμβο, ενώ το υπόλοιπο 14.4 % δεν πρόλαβαν (ΔΠ) και περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη. Η βασική αιτία, για την οποία δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία, ήταν σε ποσοστό 84.6 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ήταν μικρότερος από το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση (2) και σε ποσοστό 15.4 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκούσε για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (1).

Το ποσοστό των λεωφορείων που αφίχθησαν στη συγκεκριμένη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και πρόλαβαν (Π) να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες και να διασχίσει τον κόμβο, είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ποσοστό που υπολογίσαμε στις

στάσεις Ζέρβα και Ιπποκράτους και οφείλεται στη μεγαλύτερη διάρκεια της πράσινης ένδειξης και στη λίγο μικρότερη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση. Επίσης σημαντικό στοιχείο είναι ο λόγος του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση προς το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ($Dt / Yπ. \text{ ένδ.}$). Γενικά όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 0.87 το λεωφορείο προλάβαινε να διασχίσει τη διασταύρωση με την ίδια πράσινη ένδειξη, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν προλάβαινε.

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, το 28 % των λεωφορείων περίμεναν (Πρ) λίγο χρόνο μέχρι η ένδειξη του σηματοδότη να γίνει ξανά πράσινη, ενώ το υπόλοιπο 72 % των λεωφορείων χρειάστηκαν και τμήμα της πράσινης ένδειξης για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες ($\Delta\Pi\rho$). Τα αντίστοιχα ποσοστά στις στάσεις Ζέρβα και Ιπποκράτους προκύπτουν σαν μεγέθη αντίστροφα, γιατί οι διάρκειες των κόκκινων ενδείξεων ήταν σχεδόν διπλάσιες από τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης στη συγκεκριμένη στάση. Γενικά και σε αυτήν την στάση, όταν η τιμή του λόγου αυτού ήταν μικρότερη από το 1, το λεωφορείο περίμενε τη νέα πράσινη για να διασχίσει τη διασταύρωση, ενώ προφανώς όταν ήταν μεγαλύτερη δεν περίμενε.

Επιπλέον στοιχεία, τα οποία πρέπει να επισημάνουμε είναι ότι το 70 % των λεωφορείων που περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη διένυσαν τη μικρή έστω, απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη (α), το 15 % περίμεναν μπροστά στη στάση με ανοικτές τις πόρτες, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατειλημμένο (η) και το υπόλοιπο 15 % χρειάστηκαν και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης (θ). Το ποσοστό αυτό είναι το 3.3 % των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Μόνο ένα λεωφορείο από αυτά που πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη (ζ). Επίσης μόνο 1 λεωφορείο συνολικά δεν μπόρεσε να διασχίσει τον κόμβο, γιατί αυτός ήταν κατειλημμένος από άλλα οχήματα (γ).

Τέλος, το 33 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθεί στη στάση (δ). Στη συγκεκριμένη στάση δεν υπήρχε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, οπότε και ήταν αναμενόμενο να εμφανιστεί αυτό το φαινόμενο. Τα οχήματα που εμπόδιζαν την κίνηση των λεωφορείων ήταν τα ταξί και τα φορτηγά που σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για εξυπηρετήσουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα. Σημαντικός επίσης ήταν ο αριθμός των ελιγμών από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο τη στιγμή που αυτό σταματούσε στη

στάση . Οι ελιγμοί αυτοί, ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη, ήταν πολύ επικίνδυνοι κυρίως για τις μοτοσυκλέτες .

Στη στήλη 28 των πινάκων επεξεργασίας υπολογίζουμε προσεγγιστικά το χρόνο που χάνει ένα λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση . Ο τρόπος υπολογισμού του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γινόταν όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και περιγράφηκε στην παράγραφο 5.1 .

Στον πίνακα 6.79 φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 12.9 δευτερόλεπτα και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού ήταν 1486 δευτερόλεπτα . Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 54 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη .

Η ποσότητα του χρόνου που χάνεται για κάθε λεωφορείο σε αυτήν τη στάση προκύπτει μικρότερη από τις τρεις προηγούμενες , γιατί λόγω της μεγάλης διάρκειας της πράσινης ένδειξης το ποσοστό των λεωφορείων που προλαβαίνουν να διασχίσουν τη διασταύρωση με την ίδια πράσινη ένδειξη είναι σημαντικό, οπότε και περιορίζεται ανάλογα και η παραμονή στην κόκκινη ένδειξη .

πίνακας 6.79 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού

μέση τιμή :	12,922	sec
τυπική απόκλιση σ :	8,411	sec
μέγιστη τιμή :	54	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,537	sec
	11,385 < 12,922 < 14,459	
άθροισμα :	1486	sec

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.80 που φαίνεται στην επόμενη σελίδα .

πίνακας 6.80 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Αφιξη σε πράσινο		Αφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	14,978 sec	μέση τιμή :	5,625 sec
τυπική απόκλιση σ :	7,956 sec	τυπική απόκλιση σ :	5,324 sec
μέγιστη τιμή :	54 sec	μέγιστη τιμή :	18 sec
ελάχιστη τιμή :	6 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,644 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,087 sec
	13,334 < 14,978 < 16,622		3,538 < 5,625 < 7,712
άθροισμα :	1348 sec	άθροισμα :	138 sec

Διαπιστώνουμε και σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Ο χρόνος αυτός είναι στη συγκεκριμένη στάση, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και λόγω της μεγάλης διάρκειας της, 10 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, έχασαν χρόνο μόνο στην περίπτωση που χρειάστηκαν και τμήμα από την πράσινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (1^η μέτρηση) ο χαμένος χρόνος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή του, ενώ η μικρότερη τιμή του προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν από μικρή ως μέση (2^η μέτρηση), όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.81.

πίνακας 6.81 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση 5^η Χολαργού

Μέτρηση	Χαμένος χρόνος (δευτερόλεπτα)
1 ^η (17/6/98, 07:00 – 10:00)	882
2 ^η (17/6/98, 11:00 – 14:00)	604

Ένα ακόμα στοιχείο, το οποίο καταγράψαμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν η πληρότητα του κάθε λεωφορείου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε μια καθαρά περιγραφική κλίμακα που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1. Στον πίνακα 6.82, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα για κάθε μέτρηση ξεχωριστά.

πίνακας 6.82 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση 5^η Χολαργού

Μέτρηση	Λ	Μ	Γ
1 ^η (17/6/98, 07:00 – 10:00)	5	17	36
2 ^η (17/6/98, 11:00 – 14:00)	25	19	13
Συνολικά	30	36	49

Καταρχήν μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία έχουμε μεγάλο αριθμό λεωφορείων που είναι γεμάτα (Γ), μισογεμάτα (Μ) και λιγότερο γεμάτα (Λ). Με βάση και την παράγραφο 6.1.4 διαπιστώνουμε ότι όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των γεμάτων λεωφορείων που καταγράφηκε σε μία μέτρηση τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση. Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός, ίσως και μεγαλύτερος από τις υπόλοιπες στάσεις, από τα γεμάτα λεωφορεία είχε τόσους πολλούς επιβάτες, έτσι ώστε η επιβίβαση και η αποβίβαση να γίνονται πολύ δύσκολα και κάποιος, μικρός όμως, αριθμός επιβατών αναγκάζεται να περιμένει το επόμενο λεωφορείο. Και σε αυτήν τη στάση, όπου δεν σταματούν τρόλεϊ, το ποσοστό των γεμάτων λεωφορείων είναι σημαντικό ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (1^η μέτρηση).

Το 26.1 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είχαν μικρή πληρότητα (Λ) ήταν το αυτών, το 31.3 % αυτών είχαν μέση πληρότητα (Μ) και το υπόλοιπο 42.6 % ήταν γεμάτα (Γ). Σε περίοδο αιχμής (1^η μέτρηση) το 62.1 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα, ενώ σε περίοδο εκτός αιχμής (2^η μέτρηση) το 22.8 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα.

6.2.5 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη στάση Σόνια

Στη στήλη 29 των πινάκων επεξεργασίας 5.9 και 5.10 παρουσιάζονται εννέα παρατηρήσεις για την κίνηση του κάθε λεωφορείου που σταμάτησε στη συγκεκριμένη στάση. Ανάλογα με την κάθε μέτρηση και το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.83 που φαίνεται στην επόμενη σελίδα, όπου η αναλυτική σημασία του κάθε γράμματος ή αριθμού περιγράφεται στην παράγραφο 5.2.5. Η

συγκεκριμένη στάση βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου, δηλαδή σχετικά μακριά από το σηματοδότη και επομένως οι αντίστοιχες παρατηρήσεις διαφέρουν από τις παρατηρήσεις που κάναμε για την κίνηση των λεωφορείων στις άλλες στάσεις.

πίνακας 6.83 — Ποιοτικές παρατηρήσεις για την κίνηση των λεωφορείων στη στάση Σόνια

Αφίξη λεωφορείου στη στάση Σόνια σε πράσινη ένδειξη του σηματοδότη								
Π	ΔΠ	α	β	γ	δ	ε	ζ	η
40	47	6	22	19	5	5	7	0
Αφίξη λεωφορείου στη στάση Σόνια σε κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη								
Πρ	ΔΠρ	α	β	γ	δ	ε	ζ	η
/	/	2	/	/	3	0	0	0

Παρατηρούμε ότι το 46% των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη πρόλαβαν (Π), να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες, να διανύσει το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη και να διασχίσει τον κόμβο, ενώ το υπόλοιπο 54% δεν πρόλαβαν (ΔΠ) και περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη. Η βασική αιτία, για την οποία δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία, ήταν σε ποσοστό 46.8% ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκούσε για να διανύσει το λεωφορείο το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη (β), σε ποσοστό 40.4% ότι ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση ήταν περισσότερος από το χρόνο που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη (γ) και σε ποσοστό 12.8% ότι το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελημμένο από οχήματα (α), οπότε και το λεωφορείο δεν μπορούσε να κινηθεί. Το 17.5% των λεωφορείων που πρόλαβαν να διασχίσουν τη διασταύρωση παραβίασε την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ποσοστό που μπορεί να χαρακτηριστεί σημαντικό.

Στην περίπτωση που η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, δεν υπάρχει κάτι το χαρακτηριστικό να αναφέρουμε, γιατί το λεωφορείο εξυπηρετεί τους επιβάτες και διανύοντας την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη έβρισκε την ένδειξη του σηματοδότη στις περισσότερες των περιπτώσεων πράσινη. Το μόνο στοιχείο που μπορούμε να αναφέρουμε είναι ότι το 9% των λεωφορείων αυτών δεν μπορούσε να προχωρήσει με ευκολία, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελημμένο (α).

Τέλος, το 11.9 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθεί στη στάση (δ) ή αναγκάστηκαν να πραγματοποιήσουν κάποιο ελιγμό (ε). Στη συγκεκριμένη στάση δεν υπήρχε αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία, οπότε και ήταν αναμενόμενο να εμφανιστεί αυτό το φαινόμενο . Τα οχήματα που εμπόδιζαν την κίνηση των λεωφορείων ήταν τα ταξί και τα φορτηγά που σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για εξυπηρετήσουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα . Σημαντικός, όχι όμως όπως στις προηγούμενες περιπτώσεις στάσεις, ήταν ο αριθμός των ελιγμών από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο τη στιγμή που αυτό σταματούσε στη στάση .

Στη στήλη 28 των πινάκων επεξεργασίας υπολογίζουμε προσεγγιστικά το χρόνο που χάνει ένα λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση . Ο τρόπος υπολογισμού του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γινόταν όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και περιγράφηκε στην παράγραφο 5.1 .

Στον πίνακα 6.84 φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 11 περίπου δευτερόλεπτα και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια ήταν 1205 δευτερόλεπτα . Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 32 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη .

πίνακας 6.84 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια

μέση τιμή :	11,055	sec
τυπική απόκλιση σ :	6,727	sec
μέγιστη τιμή :	32	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,263	sec
	9,792 < 11,055 < 12,318	
άθροισμα :	1205	sec

Η ποσότητα του χρόνου που χάνεται σε αυτήν την στάση για κάθε λεωφορείο προκύπτει μικρότερη από όλες τις προηγούμενες, γιατί η συγκεκριμένη στάση βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου. Στη συγκεκριμένη αυτή περίπτωση στάσης το λεωφορείο αφού εξυπηρετήσει τους επιβάτες, διανύει μια σχετικά μεγάλη απόσταση, οπότε και η αναμονή στην κόκκινη ένδειξη δεν υπολογίζεται στο χαμένο χρόνο για τα λεωφορεία που σταματούν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

πίνακας 6.85 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση Σόνια, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Άφιξη σε πράσινο		Άφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	13,149 sec	μέση τιμή :	2,773 sec
τυπική απόκλιση σ :	5,031 sec	τυπική απόκλιση σ :	6,248 sec
μέγιστη τιμή :	32 sec	μέγιστη τιμή :	20 sec
ελάχιστη τιμή :	1 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	1,057 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	2,611 sec
	12,092 < 13,149 < 14,207		0,162 < 2,773 < 5,384
άθροισμα :	1144 sec	άθροισμα :	61 sec

Διαπιστώνουμε είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Ο χρόνος αυτός είναι στη συγκεκριμένη στάση, εξαιτίας του μεγαλύτερου αριθμού λεωφορείων που αφίχθησαν σε αυτή όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, 19 φορές μεγαλύτερος από το χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη έχασαν χρόνο μόνο στην περίπτωση που χρειαζόντουσαν και τμήμα από την πράσινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες, όπως και σε όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη (1^η μέτρηση) ο χαμένος χρόνος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή του, ενώ η μικρότερη τιμή του προκύπτει όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή (2^η μέτρηση), όπως φαίνεται και στον πίνακα 6.86, ο οποίος φαίνεται στην επόμενη σελίδα.

πίνακας 6.86 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για κάθε μέτρηση στη στάση Σόνια

Μέτρηση	Χαμένος χρόνος (δευτερόλεπτα)
1 ^η (12/6/98, 07:20 – 10:20)	771
2 ^η (12/6/98, 12:15 – 14:15)	434

Ένα ακόμα στοιχείο, το οποίο καταγράψαμε κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, ήταν η πληρότητα του κάθε λεωφορείου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε μια καθαρά περιγραφική κλίμακα που παρουσιάστηκε στην παράγραφο 4.1. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα για κάθε μέτρηση ξεχωριστά.

πίνακας 6.87 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση Σόνια

Μέτρηση	Λ	Μ	Γ
1 ^η (12/6/98, 07:20 – 10:20)	9	12	43
2 ^η (12/6/98, 12:15 – 14:15)	12	8	25
Συνολικά	21	20	68

Καταρχήν μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι ανάλογα με το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η συνολική κυκλοφορία έχουμε μεγάλο αριθμό λεωφορείων που είναι γεμάτα (Γ), μισογεμάτα (Μ) και λιγότερο γεμάτα (Λ). Με βάση και την παράγραφο 6.1.5 διαπιστώνουμε ότι, όσο μεγαλύτερος ήταν ο αριθμός των γεμάτων λεωφορείων που καταγράφηκε σε μία μέτρηση, τόσο μεγαλύτερη προκύπτει η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση. Επίσης θα πρέπει να πούμε ότι ένας σημαντικός αριθμός από τα γεμάτα λεωφορεία είχε τόσους πολλούς επιβάτες, έτσι ώστε η επιβίβαση και η αποβίβαση να γίνονται πολύ δύσκολα και κάποιος, μικρός όμως, αριθμός επιβατών αναγκάζεται να περιμένει το επόμενο λεωφορείο.

Το 19.3 % των λεωφορείων που σταμάτησαν στη συγκεκριμένη στάση είχαν μικρή πληρότητα (Λ) ήταν το αυτών, το 18.3 % αυτών είχαν μέση πληρότητα (Μ) και το υπόλοιπο 62.4 % ήταν γεμάτα (Γ). Σε περίοδο αιχμής (1^η μέτρηση) το 67.2 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα, ενώ σε περίοδο εκτός αιχμής (2^η μέτρηση) το 55.6 % των λεωφορείων ήταν γεμάτα.

6.2.6 Παρατηρήσεις για τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στο σύνολο των στάσεων

Ο συνολικός αριθμός λεωφορείων, τα οποία σταμάτησαν και στις πέντε στάσεις, ήταν 1016. Από αυτά τα 761 αφίχθησαν στις τρεις στάσεις που είναι ακριβώς πριν από το σηματοδότη (Ζέρβα, Ιπποκράτους και 5^η Χολαργού), τα 146 στη μία στάση που είναι αμέσως μετά από το σηματοδότη (3^η Χολαργού) και τα υπόλοιπα 109 στη μία στάση που είναι στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου (Σόνια). Από άποψη παρατηρήσεων και διαφορετικών περιπτώσεων οι στάσεις ακριβώς πριν από το σηματοδότη εμφανίζονται περισσότερο πολύπλοκες σε σχέση με τις υπόλοιπες και ιδιαίτερα όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη.

Έτσι, στην περίπτωση των στάσεων Ζέρβα, Ιπποκράτους και 5^η Χολαργού το 62.4 % των λεωφορείων, τα οποία αφίχθησαν σε κάποια από αυτές όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, πρόλαβαν να διασχίσουν τη διασταύρωση με την ίδια πράσινη ένδειξη. Το υπόλοιπο 37.6 % δεν πρόλαβαν και αναγκαστικά περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη. Η βασική αιτία, για την οποία δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία, ήταν σε ποσοστό 79 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη ήταν μικρότερος από το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση και σε ποσοστό 21 % ότι ο χρόνος που απέμενε για να τελειώσει η πράσινη ένδειξη δεν επαρκούσε για να διανύσει το λεωφορείο την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη. Πιο συγκεκριμένα ο χρόνος αυτός ήταν λιγότερος από 2–3 δευτερόλεπτα.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων που σταματούν σε μία στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη και κατά επέκταση τη διασταύρωση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, είναι οι εξής :

- Η διάρκεια του χρόνου που απομένει για το τέλος της πράσινης ένδειξης από τη στιγμή που το λεωφορείο σταμάτησε στη στάση.
- Ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση, προκειμένου να εξυπηρετήσει τους επιβάτες. Ο χρόνος αυτός διαπιστώσαμε ότι διαφοροποιείται, τόσο από στάση σε στάση όσο και από το αν η άφιξη στη στάση γίνεται σε περίοδο αιχμής ή περίοδο εκτός αιχμής.
- Από τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, αλλά και τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αυτών που δεν

χρειάζεται να περιμένουν τη νέα πράσινη ένδειξη . Αυτό αποδεικνύεται από τα αντίστοιχα ποσοστά της στάσης 5^η Χολαργού .

- Από την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση . Στην περίπτωση που ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε μικρή απόσταση, όπως στη στάση Ιπποκράτους , λόγω της συντονισμένης σηματοδότησης το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, είναι πολύ αυξημένο . Στη συγκεκριμένη στάση όμως το ποσοστό λεωφορείων που περιμένουν τη νέα πράσινη ένδειξη είναι μικρότερο, γιατί η διάρκεια της πράσινης ένδειξης δεν είναι μεγάλη ($G/C \leq 0.6$) .
- Από την απόσταση στάσης – σηματοδότη, η οποία επηρεάζει το χρόνο που πρέπει να απομένει για να μπορέσει το λεωφορείο να διανύσει αυτή την απόσταση και να διασχίσει τον κόμβο . Στην περίπτωση των στάσεων Ιπποκράτους και 5^η Χολαργού η απόσταση αυτή είναι 9 και 7 μέτρα αντίστοιχα, δηλαδή αρκετά μικρή . Αντίθετα στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα η συγκεκριμένη απόσταση είναι 20 μέτρα, γιατί επιτρέπεται και η δεξιά στροφή . Επίσης στις περιπτώσεις που η απόσταση στάσης – σηματοδότη είναι μικρή, το ποσοστό των λεωφορείων, τα οποία παραβιάζουν την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη αυξάνει .

Στην περίπτωση που ένδειξη του σηματοδότη, κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση, ήταν κόκκινη το 62.1 % των λεωφορείων περιμένει τη νέα πράσινη ένδειξη, ενώ το υπόλοιπο 37.9 % χρησιμοποιούν και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες .

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων που σταματούν σε μία στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη και κατά επέκταση τη διασταύρωση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη, είναι οι εξής :

- Η διάρκεια του χρόνου που απομένει για το τέλος της κόκκινης ένδειξης από τη στιγμή που το λεωφορείο σταμάτησε στη στάση .
- Ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση, προκειμένου να εξυπηρετήσει τους επιβάτες . Ο χρόνος αυτός διαπιστώσαμε ότι διαφοροποιείται, τόσο από στάση σε στάση όσο και από το αν η άφιξη στη στάση γίνεται σε περίοδο αιχμής ή περίοδο εκτός αιχμής , ενώ παράλληλα ήταν και μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (πίνακες 6.56 και 6.57) .

- Από τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη, αλλά και τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αυτών που περιμένουν τη νέα πράσινη ένδειξη.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων που σταματούν σε μία στάση που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη και κατά επέκταση τη διασταύρωση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, είναι περισσότερο κρίσιμοι και έμμεσα επηρεάζουν και τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων που σταματούν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη. Για παράδειγμα αναφέρουμε τη στάση Ιπποκράτους, όπου επειδή ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση βρίσκεται σε μικρή απόσταση, ο αριθμός των λεωφορείων που αφήχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, ήταν αρκετά μικρός, ενώ η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης ήταν σχετικά μεγάλη.

Επιπλέον παρατηρήσεις που μπορούμε να κάνουμε για τα λεωφορεία που σταμάτησαν στις στάσεις Ζέρβα, Ιπποκράτους και 5^η Χολαργού είναι ότι το 80.4% των λεωφορείων που χρειάστηκαν να περιμένουν τη νέα πράσινη ένδειξη, διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη, ανεξάρτητα από το πόσο μικρή ή όχι είναι αυτή. Έτσι, από τη μία καταναλώθηκε ένα μικρό ποσό ενέργειας και από την άλλη ένας, μικρός ίσως, αριθμός επιβατών δεν πρόλαβαν τα συγκεκριμένα λεωφορεία. Το 17% αυτών παρέμεινε μπροστά στη στάση, γιατί το τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη ήταν κατελημμένο από άλλα οχήματα και μόνο το 17.5% από αυτά που περίμεναν μπροστά στη στάση είχαν ανοικτές τις πόρτες τους. Τέλος, το υπόλοιπο 2.6% των λεωφορείων που χρειάστηκαν να περιμένουν τη νέα πράσινη ένδειξη διένυσε την απόσταση από τη στάση ως το σηματοδότη, χρειάστηκαν και τμήμα της νέας πράσινης ένδειξης για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες.

Επίσης το 17.7% των λεωφορείων που σταμάτησαν στις στάσεις αυτές εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθεί στη στάση (δ) ή αναγκάστηκαν να πραγματοποιήσουν κάποιον ελιγμό (ϵ). Ειδικά στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα το αντίστοιχο ποσοστό θα έπρεπε να ήταν πάρα πολύ μικρό λόγω της ύπαρξης της αποκλειστικής λωρίδας για τα λεωφορεία. Τα οχήματα που εμποδίζουν την κίνηση των λεωφορείων ήταν κυρίως τα ταξί και τα φορτηγά, τα οποία σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για εξυπηρετήσουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα. Σημαντικός επίσης ήταν ο αριθμός των πραγματοποιούμενων ελιγμών από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο τη

στιγμή που αυτό σταματούσε στη στάση. Οι ελιγμοί αυτοί ιδιαίτερα όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη ήταν πολύ επικίνδυνοι κυρίως για τις μοτοσυκλέτες.

Τέλος, το 2% των λεωφορείων που αφίχθησαν στις στάσεις Ζέρβα, Επικράτους και 5^η Χολαργού, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, παραβίασαν την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη προλαβαίνοντας να διασχίσουν τον κόμβο. Το ποσοστό αυτό αυξάνει όσο η απόσταση στάσης – σηματοδότη είναι μικρότερη.

Στην περίπτωση της στάσης 3^η Χολαργού που βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη οι οποιεσδήποτε παρατηρήσεις φαίνονται στον πίνακα 6.73 και έχουν αναλυθεί στην παράγραφο 6.1.3. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων που σταματούν σε μία στάση που βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη και κατά επέκταση τη διασταύρωση, ανεξάρτητα από την ένδειξη του σηματοδότη, είναι οι εξής:

- Από τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των λεωφορείων που διασχίζουν τη διασταύρωση και σταματούν στη στάση.
- Από την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση και από το πόσο αυξημένη είναι η κυκλοφορία στο συγκεκριμένο τμήμα.

Στην περίπτωση της στάσης Σόνια που βρίσκεται στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου οι οποιεσδήποτε παρατηρήσεις φαίνονται στον πίνακα 6.83 και έχουν αναλυθεί στην παράγραφο 6.1.5. Ο παράγοντας που επηρεάζει τη γενικότερη κίνηση των λεωφορείων στη συγκεκριμένη στάση είναι το πόσο αυξημένη είναι η κυκλοφορία κυρίως στο τμήμα από τη στάση ως το σηματοδότη, το οποίο έχει μεγαλύτερο μήκος από το αντίστοιχο μιας στάσης που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη. Παράγοντες, όπως ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση, δεν είναι τόσο σημαντικοί όσο στις προηγούμενες περιπτώσεις, γιατί το λεωφορείο αφού εξυπηρετήσει τους επιβάτες διανύει μια σχετικά μεγάλη απόσταση για να φτάσει στο σηματοδότη και το αν θα διασχίσει τον κόμβο ή θα σταματήσει στην κόκκινη ένδειξη εξαρτάται από το μέγεθος του κυκλοφοριακού φόρτου στην οδό και κατά επέκταση το χρόνο που χρειάζεται το λεωφορείο για να φτάσει στο σηματοδότη.

Γενικά όμως θα πρέπει να πούμε ότι σε όλες τις στάσεις το πόσο αυξημένη ή όχι είναι η κυκλοφορία επηρεάζει τη κίνηση των λεωφορείων, είτε άμεσα, όπως στη στάση Σόνια, είτε έμμεσα, όπως στις υπόλοιπες.

Τα παραπάνω στοιχεία συμπληρώθηκαν σε όλες τις περιπτώσεις από στοιχεία για το χρόνο που χάνει κάποιο λεωφορείο από την κίνηση του εξαιτίας της άφιξης του στη στάση, σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη που επηρεάζει τη συγκεκριμένη στάση. Ο τρόπος υπολογισμού του χαμένου χρόνου είναι διαφορετικός ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη και ανάλογα με το είδος της στάσης. Θα πρέπει να αναφέρουμε ξανά ότι το κάθε λεωφορείο ενδεχομένως χάνει χρόνο λόγω της αυξημένης κυκλοφορίας από τις συνεχείς στάσεις, αλλά αυτό το στοιχείο δεν ήταν δυνατό να υπολογιστεί στο συγκεκριμένο επίπεδο εργασίας. Σε κάποιες περιπτώσεις που αυτό ήταν έντονο έχει επισημανθεί.

Στον πίνακα 6.88 φαίνεται ότι η μέση τιμή του χρόνου που χάθηκε για κάθε λεωφορείο ήταν 16.6 δευτερόλεπτα και συνολικά για όλα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στις στάσεις που μετρήσαμε ήταν 16846 δευτερόλεπτα. Η μέγιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 69 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ βέβαια η ελάχιστη τιμή που υπολογίστηκε ήταν 0 δευτερόλεπτα για κάποιο λεωφορείο που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

πίνακας 6.88 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε όλες τις στάσεις

μέση τιμή :	16,581	sec
τυπική απόκλιση σ :	14,482	sec
μέγιστη τιμή :	69	sec
ελάχιστη τιμή :	0	sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	0,891	sec
	15,690 < 16,581 < 17,471	
άθροισμα :	16846	sec

Ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη προκύπτει ο πίνακας 6.89 που φαίνεται στην επόμενη σελίδα.

πίνακας 6.89 — Στοιχεία για το χρόνο που χάνουν τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε όλες τις στάσεις, ανάλογα με την ένδειξη του σηματοδότη

Αφιξη σε πράσινο		Αφιξη σε κόκκινο	
μέση τιμή :	20,616 sec	μέση τιμή :	3,460 sec
τυπική απόκλιση σ :	13,962 sec	τυπική απόκλιση σ :	5,728 sec
μέγιστη τιμή :	69 sec	μέγιστη τιμή :	33 sec
ελάχιστη τιμή :	1 sec	ελάχιστη τιμή :	0 sec
διάστ. εμπιστ.(μτ) :	0,982 sec	διάστ. εμπιστ.(μτ) :	0,726 sec
	19,635 < 20,616 < 21,598		2,734 < 3,460 < 4,186
άθροισμα :	16019 sec	άθροισμα :	827 sec

Αυτό που διαπιστώνουμε είναι ότι ο περισσότερος χρόνος χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, και μάλιστα ο χρόνος αυτός είναι συνολικά σχεδόν 20 φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο χρόνο που χάθηκε από τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Από τη μία βέβαια τα λεωφορεία που αφίχθησαν στις στάσεις, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ήταν περισσότερα και έχασαν χρόνο από την κίνηση τους, αλλά και από την άλλη κάποια από αυτά δεν πρόλαβαν να διασχίσουν τον κόμβο και περίμεναν τη νέα πράσινη ένδειξη, άρα έχασαν ακόμα περισσότερο χρόνο από την κίνηση τους. Αντίθετα τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, έχασαν χρόνο μόνο στην περίπτωση που χρειάστηκαν και τμήμα από την πράσινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες.

Όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη, δηλαδή είχαμε περίοδο αιχμής, ο χαμένος χρόνος ήταν σχεδόν το μισό του συνολικού από ότι όταν η κυκλοφορία ήταν μικρή, δηλαδή είχαμε περίοδο εκτός αιχμής, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 6.90 — Ο συνολικός χαμένος χρόνος για όλες τις στάσεις

Στάση	Περίοδος αιχμής		Περίοδος εκτός αιχμής		Σύνολο
	(δευτερόλεπτα)		(δευτερόλεπτα)		
Ζέρβα	2317	41.6 %	3247	58.4 %	5564
Ιπποκράτους	2671	42.7 %	3590	57.3 %	6261
3 ^η Χολαργού	1435	61.6 %	895	38.4 %	2330
5 ^η Χολαργού	882	59.4 %	604	40.6 %	1486
Σόνια	771	63.4 %	434	36.6 %	1205
Σύνολο	8076	47.9 %	8770	52.1 %	16846

Η οποιαδήποτε σύγκριση ανάμεσα στις διαφορετικές στάσεις μπορεί να γίνει στη συγκεκριμένη περίπτωση μόνο με τη μέση τιμή του χρόνου που χάνεται για κάποιο λεωφορείο, αφού οι αριθμοί των λεωφορείων είναι διαφορετικοί. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ένα πολύ σημαντικό τμήμα του χρόνου χάνεται όταν η κυκλοφορία είναι αυξημένη (περίοδος αιχμής). Σε μερικές περιπτώσεις δε αυτό το τμήμα είναι μεγαλύτερο από αυτό που χάνεται όταν η κυκλοφορία δεν είναι τόσο αυξημένη.

Τα λεωφορεία που σταματούν σε μία στάση που επηρεάζεται από σηματοδότη και βρίσκεται σε κεντρική οδό είναι περισσότερα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη, από αυτά που σταματούν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη, γιατί η διάρκεια της πράσινης ένδειξης είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτήν της κόκκινης ένδειξης και γιατί η συντονισμένη σηματοδότηση επιτρέπει στο λεωφορείο να διανύσει κάποια απόσταση με την ίδια πράσινη ένδειξη. Έτσι, η διάρκεια της συνολικής παραμονής του λεωφορείου στη στάση μεταφέρεται σαν καθυστέρηση και στα υπόλοιπα οχήματα, τα οποία χάνουν αρκετό χρόνο από την κίνηση τους, σταματώντας πίσω από κάποιο λεωφορείο όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη.

Είναι προτιμότερο, δηλαδή, τα λεωφορεία να σταματούν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη, γιατί έτσι δεν χάνουν χρόνο από την κίνηση τους και εκμεταλλεύονται την αναμονή τους στην κόκκινη ένδειξη για να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες. Επειδή όμως τα περισσότερα λεωφορεία διαπιστώσαμε ότι σταμάτησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διάφορες παράμετροι, όπως είναι η απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από αυτόν που επηρεάζει τη στάση, η απαγόρευση ή όχι της δεξιάς στροφής, οι χρήσεις γης στη συγκεκριμένη περιοχή κ.α, ώστε οι χρονικές απώλειες στην κίνηση των λεωφορείων και των υπολοίπων οχημάτων να είναι όσο το δυνατό πιο μικρές. Προφανώς δεν αποτελεί λύση η απόλυτη μείωση της διάρκειας της πράσινης ένδειξης, γιατί το κυκλοφοριακό πρόβλημα που θα προκύψει, ιδιαίτερα στους κεντρικούς δρόμους, θα είναι ιδιαίτερα οξύ. Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη διαφέρουν ανάλογα με τη θέση της στάσης ως προς το σηματοδότη και άρα απαιτείται προσοχή στην επιλογή της κατάλληλης θέσης.

Αυτό που διαπιστώνουμε είναι ότι οι συγκεκριμένες στάσεις, στις οποίες μετρήσαμε, είναι τοποθετημένες στη σωστή θέση σε σχέση με το σηματοδότη, αν λάβουμε υπόψη μας τη περίοδο της σηματοδότησης και τον τρόπο που χρησιμοποιείται ο χώρος γύρω από τη στάση.

Η στάση Ζέρβα για παράδειγμα θα μπορούσε να βρίσκεται μετά από τη διασταύρωση, ώστε να μειώνεται η επίδραση της κίνησης των λεωφορείων στα οχήματα που θέλουν να στρίψουν δεξιά, αλλά αυτό είναι αδύνατο λόγω της ύπαρξης ενός μεγάλου ξενοδοχείου μετά τη διασταύρωση. Αν η στάση Ιπποκράτους ήταν αμέσως μετά από το σηματοδότη, τότε λόγω της μικρής σχετικά διάρκειας της πράσινης ένδειξης ($G/C \approx 0.58$) πολλά από τα λεωφορεία θα σταματούσαν και στην κόκκινη ένδειξη και στο σηματοδότη και το αποτέλεσμα θα ήταν μάλλον δυσμενέστερο.

Επομένως η συμμετοχή των λεωφορείων σε ένα πρόγραμμα σηματοδότησης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της και τη θέση των στάσεων που επηρεάζονται από τους σηματοδότες και όχι μόνο συντελεστές στάθμισης των λεωφορείων με τα υπόλοιπα οχήματα. Αυτό που φαίνεται να είναι πιο αποδοτικό είναι ο διαχωρισμός της κίνησης των λεωφορείων από τα υπόλοιπα οχήματα τουλάχιστον στα τμήματα που είναι κοντά σε διασταυρώσεις και η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση της σηματοδότησης με άξονα τα υπόλοιπα οχήματα.

Με αυτόν τον τρόπο από τη μία τα λεωφορεία δεν θα επηρεάζονται από τα υπόλοιπα οχήματα, ενώ θα εκμεταλλεύονται τη βελτιωμένη σηματοδότηση. Παράλληλα θα είναι δυνατό να υπάρχει και ένα είδος ενεργητικής προτεραιότητας των λεωφορείων, έτσι ώστε να επεκτείνεται η διάρκεια της πράσινης ένδειξης σε κάποιες συγκεκριμένες περιπτώσεις που θα έχουν προκύψει από διάφορες μετρήσεις. Για παράδειγμα στη στάση Ζέρβα θα μπορούσε να επεκτείνεται η διάρκεια της πράσινης ένδειξης κατά 2 δευτερόλεπτα κάθε φορά που ένα λεωφορείο ξεκινά από τη στάση λίγο πριν το τέλος της πράσινης ένδειξης, ώστε αυτό να μην σταματάει στην κόκκινη ένδειξη. Αυτή η πρόταση στηρίζεται στο ότι ακόμα και αν αυξηθεί το ποσοστό χρήσης των MMM ο αριθμός των ΙΧ και γενικότερα όλων των οχημάτων που θα κινούνται θα παραμείνει υψηλός, αφού και ο δείκτης ιδιοκτησίας συνεχώς αυξάνει και ο αριθμός των μετακινήσεων.

Όλα τα παραπάνω θα πρέπει να συνδυάζονται οπωσδήποτε με τη μείωση του ποσοστού των λεωφορείων που έχουν μεγάλη πληρότητα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί και με την αύξηση του αριθμού των λεωφορείων που δρομολογούνται, εκτός από τη βελτίωση της κίνησης των MMM. Διαπιστώνουμε από τον πίνακα 6.91, της επόμενης σελίδας, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των λεωφορείων έχουν αυξημένη πληρότητα (Γ) σε περίοδο αιχμής, αλλά και ότι ένα επίσης μεγάλο ποσοστό των λεωφορείων έχουν αυξημένη πληρότητα (Γ) σε περίοδο εκτός αιχμής.

πίνακας 6.91 — Στοιχεία για την πληρότητα των λεωφορείων που αφίχθησαν σε όλες τις στάσεις

Συνολικά			Περίοδος αιχμής			Περίοδος εκτός αιχμής		
Α	Μ	Γ	Α	Μ	Γ	Α	Μ	Γ
316	262	438	56	109	263	260	153	175
31.1%	25.8%	43.1%	13.1%	25.4%	61.5%	44.2%	26%	29.8%

6.3 ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΦΙΞΕΙΣ ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΣΗ

6.3.1 Γενικά

Η καταμέτρηση του αριθμού των οχημάτων γενικά που φθάνουν και διέρχονται από μία διατομή του δρόμου κατά τη διάρκεια κάποιου χρονικού διαστήματος είναι εύκολο να γίνει. Ο αριθμός αυτός των αφίξεων για μία σειρά διαφορετικών χρονικών διαχωρισμών ίσου μήκους είναι δυνατόν να περιγραφεί με μία συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας $P(x)$, η οποία δίνει την πιθανότητα να αφιχθούν x οχήματα κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου διαστήματος.

Συνήθως χρησιμοποιούνται οι κατανομές Poisson, διωνυμική και αρνητική διωνυμική ανάλογα με τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες. Έτσι, όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος είναι χαμηλός η άφιξη ενός οχήματος είναι τυχαίο γεγονός και δεν επηρεάζεται από την άφιξη του προηγούμενου οχήματος. Στις περιπτώσεις αυτές έχει παρατηρηθεί ότι ο μέσος όρος των αφίξεων μ είναι περίπου ίσος με την διακύμανση των αφίξεων και ενδείκνυται η χρησιμοποίηση της κατανομής Poisson. Όσο ο κυκλοφοριακός φόρτος μεγαλώνει η άφιξη ενός οχήματος επηρεάζεται όλο και περισσότερο από εκείνη του προηγούμενου οχήματος, όταν δε γίνει τόσο υψηλός ώστε να παρουσιάζονται χαρακτηριστικά κορεσμού στην κυκλοφορία, η διακύμανση των αφίξεων των οχημάτων σε κάποιο χρονικό διάστημα είναι σημαντικά μικρότερη από το μέσο όρο των αφίξεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις ενδείκνυται η χρησιμοποίηση της διωνυμικής κατανομής. Τέλος, όταν υπάρχουν περιοδικές μεταβολές του

κυκλοφοριακού φόρτου κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης χρονικής περιόδου, οπότε η διακύμανση των αφίξεων των οχημάτων είναι σημαντικά μεγαλύτερη του μέσου όρου των αφίξεων τότε ενδείκνυται η χρήση της αρνητικής διωνυμικής κατανομής.

Τα δύο βασικά στατιστικά μεγέθη που χρησιμοποιούμε είναι η μέση τιμή μ και η διακύμανση σ^2 . Η μέση τιμή και η διακύμανση υπολογίζονται από τους δύο παρακάτω

$$\text{τύπος } \mu = \frac{(\text{συνολικός αριθμός οχημάτων})}{(\text{συνολικός αριθμός χρονικών διαστημάτων})} \quad \text{και} \quad \sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^k F_i \pi \cdot (x_i - \mu)^2}{\left(\sum_{i=1}^k F_i \pi\right) - 1}$$

αντίστοιχα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τύποι που χρησιμοποιούμε για κάθε θεωρητική στατιστική κατανομή.

πίνακας 6.92 — Τύποι υπολογισμού παραμέτρων θεωρητικών κατανομών

Κατανομή Poisson
$P(x) = \frac{\mu^x \cdot e^{-\mu}}{x!}$
Αρνητική διωνυμική κατανομή
Οι παράμετροι της διωνυμικής είναι : $k = \frac{\mu^2}{(\sigma^2 - \mu)}$ και $p = \frac{\mu}{\sigma^2}$ όπου k είναι η πιθανότητα να αρχίσει ένα όχημα στη χρονική περίοδο t και p ο μέγιστος δυνατός αριθμός αφίξεων στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
$P(x) = \frac{(x+k-1)!}{x!(k-1)!} \cdot p^k \cdot (1-p)^x$
Διωνυμική κατανομή
Οι παράμετροι της διωνυμικής είναι : $p = \frac{(\mu - \sigma^2)}{\mu}$ και $v = \frac{\mu^2}{(\mu - \sigma^2)}$ όπου p είναι η πιθανότητα να αρχίσει ένα όχημα στη χρονική περίοδο t και v ο μέγιστος δυνατός αριθμός αφίξεων στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο.
$P(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} \cdot p^x \cdot (1-p)^{n-x}$

Ο έλεγχος καλής προσαρμογής της θεωρητικής κατανομής στην πειραματική κατανομή γίνεται με στατιστικές μεθόδους, οι οποίες ελέγχουν την υπόθεση ότι η πραγματική κατανομή της οποίας δείγμα αποτελούν οι μετρήσεις, δεν είναι ίδια με τη θεωρητική κατανομή που εξετάζεται.

Η πιθανότητα να γίνει λάθος στην παραπάνω υπόθεση, δηλαδή να απορριφθεί κατά λάθος η θεωρητική κατανομή, ενώ στην πραγματικότητα είναι ίδια με την πραγματική, καθορίζεται από το επίπεδο σημαντικότητας που επιλέγεται. Έτσι, όταν επιλεγεί π.χ. επίπεδο εμπιστοσύνης 0.05 γίνεται αποδεκτό ότι κατά τον έλεγχο καλής προσαρμογής η θεωρητική κατανομή θα απορριφθεί σε 5 % των περιπτώσεων ως ακατάλληλη, ενώ στην πραγματικότητα θα μπορούσε να θεωρηθεί ίδια με την πραγματική κατανομή.

Ο έλεγχος της καλής προσαρμογής γίνεται με το κριτήριο του χ^2 , η εφαρμογή του οποίου προϋποθέτει ότι οι μετρήσεις κατατάσσονται σε ομάδες ανάλογα με την τιμή τους. Αν με $F_{i\pi}$ συμβολιστεί η παρατηρούμενη συχνότητα μετρήσεων στην ομάδα i και με $F_{i\theta}$ ($F_{i\theta} \geq 5$) συμβολιστεί η αντίστοιχη θεωρητική συχνότητα, τότε για την εφαρμογή του κριτηρίου υπολογίζεται η τιμή του χ^2 με βάση τον αριθμό k των διαφορετικών ομάδων

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_{i\pi} - F_{i\theta})^2}{F_{i\theta}} .$$

Η τιμή αυτή έχει διαπιστωθεί ότι ακολουθεί την κατανομή του χ^2 με

βαθμούς ελευθερίας ν που υπολογίζονται από τη σχέση $\nu = k - 1 - A$, όπου το A είναι ο αριθμός των παραμέτρων της θεωρητικής κατανομής που υπολογίστηκαν από τις μετρήσεις.

Όταν επομένως η τιμή του χ^2 , η οποία υπολογίζεται από την παραπάνω σχέση, είναι μικρότερη από την τιμή που προκύπτει από τους στατιστικούς πίνακες της κατανομής χ^2 για ν βαθμούς ελευθερίας και για το επίπεδο σημαντικότητας που επιλέχθηκε, τότε γίνεται αποδεκτό ότι η θεωρητική κατανομή είναι ίδια με την πειραματική. Στην περίπτωση που η υπολογιζόμενη τιμή είναι μεγαλύτερη από εκείνη των στατιστικών πινάκων, η θεωρητική κατανομή απορρίπτεται.

6.3.2 Εύρεση της θεωρητικής κατανομής των αφίξεων

Η εύρεση της θεωρητικής κατανομής των αφίξεων των λεωφορείων στη στάση γίνεται για διάστημα ίσο με την περίοδο σηματοδότησης. Αυτό το κάνουμε για να βρούμε τον τρόπο με τον οποίο φθάνουν τα λεωφορεία στη στάση σε σχέση με την περίοδο της σηματοδότησης και κατά επέκταση το ευρύτερο πρόγραμμα σηματοδότησης. Έτσι, ομαδοποιούμε τα στοιχεία μας ξεχωριστά για κάθε μέτρηση που κάναμε ανά περίοδο ίση με την περίοδο της σηματοδότησης που καταγράψαμε.

Από τη στιγμή που οι στάσεις επηρεάζονται από κάποιο σηματοδότη περιμένουμε η άφιξη των λεωφορείων να περιγράφεται από την κατανομή Poisson. Πραγματικά η αρνητική

διωνυμική και η διωνυμική κατανομή δεν περιγράφουν τις αφίξεις των λεωφορείων στις στάσεις, αφού είτε η τιμή του χ^2 που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από αυτήν που προκύπτει από τους στατιστικούς πίνακες είτε ο αριθμός των κλάσεων που προκύπτουν δεν επιτρέπει τον έλεγχο του χ^2 . Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε στους πίνακες που θα ακολουθήσουν ότι η μέση τιμή μ είναι αρκετά κοντά στην τιμή της διακύμανσης των αφίξεων σ^2 .

Επομένως διαπιστώνουμε ότι οι αφίξεις των λεωφορείων στις στάσεις που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις ακολουθούν την κατανομή Poisson, δηλαδή οι αφίξεις στην κάθε στάση είναι τυχαίες. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη μέσα στην οποία αφίχθηκε το λεωφορείο στη στάση μπορεί να έχει μια οποιαδήποτε τιμή. Επίσης οι χρονικοί διαχωρισμοί θα ακολουθούν την αρνητική εκθετική κατανομή.

Στους πίνακες που θα ακολουθήσουν περιγράφεται ο υπολογισμός της τιμής χ^2 που απαιτείται για τον έλεγχο της κατανομής, για κάθε μέτρηση που πραγματοποιήθηκε σε κάθε στάση (13 πίνακες). Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν όλα τα λεωφορεία, τα οποία κατεγράφησαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Το επίπεδο σημαντικότητας είναι 0.01, δηλαδή γίνεται αποδεκτό ότι κατά τον έλεγχο καλής προσαρμογής η θεωρητική κατανομή θα απορρίφθηκε στο 1% των περιπτώσεων ως ακατάλληλη, ενώ στην πραγματικότητα θα μπορούσε να θεωρηθεί ίδια με την πραγματική κατανομή. Η στήλη $[P(X_i)]$ εκφράζει την πιθανότητα να αφιχθούν X_i οχήματα στη συγκεκριμένη στάση μέσα στη διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης.

Το ότι η περίοδος σηματοδότησης αποτελείται από τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης και τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης που στην πραγματικότητα εκφράζουν διαφορετικά γεγονότα δεν χρειάζεται να ληφθεί υπόψη με κάποιον τρόπο, γιατί εμείς εξετάζουμε το γεγονός της άφιξης μέσα σε ένα διάστημα ίσο με κάποια συγκεκριμένη διάρκεια. Αν βρούμε τη θεωρητική κατανομή για διάστημα ίσο με τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης θα καταλήξουμε ξανά σε κατανομή Poisson. Όμως, ενώ θα έχουμε θεωρήσει χρονικό διάστημα ίσο με την πράσινη ένδειξη, κατά την ομαδοποίηση ανά μία χρονική περίοδο θα έχουμε ένα διάστημα ίσο με την πράσινη ένδειξη, το οποίο θα περιλαμβάνει και τμήμα της πράσινης και τμήμα της κόκκινης ένδειξης.

πίνακας 6.93 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ζέρβα για την πρώτη μέτρηση (7/6/1998, 11:40 – 14:40)

μέση τιμή μ : 0,808333333
 διακύμανση σ^2 : 0,912535014

X_i	Fi	ομαδοποίηση	$Fi \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	Fi0	ομαδοποίηση	$(Fi - Fi0)^2 / Fi0$
0	56	56	36,590556	0,445600	53,472014	53,472014	0,119515
1	39	39	1,432708	0,360193	43,223211	43,223211	0,412637
2	20	20	28,401389	0,145578	17,469381	17,469381	0,366586
3	3	5	14,410208	0,039225	4,707028	5,835394	0,119595
4	1		10,186736	0,007927	0,951212		
5	1		17,570069	0,001281	0,153779		
>5	0		0	0,000195	0,023375		
ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ	120		108,591667	1	120		1,018333

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 4 - 1 - 1 = 2$: $\chi^2 = 9,210351 > 1,018333$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.94 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ζέρβα για τη δεύτερη μέτρηση (10/6/1998, 07:15 – 10:15)

μέση τιμή μ : 1,133333333
 διακύμανση σ^2 : 0,9232493

X_i	F_{iP}	ομαδοποίηση	$F_{iP} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{i0}	ομαδοποίηση	$(F_{iP} - F_{i0})^2 / F_{i0}$
0	32	32	41,102222	0,321958	38,634993	38,634993	1,139463
1	52	52	0,924444	0,364886	43,786325	43,786325	1,540765
2	27	27	20,280000	0,206769	24,812251	24,812251	0,192899
3	7		24,391111	0,078113	9,373517		
4	1	9	8,217778	0,022132	2,655830	12,766432	1,111196
5	1		14,951111	0,005017	0,601988		
>5	0		0	0,001126	0,135097		
ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ	120		109,866667	1	120		3,984323

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 4 - 1 - 1 = 2$: $\chi^2 = 9,210351 > 3,984323$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.95 — Έγερση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ζέρβα για την τρίτη μέτρηση (10/6/1998, 11:30 – 14:30)

μέση τιμή μ : 1,100000
 διακύμανση σ^2 : 1,115966387

X_i	F_{i1}	ομάδοποίηση	$F_{i1} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{i0}	ομάδοποίηση	$(F_{i1} - F_{i0})^2 / F_{i0}$
0	38	38	45,980000	0,332871	39,944530	39,944530	0,094661
1	50	50	0,500000	0,366158	43,938983	43,938983	0,836067
2	19	19	15,390000	0,201387	24,166441	24,166441	1,104511
3	8		28,880000	0,073842	8,861028		
4	5	13	42,050000	0,020307	2,436783	11,950046	0,092251
>4	0		0	0,005435	0,652235		
ΛΕΥΣΙΜΑΤΑ	120		132,800000	1	120		2,127490

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 4 - 1 - 1 = 2$:

$\chi^2 = 9,210351 > 2,124490$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.96 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ιπποκράτους για την πρώτη μέτρηση (8 / 6 / 1998, 10:30 – 13:30)

μέση τιμή μ : 0,708333
 διακύμανση σ^2 : 0,645308123

X_i	F_{iP}	ομαδοποίηση	$F_{iP} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{iO}	ομαδοποίηση	$(F_{iP} - F_{iO})^2 / F_{iO}$
0	58	58	29,100694	0,492464	59,095715	59,095715	0,020316
1	42	42	3,572917	0,348829	41,859464	41,859464	0,000472
2	17		28,362847	0,123544	14,825227		
3	3	20	15,755208	0,029170	3,500401	19,044821	0,047906
>3	0		0	0,005993	0,719193		
ΛΕΦΟΙΣΜΑΤΑ	120		76,791667	1	120		0,068694

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 0,068694$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.97 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ιπποκράτους για τη δεύτερη μέτρηση (11/6/1998, 07:40 – 10:40)

μέση τιμή μ : 1,008333
 διακύμανση σ^2 : 0,7982493

Xi	Fiπ	ομαδοποίηση	$Fiπ^*(Xi-\mu)^2$	P(Xi)	Fiθ	ομαδοποίηση	$(Fiπ-Fiθ)^2/Fiθ$
0	38	38	38,635972	0,364827	43,779182	43,779182	0,762896
1	51	51	0,003542	0,367867	44,144009	44,144009	1,064802
2	24	24	23,601667	0,185466	22,255938	22,255938	0,136672
3	6		23,800417	0,062337	7,480468		
4	1	7	8,950069	0,015714	1,885701	9,820872	0,810245
>4	0		0	0,003789	0,454702		
ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ	120		94,991667	1	120		2,7746144

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $v = 4 - 1 - 1 = 2$:

$\chi^2 = 9,210351 > 2,774614$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.98 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Ιπποκράτους για την τρίτη μέτρηση (11/6/1998, 11:40 – 14:40)

μέση τιμή μ : 0,950000
 διακύμανση σ^2 : 0,98907563

Χi	F _{ij}	ομάδοποίηση	F _{ij} * (Χi-μ) ²	P(Χi)	F _{ij}	ομάδοποίηση	(F _{ij} -F _{ij}) ² /F _{ij}
0	50	50	45,125000	0,386741	46,408923	46,408923	0,277874
1	37	37	0,092500	0,367404	44,088477	44,088477	1,139674
2	23	23	25,357500	0,174517	20,942026	20,942026	0,202237
3	9		37,822500	0,052264	6,631642		
4	1	10	9,302500	0,013125	1,575015	8,560574	0,242034
>4	0		0	0,002949	0,353917		
ΛΕΡΟΙΣΜΑΤΑ	120		117,700000	1	120		1,861819

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 4 - 1 - 1 = 2$:

$$\chi^2 = 9,210351 > 1,861819$$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.99 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 3^η Χολαργού για την πρώτη μέτρηση (14/6/1998, 10:30 – 13:30)

μέση τιμή μ : 0,45555556
 διακύμανση σ^2 : 0,453058677

X_i	F_{iP}	ομαδοποίηση	$F_{iP} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{iO}	ομαδοποίηση	$(F_{iP} - F_{iO})^2 / F_{iO}$
0	57	57	11,829259	0,634096	57,068604	57,068604	8,24699E-05
1	26	26	7,706914	0,288866	25,997919	25,997919	1,66512E-07
2	6		14,311852	0,065797	5,921748		
3	1	7	6,474198	0,009991	0,899228	6,933477	0,000638251
>3	0		0	0,001250	0,112500		
ΑΦΡΟΙΣΜΑΤΑ	90		40,322222	1	90		0,000721

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$:

$\chi^2 = 6,634891 > 0,000721$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 120 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.100 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 3^η Χολαργού για τη δεύτερη μέτρηση (16/6/1998, 07:00 – 10:00)

μέση τιμή μ : 0,800000
 διακύμανση σ^2 : 0,723595506

χ_i	Fi _p	ομαδοποίηση	$Fi_p \cdot (\chi_i - \mu)^2$	P(χ_i)	Fi ₀	ομαδοποίηση	$(Fi_p - Fi_0)^2 / Fi_0$
0	40	40	25,600000	0,449329	40,439607	40,439607	0,004778833
1	31	31	1,240000	0,359463	32,351685	32,351685	0,056474754
2	16		23,040000	0,143785	12,940674		
3	3	19	14,520000	0,038343	3,450846	17,208708	0,186459537
>3	0		0	0,009080	0,817187		
ΑΦΡΟΣΜΑΤΑ			64,400000	1	90		0,247713

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 0,247713$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 120 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.101 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 3^η Χολοργού για την τρίτη μέραρη (16/6/1998, 11:00 – 14:40)

μέση τιμή μ : 0,733333
 διακύμανση σ^2 : 0,692134831

X_i	$F_{iπ}$	ομαδοποίηση	$F_{iπ} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{i0}	ομαδοποίηση	$(F_{iπ} - F_{i0})^2 / F_{i0}$
0	44	44	23,662222	0,480305	43,227477	43,227477	0,01380584
1	28	28	1,991111	0,352224	31,700150	31,700150	0,431894143
2	16		25,671111	0,129149	11,623388		
3	2	18	10,275556	0,031570	2,841273	15,072373	0,568656286
>3	0		0	0,006752	0,607712		
ΣΦΡΟΙΣΜΑΤΑ	90		61,600000	1	90		1,014356

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 1,014356$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 120 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.102 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 5^η Χολοργού για την πρώτη μέτρηση (17/6/1998, 07:00 – 10:00)

μέση τιμή μ : 0,722222222
 διακύμανση σ^2 : 0,652310

X_i	Fiπ	ομαδοποίηση	$F_i\pi \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	Fiθ	ομαδοποίηση	$(F_i\pi - F_i\theta)^2 / F_i\theta$
0	42	42	21,907407	0,4856718	43,710461	43,710461	0,066933
1	34	34	2,623457	0,3507630	31,568666	31,568666	0,187255
2	11		17,959877	0,1266644	11,399796		
3	3	14	15,564815	0,0304933	2,744395	14,720873	0,035301
>3	0		0	0,0064076	0,576682		
ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ	90		58,055556	1,000000	90,000000		0,289489

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $v = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 0,289489$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 120 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.103 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση 5^η Χολαργού για τη δεύτερη μέτρηση (16/6/1998, 11:00 – 14:00)

μέση τιμή μ : 0,744444444
 διακύμανση σ^2 : 0,596878901

X_i	F_{iP}	ομαδοποίηση	$F_{iP} \cdot (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{iO}	ομαδοποίηση	$(F_{iP} - F_{iO})^2 / F_{iO}$
0	39	39	21,613704	0,474998	42,749830	42,749830	0,328919
1	37	37	2,416420	0,353610	31,824874	31,824874	0,841541
2	12		18,917037	0,131621	11,845925		
3	2	14	10,175062	0,032662	2,939544	15,425296	0,131697
>3	0		0	0,007109	0,639826		
ΑΘΡΟΙΣΜΑΤΑ	90		53,122222	1	90	90	1,302157

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$:

$\chi^2 = 6,634891 > 1,302157$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 120 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.104 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Σόνια για την πρώτη μέτρηση (12/6/1998, 07:20 – 10:20)

μέση τιμή μ : 0,63750
 διακύμανση σ^2 : 0,639082278

X_i	F_{i0}	ομαδοποίηση	$F_{i0} \cdot (X_i - \mu)^2$	$F(X_i)$	F_{i0}	ομαδοποίηση	$(F_{i0} - F_{i0})^2 / F_{i0}$
0	43	43	17,475469	0,528612	42,288984	42,288984	0,011954
1	25	25	3,285156	0,336990	26,959228	26,959228	0,142384
2	10		18,564063	0,107416	8,593254		
3	2	12	11,162813	0,022826	1,826066	10,751788	0,144909
>3	0		0	0,004156	0,332468		
ΑΦΡΟΙΣΜΑΤΑ	80		50,487500	1	80		0,299248

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $\nu = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 0,299248$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

πίνακας 6.105 — Εύρεση θεωρητικής κατανομής για τις αφίξεις στη στάση Σόνια για τη δεύτερη μέτρηση (12/6/1998, 12:15–14:15)

μέση τιμή μ : 0,566666667
 διακύμανση σ^2 : 0,634173669

X_i	F_{i1}	ομαδοποίηση	$F_{i2} = (X_i - \mu)^2$	$P(X_i)$	F_{i0}	ομαδοποίηση	$(F_{i1} - F_{i0})^2 / F_{i0}$
0	72	72	23,120000	0,567414	68,089640	68,089640	0,224570
1	31	31	5,821111	0,321534	38,584129	38,584129	1,490743
2	14		28,762222	0,091101	10,932170		
3	3	17	17,763333	0,017208	2,064965	13,326230	1,012783
>3	0		0	0,002742	0,329095		
ΛΕΦΟΙΣΜΑΤΑ	120		75,466667	1	120		2,728097

Κριτήριο του χ^2 για επίπεδο σημαντικότητας 0,01 με $v = 3 - 1 - 1 = 1$: $\chi^2 = 6,634891 > 2,728097$

Άρα η κατανομή POISSON περιγράφει ικανοποιητικά τις αφίξεις των λεωφορείων στη στάση ανά 90 δευτερόλεπτα για το συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας.

6.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΚΟΝΤΑ ΣΕ ΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ ΣΕ ΠΕΡΙΟΔΟ ΑΙΧΜΗΣ

6.4.1 Γενικά

Η Θεωρία Αναμονής (queuing theory) ασχολείται με τη μελέτη, με βάση τη θεωρία των πιθανοτήτων, των οχημάτων ή των πεζών που αναμένουν σε μία θέση ενός συστήματος μεταφορών (π.χ σηματοδότη, έξοδος γκαράζ, σταθμός διοδίων, διάβαση πεζών κ.λπ), με σκοπό να εξετάσει τις συνέπειες στην κυκλοφοριακή ροή, να καθορίσει τους απαιτούμενους χώρους αναμονής και να υπολογίσει και ταυτόχρονα να ελαχιστοποιήσει τις αναμενόμενες καθυστερήσεις .

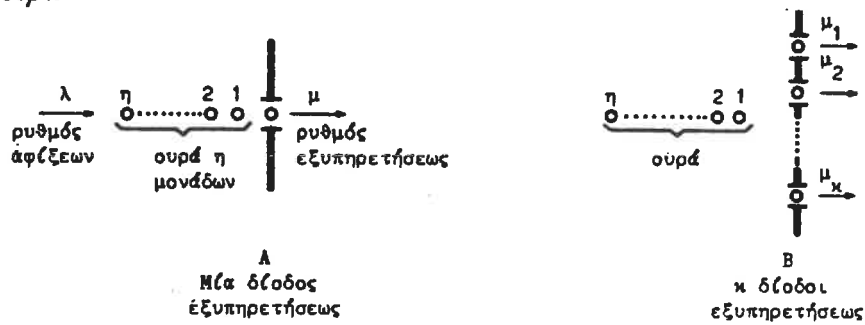
Για τη διατύπωση των μαθηματικών προτύπων που απαιτούνται για να περιγράψουν τη συμπεριφορά μιας ουράς αναμονής απαιτείται ο καθορισμός των παρακάτω τεσσάρων χαρακτηριστικών, τα οποία καθορίζουν και το είδος της ουράς αναμονής .

1. Η κατανομή των αφίξεων : Οι χρόνοι μεταξύ δύο διαδοχικών αφίξεων μπορεί να είναι σταθεροί ή να μεταβάλλονται τυχαία (π.χ να ακολουθούν την κατανομή Poisson) γύρω από μία μέση τιμή .
2. Η κατανομή των χρόνων εξυπηρέτησης : Οι χρόνοι που απαιτούνται για την εξυπηρέτηση κάθε μονάδας μπορεί να είναι σταθεροί ή να μεταβάλλονται τυχαία γύρω από μία μέση τιμή .
3. Ο αριθμός των διόδων εξυπηρέτησεως : Η ουρά μπορεί να εξυπηρετείται από μία ή περισσότερες διόδους (π.χ ένα γκαράζ με δύο πύλες) .
4. Ο τρόπος εξυπηρέτησης : Η ουρά μπορεί να εξυπηρετείται κατά διάφορους τρόπους . Οι πιο συνηθισμένοι από αυτούς είναι η εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα αφίξεως (first - in, first - out), η εξυπηρέτηση κατά αντίστροφη προτεραιότητα (last - in, first - out), η τυχαία εξυπηρέτηση (servise in random order) οι ουρές με αποχωρήσεις (queues with balking or reneging), οι περικομμένες ουρές (truncated queues) και οι ουρές με προτεραιότητα (priority queues) .

Οι βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται γενικά κατά την εφαρμογή της θεωρίας αναμονής και πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια στη συγκεκριμένη εφαρμογή είναι οι εξής:

- Ο μέσος αριθμός αφίξεων στη μονάδα του χρόνου, ο οποίος συμβολίζεται με λ . Επομένως ο μέσος χρόνος μεταξύ δύο αφίξεων (χρονικός διαχωρισμός) είναι $T = \frac{1}{\lambda}$.
- Ο μέσος αριθμός των μονάδων που μπορεί να εξυπηρετηθούν στη μονάδα του χρόνου από μία δίοδο εξυπηρέτησης, ο οποίος συμβολίζεται με μ . Επομένως ο μέσος χρόνος εξυπηρέτησης για μία μονάδα είναι ίσος με $T' = \frac{1}{\mu}$.
- Ο συντελεστής χρησιμοποίησης (utilization factor) για την περίπτωση μιας δίοδου, ο οποίος συμβολίζεται με ρ και είναι ίσος με $\frac{\lambda}{\mu}$. Αν $\rho < 1$ ή $\lambda < \mu$, δηλαδή όταν ο ρυθμός αφίξεων είναι μικρότερος από το ρυθμό εξυπηρέτησης, η ουρά βρίσκεται σε ισορροπία. Αν αντίθετα $\rho > 1$ ή $\lambda > \mu$, δηλαδή όταν ο ρυθμός αφίξεων είναι μεγαλύτερος από το ρυθμό εξυπηρέτησης, το μήκος της ουράς αναμονής θα μεγαλώνει συνεχώς.
- Ο αριθμός των δίοδων εξυπηρέτησης k , κάθε μία από τις οποίες μπορεί να εξυπηρετήσει μ μονάδες στη μονάδα του χρόνου.
- Ο χρόνος αναμονής 1 μονάδας πριν από την εξυπηρέτηση, ο οποίος συμβολίζεται με w .
- Ο χρόνος μέσα στον οποίο εξυπηρετείται 1 μονάδα, ο οποίος συμβολίζεται με s .
- Ο συνολικός χρόνος που δαπανάται από 1 μονάδα στο σύστημα, ο οποίος συμβολίζεται με v και είναι ίσος με $w + s$.
- Η πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός x , η οποία συμβολίζεται με P_x .
- Η αναμενόμενη ή μέση τιμή μιας μεταβλητής α , η οποία συμβολίζεται με $E(\alpha)$.
- Η διακύμανση μιας μεταβλητής α , η οποία συμβολίζεται με $Var(\alpha)$.
- Ονομάζουμε καταστάσεις N ενός συστήματος τις θεμελιώδεις ποσότητες που χαρακτηρίζουν το συγκεκριμένο σύστημα. Για παράδειγμα λέμε ότι το σύστημα βρίσκεται στην κατάσταση n αν περιέχει ακριβώς n μονάδες, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις μονάδες που βρίσκονται στην ουρά όσο και τις μονάδες που εξυπηρετούνται.

σχήμα 6.38 — Σχηματικές παραστάσεις συστημάτων 1 ή περισσότερων δίοδων για την εξυπηρέτηση ουρών



Στη συγκεκριμένη εφαρμογή τα λεωφορεία αποτελούν τις μονάδες, οι οποίες πρόκειται να εξυπηρετηθούν, ενώ η στάση και ο σηματοδότης αντίστοιχα αποτελούν τους σταθμούς εξυπηρέτησης (δίοδοι). Στην πρώτη περίπτωση θα υπολογίσουμε το μήκος της ουράς αναμονής θεωρώντας ότι ο σταθμός εξυπηρέτησης είναι η στάση. Αυτός ο υπολογισμός έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περίπτωση στάσης που βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη, γιατί αν το μήκος της ουράς αναμονής για την εξυπηρέτηση στη στάση είναι μεγάλο τα λεωφορεία που περιμένουν κλείνουν τον κόμβο και εμποδίζουν την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων. Στη δεύτερη περίπτωση θα υπολογίσουμε το μήκος της ουράς αναμονής θεωρώντας ότι ο σταθμός εξυπηρέτησης είναι ο σηματοδότης. Αυτός ο υπολογισμός έχει ενδιαφέρον μόνο για τις στάσεις που βρίσκονται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, γιατί αν το συγκεκριμένο μήκος είναι μεγάλο τα λεωφορεία που βρίσκονται στην ουρά αναμονής, και τα οποία έχουν ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες, εμποδίζουν τα υπόλοιπα λεωφορεία να φτάσουν στη στάση.

Η επιλογή του κατάλληλου προτύπου είναι πολύ σημαντική, αλλά και σε πολλές περιπτώσεις όχι εύκολη. Προκειμένου να επιλέξουμε το κατάλληλο πρότυπο θεωρούμε ότι η πιθανότητα μιας άφιξης ή μιας ολοκληρωμένης εξυπηρέτησης στο διάστημα $t - (t + \Delta t)$ εξαρτάται μόνο από την κατάσταση $N(t) = n$ του συστήματος αναμονής, ενώ θα μπορούσε να εξαρτάται και από το χρόνο που έχει περιέλθει από τη στιγμή έναρξης της εξυπηρέτησης του λεωφορείου που βρίσκεται υπό εξυπηρέτηση κατά τη χρονική στιγμή t που μελετάμε το σύστημα.

Επίσης θεωρούμε ότι σε κάθε περίπτωση υπάρχει μόνο μία δίοδος εξυπηρέτησης. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε στάση έχουμε μόνο μία θέση για παραμονή λεωφορείου και σε κάθε σηματοδότη χρησιμοποιείται μόνο η δεξιά λωρίδα. Η θεώρηση αυτή γίνεται για λόγους απλότητας και γιατί ιδιαίτερα στην περίπτωση της στάσης δεν είναι πάντοτε σίγουρο ότι το λεωφορείο που περιμένει μπορεί να πάει στη δίοδο που θα αδειάσει πρώτη.

Με βάση λοιπόν αυτές τις δύο θεωρήσεις θα χρησιμοποιήσουμε το πρότυπο εκείνο που θεωρεί ότι υπάρχει μόνο μία δίοδος, οι αφίξεις ακολουθούν την κατανομή Poisson, οι χρόνοι εξυπηρέτησης ακολουθούν την εκθετική κατανομή και η εξυπηρέτηση γίνεται κατά προτεραιότητα άφιξης. Το ότι οι αφίξεις στη στάση ακολουθούν την κατανομή Poisson αποδείχθηκε στην παράγραφο 6.3, ενώ το ότι οι χρόνοι εξυπηρέτησης ακολουθούν την εκθετική κατανομή είναι μια παραδοχή που γίνεται με βάση τη βιβλιογραφία (βιβλιογραφική αναφορά 23). Ως μονάδα χρόνου θεωρείται η περίοδος της σηματοδότησης. Τέλος, θα πρέπει να πούμε ότι όλοι οι υπολογισμοί γίνονται μόνο για την περίπτωση της αυξημένης κυκλοφορίας (περίοδος αιχμής), όπου έχουμε και τη δυσμενέστερη περίπτωση.

6.4.2 Εφαρμογή της Θεωρίας Αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση

Το στοιχείο εκείνο, το οποίο δεν γνωρίζουμε και είναι απαραίτητο, είναι ο μέσος αριθμός των λεωφορείων που μπορεί να εξυπηρετηθούν στην περίοδο σηματοδότησης σε μία στάση. Όμως για κάθε στάση σε περίοδο αιχμής γνωρίζουμε τη μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση Dt . Επίσης γνωρίζουμε ότι η ικανότητα μιας στάσης με μια θέση στάθμευσης στη χωροθετημένη περιοχή, για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών i , δίνεται από τη σχέση $f_i = \left(\frac{G}{C}\right) \cdot \frac{3600 \cdot R_i}{t_c + D \cdot \left(\frac{G}{C}\right)} \cdot L_i \cdot P_h$,

αφού η κυκλοφορία είναι διακοπτόμενη από σηματοδότη.

Για να εφαρμόσουμε τη συγκεκριμένη σχέση θεωρούμε ότι βρισκόμαστε στη μέγιστη λειτουργική ικανότητα, δηλαδή επίπεδο εξυπηρέτησης E , οπότε το R_i είναι ίσο με 0.833 και το L_i είναι ίσο με 1. Επίσης θεωρούμε ότι το P_h είναι ίσο με 0.8 και τέλος ότι το t_c για περίοδο αιχμής ίσο με 10 δευτερόλεπτα (βιβλιογραφική αναφορά 24). Τέλος, ο λόγος G/C προκύπτει από τους πίνακες επεξεργασίας ίσος με τη μέση τιμή όλων των καταγραφών όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη. Με βάση αυτές τις παραδοχές προκύπτει ο πίνακας 6.106 που φαίνεται στην επόμενη σελίδα.

πίνακας 6.106 — Εύρεση του μέσου αριθμού των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν σε μία στάση

Στάση	Dt (δευτερόλεπτα)	G/C	f _i (λεωφορεία / ώρα)	μ (λεωφορεία / περίοδο σηματοδότησης)
Ζέρβα	18.165	0.611	98	2.45
Ιπποκράτους	18.975	0.578	91	2.275
3 ^η Χολαργού	15.967	0.833	133	4.433
5 ^η Χολαργού	17.379	0.767	118	3.933
Σόνια	17.141	0.467	84	2.1

Ο μέσος ρυθμός αφίξεων στη μονάδα του χρόνου καθώς και ο χρονικός διαχωρισμός φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 6.107 — Μέσοι ρυθμοί άφιξης λεωφορείων και χρονικός διαχωρισμός σε περίοδο σαχμής

Στάση	λ (λεωφορεία / περίοδο σηματοδότησης)	T (δευτερόλεπτα)
Ζέρβα	1.1333	79.4
Ιπποκράτους	1.0083	89.3
3 ^η Χολαργού	0.8	150
5 ^η Χολαργού	0.7222	166.2
Σόνια	0.6375	141.2

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα παρακάτω χαρακτηριστικά μεγέθη για την ουρά αναμονής.

1. Το συντελεστή χρησιμοποίησης ρ .
2. Το μέσο χρόνο που καταναλώνεται στο σύστημα $E(v)$, ο οποίος είναι ίσος με $\frac{1}{\mu - \lambda}$. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι εκφρασμένο σε περιόδους σηματοδότησης, οπότε και απαιτείται η αναγωγή του σε δευτερόλεπτα με πολλαπλασιασμό επί την αντίστοιχη περίοδο σηματοδότησης.

3. Το μέσο χρόνο παραμονής στην ουρά αναμονής $E(w)$, ο οποίος είναι ίσος με $\frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)}$. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι επίσης εκφρασμένο σε περιόδους σηματοδότησης, οπότε και απαιτείται η αναγωγή του σε δευτερόλεπτα με πολλαπλασιασμό επί την αντίστοιχη περίοδο σηματοδότησης.
4. Το μέσο μήκος της ουράς αναμονής $E(q)$, το οποίο είναι ίσο με $\frac{\rho^2}{1-\rho}$. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι εκφρασμένο σε λεωφορεία, οπότε και απαιτείται η αναγωγή του σε μέτρα με πολλαπλασιασμό επί το μήκος ενός λεωφορείου. Το μήκος ενός λεωφορείου στις στάσεις Ιπποκράτους και Σόνια είναι 12 μέτρα, ενώ στις υπόλοιπες που έχουμε και αρθρωτά λεωφορεία είναι 18 μέτρα.
5. Η πιθανότητα να υπάρχουν ακριβώς n λεωφορεία στο σύστημα P_n , η οποία δίνεται από τη σχέση $\rho^n \cdot (1-\rho)$.
6. Η πιθανότητα να καταναλωθεί χρόνος t ή μεγαλύτερος στο σύστημα $P_{v \geq t}$, η οποία είναι ίση με $e^{-(1-\rho)\mu t}$.
7. Η πιθανότητα να καταναλωθεί χρόνος t ή μεγαλύτερος στην ουρά $P_{w \geq t}$, η οποία είναι ίση με $\rho \cdot e^{-(1-\rho)\mu t}$.
8. Η πιθανότητα να καταναλωθεί χρόνος t στο σύστημα $P_v = t$, η οποία είναι ίση με $(\mu - \lambda) \cdot e^{(\lambda - \mu)t}$.

Όλα τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνονται στους παρακάτω τρεις πίνακες.

πίνακας 6.108.α — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση

Στάση	ρ	$E(v)$ (δευτερόλεπτα)	$E(w)$ (δευτερόλεπτα)	$E(q)$ (μέτρα)
Ζέρβα	0.4626	68.4	31.7	7.2
Ιπποκράτους	0.4432	71.1	31.5	4.2
3 ^η Χολαργού	0.1805	33	5.9	0.7
5 ^η Χολαργού	0.1836	37.4	6.9	0.8
Σόνια	0.3036	61.5	18.6	1.6

πίνακας 6.108.β — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση

Πιθανότητες να υπάρχουν ακριβώς n λεωφορεία στο σύστημα				
Στάση	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
Ζέρβα	0.5374	0.2486	0.115	0.053
Ιπποκράτους	0.5568	0.2468	0.1093	0.0485
3 ^η Χολαργού	0.8195	0.1479	0.0267	0.0048
5 ^η Χολαργού	0.8164	0.1499	0.0275	0.0051
Σόνια	0.6964	0.2114	0.0642	0.0195

Τέλος, υπολογίζουμε την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο περισσότερο ή ίσο με τη διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης (συμβολίζεται με C), την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στην ουρά χρόνο ίσο ή περισσότερο με τη διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης και την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο περισσότερο ή ίσο με τη διάρκεια της περιόδου σηματοδότησης.

πίνακας 6.108.γ — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε στάση

Στάση	Πιθανότητα να καταναλώσει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο $t \geq C$	Πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στην ουρά για χρόνο $t \geq C$	Πιθανότητα να καταναλώσει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο $t = C$
Ζέρβα	0.1388	0.0642	0.1827
Ιπποκράτους	0.1496	0.0352	0.1895
3 ^η Χολαργού	0.0007	0.0001	0.0026
5 ^η Χολαργού	0.0016	0.0003	0.0052
Σόνια	0.1115	0.0339	0.1630

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς μπορούμε να οδηγηθούμε στις εξής παρατηρήσεις και συμπεράσματα :

- Ο μέσος χρόνος αναμονής στην ουρά είναι 31.7 δευτερόλεπτα για τη στάση Ζέρβα και 31.5 δευτερόλεπτα για τη στάση Ιπποκράτους. Στις υπόλοιπες στάσεις ο χρόνος αυτός προκύπτει αρκετά μικρότερος. Γενικότερα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στις στάσεις

που ο λόγος G/C είναι μεγαλύτερος (μεγάλη περίοδος σηματοδότησης) ο μέσος χρόνος αναμονής στην ουρά είναι μικρότερος.

- Το μεγαλύτερο μήκος της ουράς αναμονής προκύπτει ίσο με 7.2 μέτρα για τη στάση Ζέρβα. Στις υπόλοιπες στάσεις το μήκος της ουράς αναμονής προκύπτει αρκετά μικρότερο. Ειδικότερα μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το μήκος της ουράς αναμονής για τη στάση 3^η Χολαργού που βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη, γιατί τα λεωφορεία περιμένοντας να φτάσουν στη στάση είναι δυνατό να κλείσουν τον κόμβο εμποδίζοντας την κίνηση των υπολοίπων οχημάτων. Όμως το μήκος της ουράς αναμονής προκύπτει μόνο 0.7 μέτρα. Παράλληλα η πιθανότητα να υπάρχουν στο σύστημα 2 ή και 3 λεωφορεία είναι πολύ μικρή.
- Η πιθανότητα να καταναλωθεί χρόνος t ίσος με μια περίοδο σηματοδότης στο σύστημα είναι σχετικά αυξημένη στις στάσεις εκείνες που ο λόγος G/C είναι μικρότερος από 0.62 και η περίοδος σηματοδότησης διαρκεί 90 δευτερόλεπτα, ανεξάρτητα από το μέγεθος του ρυθμού των αφίξεων. Το ίδιο συμβαίνει και με την πιθανότητα ένα λεωφορείο να παραμείνει στην ουρά για χρόνο t μεγαλύτερο ή ίσο με τη διάρκεια μιας περιόδου, αλλά οι πιθανότητες είναι σημαντικά μικρότερες σε σχέση με τις προηγούμενες. Στις περιπτώσεις στάσεων που η περίοδος σηματοδότησης είναι 120 δευτερόλεπτα όλες οι τιμές των πιθανοτήτων είναι πολύ μικρές.
- Μπορούμε να αναφέρουμε ξανά στον πίνακα 2.15, στον οποίο φαίνεται ότι η αθροιστική πιθανότητα αναμονής λεωφορείων για να εισέλθουν στη στάση είναι 30 % για επίπεδο εξυπηρέτησης επιβατών E . Διαπιστώνουμε με βάση τον πίνακα 6.108.β ότι αθροιστικά η πιθανότητα να υπάρχουν 2 ή περισσότερα λεωφορεία στο σύστημα είναι 10 % - 20 % για τις περιπτώσεις στάσεων που η περίοδος σηματοδότησης είναι 90 δευτερόλεπτα. Στις περιπτώσεις στάσεων που η περίοδος σηματοδότησης είναι 120 δευτερόλεπτα η αντίστοιχη πιθανότητα είναι 3 %.

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι μόνο στη στάση Ζέρβα έχουμε λωρίδα αποκλειστικής κυκλοφορίας για τα λεωφορεία. Σε όλες τις άλλες στάσεις τα λεωφορεία κινούνται στη δεξιά λωρίδα μαζί με τα υπόλοιπα οχήματα. Επομένως όλα τα παραπάνω μεγέθη ενδέχεται να είναι μεγαλύτερα λόγω της κίνησης και των υπολοίπων οχημάτων μπροστά στη στάση και ιδιαίτερα των ταξί και των φορτηγών.

6.4.3 Εφαρμογή της Θεωρίας Αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη

Το στοιχείο εκείνο, το οποίο δεν γνωρίζουμε και είναι απαραίτητο, είναι ο μέσος αριθμός των λεωφορείων που μπορεί να εξυπηρετηθούν στην περίοδο σηματοδότησης από το σηματοδότη. Ο χρόνος που διατίθεται για εξυπηρέτηση, δηλαδή για τη διέλευση των λεωφορείων, είναι ίσος με τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης. Στην προηγούμενη παράγραφο θεωρήσαμε ότι ο χρόνος t_c για περίοδο αιχμής είναι ίσος με 10 δευτερόλεπτα. Ο χρόνος αυτός εκφράζει όμως και τον ελάχιστο χρονικό διαχωρισμό μεταξύ δύο διαδοχικών λεωφορείων. Άρα μέσα στη διάρκεια της πράσινης ένδειξης μπορούν να εξυπηρετηθούν $\frac{G}{10}$ λεωφορεία. Η διάρκεια της πράσινης ένδειξης προκύπτει από τους πίνακες επεξεργασίας ίση με τη μέση τιμή όλων των καταγραφών όταν η κυκλοφορία ήταν αυξημένη. Με βάση αυτές τις παραδοχές προκύπτει ο πίνακας 6.109.

Η συγκεκριμένη εφαρμογή πραγματοποιείται μόνο για τις στάσεις εκείνες που βρίσκονται ακριβώς πριν από το σηματοδότη, γιατί αν το μήκος της ουράς αναμονής στο σηματοδότη είναι μεγάλο τα λεωφορεία που βρίσκονται στην ουρά, και τα οποία έχουν ήδη εξυπηρετήσει τους επιβάτες, εμποδίζουν τα υπόλοιπα λεωφορεία να εξυπηρετήσουν τους επιβάτες. Επειδή η απόσταση ανάμεσα στη στάση και το σηματοδότη είναι μικρή οι αφίξεις των λεωφορείων στο σηματοδότη ακολουθούν την κατανομή Poisson, ενώ και οι ρυθμοί αφίξης είναι ίδιοι με αυτούς που υπολογίστηκαν για τις στάσεις.

πίνακας 6.109 — Εύρεση του μέσου αριθμού των λεωφορείων που μπορούν να εξυπηρετηθούν σε ένα σηματοδότη

Στάση	Απόσταση στάσης - σηματοδότη (μέτρα)	G/C	λ (λεωφορεία / περίοδο σηματοδότησης)	μ (λεωφορεία / περίοδο σηματοδότησης)
Ζέρβα	20	0.611	1.1333	5.5
Ιπποκράτους	9	0.578	1.0083	5.2
5 ^η Χολαργού	7	0.767	0.7222	9.2

Τα στοιχεία, τα οποία υπολογίζουμε, είναι τα ίδια με αυτά που υπολογίσαμε και στην προηγούμενη παράγραφο και επομένως δεν θα τα αναφέρουμε πάλι. Όλα τα αποτελέσματα φαίνονται στους παρακάτω τρεις πίνακες.

πίνακας 6.110.α — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη

Στάση	ρ	$E(v)$ (δευτερόλεπτα)	$E(w)$ (δευτερόλεπτα)	$E(q)$ (μέτρα)
Ζέρβα	0.2061	20.6	4.2	0.96
Ιπποκράτους	0.2083	21.9	4.6	0.66
5 ^η Χολαργού	0.0785	14.2	1.1	0.12

πίνακας 6.110.β — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη

Πιθανότητες να υπάρχουν ακριβώς n λεωφορεία στο σύστημα				
Στάση	$n=0$	$n=1$	$n=2$	$n=3$
Ζέρβα	0.7939	0.1636	0.0337	0.0069
Ιπποκράτους	0.7917	0.1649	0.0344	0.0072
5 ^η Χολαργού	0.9215	0.0723	0.0057	0.0004

Τέλος, υπολογίζουμε την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο περισσότερο ή ίσο με τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης (συμβολίζεται με G), την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στην ουρά χρόνο ίσο ή περισσότερο με τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης και την πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο περισσότερο ή ίσο με τη διάρκεια της πράσινης ένδειξης.

πίνακας 6.110.γ — Αποτελέσματα εφαρμογής της θεωρίας αναμονής στην κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδότη

Στάση	Πιθανότητα να καταναλώσει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο $t \geq G$	Πιθανότητα να περιμένει ένα λεωφορείο στην ουρά για χρόνο $t \geq G$	Πιθανότητα να καταναλώσει ένα λεωφορείο στο σύστημα χρόνο $t = G$
Ζέρβα	0.0183	0.0038	0.0800
Ιπποκράτους	0.0282	0.0059	0.1108
5 ^η Χολαργού	0.0000	0.0000	0.0000

Με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς μπορούμε να οδηγηθούμε στα εξής συμπεράσματα :

- Ο μέσος χρόνος αναμονής στην ουρά είναι 4.2 δευτερόλεπτα για τη στάση Ζέρβα, 4.6 δευτερόλεπτα για τη στάση Ιπποκράτους και μόνο 1.1 δευτερόλεπτα για τη στάση 5^η Χολαργού . Γενικότερα μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στις στάσεις που ο λόγος G/C είναι μεγαλύτερος (μεγάλη περίοδος σηματοδότησης) ο μέσος χρόνος αναμονής στην ουρά είναι μικρότερος .
- Το μεγαλύτερο μήκος της ουράς αναμονής προκύπτει ίσο με 0.99 μέτρα για τη στάση Ιπποκράτους . Στις υπόλοιπες στάσεις το μήκος της ουράς αναμονής προκύπτει αρκετά μικρότερο . Επομένως σε καμία περίπτωση δεν φαίνεται να εμποδίζονται τα υπόλοιπα λεωφορεία να σταματήσουν στη στάση . Παράλληλα είναι πολύ μικρή η πιθανότητα να υπάρχουν στο σύστημα 2 ή και 3 λεωφορεία, ώστε να δημιουργείται πρόβλημα .
- Η πιθανότητα να καταναλωθεί χρόνος t ίσος με μια περίοδο σηματοδότης στο σύστημα είναι σχετικά αυξημένη στις στάσεις εκείνες που ο λόγος G/C είναι μικρότερος από 0.62 και η περίοδος σηματοδότησης διαρκεί 90 δευτερόλεπτα, ανεξάρτητα από το μέγεθος του ρυθμού των αφίξεων . Το ίδιο συμβαίνει και με την πιθανότητα ένα λεωφορείο να παραμείνει στην ουρά για χρόνο t μεγαλύτερο ή ίσο με τη διάρκεια μιας περιόδου, αλλά οι πιθανότητες είναι σημαντικά μικρότερες σε σχέση με τις προηγούμενες .

Θα πρέπει να τονίσουμε ότι μόνο στη στάση Ζέρβα έχουμε λωρίδα αποκλειστικής κυκλοφορίας για τα λεωφορεία . Σε όλες τις άλλες στάσεις τα λεωφορεία κινούνται στη δεξιά λωρίδα μαζί με τα υπόλοιπα οχήματα . Επομένως όλα τα παραπάνω μεγέθη ενδέχεται να είναι μεγαλύτερα λόγω της κίνησης και των υπολοίπων οχημάτων μπροστά στη στάση και ιδιαίτερα των ταξί και των φορτηγών .



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ : 1998 – 1999

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ**

ΜΕΡΟΣ ΙΙ (Κεφάλαια 7 – 8, Παραρτήματα)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
του ΓΚΙΟΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΑΘΗΝΑ 1999



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ : 1998 – 1999

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ ΓΙΑ
ΕΠΙΒΙΒΑΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΙΒΑΣΗ ΕΠΙΒΑΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΔΕΙΞΗ ΤΟΥ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗ**

ΜΕΡΟΣ II (Κεφάλαια 7 – 8, Παραρτήματα)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
του ΓΚΙΟΚΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΑΘΗΝΑ 1999

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο

7**

- ΠΡΟΤΥΠΟ
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ -

7.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η κίνηση των λεωφορείων στις στάσεις που επηρεάζονται από κάποιο σηματοδότη εξαρτάται από ένα σημαντικό αριθμό παραμέτρων, όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από τους πίνακες επεξεργασίας που παρουσιάζονται στο πέμπτο κεφάλαιο και αναλυτικότερα στο παράρτημα Β. Η ποσοτική και η ποιοτική ανάλυση της συγκεκριμένης κατάστασης διευκολύνεται σημαντικά με τη χρησιμοποίηση μαθηματικών προτύπων (models).

Τα μαθηματικά πρότυπα έχουν σαν κύριο σκοπό να αναπαραστήσουν, δηλαδή να προσομοιώσουν, το οποιοδήποτε φαινόμενο και ειδικότερα στη συγκεκριμένη περίπτωση τη στάση των λεωφορείων για εξυπηρέτηση επιβατών σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Συνήθως απαιτείται ένα σύστημα προτύπων, καθένα από τα οποία προσομοιώνει ένα μέρος του φαινομένου. Η ανάπτυξη των μεθόδων της μαθηματικής προσομοίωσης συνέπεσε με την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η οποία ήταν ιδιαίτερα έντονη μετά το 1950. Από τότε η μαθηματική προσομοίωση έγινε ένα απαραίτητο όργανο στην ανάλυση διαφόρων φαινομένων και στη βελτίωση του σχεδιασμού και της εφαρμογής των προτεινόμενων λύσεων.

Προκειμένου να αρχίσουμε τη δύσκολη διαδικασία της εύρεσης των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων, απαιτείται μια σειρά από διαδικασίες που σκοπό έχουν την κατάλληλη συλλογή στοιχείων και την σωστή επεξεργασία τους. Το σύνολο των διαδικασιών αυτών ονομάζεται Προσομοίωση. Μία από τις διαδικασίες με την οποία εκτιμούμε τους συντελεστές των μαθηματικών προτύπων και ελέγχουμε το κατά πόσο προσαρμόζονται στην πραγματικότητα ονομάζεται Ανάλυση Παλινδρόμησης και περιγράφεται στη συνέχεια.

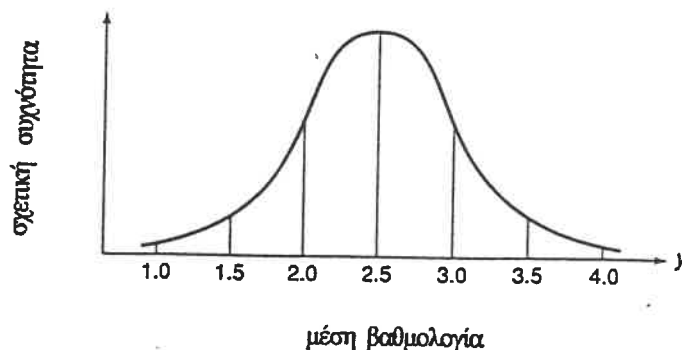
7.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να υπολογίσουμε τη μέση βαθμολογία όλων των πρωτοετών φοιτητών-φοιτητριών της φετινής χρονιάς. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι να διαλέξουμε ένα τυχαίο δείγμα πρωτοετών φοιτητών – φοιτητριών της προηγούμενης χρονιάς, να υπολογίσουμε τη μέση βαθμολογία του κάθε ενός – μιας και

στη συνέχεια χρησιμοποιώντας αυτές τις μέσες βαθμολογίες να βρούμε την πραγματική μέση βαθμολογία όλων των πρωτοετών. Μπορούμε, δηλαδή να υπολογίσουμε το μέσο όρο της βαθμολογίας κάθε πρωτοετή φοιτητή – φοιτήτριας με βάση τον προηγούμενο υπολογισμό της μέσης βαθμολογίας για το σύνολο των πρωτοετών. Ο υπολογισμός της μέσης βαθμολογίας για κάθε πρωτοετή φοιτητή-φοιτήτρια, με βάση τη μέση βαθμολογία για το σύνολο των πρωτοετών, είναι ισοδύναμος με τη χρησιμοποίηση της μέσης βαθμολογίας για το σύνολο των πρωτοετών σε ένα μαθηματικό πρότυπο (εξίσωση), προκειμένου να υπολογίσουμε την πραγματική μέση βαθμολογία των πρωτοετών.

Ονομάζουμε y τη μέση βαθμολογία ενός φοιτητή (μιας φοιτήτριας) και $E(y)$ τη μέση βαθμολογία όλων των πρωτοετών. Η μεταβλητή y , η οποία αποτελεί και το αποτέλεσμα του μαθηματικού προτύπου (προβλέπεται), ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή (dependent variable). Γνωρίζουμε ότι η πραγματική τιμή της μεταβλητής y εξαρτάται από μια σειρά άλλων παραγόντων και άρα οι πραγματικές μέσες βαθμολογίες όλων των πρωτοετών μπορεί να ακολουθούν μια κατανομή, όπως αυτή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 7.1 — Κατανομή μέσης βαθμολογίας πρωτοετών φοιτητών



Μπορούμε να καταρτίσουμε μια εξίσωση όπου η μέση βαθμολογία για κάθε ξεχωριστά φοιτητή – φοιτήτρια είναι ίση με το άθροισμα ή τη διαφορά της μέσης βαθμολογίας όλων των πρωτοετών με μια ποσότητα που ονομάζεται τυχαίο σφάλμα, συμβολίζεται με ε και η τιμή της είναι άγνωστη σε εμάς, δηλαδή η μαθηματική σχέση έχει τη μορφή $y = E(y) + \varepsilon$. Το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο ονομάζεται πιθανοτικό (probabilistic model) για τη μεταβλητή y . Το όνομα πιθανοτικό προκύπτει από το γεγονός ότι κάνουμε μια δήλωση πιθανότητας για το μέγεθος της απόκλισης ανάμεσα στα y και $E(y)$ θεωρώντας ότι μια σειρά από υποθέσεις για το μαθηματικό πρότυπο ικανοποιούνται. Η γενική μορφή του πιθανοτικού προτύπου, το οποίο αποτελεί τη βάση για τη δημιουργία του

συνόλου των μαθηματικών προτύπων που θα ακολουθήσουν, φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα.

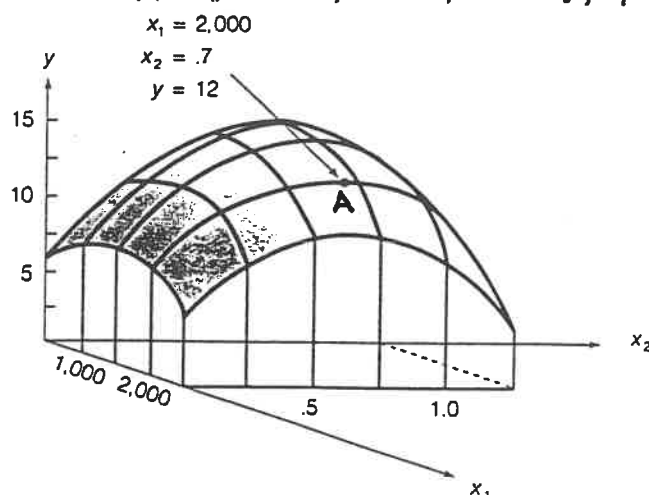
πίνακας 7.1 — Γενικός τύπος πιθανοτικού προτύπου

$y = E(y) + \varepsilon$
<p>όπου :</p> <p>y = η εξαρτημένη μεταβλητή (το αποτέλεσμα της εξίσωσης)</p> <p>$E(y)$ = η μέση ή αναμενόμενη τιμή για το y</p> <p>ε = το τυχαίο σφάλμα</p>

Στην πράξη θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε ένα δείγμα για να υπολογίσουμε τους συντελεστές του πιθανοτικού προτύπου, δηλαδή το $E(y)$ και το ε . Μια βασική υπόθεση, η οποία θα αναφερθεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια στη συνέχεια, είναι ότι η μέση τιμή των σφαλμάτων ισούται με το 0 και άρα η καλύτερη εκτίμηση για το ε είναι να θεωρηθεί ίσο με το 0, οπότε το μονό που πρέπει να υπολογίσουμε είναι το $E(y)$. Η πιο απλή μέθοδος για να υπολογίσουμε το $E(y)$ είναι να επιλέξουμε ένα τυχαίο δείγμα. Η μέση τιμή του δείγματος \bar{y} μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μία εκτίμηση της πραγματικής μέσης τιμής, δηλαδή του $E(y)$. Αν δηλώσουμε την τιμή που προβλέπεται για τη μεταβλητή y σαν \hat{y} η εξίσωση γίνεται $\hat{y} = \bar{y}$. Αυτή η εξίσωση όμως δεν λαμβάνει υπόψη της μια σειρά από παραμέτρους, οι οποίες ονομάζονται ανεξάρτητες μεταβλητές (independent variables). Οι μεταβλητές αυτές που επηρεάζουν το αποτέλεσμα, δηλαδή την εξαρτημένη μεταβλητή y , χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του $E(y)$ που είναι και ο μοναδικός άγνωστος παράγοντας του πιθανοτικού προτύπου.

Έστω λοιπόν ότι έχουμε ένα δείγμα από δεδομένα για την εξαρτημένη μεταβλητή y και για τις ανεξάρτητες μεταβλητές x_1 και x_2 και θέλουμε να συσχετίσουμε τη y με τις x_1 και x_2 . Το μαθηματικό πρότυπο που θα μας έδινε αυτή τη συσχέτιση θα μπορούσε να απεικονιστεί από μία επιφάνεια, αρκετά περίπλοκη ίσως, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.2 της επόμενης σελίδας. Στο σχήμα αυτό φαίνεται επίσης και ένα τυχαίο σημείο A, το οποίο έχει συντεταγμένες ($y = 12$, $x_1 = 2.0$, $x_2 = 0.7$) και βρίσκεται πάνω στην επιφάνεια που απεικονίζει το μαθηματικό πρότυπο.

σχήμα 7.2 — Γραφική απεικόνιση μαθηματικού προτύπου με 2 ανεξάρτητες μεταβλητές



Το ύψος της επιφάνειας στο σημείο A δίνει τη μέση τιμή $E(y)$ για τη μεταβλητή y , δηλαδή δίνει ένα λογικό αποτέλεσμα για τη μεταβλητή y όταν τα x_1 και x_2 έχουν κάποιες συγκεκριμένες τιμές, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα. Η επιφάνεια αυτή θα μπορούσε να περιγράφεται από μια εξίσωση, επίσης αρκετά πολύπλοκη, της μορφής $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_4 \cdot x_1^2 + \beta_5 \cdot x_2^2$. Η εξίσωση αυτή ονομάζεται πρότυπο προσδιορισμού (deterministic model) και οι παράμετροι του είναι το $E(y)$ που είναι η μέση τιμή για τη μεταβλητή y με βάση τα x_1 και x_2 , δηλαδή τις ανεξάρτητες μεταβλητές και τα β_0, \dots, β_5 που είναι σταθερές και οι τιμές τους υπολογίζονται από το δείγμα. Το πρότυπο έχει το όνομα προσδιοριστικό, γιατί αν είναι γνωστές οι σταθερές παράμετροι β_0, \dots, β_5 τότε είναι γνωστή και η τιμή του $E(y)$.

Αντικαθιστώντας την τιμή του $E(y)$ από το προσδιοριστικό στο πιθανοτικό πρότυπο έχουμε τη σχέση $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_4 \cdot x_1^2 + \beta_5 \cdot x_2^2 + \varepsilon$. Υποβάλλοντας το δείγμα, δηλαδή τα δεδομένα μας, σε μια διαδικασία που ονομάζεται Ανάλυση Παλινδρόμησης (Regression Analysis) προκύπτει ένα μαθηματικό πρότυπο, το οποίο ονομάζεται συχνά πρότυπο παλινδρόμησης (regression model). Το πρότυπο αυτό είναι μια μαθηματική εξίσωση που δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού μιας τιμής της μεταβλητής y μέσω κάποιων άλλων μεταβλητών x με συγκεκριμένες τιμές. Η εξίσωση που προκύπτει από την Ανάλυση Παλινδρόμησης έχει τη μορφή $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x_1 + \hat{\beta}_2 \cdot x_2 + \hat{\beta}_3 \cdot x_1 \cdot x_2 + \hat{\beta}_4 \cdot x_1^2 + \hat{\beta}_5 \cdot x_2^2$, όπου το \hat{y} είναι μία τιμή του y που προκύπτει από την εξίσωση και τα $\hat{\beta}_0, \dots, \hat{\beta}_5$ είναι εκτιμήσεις των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου.

Η διαδικασία εύρεσης ενός μαθηματικού προτύπου, το οποίο συσχετίζει το y με μία σειρά από ανεξάρτητες μεταβλητές με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, είναι αποτέλεσμα μιας διαδικασίας που ονομάζεται Ανάλυση Παλινδρόμησης. Η Ανάλυση Παλινδρόμησης είναι τμήμα μιας στατιστικής μεθοδολογίας που ασχολείται με τη συσχέτιση μιας εξαρτημένης μεταβλητής y με μια ομάδα ανεξάρτητων μεταβλητών x .

Ο στόχος, όπως φαίνεται και προηγούμενα, είναι η κατάρτιση ενός μαθηματικού προτύπου, το οποίο να δίνει την τιμή της μεταβλητής y αν γνωρίζουμε τις τιμές των μεταβλητών x και παράλληλα αυτό να γίνεται με το μικρότερο δυνατό σφάλμα για την τιμή του y , δηλαδή το μαθηματικό πρότυπο να είναι αξιόπιστο. Η Ανάλυση Παλινδρόμησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σύνολο των επιστημονικών ενοτήτων και να δώσει σημαντικές πληροφορίες για τον τρόπο που μεταβάλλονται διάφορες καταστάσεις και τις παραμέτρους που τις επηρεάζουν.

Τέλος αναφέρουμε τα βασικά βήματα, τα οποία απαιτούνται σε μια Ανάλυση Παλινδρόμησης και που θα ακολουθηθούν στην ανάλυση των συγκεκριμένων μετρήσεων.

1. Υποθέτουμε την μορφή του μαθηματικού προτύπου για το $E(y)$.
2. Συλλέγουμε το δείγμα των στοιχείων που κρίνουμε ότι απαιτείται.
3. Χρησιμοποιούμε το δείγμα για να υπολογίσουμε τις άγνωστες παραμέτρους στο μαθηματικό πρότυπο.
4. Προσδιορίζουμε τη στατιστική κατανομή που ακολουθεί το τυχαίο σφάλμα και υπολογίζουμε την οποιαδήποτε άγνωστη παράμετρο για αυτή την κατανομή.
5. Κάνουμε στατιστικούς έλεγχους για τη χρησιμότητα του μαθηματικού προτύπου.
6. Όταν καταλήξουμε ότι το μαθηματικό πρότυπο είναι αξιόπιστο, το χρησιμοποιούμε για τους υπολογισμούς μας.

7.3 ΣΥΛΛΟΓΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

ΣΤΟ τέλος της παραγράφου 7.2 αναφέρονται με τη σειρά τα βασικότερα βήματα που περιλαμβάνει η Ανάλυση Παλινδρόμησης. Το αρχικό βήμα είναι να υποθέσουμε τη μορφή του μαθηματικού προτύπου για το $E(y)$, δηλαδή τη μορφή του προτύπου προσδιορισμού. Από τη στιγμή που γίνει αυτό το αμέσως επόμενο βήμα είναι η συλλογή των στοιχείων με βάση τα οποία θα υπολογίσουμε τις άγνωστες παραμέτρους του προτύπου προσδιορισμού, δηλαδή τα β .

Θεωρητικά το καλύτερο θα ήταν να έχουμε στη διάθεση μας το σύνολο του αριθμού των στοιχείων, δηλαδή ολόκληρο τον πληθυσμό, για την κάθε μεταβλητή που μας ενδιαφέρει και πρόκειται να τη χρησιμοποιήσουμε στο μαθηματικό πρότυπο. Αυτό όμως για διάφορους λόγους δεν είναι εφικτό και το μόνο που μπορούμε να κάνουμε είναι να πάρουμε κάποιο τμήμα του συνολικού πληθυσμού. Το τμήμα αυτό του πληθυσμού ονομάζεται δείγμα και από τη στιγμή που έχουμε αυτό στη διάθεση μας καταλαβαίνουμε ότι η ανάλυση μας κινείται σε ένα προσεγγιστικό επίπεδο. Όσο πιο καλός είναι ο τρόπος επιλογής και συλλογής του δείγματος καθώς και όσο καλύτερη είναι η επιλογή των παραμέτρων που θα χρησιμοποιήσουμε στο μαθηματικό πρότυπο τόσο καλύτερη προσέγγιση της πραγματικότητας επιτυγχάνουμε.

Προηγούμενα αναφέραμε ότι τα στοιχεία που θα συλλέξουμε θα μας βοηθήσουν να υπολογίσουμε τις άγνωστες παραμέτρους του προτύπου προσδιορισμού, δηλαδή τα β . Αυτό επιβάλλει τη συλλογή στοιχείων τόσο για την εξαρτημένη μεταβλητή y όσο και για το σύνολο των ανεξαρτήτων μεταβλητών x_1, \dots, x_k . Έτσι το δείγμα, το οποίο πρόκειται να αναλυθεί, περιέχει στοιχεία για ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών μεταβλητών.

Τα στοιχεία στην παλινδρόμηση είναι είτε στοιχεία που έχουν προκύψει από κάποιο πείραμα (experimental data) είτε στοιχεία που έχουν προκύψει από κάποια παρατήρηση (observational data). Πειραματικά στοιχεία έχουμε όταν οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών, σε ένα πείραμα που έχει σχεδιαστεί, ελέγχονται και περιορίζονται σε κάποιες περιπτώσεις πριν προκύψει η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y . Στοιχεία της δεύτερης κατηγορίας έχουμε όταν καμία προσπάθεια δεν γίνεται για να ελεγχθούν οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x_1, \dots, x_k , αλλά η μέτρηση τους γίνεται χωρίς λάθος. Είναι πολύ σημαντικό να προσδιορίσουμε το μέγεθος του δείγματος n που πρέπει να συλλεγεί.

Γνωρίζουμε ότι όταν υπολογίζουμε τη μέση τιμή ενός πληθυσμού το μέγεθος του δείγματος n εξαρτάται από την τυπική απόκλιση για τον πληθυσμό αυτόν, το επίπεδο σημαντικότητας και το εύρος του διαστήματος εμπιστοσύνης που προκύπτει με βάση τη μέση τιμή. Επειδή η παλινδρόμηση περιλαμβάνει υπολογισμό της μέσης τιμής του αποτελέσματός, $E(y)$, το μέγεθος του δείγματος εξαρτάται από τους παραπάνω τρεις παράγοντες. Επιπλέον όμως, το $E(y)$ δίνεται από μια εξίσωση στην οποία συμμετέχει ένας αριθμός ανεξαρτήτων μεταβλητών και υπάρχουν κάποιες παράμετροι (β) που πρέπει να υπολογιστούν. Έτσι, στην Ανάλυση Παλινδρόμησης το δείγμα πρέπει να είναι τόσο μεγάλο ώστε οι παράμετροι β να είναι δυνατό να υπολογιστούν και να ελεγχθούν ως προς τις τιμές τους. Αυτό δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί αν το μέγεθος του δείγματος n δεν είναι το λιγότερο ίσο με τον αριθμό των παραμέτρων β που υπάρχουν στο μαθηματικό πρότυπο για το $E(y)$. Ένας γενικός κανόνας που μπορούμε να ακολουθήσουμε προκειμένου να διασφαλίσουμε ένα ικανοποιητικό δείγμα είναι ότι το μέγεθος n του δείγματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερο από τον αριθμό των παραμέτρων β .

Προφανώς τα στοιχεία, τα οποία εμείς συλλέξαμε, έχουν προκύψει από απλή παρατήρηση και καταγραφή, χωρίς βέβαια έλεγχο και περιορισμό των τιμών των διαφόρων μεταβλητών, οπότε και ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία στοιχείων. Το μέγεθος του δείγματος κρίνεται ικανοποιητικό αφού αν υποθέσουμε ότι στο μαθηματικό πρότυπο που θα καταλήξουμε θα υπάρχουν 6 παράμετροι β (β_0, \dots, β_5), τότε θα έπρεπε να διαθέτουμε το λιγότερο 60 παρατηρήσεις. Στον πίνακα 7.2 φαίνεται ότι ο αριθμός των παρατηρήσεων σε κάθε στάση (αναφερόμαστε στον αριθμό των λεωφορείων που σταμάτησαν στη στάση) και διαπιστώνουμε ότι είναι σαφώς μεγαλύτερος από τις 60 τουλάχιστον που απαιτούνται.

πίνακας 7.2 — Σύγκριση διαθέσιμων και απαιτούμενου αριθμού παρατηρήσεων

Στάση	Παρατηρήθηκαν	Απαιτούνται
Ζέρβα	332	60
Ιπποκράτους	314	60
3 ^η Χολαργού	146	60
5 ^η Χολαργού	115	60
Σόνια	109	60
Όλες μαζί	1016	300

Θα πρέπει βέβαια να αναφέρουμε ότι και άλλοι, όπως είναι η μεταβολή των κυκλοφοριακών φόρτων ανάμεσα σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, απαιτούν τη συλλογή μεγάλου αριθμού στοιχείων για να μπορέσουν τα στοιχεία να θεωρηθούν αξιόπιστα και να καλυφθούν όσο το δυνατό περισσότερες διακυμάνσεις της κυκλοφορίας. Επίσης ο μεγάλος αριθμός στοιχείων διευκολύνει τον προσδιορισμό και την καταγραφή ακραίων καταστάσεων, όπως για παράδειγμα ένα μεγάλο χρόνο παραμονής κάποιου λεωφορείου στη στάση, οι οποίες είναι σημαντικές για το αντικείμενο που εξετάζουμε. Ενδεχομένως στην πορεία εύρεσης κάποιου μαθηματικού προτύπου να διαπιστώσουμε ότι υφίστανται και άλλοι λόγοι για τους οποίους το μέγεθος του δείγματος θα πρέπει να είναι μεγάλο.

7.4 ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

7.4.1 Το απλό πρότυπο παλινδρόμησης

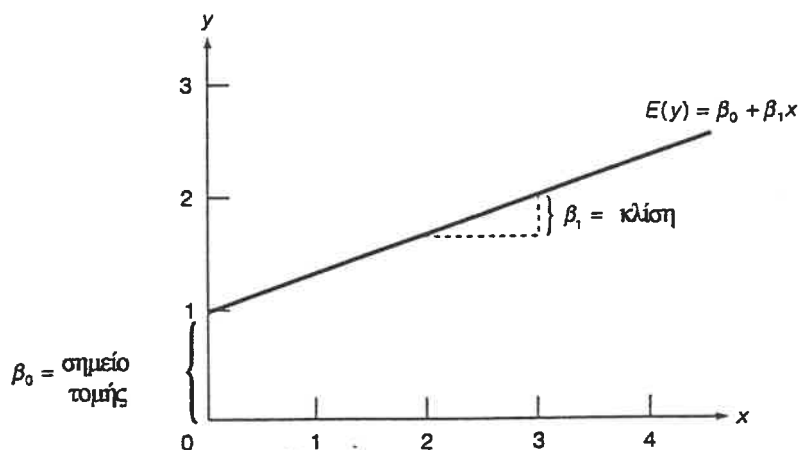
Το γενικό πιθανοτικό πρότυπο, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, έχει τη μορφή $y = E(y) + \varepsilon$. Αντικαθιστώντας τον όρο $E(y)$ με την παράσταση $\beta_0 + \beta_1 \cdot x$ προκύπτει το πιο απλό από τα πιθανοτικά πρότυπα, το οποίο ονομάζεται γραμμικό πρότυπο 1^{ης} τάξης (first-order linear model) και περιγράφεται από μία ευθεία γραμμή. Ο όρος 1^{ης} τάξης δηλώνει ότι έχουμε μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή υψωμένη στην 1^η δύναμη. Στον πίνακα 7.3, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ο τύπος και οι παράμετροι του απλού γραμμικού προτύπου και στο σχήμα 7.3, επίσης της επόμενης σελίδας, φαίνεται η γραφική απεικόνιση του.

Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να υπολογίσουμε τον όρο $\beta_0 + \beta_1 \cdot x$ και πιο συγκεκριμένα τις τιμές των β_0 και β_1 . Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 7.2 η εξίσωση που προκύπτει είναι της μορφής $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$, όπου το \hat{y} είναι μια πρόβλεψη της μέσης τιμής του y που προκύπτει από την εξίσωση, δηλαδή του $E(y)$ και τα $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ είναι εκτιμήσεις των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου.

πίνακας 7.3 — Γενικός τύπος σιλού γραμμικού προτύπου

$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \varepsilon$	
όπου :	
y	= η εξαρτημένη μεταβλητή (το αποτέλεσμα της εξίσωσης)
x	= η ανεξάρτητη μεταβλητή
$\beta_0 + \beta_1 \cdot x$	= ο προσδιοριστικός παράγοντας του μαθηματικού προτύπου $[E(y)]$
ε	= το τυχαίο σφάλμα
β_0	= το σημείο τομής της ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα
β_1	= η κλίση της ευθείας
β_0, β_1	= σταθερές παράμετροι του μαθηματικού προτύπου

σχήμα 7.3 — Γραφική απεικόνιση σιλού γραμμικού προτύπου



Η μέθοδος με την οποία υπολογίζονται τα $\hat{\beta}_0$ και $\hat{\beta}_1$ ονομάζεται μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων (method of least squares) και η εξίσωση που προκύπτει ονομάζεται εξίσωση πρόβλεψης ελαχίστων τετραγώνων (least squares prediction equation), γιατί το αποτέλεσμα είναι μια πρόβλεψη της μέσης τιμής του y . Η εξίσωση ελαχίστων τετραγώνων απεικονίζεται από μία ευθεία γραμμή, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.3. Η ευθεία αυτή ονομάζεται ευθεία ελαχίστων τετραγώνων (least squares line) ή ευθεία παλινδρόμησης (regression line). Το αποτέλεσμα που προκύπτει με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων είναι εκείνο, το οποίο πληρεί ταυτόχρονα τις δύο προϋποθέσεις που φαίνονται στον πίνακα 7.4 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.4 — Προϋποθέσεις που πληρεί το αποτέλεσμα της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων

1.	$SE = \sum (y_i - \hat{y}_i) = 0$ <p>Όπου το SE είναι το άθροισμα των αποκλίσεων των τιμών του y από τις προβλεπόμενες τιμές \hat{y} και ονομάζεται άθροισμα των σφαλμάτων (sum of errors)</p>
2.	$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = \text{το μικρότερο από οποιοδήποτε πρότυπο με } SE = 0$ <p>Όπου το SSE είναι το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων (sum of squares errors)</p>

Οι τιμές των $\hat{\beta}_0$ και $\hat{\beta}_1$ αποτελούν το αποτέλεσμα της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων που προκύπτει με βάση τις δύο προϋποθέσεις που αναφέρονται στον προηγούμενο πίνακα. Οι σχέσεις από τις οποίες υπολογίζονται οι τιμές των $\hat{\beta}_0$ και $\hat{\beta}_1$ φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.5 — Σχέσεις υπολογισμού των παραμέτρων β του απλού γραμμικού προτύπου

$\hat{\beta}_1 = \frac{SS_{xy}}{SS_{xx}}$ $\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \cdot \bar{x}$
<p>όπου :</p> $SS_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}$ $SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot (\bar{x})^2$ <p>n = το μέγεθος του δείγματος</p>

Το σύνολο των διαδικασιών υπολογισμού του μαθηματικού προτύπου που είναι δυνατό να απεικονιστεί από μια ευθεία γραμμή, ο έλεγχος χρησιμότητας του και οι χρήσεις του (θέματα που θα αναλυθούν στη συνέχεια) ονομάζονται απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression).

7.4.2 Υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε

Η εξίσωση που προκύπτει από τη μέθοδο των ελάχιστων τετραγώνων είναι της μορφής $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$, όπου το \hat{y} είναι μια πρόβλεψη της μέσης τιμής του y , δηλαδή του $E(y)$ και τα $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ είναι εκτιμήσεις των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου. Όμως στο πιθανοτικό πρότυπο υπάρχει και ο όρος ε που αναφέρεται στο τυχαίο σφάλμα και σχετίζεται με τα σφάλματα στους υπολογισμούς των παραμέτρων β_0 και β_1 .

Η θεωρητική κατανομή που ακολουθεί το ε καθορίζει το πόσο καλά το μαθηματικό πρότυπο που έχουμε στη διάθεση μας περιγράφει την πραγματική σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή y και την ανεξάρτητη μεταβλητή x . Για το γενικό τύπο αυτής της θεωρητικής κατανομής πραγματοποιούνται τέσσερις υποθέσεις, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια και έχουν σαν στόχο την απλοποίηση των υπολογισμών.

Η πρώτη υπόθεση, η οποία έχει ήδη ληφθεί υπόψη στις παραγράφους 7.2 και 7.4.1, είναι ότι η μέση τιμή της θεωρητικής κατανομής που ακολουθεί το ε ισούται με το 0, δηλαδή η καλύτερη εκτίμηση που μπορούμε να κάνουμε για την τιμή του ε είναι ότι αυτό ισούται με το 0.

Η δεύτερη υπόθεση είναι ότι η διακύμανση της θεωρητικής κατανομής που ακολουθεί το ε είναι σταθερή για όλες τις διαφορετικές ρυθμίσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής x . Πιο συγκεκριμένα η διακύμανση του ε είναι ίση με μια ποσότητα που συμβολίζεται με σ^2 , η οποία είναι σταθερή για όλες τις τιμές του x . Η μεταβλητότητα του τυχαίου σφάλματος ε μετριέται με το σ^2 και όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερα είναι τα σφάλματα στον υπολογισμό των β_0 και β_1 και κατά συνέπεια και της προβλεπόμενης τιμής του y . Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο το σ^2 υπάρχει σε όλους τους τύπους για την εύρεση των διαστημάτων εμπιστοσύνης και των πρακτικών ελέγχων.

Στο μεγαλύτερο ποσοστό των περιπτώσεων το σ^2 είναι άγνωστο και απαιτείται ο υπολογισμός του μέσω των στοιχείων που έχουμε στη διάθεση μας. Αποδεδειγμένα ο καλύτερος υπολογισμός για την τιμή του σ^2 είναι το s^2 , του οποίου ο τρόπος υπολογισμού φαίνεται αναλυτικά στον πίνακα 7.6 της επόμενης σελίδας.

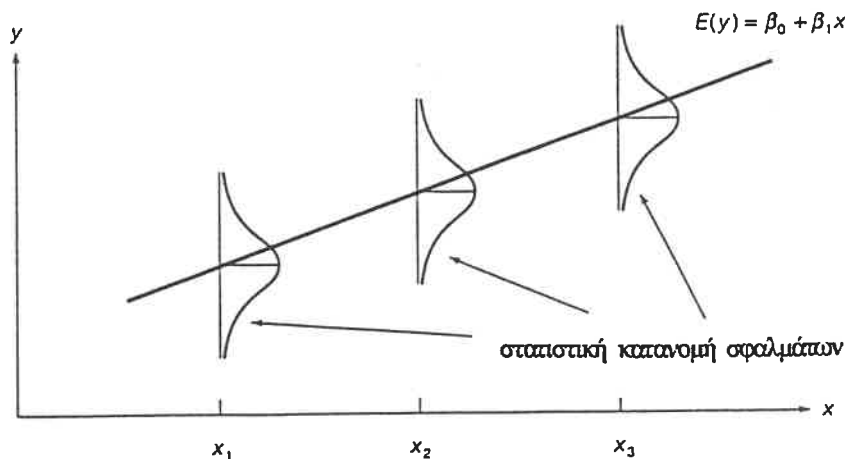
πίνακας 7.6 — Σχέση υπολογισμού της τιμής του s^2

$s^2 = \frac{SSE}{(n-2)}$
<p>όπου :</p> $SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = SS_{yy} - \hat{\beta}_1 \cdot SS_{xy}$ $SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot (\bar{y})^2$ <p>n = το μέγεθος του δείγματος $n - 2$ = οι βαθμοί ελευθερίας για το απλό γραμμικό πρότυπο</p>

Το μέγεθος $\sqrt{s^2} = s$ ονομάζεται τυπική απόκλιση του ε και είναι αυτό που χρησιμοποιείται κυρίως στις εφαρμογές. Αυτό που αναμένουμε είναι ότι οι περισσότερες από τις παρατηρούμενες τιμές του y βρίσκονται στο διάστημα $(-2 \cdot s, +2 \cdot s)$ από τις αντίστοιχες τιμές που υπολογίζονται από την ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων, δηλαδή τα \hat{y} .

Η τρίτη υπόθεση είναι ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί την κανονική κατανομή προφανώς με μέση τιμή το 0 και διακύμανση το σ^2 . Η εφαρμογή των τριών πρώτων υποθέσεων φαίνεται στο σχήμα 7.4. Πιο συγκεκριμένα έχουμε τις θεωρητικές κατανομές των σφαλμάτων για τρεις ξεχωριστές τιμές του x (x_1, x_2, x_3). Αυτό που μπορούμε να παρατηρήσουμε είναι ότι τα σφάλματα ακολουθούν την κανονική κατανομή (τρίτη υπόθεση), με μέση τιμή 0 (πρώτη υπόθεση) και διακύμανση σ^2 (δεύτερη υπόθεση), η οποία φαίνεται από το πόσο «απλώνει» η καμπύλη της κατανομής. Τέλος φαίνεται ότι η εξίσωση της ευθείας γραμμής είναι η γνωστή εξίσωση $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$.

σχήμα 7.4 — Γραφική απεικόνιση των τριών πρώτων υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε



Η τέταρτη και τελευταία υπόθεση είναι ότι τα σφάλματα, τα οποία συνδέουν δύο διαφορετικές παρατηρήσεις είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι το σφάλμα που συνδέεται με μια τιμή του y δεν έχει επίδραση στα σφάλματα που συνδέονται με μια άλλη τιμή του y .

7.4.3 Εκτίμηση της χρησιμότητας του μαθηματικού προτύπου

7.4.3.1 Έλεγχος της παραμέτρου β_1

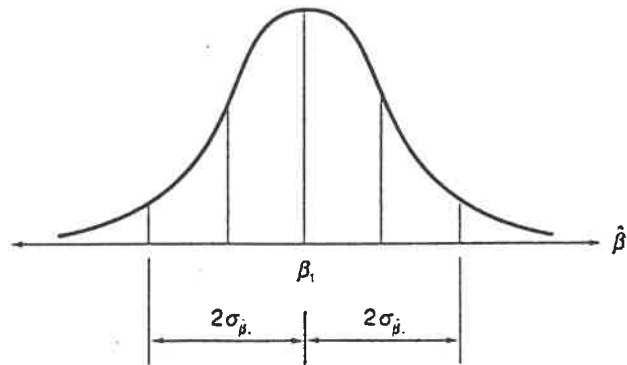
Ο έλεγχος της παραμέτρου β_1 αποτελεί την πρώτη δυνατότητα που υπάρχει για τον έλεγχο της χρησιμότητας ενός μαθηματικού προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας. Όπως αναφέραμε στην παράγραφο 7.4.1 η παράμετρος β_1 έχει σταθερή τιμή και εκφράζει την κλίση της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων. Ας υποθέσουμε ότι η μεταβλητή x στο πιθανοτικό πρότυπο $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \varepsilon$ δεν δίνει κάποια πληροφορία για την εξαρτημένη μεταβλητή y . Σε αυτήν την περίπτωση το προσδιοριστικό μέρος του πιθανοτικού προτύπου δεν μεταβάλλεται όταν το x μεταβάλλεται, δηλαδή αδιάφορα από την τιμή που θα πάρει το x η τιμή του y θα παραμείνει η ίδια. Για το απλό γραμμικό πρότυπο αυτό σημαίνει ότι το β_1 είναι ίσο με το 0, δηλαδή η ευθεία γραμμή που περιγράφει το πρότυπο έχει μηδενική κλίση. Συνεπώς πρέπει να συγκρίνουμε την υπόθεση ότι το x δεν δίνει καμία πληροφορία για την τιμή του y με την εναλλακτική υπόθεση ότι οι μεταβλητές x και y συνδέονται μεταξύ τους γραμμικά και ότι η κλίση της ευθείας β_1 είναι διαφορετική από το 0, δηλαδή να πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο ($H_0 : \beta_1 = 0, H_a : \beta_1 \neq 0$).

Αν καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι ισχύει η εναλλακτική υπόθεση, δηλαδή η H_a , τότε λέμε ότι το x δίνει πληροφορία για το y μέσω του απλού γραμμικού προτύπου. Κάνοντας τις τέσσερις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε διαπιστώνουμε ότι η εκτίμηση $\hat{\beta}_1$ που γίνεται για το β_1 , από την εξίσωση των ελαχίστων τετραγώνων, ακολουθεί επίσης την κανονική κατανομή με μέση τιμή την πραγματική, δηλαδή το β_1 και τυπική απόκλιση

$$s_{\hat{\beta}_1} = \frac{s}{\sqrt{SS_{xx}}}, \text{ όπου } SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot (\bar{x})^2, \text{ όπως φαίνεται και στο}$$

αντίστοιχο σχήμα 7.5 της επόμενης σελίδας.

σχήμα 7.5 — Κατανομή που ακολουθεί ο υπολογισμός της τιμής της παραμέτρου β_1



Στον πίνακα 7.7 περιγράφεται αναλυτικά ο έλεγχος της παραμέτρου β_1 για το απλό γραμμικό πρότυπο.

πίνακας 7.7 — Διαδικασία ελέγχου της παραμέτρου β_1

Μονομερής έλεγχος	Διμερής έλεγχος
$H_0 : \beta_1 = 0$ $H_a : \beta_1 < 0$ (ή $\beta_1 > 0$) στατιστικός έλεγχος : $t = \frac{\hat{\beta}_1}{s_{\hat{\beta}_1}} = \frac{\hat{\beta}_1}{s / \sqrt{SS_{xx}}}$ περιοχή απόρριψης : $t < -t_{\alpha}$ (ή $t > t_{\alpha}$) όπου το t_{α} προκύπτει από $(n - 2)$ βαθμούς ελευθερίας και το α είναι το επίπεδο σημαντικότητας (γίνονται οι τέσσερις υποθέσεις για το ε)	$H_0 : \beta_1 = 0$ $H_a : \beta_1 \neq 0$ στατιστικός έλεγχος : $t = \frac{\hat{\beta}_1}{s_{\hat{\beta}_1}} = \frac{\hat{\beta}_1}{s / \sqrt{SS_{xx}}}$ περιοχή απόρριψης : $ t > t_{\alpha/2}$ όπου το $t_{\alpha/2}$ προκύπτει από $(n - 2)$ βαθμούς ελευθερίας και το α είναι το επίπεδο σημαντικότητας (γίνονται οι τέσσερις υποθέσεις για το ε)

Αν η τιμή του t βρίσκεται στην περιοχή απόρριψης τότε απορρίπτουμε την υπόθεση H_0 και καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το β_1 δεν είναι ίσο με το 0 και κατά συνέπεια το y συνδέεται με το x μέσω μιας γραμμικής σχέσης. Αν η τιμή του t δεν βρίσκεται στην περιοχή απόρριψης δεν θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι το β_1 είναι ίσο με το 0, γιατί μπορεί να υπάρχουν επιπλέον στοιχεία που να οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το β_1 διαφέρει από το 0 ή να συμβαίνει τα y και x συνδέονται με μια πιο πολύπλοκη σχέση.

7.4.3.2 Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης (r)

Ο υπολογισμός του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r (coefficient of correlation) αποτελεί τη δεύτερη δυνατότητα που υπάρχει για τον έλεγχο της χρησιμότητας ενός μαθηματικού προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας. Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης δίνει μέσω της τιμής που λαμβάνει το πόσο έντονη ή όχι είναι η γραμμική σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές y και x , όπως γίνεται και με τον έλεγχο της παραμέτρου $\hat{\beta}_1$. Σε αντίθεση με την παράμετρο $\hat{\beta}_1$, ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης λαμβάνει τιμές ανάμεσα στο -1 και το 1 , έχουμε δηλαδή μια κλίμακα τιμών. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σχέση υπολογισμού του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης.

πίνακας 7.8 — Σχέση υπολογισμού του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r

$$r = \frac{SS_{xy}}{\sqrt{SS_{xx} \cdot SS_{yy}}}, \quad -1 < r < 1$$

όπου :

$$SS_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot (\bar{x})^2$$

$$SS_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - n \cdot \bar{x} \cdot \bar{y}$$

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot (\bar{y})^2$$

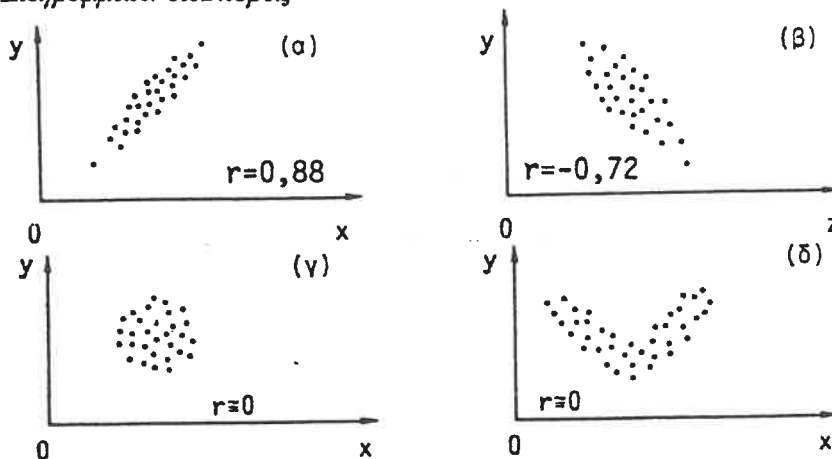
n = το μέγεθος του δείγματος

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει ομοιομορφία στους τύπους υπολογισμού του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r και της παραμέτρου (κλίση της ευθείας) $\hat{\beta}_1$, αφού στους αντίστοιχους τύπους υπολογισμού και των δύο υπάρχουν ποσότητες που προκύπτουν από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Πιο συγκεκριμένα η ποσότητα SS_{xy} εμφανίζεται στον αριθμητή και των δύο σχέσεων υπολογισμού, ενώ παράλληλα ο παρανομαστής είναι πάντοτε θετικός. Το συμπέρασμα είναι ότι ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης r και η παράμετρος $\hat{\beta}_1$ έχουν πάντοτε το ίδιο πρόσημο. Μια τιμή του r κοντά ή ίση με το 0 σημαίνει ότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στα y και x . Αντίθετα όσο πιο κοντά

στο -1 ή το 1 είναι η τιμή του r που προκύπτει τόσο ισχυρότερη γραμμική σχέση υπάρχει ανάμεσα στα y και x . Αν συμβεί το r να είναι ίσο με 1 ή -1 τότε όλα τα σημεία βρίσκονται πάνω στην ευθεία ελαχίστων τετραγώνων. Θετικές τιμές του r δηλώνουν ότι όσο το x αυξάνει τόσο το y αυξάνει, ενώ αντίθετα αρνητικές τιμές του r δηλώνουν ότι όσο το x αυξάνει τόσο το y μειώνεται.

Στο σχήμα 7.6 φαίνονται τέσσερα ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$) διαφορετικά διαγράμματα διασποράς, δηλαδή φαίνονται τα σημεία (x_i, y_i) σε ένα ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων. Με αυτόν τον απλό τρόπο μπορούμε να διερευνήσουμε την ύπαρξη ή όχι γραμμικής σχέσης ανάμεσα σε δύο μεταβλητές y και x .

σχήμα 7.6 — Διαγράμματα διασποράς



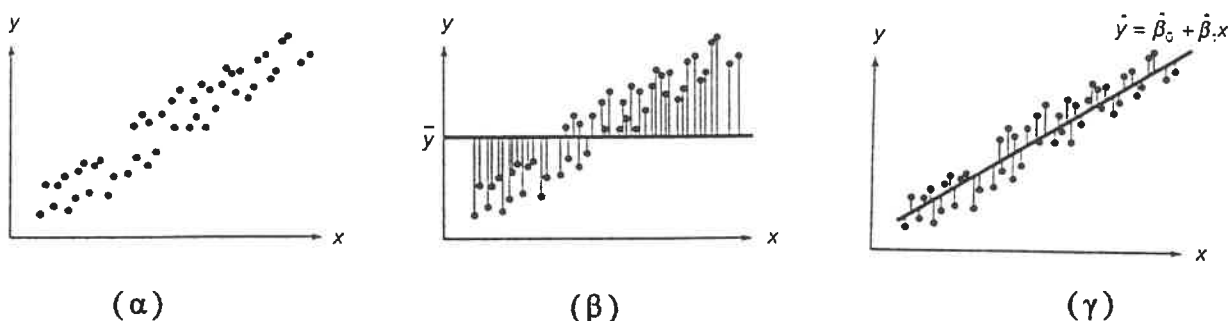
Στα σχήματα (α) και (β) βλέπουμε την ύπαρξη γραμμικής σχέσης ανάμεσα στις μεταβλητές y και x , αλλά με διαφορετικά πρόσημα σε κάθε περίπτωση. Στο σχήμα (γ) δεν υπάρχει εξάρτηση ανάμεσα στα y και x και στο σχήμα (δ) υπάρχει εξάρτηση, αλλά αυτή δεν είναι γραμμική.

Θα πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί στα συμπεράσματα που βγάζουμε με βάση το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης για τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις μεταβλητές y και x . Στην περίπτωση που ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης προκύψει αρκετά κοντά στο 1 ή στο -1 για ένα δείγμα δεν είναι σίγουρα σωστό να συμπεράνουμε ότι η αλλαγή της τιμής του x είναι η αιτία αλλαγής της τιμής του y , γιατί ενδεχομένως υπάρχουν και άλλες παράμετροι (μεταβλητές) που δεν έχουν ληφθεί υπόψη και προκαλούν αυτό το αποτέλεσμα έμμεσα. Το μόνο συμπέρασμα που μπορούμε να βγάλουμε είναι ότι ενδεχομένως υπάρχει γραμμική σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές y και x . Σίγουρα όμως απαιτείται επιπλέον διερεύνηση προκειμένου να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα.

7.4.3.3 Ο συντελεστής προσδιορισμού (r^2)

Ο υπολογισμός του συντελεστή προσδιορισμού r^2 (coefficient of determination) αποτελεί την τρίτη δυνατότητα που υπάρχει για τον έλεγχο της χρησιμότητας ενός μαθηματικού προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας. Στο σχήμα 7.7 φαίνονται τρία διαφορετικά διαγράμματα (α, β, γ). Το α είναι το διάγραμμα διασποράς των σημείων (x_i, y_i) , τα β και γ είναι ίδια με το α, αλλά επιπλέον φαίνονται και οι σχέσεις $\hat{y} = \bar{y}$ και $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$, αντίστοιχα. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα τρία αυτά διαγράμματα περισσότερο.

σχήμα 7.7 — Σύγκριση του άθροισματος των τετραγώνων των αποκλίσεων για τα δύο πρότυπα



Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα δείγμα και τα στοιχεία του δείγματος αυτού δίνουν το διάγραμμα (α). Αν τώρα υποθέσουμε ότι το x δεν δίνει κάποια πληροφορία για την εξαρτημένη μεταβλητή y τότε η καλύτερη εκτίμηση για την τιμή του y είναι η μέση τιμή του δείγματος \bar{y} , η οποία περιγράφεται από την οριζόντια γραμμή στο διάγραμμα (β). Οι κατακόρυφες γραμμές στο διάγραμμα αυτό αποτελούν τις αποκλίσεις των διαφόρων σημείων από τη μέση τιμή \bar{y} . Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το άθροισμα των τετραγώνων των

$$\text{αποκλίσεων για το πρότυπο } \hat{y} = \bar{y} \text{ είναι } SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot (\bar{y})^2.$$

Τώρα ας υποθέσουμε ότι ταιριάζουμε μια ευθεία ελαχίστων τετραγώνων στα ίδια δεδομένα, αλλά αυτή τη φορά με τις αποκλίσεις των διαφόρων σημείων από την ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων όπως φαίνεται στο διάγραμμα (γ). Συγκρίνοντας τα διαγράμματα (β) και (γ) και διαπιστώνουμε ότι αν το x δεν δίνει πληροφορία για το y, τότε τα

αθροίσματα των τετραγώνων των αποκλίσεων (σφαλμάτων) $SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ και

$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = SS_{yy} - \hat{\beta}_1 \cdot SS_{xy}$ για τις δύο ευθείες (οριζόντια και ελαχίστων τετραγώνων) είναι σχεδόν ίδια. Αν όμως το x δίνει πληροφορία για το y , τότε SSE είναι μικρότερο από το SS_{yy} και στην οριακή περίπτωση που όλα τα σημεία βρίσκονται πάνω στην ευθεία ελαχίστων τετραγώνων το SSE θα είναι ίσο με το 0.

Ένας βολικός τρόπος, για να προσδιορίσουμε το πόσο καλά ή όχι η ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$ μπορεί να δώσει μια εκτίμηση για την τιμή του y , είναι να υπολογίσουμε τη μείωση στο άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων. Η μείωση αυτή εκφράζεται μέσω του αθροίσματος SS_{yy} . Η ποσότητα που εκφράζει αυτή τη μείωση ονομάζεται συντελεστής προσδιορισμού και συμβολίζεται με r^2 . Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σχέση υπολογισμού του συντελεστή προσδιορισμού.

πίνακας 7.9 — Σχέση υπολογισμού του συντελεστή προσδιορισμού r^2

$$r^2 = \frac{SS_{yy} - SSE}{SS_{yy}} = 1 - \frac{SSE}{SS_{yy}}, \quad 0 < r^2 < 1$$

όπου :

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot (\bar{y})^2$$

$$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = SS_{yy} - \hat{\beta}_1 \cdot SS_{xy}$$

n = το μέγεθος του δείγματος

Ο συντελεστής προσδιορισμού στην απλή γραμμική παλινδρόμηση είναι ίσος με το τετράγωνο του συντελεστή γραμμικής συσχέτισης. Παρατηρούμε επίσης ότι οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής προσδιορισμού είναι από 0 ως και 1, ενώ ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης παίρνει τιμές από -1 ως και 1. Αν προκύψει ότι ο συντελεστής προσδιορισμού είναι ίσος, για παράδειγμα, με 0.6, τότε αυτό σημαίνει ότι το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων των τιμών του y από τις τιμές που προκύπτουν από το μαθηματικό πρότυπο έχει μειωθεί κατά 60% με τη χρήση του \hat{y} αντί του \bar{y} , προκειμένου να προβλεφθεί η τιμή του y .

Όπως θα δούμε και στις επόμενες παραγράφους η χρήση του συντελεστή προσδιορισμού είναι ένας από τους κυριότερους τρόπους ελέγχου της χρησιμότητας ενός μαθηματικού προτύπου. Σε περιπτώσεις που τα πρότυπα είναι σαφώς πιο πολύπλοκα από το απλό γραμμικό πρότυπο χρησιμοποιούμε και άλλες μεθόδους, στις οποίες όμως υπάρχει και η συμμετοχή του συντελεστή προσδιορισμού.

7.4.4 Συνοπτικά

ΣΤΟ τέλος της παραγράφου 7.1 αναφέραμε τα έξι βασικά βήματα, τα οποία απαιτούνται σε μία Ανάλυση Πάλινδρόμησης. Θα συγκεκριμενοποιήσουμε τα έξι αυτά βήματα για να φανεί καλύτερα η μεθοδολογία που ακολουθείται.

1. Υποθέτουμε την μορφή του μαθηματικού προτύπου για το $E(y)$, η οποία είναι $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$ (προτύπου προσδιορισμού).
2. Συλλέγουμε το δείγμα των στοιχείων που κρίνουμε ότι απαιτείται.
3. Με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων υπολογίζουμε τις άγνωστες παραμέτρους του μαθηματικού προτύπου προσδιορισμού και καταλήγουμε σε ένα πρότυπο της μορφής $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$.
4. Προσδιορίζουμε τη στατιστική κατανομή που ακολουθεί το τυχαίο σφάλμα ε και υπολογίζουμε την οποιαδήποτε άγνωστη παράμετρο για αυτή την κατανομή. Κάνουμε δηλαδή τις τέσσερις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε .
5. Ελέγχουμε τη χρησιμότητα του μαθηματικού προτύπου που καταλήξαμε, είτε ελέγχοντας τη παράμετρο β_1 (κλίση της ευθείας), είτε υπολογίζοντας το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r , είτε τέλος υπολογίζοντας το συντελεστή προσδιορισμού r^2 .
6. Αν καταλήξουμε ότι το μαθηματικό πρότυπο είναι αξιόπιστο, τότε το χρησιμοποιούμε για τους υπολογισμούς μας.

7.5 ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ

7.5.1 Το γενικό πρότυπο παλινδρόμησης

Οι πιο πολλές εφαρμογές της Ανάλυσης Παλινδρόμησης απαιτούν μαθηματικά πρότυπα, τα οποία είναι περισσότερο πολύπλοκα από το απλό (1^{ης} τάξης) γραμμικό πρότυπο. Τα πρότυπα αυτά είναι δυνατό να έχουν όρους της μορφής x^2 , x^3 ή και μεγαλύτερης τάξης, περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές, ακόμα και συνδυασμούς ανεξαρτήτων μεταβλητών και ονομάζονται πρότυπα πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression models) ή γραμμικά στατιστικά πρότυπα (linear statistical models). Στον επόμενο πίνακα φαίνεται ο τύπος και οι παράμετροι του γενικού γραμμικού προτύπου.

πίνακας 7.10 — Γενικός τύπος γενικού γραμμικού προτύπου

$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k + \varepsilon$
όπου :
y = η εξαρτημένη μεταβλητή (το αποτέλεσμα της εξίσωσης)
x_1, x_2, \dots, x_k = οι ανεξάρτητες μεταβλητές
$\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k$ = ο προσδιοριστικός παράγοντας του προτύπου [E(y)]
ε = το τυχαίο σφάλμα
β_k = σταθερή παράμετρος που προσδιορίζει τη συμμετοχή της μεταβλητής x_k στο πρότυπο
β_0 = το σημείο τομής της ευθείας με τον κατακόρυφο άξονα

Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι να υπολογίσουμε τον όρο $\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k$ και πιο συγκεκριμένα τις παραμέτρους $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$. Με βάση την παράγραφο 7.2 η εξίσωση που προκύπτει είναι της μορφής $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x_1 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot x_k$, όπου το \hat{y} είναι μία πρόβλεψη της τιμής του y που προκύπτει από την εξίσωση και τα $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ είναι εκτιμήσεις των παραμέτρων του προτύπου. Η μέθοδος, με την οποία υπολογίζονται τα $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$, είναι ίδια με αυτή που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των παραμέτρων του απλού γραμμικού προτύπου, δηλαδή είναι επίσης η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων

ελαχίστων με τις ίδιες προϋποθέσεις που ισχύουν για το απλό γραμμικό πρότυπο (πίνακας 7.4).

Η κυριότερη διαφορά ανάμεσα στο απλό και το γενικό πρότυπο παλινδρόμησης είναι η δυσκολία υπολογισμού του δεύτερου σε σχέση με το πρώτο. Το σύστημα των $(\kappa + 1)$ γραμμικών εξισώσεων, το οποίο πρέπει να επιλυθεί για να προκύψουν οι τιμές $\hat{\beta}_0, \dots, \hat{\beta}_\kappa$ είναι πολλές φορές δύσκολο ή και αδύνατο να επιλυθεί με τη χρήση ενός απλού υπολογιστή τσέπης. Για το λόγο αυτό καταφεύγουμε στη χρήση κατάλληλων προγραμμάτων ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως είναι το ASP, το SAS, το SPSS κ.α., για τη σύντομη και σωστή λύση αυτού του συστήματος $(\kappa + 1)$ εξισώσεων.

7.5.2 Υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε

Το πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης έχει τη μορφή $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_\kappa \cdot x_\kappa + \varepsilon$, όπου το y είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, της οποίας θέλουμε να βρούμε την τιμή μέσω του μαθηματικού προτύπου, τα $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_\kappa$ είναι παράμετροι με άγνωστη τιμή, τα $x_1, x_2, \dots, x_\kappa$ είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που δίνουν πληροφορίες για την y και έχουν μετρηθεί χωρίς λάθος και το ε είναι το τυχαίο σφάλμα. Από τη στιγμή που τα $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_\kappa$ και τα $x_1, x_2, \dots, x_\kappa$ δεν είναι τυχαία, η ποσότητα $\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_\kappa \cdot x_\kappa$ αποτελεί το προσδιοριστικό μέρος του προτύπου πολλαπλής παλινδρόμησης. Άρα το y , αφού προκύπτει από το άθροισμα ενός προσδιοριστικού παράγοντα και μιας τυχαίας ποσότητας ε , είναι μια τυχαία μεταβλητή.

Στην παράγραφο 7.4.2 αναφέρεται ότι το ε ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και διακύμανση σ^2 . Αυτή είναι και η πρώτη υπόθεση που γίνεται για το ε στο πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης. Αν η διακύμανση σ^2 είναι ίση με το 0, τότε όλα τα τυχαία σφάλματα είναι ίσα με το 0 και άρα η εξίσωση υπολογισμού του y , είναι όμοια με αυτήν του $E(y)$, δηλαδή το $E(y)$ υπολογίζεται χωρίς σφάλμα. Αντίθετα όταν η τιμή της διακύμανσης σ^2 είναι μεγάλη τα τυχαία σφάλματα ε έχουν μεγάλες τιμές και υπάρχει μεγάλη απόκλιση ανάμεσα στα \bar{y} και $E(y)$. Κατά επέκταση το σφάλμα στον υπολογισμό των παραμέτρων $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_\kappa$ είναι σημαντικό.

Επειδή η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε σπάνια είναι γνωστή θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τα αποτελέσματα της Ανάλυσης Παλινδρόμησης, προκειμένου να την υπολογίσουμε. Η καλύτερη εκτίμηση για τη διακύμανση σ^2 , όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 7.4.2, είναι το s^2 , του οποίου ο τρόπος υπολογισμού φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.11 — Σχέση υπολογισμού της τιμής του s^2

$s^2 = \frac{SSE}{n - (k + 1)}$
<p>όπου :</p> $SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2$ <p>n = το μέγεθος του δείγματος k = ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών $n - (k + 1)$ = οι βαθμοί ελευθερίας για το πολλαπλό γραμμικό πρότυπο</p>

Το μέγεθος $\sqrt{s^2} = s$ ονομάζεται τυπική απόκλιση του ε και είναι αυτό που χρησιμοποιείται κυρίως στις εφαρμογές. Αυτό που αναμένουμε είναι ότι οι περισσότερες από τις παρατηρούμενες τιμές του y βρίσκονται στο διάστημα $(-2 \cdot s, +2 \cdot s)$ από τις αντίστοιχες τιμές που υπολογίζονται από την ευθεία των ελαχίστων τετραγώνων, δηλαδή τα \hat{y} .

Επιπλέον υποθέσαμε ότι τα τυχαία σφάλματα, τα οποία σχετίζονται με κάθε μεταβλητή είναι πιθανοτικά ανεξάρτητα, δηλαδή το σφάλμα που σχετίζεται με μία τιμή του y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή του y . Αυτή είναι και η δεύτερη υπόθεση που γίνεται για το ε στο πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης.

Το αποτέλεσμα των δύο αυτών υποθέσεων για το πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης είναι ότι η μέση τιμή $E(y)$ για ένα δεδομένο αριθμό και συνδυασμό ανεξαρτήτων μεταβλητών x_1, x_2, \dots, x_k είναι ίση με $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k$. Τα πρότυπα αυτού του τύπου ονομάζονται, όπως αναφέραμε προηγουμένα στην παράγραφο 7.5.1, και γραμμικά στατιστικά πρότυπα, γιατί το $E(y)$ είναι γραμμική συνάρτηση των αγνώστων παραμέτρων $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$.

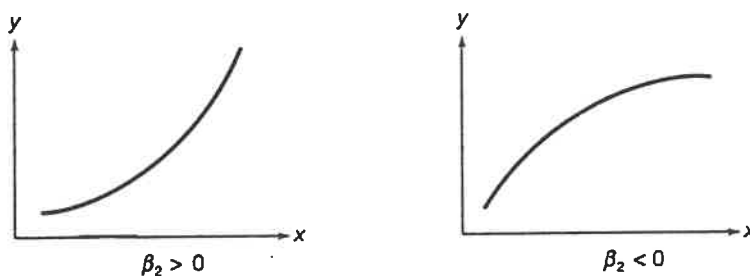
7.5.3 Εκτίμηση της χρησιμότητας του μαθηματικού προτύπου

7.5.3.1 Έλεγχος των παραμέτρων β

Ο έλεγχος των παραμέτρων β αποτελεί την πρώτη δυνατότητα που υπάρχει για τον έλεγχο της χρησιμότητας ενός προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας. Οι παράμετροι β σε ένα πρότυπο πολλές φορές έχουν μια ιδιαίτερη πρακτική σημασία και για αυτό, εκτός από το να υπολογίσουμε τις τιμές τους, χρειάζεται να κάνουμε και κάποιον έλεγχο για αυτές. Αυτό ήδη έγινε στην παράγραφο 7.4.3.1 για ένα πρότυπο της μορφής $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$ και κάτι αντίστοιχο μπορεί να γίνει και για τα πιο σύνθετα πρότυπα.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε το πρότυπο $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \varepsilon$, το οποίο ονομάζεται τετραγωνικό πρότυπο (quadratic model). Η παράμετρος β_2 αποτελεί ένα μέτρο της καμπυλότητας της εξαρτημένης μεταβλητής y , όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.8 — Ερμηνεία της παραμέτρου β_2 για το τετραγωνικό πρότυπο



Παρατηρούμε ότι όταν η παράμετρος β_2 είναι μεγαλύτερη από το 0, τότε η κλίση της καμπύλης αυξάνει εφόσον η τιμή του x αυξάνει επίσης. Αντίθετα όταν η παράμετρος β_2 είναι μικρότερη από το 0, τότε η κλίση της καμπύλης ελαττώνεται όσο η τιμή του x αυξάνει. Με βάση τις προηγούμενες παρατηρήσεις μπορούμε να συγκρίνουμε μεταξύ τους, μέσω του ελέγχου t του Student, την υπόθεση ότι το β_2 να είναι ίσο με το 0 με την εναλλακτική υπόθεση ότι το β_2 είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από το 0, δηλαδή πραγματοποιούμε τον έλεγχο ($H_0 : \beta_2 = 0$, $H_a : \beta_2 < 0$ ή $\beta_2 > 0$). Αυτή τη διαδικασία μπορούμε να την γενικεύσουμε για οποιοδήποτε πρότυπο πολλαπλής παλινδρόμησης και για οσοδήποτε παραμέτρους β υπάρχουν σε αυτό. Οι αντίστοιχοι τύποι και διαδικασία φαίνεται στον πίνακα 7.12 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.12 — Διαδικασία ελέγχου της παραμέτρου β_i

Μονομερής έλεγχος	Διμερής έλεγχος
$H_0 : \beta_i = 0$ $H_a : \beta_i < 0$ (ή $\beta_i > 0$) στατιστικός έλεγχος : $t = \frac{\hat{\beta}_i}{s_{\hat{\beta}_i}}$ περιοχή απόρριψης : $t < -t_{\alpha}$ (ή $t > t_{\alpha}$) όπου το t_{α} προκύπτει από $[n - (k + 1)]$ βαθμούς ελευθερίας και το α είναι το επίπεδο σημαντικότητας n = το μέγεθος του δείγματος k = ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών (γίνονται οι υποθέσεις για το ε)	$H_0 : \beta_i = 0$ $H_a : \beta_i \neq 0$ στατιστικός έλεγχος : $t = \frac{\hat{\beta}_i}{s_{\hat{\beta}_i}}$ περιοχή απόρριψης : $ t > t_{\alpha/2}$ όπου το $t_{\alpha/2}$ προκύπτει από $[n - (k + 1)]$ βαθμούς ελευθερίας και το α είναι το επίπεδο σημαντικότητας n = το μέγεθος του δείγματος k = ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών (γίνονται οι υποθέσεις για το ε)

Για να εξηγήσουμε λίγο περισσότερο τον προηγούμενο πίνακα θα πρέπει πρώτα να πούμε ότι το $s_{\hat{\beta}_i}$ είναι η υπολογιζόμενη τυπική απόκλιση του $\hat{\beta}_i$. Ο τρόπος υπολογισμού της τιμής της είναι αρκετά πολύπλοκος και απαιτεί μεγάλο αριθμό πράξεων, για το λόγο αυτό υπολογίζεται άμεσα από όλα τα σχετικά προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή, τα οποία δίνουν και την τιμή του ελέγχου t για την υπόθεση H_0 για κάθε παράμετρο β . Στη περίπτωση που θέλουμε να εξετάσουμε την υπόθεση $H_0 : \beta_i = \beta_{i0}$, όπου $\beta_{i0} \neq 0$, ο στατιστικός

$$\text{έλεγχος γίνεται } t = \frac{(\hat{\beta}_i - \beta_{i0})}{s_{\hat{\beta}_i}}.$$

Όταν η τιμή του στατιστικού ελέγχου προκύπτει μέσα στην περιοχή απόρριψης το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι ο συγκεκριμένος όρος του προτύπου για παράδειγμα ο $\beta_3 \cdot x_3$ συμβάλλει σημαντικά στην πρόβλεψη μιας τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y . Μπορούμε δηλαδή να διαπιστώσουμε για ένα συγκεκριμένο πρότυπο ποιες ανεξάρτητες μεταβλητές x δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή y και ενδεχομένως να απορρίψουμε αυτές που δεν συμβάλλουν σημαντικά στον υπολογισμό της y ή γενικότερα να απορρίψουμε ένα πρότυπο, του οποίου κάποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές x δεν δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή y .

Τέλος, απαιτείται προσοχή κατά την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη σχέση ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή y και τις ανεξάρτητες μεταβλητές x από την παράμετρο $\hat{\beta}_0$ με τον ίδιο τρόπο που εξάγουμε συμπέρασμα από τις παραμέτρους $\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2$ κ.λ.π. Ενδεχομένως οι μηδενικές τιμές για τις μεταβλητές x_1, x_2 κ.λ.π να μην έχουν κανένα απολύτως νόημα και να βρίσκονται εκτός του διαστήματος των τιμών των μεταβλητών x_1, x_2 κ.λ.π, όπως για παράδειγμα να έχουμε μια μεταβλητή που να αναφέρεται στο χρόνο παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση Dt και να θέσουμε $Dt=0$.

7.5.3.2 Ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού (R^2)

Η δεύτερη δυνατότητα που υπάρχει για τον έλεγχο της χρησιμότητας ενός προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας είναι ο υπολογισμός του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2 (multiple coefficient of determination). Ο συντελεστής προσδιορισμού r^2 αποτελεί ένα μέτρο ελέγχου του πόσο καλά ή όχι ένα απλό γραμμικό πρότυπο προσαρμόζεται τα δεδομένα που έχουμε. Για να υπολογίσουμε το πόσο καλά ή όχι ένα γενικό γραμμικό πρότυπο, το οποίο βέβαια δεν απεικονίζεται με μια ευθεία γραμμή όπως το απλό γραμμικό πρότυπο, προσαρμόζεται στα δεδομένα που διαθέτουμε, υπολογίζουμε τον ισοδύναμο συντελεστή του r^2 , ο οποίος ονομάζεται πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού και συμβολίζεται με R^2 . Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2 .

πίνακας 7.13 — Σχέση υπολογισμού του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SS_{yy}}, \quad 0 < R^2 < 1$$

όπου :

$$SS_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot (\bar{y})^2$$

$$SSE = \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 = SS_{yy} - \hat{\beta}_1 \cdot SS_{xy}$$

n = το μέγεθος του δείγματος

Ο συντελεστής R^2 , όπως και ο συντελεστής r^2 , είναι ένα στατιστικό μέγεθος με βάση το δείγμα. Το μέγεθος αυτό παρουσιάζει το ποσοστό της απόκλισης του δείγματος των τιμών y , το οποίο οφείλεται στο πρότυπο παλινδρόμησης. Έτσι, μια τιμή του R^2 ίση με το 0 συνεπάγεται απόλυτη έλλειψη προσαρμογής του προτύπου στα δεδομένα που διαθέτουμε, ενώ μια τιμή του R^2 ίση με το 1 συνεπάγεται τέλεια προσαρμογή του προτύπου στα δεδομένα μας. Γενικά όσο πιο κοντά στο 1 είναι η τιμή του R^2 , τόσο καλύτερη είναι η προσαρμογή του προτύπου στα δεδομένα μας. Άρα η τιμή του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2 αποτελεί ένα μέτρο της χρησιμότητας του προτύπου που εξετάζουμε.

Μια μεγάλη τιμή του συντελεστή R^2 , η οποία υπολογίζεται από ένα δείγμα, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το συγκεκριμένο πρότυπο προσαρμόζεται το ίδιο καλά σε όλα τα στοιχεία του πληθυσμού. Για παράδειγμα ένα πρότυπο με τρεις παραμέτρους παρέχει τέλεια προσαρμογή σε ένα δείγμα τριών στοιχείων, δηλαδή το R^2 είναι ίσο με το 1. Αυτό συμβαίνει πάντα όταν ο αριθμός των παραμέτρων του προτύπου είναι ίσος με τον αριθμό των στοιχείων του δείγματος. Άρα για να μπορούμε να πούμε ότι η τιμή του R^2 δείχνει τη χρησιμότητα ενός προτύπου θα πρέπει το δείγμα που έχουμε να περιέχει κατά πολύ περισσότερα στοιχεία από τον αριθμό των παραμέτρων του προτύπου.

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ο διορθωμένος πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού (adjusted multiple coefficient of determination) που συμβολίζεται με R_α^2 . Ο διορθωμένος πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R_α^2 υπολογίζεται από τη σχέση $1 - \frac{n-1}{n-(k+1)} \cdot (1 - R^2)$, όπου το k είναι ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών και το n είναι το μέγεθος του δείγματος. Ο διορθωμένος πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R_α^2 λαμβάνει τιμές επίσης μεταξύ του 0 και του 1, όπως ακριβώς και πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού.

Αντίθετα από το συντελεστή R^2 ο συντελεστής R_α^2 λαμβάνει υπόψη του έμμεσα το μέγεθος του δείγματος n και τον αριθμό k των ανεξαρτήτων μεταβλητών. Ο R_α^2 είναι πάντα μικρότερος από τον R^2 και το πιο σημαντικό είναι ότι δεν πλησιάζει την τιμή 1 με προσθήκη όλο και περισσότερων ανεξαρτήτων μεταβλητών.

Ανεξάρτητα από την χρησιμότητα τους οι συντελεστές R^2 και R_α^2 είναι στατιστικά μεγέθη που προκύπτουν από ένα συγκεκριμένο δείγμα που έχουμε στη διάθεση μας. Συνεπώς σε αρκετές περιπτώσεις είναι λάθος να κρίνουμε τη χρησιμότητα κάποιου προτύπου βασισμένοι αποκλειστικά σε αυτές τις παραμέτρους.

7.5.3.3 Ανάλυση της διακύμανσης με τον έλεγχο F

Ο έλεγχος των παραμέτρων β κάποιου προτύπου με τη χρήση της κατανομής t του Student δεν είναι γενικά ο καλύτερος τρόπος για να διαπιστώσουμε αν το συγκεκριμένο πρότυπο μπορεί να δώσει αξιόπιστες πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή y . Ο λόγος είναι ότι πραγματοποιώντας τέτοιου είδους ελέγχους για τις παραμέτρους β κάνουμε ένα ή και περισσότερα λάθη στην επιλογή των όρων που αφαιρούμε από το πρότυπο ή που προσθέτουμε σε αυτό.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα πρότυπο με δέκα ανεξάρτητες μεταβλητές για το οποίο αποφασίσαμε να πραγματοποιήσουμε τον έλεγχο των παραμέτρων β σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.05$. Ακόμα και αν όλες οι παράμετροι β , εκτός της β_0 , είναι ίσες με το 0 θα έχουμε λανθασμένα απορρίψει την υπόθεση H_0 τουλάχιστον σε μια περίπτωση και θα καταλήξουμε με πιθανότητα 40% (βιβλιογραφική αναφορά 6, σελίδα 193) στο ότι κάποια παράμετρος β είναι διαφορετική από το 0. Άρα η πιθανότητα να απορρίψουμε την υπόθεση $H_0 : \beta_0 = 0$ και να δεχθούμε την υπόθεση $H_a : \beta_1 \neq 0$ ($>$ ή $<$), ενώ η υπόθεση H_0 είναι σωστή δεν είναι 0.05, αλλά 0.4.

Το συμπέρασμα είναι ότι απαιτείται ένας σφαιρικός έλεγχος, ο οποίος να περιλαμβάνει όλες τις παραμέτρους β , για να ελεγχθεί η χρησιμότητα κάποιου προτύπου. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε το πρότυπο $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2$. Ο έλεγχος ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$, $H_a : \beta_1$ ή $\beta_2 \neq 0$) μπορεί να ελέγξει σφαιρικά τη χρησιμότητα του προτύπου. Η μαθηματική σχέση που χρησιμοποιείται είναι $F = \frac{SS_{\text{πρωτ}} / k}{SSE / [n - (k + 1)]}$, όπου το n είναι το μέγεθος του δείγματος, το k

είναι ο αριθμός των παραμέτρων β χωρίς το β_0 και τέλος $SS_{\text{προτύπου}} = SS_{\text{ολικό}} - SSE$. Όταν η υπόθεση H_0 είναι σωστή, ο στατιστικός έλεγχος F θα ακολουθεί κατανομή F με k βαθμούς ελευθερίας στον αριθμητή και $[n - (k + 1)]$ βαθμούς ελευθερίας στον παρανομαστή. Αποδεικνύεται ότι η προηγούμενη σχέση είναι ισοδύναμη με τη σχέση

$$F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / [n - (k + 1)]}$$

Επομένως η τιμή του F γίνεται μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερος είναι ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Έχουμε δηλαδή τη δυνατότητα να υπολογίσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τη χρησιμότητα ενός προτύπου, αφού ταυτόχρονα υπολογίζουμε το συντελεστή R^2 και ελέγχουμε τις παραμέτρους β . Πρόκειται επομένως για ένα σφαιρικό έλεγχο που λαμβάνει υπόψη του τα κυριότερα στοιχεία που μπορούν να διαχωρίσουν ένα χρήσιμο πρότυπο από κάποιο που δεν είναι. Στον πίνακα 7.14 φαίνεται αναλυτικά η παραπάνω διαδικασία για την εύρεση της χρησιμότητας ενός προτύπου που έχουμε στη διάθεση μας.

πίνακας 7.14 — Διαδικασία ελέγχου της χρησιμότητας ενός προτύπου με τον έλεγχο

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0,$$

H_a : μία τουλάχιστον από τις παραμέτρους $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$, διαφέρει από το μηδέν

περιοχή απόρριψης : $F > F_\alpha$

όπου η κατανομή F εξαρτάται από k βαθμούς ελευθερίας στον αριθμητή και $[n - (k + 1)]$ βαθμούς ελευθερίας στον παρανομαστή

$$\text{στατιστικός έλεγχος : } F = \frac{R^2 / k}{(1 - R^2) / [n - (k + 1)]}$$

όπου :

n = το μέγεθος του δείγματος

k = ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών, εξαιρουμένου της β_0

R^2 = ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού

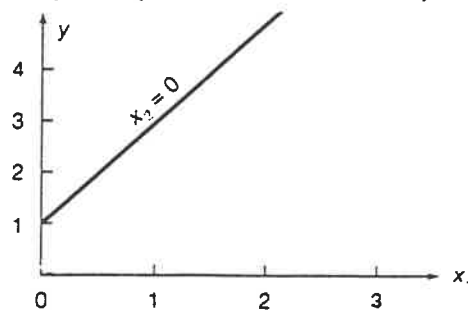
α = το επίπεδο σημαντικότητας

7.5.4 Άλλα γραμμικά πρότυπα

7.5.4.1 Πρότυπα με ποσοτικές μεταβλητές

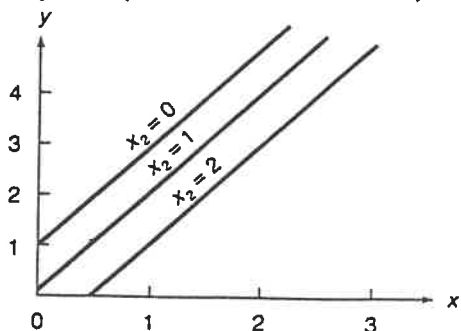
Ας υποθέσουμε ότι η μέση τιμή $E(y)$ της εξαρτημένης μεταβλητής y σχετίζεται με δύο ποσοτικές (quantitative) ανεξάρτητες μεταβλητές x_1 και x_2 μέσω του προτύπου $E(y) = 1 + 2 \cdot x_1 - x_2$. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όταν το x_2 είναι ίσο με το 0 η σχέση ανάμεσα στο $E(y)$ και στο x_1 δίνεται από τη μαθηματική έκφραση $E(y) = 1 + 2 \cdot x_1 - 0 = 1 + 2 \cdot x_1$. Το διάγραμμα αυτής της σχέσης φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.9 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2$ για $x_2 = 0$



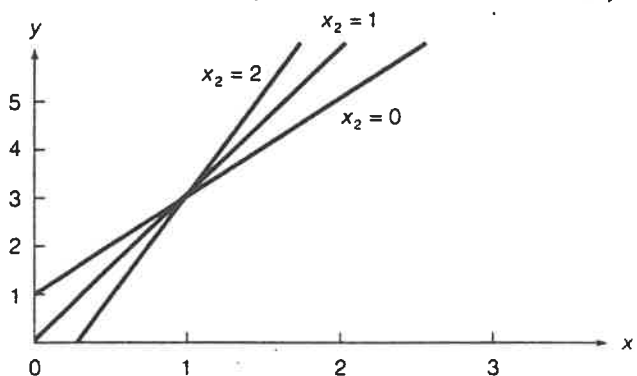
Το πρότυπο $E(y) = 1 + 2 \cdot x_1 - x_2$ είναι ένα παράδειγμα γραμμικού προτύπου 1^{ης} τάξης με δύο ποσοτικές ανεξάρτητες μεταβλητές, τις x_1 και x_2 . Στο σχήμα 7.9 φαίνεται ένα χαρακτηριστικό όλων των γραμμικών προτύπων 1^{ης} τάξης. Αν κάνουμε το διάγραμμα $E(y)$ με οποιαδήποτε μεταβλητή, έστω τη x_1 , για σταθερές και συγκεκριμένες τιμές των υπολοίπων μεταβλητών (x_2) προκύπτει μια ευθεία γραμμή. Αν επαναλάβουμε αυτή τη διαδικασία για άλλες τιμές των υπολοίπων μεταβλητών προκύπτει ένα σύνολο παράλληλων μεταξύ τους ευθειών. Όταν αυτό συμβαίνει, τότε λέμε ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές του προτύπου δεν αλληλεπιδρούν. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα διαγράμματα της σχέσης του $E(y)$ με τη μεταβλητή x_1 όταν το x_2 είναι ίσο με το 0, 1 και το 2.

σχήμα 7.10 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2$ για διάφορες τιμές του x_2



Ας υποθέσουμε τώρα ότι η μέση τιμή $E(y)$ της εξαρτημένης μεταβλητής y σχετίζεται με δύο ποσοτικές ανεξάρτητες μεταβλητές x_1 και x_2 μέσω του προτύπου $E(y) = 1 + 2 \cdot x_1 - x_2 + x_1 \cdot x_2$, δηλαδή υπάρχει ο όρος 2^{ης} τάξης $x_1 \cdot x_2$. Το αποτέλεσμα της τιμής του $E(y)$ λόγω μεταβολής στην τιμή του x_1 σε αυτήν περίπτωση εξαρτάται από την τιμή του x_2 . Όταν αυτή η κατάσταση υπάρχει λέμε ότι οι μεταβλητές x_1 και x_2 αλληλοεξαρτώνται. Ένα πρότυπο αλληλεξάρτησης (interaction model) περιέχει εκτός από όρους 1^{ης} τάξης και όρους 2^{ης} τάξης, όπως $x_1 \cdot x_2$, x_1^2 κ.λπ.

σχήμα 7.11 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου $1 + 2 \cdot x_1 - x_2 + x_1 \cdot x_2$ για διάφορες τιμές του x_2



7.5.4.2 Πρότυπα με ποιοτικές μεταβλητές

Τα γραμμικά πρότυπα περιλαμβάνουν και ποιοτικές (qualitative) ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες σε αντίθεση με τις ποσοτικές δεν μπορούν να μετρηθούν σε κάποια κλίμακα. Για να μπορέσουμε όμως να τις χρησιμοποιήσουμε μέσα στο πρότυπο πρέπει να κωδικοποιήσουμε τα διάφορα επίπεδα τους. Αυτές οι κωδικοποιημένες ποιοτικές μεταβλητές ονομάζονται ψευτομεταβλητές (dummy variables) αφού οι αριθμοί που αντιστοιχίζονται στα διάφορα επίπεδα τους επιλέγονται αυθαίρετα. Οι αριθμοί που συνήθως επιλέγονται είναι το 0 και το 1. Το πλεονέκτημα της χρήσης αυτών των αριθμών είναι ότι οι συντελεστές β , οι οποίοι σχετίζονται με τις ψευτομεταβλητές, μπορούν πολύ εύκολα να ερμηνευτούν, όπως φαίνεται και στο παρακάτω παράδειγμα.

Έστω ότι έχουμε το πρότυπο $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$, όπου το y είναι το εισόδημα ενός εργαζομένου σε κάποια εταιρεία. Το x είναι 1 αν πρόκειται για άντρα εργαζόμενο και 0 αν πρόκειται για γυναίκα. Μπορούμε με αυτό το πρότυπο να συγκρίνουμε τη μέση τιμή $E(y)$

του y ανάμεσα στους άντρες και τις γυναίκες εργαζόμενους στη συγκεκριμένη εταιρεία. Αντικαθιστώντας την τιμή του x στο συγκεκριμένο πρότυπο προκύπτει ότι $E(y) = \beta_0 + \beta_1 x$, όταν πρόκειται για άντρα και $E(y) = \beta_0$ όταν πρόκειται για γυναίκα. Αρχικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το β_0 περιγράφει το μέσο εισόδημα μ_γ για τις γυναίκες. Όταν χρησιμοποιούμε τους αριθμούς 0 και 1 για την κωδικοποίηση, το β_0 θα απεικονίζει πάντοτε τη μέση τιμή που σχετίζεται με το επίπεδο της ποιοτικής μεταβλητής στο οποίο αντιστοιχίσαμε το 0. Η διαφορά στη μέση τιμή του εισοδήματος ανάμεσα στους άντρες και τις γυναίκες είναι $\mu_\alpha - \mu_\gamma = (\beta_0 + \beta_1) - \beta_0 = \beta_1$.

Άρα χρησιμοποιώντας τα 0 και 1 για την κωδικοποίηση, το β_1 απεικονίζει τη διαφορά ανάμεσα στη μέση τιμή του y για το επίπεδο που απεικονίζει ο αριθμός 0 και στη μέση τιμή για το επίπεδο που απεικονίζει ο αριθμός 1. Το επίπεδο που απεικονίζει ο αριθμός 0 ονομάζεται βασικό επίπεδο. Αν το β_1 είναι μεγαλύτερο από το 0, τότε $\mu_\alpha > \mu_\gamma$ και άρα υπάρχει μια διαφοροποίηση στο εισόδημα ανάμεσα στις γυναίκες και τους άντρες εργαζόμενους στη συγκεκριμένη εταιρεία. Τέλος, στον παρακάτω πίνακα περιγράφονται δύο πρότυπα με ποιοτικές μεταβλητές.

πίνακας 7.15 — Διάφορα πρότυπα με 1 ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή

Πρότυπο με ποιοτική μεταβλητή δύο επιπέδων	
$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$	
όπου :	
$x = 1$ για επίπεδο Α και $x = 0$ για επίπεδο Β	(βασικό επίπεδο = Β)
$\beta_0 = \mu_B$	
$\beta_1 = \mu_A - \mu_B$	
Πρότυπο με ποιοτική μεταβλητή τριών επιπέδων	
$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2$	
όπου :	
$x_1 = 1$ για επίπεδο Α και $x_1 = 0$ όχι	
$x_2 = 1$ για επίπεδο Β και $x_2 = 0$ όχι	(βασικό επίπεδο = Γ)
$\beta_0 = \mu_\Gamma$	
$\beta_1 = \mu_A - \mu_\Gamma$	
$\beta_2 = \mu_B - \mu_\Gamma$	

7.5.4.3 Πολλαπλασιαστικά πρότυπα

Σε όλα τα πρότυπα που αναφέραμε προηγουμένα ο παράγοντας του τυχαίου σφάλματος ε προστίθεται στη μέση τιμή του y , δηλαδή έχουμε $E(y) + \varepsilon$.

Ένας άλλος χρήσιμος τύπος προτύπου είναι το πολλαπλασιαστικό (multiplicative model), του οποίου ο τύπος είναι $y = E(y) \cdot \varepsilon$. Τα πρότυπα αυτού του τύπου είναι χρήσιμα όταν η αλλαγή, στην εξαρτημένη μεταβλητή y για κάθε μια μονάδα της ανεξάρτητης μεταβλητής x , απεικονίζεται από μια ποσοστιαία αύξηση ή μείωση παρά από μια σταθερή ποσότητα που προστίθεται ή αφαιρείται.

Ένα πολλαπλασιαστικό πρότυπο με δύο ανεξάρτητες μεταβλητές έχει τη μορφή $y = e^{\beta_0} \cdot e^{\beta_1 \cdot x_1} \cdot e^{\beta_2 \cdot x_2} \cdot e^{\varepsilon}$, όπου τα β_0 , β_1 και β_2 είναι οι παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν από το δείγμα και το e^x είναι ο συμβολισμός για το x . Το πρότυπο αυτό μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα γραμμικό πρότυπο της μορφής $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \varepsilon$, στο οποίο όμως οι παράμετροι β έχουν λίγο διαφορετική ερμηνεία από το αν είχαμε το y στη θέση του $\ln(y)$. Αν θέλουμε να συγκρίνουμε πιο από τα πρότυπα $\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k + \varepsilon$ και $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k + \varepsilon$ είναι καλύτερο θα πρέπει να προσέξουμε, γιατί δεν είναι δυνατή η άμεση σύγκριση των συντελεστών R^2 για τα δύο πρότυπα και η επιλογή εκείνου για το οποίο προκύπτει η μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 . Ο λόγος είναι ότι επειδή οι εξαρτημένες μεταβλητές στα δύο πρότυπα δεν είναι ίδιες οι τιμές των R^2 δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες.

Ένας τρόπος για να συγκρίνουμε τα δύο πρότυπα είναι να υπολογίσουμε τις τιμές του $\ln(y)$ για το λογαριθμικό πρότυπο, να χρησιμοποιήσουμε το μετασχηματισμό $\hat{y} = e^{\ln(y)}$ και να υπολογίσουμε ένα νέο πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού $R_{\ln(y)}^2$ για το πολλαπλασιαστικό

πρότυπο ίσο με $R_{\ln(y)}^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$. Τον νέο πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού το

συγκρίνουμε με τον πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού R^2 του προτύπου $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k + \varepsilon$.

Σε επόμενη παράγραφο θα αναφέρουμε συνοπτικά μερικούς διαφορετικούς μεταξύ τους τύπους μαθηματικών προτύπων καθώς και συνδυασμούς τους, οι οποίοι εξετάζονται και αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια κατάρτισης ενός προτύπου με στόχο την εύρεση των κατάλληλων ανεξαρτήτων μεταβλητών που θα δώσουν πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή και κατά επέκταση του κατάλληλου τύπου προτύπου.

7.5.5 Συνοπτικά

Στις προηγούμενες παραγράφους περιγράφηκε η μεθοδολογία της πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης. Τα βήματα που ακολουθούμε κατά τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και περιγράφονται στη συνέχεια, είναι παρόμοια με αυτά της απλής γραμμικής παλινδρόμησης που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 7.4.4.

1. Προσδιορίζουμε τον αριθμό των ανεξαρτήτων μεταβλητών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Αν ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών είναι μεγάλος, απαιτείται μια διαδικασία επιλογής, όπως είναι η προοδευτική παλινδρόμηση (stepwise regression). Η διαδικασία αυτή επιλογής θα μας δώσει μια πρώτη εικόνα για το ποιες από τις ανεξάρτητες μεταβλητές μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή και ποιες όχι.
2. Υποθέτουμε τον τύπο του πιθανοτικού προτύπου. Το πρότυπο μπορεί να περιέχει και όρους μεγαλύτερης τάξης από την πρώτη για τις ανεξάρτητες μεταβλητές, όρους αλληλεπίδρασης και ποιοτικές μεταβλητές.
3. Προσδιορίζουμε τους συντελεστές του προτύπου με χρήση της μεθόδου ελαχίστων τετραγώνων.
4. Καθορίζουμε την κατανομή που ακολουθεί το τυχαίο σφάλμα ε και υπολογίζουμε την τιμή της διακύμανσης σ^2 .
5. Ελέγχουμε τη χρησιμότητα του προτύπου με χρήση της ανάλυσης της διακύμανσης με τον έλεγχο F και του συντελεστή πολλαπλής συσχέτισης R^2 .
6. Αν κρίνουμε ότι το πρότυπο είναι χρήσιμο, τότε μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε για τους υπολογισμούς μας.

7.6 ΧΡΗΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ

Το τελευταίο βήμα σε μία Ανάλυση Παλινδρόμησης είναι η χρήση του προτύπου για υπολογισμούς. Αποτελεί ίσως και το σπουδαιότερο βήμα αφού σε αυτό φαίνονται τα οποιαδήποτε σφάλματα έχουν γίνει προηγούμενα και είναι δυνατόν ένα πρότυπο, ενώ πληρεί όλες τις προϋποθέσεις να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Οι πιο συνηθισμένες χρήσεις ενός πιθανοτικού προτύπου μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη είναι η χρήση του για τον υπολογισμό της μέσης τιμής $E(y)$ μιας

εξαρτημένης μεταβλητής y για μία συγκεκριμένη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x . Σε αυτή προσπαθούμε να υπολογίσουμε το μέσο αποτέλεσμα ενός πολύ μεγάλου αριθμού παρατηρήσεων της μεταβλητής x . Η δεύτερη χρήση του είναι η πρόβλεψη μιας συγκεκριμένης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y για μία τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x που εμείς επιλέγουμε και είναι δεδομένη. Προφανώς ο αριθμός των ανεξαρτήτων μεταβλητών x μπορεί να είναι μεγαλύτερος από μία όταν μιλάμε για πολλαπλή παλινδρόμηση.

Στην περίπτωση ενός απλού γραμμικού προτύπου χρησιμοποιούμε το πρότυπο ελαχίστων τετραγώνων της μορφής $\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x$, προκειμένου να υπολογίσουμε τη μέση τιμή $E(y)$ μιας εξαρτημένης μεταβλητής y για κάποια τιμή της μεταβλητής x . Η διαφορά ανάμεσα στις δύο χρήσεις του προτύπου βρίσκεται στη σχετική ακρίβεια ανάμεσα στον υπολογισμό της μέσης τιμής της y και την πρόβλεψη μιας τιμής της. Αυτή η ακρίβεια ανάμεσα στις δύο σχέσεις μετριέται από τα επαναλαμβανόμενα δειγματικά σφάλματα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων, όταν αυτή χρησιμοποιείται για τις δύο διαφορετικές χρήσεις του προτύπου. Στον πίνακα 7.16 παρουσιάζεται τα παραπάνω σφάλματα, ενώ στον πίνακα 7.17 της επόμενης σελίδας φαίνονται τα διαστήματα μέσα στα οποία βρίσκονται οι τιμές που προκύπτουν για τις αντίστοιχες χρήσεις του προτύπου.

πίνακας 7.16 — Δειγματικά σφάλματα της ευθείας ελαχίστων τετραγώνων για τις δύο χρήσεις ενός απλού γραμμικού προτύπου

Χρήση προτύπου για υπολογισμό της μέσης τιμής της μεταβλητής y
<p>Η τυπική απόκλιση της κατανομής που ακολουθεί το δείγμα για τον υπολογισμό της μέσης τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι $\sigma_{\hat{y}} = \sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{SS_{xx}}}$, όπου το σ είναι η τυπική απόκλιση του τυχαίου σφάλματος ε και ο καλύτερος υπολογισμός για αυτή είναι το s^2.</p>
Χρήση προτύπου για υπολογισμό της πρόβλεψης της τιμής της μεταβλητής y
<p>Η τυπική απόκλιση της κατανομής που ακολουθεί το δείγμα για την πρόβλεψη της τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι $\sigma_{(y-\hat{y})} = \sigma \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{SS_{xx}}}$, όπου το σ είναι η τυπική απόκλιση του τυχαίου σφάλματος ε και ο καλύτερος υπολογισμός για αυτή είναι το s^2.</p>

πίνακας 7.17 — Διαστήματα εμπιστοσύνης των τιμών του y που προκύπτουν από τις δύο χρήσεις ενός απλού γραμμικού προτύπου

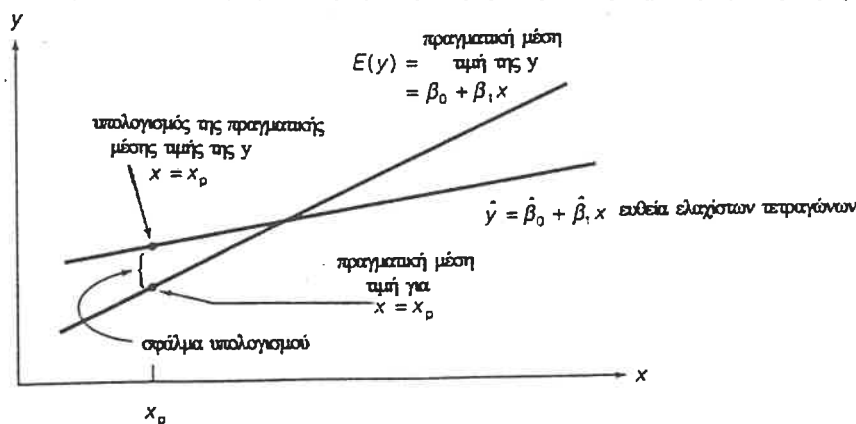
Χρήση προτύπου για υπολογισμό της μέσης τιμής της μεταβλητής y
Το διάστημα εμπιστοσύνης του υπολογισμού της μέσης τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι $\hat{y} \pm t_{\alpha/2} \cdot s \cdot \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{SS_{xx}}}$, όπου το $t_{\alpha/2}$ προκύπτει από $(n-2)$ βαθμούς ελευθερίας.
Χρήση προτύπου για υπολογισμό της πρόβλεψης της τιμής της μεταβλητής y
Το διάστημα εμπιστοσύνης της πρόβλεψης της τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι $\hat{y} \pm t_{\alpha/2} \cdot s \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_p - \bar{x})^2}{SS_{xx}}}$, όπου το $t_{\alpha/2}$ προκύπτει από $(n-2)$ βαθμούς ελευθερίας.

Το n δηλώνει το μέγεθος του δείγματος, το α το επίπεδο σημαντικότητας και το SS_{xx} υπολογίζεται από τη σχέση $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot (\bar{x})^2$.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε από τον πίνακα 7.17 ότι το διάστημα εμπιστοσύνης του υπολογισμού της πρόβλεψης της τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ έχει μεγαλύτερο εύρος από το διάστημα εμπιστοσύνης του υπολογισμού της μέσης τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$.

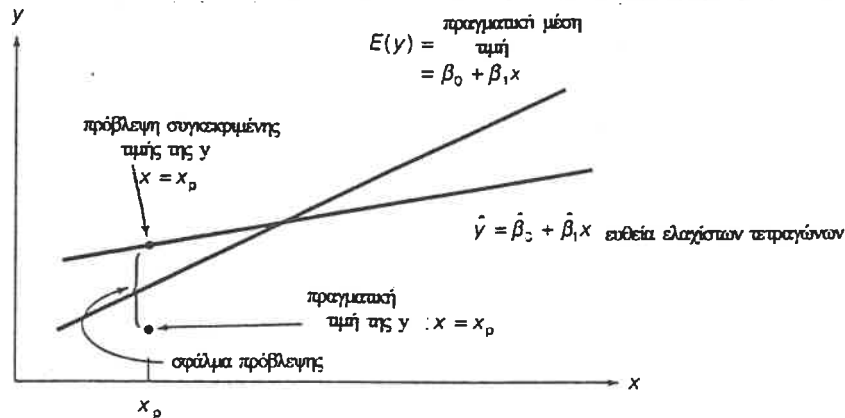
Το σφάλμα $[\hat{y} - E(y)]$ στον υπολογισμό της μέσης τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι η απόσταση ανάμεσα στην ευθεία ελαχίστων τετραγώνων και στην πραγματική ευθεία όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 7.12 — Σφάλμα υπολογισμού της μέσης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y για $x = x_p$



Το σφάλμα $(y_p - \hat{y})$ στην πρόβλεψη της τιμής της μεταβλητής y για $x = x_p$ είναι το άθροισμα του σφάλματος του υπολογισμού της μέσης τιμής της y που φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα και του τυχαίου σφάλματος, το οποίο είναι μέρος της προβλεπόμενης τιμής της μεταβλητής y . Το σφάλμα αυτό φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.13 — Σφάλμα πρόβλεψης της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y για $x = x_p$



Από τα δύο προηγούμενα σχήματα διαπιστώνουμε ότι το σφάλμα της πρόβλεψης μιας τιμής της μεταβλητής y για κάποια τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x ίση με x_p , θα είναι πάντα μεγαλύτερο από το σφάλμα υπολογισμού της μέσης τιμής της μεταβλητής y , για κάποια τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x ίση με x_p . Μπορούμε να παρατηρήσουμε από τους τύπους υπολογισμού των δύο σφαλμάτων ότι και τα δύο σφάλματα λαμβάνουν την μικρότερη τιμή τους όταν το x_p είναι ίσο με το \bar{x} . Όσο περισσότερο διαφέρει το x από το \bar{x} , τόσο μεγαλύτερα θα είναι τα σφάλματα στον υπολογισμό της μέσης τιμής της y και της πρόβλεψης μιας τιμής για τη y .

Με βάση τα παραπάνω μπορούμε να οδηγηθούμε στο συμπέρασμα ότι το να χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση ελαχίστων τετραγώνων για να υπολογίσουμε τη μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y ή να προβλέψουμε την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y , από μία ή αντίστοιχα για μια τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x , η οποία βρίσκεται εκτός του διαστήματος των τιμών που διαθέτουμε από το δείγμα, μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα πολύ μεγαλύτερα από αυτά που λογικά θα περιμέναμε. Σε αυτή την περίπτωση συμβαίνει η εξίσωση των ελαχίστων τετραγώνων να δίνει μια πάρα πολύ καλή προσαρμογή για τα δεδομένα μας. Αυτή η καλή προσαρμογή δεν θα επαβεβαιώνεται όταν η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής x βρίσκεται εκτός του διαστήματος των τιμών που διαθέτουμε από το δείγμα. Επομένως το μέγεθος του δείγματος πρέπει να είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να περιλαμβάνει και τις πιο ακραίες τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής x .

Όμοιες προφανώς είναι και οι χρήσεις ενός προτύπου πολλαπλής παλινδρόμησης με τη διαφορά ότι οι υπολογισμοί είναι πιο σύνθετοι. Για να βρούμε τον τύπο του διαστήματος εμπιστοσύνης του υπολογισμού \hat{y} της μέσης τιμής της μεταβλητής y θα πρέπει να γνωρίζουμε την τυπική απόκλιση αυτού του υπολογισμού. Αυτό όμως στην περίπτωση σύνθετων προτύπων δεν είναι εύκολο, γιατί ο τύπος τους είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος.

Ορισμένα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή δίνουν τα διαστήματα εμπιστοσύνης του υπολογισμού \hat{y} της μέσης τιμής της μεταβλητής y , για οποιοδήποτε συνδυασμό ανεξαρτήτων μεταβλητών x και επίπεδο σημαντικότητας, όπως φαίνεται στον πίνακα 7.18. Ο πίνακας αυτός έχει προκύψει από το πρόγραμμα SAS για μια σειρά δεδομένων. Το πρότυπο είναι σχετικά απλό και αποτελείται από μία μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή υψωμένη όμως σε 1^η και 2^η δύναμη. Το 31^ο αποτέλεσμα είναι η μέση τιμή της μεταβλητής y που προκύπτει όταν η μεταβλητή x πάρει την τιμή 40 από το δείγμα. Στον πίνακα 7.19 θα φαίνεται η διαφορά στα διαστήματα εμπιστοσύνης μόνο αν προβλέψουμε την τιμή της μεταβλητής y όταν η μεταβλητή x πάρει την τιμή 40.

πίνακας 7.18 — Αποτελέσματα υπολογισμών της μέσης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y με χρήση του προγράμματος SAS

Obs	X	Dep Var Y	Predict Value	Std Err Predict	Lower95% Mean	Upper95% Mean	Residual
1	34.6	881.0	949.1	41.023	865.0	1033.3	-68.1312
2	45	1290.0	1423.3	26.185	1369.6	1477.1	-133.3
3	62.3	2147.0	1955.6	27.746	1898.7	2012.6	191.4
4	58.9	1909.0	1876.3	27.681	1819.5	1933.1	32.6734
5	42.5	1282.0	1319.9	25.101	1268.4	1371.4	-37.9287
6	44.3	1530.0	1395.1	25.763	1342.2	1447.9	134.9
7	67.9	2067.0	2059.3	39.222	1978.8	2139.8	7.7205
8	58.5	1982.0	1866.2	27.828	1809.1	1923.3	115.8
9	35.6	1019.0	999.8	36.959	923.9	1075.6	19.2383
10	49.6	1651.0	1596.2	28.994	1536.7	1655.6	54.8407
11	33	752.0	865.9	48.595	766.2	965.6	-113.9
12	52	1687.0	1677.3	29.600	1616.6	1738.1	9.6736
13	61.4	1782.0	1935.8	27.399	1879.6	1992.1	-153.8
14	50.2	1529.0	1617.0	29.222	1557.1	1677.0	-88.0293
15	34.1	969.0	923.4	43.253	834.7	1012.2	45.5856
16	52.5	1640.0	1693.5	29.621	1632.7	1754.2	-33.4599
17	69.9	2121.0	2088.2	47.535	1990.6	2185.7	32.8426
18	38.8	1382.0	1154.6	27.911	1097.3	1211.9	227.4
19	50.6	1714.0	1630.7	29.346	1570.5	1690.9	83.2716
20	69.4	1959.0	2081.3	45.265	1988.5	2174.2	-122.3
21	37.4	1158.0	1088.2	31.088	1024.4	1152.0	69.8017
22	35.1	965.0	974.6	38.923	894.7	1054.4	-9.5803
23	43	1456.0	1341.1	25.201	1289.4	1392.9	114.9
24	44.1	1273.0	1386.9	25.655	1334.3	1439.5	-113.9
25	49.8	1418.0	1603.2	29.075	1543.5	1662.8	-185.2
26	54.5	1743.0	1755.3	29.363	1695.1	1815.6	-12.3171
27	68.5	1997.0	2068.4	41.498	1983.2	2153.5	-71.3926
28	69.5	2177.0	2082.7	45.709	1988.9	2176.5	94.2756
29	63	1965.0	1970.4	28.253	1912.5	2028.4	-5.4276
30	43.2	1264.0	1349.6	25.262	1297.7	1401.4	-85.5612
31	40		1209.7	26.174	1156.9	1263.5	

Αν επιθυμούμε να προβλέψουμε την τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y για κάποιες τιμές ανεξαρτήτων μεταβλητών, τότε το \hat{y} θεωρείται προβλεπόμενη τιμή και το διάστημα εμπιστοσύνης έχει σε αυτή την περίπτωση, όπως και προηγουμένα, μεγαλύτερο εύρος από το διάστημα εμπιστοσύνης του υπολογισμού της μέσης τιμής της μεταβλητής y . Αυτό φαίνεται

και στον πίνακα 7.19. Ο πίνακας αυτός έχει προκύψει επίσης από το πρόγραμμα SAS για μια σειρά δεδομένων. Το πρότυπο είναι το ίδιο με αυτό του πίνακα 7.18. Το 31^ο αποτέλεσμα είναι η πρόβλεψη της τιμής της μεταβλητής y, η οποία προκύπτει όταν η μεταβλητή x πάρει την τιμή 40 από το δείγμα. Προφανώς η τιμή της μεταβλητής y είναι ίδια με αυτή του πίνακα 7.18 (1209.8), αλλά όπως αναφέραμε αλλάζουν τα διαστήματα εμπιστοσύνης.

πίνακας 7.19 — Αποτελέσματα υπολογισμών της προβλεπόμενης τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής y με χρήση του προγράμματος SAS

Obs	X	Dep Var Y	Predict Value	Std Err Predict	Lower95% Predict	Upper95% Predict	Residual
1	34.6	881.0	949.1	41.023	715.1	1183.2	-68.1312
2	45	1290.0	1423.3	26.185	1198.4	1648.3	-133.3
3	62.3	2147.0	1955.6	27.746	1729.9	2181.3	191.4
4	58.9	1909.0	1876.3	27.681	1650.7	2102.0	32.6734
5	42.5	1282.0	1319.9	25.101	1095.5	1544.3	-37.9287
6	44.3	1530.0	1395.1	25.763	1170.4	1619.8	134.9
7	67.9	2067.0	2059.3	39.222	1826.5	2292.0	7.7205
8	58.5	1982.0	1866.2	27.828	1640.5	2091.9	115.8
9	35.6	1019.0	999.8	36.959	768.6	1230.9	19.2383
10	49.6	1651.0	1596.2	28.994	1369.8	1822.5	54.8407
11	33	752.0	865.9	48.595	625.8	1106.0	-113.9
12	52	1687.0	1677.3	29.600	1450.6	1904.0	9.6736
13	61.4	1782.0	1935.8	27.399	1710.3	2161.4	-153.8
14	50.2	1529.0	1617.0	29.222	1390.6	1843.5	-88.0293
15	34.1	969.0	923.4	43.253	687.7	1159.1	45.5856
16	52.5	1660.0	1693.5	29.621	1466.8	1920.2	-33.4599
17	69.9	2121.0	2088.2	47.535	1849.0	2327.3	32.8426
18	38.8	1382.0	1154.6	27.911	928.8	1380.4	227.4
19	50.6	1714.0	1630.7	29.346	1404.2	1857.3	83.2716
20	69.4	1959.0	2081.3	45.265	1844.0	2318.7	-122.3
21	37.4	1158.0	1088.2	31.088	860.7	1315.7	69.8017
22	35.1	965.0	974.6	38.923	742.0	1207.1	-9.5803
23	43	1456.0	1341.1	25.201	1116.7	1565.6	114.9
24	44.1	1273.0	1386.9	25.655	1162.2	1611.5	-113.9
25	49.8	1418.0	1603.2	29.075	1376.8	1829.6	-185.2
26	54.5	1743.0	1755.3	29.363	1528.8	1981.9	-12.3171
27	68.5	1997.0	2068.4	41.498	1834.0	2302.8	-71.3926
28	69.5	2177.0	2082.7	45.709	1845.0	2320.4	94.2756
29	63	1965.0	1970.4	28.253	1744.5	2196.4	-5.4276
30	43.2	1264.0	1349.6	25.262	1125.1	1574.0	-85.5612
31	40	.	1209.8	26.174	1125.9	1293.7	.

7.7 ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

Θα πρέπει να θυμίσουμε ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εμφανίζονται σε ένα μαθηματικό πρότυπο είναι είτε ποσοτικές (quantitative) είτε ποιοτικές (qualitative). Ποσοτική είναι μία μεταβλητή, η οποία έχει αριθμητικές τιμές. Οι αριθμητικές αυτές τιμές αποτελούν τα σημεία μιας ευθείας. Μια μεταβλητή που δεν είναι ποσοτική ονομάζεται ποιοτική. Οι διαφορετικές καταστάσεις ή ρυθμίσεις που περιγράφει μια ποσοτική μεταβλητή ονομάζονται επίπεδα της ποιοτικής μεταβλητής. Στους πίνακες που θα ακολουθήσουν παρουσιάζονται διάφοροι τύποι προτύπων με 1, 2 ή και περισσότερες ανεξάρτητες ποσοτικές, αλλά και ποιοτικές μεταβλητές καθώς και διάφορους συνδυασμούς τους.

Οι τύποι αυτών των προτύπων είναι σχετικά απλοί, αλλά αποτελούν τη βάση για την κατάρτιση, μαζί βέβαια με τους όποιους μετασχηματισμούς απαιτούνται, οποιουδήποτε σύνθετου προτύπου απαιτείται στην πράξη και για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η, έστω, συνοπτική παρουσίαση τους.

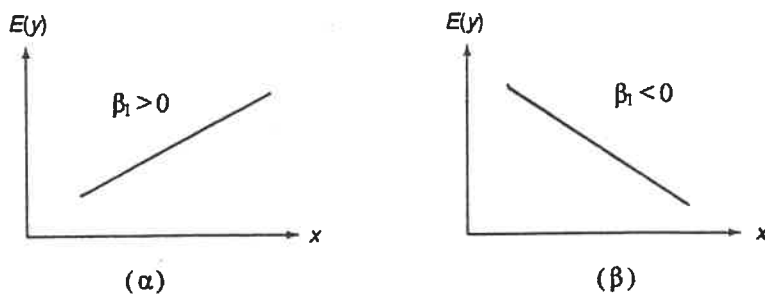
πίνακας 7.20 — Πολυωνομικό πρότυπο p -βαθμού με 1 ανεξάρτητη ποσοτική μεταβλητή

$$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \dots + \beta_p \cdot x^p$$

όπου το p είναι ακέραιος και τα β_0, β_1, \dots κ.λ.π είναι οι άγνωστες παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν

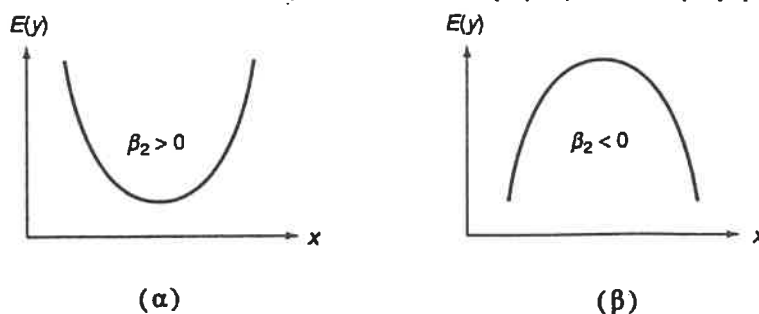
Για $p = 1$ έχουμε $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x$, το οποίο ονομάζεται πρότυπο 1^{ης} τάξης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Η παράμετρος β_1 ανάλογα με το πρόσημο της εκφράζει την κλίση την κλίση της ευθείας, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.14 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου 1^{ης} τάξης



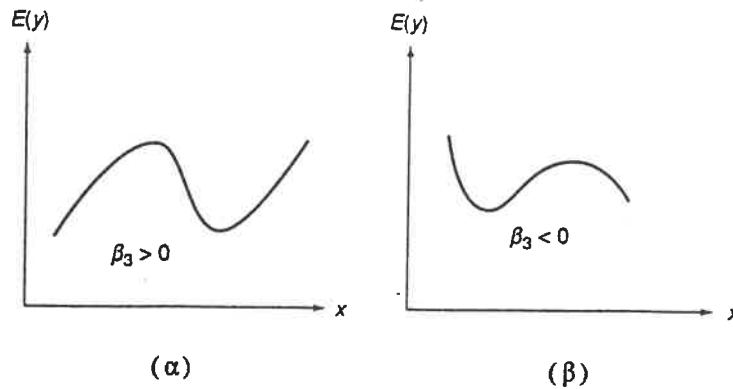
Για $p = 2$ έχουμε $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2$, το οποίο ονομάζεται πρότυπο 2^{ης} τάξης ή τετραγωνικό (quadratic) με μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Η παράμετρος β_1 ανάλογα με την τιμή της καθορίζει αν η καμπύλη μετατοπίζεται προς τα δεξιά (για αύξηση της β_1) ή προς τα αριστερά (για μείωση της β_1). Η παράμετρος β_2 ανάλογα με το πρόσημο της καθορίζει τα κοίλα της καμπύλης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 7.15 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου 2^{ης} τάξης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή



Για $p = 3$ έχουμε $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \beta_3 \cdot x^3$, το οποίο ονομάζεται πρότυπο 3^{ης} τάξης ή κυβικό (cubic) με μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Η παράμετρος β_3 ανάλογα με το πρόσημο της ελέγχει τον τρόπο εναλλαγής των κοιλών της καμπύλης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 7.16 — Γραφική απεικόνιση του προτύπου 3^{ης} τάξης με μία ανεξάρτητη μεταβλητή



πίνακας 7.21 — Πρότυπο 1^{ης} τάξης με k ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_k \cdot x_k$
<p>όπου $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ είναι οι άγνωστες παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν</p>
<p>$\beta_0 =$ η τιμή του $E(y)$ όταν $x_1 = x_2 = \dots = x_k = 0$</p>
<p>$\beta_1 =$ η αλλαγή στην τιμή του $E(y)$ για μία μονάδα αύξησης του x_1 όταν τα x_2, x_3, \dots, x_k κρατούνται σταθερά</p>
<p>⋮</p>
<p>$\beta_k =$ η αλλαγή στην τιμή του $E(y)$ για μία μονάδα αύξησης του x_k όταν τα $x_1, x_2, \dots, x_{(k-1)}$ κρατούνται σταθερά</p>

πίνακας 7.22 — Πλήρες πρότυπο 2^{ης} τάξης με 3 ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_5 \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_6 \cdot x_2 \cdot x_3 + \beta_7 \cdot x_1^2 + \beta_8 \cdot x_2^2 + \beta_9 \cdot x_3^2$
<p>όπου $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_9$ είναι οι άγνωστες παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν</p>

πίνακας 7.23 — Πρότυπο αλληλεπίδρασης (2^k τάξης) με 2 ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_1 \cdot x_2$
όπου $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ είναι οι άγνωστες παράμετροι που πρέπει να υπολογιστούν
$\beta_0 =$ η τιμή του $E(y)$ όταν $x_1 = x_2 = 0$
$\beta_1, \beta_2 =$ οποιαδήποτε αλλαγή στην τιμή των β_1 και β_2 προκαλεί στην επιφάνεια που απεικονίζει στο πρότυπο μετακίνηση κατά μήκος των αξόνων x_1 και x_2
$\beta_3 =$ ελέγχει το ποσοστό της στροφής της επιφάνειας που απεικονίζει το πρότυπο
$\beta_0 + \beta_3 \cdot x_2 =$ η αλλαγή στην τιμή του $E(y)$ για μία μονάδα αύξησης του x_1 όταν το $x_2 =$ σταθ.
$\beta_1 + \beta_3 \cdot x_1 =$ η αλλαγή στην τιμή του $E(y)$ για μία μονάδα αύξησης του x_2 όταν το $x_1 =$ σταθ.

πίνακας 7.24 — Πρότυπο με 1 ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή σε k επίπεδα (A, B, Γ, \dots)

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \dots + \beta_{(k-1)} \cdot x_{(k-1)}$
όπου x_i είναι η ψευτομεταβλητή για το επίπεδο $i+1$
$x_i = 1$ όταν το $E(y)$ είναι η μέση τιμή για το επίπεδο $i+1, x_i = 0$ διαφορετικά
Ο αριθμός των ψευτομεταβλητών για μία μόνη ποιοτική μεταβλητή είναι πάντα ένας λιγότερος από τον αριθμό των επιπέδων της μεταβλητής. Τότε υποθέτουμε ότι το βασικό επίπεδο είναι το A και η μέση τιμή για κάθε επίπεδο είναι $\mu_A = \beta_0, \mu_B = \beta_0 + \beta_1, \mu_\Gamma = \beta_0 + \beta_2$ κ.λπ. Άρα $\beta_0 = \mu_A, \beta_1 = \mu_B - \mu_A, \beta_2 = \mu_\Gamma - \mu_A$ κ.λπ.

πίνακας 7.25 — Πρότυπο με 2 ανεξάρτητες ποιοτικές μεταβλητές [$η 1^η$ σε τρία επίπεδα (A_1, A_2, A_3) και η δεύτερη σε δύο επίπεδα (B_1, B_2)]

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3$		
όπου $\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 =$ όροι για τα A_1, A_2, A_3 και $\beta_3 \cdot x_3 =$ όρος για B_1, B_2		
$x_1 = 1$ αν έχουμε επίπεδο A_2	$x_2 = 1$ αν έχουμε επίπεδο A_3	$x_3 = 1$ αν έχουμε επίπεδο B_2
$x_1 = 0$ όχι επίπεδο A_2	$x_2 = 0$ όχι επίπεδο A_3	$x_3 = 0$ όχι επίπεδο B_1
$A_1 =$ βασικό επίπεδο		$B_1 =$ βασικό επίπεδο
$\beta_0 = \mu_{11}$ (μέση τιμή για συνδυασμό επιπέδων)		$\beta_2 = \mu_{3j} - \mu_{1j}$, για επίπεδο B_j ($j = 1, 2$)
$\beta_1 = \mu_{2j} - \mu_{1j}$, για κάθε επίπεδο B_j ($j = 1, 2$)		$\beta_3 = \mu_{i2} - \mu_{i1}$, για επίπεδο A_i ($j = 1, 2, 3$)

πίνακας 7.26 — Πρότυπο αλληλεπίδρασης με 2 ανεξάρτητες ποιοτικές μεταβλητές

$E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_4 \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_5 \cdot x_2 \cdot x_3$	
όπου $\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 =$ όροι για τα A_1, A_2, A_3 , $\beta_3 \cdot x_3 =$ όρος για B_1, B_2 και $\beta_4 \cdot x_1 \cdot x_3, \beta_5 \cdot x_2 \cdot x_3 =$ όροι αλληλεπίδρασης	
$\beta_0 = \mu_{11}$ (μέση τιμή για συνδυασμό επιπέδων)	$\beta_3 = \mu_{12} - \mu_{11}$, για το επίπεδο A_1
$\beta_1 = \mu_{21} - \mu_{11}$, για το επίπεδο B_1	$\beta_4 = (\mu_{22} - \mu_{12}) - (\mu_{21} - \mu_{11})$
$\beta_2 = \mu_{31} - \mu_{11}$, για το επίπεδο B_1	$\beta_5 = (\mu_{32} - \mu_{12}) - (\mu_{31} - \mu_{11})$

Συνήθως τα προβλήματα, τα οποία πρέπει να επιλύσουμε απαιτούν την ταυτόχρονη συμμετοχή στο πρότυπο τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών μεταβλητών. Επομένως η κατάρτιση ενός προτύπου γίνεται πιο σύνθετη και η πιθανότητα λάθους μεγαλύτερη. Δεν υπάρχει σαφής μεθοδολογία για την κατάρτιση ενός σύνθετου μαθηματικού προτύπου, γιατί ανάλογα με την περίπτωση η προσέγγιση μπορεί να είναι διαφορετική. Μπορούμε όμως να αναφέρουμε ένα τρόπο προσέγγισης της καλύτερης λύσης.

Αρχικά μπορούμε να υποθέσουμε ότι η ανεξάρτητη ποιοτική μεταβλητή, αν αυτή βέβαια υπάρχει, δεν έχει καμία επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή y . Σε αυτήν την περίπτωση την εξαρτημένη μεταβλητή επηρεάζουν μόνο οι ανεξάρτητες ποσοτικές μεταβλητές που έχουμε στη διάθεση μας. Στην συνέχεια η διαδικασία γίνεται ιδιαίτερα πολύπλοκη και περιλαμβάνει συνδυασμούς ανάμεσα στις ποσοτικές μεταβλητές, συνδυασμούς ανάμεσα σε ποιοτικές μεταβλητές κ.λπ. Όλα αυτά πραγματοποιούνται μέσα από το πρίσμα των διαφόρων ελέγχων και υποθέσεων.

Η εύρεση δηλαδή ενός μαθηματικού προτύπου είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, η οποία δεν αποτελείται από μία σταθερή μεθοδολογία. Ξεκινάμε από μία υπόθεση του τύπου του προτύπου, αλλά στη συνέχεια οι διαφορετικές προσεγγίσεις, διορθώσεις και απαιτήσεις είναι δυνατό να διαφοροποιήσουν την αρχική μας υπόθεση. Εκείνο που απαιτείται σίγουρα είναι η σε βάθος κατανόηση του προβλήματος και των στόχων που θέλουμε να επιτευχθούν.

7.8 ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

7.8.1 Γενικά

Η Ανάλυση Παλινδρόμησης και ειδικότερα η πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την απεικόνιση μιας εξαρτημένης μεταβλητής y μέσω ενός μαθηματικού προτύπου και έχει ευρεία χρήση. Αυτή η διαδεδομένη και ευρεία χρήση της Ανάλυσης Παλινδρόμησης σε ορισμένες περιπτώσεις συνοδεύεται και από λάθη, τα οποία οφείλονται κυρίως στην άνεση που προσφέρουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και στην περιορισμένη γνώση του συγκεκριμένου αντικειμένου. Η διαδικασία εύρεσης ενός μαθηματικού προτύπου σπάνια είναι μια εύκολη υπόθεση βασισμένη σε σταθερή μεθοδολογία. Υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός προβλημάτων, τα οποία αν δεν διερευνηθούν οδηγούν με μαθηματική ακρίβεια σε λανθασμένα αποτελέσματα.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε μία Ανάλυση Παλινδρόμησης προκύπτουν είτε από παρατήρηση είτε από κάποιο σχεδιασμένο πείραμα. Όταν τα δεδομένα έχουν προκύψει από παρατήρηση, τότε μπορεί να μην είναι σωστό να συμπεράνουμε ότι υπάρχει σχέση αιτίου - αποτελέσματος ανάμεσα στην εξαρτημένη μεταβλητή y και στις ανεξάρτητες μεταβλητές. Μόνο στην περίπτωση που τα δεδομένα είναι πειραματικά οι αλλαγές στην εξαρτημένη μεταβλητή y οφείλονται σε αλλαγές των τιμών των ανεξαρτήτων μεταβλητών.

Όταν εφαρμόζουμε μια Ανάλυση Παλινδρόμησης σε ένα σύνολο δεδομένων δεν γνωρίζουμε σίγουρα ότι οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ε είναι σωστές. Σε πρακτικό επίπεδο δεν είναι δυνατό αυτές οι υποθέσεις να ικανοποιούνται απόλυτα. Μας ενδιαφέρει όμως το μέγεθος της απόκλισης από αυτές τις υποθέσεις. Όταν η απόκλιση από τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε είναι ασήμαντες, τότε το πρότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να δώσει σωστά αποτελέσματα. Αν όμως η απόκλιση από τις υποθέσεις είναι σημαντική, τότε το συγκεκριμένο πρότυπο δεν μπορεί να δώσει σωστά αποτελέσματα και πρέπει να το διαφοροποιήσουμε, είτε μερικά είτε στο σύνολο του.

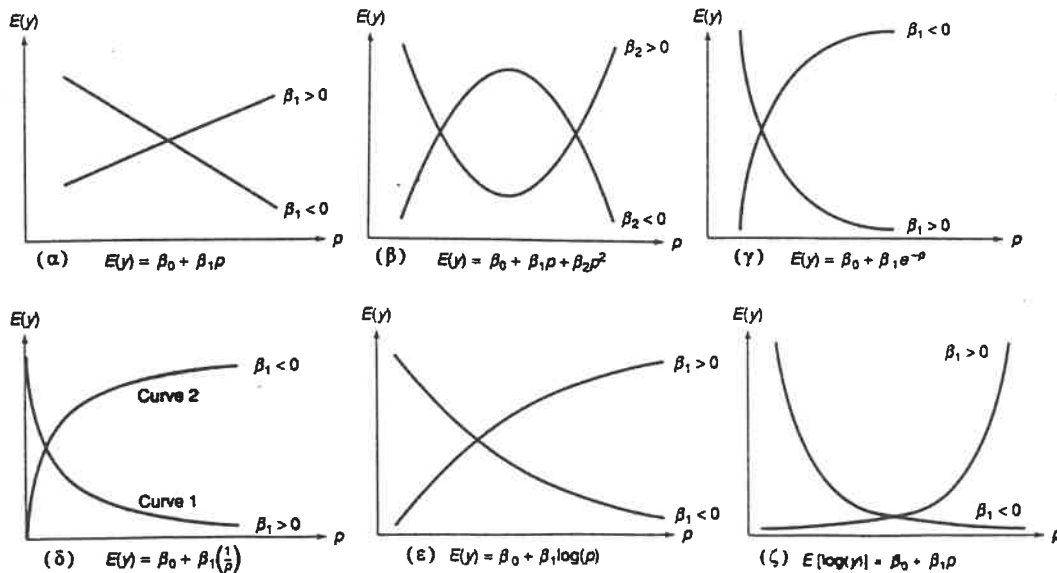
Τα περισσότερα μαθηματικά πρότυπα περιλαμβάνουν περισσότερες από μία ανεξάρτητες μεταβλητές καθώς και όρους $2^{\text{ο}}$ ή μεγαλύτερου βαθμού και συνδυασμούς μεταβλητών. Όταν υπάρχει μεγάλος βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές τα αποτελέσματα που δίνει το συγκεκριμένο πρότυπο είναι, τις περισσότερες φορές, μπερδεμένα. Οι έλεγχοι t για τις παραμέτρους β μπορεί να προκύπτουν μη σημαντικοί ακόμα

και αν ο έλεγχος F είναι κανοποιητικός. Ακόμα ενδέχεται τα πρόσημα των παραμέτρων β να είναι αντίθετα από αυτά που περιμέναμε. Το πρόβλημα αυτό ονομάζεται *πολλαπλή συσχέτιση των ανεξαρτήτων μεταβλητών (multicollinearity)* και είναι ιδιαίτερα συχνό.

Ένα ακόμα στοιχείο, στο οποίο πρέπει να δίνουμε ιδιαίτερη προσοχή, είναι το διάστημα που βρίσκονται οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών. Όταν προβλέπουμε μια τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y και οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x που επιλέγουμε είναι εκτός του διαστήματος των τιμών του δείγματος, τότε το αποτέλεσμά που προκύπτει δεν είναι κανοποιητικό. Το επίπεδο αξιοπιστίας, το οποίο συνδέεται με οποιοδήποτε συμπέρασμα προκύπτει με βάση το πρότυπο, θα είναι μικρότερο από το επίπεδο σημαντικότητας υπολογισμού του, αφού η επάρκεια του προτύπου εκτός του διαστήματος των τιμών του δείγματος δεν είναι γνωστή.

Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις προκειμένου να καταλήξουμε σε μία καλύτερη προσέγγιση για το $E(y)$, μπορούμε να μετασχηματίσουμε τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών ή ακόμα και της εξαρτημένης μεταβλητής y . Ο τύπος μετασχηματισμού που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τη θεωρητική σχέση ανάμεσα στο $E(y)$ και τις ανεξάρτητες μεταβλητές x , αλλά και από τη μορφή που έχει το διάγραμμα των σφαλμάτων στα αποτελέσματα που δίνει το πρότυπο $\hat{\epsilon} = y - \hat{y}$ και τα αποτελέσματα \hat{y} . Για το λόγο αυτό ο έλεγχος των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ϵ είναι απαραίτητος. Στο σχήμα 7.17 μπορούμε να δούμε διαφόρων ειδών μετασχηματισμούς που μπορούν να γίνουν προκειμένου να καταλήξουμε σε ένα καλύτερο πρότυπο.

σχήμα 7.17 — Γραφική απεικόνιση διαφόρων μετασχηματισμών



7.8.2 Πολλαπλή συσχέτιση ανεξαρτήτων μεταβλητών

Σε πολλές περιπτώσεις δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές ενός προτύπου δίνουν για το $E(y)$ πλεονάζουσες πληροφορίες. Όταν αυτό συμβαίνει λέμε ότι υπάρχει πολλαπλή συσχέτιση (multicollinearity). Στην πράξη είναι συνηθισμένο να παρατηρούνται τέτοιου είδους συσχετίσεις ανάμεσα στις ανεξάρτητες μεταβλητές και εξαιτίας αυτού του γεγονότος εμφανίζονται διάφορα προβλήματα.

Αρχικά η ύπαρξη πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών αυξάνει την πιθανότητα των σφαλμάτων στους υπολογισμούς των παραμέτρων β , των τυπικών αποκλίσεων κ.λ.π. Επιπλέον τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης μπορεί να είναι παραπλανητικά. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε το απλό πρότυπο $E(y) = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2$. Υπολογίζοντας τις τιμές $\hat{\beta}_1$ και $\hat{\beta}_2$ με τη μέθοδο των ελαχίστων τετράγωνων μπορεί να βρούμε ότι οι έλεγχοι t για τους υπολογισμούς των παραμέτρων $\hat{\beta}_1$ και $\hat{\beta}_2$ δεν είναι ικανοποιητικοί, ενώ ο έλεγχος F για την υπόθεση ($H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$) είναι ικανοποιητικός. Ο έλεγχος t δείχνει ότι η συνεισφορά κάποιας μεταβλητής δεν είναι σημαντική κάτω από την επίδραση της άλλης μεταβλητής, ενώ αντίθετα ο έλεγχος F οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τουλάχιστον μία από τις x_1, x_2 συνεισφέρει για τον υπολογισμό της $E(y)$. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι και οι δύο πιθανά μεταβλητές συνεισφέρουν για τον υπολογισμό της $E(y)$, αλλά η συνεισφορά της μιας ταυτίζεται με τη συνεισφορά της άλλης.

Η ύπαρξη πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών μπορεί να επηρεάσει και τα πρόσημα των παραμέτρων β που υπολογίζονται από τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Πιο συγκεκριμένα η τιμή της παραμέτρου β που προκύπτει είναι δυνατό να έχει διαφορετικό πρόσημο από αυτό που λογικά περιμέναμε και επομένως η ερμηνεία που θα μπορούσε να γίνει διαφοροποιείται. Εξαιτίας αυτής της διαφοροποίησης είναι δυνατό να οδηγηθούμε στην εκτίμηση ότι υπάρχει σχέση αιτίου – αποτελέσματος ανάμεσα στη συγκεκριμένη ανεξάρτητη μεταβλητή x και την εξαρτημένη μεταβλητή y , το οποίο δεν είναι σωστό για δεδομένα που έχουν συλλεγεί με παρατήρηση.

Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι για να ελέγξουμε την ύπαρξη πολλαπλής συσχέτισης ανάμεσα σε ανεξάρτητες μεταβλητές ενός μαθηματικού προτύπου. Η πιο απλή μέθοδος είναι να υπολογίσουμε το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r ανάμεσα στο ζευγάρι μεταβλητών που θέλουμε να ελέγξουμε και να διαπιστώσουμε αν υπάρχει αρνητική ή θετική συσχέτιση ανάμεσα στις μεταβλητές αυτές. Αν η τιμή του συντελεστή r προκύψει σημαντικά

διαφορετική από το 0, τότε οι δύο μεταβλητές θεωρούνται πολλαπλά συσχετιζόμενες και δεν πρέπει να συνυπάρχουν στο ίδιο πρότυπο. Γενικά, τιμές του συντελεστή r κοντά στο ± 0.5 μπορούν να θεωρηθούν μέτριες και να γίνουν αποδεκτές σε κάποιες περιπτώσεις, μεγαλύτερες τιμές θα πρέπει να απορρίπτονται. Τα διάφορα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή έχουν την άμεση δυνατότητα του παραπάνω υπολογισμού πολύ εύκολα.

Μια πιο σύνθετη μέθοδος για να ελέγξουμε την ύπαρξη πολλαπλής συσχέτισης ανάμεσα σε ανεξάρτητες μεταβλητές ενός μαθηματικού προτύπου είναι να υπολογίσουμε το συντελεστή μεταβολής διόγκωσης (Variance Inflation Factor) για κάθε παράμετρο β του προτύπου.

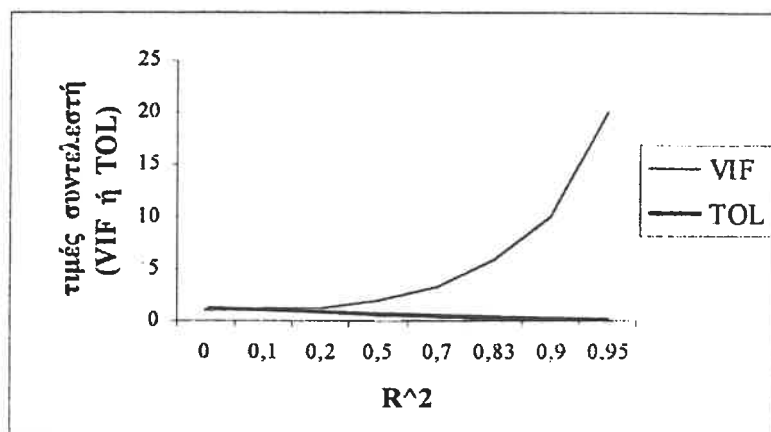
Ένας λόγος, για τον οποίο οι έλεγχοι t για τις παραμέτρους β δεν είναι ικανοποιητικοί, είναι ότι οι τυπικές αποκλίσεις s_{β_i} είναι διογκωμένες λόγω της πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ ανεξαρτήτων μεταβλητών. Όταν η εξαρτημένη και οι ανεξάρτητες μεταβλητές μετασχηματιστούν κατάλληλα ισχύει ότι $s_{\beta_i} = s^2 \cdot \left(\frac{1}{1 - R_i^2} \right)$, όπου το s^2 είναι ένας υπολογισμός της διακύμανσης σ^2 του τυχαίου σφάλματος ε και το R_i^2 είναι ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού που προκύπτει από την παλινδρόμηση της ανεξάρτητης μεταβλητής x_i με τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές $x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_k$.

Η ποσότητα $\left(\frac{1}{1 - R_i^2} \right)$ ονομάζεται συντελεστής μεταβολής διόγκωσης για την παράμετρο β_i και συμβολίζεται $(VIF)_i$. Θα πρέπει να πούμε ότι η τιμή του συντελεστή $(VIF)_i$ θα είναι μεγάλη όταν η τιμή του R_i^2 είναι μεγάλη, δηλαδή όταν η ανεξάρτητη μεταβλητή x_i σχετίζεται ισχυρά με άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές. Γενικά ο συντελεστής μεταβολής διόγκωσης $(VIF)_i$ δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος του 10, το οποίο αντιστοιχεί σε μία τιμή του R_i^2 ίση με το 0.90. Στη συγκεκριμένη εργασία δεν θα δεχτούμε τιμές του συντελεστή $(VIF)_i$ μεγαλύτερες από το 6, το οποίο επίσης είναι υψηλό. Το αντίστροφο του συντελεστή $(VIF)_i$ συμβολίζεται με $(TOL)_i$. Τα διάφορα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή έχουν την άμεση δυνατότητα υπολογισμού τόσο του συντελεστή $(VIF)_i$ όσο και του $(TOL)_i$ με σχετική ευκολία. Στον πίνακα 7.27 φαίνονται οι τιμές που παίρνουν οι συντελεστές $(VIF)_i$ και $(TOL)_i$ για διάφορες τιμές του R_i^2 και στο σχήμα 7.18 το αντίστοιχο διάγραμμα.

πίνακας 7.27 — Τιμές των συντελεστών VIF και TOL για διάφορες τιμές του R_i^2

R_i^2	(VIF) _i	(TOL) _i
0.00	1	1
0.10	1.111	0.9
0.20	1.25	0.8
0.50	2	0.5
0.70	3.333	0.3
0.833	6	0.167
0.90	10	0.1
0.999	1000	0.001

σχήμα 7.18 — Γραφική απεικόνιση των συντελεστών VIF και TOL για διάφορες τιμές του R_i^2



Θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία στον συντελεστή $(VIF)_i$, γιατί είναι ένας συντελεστής που προκύπτει για την παράμετρο β κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής i μέσα από τον υπολογισμό του μαθηματικού προτύπου, λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής με τις υπόλοιπες. Αντίθετα με το να υπολογίσουμε το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r για ένα συγκεκριμένο ζεύγος δεν λαμβάνουμε υπόψη μας καθόλου τη συμμετοχή των μεταβλητών στο συγκεκριμένο πρότυπο.

7.8.3 Έλεγχος υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε

7.8.3.1 Μια πρώτη εκτίμηση της προσαρμογής του προτύπου στα δεδομένα που διαθέτουμε

Ο όρος του σφάλματος σε ένα πρότυπο δεν μπορεί γενικά να παρατηρηθεί. Έτσι, για τη διατύπωσή του, θεωρούμε το πρότυπο $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k + \varepsilon$. Λύνοντας ως προς ε προκύπτει ότι $\varepsilon = y - (\beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k)$. Όμως οι όροι $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ δεν μπορούν να υπολογιστούν ακριβώς και επομένως ούτε η τιμή του όρου ε είναι δυνατό να υπολογιστεί με ακρίβεια.

Με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων υπολογίζουμε κάποιες τιμές για τους όρους $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$, τις $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$, και το πρότυπο $\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x_1 + \dots + \hat{\beta}_k \cdot x_k$ δίνει μία τιμή \hat{y} για την εξαρτημένη μεταβλητή. Σε αυτήν την περίπτωση, ο όρος του σφάλματος ισοδυναμεί με τη διαφορά ανάμεσα στην παρατηρούμενη τιμή για την εξαρτημένη μεταβλητή y και την αντίστοιχη τιμή \hat{y} που προκύπτει από το πρότυπο, δηλαδή $\varepsilon = \hat{\varepsilon} = y - \hat{y}$. Ο όρος $\hat{\varepsilon}$ εκφράζει το σφάλμα στον υπολογισμό της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και ονομάζεται υπόλοιπο παλινδρόμησης (regression residual).

Αν οι υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε , ικανοποιούνται γενικά (στην πράξη είναι πολύ δύσκολο να ικανοποιούνται πλήρως), τότε κάνοντας το διάγραμμα $\hat{\varepsilon}_i - \hat{y}_i$ περιμένουμε αφενός να μην υπάρχει κάποια συγκεκριμένη τάση για τις τιμές $\hat{\varepsilon}_i$ και να μην υπάρχουν σημαντικές και απότομες αυξήσεις ή μειώσεις των τιμών αφετέρου μόνο λίγες από αυτές (περίπου 5%) να είναι εκτός του διαστήματος $(-2s, 2s)$. Επίσης η μέση τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$ θα πρέπει να είναι ίση με το 0.

Ένας πιο σύνθετος τρόπος είναι να υπολογίσουμε τα μερικά υπόλοιπα παλινδρόμησης (partial regression residuals) με τον τρόπο που φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.28 — Υπολογισμός μερικών υπολοίπων Παλινδρόμησης για την j ανεξάρτητη μεταβλητή x_j

$$\hat{\varepsilon}^* = y - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \cdot x_1 + \dots + \hat{\beta}_{j-1} \cdot x_{j-1} + \hat{\beta}_{j+1} \cdot x_{j+1} + \dots + \hat{\beta}_k \cdot x_k) = \hat{\varepsilon} - \hat{\beta}_j \cdot x_j$$

όπου :

$\hat{\varepsilon}^*$ = το μερικό υπόλοιπο παλινδρόμησης

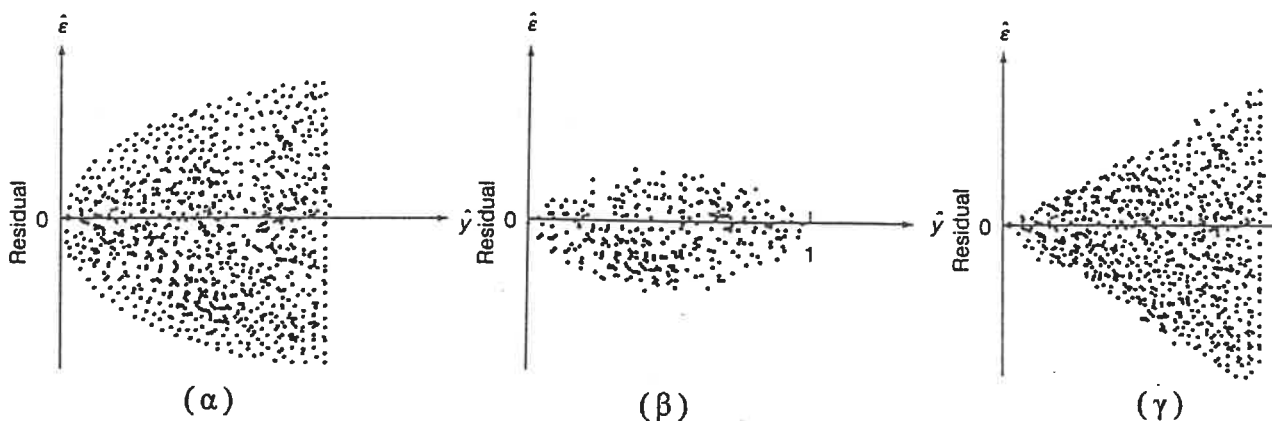
$\hat{\varepsilon}$ = $y - \hat{y}$ το συνηθισμένο υπόλοιπο παλινδρόμησης

7.8.3.2 Έλεγχος της υπόθεσης ότι η διακύμανση σ^2 του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

Μία από τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε είναι ότι η διακύμανση σ^2 είναι σταθερή για όλες τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x (homoscedasticity). Στην περίπτωση που διαπιστώσουμε ότι οι διακύμανση σ^2 δεν είναι σταθερή για όλες τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x (heteroscedasticity) μία λύση αποτελεί η τροποποίηση του προτύπου ως προς τη μεταβλητή y . Ο λόγος για τον οποίο είναι δυνατό η διακύμανση να μην είναι σταθερή πολλές φορές οφείλεται στο ότι η εξαρτημένη μεταβλητή y είναι συνάρτηση της μέσης τιμής της $E(y)$. Επομένως μπορούμε κάνοντας το διάγραμμα $\hat{\varepsilon}_i - \hat{y}_i$ να ελέγξουμε την ικανοποίηση της συγκεκριμένης υπόθεσης.

Ανάλογα με τη μορφή που έχει το διάγραμμα $\hat{\varepsilon}_i - \hat{y}_i$ μπορούμε να διαπιστώσουμε αν η εξαρτημένη μεταβλητή y είναι συνάρτηση της μέσης τιμής της $E(y)$ και επιπλέον να εκτιμήσουμε αυτή τη συνάρτηση. Στο σχήμα 7.19 φαίνονται τρία διαφορετικά διαγράμματα $\hat{\varepsilon}_i - \hat{y}_i$ (α , β , γ). Στο διάγραμμα (α) η εξαρτημένη μεταβλητή y ακολουθεί την κατανομή Poisson και η διακύμανση σ^2 είναι ίση με τη μέση τιμή $E(y)$. Στο διάγραμμα (β) η εξαρτημένη μεταβλητή y ακολουθεί τη διωνυμική κατανομή. Σε αυτήν την περίπτωση η διακύμανση είναι συνάρτηση της μέσης τιμής και του μεγέθους του δείγματος. Τέλος, στο διάγραμμα (γ) έχουμε ένα πολλαπλασιαστικό πρότυπο, στο οποίο ο όρος ε πολλαπλασιάζεται με τη μέση τιμή $E(y)$, δηλαδή $y = E(y) \cdot \varepsilon$.

σχήμα 7.19 — Διαφορετικές περιπτώσεις μη σταθερής διακύμανσης του τυχαίου σφάλματος ε



Στην περίπτωση που έχουμε μια από τις παραπάνω τρεις περιπτώσεις μπορούμε να τροποποιήσουμε το μαθηματικό πρότυπο που έχουμε ως προς τη μεταβλητή y , όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.29 — Μετασχηματισμοί της εξαρτημένης μεταβλητής y

Μεταβλητή y	Διακύμανση	Μετασχηματισμός
ακολουθεί κατανομή Poisson	$E(y)$	\sqrt{y}
ακολουθεί διωνυμική κατανομή	$\frac{E(y) \cdot [1 - E(y)]}{n}$	$\sin^{-1}(\sqrt{y})$
πολλαπλασιαστικό πρότυπο	$[E(y)]^2 \cdot \sigma^2$	$\log(y^a)$ ή $\ln(y)$

Ο προηγούμενος τρόπος ελέγχου στηρίζεται στην παρατήρηση ενός διαγράμματος και επομένως είναι κάπως υποκειμενικός ιδιαίτερα σε περιπτώσεις που δεν είμαστε σίγουροι ότι εμφανίζεται το συγκεκριμένο πρόβλημα. Ένας διαφορετικός τρόπος ελέγχου της υπόθεσης ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή, είναι να ελέγξουμε την τιμή του F για ένα πρότυπο που έχει ως ανεξάρτητες μεταβλητές εκείνες που υπάρχουν και στο αρχικό και ως εξαρτημένη μεταβλητή τον όρο $|\varepsilon|$, δηλαδή την απόλυτη τιμή των υπολοίπων παλινδρόμησης. Επομένως καταρτίζουμε το πρότυπο $E\{\varepsilon\} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \dots + \beta_k \cdot x_k$. Αν η τιμή του F προκύψει μη σημαντική σημαίνει ότι η υπόθεση της σταθερής διακύμανσης σ^2 για όλες τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x ικανοποιείται, ενώ αν προκύψει σημαντική σημαίνει ότι αλλάζοντας τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x οδηγούμαστε σε μια μεγαλύτερη ή μικρότερη τιμή της διακύμανσης σ^2 του ε .

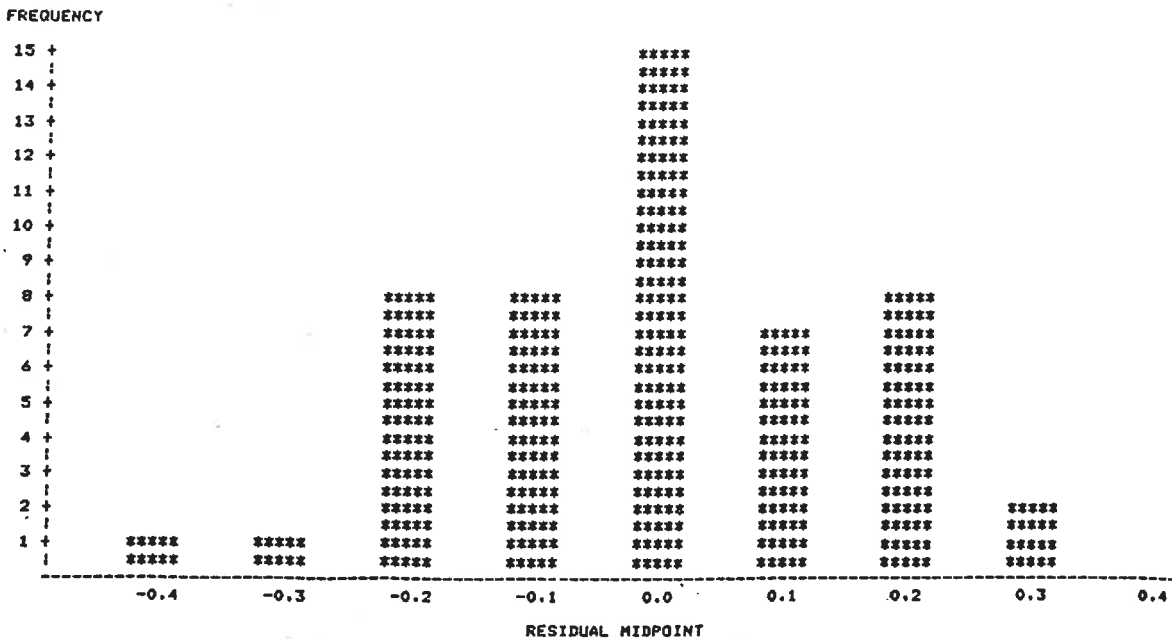
Θα πρέπει να προσέξουμε το απόλυτο, γιατί αν το παραλείψουμε η τιμή του F θα προκύψει ίση με το 0, αφού θα έχουμε συσχετίσει τον τυχαίο σφάλμα ε με τις μεταβλητές που επηρεάζουν τη μεταβλητή y σε κάθε περίπτωση. Άρα θα καταλήγουμε πάντα ότι ισχύει η αρχική υπόθεση. Το απόλυτο μετατρέπει τα τυχαία σφάλματα ε σε κάποιες τιμές που έχουν θεωρητικά παρατηρηθεί και καταγραφεί.

7.8.3.3 Έλεγχος της υπόθεσης ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή

Η πρώτη υπόθεση για το τυχαίο σφάλμα ε είναι ότι αυτό ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και διακύμανση σ^2 . Ο πιο απλός τρόπος για να διαπιστώσουμε αν το τυχαίο σφάλμα, το οποίο προκύπτει από τους υπολογισμούς $\hat{\varepsilon}$, ακολουθεί ή όχι την κανονική κατανομή είναι να φτιάξουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης $\hat{\varepsilon}$.

Ο έλεγχος αυτός είναι απλός, γιατί ομαδοποιούμε όλα τα υπόλοιπα παλινδρόμησης $\hat{\varepsilon}$ για όλες τις τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x . Είναι λογικό ότι η κατανομή που θα προκύψει να αποκλίνει από την κανονική (κλίση προς τα δεξιά ή τα αριστερά) για κάποιες τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών x . Μπορούμε να τροποποιήσουμε τα υπόλοιπα παλινδρόμησης $\hat{\varepsilon}$, ώστε η κατανομή να είναι πιο συμμετρική, αλλά αυτό δεν έχει πρακτική σημασία. Το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για υπόλοιπα παλινδρόμησης $\hat{\varepsilon}$ μπορεί να προκύψει από τα διάφορα προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή αρκετά εύκολα. Ένα παράδειγμα τέτοιου διαγράμματος φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

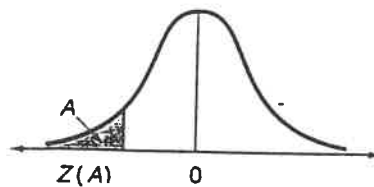
σχήμα 7.20 — Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για 50 παρατηρήσεις με χρήση του προγράμματος SAS



Αν όμως αυτό δεν είναι εφικτό ή δεν έχουμε στη διάθεση μας κάποιο κατάλληλο πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή, μπορούμε και πάλι να ελέγξουμε τη συγκεκριμένη υπόθεση με βάση τη μεθοδολογία που περιγράφεται στον πίνακα 7.30. Το μόνο που απαιτείται σε αυτήν την περίπτωση είναι η τιμή Z της συνάρτησης κανονικής κατανομής $N(0,1)$ που προκύπτει από αντίστοιχο πίνακα στατιστικής.

πίνακας 7.30 — Καάρτηση διαγράμματος κανονικής κατανομής για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης χωρίς τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή

1. Κατατάσσουμε τα υπόλοιπα με αύξουσα σειρά, όπου το $\hat{\varepsilon}_i$ αντιστοιχεί στο υπόλοιπο που βρίσκεται στη θέση i .
2. Για κάθε υπόλοιπο i υπολογίζουμε την αντίστοιχη περιοχή για την κανονική κατανομή σύμφωνα με τη σχέση $A = \frac{i - 0.375}{n + 0.25}$, όπου το n είναι το μέγεθος του δείγματος.
3. Βρίσκουμε την υπολογιζόμενη τιμή για το $\hat{\varepsilon}_i$ λόγω της κανονικότητας σύμφωνα με τη σχέση $E(\hat{\varepsilon}_i) = \sqrt{MSE} \cdot [Z(A)]$, όπου το MSE είναι το μέσο άθροισμα των υπολοίπων (mean square error ή mean square residuals) και $Z(A)$ η τιμή Z της συνάρτησης κανονικής κατανομής $N(0,1)$ που προκύπτει για περιοχή A από αντίστοιχο πίνακα στατιστικής.



4. Σχεδιάζουμε τα υπόλοιπα $\hat{\varepsilon}_i$ σε σχέση με τα αναμενόμενα υπολογιζόμενα υπόλοιπα για $i = 1, 2, \dots, n$.

7.8.3.4 Έλεγχος της υπόθεσης ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

Η τελευταία υπόθεση, η οποία γίνεται για το τυχαίο σφάλμα ε , είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Ένας τρόπος για να ελέγξουμε αυτήν την υπόθεση είναι να υπολογίσουμε την τιμή d της κατανομής Durbin–Watson κατανομής σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.31 — Υπολογισμός και ερμηνεία της τιμής d της κατανομής Durbin–Watson

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{\varepsilon}_t - \hat{\varepsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{\varepsilon}_t^2}, \quad 0 \leq d \leq 4$$

1. Αν τα υπόλοιπα δεν συσχετίζονται, τότε $d \approx 2$.
2. Αν τα υπόλοιπα συσχετίζονται θετικά, τότε $d < 2$ και η συσχέτιση είναι πολύ ισχυρή προκύπτει $d \approx 0$.
3. Αν τα υπόλοιπα συσχετίζονται αρνητικά, τότε $d > 2$ και η συσχέτιση είναι πολύ ισχυρή προκύπτει $d \approx 4$.

Ο υπολογισμός της τιμής d γίνεται άμεσα από οποιοδήποτε πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή, το οποίο ασχολείται με την Ανάλυση Παλινδρόμησης. Ο υπολογισμός της μπορεί να επεκταθεί και σε έλεγχο υποθέσεων, όπως έγινε για παράδειγμα για τις παραμέτρους β και την κατανομή t του Student. Όμως οι αντίστοιχοι πίνακες που βρέθηκαν και υπάρχουν στο αντίστοιχο παράρτημα, αναφέρονται σε δείγματα από 15 ως και 100 παρατηρήσεις και επομένως αυτός ο έλεγχος δεν είναι εφικτός, αφού εμείς έχουμε πολύ περισσότερες παρατηρήσεις. Θα θεωρήσουμε επομένως ότι η τιμή του d από τη σχέση του πίνακα 7.30 αποτελεί μια ικανοποιητική εκτίμηση για την ύπαρξη συσχέτισης ή όχι ανάμεσα στα τυχαία σφάλματα ε .

7.9 ΕΥΡΕΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΤΥΠΩΝ

7.9.1 Γενικά

Με χρήση της Ανάλυσης Παλινδρόμησης, η οποία παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους, θα προσπαθήσουμε να καταρτίσουμε ένα ή περισσότερα μαθηματικά πρότυπα, προκειμένου να περιγράψουμε την κίνηση του κάθε λεωφορείου από τη στιγμή που αφίχθηκε στη στάση μέχρι και τη στιγμή που αναχώρησε από αυτή. Επειδή η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση συμπίπτει είτε με την πράσινη ένδειξη είτε με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, το στοιχείο που πρέπει να υπολογίσουμε είναι ο χρόνος, ο οποίος συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ή της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη, που το λεωφορείο παραμένει στη στάση. Μέσω ενός ή περισσότερων μαθηματικών προτύπων είναι δυνατό να προσδιορίσουμε εκείνες τις παραμέτρους, οι οποίες επηρεάζουν τους παραπάνω χρόνους και ταυτόχρονα εφαρμόζοντας τα στις ίδιες ή άλλες στάσεις να αξιολογήσουμε την επικρατούσα κατάσταση.

Ανάλογα λοιπόν με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη ή όταν ήταν κόκκινη, θα πρέπει να υπολογίσουμε το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με κάποιο τμήμα των ενδείξεων του σηματοδότη. Επιπλέον διαπιστώθηκε από την επεξεργασία των μετρήσεων και την ανάλυση των αποτελεσμάτων το 30 % του συνολικού αριθμού των λεωφορείων χρησιμοποίησαν τμήμα και των δύο ενδείξεων του σηματοδότη.

Έτσι, στην πρώτη φάση της Ανάλυσης Παλινδρόμησης θα χρησιμοποιήσουμε το σύνολο των λεωφορείων που αφίχθησαν σε όλες τις στάσεις και θα καταρτίσουμε δύο μαθηματικά πρότυπα. Το πρώτο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη και το δεύτερο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.

Στη δεύτερη φάση της Ανάλυσης Παλινδρόμησης θα διαχωρίσουμε τα λεωφορεία, σε εκείνα που αφίχθησαν στην κάθε στάση που μετρήσαμε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και σε εκείνα που αφίχθησαν στην κάθε στάση που μετρήσαμε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Με βάση αυτόν τον διαχωρισμό θα καταρτίσουμε συνολικά

τέσσερα μαθηματικά πρότυπα. Το πρώτο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Το δεύτερο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Το τρίτο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Τέλος, το τέταρτο θα δίνει ως αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

Τα βήματα που ακολουθούμε για να καταρτίσουμε τα μαθηματικά πρότυπα είναι τα εξής:

1. Καθορίζουμε την εξαρτημένη μεταβλητή.
2. Καθορίζουμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
3. Ελέγχουμε την ύπαρξη πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών, υπολογίζοντας το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι ανεξαρτήτων μεταβλητών.
4. Καταρτίζουμε μαθηματικά πρότυπα με μόνο μία μεταβλητή χρησιμοποιώντας το σύνολο των καθορισμένων ανεξαρτήτων μεταβλητών. Αυτό το κάνουμε για να διαπιστώσουμε πόσο σημαντικές πληροφορίες δίνει για την εξαρτημένη μεταβλητή η κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή.
5. Καταρτίζουμε μαθηματικά πρότυπα με 2, 3 και 4 ανεξάρτητες μεταβλητές, χρησιμοποιώντας όμως τις ανεξάρτητες μεταβλητές που δεν συσχετίζονται πολλαπλά. Ο αριθμός των συνδυασμών που προκύπτει είναι αρκετά μεγάλος. Πρότυπα με περισσότερες από 4 ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα πολλαπλής συσχέτισης των ανεξαρτήτων μεταβλητών.
6. Ελέγχουμε και τους συντελεστές VIF που προκύπτουν σε κάθε μαθηματικό πρότυπο. Απορρίπτουμε όσα από τα πρότυπα έχουν για κάποια ανεξάρτητη μεταβλητή συντελεστή VIF μεγαλύτερο από το 6.

7. Επιλέγουμε από τα υπόλοιπα μαθηματικά πρότυπα εκείνα που έχουν τις μεγαλύτερες τιμές του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2 και του F . Ενδεχομένως κάποια από αυτά να είναι δύσκολα στη χρήση τους, γιατί αποτελούνται από πολλές μεταβλητές που αλληλεξαρτώνται (interaction model). Αυτά τα πρότυπα δεν τα απορρίπτουμε από την αρχή, αλλά προσπαθούμε να αποφύγουμε την επιλογή κάποιου από αυτά, γιατί αυξάνει η πολλαπλή συσχέτιση μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών και η μορφή τους είναι αρκετά πολύπλοκη. Επίσης σε κάποιες περιπτώσεις τέτοιων προτύπων η τιμή του ελέγχου t για κάποια παράμετρο β , είναι πολύ μικρή και άρα οι πληροφορίες που δίνει ο συγκεκριμένος όρος για την εξαρτημένη μεταβλητή y δεν είναι σημαντικές.
8. Για τα πρότυπα που έχουμε επιλέξει στο βήμα 7, κάνουμε έλεγχο των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε .
9. Τα κριτήρια, με βάση τα οποία επιλέγουμε το κατάλληλο μαθηματικό πρότυπο, είναι τα εξής:
- Οι μεγάλες τιμές του πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού R^2 και του ελέγχου F .
 - Η βέλτιστη ικανοποίηση των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε .
 - Οι τιμές του ελέγχου t για τις παραμέτρους β του μαθηματικού προτύπου. Απορρίπτουμε εκείνα τα μαθηματικά πρότυπα στα οποία η τιμή του t για μία παράμετρο β , βρίσκεται εκτός της περιοχής απόρριψης.
 - Με βάση τα προηγούμενα τα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία θα καταλήξουμε, είναι σε κάθε περίπτωση δύο. Το πρώτο δίνει σαν αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης και το δεύτερο δίνει σαν αποτέλεσμα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης. Αυτό που επιθυμούμε είναι οι δύο σχέσεις να έχουν τουλάχιστον τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές, για να είναι δυνατή η οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ τους.

Το πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή που χρησιμοποιήσαμε για την Ανάλυση Παλινδρόμησης ήταν το SPSS (Release 6.0). Ο τρόπος, με τον οποίο πραγματοποιούνται οι βασικές λειτουργίες του συγκεκριμένου προγράμματος, περιγράφεται στο παράρτημα Γ. Να αναφέρουμε όμως ότι για την κατάρτιση του κάθε προτύπου χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο ENTER, η οποία διατηρεί όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές κατά τους υπολογισμούς. Δεν χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο STEPWISE ή οποιαδήποτε αντίστοιχη, γιατί ήδη στα πρώτα βήματα της διαδικασίας απορρίψαμε μια σειρά από μεταβλητές, ενώ στο τέλος της διαδικασίας

ελέγχουμε και τις τιμές του t για τις παραμέτρους β . Επίσης με τη μέθοδο STEPWISE γίνεται ένας μεγάλος αριθμός υποθέσεων και ελέγχων και άρα η πιθανότητα λάθους είναι αυξημένη. Τέλος, ένα πρότυπο που προκύπτει με αυτήν την μέθοδο δεν περιλαμβάνει σύνθετους όρους (όρους αλληλεπίδρασης, μεγαλύτερης τάξης από την πρώτη) και πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, όπως για παράδειγμα όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε ποιες από ένα μεγάλο πλήθος ανεξαρτήτων μεταβλητών θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε ένα πρότυπο.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται τα μαθηματικά πρότυπα που προτείνονται για χρήση μαζί με τους ελέγχους των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε . Παρουσιάζονται επίσης το σύνολο των εξαρτημένων και ανεξαρτήτων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να προκύψουν τα συγκεκριμένα μαθηματικά πρότυπα καθώς και τα αποτελέσματα του ελέγχου της ύπαρξης πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών με βάση τον υπολογισμό του γραμμικού συντελεστή συσχέτισης r .

7.9.2 Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων

Ο συνολικός αριθμός μαθηματικών προτύπων που καταρτίστηκαν αρχικά ήταν περίπου 800. Τα πρότυπα αυτά αποτελούντο από 1, 2, 3 και 4 ανεξάρτητες μεταβλητές. Η εξαρτημένες μεταβλητές ήταν περισσότερες από μία, γιατί λάβαμε υπόψη μας κατά την εύρεση του μαθηματικού προτύπου και κάποιες τροποποιήσεις για αυτές, προκειμένου να ελέγξουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2).

Οι βασικές εξαρτημένες μεταβλητές είναι τέσσερις. Η πρώτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR3, είναι το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη $[Dt(G)]$. Η δεύτερη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR4, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(G)/G]$. Η τρίτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR5, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(R)/R]$. Τέλος, η τέταρτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR6, είναι το

τιμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τιμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη [Dt(R)].

Αυτές οι εξαρτημένες μεταβλητές μετασχηματίζονται στην τετραγωνική ρίζα τους, προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε δεν είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2). Στον επόμενο πίνακα φαίνονται όλες οι εξαρτημένες μεταβλητές.

πίνακας 7.32 — Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορειών

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR3	Dt(G)	δευτερόλεπτα	VAR14	$\sqrt{[Dt(G)/G]}$	(%) ^{1/2}
VAR4	[Dt(G)/G]	%	VAR14	$\sqrt{[Dt(G)/G]}$	(%) ^{1/2}
VAR5	[Dt(R)/R]	δευτερόλεπτα	VAR15	$\sqrt{[Dt(R)/R]}$	(%) ^{1/2}
VAR6	Dt(R)	δευτερόλεπτα	VAR16	$\sqrt{Dt(G)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR9	[Dt/(R/C)]	%	VAR17	$\sqrt{Dt(R)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}

Το κριτήριο για να μπορούσαμε να συγκρίνουμε μεταξύ τους τα πρότυπα που είχαν σαν εξαρτημένη μεταβλητή την τετραγωνική ρίζα με αυτά που δεν είχαν, ήταν ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R². Για να γίνει αυτό όμως έπρεπε να υπολογίσουμε ένα νέο πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού ανάλογα με τον τρόπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.5.4.3. Αυτό έγινε και προέκυψε ότι τα αποτελέσματα, όταν είχε μετασχηματιστεί η εξαρτημένη μεταβλητή, δεν ήταν καλύτερα.

Οι βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές είναι επίσης τέσσερις. Η πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR1, είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt). Ο χρόνος αυτός, όπως περιγράψαμε στην παράγραφο 2.5.5, εξαρτάται από το χρόνο που απαιτείται για την επιβίβαση και την αποβίβαση των επιβατών, από το χρόνο που απαιτείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών καθώς και από το χρόνο που μεσολαβεί μέχρι οι επιβάτες να αρχίσουν να αποβιβάζονται ή να επιβιβάζονται. Οι επί μέρους αυτοί χρόνοι που συνθέτουν το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι ανεξάρτητοι από τον τρόπο, την μέθοδο και τη διάρκεια της σηματοδότησης και άρα ο χρόνος Dt αποτελεί την πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή.

Η δεύτερη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR7, είναι ο χρόνος που απαιτείται για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.). Ο χρόνος αυτός εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι αφίξεις των λεωφορείων στην κάθε στάση. Στην παράγραφο 6.3 αποδείξαμε ότι η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση, είτε αυτή βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη είτε ακριβώς πριν από το σηματοδότη είτε στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου και ανεξάρτητα από την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση, ακολουθεί την κατανομή Poisson, δηλαδή αποτελεί ένα τυχαίο γεγονός. Άρα ο χρόνος που απαιτείται για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι τυχαίος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας. Το εύρος τιμών που παίρνει ο χρόνος αυτός διαφοροποιείται από τη διάρκεια των ενδείξεων, αλλά μόνο ως προς τις μέγιστες τιμές του.

Η τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR10, είναι ο λόγος της διάρκειας της πράσινης ένδειξης προς την περίοδο της σηματοδότησης, δηλαδή ο γνωστός λόγος G / C . Η τιμή του λόγου αυτού εξαρτάται από το αντίστοιχο πρόγραμμα σηματοδότησης, το οποίο επιλέγεται για κάθε οδό και για κάθε χρονική περίοδο. Άρα και αυτή η μεταβλητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας.

Τέλος, η τέταρτη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR18, είναι μια ποιοτική μεταβλητή που διαχωρίζει το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση πραγματοποιήθηκε όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (0) ή όταν ήταν κόκκινη (1). Η μεταβλητή αυτή διαπιστώσαμε κατά την κατάρτιση διαφόρων προτύπων ότι βελτιώνει σημαντικά τα αποτελέσματα, γιατί διαχώριζε τα λεωφορεία.

Με βάση αυτές τις μεταβλητές προκύπτουν και οι υπόλοιπες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες. Οι μεταβλητές αυτές είναι συνδυασμοί των τριών πρώτων ανεξαρτήτων μεταβλητών και εισάγουν στο μαθηματικό πρότυπο την αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών που τις συνθέτουν. Συνολικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων, φαίνονται στον πίνακα 7.33 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.33 — Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR1	Dt	δευτερόλεπτα	VAR18	dummy	/
VAR2	[Dt/Yπ. ένδ.]	/	VAR19	ln (Dt)	/
VAR7	Yπ. ένδ.	δευτερόλεπτα	VAR20	ln (G/C)	/
VAR8	[Dt/(G/C)]	/	VAR21	ln (Dt/Yπ. ένδ.)	/
VAR9	[Dt/(R/C)]	/	VAR22	ln (Yπ. ένδ.)	/
VAR10	G/C	/	VAR23	ln [Dt/(G/C)]	/
VAR11	[Dt·(G/C)]	/	VAR24	ln [Dt·(G/C)]	/
VAR12	[Dt·(R/C)]	/	VAR25	ln [Dt/(R/C)]	/
VAR13	R/C	/	VAR26	ln [Dt·(R/C)]	/

Από τη στιγμή που καθορίσαμε τόσο τις εξαρτημένες μεταβλητές όσο και τις ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να ελέγξουμε την ύπαρξη ή όχι πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών, υπολογίζοντας το γραμμικό συντελεστή συσχέτισης για κάθε ζευγάρι. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.34 — Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων

- - Correlation Coefficients - -						
	VAR1	VAR2	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR1	1,0000 (1016) P= ,	,3178 (1016) P= ,000	-,1172 (1016) P= ,000	,9444 (1016) P= ,000	,7195 (1016) P= ,000	-,0645 (1016) P= ,040
VAR2	,3178 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	-,4266 (1016) P= ,000	,3092 (1016) P= ,000	,1992 (1016) P= ,000	-,0398 (1016) P= ,205
VAR7	-,1172 (1016) P= ,000	-,4266 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	-,1968 (1016) P= ,000	,1440 (1016) P= ,000	,3484 (1016) P= ,000
VAR8	,9444 (1016) P= ,000	,3092 (1016) P= ,000	-,1968 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	,4821 (1016) P= ,000	-,3536 (1016) P= ,000
VAR9	,7195 (1016) P= ,000	,1992 (1016) P= ,000	,1440 (1016) P= ,000	,4821 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	,5593 (1016) P= ,000
VAR10	-,0645 (1016) P= ,040	-,0398 (1016) P= ,205	,3484 (1016) P= ,000	-,3536 (1016) P= ,000	,5593 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,

πίνακας 7.34 (συνέχεια)

VAR11	,9368 (1016) P= ,000	,2874 (1016) P= ,000	-,0053 (1016) P= ,866	,7732 (1016) P= ,000	,9063 (1016) P= ,000	,2586 (1016) P= ,000
VAR12	,8658 (1016) P= ,000	,2899 (1016) P= ,000	-,2510 (1016) P= ,000	,9770 (1016) P= ,000	,2907 (1016) P= ,000	-,5120 (1016) P= ,000
VAR19	,9524 (1016) P= ,000	,2855 (1016) P= ,000	-,1225 (1016) P= ,000	,8980 (1016) P= ,000	,6922 (1016) P= ,000	-,0733 (1016) P= ,019
VAR20	-,0543 (1016) P= ,084	-,0375 (1016) P= ,232	,3279 (1016) P= ,000	-,3509 (1016) P= ,000	,5426 (1016) P= ,000	,9929 (1016) P= ,000
VAR21	,4643 (1016) P= ,000	,7404 (1016) P= ,000	-,8050 (1016) P= ,000	,4760 (1016) P= ,000	,2341 (1016) P= ,000	-,1705 (1016) P= ,000
	VAR11	VAR12	VAR19	VAR20	VAR21	
VAR1	,9368 (1016) P= ,000	,8658 (1016) P= ,000	,9524 (1016) P= ,000	-,0543 (1016) P= ,084	,4643 (1016) P= ,000	
VAR2	,2874 (1016) P= ,000	,2899 (1016) P= ,000	,2855 (1016) P= ,000	-,0375 (1016) P= ,232	,7404 (1016) P= ,000	
VAR7	-,0053 (1016) P= ,866	-,2510 (1016) P= ,000	-,1225 (1016) P= ,000	,3279 (1016) P= ,000	-,8050 (1016) P= ,000	
VAR8	,7732 (1016) P= ,000	,9770 (1016) P= ,000	,8980 (1016) P= ,000	-,3509 (1016) P= ,000	,4760 (1016) P= ,000	
VAR9	,9063 (1016) P= ,000	,2907 (1016) P= ,000	,6922 (1016) P= ,000	,5426 (1016) P= ,000	,2341 (1016) P= ,000	
VAR10	,2586 (1016) P= ,000	-,5120 (1016) P= ,000	-,0733 (1016) P= ,019	,9929 (1016) P= ,000	-,1705 (1016) P= ,000	
VAR11	1,0000 (1016) P= ,	,6359 (1016) P= ,000	,8949 (1016) P= ,000	,2657 (1016) P= ,000	,3907 (1016) P= ,000	
VAR12	,6359 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	,8207 (1016) P= ,000	-,4997 (1016) P= ,000	,4653 (1016) P= ,000	
VAR19	,8949 (1016) P= ,000	,8207 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	-,0634 (1016) P= ,043	,4796 (1016) P= ,000	
VAR20	,2657 (1016) P= ,000	-,4997 (1016) P= ,000	-,0634 (1016) P= ,043	1,0000 (1016) P= ,	-,1584 (1016) P= ,000	
VAR21	,3907 (1016) P= ,000	,4653 (1016) P= ,000	,4796 (1016) P= ,000	-,1584 (1016) P= ,000	1,0000 (1016) P= ,	

Όταν ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης προκύπτει μεγαλύτερος από το ± 0.5 απορρίπτουμε το συγκεκριμένο συνδυασμό και δεν εισάγουμε τις δύο αυτές μεταβλητές μαζί στο ίδιο μαθηματικό πρότυπο. Από τους συνδυασμούς που απομένουν, προκύπτουν μια σειρά από μαθηματικά πρότυπα για τα οποία ελέγχουμε επιπλέον τους συντελεστές VIF, όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.9.1.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα προτεινόμενα μαθηματικά πρότυπα για το σύνολο των λεωφορείων. Κατά την κατάρτιση των διαφόρων μαθηματικών προτύπων διαπιστώσαμε ότι όταν οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν οι $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ αντί για τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$ οι έλεγχοι των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε ήταν πιο ευνοϊκοί και επίσης ότι όλοι οι όροι του προτύπου συνέβαλλαν στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής. Σε κάποιες περιπτώσεις ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού προέκυπτε λίγο μικρότερος στα μαθηματικά πρότυπα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ σε σχέση με εκείνα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$, όχι όμως περισσότερο από 3%.

Οι προτεινόμενες σχέσεις προέκυψαν με βάση τα κριτήρια του βήματος 9, τα οποία περιγράφονται στην παράγραφο 7.9.1. Για παράδειγμα κάποιο μαθηματικό πρότυπο με εξαρτημένη μεταβλητή την $[Dt(R)/R]$ είχε R^2 ίσο με 0.695, αλλά η μέση τιμή των σφαλμάτων προέκυψε 0.3 κατά τον έλεγχο της υπόθεσης, ενώ θα έπρεπε να ήταν 0. Επομένως το συγκεκριμένο πρότυπο απορρίφθηκε, γιατί η συγκεκριμένη υπόθεση είναι πολύ σημαντική και πάνω σε αυτήν στηρίζονται και οι υπόλοιπες υποθέσεις. Τα αποτελέσματα και οι αντίστοιχοι έλεγχοι παρουσιάζονται στους πίνακες και τα σχήματα που ακολουθούν.

πίνακας 7.35 — Αποτελέσματα υπολογισμού I^∞ προτύπου

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *				
Listwise Deletion of Missing Data				
Equation Number 1	Dependent Variable..	VAR4		
Block Number 1.	Method: Enter	VAR19	VAR20	VAR21 VAR18
Variable(s) Entered on Step Number				
1..	VAR18			
2..	VAR20			
3..	VAR19			
4..	VAR21			

πίνακας 7.35 (συνέχεια)

Multiple R	,77427						
R Square	,59949						
Adjusted R Square	,59791						
Standard Error	8,17536						
Analysis of Variance							
	DF	Sum of Squares	Mean Square				
Regression	4	101144,20520	25286,05130				
Residual	1011	67571,68302	66,83648				
F =	378,32708	Signif F =	,0000				
----- Variables in the Equation -----							
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta			
VAR19	17,283544	,727563	15,855837 18,711251	,540206			
VAR20	-27,802443	1,548983	-30,842033 -24,762852	-,362096			
VAR21	-3,585175	,293073	-4,160277 -3,010073	-,280786			
VAR18	-16,770993	,609490	-17,967004 -15,574982	-,552005			
(Constant)	-38,939377	2,146093	-43,150684 -34,728071				
----- Variables in the Equation -----							
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T			
VAR19	,766060	1,305	23,755	,0000			
VAR20	,973380	1,027	-17,949	,0000			
VAR21	,751924	1,330	-12,233	,0000			
VAR18	,984362	1,016	-27,516	,0000			
(Constant)			-18,144	,0000			
Collinearity Diagnostics							
Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions Constant	VAR19	VAR20	VAR21	VAR18
1	3,30380	1,000	,00126	,00147	,00907	,00679	,02638
2	,95712	1,858	,00000	,00006	,00023	,62017	,10279
3	,65365	2,248	,00089	,00129	,00934	,10510	,86762
4	,07743	6,532	,02260	,04699	,93093	,00444	,00184
5	,00800	20,325	,97525	,95019	,05044	,26351	,00137
End Block Number	1	All requested variables entered.					

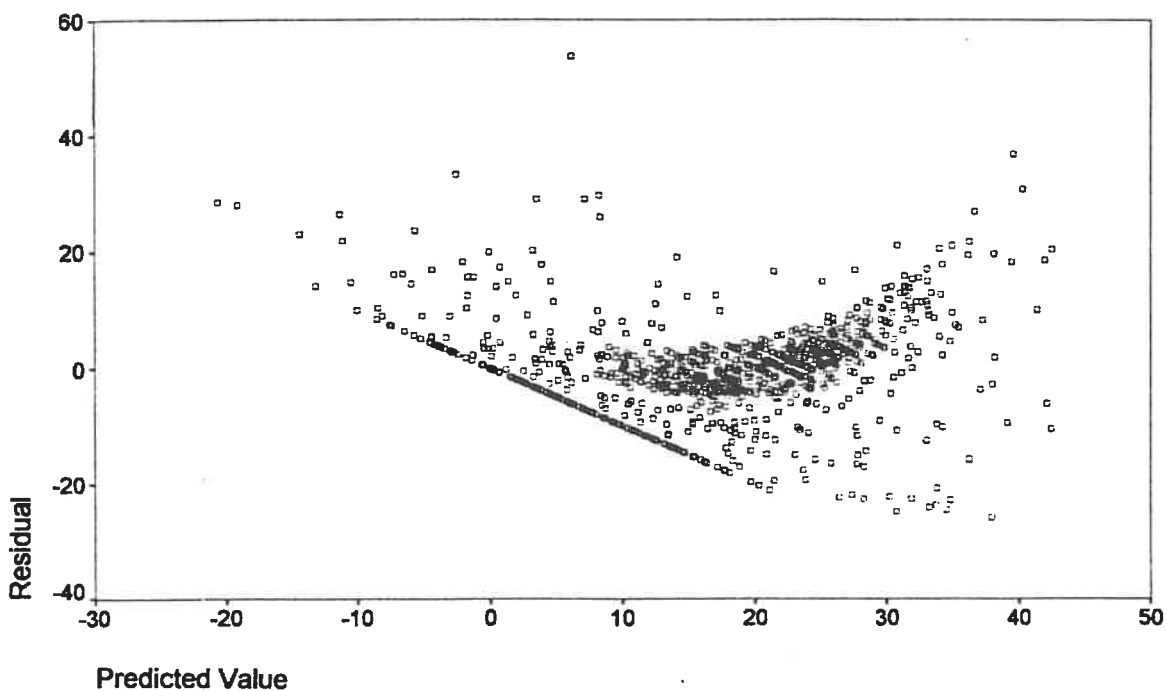
Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.35 είναι το παρακάτω :

$$\diamond [Dt (G) / G] = 17.284 \cdot \ln (Dt) - 27.802 \cdot \ln \left(\frac{G}{C} \right) - 3.585 \cdot \ln \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.\epsilon\nu\delta}} \right) - 16.771 \cdot (\text{dummy}) - 38.939$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.59949 και η τιμή του F είναι 378.32708. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t (στο πρόγραμμα συμβολίζονται με T) για τις παραμέτρους β (στο πρόγραμμα συμβολίζονται με B) είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000 (στο πρόγραμμα συμβολίζεται με $Sig T$). Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

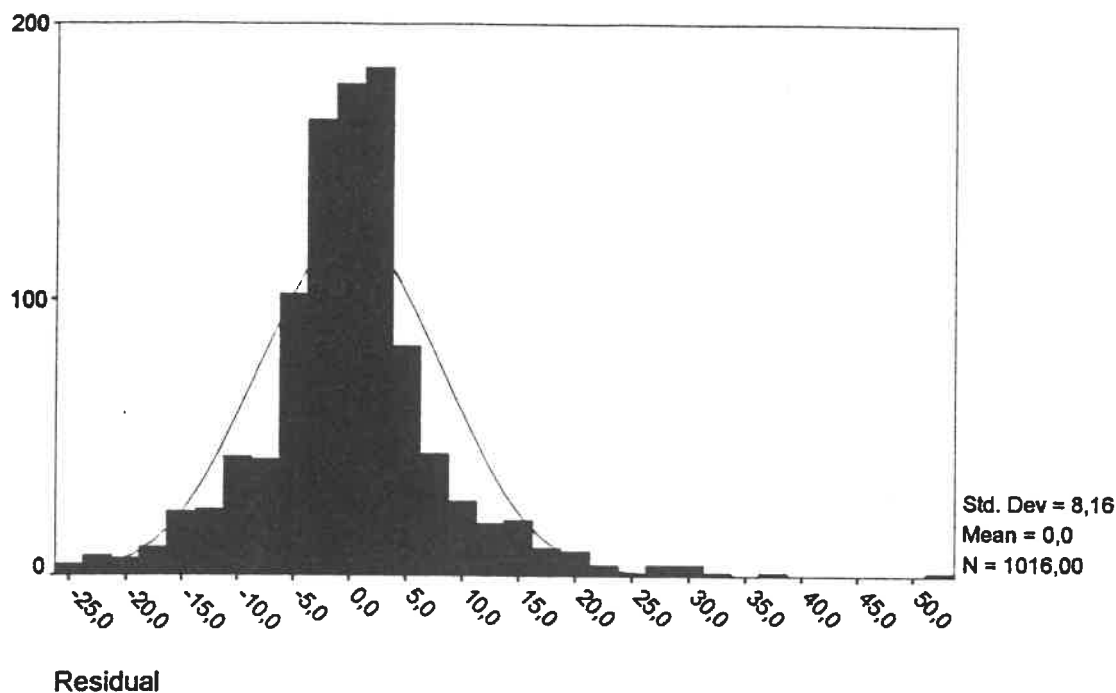
σχήμα 7.21 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το I^o πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 8.16.

σχήμα 7.22 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το F πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Θα πρέπει να προσέξουμε το απόλυτο, γιατί αν το παραλείψουμε η τιμή του F θα προκύψει ίση με το 0, αφού θα έχουμε συσχετίσει το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}$ με τις μεταβλητές που επηρεάζουν την μεταβλητή y σε κάθε περίπτωση. Άρα θα καταλήγουμε πάντα στο ότι η συγκεκριμένη υπόθεση ισχύει απόλυτα, το οποίο δεν είναι πάντοτε σωστό.

Στον πίνακα 7.36, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η τιμή του F δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική, οπότε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\varepsilon}$ είναι σταθερή.

πίνακας 7.36 — Αποτελέσματα ελέγχου για το I^o πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABS2

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR19   VAR20   VAR21   VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR18
2..  VAR20
3..  VAR19
4..  VAR21

Multiple R          ,67838
R Square           ,46020
Adjusted R Square  ,45806
Standard Error     4,31596

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      4      16055,04980      4013,76245
Residual      1011      18832,39092      18,62749

F =      215,47523      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR19             4,627267    ,384097    ,318049    12,047    ,0000
VAR20            -4,252623    ,817743   -,121798    -5,200    ,0000
VAR21             2,014957    ,154720    ,347036    13,023    ,0000
VAR18             3,454005    ,321764    ,250006    10,735    ,0000
(Constant)       -8,902382    1,132971    -7,858    -7,858    ,0000

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.64698. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.37 της επόμενης σελίδας φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου, ο οποίος γίνεται και αυτός, όπως και όλοι οι προηγούμενοι, με χρήση του προγράμματος SPSS.

πίνακας 7.37 — Αποτελέσματα ελέγχου για το I^o πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

*****
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-20,5319	42,5485	17,6002	9,9825	1016
*RESID	-25,8721	53,7079	,0000	8,1592	1016
*ZPRED	-3,8199	2,4992	,0000	1,0000	1016
*ZRESID	-3,1646	6,5695	,0000	,9980	1016

Total Cases = 1016

Durbin-Watson Test = 1,64698

```

*****

```

πίνακας 7.38 — Αποτελέσματα υπολογισμού 2^o προτύπου

```

***** MULTIPLE REGRESSION *****

```

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. VAR5

Block Number 1. Method: Enter VAR1 VAR10 VAR2 VAR18

Variable(s) Entered on Step Number

1.. VAR18

2.. VAR2

3.. VAR10

4.. VAR1

Multiple R ,82537

R Square ,68123

Adjusted R Square ,67997

Standard Error 13,37851

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	386715,46848	96678,86712
Residual	1011	180953,38905	178,98456

F = 540,15200 Signif F = ,0000

πίνακας 7.38 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B		Beta
VAR1	1,464607	,058556	1,349702	1,579512	,471961
VAR10	11,944372	3,939631	4,213581	19,675162	,054044
VAR2	2,013259	,152390	1,714222	2,312296	,247581
VAR18	29,084389	,997482	27,127018	31,041761	,521885
(Constant)	-24,682145	2,733903	-30,046918	-19,317372	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR1	,885541	1,129	25,012	,0000
VAR10	,992308	1,008	3,032	,0025
VAR2	,897780	1,114	13,211	,0000
VAR18	,984193	1,016	29,158	,0000
(Constant)			-9,028	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions				
			Constant	VAR1	VAR10	VAR2	VAR18
1	3,44861	1,000	,00183	,01247	,00210	,02177	,02362
2	,78313	2,098	,00007	,00055	,00008	,51364	,41716
3	,62795	2,343	,00341	,00697	,00467	,36700	,54752
4	,12721	5,207	,01786	,92632	,03849	,09759	,00508
5	,01310	16,223	,97683	,05369	,95467	,00000	,00663

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.38 είναι το παρακάτω :

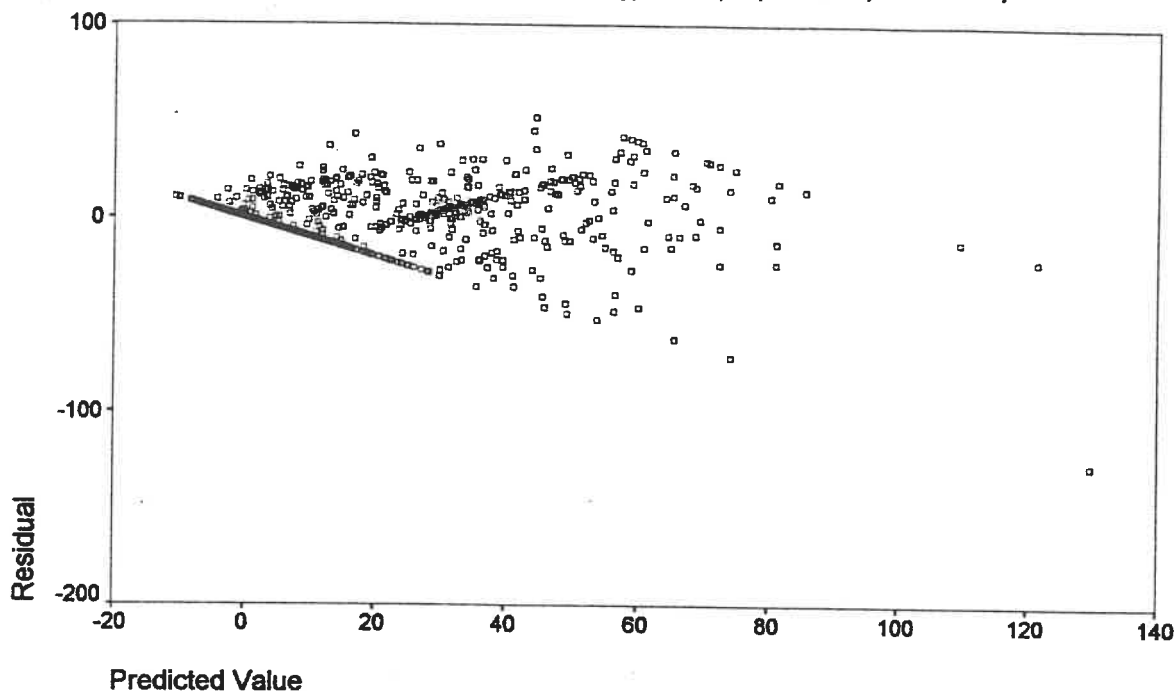
$$\diamond [Dt(R)/R] = 1.465 \cdot (Dt) + 11.944 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 2.013 \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right) + 29.084 \cdot (\text{dummy}) - 24.682$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.68123 και η τιμή του F είναι 540.152 . Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37 . Αντίστοιχα οι τιμές των t (στο πρόγραμμα συμβολίζονται με T) για τις παραμέτρους β (στο πρόγραμμα συμβολίζονται με B) είναι εντός της περιοχής απόρριψης . Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας , τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το - 1.96 για διμερή έλεγχο . Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο

σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000 (στο πρόγραμμα συμβολίζεται με Sig T), εκτός από την περίπτωση της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$, όπου το επίπεδο σημαντικότητας προκύπτει 0.0025. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

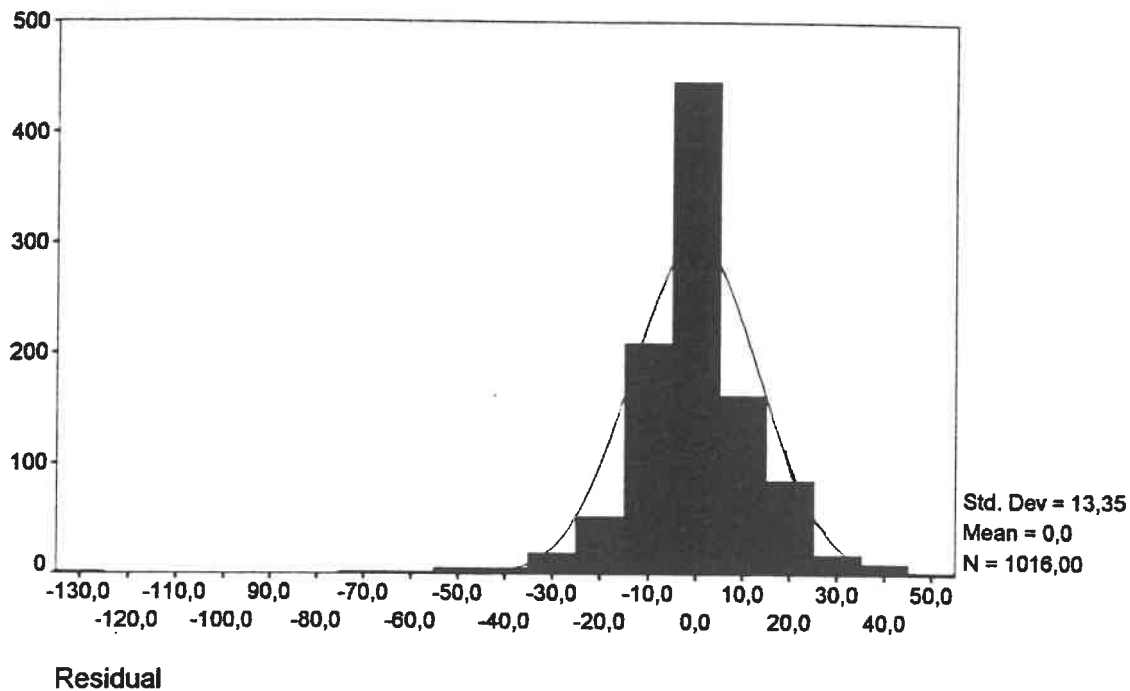
σχήμα 7.23 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 2^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο σχήμα 7.23 της επόμενης σελίδας. Μπορούμε να παρατηρήσουμε, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 13.35.

σχήμα 7.24 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 2^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί την κανονική κατανομή



Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.39 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 2^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1    Dependent Variable..  ABS3

Block Number 1.  Method:  Enter    VAR1    VAR10    VAR2    VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR18
2..  VAR2
3..  VAR10
4..  VAR1
    
```

πίνακας 7.39 (συνέχεια)

Multiple R		,68765			
R Square		,47286			
Adjusted R Square		,47078			
Standard Error		7,17563			
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares		Mean Square	
Regression	4	46696,06133		11674,01533	
Residual	1011	52056,11948		51,48973	
F =	226,72511	Signif F =	,0000		
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
VAR1	,523407	,031407	,404389	16,665	,0000
VAR10	15,944762	2,113042	,172971	7,546	,0000
VAR2	1,358771	,081735	,400626	16,624	,0000
VAR18	3,303082	,535005	,142105	6,174	,0000
(Constant)	-12,108347	1,466343		-8,258	,0000
End Block Number	1	All requested variables entered.			

Παρατηρούμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 226.725, η οποία δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ιδιαίτερα σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin - Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι αρκετά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.81535. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακα 7.40 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 2^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

Residuals Statistics:					
	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-10,4845	129,9477	15,8100	19,5192	1016
*RESID	-127,0907	51,8806	,0000	13,3521	1016
*ZPRED	-1,3471	5,8474	,0000	1,0000	1016
*ZRESID	-9,4996	3,8779	,0000	,9980	1016
Total Cases =	1016				
Durbin-Watson Test =	1,81535				

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο ακόμα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία δεν υπάρχει η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right)$. Αυτό γίνεται γιατί η συγκεκριμένη μεταβλητή, η οποία περιλαμβάνει και το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι πιο δύσκολο να προσδιοριστεί για κάθε λεωφορείο σε σχέση με τις δύο άλλες. Το γεγονός ότι και τα δύο μαθηματικά πρότυπα που θα ακολουθήσουν αποτελούνται από τις ίδιες ακριβώς ανεξάρτητες μεταβλητές, οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στο ότι τα συγκεκριμένα πρότυπα ήταν τα καλύτερα που προέκυψαν.

πίνακας 7.41 — Αποτελέσματα υπολογισμού 3^{ου} προτύπου

```

***** MULTIPLE REGRESSION *****

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR4

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR19   VAR20   VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
  1..   VAR18
  2..   VAR20
  3..   VAR19

Multiple R           ,73499
R Square             ,54021
Adjusted R Square    ,53885
Standard Error       8,75521

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression          3      91142,32740      30380,77580
Residual            1012     77573,56082       76,65372

F =      396,33794      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable           B           SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR19              13,087089   ,687122   11,738741   14,435437   ,409044
VAR20              -25,069710  1,641506  -28,290855  -21,848564  -,326505
VAR18              -17,119153   ,652007  -18,398595  -15,839712  -,563465
(Constant)        -25,231693   1,960144  -29,078105  -21,385281

----- Variables in the Equation -----
Variable           Tolerance      VIF          T      Sig T
VAR19              ,985044        1,015      19,046  ,0000
VAR20              ,994055        1,006     -15,272  ,0000
VAR18              ,986513        1,014     -26,256  ,0000
(Constant)         ,986513        1,014     -12,872  ,0000

```

πίνακας 7.41 (συνέχεια)

Collinearity Diagnostics						
Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions			
			Constant	VAR19	VAR20	VAR18
1	3,22624	1,000	,00180	,00200	,00979	,02899
2	,68507	2,170	,00123	,00119	,00716	,96451
3	,07787	6,437	,03273	,05655	,95358	,00127
4	,01082	17,266	,96424	,94026	,02946	,00523

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.41 είναι το παρακάτω :

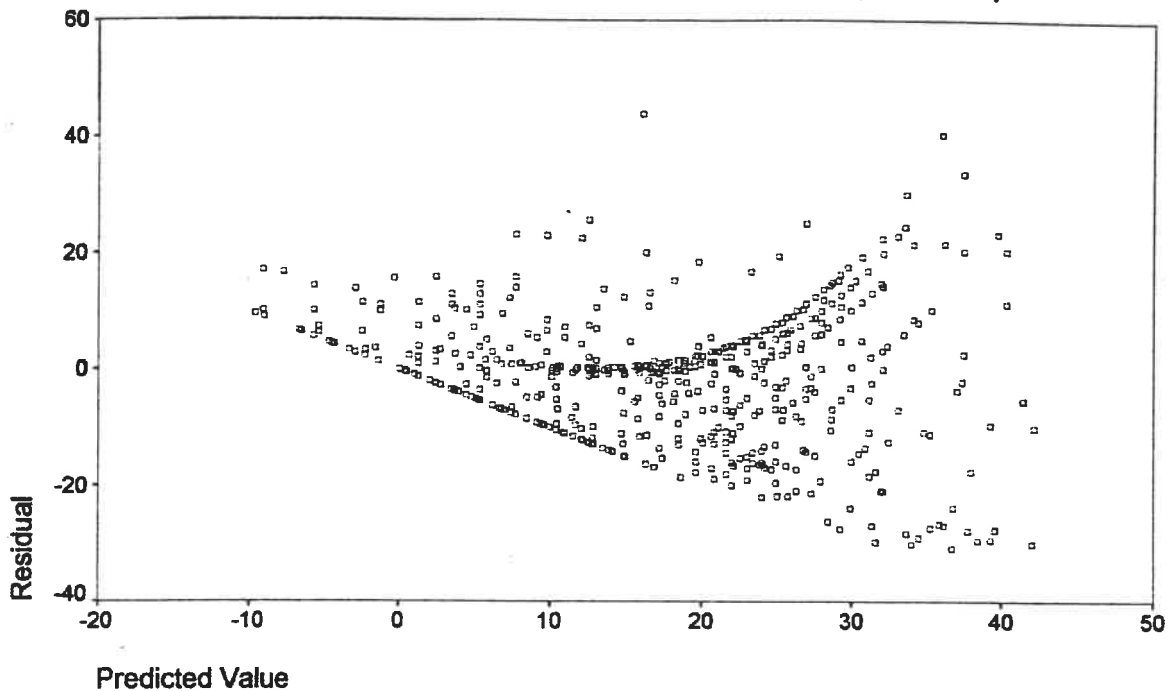
$$\diamond [Dt(G)/G] = 13.087 \cdot \ln(Dt) - 25.070 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 17.119 \cdot (\text{dummy}) - 25.232$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.54021 και η τιμή του F είναι 396.33794. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές τόσο του συντελεστή προσδιορισμού όσο και του F είναι μικρότερες από το αντίστοιχο πρότυπο, στο οποίο συμμετέχει και η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Y_{\pi, \epsilon \nu \delta}}\right)$. Επίσης παρατηρούμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β είναι ίδια και στα δύο πρότυπα, ενώ και οι τιμές τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους. Τέλος όμοια πρόσημα έχουν και οι τιμές των t για τις παραμέτρους β.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε. Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\epsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο σχήμα 7.25 της επόμενης σελίδας.

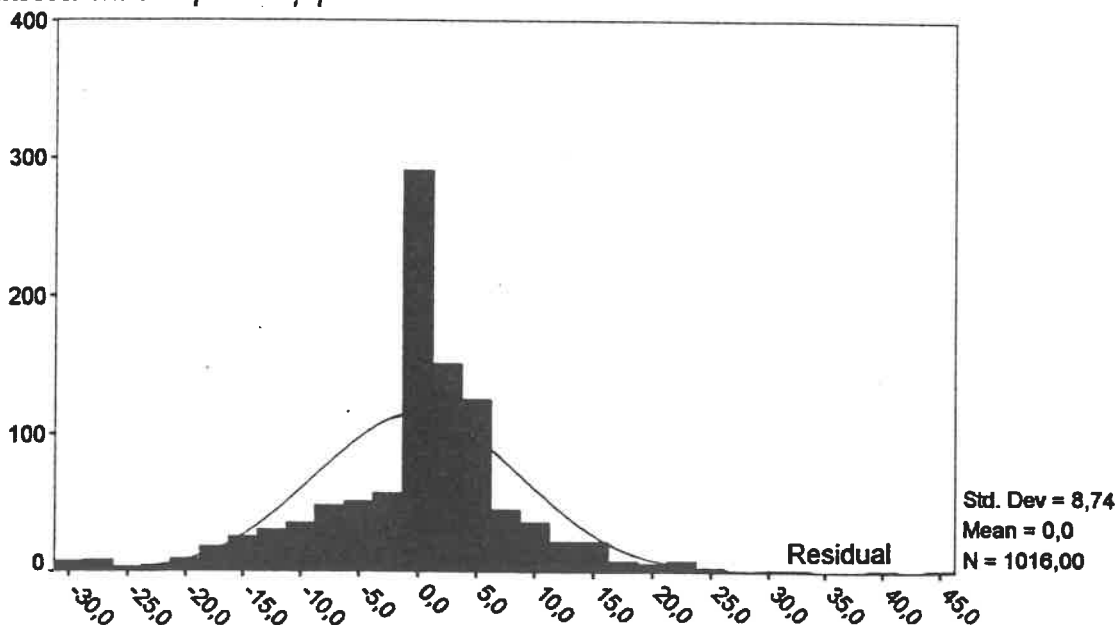
σχήμα 7.25 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 3^ο πρότυπο



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.26 — Γραφική απεικόνιση έλεγχου για το 3^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 8.74.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.42 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 3^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * * M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1      Dependent Variable..  ABS4

Block Number  1.  Method:  Enter      VAR19      VAR20      VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
  1..  VAR18
  2..  VAR20
  3..  VAR19

Multiple R              ,62818
R Square                ,39461
Adjusted R Square       ,39281
Standard Error          5,02898

Analysis of Variance
      DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      16682,88268      5560,96089
Residual      1012      25594,09952      25,29061

F =      219,88242      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR19          8,818936      ,394682      ,550641      22,344      ,0000
VAR20         -9,786882      ,942878     -,254631     -10,380      ,0000
VAR18          ,701360      ,374512      ,046116       1,873      ,0614
(Constant)    -22,484626      1,125903     -19,970      ,0000

End Block Number  1  All requested variables entered.

```


Παρατηρούμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 219.88242, η οποία δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ιδιαίτερα σημαντική, όποτε ικανοποιείται και η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.72877. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.43 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 3^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-9,5429	42,1640	17,6002	9,4760	1016
*RESID	-30,7403	43,8503	,0000	8,7423	1016
*ZPRED	-2,8644	2,5922	,0000	1,0000	1016
*ZRESID	-3,5111	5,0085	,0000	,9985	1016

```

Total Cases =      1016

Durbin-Watson Test =    1,72877

* * * * *

```

πίνακας 7.44 — Αποτελέσματα 4^ο πρότυπου

```

* * * * * M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR5

Block Number 1.  Method:  Enter           VAR1     VAR10    VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR18
2..   VAR10
3..   VAR1

```

πίνακας 7.44 (συνέχεια)

Multiple R	,79133					
R Square	,62620					
Adjusted R Square	,62510					
Standard Error	14,48021					
Analysis of Variance						
	DF	Sum of Squares	Mean Square			
Regression	3	355476,16660	118492,05553			
Residual	1012	212192,69093	209,67657			
F =	565,11824	Signif F =	,0000			
----- Variables in the Equation -----						
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta		
VAR1	1,710187	,060100	1,592253 1,828121	,551098		
VAR10	10,796132	4,263017	2,430768 19,161496	,048848		
VAR18	28,682881	1,079122	26,565309 30,800454	,514681		
(Constant)	-24,845739	2,959005	-30,652228 -19,039251			
----- Variables in the Equation -----						
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T		
VAR1	,984784	1,015	28,456	,0000		
VAR10	,992791	1,007	2,533	,0115		
VAR18	,985108	1,015	26,580	,0000		
(Constant)			-8,397	,0000		
Collinearity Diagnostics						
Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions Constant	VAR1	VAR10	VAR18
1	3,16415	1,000	,00223	,01631	,00257	,03034
2	,68443	2,150	,00151	,00882	,00208	,95966
3	,13832	4,783	,01937	,91480	,04032	,00337
4	,01310	15,540	,97689	,06006	,95503	,00663
End Block Number 1 All requested variables entered.						

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.44 είναι το παρακάτω :

$$\diamond [Dt(R)/R] = 1.710 \cdot (Dt) + 10.796 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 28.683 \cdot (\text{dummy}) - 24.846$$

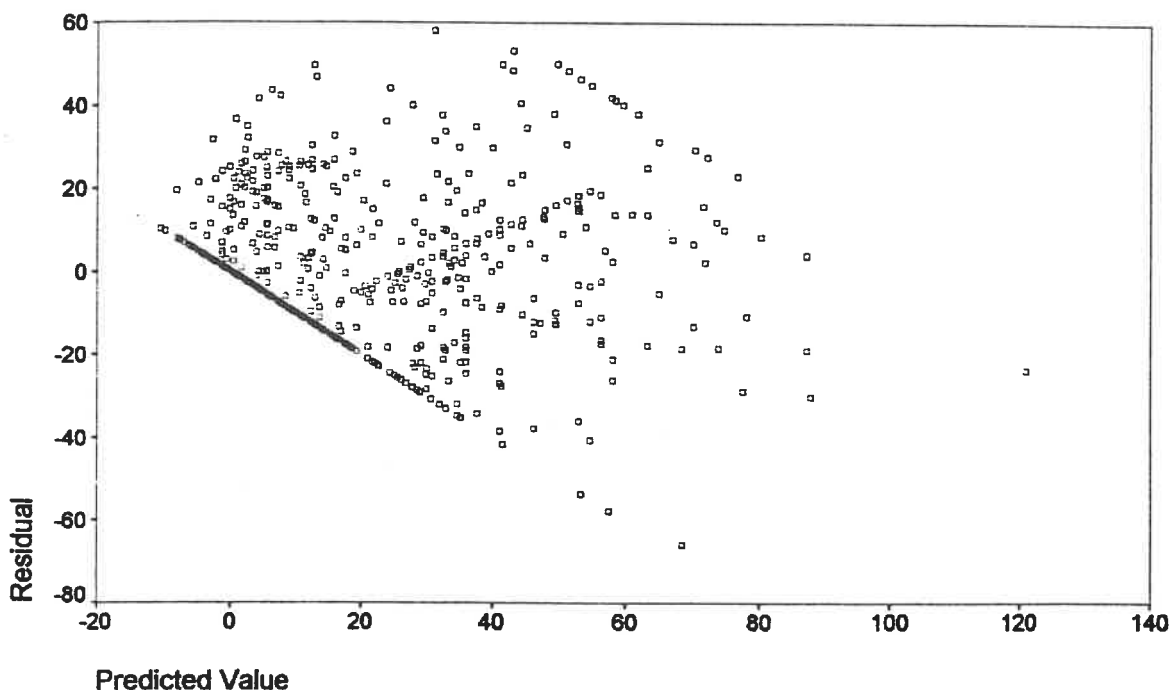
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.6262 και η τιμή του F είναι 565.11824. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από

πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000, εκτός από την περίπτωση της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$, όπου το επίπεδο σημαντικότητας προκύπτει 0.0115. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές τόσο του συντελεστή προσδιορισμού όσο και του F είναι μικρότερες από το αντίστοιχο πρότυπο, στο οποίο συμμετέχει και η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Υπ.ενδ}\right)$. Επίσης παρατηρούμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β είναι ίδια και στα δύο πρότυπα, ενώ και οι τιμές τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους. Τέλος όμοια πρόσημα έχουν και οι τιμές των t για τις παραμέτρους β .

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

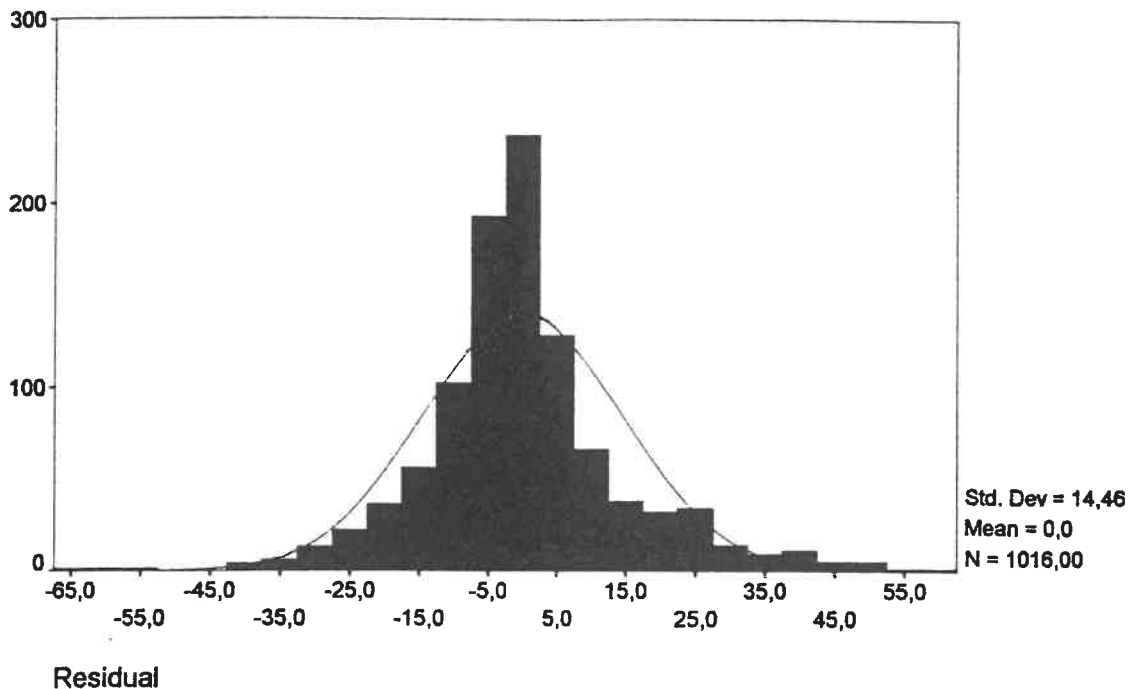
σχήμα 7.27 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 4^ο πρότυπο



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνότητας για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.28 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 4^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Στο σχήμα αυτό παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 14.46.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.45 της επόμενης σελίδας.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 198.0286, η οποία δεν θα πρέπει να θεωρηθεί ιδιαίτερα σημαντική, όποτε ικανοποιείται η υπόθεση ότι οι διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\varepsilon}$, όπως έγινε και στις προηγούμενες περιπτώσεις.

πίνακας 7.45 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 4^ο πρότυπο ότι η διασκόμανση του τοχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS5

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR10      VAR18

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR18
2..   VAR10
3..   VAR1

Multiple R           ,60819
R Square             ,36990
Adjusted R Square    ,36803
Standard Error       8,15227

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3          39482,69430        13160,89810
Residual       1012         67257,09685         66,45958

F =      198,02860      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR1              ,806691     ,033836     ,599483     23,841  ,0000
VAR10            15,424560    2,400053     ,160945     6,427  ,0000
VAR18            -1,069714    ,607539     -,044266    -1,761  ,0786
(Constant)      -12,083450    1,665903

```

End Block Number 1 All requested variables entered.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin - Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.77135. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.46, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.46 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 4^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

* * * * *					
Residuals Statistics:					
	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-10,2922	121,0020	15,8100	18,7142	1016
*RESID	-65,7229	57,9659	,0000	14,4588	1016
*ZPRED	-1,3948	5,6210	,0000	1,0000	1016
*ZRESID	-4,5388	4,0031	,0000	,9985	1016
Total Cases = 1016					
Durbin-Watson Test = 1,77135					
* * * * *					

7.9.3 Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

Ο συνολικός αριθμός μαθηματικών προτύπων που καταρτίστηκαν αρχικά ήταν περίπου 600. Τα πρότυπα αυτά αποτελούντο από 1, 2, και 3 ανεξάρτητες μεταβλητές. Η εξαρτημένες μεταβλητές ήταν περισσότερες από μία, γιατί λάβαμε υπόψη μας κατά την εύρεση του κατάλληλου μαθηματικού προτύπου κάποιους μετασχηματισμούς για αυτές, προκειμένου να ελέγξουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ϵ είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2). Δεν καταρτίσαμε πρότυπα με 4 ανεξάρτητες μεταβλητές, γιατί στη συγκεκριμένη περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη είναι καθορισμένη δεν έχουμε την ποιοτική μεταβλητή.

Οι βασικές εξαρτημένες μεταβλητές είναι τέσσερις. Η πρώτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR3, είναι το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη $[Dt(G)]$. Η δεύτερη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR4, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(G)/G]$. Η τρίτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR5, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει

με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(R)/R]$. Τέλος, η τέταρτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR6, είναι το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη $[Dt(R)]$.

Αυτές οι εξαρτημένες μεταβλητές μετασχηματίζονται στην τετραγωνική ρίζα και το λογάριθμό τους, προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε δεν είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2). Στον επόμενο πίνακα φαίνονται όλες οι εξαρτημένες μεταβλητές.

πίνακας 7.47 — Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR3	$Dt(G)$	δευτερόλεπτα	VAR15	$\ln [Dt(G)/G]$	/
VAR4	$[Dt(G)/G]$	%	VAR25	$\sqrt{[Dt(G)/G]}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR5	$[Dt(R)/R]$	δευτερόλεπτα	VAR26	$\sqrt{Dt(G)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR6	$Dt(R)$	δευτερόλεπτα	VAR27	$\sqrt{[Dt(R)/R]}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR9	$[Dt/(R/C)]$	%	VAR28	$\sqrt{Dt(R)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR14	$\ln [Dt(G)]$	/			

Το κριτήριο για να μπορέσουμε να συγκρίνουμε μεταξύ τους τα πρότυπα που είχαν σαν εξαρτημένη μεταβλητή την τετραγωνική ρίζα ή το λογάριθμο με αυτά που είχαν την εξαρτημένη μεταβλητή σε κανονική μορφή, ήταν ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Για να γίνει αυτό όμως έπρεπε να υπολογίσουμε ένα νέο πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού ανάλογα με τον τρόπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.5.4.3. Αυτό έγινε και προέκυψε ότι τα αποτελέσματα, όταν είχε μετασχηματιστεί η εξαρτημένη μεταβλητή σε τετραγωνική ρίζα, δεν ήταν καλύτερα. Αντίθετα όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είχε μετασχηματιστεί σε λογάριθμο τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα.

Οι βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές είναι τρεις. Η πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR1, είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt). Ο χρόνος αυτός, όπως περιγράψαμε στην παράγραφο 2.5.5, εξαρτάται από το χρόνο που απαιτείται για την επιβίβαση και την αποβίβαση των επιβατών, από το χρόνο που απαιτείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών και από το χρόνο που μεσολαβεί μέχρι

οι επιβάτες να αρχίσουν να αποβιβάζονται ή να επιβιβάζονται. Οι επί μέρους αυτοί χρόνοι που συνθέτουν το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι ανεξάρτητοι από τον τρόπο, την μέθοδο και τη διάρκεια της σηματοδότησης και άρα ο χρόνος D_t αποτελεί την πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή.

Η δεύτερη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR7, είναι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.). Ο χρόνος αυτός εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι αφίξεις των λεωφορείων στην κάθε στάση. Στην παράγραφο 6.3 αποδείξαμε ότι η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση, είτε αυτή βρίσκεται αμέσως μετά από το σηματοδότη είτε ακριβώς πριν από το σηματοδότη είτε στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου και ανεξάρτητα από την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση, ακολουθεί την κατανομή Poisson, δηλαδή αποτελεί ένα τυχαίο γεγονός. Άρα ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι τυχαίος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας. Το εύρος τιμών που παίρνει ο χρόνος αυτός διαφοροποιείται από τη διάρκεια των ενδείξεων, αλλά μόνο ως προς τις μέγιστες τιμές του.

Η τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR10, είναι ο λόγος της διάρκειας της πράσινης ένδειξης προς την περίοδο της σηματοδότησης, δηλαδή ο γνωστός λόγος G / C . Η τιμή του λόγου αυτού εξαρτάται από το αντίστοιχο πρόγραμμα σηματοδότησης, το οποίο επιλέγεται για κάθε οδό και κάθε χρονική περίοδο. Άρα και αυτή η μεταβλητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας.

Με βάση αυτές τις μεταβλητές προκύπτουν και οι υπόλοιπες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες. Οι μεταβλητές αυτές είναι συνδυασμοί των τριών πρώτων ανεξαρτήτων και εισάγουν στο μαθηματικό πρότυπο την αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών που τις συνθέτουν. Συνολικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές φαίνονται στον πίνακα 7.48 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.48 — Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR1	Dt	δευτερόλεπτα	VAR16	ln(Dt)	/
VAR2	[Dt/Yπ. ένδ.]	/	VAR17	ln(Dt/Yπ. ένδ.)	/
VAR7	Yπ. ένδ.	δευτερόλεπτα	VAR18	ln(Yπ. ένδ.)	/
VAR8	[Dt/(G/C)]	/	VAR19	ln[Dt/(G/C)]	/
VAR9	[Dt/(R/C)]	/	VAR20	ln[Dt/(R/C)]	/
VAR10	G/C	/	VAR21	ln(G/C)	/
VAR11	[Dt·(G/C)]	/	VAR22	ln[Dt·(G/C)]	/
VAR12	[Dt·(R/C)]	/	VAR23	ln[Dt·(R/C)]	/
VAR13	R/C	/	VAR24	ln(R/C)	/

Από τη στιγμή που καθορίσαμε τόσο τις εξαρτημένες μεταβλητές όσο και τις ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να ελέγξουμε την ύπαρξη ή όχι πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών, υπολογίζοντας το γραμμικό συντελεστή συσχέτισης για κάθε ζευγάρι, όπως ακριβώς κάναμε και στην περίπτωση του συνόλου των λεωφορείων. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.49 — Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

- - Correlation Coefficients - -						
	VAR1	VAR2	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR1	1,0000 (.777) P= ,	,3828 (.777) P= ,000	-,1439 (.777) P= ,000	,9358 (.777) P= ,000	,6985 (.777) P= ,000	-,0753 (.777) P= ,036
VAR2	,3828 (.777) P= ,000	1,0000 (.777) P= ,	-,4329 (.777) P= ,000	,3763 (.777) P= ,000	,2080 (.777) P= ,000	-,0727 (.777) P= ,043
VAR7	-,1439 (.777) P= ,000	-,4329 (.777) P= ,000	1,0000 (.777) P= ,	-,2622 (.777) P= ,000	,1981 (.777) P= ,000	,4542 (.777) P= ,000
VAR8	,9358 (.777) P= ,000	,3763 (.777) P= ,000	-,2622 (.777) P= ,000	1,0000 (.777) P= ,	,4334 (.777) P= ,000	-,3847 (.777) P= ,000

πίνακας 7.49 (συνέχεια)

	VAR1	VAR2	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR9	,6985 (777) P= ,000	,2080 (777) P= ,000	,1981 (777) P= ,000	,4334 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,	,5729 (777) P= ,000
VAR10	-,0753 (777) P= ,036	-,0727 (777) P= ,043	,4542 (777) P= ,000	-,3847 (777) P= ,000	,5729 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,
VAR11	,9277 (777) P= ,000	,3315 (777) P= ,000	,0160 (777) P= ,656	,7405 (777) P= ,000	,9042 (777) P= ,000	,2712 (777) P= ,000
VAR12	,8433 (777) P= ,000	,3567 (777) P= ,000	-,3366 (777) P= ,000	,9729 (777) P= ,000	,2200 (777) P= ,000	-,5547 (777) P= ,000
VAR13	,0753 (777) P= ,036	,0727 (777) P= ,043	-,4542 (777) P= ,000	,3847 (777) P= ,000	-,5729 (777) P= ,000	-1,0000 (777) P= ,000
VAR16	,9509 (777) P= ,000	,3339 (777) P= ,000	-,1389 (777) P= ,000	,8954 (777) P= ,000	,6630 (777) P= ,000	-,0976 (777) P= ,006
VAR17	,4844 (777) P= ,000	,7521 (777) P= ,000	-,8124 (777) P= ,000	,5211 (777) P= ,000	,1773 (777) P= ,000	-,2622 (777) P= ,000
VAR18	-,1482 (777) P= ,000	-,7127 (777) P= ,000	,8637 (777) P= ,000	-,2133 (777) P= ,000	,0788 (777) P= ,028	,2564 (777) P= ,000
VAR19	,8664 (777) P= ,000	,3211 (777) P= ,000	-,2953 (777) P= ,000	,9430 (777) P= ,000	,3650 (777) P= ,000	-,4795 (777) P= ,000
VAR20	,6752 (777) P= ,000	,1994 (777) P= ,000	,2296 (777) P= ,000	,4210 (777) P= ,000	,9349 (777) P= ,000	,6353 (777) P= ,000
VAR21	-,0695 (777) P= ,053	-,0669 (777) P= ,063	,4363 (777) P= ,000	-,3865 (777) P= ,000	,5558 (777) P= ,000	,9939 (777) P= ,000
VAR22	,8698 (777) P= ,000	,2875 (777) P= ,000	,0538 (777) P= ,134	,6829 (777) P= ,000	,8629 (777) P= ,000	,3294 (777) P= ,000
VAR23	,7154 (777) P= ,000	,2854 (777) P= ,000	-,4015 (777) P= ,000	,8681 (777) P= ,000	,0789 (777) P= ,028	-,7111 (777) P= ,000
VAR24	,0802 (777) P= ,025	,0807 (777) P= ,024	-,4684 (777) P= ,000	,3745 (777) P= ,000	-,5898 (777) P= ,000	-,9886 (777) P= ,000

πίνακας 7.49 (συνέχεια)

	VAR11	VAR12	VAR13	VAR16	VAR17	VAR18
VAR1	,9277 (777) P= ,000	,8433 (777) P= ,000	,0753 (777) P= ,036	,9509 (777) P= ,000	,4844 (777) P= ,000	-,1482 (777) P= ,000
VAR2	,3315 (777) P= ,000	,3567 (777) P= ,000	,0727 (777) P= ,043	,3339 (777) P= ,000	,7521 (777) P= ,000	-,7127 (777) P= ,000
VAR7	,0160 (777) P= ,656	-,3366 (777) P= ,000	-,4542 (777) P= ,000	-,1389 (777) P= ,000	-,8124 (777) P= ,000	,8637 (777) P= ,000
VAR8	,7405 (777) P= ,000	,9729 (777) P= ,000	,3847 (777) P= ,000	,8954 (777) P= ,000	,5211 (777) P= ,000	-,2133 (777) P= ,000
VAR9	,9042 (777) P= ,000	,2200 (777) P= ,000	-,5729 (777) P= ,000	,6630 (777) P= ,000	,1773 (777) P= ,000	,0788 (777) P= ,028
VAR10	,2712 (777) P= ,000	-,5547 (777) P= ,000	-1,0000 (777) P= ,000	-,0976 (777) P= ,006	-,2622 (777) P= ,000	,2564 (777) P= ,000
VAR11	1,0000 (777) P= ,	,5817 (777) P= ,000	-,2712 (777) P= ,000	,8782 (777) P= ,000	,3702 (777) P= ,000	-,0493 (777) P= ,170
VAR12	,5817 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,	,5547 (777) P= ,000	,8075 (777) P= ,000	,5225 (777) P= ,000	-,2520 (777) P= ,000
VAR13	-,2712 (777) P= ,000	,5547 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,	,0976 (777) P= ,006	,2622 (777) P= ,000	-,2564 (777) P= ,000
VAR16	,8782 (777) P= ,000	,8075 (777) P= ,000	,0976 (777) P= ,006	1,0000 (777) P= ,	,4871 (777) P= ,000	-,1305 (777) P= ,000
VAR17	,3702 (777) P= ,000	,5225 (777) P= ,000	,2622 (777) P= ,000	,4871 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,	-,9295 (777) P= ,000
VAR18	-,0493 (777) P= ,170	-,2520 (777) P= ,000	-,2564 (777) P= ,000	-,1305 (777) P= ,000	-,9295 (777) P= ,000	1,0000 (777) P= ,
VAR19	,6661 (777) P= ,000	,9291 (777) P= ,000	,4795 (777) P= ,000	,9191 (777) P= ,000	,5287 (777) P= ,000	-,2120 (777) P= ,000
VAR20	,8655 (777) P= ,000	,2249 (777) P= ,000	-,6353 (777) P= ,000	,6990 (777) P= ,000	,1789 (777) P= ,000	,0922 (777) P= ,010
VAR21	,2748 (777) P= ,000	-,5473 (777) P= ,000	-,9939 (777) P= ,000	-,0929 (777) P= ,010	-,2500 (777) P= ,000	,2446 (777) P= ,000
VAR22	,9472 (777) P= ,000	,5315 (777) P= ,000	-,3294 (777) P= ,000	,9064 (777) P= ,000	,3546 (777) P= ,000	-,0197 (777) P= ,584

πίνακας 7.49 (συνέχεια)

	VAR11	VAR12	VAR13	VAR16	VAR17	VAR18
VAR23	,4418 (777) P= ,000	,9228 (777) P= ,000	,7111 (777) P= ,000	,7623 (777) P= ,000	,5176 (777) P= ,000	-,2655 (777) P= ,000
VAR24	-,2625 (777) P= ,000	,5529 (777) P= ,000	,9886 (777) P= ,000	,0997 (777) P= ,005	,2734 (777) P= ,000	-,2683 (777) P= ,000
	VAR19	VAR20	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24
VAR1	,8664 (777) P= ,000	,6752 (777) P= ,000	-,0695 (777) P= ,053	,8698 (777) P= ,000	,7154 (777) P= ,000	,0802 (777) P= ,025
VAR2	,3211 (777) P= ,000	,1994 (777) P= ,000	-,0669 (777) P= ,063	,2875 (777) P= ,000	,2854 (777) P= ,000	,0807 (777) P= ,024
VAR7	-,2953 (777) P= ,000	,2296 (777) P= ,000	,4363 (777) P= ,000	,0538 (777) P= ,134	-,4015 (777) P= ,000	-,4684 (777) P= ,000
VAR8	,9430 (777) P= ,000	,4210 (777) P= ,000	-,3865 (777) P= ,000	,6829 (777) P= ,000	,8681 (777) P= ,000	,3745 (777) P= ,000
VAR9	,3650 (777) P= ,000	,9349 (777) P= ,000	,5558 (777) P= ,000	,8629 (777) P= ,000	,0789 (777) P= ,028	-,5898 (777) P= ,000
VAR10	-,4795 (777) P= ,000	,6353 (777) P= ,000	,9939 (777) P= ,000	,3294 (777) P= ,000	-,7111 (777) P= ,000	-,9886 (777) P= ,000
VAR11	,6661 (777) P= ,000	,8655 (777) P= ,000	,2748 (777) P= ,000	,9472 (777) P= ,000	,4418 (777) P= ,000	-,2625 (777) P= ,000
VAR12	,9291 (777) P= ,000	,2249 (777) P= ,000	-,5473 (777) P= ,000	,5315 (777) P= ,000	,9228 (777) P= ,000	,5529 (777) P= ,000
VAR13	,4795 (777) P= ,000	-,6353 (777) P= ,000	-,9939 (777) P= ,000	-,3294 (777) P= ,000	,7111 (777) P= ,000	,9886 (777) P= ,000
VAR16	,9191 (777) P= ,000	,6990 (777) P= ,000	-,0929 (777) P= ,010	,9064 (777) P= ,000	,7623 (777) P= ,000	,0997 (777) P= ,005
VAR17	,5287 (777) P= ,000	,1789 (777) P= ,000	-,2500 (777) P= ,000	,3546 (777) P= ,000	,5176 (777) P= ,000	,2734 (777) P= ,000

πίνακας 7.49 (συνέχεια)

	VAR19	VAR20	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24
VAR18	-,2120 (,777) P= ,000	,0922 (,777) P= ,010	,2446 (,777) P= ,000	-,0197 (,777) P= ,584	-,2655 (,777) P= ,000	-,2683 (,777) P= ,000
VAR19	1,0000 (,777) P= ,	,3700 (,777) P= ,000	-,4778 (,777) P= ,000	,6665 (,777) P= ,000	,9472 (,777) P= ,000	,4708 (,777) P= ,000
VAR20	,3700 (,777) P= ,000	1,0000 (,777) P= ,	,6235 (,777) P= ,000	,9257 (,777) P= ,000	,0701 (,777) P= ,051	-,6418 (,777) P= ,000
VAR21	-,4778 (,777) P= ,000	,6235 (,777) P= ,000	1,0000 (,777) P= ,	,3365 (,777) P= ,000	-,6938 (,777) P= ,000	-,9671 (,777) P= ,000
VAR22	,6665 (,777) P= ,000	,9257 (,777) P= ,000	,3365 (,777) P= ,000	1,0000 (,777) P= ,	,4266 (,777) P= ,000	-,3160 (,777) P= ,000
VAR23	,9472 (,777) P= ,000	,0701 (,777) P= ,051	-,6938 (,777) P= ,000	,4266 (,777) P= ,000	1,0000 (,777) P= ,	,7200 (,777) P= ,000
VAR24	,4708 (,777) P= ,000	-,6418 (,777) P= ,000	-,9671 (,777) P= ,000	-,3160 (,777) P= ,000	,7200 (,777) P= ,000	1,0000 (,777) P= ,

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Όταν ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης προκύπτει μεγαλύτερος από το ± 0.5 απορρίπτουμε το συγκεκριμένο συνδυασμό και δεν εισάγουμε τις δύο αυτές μεταβλητές μαζί στο ίδιο μαθηματικό πρότυπο. Από τους συνδυασμούς που απομένουν, προκύπτουν μια σειρά από πρότυπα για τα οποία ελέγχουμε επιπλέον και τους συντελεστές VIF, όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.9.1.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα προτεινόμενα μαθηματικά πρότυπα για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη. Κατά την κατάρτιση των διαφόρων μαθηματικών πρότυπων διαπιστώσαμε ότι γενικά όταν σαν εξαρτημένες μεταβλητές είχαμε τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ αντί για τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$ οι έλεγχοι των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ϵ ήταν πιο ευνοϊκοί και όλοι οι όροι του προτύπου συνέβαλλαν στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής. Σε κάποιες περιπτώσεις ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού προέκυπτε λίγο μικρότερος στα πρότυπα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ σε σχέση με εκείνα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$, όχι όμως περισσότερο από 10%.

Οι προτεινόμενες σχέσεις προέκυψαν με βάση τα κριτήρια του βήματος 9, τα οποία περιγράφονται στην παράγραφο 7.9.1.

πίνακας 7.50 — Αποτελέσματα υπολογισμού 5^{ου} προτύπου

```

* * * * M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR15

Block Number 1.  Method:  Enter          VAR16   VAR17   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
  1..   VAR21
  2..   VAR16
  3..   VAR17

Multiple R           ,88610
R Square            ,78517
Adjusted R Square   ,78434
Standard Error      ,30403

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression          3          261,14149          87,04716
Residual           773          71,45041           ,09243

F =      941,73651      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR16             1,197549   ,032200   1,134338   1,260759   ,710325
VAR17             -,518621   ,012323   -,542810   -,494431   -,826628
VAR21             -2,163000   ,064741   -2,290089   -2,035911   -,575580
(Constant)        -1,494260   ,094608   -1,679979   -1,308541

----- Variables in the Equation -----
Variable          Tolerance      VIF          T      Sig T
VAR16             ,761840        1,313      37,191   ,0000
VAR17             ,720429        1,388     -42,087   ,0000
VAR21             ,936389        1,068     -33,410   ,0000
(Constant)        -15,794        ,0000

Collinearity Diagnostics
Number  Eigenval      Cond  Variance Proportions
      Index  Constant  VAR16  VAR17  VAR21
  1    3,01681    1,000   ,00143   ,00169   ,01107   ,01146
  2    ,89513    1,836   ,00007   ,00038   ,67530   ,00410
  3    ,08062    6,117   ,02001   ,04279   ,02467   ,93001
  4    ,00745   20,126   ,97848   ,95514   ,28896   ,05443

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.50 είναι το παρακάτω :

$$\diamond \ln [Dt(G)/G] = 1.198 \cdot \ln(Dt) - 2.163 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 0.519 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y_{\pi.\epsilon\nu\delta}}\right) - 1.494 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow [Dt(G)/G] = (Dt)^{1.198} \cdot \left(\frac{G}{C}\right)^{-2.163} \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.\epsilon\nu\delta}}\right)^{-0.519} \cdot e^{-1.494}$$

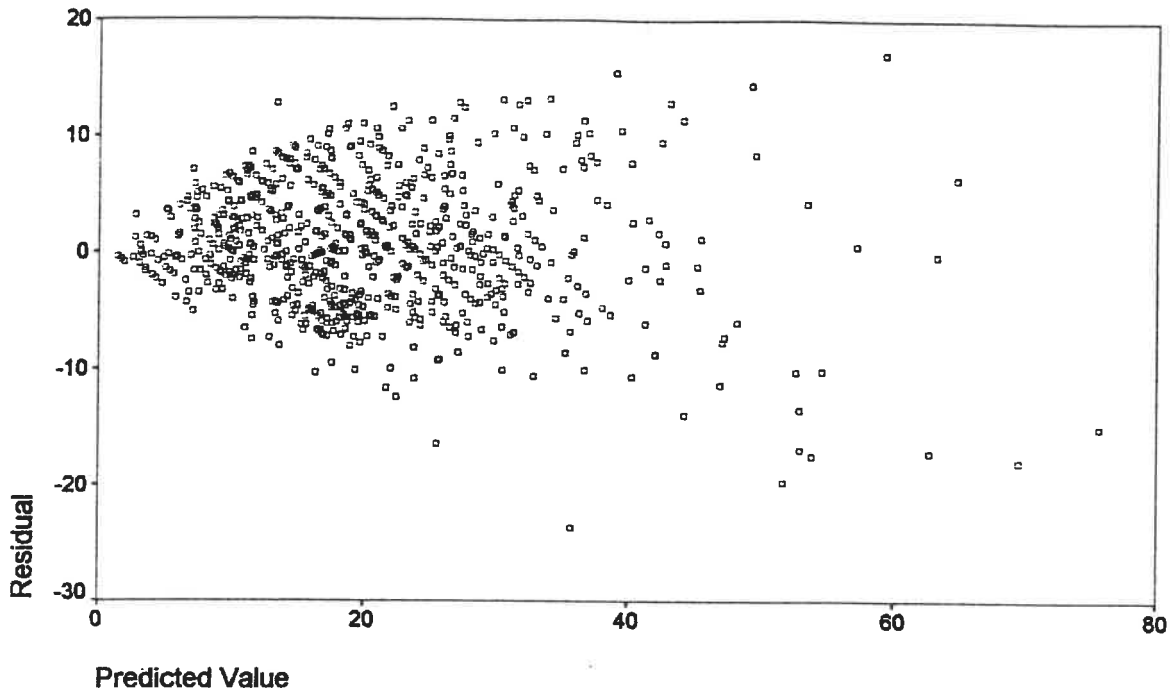
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.78517 και η τιμή του F είναι 941.73651 . Για να προκύψει όμως ότι αυτό το μαθηματικό πρότυπο ήταν καλύτερο, υπολογίσαμε μια νέα τιμή τόσο για το R^2 όσο και για το F . Έτσι η τιμή του R^2 προκύπτει 0.79662 και η τιμή του F προκύπτει 1009.25568 από τη σχέση της παραγράφου 7.5.4.3 .

Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37 . Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης . Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας , τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το - 1.96 για διμερή έλεγχο . Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000 . Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί .

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ϵ . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\epsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο σχήμα 7.29 της επόμενης σελίδας .

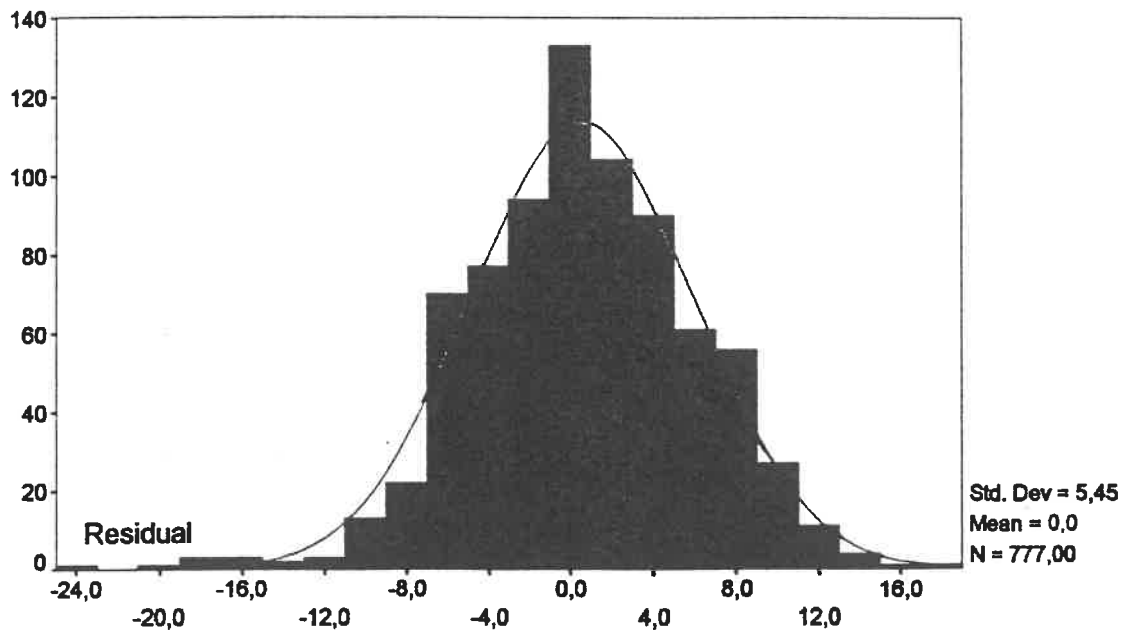
Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19 . Αυτό σε σημαντικό βαθμό οφείλεται και στο μετασχηματισμό της εξαρτημένης μεταβλητής . Το συμπέρασμα είναι ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται .

σχήμα 7.29 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 5^ο πρότυπο



Κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.30 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 5^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 5.45. Από αυτήν την τιμή της τυπικής απόκλισης μπορούμε να καταλάβουμε ότι ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R^2 και το F έχουν διαφορετικές τιμές από αυτές που φαίνονται στον πίνακα 7.50.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\varepsilon}_i$ είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.51 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 5^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *					
Listwise Deletion of Missing Data					
Equation Number 1	Dependent Variable..		ABS2		
Block Number 1.	Method: Enter	VAR16	VAR17	VAR21	
Variable(s) Entered on Step Number					
1..	VAR21				
2..	VAR16				
3..	VAR17				
Multiple R	,41190				
R Square	,16966				
Adjusted R Square	,16644				
Standard Error	3,12701				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	3	1544,41689	514,80563		
Residual	773	7558,52073	9,77816		
F =	52,64850	Signif F = ,0000			
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
VAR16	3,562127	,331190	,403867	10,756	,0000
VAR17	-,583145	,126741	-,177665	-4,601	,0000
VAR21	-4,303429	,665879	-,218892	-6,463	,0000
(Constant)	-7,396881	,973069		-7,602	,0000
End Block Number 1	All requested variables entered.				

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του F είναι 52.6485 και φυσικά δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.68455. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.52 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 5^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:
      Min      Max      Mean  Std Dev   N
*PRED   ,4002   4,3262   2,8817   ,5801   777
*RESID  -1,2676   ,7451   ,0000   ,3034   777
*ZPRED  -4,2776   2,4900   ,0000   1,0000   777
*ZRESID -4,1695   2,4507   ,0000   ,9981   777
Total Cases =      777
Durbin-Watson Test =  1,68455
* * * * *

```

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα μαθηματικό πρότυπο, το οποίο είναι της ίδιας μορφής με το αντίστοιχο για το σύνολο των λεωφορείων. Το πρότυπο αυτό έχει την ίδια εξαρτημένη μεταβλητή και τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το 1^ο πρότυπο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.53 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.53 — Αποτελέσματα υπολογισμού 6^{ου} προτύπου

```

* * * * * M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR4

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16   VAR17   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR21
2..   VAR16
3..   VAR17

Multiple R           ,84829
R Square            ,71960
Adjusted R Square   ,71851
Standard Error      6,01664

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      71813,31061      23937,77020
Residual       773      27982,61258      36,20002

F =      661,26407      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR16             21,494043      ,637239      20,243118      22,744968      ,736006
VAR17             -6,888217      ,243861      -7,366926      -6,409509      -,633821
VAR21            -37,672558      1,281212      -40,187627      -35,157490      -,578727
(Constant)       -55,925312      1,872273      -59,600655      -52,249969

----- Variables in the Equation -----
Variable          Tolerance      VIF          T      Sig T
VAR16             ,761840      1,313      33,730      ,0000
VAR17             ,720429      1,388      -28,246      ,0000
VAR21             ,936389      1,068      -29,404      ,0000
(Constant)        -29,870      ,0000

Collinearity Diagnostics
Number  Eigenval      Cond  Variance Proportions
                Index  Constant  VAR16  VAR17  VAR21
1      3,01681      1,000      ,00143  ,00169  ,01107  ,01146
2      ,89513      1,836      ,00007  ,00038  ,67530  ,00410
3      ,08062      6,117      ,02001  ,04279  ,02467  ,93001
4      ,00745      20,126      ,97848  ,95514  ,28896  ,05443

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.53 είναι το παρακάτω :

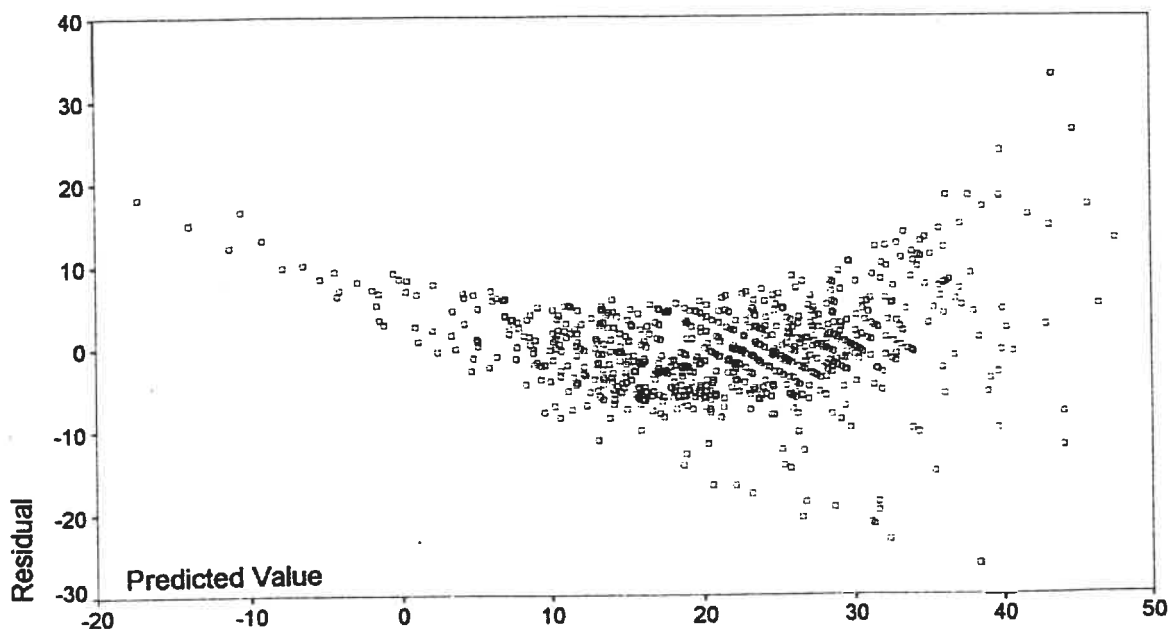
$$\diamond [Dt(G)/G] = 21.494 \cdot \ln(Dt) - 37.673 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 6.888 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 55.925$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.71960 και η τιμή του F είναι 661.26407. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ καινοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β και των τιμών t, ανάμεσα στο μαθηματικό πρότυπο που αναφέρεται στο σύνολο των λεωφορείων και στο αντίστοιχο που αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι όμοια, ενώ και οι τιμές τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ϵ . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\epsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

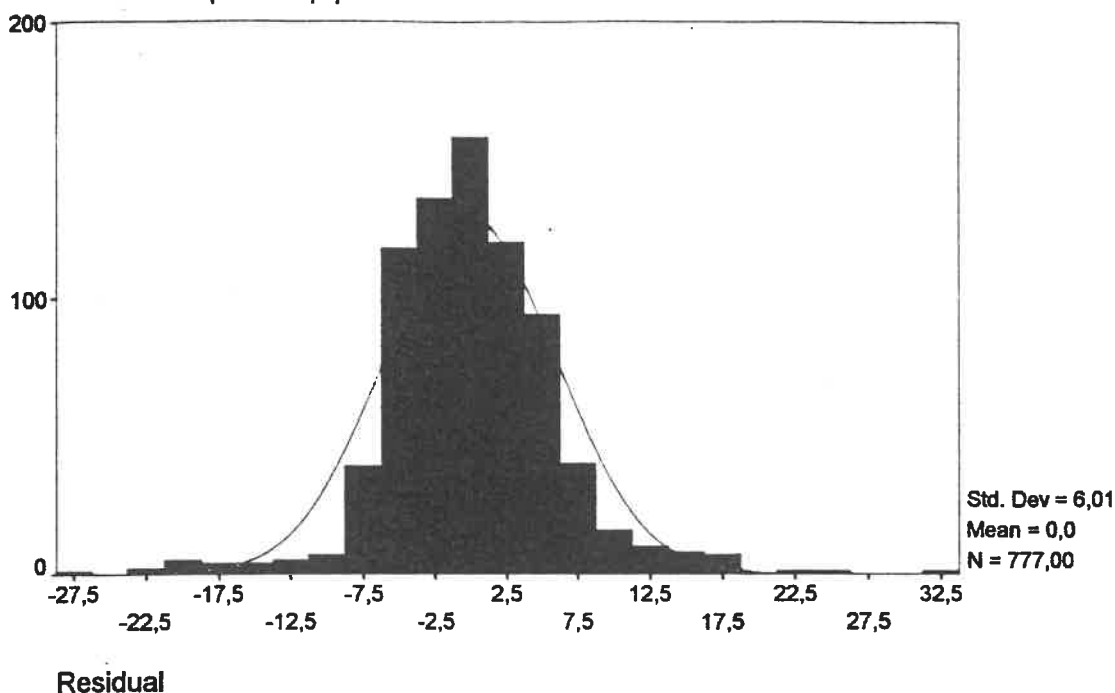
σχήμα 7.31 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 6^ο πρότυπο



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποιες από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνότητας για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.32 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 6^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\epsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 6.01.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του πρότυπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\epsilon}_i$ είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου φαίνονται στον πίνακα 7.54 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.54 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 6^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή

```

* * * * * M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS1

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16      VAR17      VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR21
2..   VAR16
3..   VAR17

Multiple R           ,48142
R Square             ,23177
Adjusted R Square    ,22879
Standard Error       3,61851

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      3053,53415      1017,84472
Residual       773      10121,33721      13,09358

F =      77,73617      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR16             3,764241    ,383246    ,354751     9,822    ,0000
VAR17             ,804259    ,146662    ,203676     5,484    ,0000
VAR21             1,205734    ,770541    ,050978     1,565    ,1180
(Constant)       -4,751991    1,126015           -4,220    ,0000

End Block Number  1  All requested variables entered.

```

Διαπιστώνουμε ότι η τιμή του F είναι ίση με 77.73617 και άρα δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin - Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.7335. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.55, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.55 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 6^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

*****
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-17,1470	47,6199	21,1950	9,6199	777
*RESID	-26,2799	32,9143	,0000	6,0050	777
*ZPRED	-3,9857	2,7469	,0000	1,0000	777
*ZRESID	-4,3679	5,4705	,0000	,9981	777

Total Cases = 777

Durbin-Watson Test = 1,73350

```

*****

```

πίνακας 7.56 — Αποτελέσματα υπολογισμού 7^{ου} προτύπου

```

***** MULTIPLE REGRESSION *****
Listwise Deletion of Missing Data
Equation Number 1    Dependent Variable..  VAR5
Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR2      VAR10
Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR10
2..  VAR2
3..  VAR1
Multiple R          ,84064
R Square            ,70668
Adjusted R Square   ,70554
Standard Error      10,45651
Analysis of Variance
Regression          DF      Sum of Squares      Mean Square
Residual            773      84518,79483          109,33867
F = 620,78154      Signif F = ,0000

```

πίνακας 7.56 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta	
VAR1	1,166541	,055976	1,056658	1,276424	,440006
VAR2	3,785618	,140066	3,510663	4,060573	,570532
VAR10	7,532167	3,369590	,917534	14,146799	,043717
(Constant)	-19,832593	2,368087	-24,481237	-15,183948	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR1	,851216	1,175	20,840	,0000
VAR2	,851553	1,174	27,027	,0000
VAR10	,992074	1,008	2,235	,0257
(Constant)			-8,375	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions			
			Constant	VAR1	VAR2	VAR10
1	3,15816	1,000	,00235	,01424	,02712	,00273
2	,70941	2,110	,00241	,00075	,81887	,00336
3	,11838	5,165	,01903	,91953	,15395	,04589
4	,01405	14,993	,97621	,06549	,00006	,94801

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.56 είναι το παρακάτω :

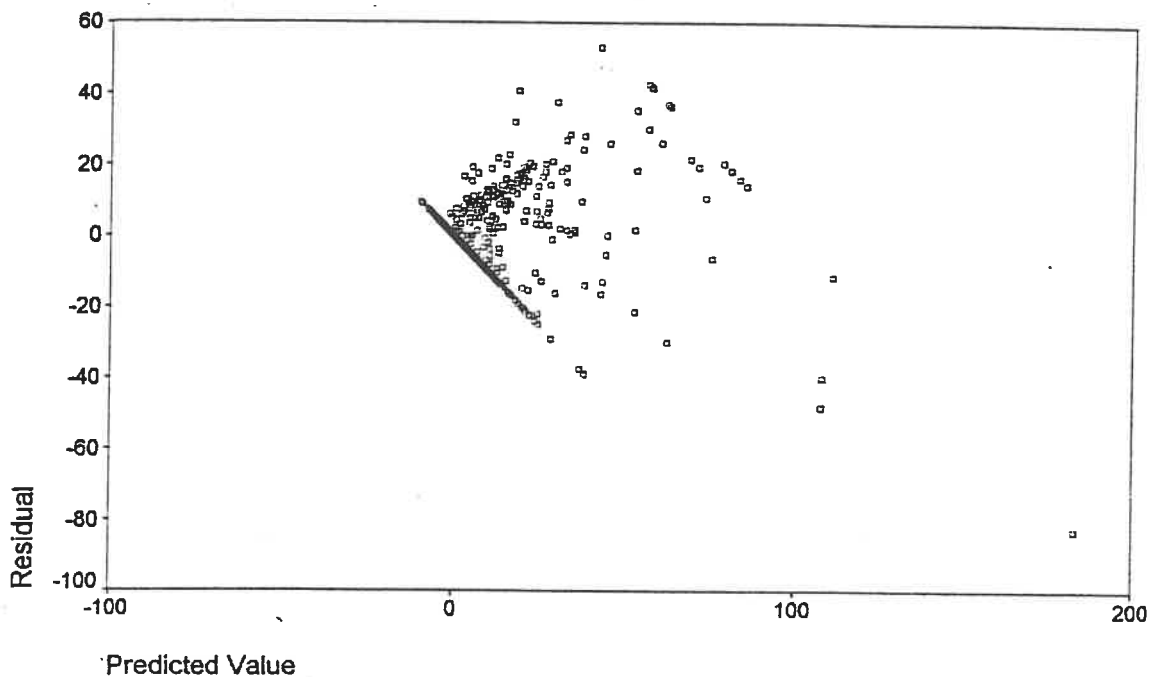
$$\diamond [Dt(R)/R] = 1.167 \cdot (Dt) + 7.532 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 3.785 \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.\epsilon\nu\delta}}\right) - 19.833$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.70668 και η τιμή του F είναι 620.78154. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000, εκτός από την περίπτωση της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$, όπου το επίπεδο σημαντικότητας προκύπτει 0.0257. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ κανονποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β και των τιμών t , ανάμεσα στο μαθηματικό πρότυπο που αναφέρεται στο σύνολο των λεωφορείων και στο αντίστοιχο που αναφέρεται στα λεωφορεία που αφήθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι όμοια, ενώ και οι τιμές τους είναι της ίδιας τάξης μεγέθους.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

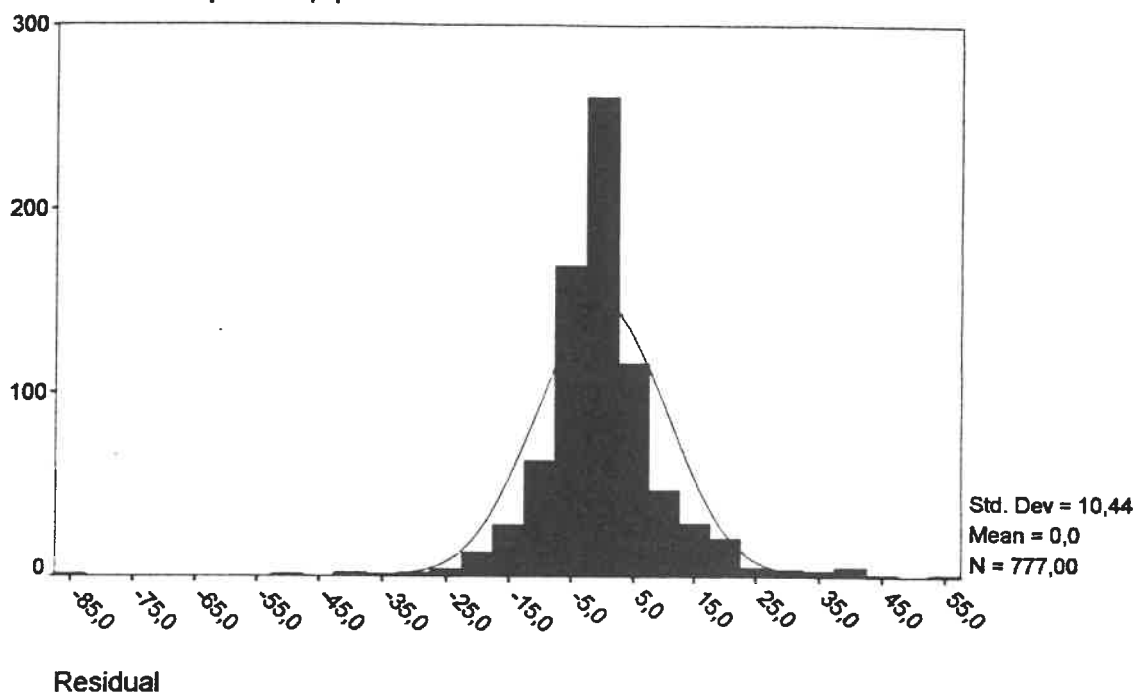
σχήμα 7.33 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων των τυχαίων σφαλμάτων ε για το 7^ο πρότυπο



Στο σχήμα αυτό μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Στη συνέχεια κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.34 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 7^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\epsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 10.44.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\epsilon}_i$ είναι σταθερή. Στον πίνακα 7.57, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου ελέγχου.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του F είναι 367.34509 είναι σχετικά σημαντική, όποτε και δεν ικανοποιείται πλήρως η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή, παρόλο που ο συγκεκριμένος έλεγχος ήταν ο καλύτερος για όλα τα πρότυπα που εξετάστηκαν.

πίνακας 7.57 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 7^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *
.
Listwise Deletion of Missing Data
Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS4
Block Number 1.   Method:   Enter       VAR1       VAR2       VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR10
2..   VAR2
3..   VAR1

Multiple R           ,76664
R Square             ,58774
Adjusted R Square    ,58614
Standard Error       5,11532

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      28836,42068      9612,14023
Residual       773     20226,71493      26,16651

F =      367,34509      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR1              ,596322     ,027383     ,545089     21,777   ,0000
VAR2              1,017810     ,068520     ,371739     14,854   ,0000
VAR10             7,972041     1,648402     ,112132      4,836   ,0000
(Constant)       -8,939477     1,158467     -7,717     -7,717   ,0000

End Block Number 1   All requested variables entered.

```

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι πολύ κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίσο με 1.88397 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.58 της επόμενης σελίδας φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.58 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 7^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

*****
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-9,3729	182,7731	8,3154	16,1989	777
*RESID	-82,7731	53,0934	,0000	10,4363	777
*ZPRED	-1,0919	10,7697	,0000	1,0000	777
*ZRESID	-7,9159	5,0775	,0000	,9981	777

```

Total Cases = 777

Durbin-Watson Test = 1,88397
*****

```

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο ακόμα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία δεν υπάρχει η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Y_{\pi\epsilon\nu\delta}}\right)$, για τον ίδιο λόγο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.9.2.

πίνακας 7.59 — Αποτελέσματα υπολογισμού 8^{ου} προτύπου

```

***** MULTIPLE REGRESSION *****
Listwise Deletion of Missing Data
Equation Number 1    Dependent Variable..  VAR4
Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16    VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR21
2..  VAR16

Multiple R          ,65588
R Square            ,43018
Adjusted R Square   ,42871
Standard Error      8,57143

Analysis of Variance

```

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	42930,63498	21465,31749
Residual	774	56865,28821	73,46936

```

F = 292,16691    Signif F = ,0000

```

πίνακας 7.59 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B		Beta
VAR16	12,833009	,795821	11,270787	14,395232	,439432
VAR21	-29,149844	1,773903	-32,632076	-25,667613	-,447801
(Constant)	-26,469901	2,215261	-30,818532	-22,121270	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR16	,991371	1,009	16,126	,0000
VAR21	,991371	1,009	-16,433	,0000
(Constant)			-11,949	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions		
			Constant	VAR16	VAR21
1	2,90623	1,000	,00224	,00241	,01344
2	,08335	5,905	,03221	,04660	,97282
3	,01043	16,696	,96555	,95099	,01374

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.59 είναι το παρακάτω :

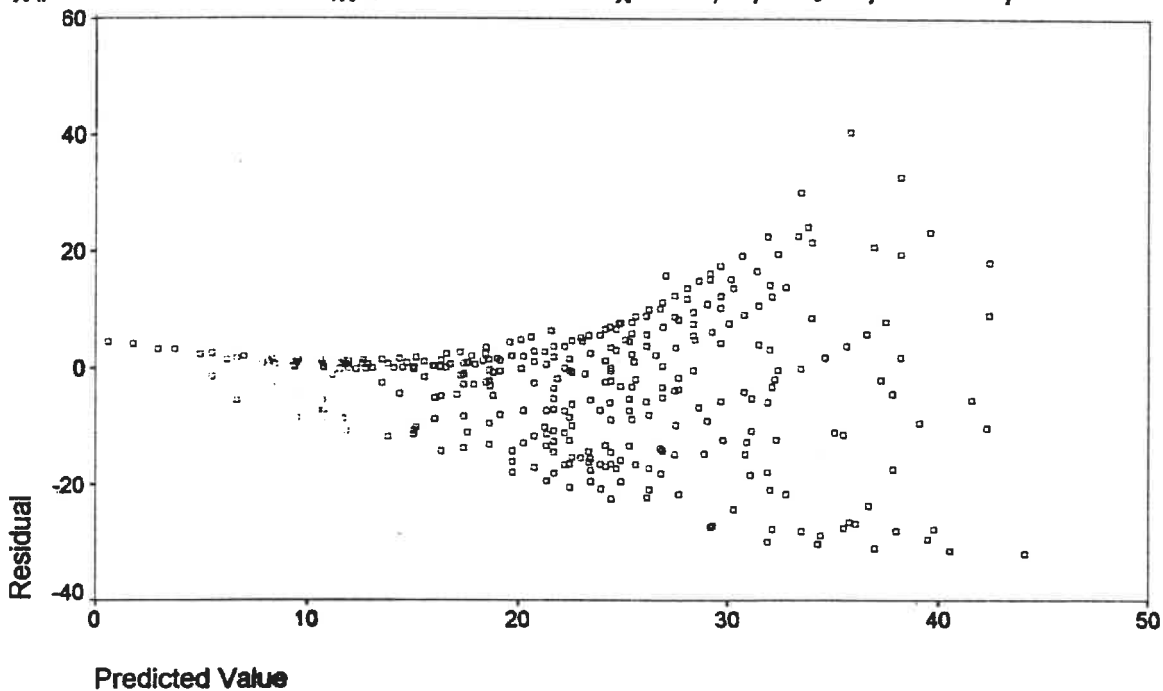
$$\diamond [Dt(G)/G] = 12.833 \cdot \ln(Dt) - 29.150 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 26.470$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.43018 και η τιμή του F είναι 292.16691. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές τόσο του συντελεστή προσδιορισμού όσο και του F είναι μικρότερες από το αντίστοιχο πρότυπο, στο οποίο συμμετέχει και η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Y_{\pi,\epsilon\nu\delta}} \right)$.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ϵ . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\epsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

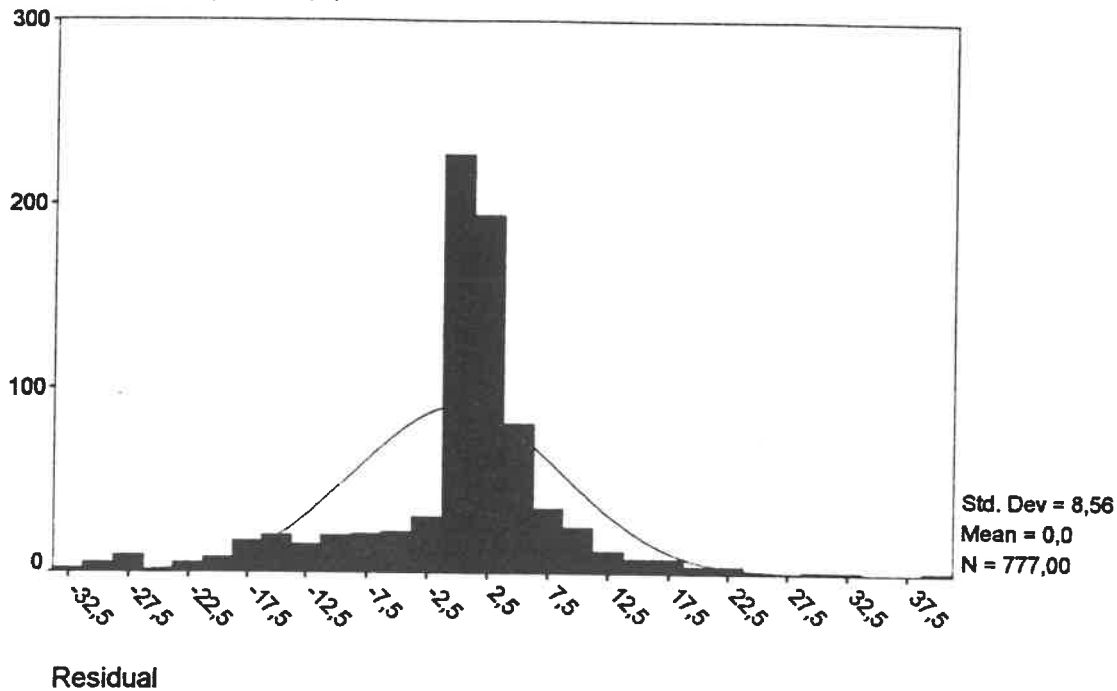
σχήμα 7.35 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ϵ για το 8^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο σχήμα 7.36 της επόμενης σελίδας. Μπορούμε να παρατηρήσουμε, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\epsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 8.56.

σχήμα 7.36 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 8^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\epsilon}_i$ είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.60 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 8^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * *  M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS3

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
  1..   VAR21
  2..   VAR16

Multiple R           ,65506
R Square             ,42910
Adjusted R Square    ,42762
Standard Error       4,99771
    
```

πίνακας 7.60 (συνέχεια)

Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	2	14530,35782	7265,17891		
Residual	774	19332,27660	24,97710		
F = 290,87358		Signif F = ,0000			
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
VAR16	10,181040	,464016	,598483	21,941	,0000
VAR21	-8,207421	1,034303	-,216447	-7,935	,0000
(Constant)	-25,384546	1,291644		-19,653	,0000
End Block Number 1 All requested variables entered.					

Παρατηρούμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 290.87358 που είναι σχετικά σημαντική, όποτε και δεν ικανοποιείται πλήρως η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή, παρόλο που ο συγκεκριμένος έλεγχος ήταν ο καλύτερος για όλα τα πρότυπα που εξετάστηκαν.

Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin-Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.75306 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.61 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 8^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

* * * * *					
Residuals Statistics:					
	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	,6886	44,0576	21,1950	7,4379	777
*RESID	-31,9366	40,5074	,0000	8,5604	777
*ZPRED	-2,7570	3,0738	,0000	1,0000	777
*ZRESID	-3,7259	4,7259	,0000	,9987	777
Total Cases = 777					
Durbin-Watson Test = 1,75306					
* * * * *					

πίνακας 7.62 — Αποτελέσματα υπολογισμού 9^{ου} προτύπου

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  VAR5
Block Number 1.   Method: Enter      VAR10   VAR12

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR12
2..  VAR10

Multiple R           ,65422
R Square            ,42801
Adjusted R Square   ,42653
Standard Error      14,59253

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           2      123328,13595      61664,06798
Residual            774      164816,95044      212,94180

F =      289,58180      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR10             69,748707    5,629369    58,698066    80,799348    ,404826
VAR12             4,538109     ,188781     4,167525     4,908693     ,785431
(Constant)       -61,725438    4,296915   -70,160426   -53,290450

----- Variables in the Equation -----
Variable  Tolerance      VIF      T      Sig T
VAR10     ,692254      1,445    12,390  ,0000
VAR12     ,692254      1,445    24,039  ,0000
(Constant) -14,365     ,0000

Collinearity Diagnostics
Number  Eigenval      Cond  Variance Proportions
                Index  Constant  VAR10  VAR12
1      2,76696    1,000    ,00190  ,00255  ,01974
2      ,22445    3,511    ,00468  ,02385  ,53238
3      ,00860    17,940    ,99342  ,97360  ,44788

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

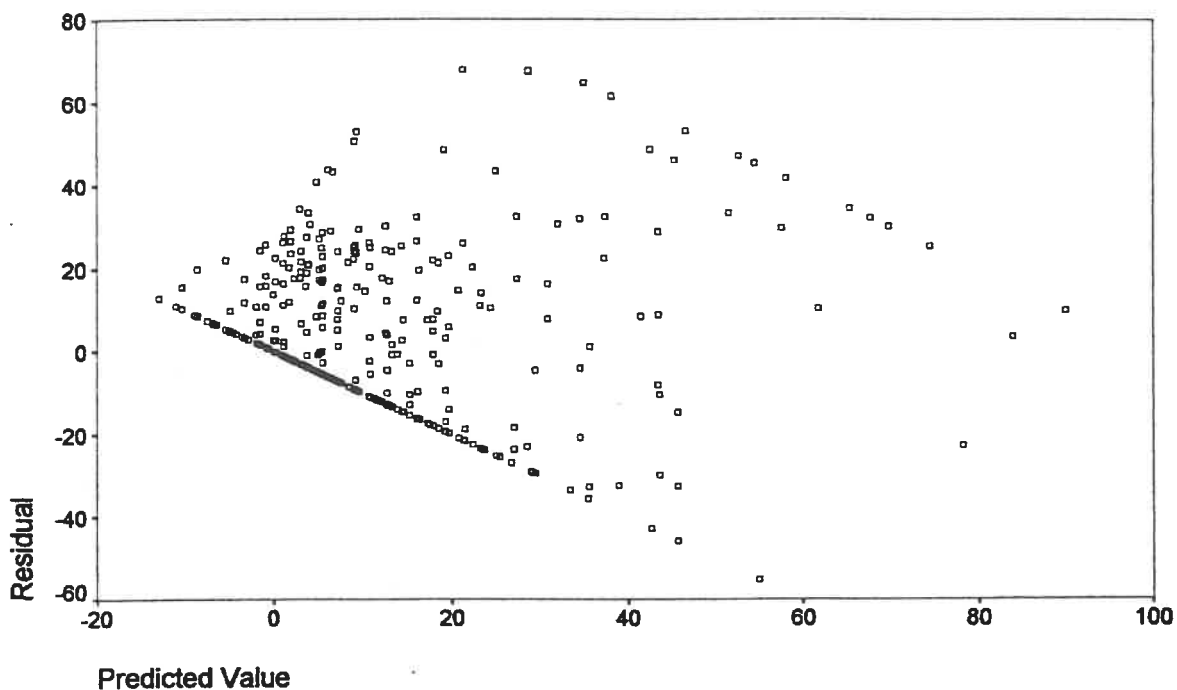
Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.62 είναι το παρακάτω :

$$\diamond [Dt(R)/R] = 69.749 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 4.538 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 61.725$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.42801 και η τιμή του F είναι 289.5818. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε. Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, ϵ_i) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

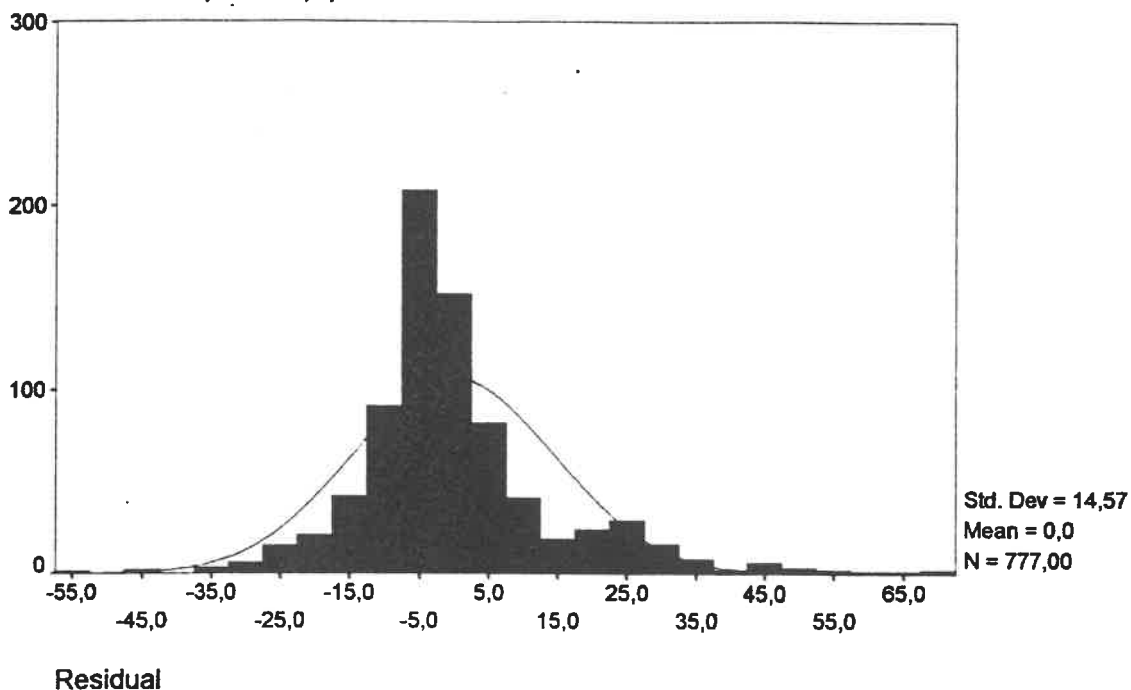
σχήμα 7.37 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 9^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.38 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 9^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ακολουθεί κανονική κατανομή



Μπορούμε να παρατηρήσουμε, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 14.57.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\varepsilon}_i$ είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.63 της επόμενης σελίδας.

Διαπιστώνουμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 190.87587 που είναι σχετικά σημαντική, οπότε και δεν ικανοποιείται πλήρως η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\varepsilon}$ είναι σταθερή, παρόλο που ο συγκεκριμένος έλεγχος ήταν ο καλύτερος για όλα τα πρότυπα που εξετάστηκαν.

πίνακας 7.63 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 9^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABS7

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR10   VAR12

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR12
2..  VAR10

Multiple R          ,58262
R Square           ,33945
Adjusted R Square  ,33774
Standard Error      8,52957

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      2      28937,86939      14468,93469
Residual       774      56311,28268      72,75360

F =      198,87587      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR10             39,063211   3,290459   ,416832   11,872   ,0000
VAR12             2,198006   ,110346   ,699395   19,919   ,0000
(Constant)       -27,160507  2,511617          -10,814   ,0000

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin-Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.75306 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.64, της επόμενης σελίδας φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.64 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 9^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:
      Min      Max      Mean  Std Dev  N
*PRED  -12,8706  89,8904  8,3154  12,6067  777
*RESID  -55,0346  67,9076  ,0000  14,5737  777
*ZPRED   -1,6805   6,4708  ,0000   1,0000  777
*ZRESID  -3,7714   4,6536  ,0000   ,9987  777

Total Cases =      777

Durbin-Watson Test =    1,81280
* * * * *

```

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντί για το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο (9^ο) το εξής :

$$\diamond [Dt(R)/R] = 1.740 \cdot (Dt) + 3.198 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 20.483$$

Σε αυτό οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι ίδιες με εκείνες των υπολοίπων μαθηματικών προτύπων. Ο συντελεστής προσδιορισμού μάλιστα R^2 προκύπτει ίσος με 0.42949, δηλαδή λίγο μεγαλύτερος από το προηγούμενο πρότυπο. Όμως ο έλεγχος της υπόθεσης ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή δεν ικανοποιείται πλήρως.

Επίσης η τιμή t για την παράμετρο β της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$ προκύπτει ίση με 0.682 και βρίσκεται εκτός της περιοχής απόρριψης, με αποτέλεσμα ο συγκεκριμένος όρος να μην συμβάλλει στον προσδιορισμό μιας τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής. Ο υπολογισμός του συγκεκριμένου προτύπου φαίνεται στον πίνακα 7.65 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.65 — Αποτελέσματα υπολογισμού 10^ο προτύπου

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1    Dependent Variable..  VAR5
Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
  1..  VAR10
  2..  VAR1

Multiple R          ,65536
R Square           ,42949
Adjusted R Square  ,42802
Standard Error     14,57355

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      2        123756,53127      61878,26563
Residual       774        164388,55513      212,38831

F =      291,34496      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR1              1,740495      ,072183      1,598796      1,882193      ,656495
VAR10             3,198319      4,690976      -6,010224      12,406862      ,018563
(Constant)       -20,483198      3,300302      -26,961801      -14,004594

----- Variables in the Equation -----
Variable      Tolerance      VIF          T      Sig T
VAR1          ,994325      1,006      24,112      ,0000
VAR10         ,994325      1,006          ,682      ,4956
(Constant)    -6,206      ,0000

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Τα 6 αυτά μαθηματικά πρότυπα είναι αυτά που προτείνονται για χρήση στην περίπτωση που άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση πραγματοποιείται όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη. Τα πρότυπα 6 και 10 απλά αναφέρονται προκειμένου όλα τα πρότυπα να έχουν την ίδια μορφή.

7.9.4 Εύρεση των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων για λεωφορεία που αφήθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

Ο συνολικός αριθμός μαθηματικών προτύπων που καταρτίστηκαν αρχικά ήταν περίπου 600. Τα πρότυπα αυτά αποτελούντο από 1, 2, και 3 ανεξάρτητες μεταβλητές. Η εξαρτημένες μεταβλητές ήταν περισσότερες από μία, γιατί λάβαμε υπόψη μας κατά την εύρεση του κατάλληλου μαθηματικού προτύπου κάποιους μετασχηματισμούς για αυτές προκειμένου να ελέγξουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2). Δεν καταρτίσαμε πρότυπα με 4 ανεξάρτητες μεταβλητές, γιατί στη συγκεκριμένη περίπτωση που η ένδειξη του σηματοδότη είναι καθορισμένη δεν έχουμε την ποιοτική μεταβλητή.

Οι βασικές εξαρτημένες μεταβλητές είναι τέσσερις. Η πρώτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR3, είναι το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη $[Dt(G)]$. Η δεύτερη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR4, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της πράσινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(G)/G]$. Η τρίτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR5, είναι ο λόγος του τμήματος του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη προς τη συνολική διάρκεια της $[Dt(R)/R]$. Τέλος η τέταρτη εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR6, είναι το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με τμήμα της κόκκινης ένδειξης του σηματοδότη $[Dt(R)]$.

Αυτές οι εξαρτημένες μεταβλητές μετασχηματίζονται στην τετραγωνική ρίζα και το λογάριθμό τους, προκειμένου να εξεταστεί η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε δεν είναι σταθερή (παράγραφος 7.8.3.2). Στον επόμενο πίνακα φαίνονται όλες οι εξαρτημένες μεταβλητές.

πίνακας 7.66 — Εξαρτημένες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR3	Dt (G)	δευτερόλεπτα	VAR15	$\ln [Dt (R) / R]$	/
VAR4	$[Dt (G) / G]$	%	VAR25	$\sqrt{[Dt (R) / R]}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR5	$[Dt (R) / R]$	δευτερόλεπτα	VAR26	$\sqrt{Dt (R)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR6	Dt (R)	δευτερόλεπτα	VAR27	$\sqrt{[Dt (G) / G]}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR9	$[Dt / (R / C)]$	%	VAR28	$\sqrt{Dt (G)}$	(δευτερόλεπτα) ^{1/2}
VAR14	$\ln [Dt (R)]$	/			

Το κριτήριο για να μπορούσαμε να συγκρίνουμε μεταξύ τους τα πρότυπα που είχαν σαν εξαρτημένη μεταβλητή την τετραγωνική ρίζα ή το λογάριθμο με αυτά που είχαν την εξαρτημένη μεταβλητή σε κανονική μορφή, ήταν ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R^2 . Για να γίνει αυτό όμως έπρεπε να υπολογίσουμε ένα νέο πολλαπλό συντελεστή προσδιορισμού ανάλογα με τον τρόπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.5.4.3. Αυτό έγινε και προέκυψε ότι τα αποτελέσματα, όταν είχε μετασηματιστεί η εξαρτημένη μεταβλητή σε τετραγωνική ρίζα, δεν ήταν καλύτερα. Αντίθετα όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είχε μετασηματιστεί σε λογάριθμο τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα.

Οι βασικές ανεξάρτητες μεταβλητές είναι τρεις. Η πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR1, είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt). Ο χρόνος αυτός, όπως περιγράψαμε στην παράγραφο 2.5.5, εξαρτάται από το χρόνο που απαιτείται για την επιβίβαση και την αποβίβαση των επιβατών, από το χρόνο που απαιτείται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών και το χρόνο που μεσολαβεί μέχρι οι επιβάτες να αρχίσουν να αποβιβάζονται ή να επιβιβάζονται. Οι επί μέρους αυτοί χρόνοι που συνθέτουν το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι ανεξάρτητοι από τον τρόπο, την μέθοδο και τη διάρκεια της σηματοδότησης και άρα ο χρόνος Dt αποτελεί την πρώτη ανεξάρτητη μεταβλητή.

Η δεύτερη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR7, είναι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση (Υπ. ένδ.). Ο χρόνος αυτός εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι αφίξεις των λεωφορείων στην κάθε στάση. Στην παράγραφο 6.3 αποδείξαμε ότι η άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση, είτε αυτή βρίσκεται αμέσως μετά από το

σηματοδότη είτε ακριβώς πριν από το σηματοδότη είτε στο μέσο του οικοδομικού τετραγώνου και ανεξάρτητα από την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση, ακολουθεί την κατανομή Poisson, δηλαδή αποτελεί ένα τυχαίο γεγονός. Άρα ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη, κατά τη διάρκεια της οποίας το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι τυχαίος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας. Το εύρος τιμών που παίρνει ο χρόνος αυτός διαφοροποιείται από τη διάρκεια των ενδείξεων, αλλά μόνο ως προς τις μέγιστες τιμές του.

Η τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή, η οποία συμβολίζεται ως VAR10, είναι ο λόγος της διάρκειας της πράσινης ένδειξης προς την περίοδο της σηματοδότησης, δηλαδή ο γνωστός λόγος G / C . Η τιμή του λόγου αυτού εξαρτάται από το αντίστοιχο πρόγραμμα σηματοδότησης, το οποίο επιλέγεται για κάθε οδό και κάθε χρονική περίοδο. Άρα και αυτή η μεταβλητή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη μεταβλητή στους υπολογισμούς μας.

Με βάση αυτές τις μεταβλητές προκύπτουν και οι υπόλοιπες μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες. Οι μεταβλητές αυτές είναι συνδυασμοί των τριών πρώτων ανεξαρτήτων και εισάγουν στο μαθηματικό πρότυπο την αλληλεπίδραση μεταξύ των μεταβλητών που τις συνθέτουν. Συνολικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.67 — Ανεξάρτητες μεταβλητές για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης	Συμβολισμός	Μεταβλητή	Μονάδες μέτρησης
VAR1	Dt	δευτερόλεπτα	VAR16	$\ln(Dt)$	/
VAR2	$[Dt / Yπ. \acute{\epsilon}νδ.]$	/	VAR17	$\ln(Dt / Yπ. \acute{\epsilon}νδ.)$	/
VAR7	Yπ. \acute{\epsilon}νδ.	δευτερόλεπτα	VAR18	$\ln(Yπ. \acute{\epsilon}νδ.)$	/
VAR8	$[Dt / (G / C)]$	/	VAR19	$\ln [Dt / (G / C)]$	/
VAR9	$[Dt / (R / C)]$	/	VAR20	$\ln [Dt / (R / C)]$	/
VAR10	G / C	/	VAR21	$\ln(G / C)$	/
VAR11	$[Dt \cdot (G / C)]$	/	VAR22	$\ln [Dt \cdot (G / C)]$	/
VAR12	$[Dt \cdot (R / C)]$	/	VAR23	$\ln [Dt \cdot (R / C)]$	/
VAR13	R / C	/	VAR24	$\ln(R / C)$	/

Από τη στιγμή που καθορίσαμε τόσο τις εξαρτημένες μεταβλητές όσο και τις ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να ελέγξουμε την ύπαρξη ή όχι πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών, υπολογίζοντας το γραμμικό συντελεστή συσχέτισης για κάθε ζευγάρι, όπως ακριβώς κάναμε και στις προηγούμενες περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.68 — Έλεγχος πολλαπλής συσχέτισης μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών για την περίπτωση των λεωφορείων που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

- - Correlation Coefficients - -						
	VAR1	VAR2	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR1	1,0000 (239) P= ,	,1454 (239) P= ,025	,0733 (239) P= ,259	,9630 (239) P= ,000	,8091 (239) P= ,000	-,0016 (239) P= ,981
VAR2	,1454 (239) P= ,025	1,0000 (239) P= ,	-,4782 (239) P= ,000	,1271 (239) P= ,050	,1686 (239) P= ,009	,0953 (239) P= ,142
VAR7	,0733 (239) P= ,259	-,4782 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,	,1674 (239) P= ,010	-,1538 (239) P= ,017	-,4552 (239) P= ,000
VAR8	,9630 (239) P= ,000	,1271 (239) P= ,050	,1674 (239) P= ,010	1,0000 (239) P= ,	,6456 (239) P= ,000	-,2439 (239) P= ,000
VAR9	,8091 (239) P= ,000	,1686 (239) P= ,009	-,1538 (239) P= ,017	,6456 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,	,5164 (239) P= ,000
VAR10	-,0016 (239) P= ,981	,0953 (239) P= ,142	-,4552 (239) P= ,000	-,2439 (239) P= ,000	,5164 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,
VAR11	,9592 (239) P= ,000	,1610 (239) P= ,013	-,0382 (239) P= ,556	,8502 (239) P= ,000	,9334 (239) P= ,000	,2564 (239) P= ,000
VAR12	,9164 (239) P= ,000	,1028 (239) P= ,113	,2209 (239) P= ,001	,9867 (239) P= ,000	,5186 (239) P= ,000	-,3667 (239) P= ,000
VAR13	,0016 (239) P= ,981	-,0953 (239) P= ,142	,4552 (239) P= ,000	,2439 (239) P= ,000	-,5164 (239) P= ,000	-1,0000 (239) P= ,000
VAR16	,9547 (239) P= ,000	,1518 (239) P= ,019	,0217 (239) P= ,738	,9004 (239) P= ,000	,8043 (239) P= ,000	,0402 (239) P= ,536
VAR17	,3929 (239) P= ,000	,7197 (239) P= ,000	-,7953 (239) P= ,000	,3179 (239) P= ,000	,4734 (239) P= ,000	,3110 (239) P= ,000

πίνακας 7.68 (συνέχεια)

	VAR1	VAR2	VAR7	VAR8	VAR9	VAR10
VAR18	,0993 (239) P= ,126	-,7169 (239) P= ,000	,8989 (239) P= ,000	,1524 (239) P= ,018	-,0751 (239) P= ,248	-,3241 (239) P= ,000
VAR19	,9177 (239) P= ,000	,1220 (239) P= ,060	,1619 (239) P= ,012	,9442 (239) P= ,000	,6188 (239) P= ,000	-,2765 (239) P= ,000
VAR20	,7922 (239) P= ,000	,1864 (239) P= ,004	-,2158 (239) P= ,001	,6281 (239) P= ,000	,9536 (239) P= ,000	,5503 (239) P= ,000
VAR21	,0166 (239) P= ,799	,0776 (239) P= ,232	-,4418 (239) P= ,000	-,2311 (239) P= ,000	,4980 (239) P= ,000	,9891 (239) P= ,000
VAR22	,8963 (239) P= ,000	,1656 (239) P= ,010	-,1158 (239) P= ,074	,7693 (239) P= ,000	,9041 (239) P= ,000	,3421 (239) P= ,000
VAR23	,8280 (239) P= ,000	,0707 (239) P= ,276	,2547 (239) P= ,000	,9010 (239) P= ,000	,4090 (239) P= ,000	-,4864 (239) P= ,000
VAR24	,0250 (239) P= ,701	-,1095 (239) P= ,091	,4406 (239) P= ,000	,2498 (239) P= ,000	-,5232 (239) P= ,000	-,9796 (239) P= ,000
	VAR11	VAR12	VAR13	VAR16	VAR17	VAR18
VAR1	,9592 (239) P= ,000	,9164 (239) P= ,000	,0016 (239) P= ,981	,9547 (239) P= ,000	,3929 (239) P= ,000	,0993 (239) P= ,126
VAR2	,1610 (239) P= ,013	,1028 (239) P= ,113	-,0953 (239) P= ,142	,1518 (239) P= ,019	,7197 (239) P= ,000	-,7169 (239) P= ,000
VAR7	-,0382 (239) P= ,556	,2209 (239) P= ,001	,4552 (239) P= ,000	,0217 (239) P= ,738	-,7953 (239) P= ,000	,8989 (239) P= ,000
VAR8	,8502 (239) P= ,000	,9867 (239) P= ,000	,2439 (239) P= ,000	,9004 (239) P= ,000	,3179 (239) P= ,000	,1524 (239) P= ,018
VAR9	,9334 (239) P= ,000	,5186 (239) P= ,000	-,5164 (239) P= ,000	,8043 (239) P= ,000	,4734 (239) P= ,000	-,0751 (239) P= ,248
VAR10	,2564 (239) P= ,000	-,3667 (239) P= ,000	-1,0000 (239) P= ,000	,0402 (239) P= ,536	,3110 (239) P= ,000	-,3241 (239) P= ,000
VAR11	1,0000 (239) P= ,	,7658 (239) P= ,000	-,2564 (239) P= ,000	,9356 (239) P= ,000	,4509 (239) P= ,000	,0239 (239) P= ,713
VAR12	,7658 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,	,3667 (239) P= ,000	,8468 (239) P= ,000	,2552 (239) P= ,000	,1921 (239) P= ,003

πίνακας 7.68 (συνέχεια)

	VAR11	VAR12	VAR13	VAR16	VAR17	VAR18
VAR13	-,2564 (239) P= ,000	,3667 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,	-,0402 (239) P= ,536	-,3110 (239) P= ,000	,3241 (239) P= ,000
VAR16	,9356 (239) P= ,000	,8468 (239) P= ,000	-,0402 (239) P= ,536	1,0000 (239) P= ,	,4461 (239) P= ,000	,0655 (239) P= ,313
VAR17	,4509 (239) P= ,000	,2552 (239) P= ,000	-,3110 (239) P= ,000	,4461 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,	-,8638 (239) P= ,000
VAR18	,0239 (239) P= ,713	,1921 (239) P= ,003	,3241 (239) P= ,000	,0655 (239) P= ,313	-,8638 (239) P= ,000	1,0000 (239) P= ,
VAR19	,8188 (239) P= ,000	,9279 (239) P= ,000	,2765 (239) P= ,000	,9480 (239) P= ,000	,3372 (239) P= ,000	,1576 (239) P= ,015
VAR20	,9099 (239) P= ,000	,5134 (239) P= ,000	-,5503 (239) P= ,000	,8499 (239) P= ,000	,5408 (239) P= ,000	-,1246 (239) P= ,054
VAR21	,2686 (239) P= ,000	-,3426 (239) P= ,000	-,9891 (239) P= ,000	,0589 (239) P= ,365	,2951 (239) P= ,000	-,2958 (239) P= ,000
VAR22	,9560 (239) P= ,000	,6849 (239) P= ,000	-,3421 (239) P= ,000	,9516 (239) P= ,000	,5073 (239) P= ,000	-,0300 (239) P= ,645
VAR23	,6767 (239) P= ,000	,9253 (239) P= ,000	,4864 (239) P= ,000	,8471 (239) P= ,000	,2149 (239) P= ,001	,2372 (239) P= ,000
VAR24	-,2298 (239) P= ,000	,3822 (239) P= ,000	,9796 (239) P= ,000	-,0117 (239) P= ,857	-,3096 (239) P= ,000	,3386 (239) P= ,000
	VAR19	VAR20	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24
VAR1	,9177 (239) P= ,000	,7922 (239) P= ,000	,0166 (239) P= ,799	,8963 (239) P= ,000	,8280 (239) P= ,000	,0250 (239) P= ,701
VAR2	,1220 (239) P= ,060	,1864 (239) P= ,004	,0776 (239) P= ,232	,1656 (239) P= ,010	,0707 (239) P= ,276	-,1095 (239) P= ,091
VAR7	,1619 (239) P= ,012	-,2158 (239) P= ,001	-,4418 (239) P= ,000	-,1158 (239) P= ,074	,2547 (239) P= ,000	,4406 (239) P= ,000
VAR8	,9442 (239) P= ,000	,6281 (239) P= ,000	-,2311 (239) P= ,000	,7693 (239) P= ,000	,9010 (239) P= ,000	,2498 (239) P= ,000
VAR9	,6188 (239) P= ,000	,9536 (239) P= ,000	,4980 (239) P= ,000	,9041 (239) P= ,000	,4090 (239) P= ,000	-,5232 (239) P= ,000

πίνακας 7.68 (συνέχεια)

	VAR19	VAR20	VAR21	VAR22	VAR23	VAR24
VAR10	-,2765 (,239) P= ,000	,5503 (,239) P= ,000	,9891 (,239) P= ,000	,3421 (,239) P= ,000	-,4864 (,239) P= ,000	-,9796 (,239) P= ,000
VAR11	,8188 (,239) P= ,000	,9099 (,239) P= ,000	,2686 (,239) P= ,000	,9560 (,239) P= ,000	,6767 (,239) P= ,000	-,2298 (,239) P= ,000
VAR12	,9279 (,239) P= ,000	,5134 (,239) P= ,000	-,3426 (,239) P= ,000	,6849 (,239) P= ,000	,9253 (,239) P= ,000	,3822 (,239) P= ,000
VAR13	,2765 (,239) P= ,000	-,5503 (,239) P= ,000	-,9891 (,239) P= ,000	-,3421 (,239) P= ,000	,4864 (,239) P= ,000	,9796 (,239) P= ,000
VAR16	,9480 (,239) P= ,000	,8499 (,239) P= ,000	,0589 (,239) P= ,365	,9516 (,239) P= ,000	,8471 (,239) P= ,000	-,0117 (,239) P= ,857
VAR17	,3372 (,239) P= ,000	,5408 (,239) P= ,000	,2951 (,239) P= ,000	,5073 (,239) P= ,000	,2149 (,239) P= ,001	-,3096 (,239) P= ,000
VAR18	,1576 (,239) P= ,015	-,1246 (,239) P= ,054	-,2958 (,239) P= ,000	-,0300 (,239) P= ,645	,2372 (,239) P= ,000	,3386 (,239) P= ,000
VAR19	1,0000 (,239) P= ,	,6476 (,239) P= ,000	-,2620 (,239) P= ,000	,8042 (,239) P= ,000	,9624 (,239) P= ,000	,2887 (,239) P= ,000
VAR20	,6476 (,239) P= ,000	1,0000 (,239) P= ,	,5457 (,239) P= ,000	,9613 (,239) P= ,000	,4398 (,239) P= ,000	-,5368 (,239) P= ,000
VAR21	-,2620 (,239) P= ,000	,5457 (,239) P= ,000	1,0000 (,239) P= ,	,3629 (,239) P= ,000	-,4499 (,239) P= ,000	-,9406 (,239) P= ,000
VAR22	,8042 (,239) P= ,000	,9613 (,239) P= ,000	,3629 (,239) P= ,000	1,0000 (,239) P= ,	,6522 (,239) P= ,000	-,3005 (,239) P= ,000
VAR23	,9624 (,239) P= ,000	,4398 (,239) P= ,000	-,4499 (,239) P= ,000	,6522 (,239) P= ,000	1,0000 (,239) P= ,	,5214 (,239) P= ,000
VAR24	,2887 (,239) P= ,000	-,5368 (,239) P= ,000	-,9406 (,239) P= ,000	-,3005 (,239) P= ,000	,5214 (,239) P= ,000	1,0000 (,239) P= ,

(Coefficient / (Cases) / 2-tailed Significance)

" . " is printed if a coefficient cannot be computed

Όταν ο γραμμικός συντελεστής συσχέτισης προκύπτει μεγαλύτερος από το ± 0.5 απορρίπτουμε το συγκεκριμένο συνδυασμό και δεν εισάγουμε τις δύο αυτές μεταβλητές μαζί στο ίδιο μαθηματικό πρότυπο. Από τους συνδυασμούς που απομένουν προκύπτουν μια σειρά από μαθηματικά πρότυπα για τα οποία ελέγχουμε επιπλέον και τους συντελεστές VIF, όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.9.1.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι προτεινόμενες σχέσεις για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Κατά την κατάρτιση των διαφόρων μαθηματικών πρότυπων διαπιστώσαμε ότι γενικά όταν σαν εξαρτημένες μεταβλητές είχαμε τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ αντί για τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$ οι έλεγχοι των υποθέσεων για το τυχαίο σφάλμα ε ήταν πιο ευνοϊκοί και επίσης όλοι οι όροι του προτύπου συνέβαλλαν στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής. Σε κάποιες περιπτώσεις ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού προέκυπτε λίγο μικρότερος στα μαθηματικά πρότυπα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$ σε σχέση με εκείνα που είχαν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$, όχι όμως περισσότερο από 2%. Οι προτεινόμενες σχέσεις προέκυψαν με βάση τα κριτήρια του βήματος 9, τα οποία περιγράφονται στην παράγραφο 7.9.1.

πίνακας 7.69 — Αποτελέσματα υπολογισμού 11^{ου} προτύπου

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *			
Listwise Deletion of Missing Data			
Equation Number 1	Dependent Variable..	VAR15	
Block Number 1.	Method: Enter	VAR16	VAR17 VAR21
Variable(s) Entered on Step Number			
1..	VAR21		
2..	VAR16		
3..	VAR17		
Multiple R	,94162		
R Square	,88665		
Adjusted R Square	,88521		
Standard Error	,22004		
Analysis of Variance			
	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	89,00929	29,66976
Residual	235	11,37865	,04842
F =	612,76123	Signif F =	,0000

πίνακας 7.69 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B		Beta
VAR16	1,337513	,036425	1,265753	1,409274	,904372
VAR17	-,658266	,019212	-,696115	-,620417	-,881663
VAR21	1,885955	,103427	1,682192	2,089718	,420652
(Constant)	,684819	,110007	,468092	,901545	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR16	,795159	1,258	36,720	,0000
VAR17	,728461	1,373	-34,264	,0000
VAR21	,906335	1,103	18,235	,0000
(Constant)			6,225	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions			
			Constant	VAR16	VAR17	VAR21
1	2,96288	1,000	,00187	,00215	,00429	,00803
2	,97641	1,742	,00011	,00048	,70680	,00000
3	,05117	7,609	,03736	,07906	,15125	,95449
4	,00954	17,621	,96065	,91830	,13767	,03748

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.69 είναι το παρακάτω :

$$\diamond \ln [Dt (R)/R] = 1.338 \cdot \ln (Dt) + 1.886 \cdot \ln \left(\frac{G}{C} \right) - 0.658 \cdot \ln \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}} \right) + 0.685 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow [Dt (R)/R] = (Dt)^{1.338} \cdot \left(\frac{G}{C} \right)^{1.886} \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}} \right)^{-0.658} \cdot e^{0.685}$$

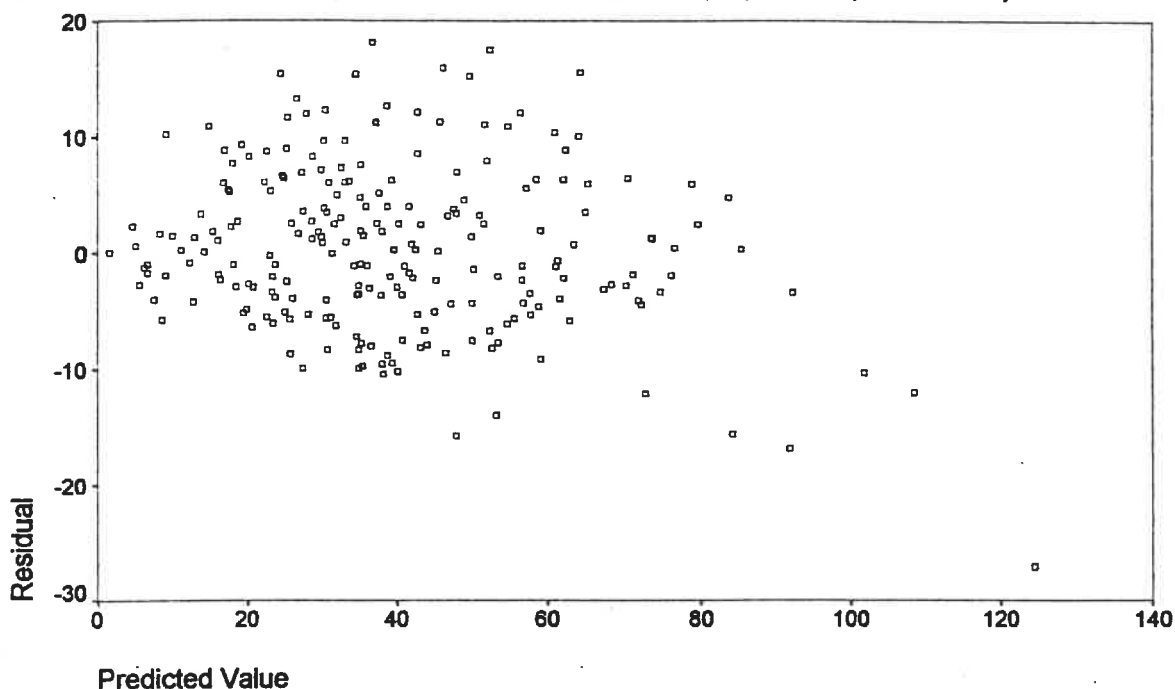
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.88665 και η τιμή του F είναι 612.76123. Για να προκύψει όμως ότι αυτό το μαθηματικό πρότυπο ήταν καλύτερο, υπολογίσαμε μια νέα τιμή τόσο για το R^2 όσο και για το F. Έτσι η τιμή του R^2 προκύπτει 0.87799 και η τιμή του F προκύπτει 563.63276 από τη σχέση της παραγράφου 7.5.4.3.

Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει

από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

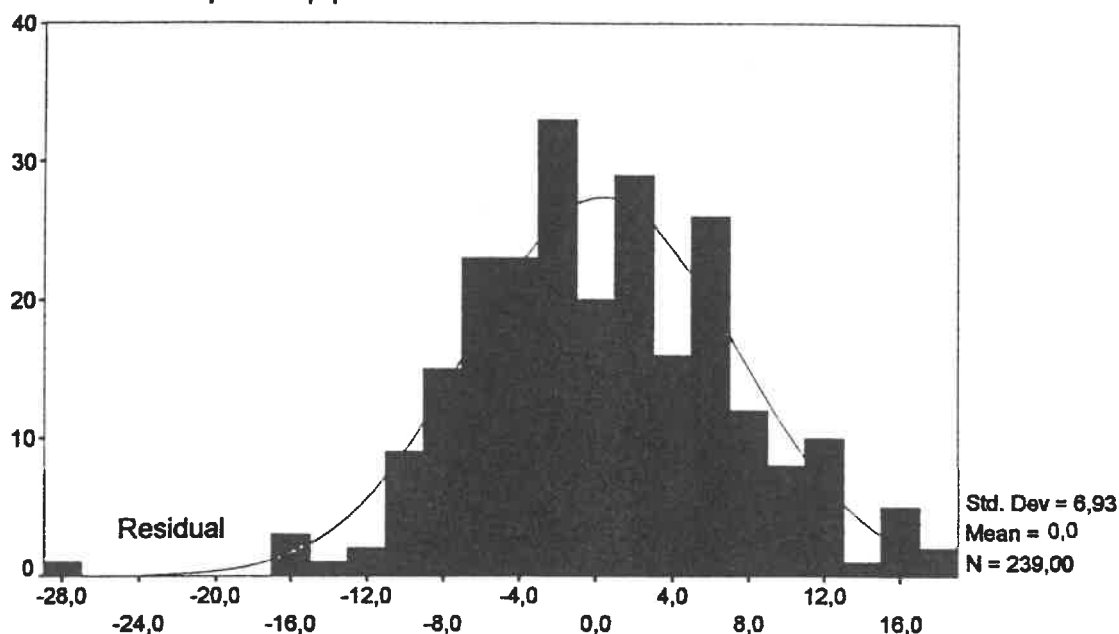
σχήμα 7.39 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 11^ο πρότυπο



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σε σημαντικό βαθμό οφείλεται και στο μετασχηματισμό της εξαρτημένης μεταβλητής. Το συμπέρασμα είναι ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.40 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 11^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 6.93. Από αυτήν την τιμή της τυπικής απόκλισης μπορούμε να καταλάβουμε ότι ο πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού R^2 και το F έχουν διαφορετικές τιμές από αυτές που φαίνονται στον πίνακα 7.69.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή.

Στον πίνακα 7.70, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η τιμή του F είναι 7.12412 και φυσικά δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\varepsilon}$ είναι σταθερή.

πίνακας 7.70 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 1^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABS2

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16   VAR17   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR21
2..  VAR16
3..  VAR17

Multiple R           ,28873
R Square             ,08336
Adjusted R Square    ,07166
Standard Error       4,04557

Analysis of Variance
                    DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression           3          349,79434          116,59811
Residual            235         3846,16703          16,36667

F =          7,12412      Signif F =  ,0001

----- Variables in the Equation -----
Variable           B           SE B           Beta           T      Sig T
VAR16              1,738932     ,669674     ,181868         2,597   ,0100
VAR17             -1,150833     ,353211    -,238418        -3,258   ,0013
VAR21              7,204642     1,901532     ,248559         3,789   ,0002
(Constant)         4,096706     2,022506
                    2,026   ,0439

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.68839. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.71, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.71 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 1^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:
      Min      Max      Mean  Std Dev  N
*PRED      ,5366  4,8247  3,5320   ,6115  239
*RESID     -1,1012  ,7540   ,0000   ,2187  239
*ZPRED     -4,8982  2,1137   ,0000   1,0000  239
*ZRESID     -5,0044  3,4264   ,0000   ,9937  239

Total Cases =      239

Durbin-Watson Test =      1,68839

* * * * *

```

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα μαθηματικό πρότυπο, το οποίο είναι της ίδιας μορφής με το αντίστοιχο για το σύνολο των λεωφορείων. Το πρότυπο αυτό έχει την ίδια εξαρτημένη μεταβλητή και τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το 1^ο πρότυπο. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.72 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.72 — Αποτελέσματα υπολογισμού 12^{ου} προτύπου

```

* * * * *  M U L T I P L E  R E G R E S S I O N  * * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR5

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16   VAR17   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
  1..   VAR21
  2..   VAR16
  3..   VAR17

Multiple R           ,91457
R Square            ,83644
Adjusted R Square   ,83435
Standard Error      8,08810

Analysis of Variance
      DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      78618,83882      26206,27961
Residual      235      15373,08103      65,41737

F =      400,60127      Signif F = ,0000

```

πίνακας 7.72 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B		Beta
VAR16	43,927792	1,338844	41,290123	46,565462	,970697
VAR17	-14,507200	,706157	-15,898406	-13,115993	-,635010
VAR21	50,874405	3,801631	43,384773	58,364037	,370840
(Constant)	-57,798163	4,043489	-65,764282	-49,832045	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR16	,795159	1,258	32,810	,0000
VAR17	,728461	1,373	-20,544	,0000
VAR21	,906335	1,103	13,382	,0000
(Constant)			-14,294	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions			
			Constant	VAR16	VAR17	VAR21
1	2,96288	1,000	,00187	,00215	,00429	,00803
2	,97641	1,742	,00011	,00048	,70680	,00000
3	,05117	7,609	,03736	,07906	,15125	,95449
4	,00954	17,621	,96065	,91830	,13767	,03748

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.72 είναι το παρακάτω :

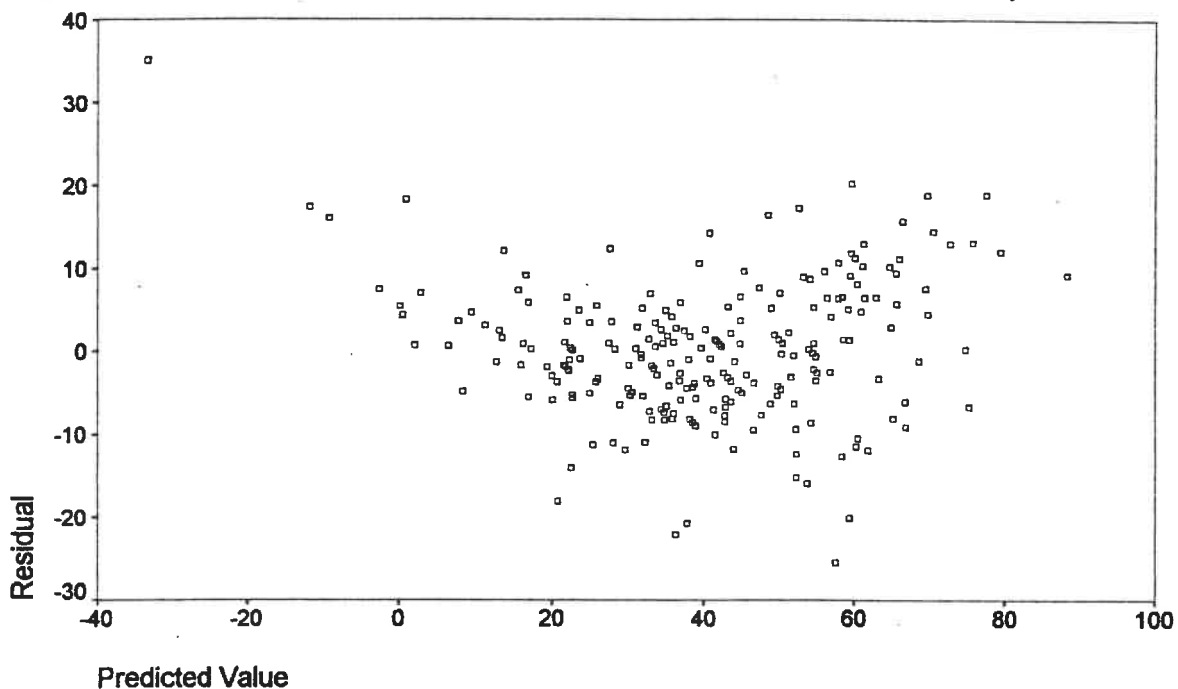
$$\diamond [Dt(R)/R] = 43.928 \cdot \ln(Dt) + 50.874 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 14.507 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 57.798$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.83644 και η τιμή του F είναι 400.60127. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β και των τιμών t , ανάμεσα στο μαθηματικό πρότυπο που αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και στο συγκεκριμένο, δεν είναι ακριβώς τα ίδια, ενώ και οι τιμές τους διαφέρουν. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο σε σχέση με αντίστοιχο που αναφέρεται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

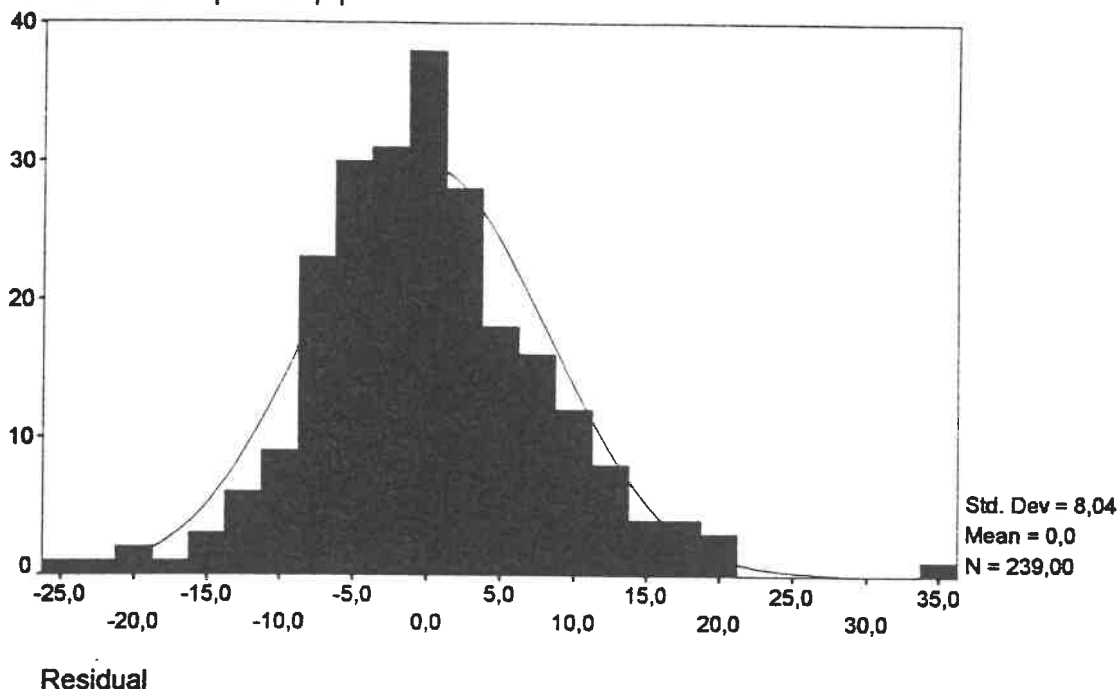
σχήμα 7.41 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 12^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποιες από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

σχήμα 7.42 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 12^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ϵ ακολουθεί κανονική κατανομή



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\epsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από συγκεκριμένο το μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 8.04.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή.

Στον πίνακα 7.73, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η τιμή του F είναι 20.62616 και φυσικά δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή.

πίνακας 7.73 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 12^ο πρότυπο ότι η διασκόμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABS1

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR16   VAR17   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR21
2..  VAR16
3..  VAR17

Multiple R           ,45654
R Square             ,20843
Adjusted R Square    ,19833
Standard Error       4,68368

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      1357,42221      452,47407
Residual       235      5155,17116      21,93690

F =      20,62616      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR16             2,323445    ,775302    ,195050     2,997    ,0030
VAR17             2,096637    ,408924    ,348649     5,127    ,0000
VAR21            -2,863809    2,201461   -,079305    -1,301    ,1946
(Constant)       -1,426921    2,341517           -1,609    ,5428

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.71616. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.74, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.74 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 12^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-33,3320	88,2973	40,1755	18,1750	239
*RESID	-25,4045	35,0860	,0000	8,0370	239
*ZPRED	-4,0444	2,6477	,0000	1,0000	239
*ZRESID	-3,1410	4,3380	,0000	,9937	239

Total Cases = 239

Durbin-Watson Test = 1,71616

```

* * * * *

```

πίνακας 7.75 — Αποτελέσματα υπολογισμού 13^{ου} προτύπου

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

```

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. VAR4

Block Number 1. Method: Enter VAR1 VAR2 VAR10

Variable(s) Entered on Step Number

1.. VAR10

2.. VAR1

3.. VAR2

Multiple R ,80074

R Square ,64119

Adjusted R Square ,63661

Standard Error 6,32902

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	16821,49281	5607,16427
Residual	235	9413,28712	40,05654

F = 139,98124 Signif F = ,0000

πίνακας 7.75 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta	
VAR1	,656913	,048708	,560954	,752873	,532727
VAR2	1,884974	,142311	1,604606	2,165342	,525581
VAR10	-11,318535	4,649893	-20,479336	-2,157734	-,095560
(Constant)	-1,247975	3,023407	-7,204420	4,708469	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR1	,978612	1,022	13,487	,0000
VAR2	,969734	1,031	13,245	,0000
VAR10	,990682	1,009	-2,434	,0157
(Constant)			-,413	,6802

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions			
			Constant	VAR1	VAR2	VAR10
1	3,14531	1,000	,00175	,01696	,02951	,00188
2	,70726	2,109	,00127	,00769	,95866	,00122
3	,13769	4,779	,01749	,94796	,00504	,02573
4	,00974	17,973	,97950	,02740	,00678	,97118

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.75 είναι το παρακάτω :

$$\diamond [Dt(G)/G] = 0.657 \cdot (Dt) - 11.319 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.885 \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 1.248$$

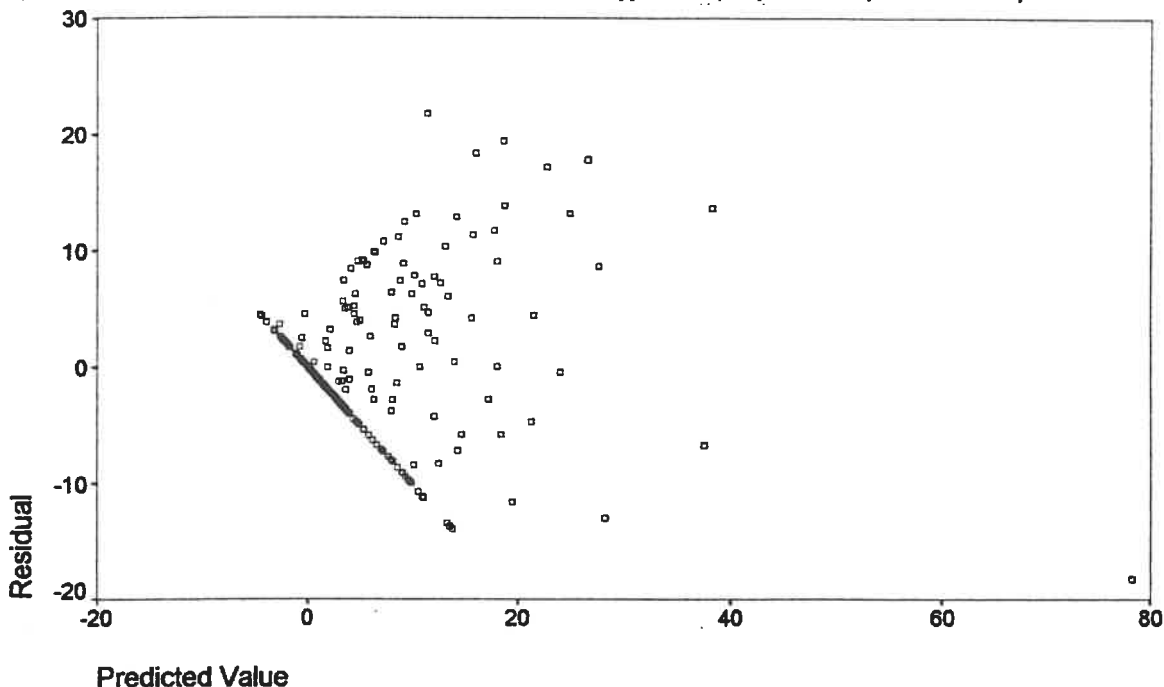
Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.64119 και η τιμή του F είναι 139.98124. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000, εκτός από την περίπτωση της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$, όπου το επίπεδο σημαντικότητας προκύπτει 0.0157, και της σταθεράς,

όπου το επίπεδο σημαντικότητας προκύπτει 0.6802 . Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα πρόσημα των παραμέτρων β και των τιμών t , ανάμεσα στο μαθηματικό πρότυπο που αναφέρεται στα λεωφορεία που αφήχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και στο συγκεκριμένο, δεν ακριβώς τα είναι ίδια, ενώ και οι τιμές τους διαφέρουν .

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα .

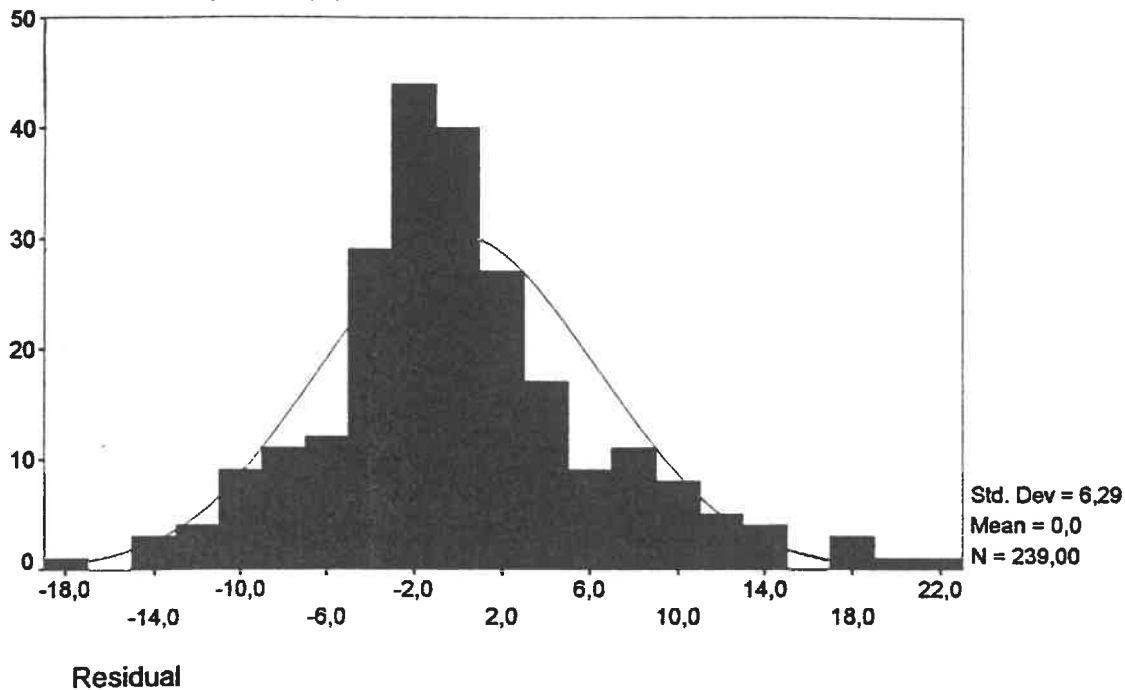
σχήμα 7.43 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 13^ο πρότυπο



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19 . Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται .

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.44 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 13^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Διαπιστώνουμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 6.29.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του πρότυπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή.

Στον πίνακα 7.76, της επόμενης σελίδας, φαίνεται ότι η τιμή του F είναι 64.6762 που δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\varepsilon}$ είναι σταθερή.

πίνακας 7.76 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 13^ο πρότυπο ότι η διασκόμανση του τοχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS4

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR2      VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
1..  VAR10
2..  VAR1
3..  VAR2

Multiple R          ,67250
R Square           ,45225
Adjusted R Square  ,44526
Standard Error     3,15197

Analysis of Variance
Regression          DF          Sum of Squares      Mean Square
Residual           235          2334,70100          9,93490

F =          64,67620      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR1              ,249623    ,024257      ,502222      10,291  ,0000
VAR2              ,507834    ,070873      ,351293      7,165  ,0000
VAR10            -9,312682  2,315730    -,195064     -4,021  ,0001
(Constant)       5,336616  1,505711          3,544  ,0005

End Block Number  1  All requested variables entered.

```

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin - Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι πολύ κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση 1.93125 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.77, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.77 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 13^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:

```

	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	-4,5020	78,2606	5,9132	8,4071	239
*RESID	-18,2606	21,8125	,0000	6,2890	239
*ZPRED	-1,2389	8,6056	,0000	1,0000	239
*ZRESID	-2,8852	3,4464	,0000	,9937	239

Total Cases = 239

Durbin-Watson Test = 1,93125

```

* * * * *

```

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο ακόμα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία δεν υπάρχει η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right)$, για τον ίδιο λόγο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.9.2.

πίνακας 7.78 — Αποτελέσματα ελέγχου 14^{ου} προτύπου

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

```

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. VAR5

Block Number 1. Method: Enter VAR16 VAR21

Variable(s) Entered on Step Number

1.. VAR21

2.. VAR16

Multiple R ,73668

R Square ,54270

Adjusted R Square ,53882

Standard Error 13,49553

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	51009,37249	25504,68625
Residual	236	42982,54736	182,12944

F = 140,03605 Signif F = ,0000

πίνακας 7.78 (συνέχεια)

----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta	
VAR16	31,563586	1,995515	27,632288	35,494885	,697478
VAR21	27,378069	6,049404	15,460339	39,295799	,199567
(Constant)	-33,323017	6,447335	-46,024698	-20,621336	

----- Variables in the Equation -----				
Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR16	,996531	1,003	15,817	,0000
VAR21	,996531	1,003	4,526	,0000
(Constant)			-5,168	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions		
			Constant	VAR16	VAR21
1	2,92730	1,000	,00212	,00282	,00899
2	,06172	6,887	,02327	,10735	,84881
3	,01098	16,326	,97461	,88984	,14220

End Block Number 1 All requested variables entered.

Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.78 είναι το παρακάτω :

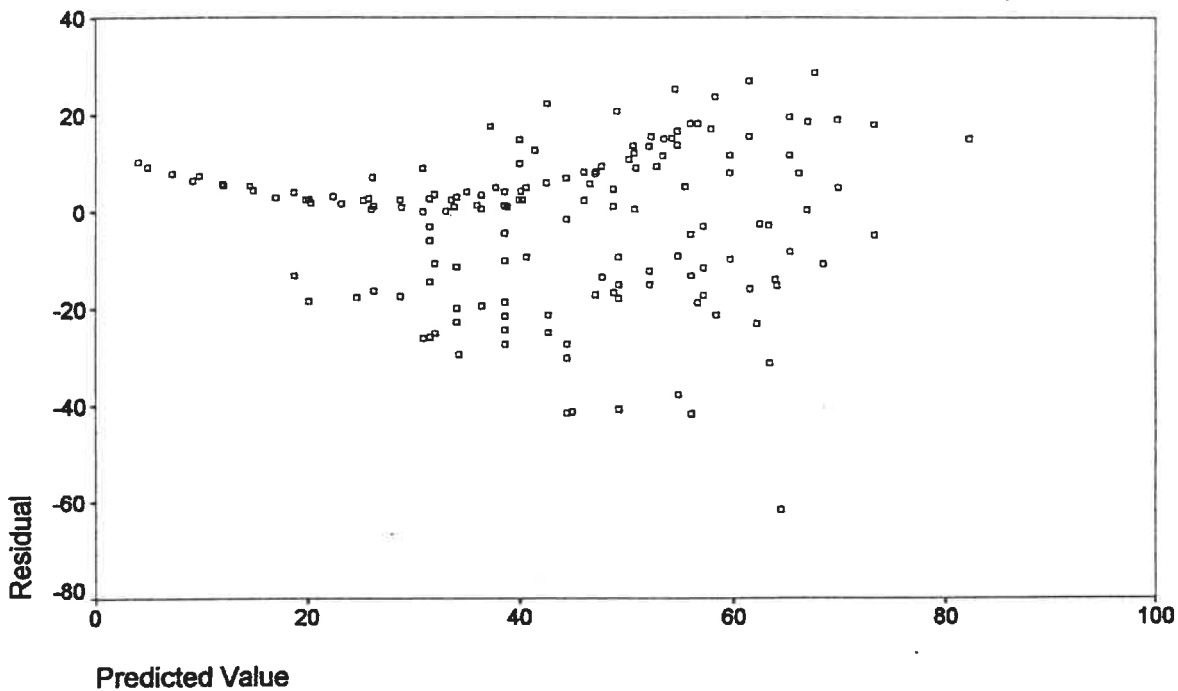
$$\diamond [Dt(R)/R] = 31.564 \cdot \ln(Dt) + 27.378 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 33.323$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.5427 και η τιμή του F είναι 140.03605. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.000. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι οι τιμές τόσο του συντελεστή προσδιορισμού όσο και του F είναι μικρότερες από το αντίστοιχο πρότυπο, στο οποίο συμμετέχει και η μεταβλητή $\left(\frac{Dt}{Υπ.ενδ}\right)$.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

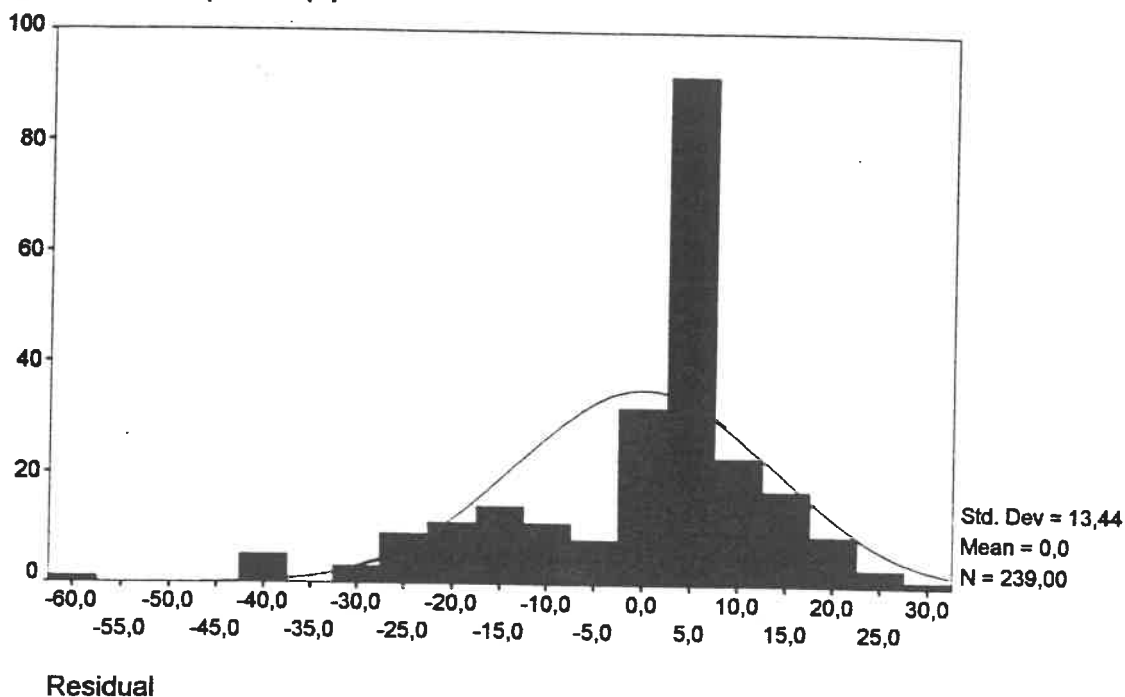
σχήμα 7.45 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 1^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο σχήμα 7.46 της επόμενης σελίδας. Διαπιστώνουμε, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 13.44.

σχήμα 7.46 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 1^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο, που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2 και το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

πίνακας 7.79 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 1^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * *  M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   ABS3

Block Number 1.   Method:   Enter       VAR16   VAR21

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR21
2..   VAR16
    
```


πίνακας 7.79 (συνέχεια)

Multiple R	,43889				
R Square	,19262				
Adjusted R Square	,18578				
Standard Error	8,41621				
Analysis of Variance					
	DF	Sum of Squares	Mean Square		
Regression	2	3988,22743	1994,11371		
Residual	236	16716,47760	70,83253		
F =	28,15251	Signif F =	,0000		
----- Variables in the Equation -----					
Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
VAR16	7,385844	1,244461	,347740	5,935	,0000
VAR21	15,972703	3,772584	,248071	4,234	,0000
(Constant)	-2,871356	4,020745		-,714	,4758
End Block Number	1	All requested variables entered.			

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 28.15251 που δεν είναι σημαντική, όποτε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος $\hat{\epsilon}$ είναι σταθερή.

Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin-Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι αρκετά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση 1.81757 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.80 φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.80 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 14^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ϵ_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

* * * * *					
Residuals Statistics:					
	Min	Max	Mean	Std Dev	N
*PRED	3,9886	82,3650	40,1755	14,6398	239
*RESID	-61,6365	28,6256	,0000	13,4387	239
*ZPRED	-2,4718	2,8818	,0000	1,0000	239
*ZRESID	-4,5672	2,1211	,0000	,9958	239
Total Cases =	239				
Durbin-Watson Test =	1,81757				
* * * * *					

πίνακας 7.81 — Αποτελέσματα υπολογισμού 15^{ου} προτύπου

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1 Dependent Variable.. VAR4

Block Number 1. Method: Enter VAR10 VAR12

Variable(s) Entered on Step Number

1.. VAR12
2.. VAR10

Multiple R ,61658
R Square ,38017
Adjusted R Square ,37492
Standard Error 8,30076

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	9973,74855	4986,87427
Residual	236	16261,03138	68,90268

F = 72,37563 Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	95% Confdnce Intrvl B	Beta
VAR10	23,217414	6,524593	10,363530 36,071298	,196021
VAR12	1,853704	,154511	1,549308 2,158101	,660880
(Constant)	-20,695308	4,550293	-29,659689 -11,730926	

----- Variables in the Equation -----

Variable	Tolerance	VIF	T	Sig T
VAR10	,865518	1,155	3,558	,0005
VAR12	,865518	1,155	11,997	,0000
(Constant)			-4,548	,0000

Collinearity Diagnostics

Number	Eigenval	Cond Index	Variance Proportions		
			Constant	VAR10	VAR12
1	2,79876	1,000	,00174	,00210	,02333
2	,19349	3,803	,00713	,01962	,74088
3	,00776	18,997	,99114	,97827	,23580

End Block Number 1 All requested variables entered.

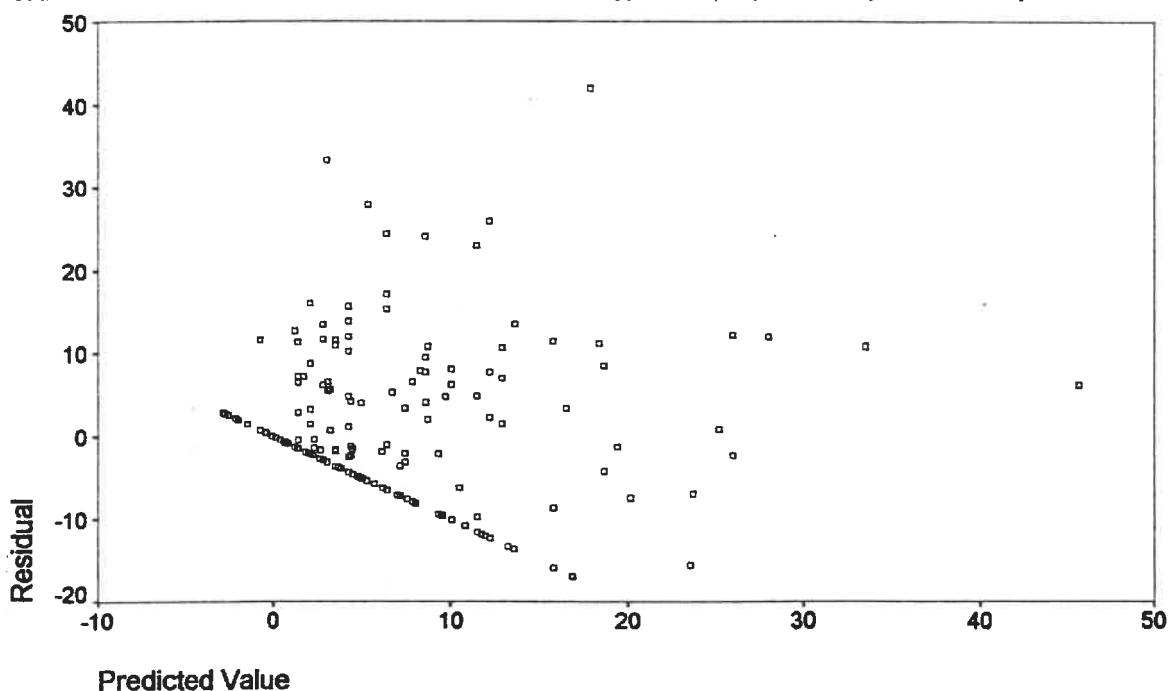
Το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει από τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και φαίνεται στον πίνακα 7.81 είναι το παρακάτω :

$$\diamond [Dt(G)/G] = 23.217 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.853 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 20.695$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει 0.38017 και η τιμή του F είναι 72.37563. Η τιμή με την οποία συγκρίνουμε την παραπάνω τιμή προκύπτει από πίνακες στατιστικής και είναι για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ίση με 2.37. Αντίστοιχα οι τιμές των t για τις παραμέτρους β είναι εντός της περιοχής απόρριψης. Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για το ίδιο με το παραπάνω επίπεδο σημαντικότητας, τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Η απόρριψη της υπόθεσης H_0 για την υπόθεση H_a θα γίνει σε κάθε περίπτωση για κάθε επίπεδο σημαντικότητας μεγαλύτερο από το 0.00. Οι συντελεστές VIF προκύπτουν σε κάθε περίπτωση λίγο μεγαλύτεροι από το 1 και είναι πολύ ικανοποιητικοί.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε. Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\epsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

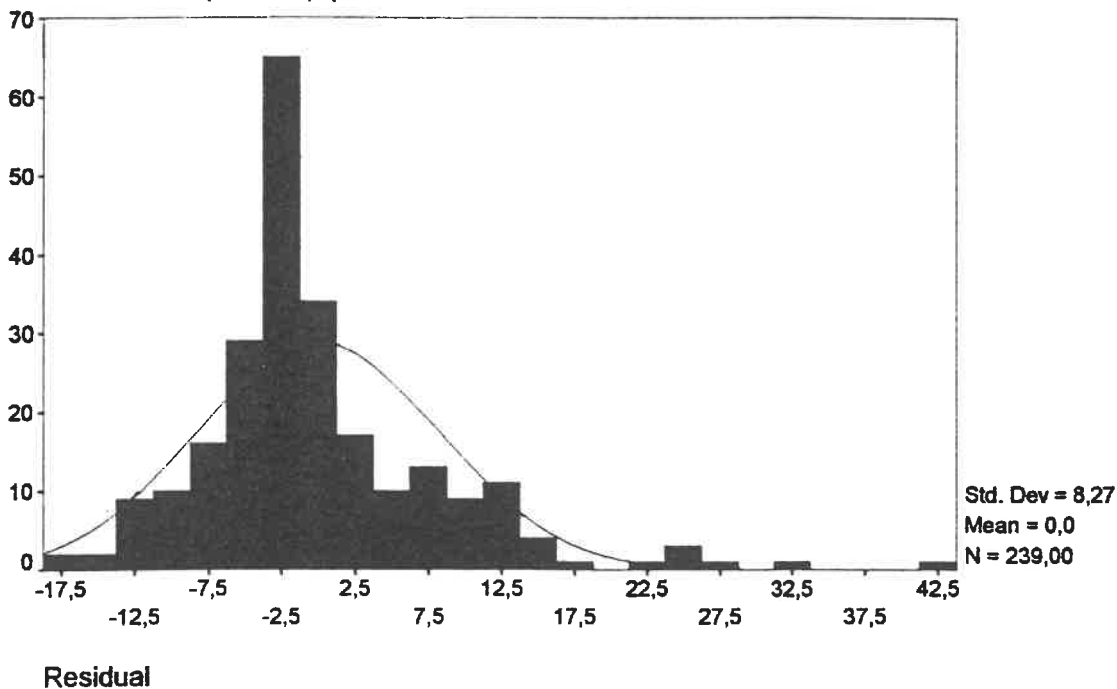
σχήμα 7.47 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος ε για το 15^ο πρότυπο



Παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση. Αυτό σημαίνει ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε στη συνέχεια το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\epsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα 7.48 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 15^ο πρότυπο ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\epsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή το 0 και τυπική απόκλιση 8.27.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.7.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\epsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 7.82 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.82 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 15^ο πρότυπο ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * *  M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABS7

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR10   VAR12

Variable(s) Entered on Step Number
  1..   VAR12
  2..   VAR10

Multiple R           ,44360
R Square            ,19678
Adjusted R Square    ,18998
Standard Error       5,24262

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression        2      1589,15887      794,57943
Residual         236      6486,48112      27,48509

F =      28,90947      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR10             -,791733     4,120823     -,012048     -,192   ,8478
VAR12             ,683243     ,097586     ,439044     7,001   ,0000
(Constant)        1,840568     2,873888                ,640   ,5225

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Παρατηρούμε ότι η τιμή του F προκύπτει ίση με 28.90947 που δεν είναι σημαντική, οπότε και ικανοποιείται η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή.

Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin–Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι αρκετά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση 1.81234 και άρα τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα 7.83, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου.

πίνακας 7.83 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 16^ο πρότυπο ότι τα τυχαία σφάλματα ε_i είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:
      Min      Max      Mean  Std Dev  N
*PRED   -2,9040  45,7115  5,9132   6,4735  239
*RESID  -16,9049  41,9924  ,0000   8,2658  239
*ZPRED   -1,3620   6,1479  ,0000   1,0000  239
*ZRESID  -2,0365   5,0589  ,0000   ,9958   239

Total Cases =      239

Durbin-Watson Test =  1,81234

* * * * *

```

Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντί για το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο (15^ο) το εξής :

$$\diamond [Dt(G)/G] = 0.751 \cdot (Dt) - 5.374 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 3.778$$

Σε αυτό οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι ίδιες με εκείνες των υπολοίπων μαθηματικών προτύπων . Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 προκύπτει ίσος με 0.37332, δηλαδή λίγο μικρότερος από το προηγούμενο πρότυπο . Ο έλεγχος της υπόθεσης ότι η διακύμανση των τυχαίων σφαλμάτων είναι σταθερή ικανοποιείται .

Επίσης η τιμή t για την παράμετρο β της μεταβλητής $\left(\frac{G}{C}\right)$ προκύπτει ίση με -0.880 και βρίσκεται εκτός της περιοχής απόρριψης, με αποτέλεσμα ο συγκεκριμένος όρος να μην συμβάλλει στον προσδιορισμό μιας τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής . Ο υπολογισμός του συγκεκριμένου προτύπου φαίνεται στον πίνακα 7.84 της επόμενης σελίδας .

πίνακας 7.84 — Αποτελέσματα υπολογισμού 16^{ου} προτύπου

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR4

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR10
2..   VAR1

Multiple R          ,61100
R Square            ,37332
Adjusted R Square   ,36801
Standard Error      8,34655

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      2          9793,86139          4896,93069
Residual        236         16440,91854          69,66491

F =          70,29264      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR1              ,751259    ,063544    ,626074    ,876445    ,609237
VAR10            -5,374008    6,103528   -17,398366    6,650350   -,045372
(Constant)       -3,778288    3,979223   -11,617624    4,061048

----- Variables in the Equation -----
Variable  Tolerance      VIF          T      Sig T
VAR1      ,999997        1,000      11,823    ,0000
VAR10     ,999997        1,000       -,880     ,3795
(Constant)  ,999997        1,000       -,950     ,3433

End Block Number 1  All requested variables entered.

```

Τα 6 αυτά μαθηματικά πρότυπα είναι αυτά που προτείνονται για χρήση στην περίπτωση που άφιξη ενός λεωφορείου στη στάση πραγματοποιείται όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη. Τα πρότυπα 12 και 16 απλά αναφέρονται προκειμένου όλα τα πρότυπα να έχουν την ίδια μορφή.

7.10 ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ

Ο συνολικός αριθμός μαθηματικών προτύπων, στα οποία καταλήγουμε μετά τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης είναι 16. Τα πρώτα 4 αναφέρονται στο σύνολο των λεωφορείων που κατεγράφησαν, τα επόμενα 6 αναφέρονται αποκλειστικά στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και τα υπόλοιπα 6 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Όλα μαζί τα μαθηματικά πρότυπα παρουσιάζονται στους τρεις επόμενους πίνακες.

πίνακας 7.85 – Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων

Μαθηματικά πρότυπα	F	R ²
<p>1. $[Dt(G)/G] = 17.284 \cdot \ln(Dt) - 27.802 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 3.585 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right) - 16.771 \cdot (\text{dummy}) - 38.939$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	378.32708	0.59949
<p>2. $[Dt(R)/R] = 1.465 \cdot (Dt) + 11.944 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 2.013 \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right) + 29.084 \cdot (\text{dummy}) - 24.682$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	540.15200	0.68123
<p>3. $[Dt(G)/G] = 13.087 \cdot \ln(Dt) - 25.070 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 17.119 \cdot (\text{dummy}) - 25.232$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/ Y_π ένδειξης).</p>	396.33794	0.54021
<p>4. $[Dt(R)/R] = 1.710 \cdot (Dt) + 10.796 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 28.683 \cdot (\text{dummy}) - 24.846$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/ Y_π ένδειξης).</p>	565.11824	0.62620

πίνακας 7.86 — Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη

Μαθηματικά πρότυπα	F	R ²
<p>5. $[Dt(G)/G] = (Dt)^{1.198} \cdot \left(\frac{G}{C}\right)^{-2.163} \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right)^{-0.519} \cdot e^{-1.494}$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	1009.2557	0.79662
<p>6. $[Dt(G)/G] = 21.494 \cdot \ln(Dt) - 37.673 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 6.888 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right) - 55.925$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	661.26407	0.71960
<p>7. $[Dt(R)/R] = 1.167 \cdot (Dt) + 7.532 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 3.785 \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}}\right) - 19.833$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	620.78154	0.70668
<p>8. $[Dt(G)/G] = 12.833 \cdot \ln(Dt) - 29.150 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 26.470$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Y_π, ένδειξης).</p>	292.16691	0.43018
<p>9. $[Dt(R)/R] = 69.749 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 4.538 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 61.725$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Y_π, ένδειξης).</p>	289.58180	0.42801
<p>10. $[Dt(R)/R] = 1.740 \cdot (Dt) + 3.198 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 20.483$</p> <p>Εναλλακτικά σε σχέση με το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο.</p>	291.34496	0.42949

πίνακας 7.87 — Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη

Μαθηματικό πρότυπο	F	R ²
<p>11. $[Dt(R)/R] = (Dt)^{1.338} \cdot \left(\frac{G}{C}\right)^{1.886} \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right)^{-0.658} \cdot e^{0.685}$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	563.63276	0.87799
<p>12. $[Dt(R)/R] = 43.928 \cdot \ln(Dt) + 50.874 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 14.507 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 57.798$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	400.60127	0.83644
<p>13. $[Dt(G)/G] = 0.657 \cdot (Dt) - 11.319 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.885 \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 1.248$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%).</p>	139.98124	0.64119
<p>14. $[Dt(R)/R] = 31.564 \cdot \ln(Dt) + 27.378 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 33.323$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ. ένδειξης).</p>	140.03605	0.54270
<p>15. $[Dt(G)/G] = 23.217 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.853 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 20.695$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, ως ποσοστό (%). Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ. ένδειξης).</p>	72.37563	0.38017
<p>16. $[Dt(G)/G] = 0.751 \cdot (Dt) - 5.374 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 3.778$</p> <p>Εναλλακτικά σε σχέση με το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο.</p>	70.29264	0.37332

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει ένα από τα κριτήρια, με βάση τα οποία επιλέξαμε τα συγκεκριμένα μαθηματικά πρότυπα, ήταν να είναι της ίδιας μορφής, ώστε να είναι δυνατή η μεταξύ τους σύγκριση. Αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε εύκολα στους τρεις προηγούμενους πίνακες και ιδιαίτερα στους δύο τελευταίους.

Επίσης θα πρέπει να αναφέρουμε ότι κατά τους διάφορους συνδυασμούς λίγο καλύτερα αποτελέσματα έδιναν τα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία αντί για τη μεταβλητή (G/C) υπήρχε η μεταβλητή (Υπόλοιπο ένδειξης). Όμως κρίθηκε απαραίτητη η συμμετοχή του λόγου (G/C), γιατί αποτελεί μια χαρακτηριστική παράμετρο της σηματοδότησης και οι διάφορες τιμές που παίρνει επηρεάζουν ένα σημαντικό αριθμό παραμέτρων της κυκλοφορίας.

Η πρώτη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι η παράμετρος β της μεταβλητής (Dt) έχει σε όλα τα πρότυπα θετική τιμή. Αυτό είναι απόλυτα λογικό, γιατί όσο μεγαλύτερος είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση τόσο περισσότερο αυξάνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου σε αυτή, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Επίσης το πρόσημο της σταθεράς παραμέτρου σε όλες τις περιπτώσεις είναι αρνητικό. Αντίθετα τα πρόσημα των υπολοίπων μεταβλητών εναλλάσσονται ανάλογα με το αν υπολογίζουμε το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.

Όταν υπολογίζουμε το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, η παράμετρος β της μεταβλητής (G/C) έχει αρνητική τιμή. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο αυξάνει ο λόγος (G/C) τόσο περισσότερο μειώνεται το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη. Αντίστοιχα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, αυξάνει, αφού η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης μειώνεται. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με τη μεταβλητή (Dt/Y_{π} ένδ.).

Τέλος η μεταβλητή ($dummy$), η οποία υπάρχει στα 4 πρώτα μαθηματικά πρότυπα εναλλάσσει και αυτή το πρόσημο της ανάλογα με το αν υπολογίζουμε το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη. Αυτό οφείλεται στην τιμή που παίρνει η κωδικοποιημένη μεταβλητή. Η τιμή αυτή είναι 1 όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γίνεται όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη και 0 όταν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση γίνεται όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη.

Η δεύτερη παρατήρηση που μπορούμε να κάνουμε είναι ότι με τη χρήση της μεταβλητής (dummy), τα αποτελέσματα είναι γενικά καλύτερα (μαθηματικά πρότυπα 1, 2, 3 και 4), βασιζόμενοι στις τιμές των F και R^2 , στην περίπτωση που δεν χρησιμοποιούμε τη μεταβλητή ($Dt / Y_{π. ένδ.}$) σε σχέση με τα αντίστοιχα αποτελέσματα, όταν η ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση θεωρηθεί γνωστή. Αν η ένδειξη του σηματοδότη θεωρηθεί γνωστή (μαθηματικά πρότυπα 5, 6, 7, 11, 12 και 13), τότε τα αποτελέσματα είναι καλύτερα μόνο αν χρησιμοποιείται η μεταβλητή ($Dt / Y_{π. ένδ.}$), ενώ γίνονται ακόμα καλύτερα όταν υπολογίζουμε το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με την ένδειξη του σηματοδότη, μέσα στην οποία πραγματοποιείται η άφιξη του λεωφορείου.

Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε το εύρος τιμών, μέσα στο οποίο κινούνται οι ανεξάρτητες μεταβλητές των προτύπων. Οι τιμές που αναφέρονται προφανώς προέκυψαν από τις μετρήσεις. Ο λόγος για τον οποίο αναφέρουμε το εύρος τιμών, είναι γιατί το οποιοδήποτε επίπεδο προσαρμογής δεν επιβεβαιώνεται όταν οι τιμές των ανεξαρτήτων μεταβλητών βρίσκονται εκτός του διαστήματος των τιμών που διαθέτουμε από το δείγμα. Βέβαια, τόσο στην περίπτωση της μεταβλητής (Dt), όσο και στην περίπτωση της μεταβλητής ($Dt / Y_{π. ένδ.}$) τα συγκεκριμένα διαστήματα είναι μεγάλα και φυσικά περιλαμβάνουν τις συνηθισμένες τιμές που μπορούν να πάρουν π.χ η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση (Dt) είναι από τις μετρήσεις μας περίπου 16 δευτερόλεπτα (και στην αντίστοιχη βιβλιογραφία δεν βρέθηκαν σημαντικά διαφορετικές τιμές), ενώ και το διάστημα τιμών του λόγου G/C περιλαμβάνει τις τιμές που μπορεί να λάβει αυτός ο λόγος σε μία κύρια αρτηρία.

πίνακας 7.88 — Διαστήματα τιμών των ανεξαρτήτων μεταβλητών

Μεταβλητή	Διάστημα τιμών
Dt	από 5 ως 65 δευτερόλεπτα
$\left(\frac{G}{C}\right)$	από 0.367 ως και 0.833
$\left(\frac{Dt}{Y_{π. ένδ.}}\right)$	από 0.093 ως και 40

Προκειμένου να παρουσιαστεί καλύτερα ο τρόπος, με τον οποίο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα παραπάνω μαθηματικά πρότυπα, συλλέγουμε λίγα στοιχεία από μία στάση που θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε αντίστοιχες μετρήσεις και από μία στάση που πραγματοποιήσαμε μετρήσεις.

Μία στάση, την οποία θα μπορούσαμε να επιλέξουμε για να εφαρμόσουμε τα πρότυπα μας και στην οποία δεν μετρήσαμε, είναι η στάση 4^η Χολαργού στην κάθοδο προς το κέντρο της Λεωφόρου Μεσογείων. Η στάση αυτή βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη σε απόσταση 20 μέτρων από αυτόν, ενώ ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης βρίσκεται σε απόσταση 80 μέτρων από το σηματοδότη που επηρεάζει τη στάση, δηλαδή βρίσκεται σχετικά κοντά. Η συγκεκριμένη στάση φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.

φωτογραφία 14 — Στάση 4^η Χολαργού



Καταγράφουμε λοιπόν τη χρονική στιγμή της άφιξης του λεωφορείου στη στάση, την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση, τη χρονική στιγμή της αναχώρησης του λεωφορείου από τη στάση, υπολογίζουμε το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση και το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε η άφιξη του λεωφορείου. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 16/1/1999 από τις 10:15 ως και τις 10:45. Η συνολική κυκλοφορία στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν μέση. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον πίνακα 7.89 της επόμενης σελίδας.

πίνακας 7.89 — Αποτελέσματα μετρήσεων στη στάση 4^η Χολαργού

α/α	Άφιξη στη στάση	Ένδειξη σηματοδότη	Αναχώρηση από τη στάση	Dt (δευτ.)	Υπόλοιπο ένδειξης (δευτ.)	G/C (C=120 δευτ.)
1	10:18:48	πράσινη	10:18:58	10	42	0.833
2	10:19:11	πράσινη	10:19:19	8	19	0.833
3	10:24:23	πράσινη	10:24:35	12	67	0.833
4	10:26:38	πράσινη	10:26:55	17	41	0.833
5	10:34:18	πράσινη	10:34:30	12	72	0.833
6	10:35:32	κόκκινη	10:35:48	16	18	0.833
7	10:45:51	πράσινη	10:46:05	14	99	0.833

Αρχικά θεωρούμε ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε η άφιξη του λεωφορείου στη στάση, δεν είναι γνωστός. Άρα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιες από τις σχέσεις 3, 4, 8, 9, 14 και 15, στις οποίες δεν υπάρχει η μεταβλητή ($Dt / Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$). Στον πίνακα 7.90 φαίνεται η εφαρμογή αυτών των μαθηματικών σχέσεων. Στη συνέχεια θεωρούμε ότι γνωρίζουμε και την τιμή της μεταβλητής ($Dt / Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$), οπότε και χρησιμοποιούμε τα υπόλοιπα μαθηματικά πρότυπα. Ανάλογα στον πίνακα 7.91 φαίνεται και η εφαρμογή των υπόλοιπων μαθηματικών προτύπων.

πίνακας 7.90 — Εφαρμογή προτύπων χωρίς τη μεταβλητή ($Dt / Yπ. \acute{\epsilon}νδ.$) στη στάση 4^η Χολαργού

Εφαρμογή προτύπων 3 και 4				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	10	0	9.483	1.247
2	8	0	6.562	-2.173
3	12	0	11.869	4.667
4	17	0	16.427	13.217
5	12	0	11.869	4.667
6	0	80	-1.485	40.19
7	14	0	13.886	8.087

πίνακας 7.90 (συνέχεια)

Εφαρμογή προτύπων 8, 9, 14 και 15				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	10	0	8.405	3.954
2	8	0	5.542	2.439
3	12	0	10.745	5.47
4	17	0	15.215	9.259
5	12	0	10.745	5.47
6	0	80	3.596	49.188
7	14	0	12.723	6.986

πίνακας 7.91 — Εφαρμογή προτύπων με τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη σίαση 4^η Χολαργού

Εφαρμογή προτύπων 1 και 2				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	10	0	11.084	0.397
2	8	0	5.183	-2.165
3	12	0	15.256	3.208
4	17	0	18.266	11.007
5	12	0	15.514	3.183
6	0	80	-2.286	39.581
7	14	0	18.767	6.062

Εφαρμογή προτύπων 5, 7, 11 και 13				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	10	0	11.073	-0.989
2	8	0	6.305	-2.623
3	12	0	15.97	1.123
4	17	0	15.679	7.85
5	12	0	16.579	1.076
6	0	80	1.511	60.377
7	14	0	21.715	3.314

πίνακας 7.91 (συνέχεια)

Εφαρμογή προτύπων 6, 7, 12 και 13				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	10	0	10.335	-0.989
2	8	0	1.612	-2.623
3	12	0	16.215	1.123
4	17	0	17.920	7.85
5	12	0	16.711	1.076
6	0	80	1.511	60.377
7	14	0	21.156	3.314

Μία στάση από τις πέντε, όπου πραγματοποιήσαμε μετρήσεις, ήταν και η στάση Ιπποκράτους. Καταγράφουμε λοιπόν και σε αυτήν τη στάση, τη χρονική στιγμή της άφιξης του λεωφορείου στη στάση, την ένδειξη του σηματοδότη κατά την άφιξη του λεωφορείου στη στάση, τη χρονική στιγμή της αναχώρησης του λεωφορείου από τη στάση και υπολογίζουμε το συνολικό χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση και το χρόνο που απαιτείται να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε η άφιξη του λεωφορείου. Οι συγκεκριμένες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 18/1/1999 από τις 10:55 ως και τις 11:10. Η συνολική κυκλοφορία στο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ήταν πολύ αυξημένη. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

πίνακας 7.92 — Αποτελέσματα μετρήσεων στη στάση Ιπποκράτους

α/α	Άφιξη στη στάση	Ένδειξη σηματοδότη	Αναχώρηση από τη στάση	Dt (δευτ.)	Υπόλοιπο ένδειξης (δευτ.)	G/C (C = 120 δευτ.)
1	10:55:43	πράσινη	10:55:55	12	17	0.611
2	10:59:49	πράσινη	10:59:59	10	41	0.611
3	11:00:48	κόκκινη	11:01:18	30	17	0.611
4	11:01:39	πράσινη	11:01:56	17	21	0.611
5	11:02:13	κόκκινη	11:02:40	27	22	0.611
6	11:04:33	πράσινη	11:04:45	12	27	0.611
7	11:04:53	πράσινη	11:05:17	24	7	0.611
8	11:06:14	πράσινη	11:06:25	11	16	0.611
9	11:06:35	κόκκινη	11:06:59	24	30	0.611

Όπως και στην προηγούμενη εφαρμογή των μαθηματικών προτύπων θεωρούμε ότι ο χρόνος που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία πραγματοποιήθηκε η άφιξη του λεωφορείου στη στάση, δεν είναι γνωστός. Άρα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιες από τις σχέσεις 3, 4, 8, 9, 14 και 15, στις οποίες δεν υπάρχει η μεταβλητή ($Dt/Yπ. \text{ ένδ.}$). Στον πίνακα 7.93 φαίνεται η εφαρμογή αυτών των μαθηματικών προτύπων. Στη συνέχεια θεωρούμε ότι γνωρίζουμε και την τιμή της μεταβλητής ($Dt/Yπ. \text{ ένδ.}$), οπότε και χρησιμοποιούμε τα υπόλοιπα μαθηματικά πρότυπα. Ανάλογα στον πίνακα 7.94 φαίνεται και η εφαρμογή των υπόλοιπων μαθηματικών προτύπων.

πίνακας 7.93 — Εφαρμογή προτύπων χωρίς τη μεταβλητή ($Dt/Yπ. \text{ ένδ.}$) στη στάση Ιπποκράτους

Εφαρμογή προτύπων 3 και 4				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	$Dt(G)/G (\%)$	$Dt(R)/R (\%)$	$Dt(G)/G (\%)$	$Dt(R)/R (\%)$
1	21.818	0	19.639	2.27
2	18.182	0	17.523	-1.15
3	23.636	48.571	14.511	61.733
4	30.909	0	24.197	10.82
5	9.091	62.857	13.133	56.603
6	21.818	0	19.639	2.27
7	12.727	48.571	28.71	22.79
8	20	0	18.5	0.56
9	0	68.571	11.591	51.473
Εφαρμογή προτύπων 8, 9, 14 και 15				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	$Dt(G)/G (\%)$	$Dt(R)/R (\%)$	$Dt(G)/G (\%)$	$Dt(R)/R (\%)$
1	21.818	0	19.78	2.075
2	18.182	0	17.44	-1.456
3	23.636	48.571	15.115	60.544
4	30.909	0	24.25	10.901
5	9.091	62.857	12.953	57.219
6	21.818	0	19.78	2.075
7	12.727	48.571	28.675	23.258
8	20	0	18.663	0.31
9	0	68.571	10.79	53.501

πίνακας 7.94 — Εφαρμογή προτύπων, με τη μεταβλητή (Dt /Υπ. ένδ.) στη στάση Ιπποκράτους

Εφαρμογή προτύπων 1 και 2				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	21.818	0	18.956	1.617
2	18.182	0	19.614	-2.243
3	23.636	48.571	14.737	59.202
4	30.909	0	24.485	9.15
5	9.091	62.857	14.218	53.725
6	21.818	0	20.614	1.09
7	12.727	48.571	25.27	24.677
8	20	0	17.546	0.115
9	0	68.571	13.716	48.47
Εφαρμογή προτύπων 5, 7, 11 και 13				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	21.818	0	15.322	1.445
2	18.182	0	21.379	-2.638
3	23.636	48.571	14.873	49.696
4	30.909	0	21.66	7.672
5	9.091	62.857	11.889	54.813
6	21.818	0	19.48	0.455
7	12.727	48.571	15.478	25.754
8	20	0	13.996	0.208
9	0	68.571	9.112	62.048
Εφαρμογή προτύπων 6, 7, 12 και 13				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
1	21.818	0	18.445	1.445
2	18.182	0	21.846	-2.638
3	23.636	48.571	14.873	58.307
4	30.909	0	24.988	7.672

πίνακας 7.94 (συνέχεια)

Εφαρμογή προτύπων 6, 7, 12 και 13				
α/α	Πραγματική τιμή		Υπολογιζόμενη τιμή	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
5	9.091	62.857	11.889	58.947
6	21.818	0	21.631	0.455
7	12.727	48.571	22.457	25.754
8	20	0	16.756	0.208
9	0	68.571	9.112	59.981

Με βάση τα δύο παραπάνω παραδείγματα καταλήγουμε στις εξής παρατηρήσεις :

- Κάποια αποτελέσματα, παρόλο που προκύπτουν ως ποσοστό, έχουν αρνητική τιμή . Σε αυτήν την περίπτωση το αποτέλεσμα θα πρέπει να θεωρείται ίσο με το 0 % .
- Με βάση την προηγούμενη παρατήρηση, αν και στο συγκεκριμένο δείγμα δεν προέκυψε τέτοια περίπτωση, κάποια αποτελέσματα, παρόλο που θα προκύπτουν ως ποσοστό, θα έχουν τιμή μεγαλύτερη από το 100 . Σε αυτήν την περίπτωση το αποτέλεσμα θα πρέπει να θεωρείται ίσο με το 100 % .

Τέτοιου είδους προβλήματα δεν είναι δυνατό να μην υπάρχουν, αφού πρόκειται για μαθηματικές σχέσεις που απλά δίνουν κάποιο αποτέλεσμα . Το αποτέλεσμα όμως έχει εκτός από ποσοτική και ποιοτική έννοια και για το λόγο αυτό χρειάζεται να γίνουν οι παραπάνω δύο παρατηρήσεις .

- Γενικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μια σχετική αδυναμία στην προσέγγιση εκείνων των παρατηρήσεων που έχουν πολύ μικρή τιμή, ενώ το πρόβλημα δεν είναι τόσο έντονο όταν οι παρατηρήσεις έχουν πολύ μεγάλη τιμή . Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που κάποιο από τα Dt(G)/G ή Dt(R)/R είναι ίσο με το 0 .
- Στις περιπτώσεις που η διάρκεια της πράσινης ένδειξης είναι πολύ μεγαλύτερη από τη διάρκεια της κόκκινης ένδειξης ($G/C \geq 0.7$) το σφάλμα στον υπολογισμό των Dt(G)/G και Dt(R)/R είναι κάπως μεγαλύτερο για τα λεωφορεία που φθάνουν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη π.χ η έκτη παρατήρηση στη στάση 4^η Χολαργού .
- Είναι δυνατό δύο λεωφορεία να έχουν τον ίδιο συνολικό χρόνο παραμονής στη στάση και να αφιχθούν σε αυτή σε ίδια ένδειξη του σηματοδότη . Σε αυτήν την περίπτωση τα αποτελέσματα είναι ίδια, αν χρησιμοποιούνται τα πρότυπα που δεν έχουν την μεταβλητή (Dt /Yπ. ένδ.) .

Εκτός από την εφαρμογή καθεαυτού των μαθηματικών προτύπων και τις παρατηρήσεις για τα αποτελέσματα που δίνουν, μπορούμε να ελέγξουμε και διαφορετικά την αποτελεσματικότητα των συγκεκριμένων αυτών προτύπων (model validation). Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αυτός ο έλεγχος είναι αρκετά απλός και βασίζεται στον υπολογισμό ενός νέου πολλαπλού συντελεστή προσδιορισμού, ο οποίος συμβολίζεται με $R^2_{\text{πρόβλεψης}}$. Ο νέος αυτός πολλαπλός συντελεστής προσδιορισμού προκύπτει με βάση ένα καινούργιο δείγμα, το οποίο συλλέγουμε για αυτό τον σκοπό. Σύμφωνα με τους Montgomery και Peck το καινούργιο δείγμα θα πρέπει να αποτελείται τουλάχιστον από 10 παρατηρήσεις, ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση του αποτελέσματος.

Ας υποθέσουμε ότι τα y_1, \dots, y_{n_1} αποτελούν τις n_1 παρατηρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν για να καταρτιστεί το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο και τα $y_{n_1+1}, \dots, y_{n_1+n_2}$ αποτελούν τις n_2 παρατηρήσεις του νέου δείγματος. Τότε ο νέος πολλαπλός συντελεστής

προσδιορισμού προκύπτει από τη σχέση $R^2_{\text{πρόβλεψης}} = 1 - \frac{\sum_{i=n_1+1}^{n_1+n_2} (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=n_1+1}^{n_1+n_2} (y_i - \bar{y})^2}$, όπου το \hat{y}_i είναι η

προβλεπόμενη τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής για την i παρατήρηση με χρήση του διατιθέμενου προτύπου και το \bar{y} είναι η μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής με βάση το αρχικό δείγμα. Στην περίπτωση που ο $R^2_{\text{πρόβλεψης}}$ προκύψει σημαντικά μικρότερος από τον R^2 που αρχικά είχε υπολογιστεί θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στην χρησιμοποίηση του συγκεκριμένου προτύπου.

Εναλλακτικά μπορούμε να υπολογίσουμε και τη νέα τιμή του τετράγωνου του μέσου σφάλματος (mean square error ή mean square residual) με βάση το καινούργιο δείγμα. Σε αυτήν την περίπτωση η τιμή του τετράγωνου του μέσου σφάλματος υπολογίζεται από τη

σχέση $MSE_{\text{πρόβλεψης}} = \frac{\sum_{i=n_1+1}^{n_1+n_2} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n_2 - (k+1)}$, όπου το k είναι ο αριθμός των παραμέτρων β

εξαιρουμένης της τιμής β_0 του προτύπου που εξετάζουμε. Ο έλεγχος όμως με το συντελεστή $R^2_{\text{πρόβλεψης}}$ δείχνει καλύτερα το πόσο αποτελεσματικό είναι το πρότυπο που ελέγχουμε.

Στον πίνακα 7.96, της επόμενης σελίδας, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου ελέγχου για κάθε ένα από τα μαθηματικά πρότυπα που προτείνονται για το δείγμα των 16 λεωφορείων, το οποίο συλλέχθηκε από τις στάσεις 4^η Χολαργού και

Επιποκράτους. Στον πίνακα 7.95 φαίνονται οι μέσες τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών με βάση το αρχικό δείγμα.

πίνακας 7.95 — Μέσες τιμές εξαρτημένων μεταβλητών με βάση το αρχικό δείγμα

	Σύνολο των λεωφορείων	Λεωφορεία που αφήθηκαν σε πράσινη ένδειξη	Λεωφορεία που αφήθηκαν σε κόκκινη ένδειξη
[Di(G)/G] (%)	17.6004	21.1952	5.9134
[Di(R)/R] (%)	15.8101	8.3154	40.1754

πίνακας 7.96 — Αποτελέσματα ελέγχου του κάθε μαθηματικού προτύπου

Μαθηματικό πρότυπο	R^2 (από τους υπολογισμούς)	R^2 πρόβλεψης	Σχέση R^2 πρόβλεψης με R^2 (\pm %)
1	0.59949	0.52250	- 14.7
2	0.68123	0.78015	+ 12.7
3	0.54021	0.53918	- 0.2
4	0.62620	0.77357	+ 19.1
5	0.79662	0.59587 (0.71306)	- 33.7 (-12.1)
6	0.71960	0.58334 (0.61636)	- 23.4 (-16.7)
7	0.70668	0.71793	+ 1.6
8	0.43018	0.67445	+ 36.2
9	0.42801	0.58576	+ 26.9
11	0.87795	0.83421	- 5.2
12	0.83644	0.75131	- 11.3
13	0.64119	0.56884	- 12.7
14	0.54270	0.54601	+ 0.6
15	0.38017	0.44972	+ 15.5

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι μόνο στην περίπτωση των προτύπων 5 και 6 η πτώση του $R^2_{\text{πρόβλεψης}}$ είναι έντονη, της τάξης του 33.7% και 23.4% αντίστοιχα. Όμως η τιμή παραμένει ικανοποιητική και λόγω του ότι το δείγμα είναι απλά ενδεικτικό δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι υπάρχει πρόβλημα στην εφαρμογή αυτών των δύο προτύπων. Για παράδειγμα

αν στο συγκεκριμένο έλεγχο για τα δύο αυτά πρότυπα εισάγουμε την περίπτωση ενός λεωφορείου που αφίχθηκε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, παρέμεινε σε αυτή 31 δευτερόλεπτα και ο χρόνος που απέμεινε για το τέλος της πράσινης ένδειξης ήταν 1 δευτερόλεπτο, τότε το $R^2_{\text{πρόβλεψης}}$ για τα πρότυπα 5 και 6 προκύπτει, όπως φαίνεται και από την αντίστοιχη τιμή που υπάρχει στην παρένθεση, καλύτερο. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό είναι η ύπαρξη της μεταβλητής ($Dt/Y\pi$ ένδ.).

Μπορούμε επίσης εφαρμόζοντας τον έλεγχο του χ^2 να βρούμε το επίπεδο της προσαρμογής του κάθε προτύπου. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούμε το καινούργιο δείγμα και θεωρούμε ότι τα αποτελέσματα με τη χρήση των διαφόρων προτύπων αντιστοιχούν στην θεωρητική συχνότητα και οι πραγματικές τιμές την παρατηρούμενη συχνότητα. Θα πρέπει να πούμε ότι το δείγμα είναι μικρό για το συγκεκριμένο έλεγχο και ότι σε καμία περίπτωση δεν προκύπτει αριθμός κλάσεων μικρότερος από 3 και μεγαλύτερος από 12. Παρόλα αυτά, αν και για κάποια πρότυπα (2, 4, 7, 9 και 14) ο έλεγχος είναι οριακά ευνοϊκός, μπορούμε να πούμε ότι γενικά σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05 (95%) κατά τον έλεγχο καλής προσαρμογής των προτύπων το 5% των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από το πρότυπο θα απορριφθούν.

Θα πρέπει να συμπληρώσουμε ότι για να κάνουμε τον παραπάνω έλεγχο στις περιπτώσεις που η υπολογιζόμενη τιμή από το μαθηματικό πρότυπο ήταν αρνητική θέσαμε την τιμή 0%, ενώ αν υπήρχε και περίπτωση που η υπολογιζόμενη τιμή από το μαθηματικό πρότυπο ήταν μεγαλύτερη από το 100% θα θέταμε την τιμή 100%. Τέλος, το μέγεθος του δείγματος για το συγκεκριμένο έλεγχο είναι γενικά μικρό. Για παράδειγμα όταν κάνουμε τον έλεγχο για τα πρότυπα 11, 12 και 13, τα οποία αναφέρονται στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, έχουμε στη διάθεση μας μόνο 4 λεωφορεία.

Αυτό που έχει ουσιαστική σημασία είναι ο προσδιορισμός των διαφόρων περιπτώσεων και η επιλογή του κατάλληλου προτύπου για εφαρμογή. Γενικά όλα τα πρότυπα μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά τα αποτελέσματα διαφέρουν σε βαθμό που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Ο διαχωρισμός των περιπτώσεων γίνεται με βάση τα δεδομένα, τα οποία είναι διαθέσιμα. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο να είναι γνωστός ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση Dt και η χαρακτηριστική για τη σηματοδότηση ποσότητα G/C .

Στον πίνακα 7.97 παρουσιάζεται ο καλύτερος τρόπος, με τον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα προτεινόμενα μαθηματικά πρότυπα, ανάλογα με τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα. Ο πίνακας αυτός προκύπτει με βάση όλα τα προηγούμενα συμπεράσματα και παρατηρήσεις από την εφαρμογή των προτύπων, αλλά και σε συνδυασμό με τις τιμές των R^2 και F που αρχικά υπολογίστηκαν για κάθε πρότυπο.

πίνακας 7.97 — Βέλτιστη εφαρμογή μαθηματικών προτύπων ανάλογα με τα διαθέσιμα δεδομένα

ΔΕΔΟΜΕΝΑ – ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ	
	Αποτελέσματα	
	Dt(G)/G (%)	Dt(R)/R (%)
Dt, G/C, δεν είναι διαθέσιμο το Υπόλοιπο ένδειξης, άγνωστη ένδειξη του σηματοδότη	3	4
Dt, G/C, είναι διαθέσιμο το Υπόλοιπο ένδειξης, πράσινη ένδειξη του σηματοδότη	5 (ή 6)	7
Dt, G/C, είναι διαθέσιμο το Υπόλοιπο ένδειξης, κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη	11 (ή 12)	13
Dt, G/C, είναι διαθέσιμο το Υπόλοιπο ένδειξης, άγνωστη ένδειξη του σηματοδότη	1	2

Τέλος, μπορούμε να συμπληρώσουμε ότι στην παράγραφο 7.3 αναφέρθηκε ότι στην παλινδρόμηση το δείγμα θα πρέπει να είναι τόσο μεγάλο, ώστε οι παράμετροι β να μπορούν να υπολογιστούν και να ελεγχθούν. Αυτό δεν μπορεί να γίνει αν το μέγεθος του δείγματος είναι εξαιρετικά μικρό. Ένας γενικός κανόνας που μπορούμε να ακολουθήσουμε, προκειμένου να εξασφαλίσουμε ένα ικανοποιητικό μέγεθος δείγματος, είναι το μέγεθος του δείγματος να είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερο από τον αριθμό των παραμέτρων β .

Γενικεύοντας ακόμα περισσότερο αυτόν το γενικό κανόνα για τη συγκεκριμένη εφαρμογή και θεωρώντας ότι κάθε στάση δίνει και διαφορετικές πληροφορίες για την κάθε παράμετρο β , μπορούμε να πούμε ότι συγκεντρώνοντας στοιχεία από περίπου 50 διαφορετικές στάσεις είναι δυνατό να οδηγηθούμε σε πολύ αξιόπιστα μαθηματικά πρότυπα.

Στην πράξη λοιπόν φαίνεται το πόσο πολύπλοκη και δύσκολη είναι η εύρεση ενός μαθηματικού προτύπου προκειμένου να προσομοιωθεί κάποιο συγκεκριμένο φαινόμενο ή κάποια συγκεκριμένη κατάσταση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση από ένα σύνολο περίπου 2000 διαφορετικών συνδυασμών, τόσο μεταξύ των ανεξαρτήτων μεταβλητών όσο και μεταξύ των εξαρτημένων μεταβλητών καταλήξαμε μόνο σε 16 μαθηματικά πρότυπα. Κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί αναλυτικά ο τρόπος εύρεσης και ελέγχου εκείνων των προτύπων που προτείνουμε, για να φανεί η διαδικασία που απαιτείται και ο τρόπος χρήσης του προγράμματος SPSS. Περισσότερες λεπτομέρειες για το συγκεκριμένο πρόγραμμα αναφέρονται στο παράρτημα Γ. Επίσης στο αντίστοιχο παράρτημα παρουσιάζονται και τα πρότυπα που δίνουν αποτέλεσμα σε δευτερόλεπτα, δηλαδή αυτά που έχουν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $Dt(G)$ και $Dt(R)$.

**Κ
Ε
Φ
Α
Λ
Α
Ι
Ο
8**

- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
& ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ -

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η διαδικασία της Προσομοίωσης ενός φαινομένου μπορεί γενικά να χωριστεί σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη πραγματοποιείται η συλλογή του κατάλληλου, τόσο από άποψη μεγέθους όσο και από άποψη είδους στοιχείων, στατιστικού δείγματος, γιατί η καταγραφή ολόκληρου του πληθυσμού στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αδύνατη. Στην δεύτερη φάση πραγματοποιείται η επεξεργασία και η ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν, ώστε να εξαχθούν μια σειρά τόσο από ποσοτικά όσο και από ποιοτικά συμπεράσματα.

Στην τρίτη φάση προσδιορίζουμε τα κατάλληλα μαθηματικά πρότυπα. Μία από τις διαδικασίες με την οποία εκτιμούμε τους συντελεστές των μαθηματικών προτύπων και ελέγχουμε το κατά πόσο προσαρμόζονται στην πραγματικότητα ονομάζεται Ανάλυση Παλινδρόμησης. Τα μαθηματικά πρότυπα έχουν σαν κύριο σκοπό να αναπαραστήσουν, δηλαδή να προσομοιάσουν, το οποιοδήποτε φαινόμενο. Συνήθως απαιτείται ένα σύστημα προτύπων, καθένα από τα οποία προσομοιώνει ένα μέρος του φαινομένου. Στη φάση αυτή δε γίνεται αντιληπτό το οποιοδήποτε πρόβλημα υπάρχει στα στοιχεία που συλλέχθηκαν. Συνήθως το κυριότερο πρόβλημα εμφανίζεται στο μέγεθος του δείγματος. Ένας απλός κανόνας αναφέρει ότι στην παλινδρόμηση το μέγεθος του δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερο από τον αριθμό των παραμέτρων β του μαθηματικού προτύπου.

Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύθηκε η κίνηση των λεωφορείων κοντά σε σηματοδοτούμενους κόμβους και προσομοιώθηκε η στάση τους για επιβίβαση και αποβίβαση επιβατών σε σχέση με την ένδειξη του φωτεινού σηματοδότη. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν ήταν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά και περιλάμβαναν την άφιξη του λεωφορείου στη στάση σε σχέση με την ένδειξη του σηματοδότη, το χρόνο παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το τμήμα του χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση που συμπίπτει με τμήμα ή και το σύνολο ακόμα της πράσινης ή κόκκινης ένδειξης, στοιχεία για την πληρότητα κ.λπ.

Η συλλογή του κατάλληλου στατιστικού δείγματος περιλάμβανε την επιλογή των παρακάτω στοιχείων:

1. Την επιλογή των οδών, όπου και επιλέχθηκαν οδοί με αυξημένη κυκλοφορία και πολλές διελεύσεις λεωφορείων.
2. Τον τρόπο συλλογής των στοιχείων, όπου και επιλέχθηκε η χρήση βιντεοκάμερας.
3. Την επιλογή των κατάλληλων στάσεων, όπου επιλέχθηκαν στάσεις που επηρεάζονται από το φωτεινό σηματοδότη (απόσταση στάσης – σηματοδότη μέχρι 100 μέτρα).

4. Την επιλογή του χρόνου και της διάρκειας των μετρήσεων, ώστε να λαμβάνονται στοιχεία τόσο από μία κατάσταση αυξημένης κυκλοφορίας όσο και από μία κατάσταση μειωμένης κυκλοφορίας.

Μέσα από τη διαδικασία της επεξεργασίας και της ανάλυσης των μετρήσεων καταλήξαμε σε μια σειρά από ποσοτικά και ποιοτικά συμπεράσματα για την κίνηση των λεωφορείων. Τα κυριότερα συμπεράσματα είναι τα εξής:

- Η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση είναι 15.9 δευτερόλεπτα. Το εύρος τιμών κυμαίνεται από 5 ως και 65 δευτερόλεπτα. Η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση αυξάνει κατά 2 περίπου δευτερόλεπτα σε περιόδους αιχμής και μειώνεται κατά 1.4 δευτερόλεπτα σε περιόδους εκτός αιχμής. Ο χρόνος εκκένωσης t_c φαίνεται, με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, ότι κυμαίνεται από 3 ως και 10 – 12 δευτερόλεπτα. Η μεγαλύτερη τιμή του αναφέρεται σε λεωφορεία που είχαν πολύ αυξημένη πληρότητα και υπήρχε σημαντική καθυστέρηση κυρίως μέχρι να αρχίσουν οι επιβάτες να αποβιβάζονται.
- Το 76.5 % των λεωφορείων σταμάτησε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, ενώ το υπόλοιπο 23.5 % σταμάτησε στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη. Η διαφορά ανάμεσα στα δύο ποσοστά οφείλεται στο ότι γενικά η πράσινη ένδειξη διαρκούσε περισσότερο από την κόκκινη ένδειξη και στο ότι λόγω της συντονισμένης σηματοδότησης το κάθε λεωφορείο είχε τη δυνατότητα να διανύσει κάποιο διάστημα ακόμα και αν σταματούσε σε κάποια στάση.

Γενικά μπορούμε να συμπεράνουμε ότι το ποσοστό των λεωφορείων που σταματούν στην κάθε στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη είναι πράσινη ή όταν είναι κόκκινη, εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- (α) Τη θέση της στάσης σε σχέση με τη διασταύρωση (πριν, μετά ή μακριά).
 - (β) Την απόσταση που βρίσκεται ο αμέσως προηγούμενος σηματοδότης (μακριά ή κοντά).
 - (γ) Την περίοδο της σηματοδότησης σε συνδυασμό με τις διάρκειες των επί μέρους ενδείξεων.
- Η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτήν, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, είναι 15.4 δευτερόλεπτα. Η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση για τα λεωφορεία που αφίχθησαν σε αυτήν, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, είναι γενικά μικρότερη κατά 1.9 δευτερόλεπτα. Ένας λόγος για τον οποίο υπάρχει αυτή η διαφορά είναι ότι ο οδηγός του

λεωφορείου βλέποντας ότι η ένδειξη του σηματοδότη είναι κόκκινη ελαττώνει ταχύτητα, οπότε και περισσότεροι επιβάτες είναι δυνατό να προλάβουν το λεωφορείο .

- Το 16.1 % των λεωφορείων, τα οποία σταμάτησαν στις πέντε στάσεις που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, εμποδίστηκαν από κάποιο όχημα λίγο πριν αφιχθούν στη στάση ή αναγκάστηκαν να κάνουν κάποιον ελιγμό . Ειδικά στην περίπτωση της στάσης Ζέρβα το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 19%, ενώ θα έπρεπε να ήταν πολύ μικρό, αφού υπάρχει αποκλειστική λωρίδα για τα λεωφορεία . Τα οχήματα που εμπόδιζαν την κίνηση των λεωφορείων ήταν κυρίως τα ταξί και τα φορτηγά, τα οποία σταματούσαν ελάχιστα πριν από τη στάση για να εξυπηρετήσουν επιβάτες και για τη φορτοεκφόρτωση αγαθών, αντίστοιχα . Σημαντικός επίσης ήταν και ο αριθμός των πραγματοποιούμενων ελιγμών από οχήματα που βρισκόντουσαν πίσω από το λεωφορείο τη στιγμή που αυτό σταματούσε στη στάση .
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των λεωφορείων είχαν αυξημένη πληρότητα (Γ) σε περίοδο αιχμής , αλλά και ότι ένα επίσης μεγάλο ποσοστό των λεωφορείων είχαν αυξημένη πληρότητα (Γ) σε περίοδο εκτός αιχμής .

Η διαδικασία εύρεσης των κατάλληλων μαθηματικών προτύπων χωρίστηκε σε δύο περιπτώσεις . Στην πρώτη χρησιμοποιήσαμε το σύνολο των διαθέσιμων στοιχείων, ανεξάρτητα από το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη . Προκειμένου να διαχωριστούν τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη, από εκείνα που αφίχθησαν στη στάση, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη, χρησιμοποιήσαμε την ποιοτική μεταβλητή (dummy) . Η μεταβλητή αυτή λαμβάνει την τιμή 0, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και την τιμή 1, όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη .

Στη δεύτερη διαχωρίσαμε τα λεωφορεία ανάλογα με το αν η άφιξη του λεωφορείου στη στάση συνέπιπτε με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη . Σε αυτήν την περίπτωση η ποιοτική μεταβλητή (dummy) προφανώς δεν συμμετέχει στα αντίστοιχα μαθηματικά πρότυπα .

Σε κάθε περίπτωση υπολογίστηκαν δύο ακόμα μαθηματικά πρότυπα, στα οποία δεν υπάρχει η μεταβλητή ($Dt / Yπ$ ένδ.) . Αυτό γίνεται γιατί η συγκεκριμένη μεταβλητή, η οποία περιλαμβάνει και το χρόνο που απομένει για να τελειώσει η ένδειξη του σηματοδότη μέσα στην οποία το λεωφορείο αφίχθηκε στη στάση, είναι πιο δύσκολο να προσδιοριστεί για κάθε λεωφορείο σε σχέση με τις υπόλοιπες δύο .

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την κατάρτιση των μαθηματικών προτύπων ήταν η μέθοδος των ελαχίστων τετραγώνων, δηλαδή η Ανάλυση Παλινδρόμησης. Ο συνολικός αριθμός μαθηματικών προτύπων, στα οποία καταλήξαμε μετά τη διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης είναι 16.

Προκειμένου να διαπιστωθεί το επίπεδο εφαρμογής και χρησιμότητας των προτεινόμενων μαθηματικών προτύπων, συλλέχθηκαν στοιχεία από μία στάση που θα μπορούσαμε να πραγματοποιήσουμε αντίστοιχες μετρήσεις και από μία στάση που είχαμε πραγματοποιήσει τις μετρήσεις. Το μέγεθος του δείγματος ήταν 17 λεωφορεία και κάλυπτε τις περιπτώσεις της μέσης και της αυξημένης συνολικής κυκλοφορίας.

Με βάση τα συμπεράσματα από τον έλεγχο της χρησιμότητας των μαθηματικών προτύπων έγινε ο προσδιορισμός των διαφόρων περιπτώσεων και η επιλογή του κατάλληλου προτύπου για εφαρμογή. Γενικά όλα τα πρότυπα μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά τα αποτελέσματα διαφέρουν σε βαθμό που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο να είναι γνωστός ο συνολικός χρόνος παραμονής του λεωφορείου στη στάση Dt και η χαρακτηριστική για τη σηματοδότηση ποσότητα G/C.

Η συμμετοχή του χρόνου Dt στα μαθηματικά πρότυπα είναι πολύ σημαντική και φαίνεται από την αυξημένη τιμή του ελέγχου t. Επίσης σε όλα τα μαθηματικά πρότυπα η παράμετρος β της συγκεκριμένης μεταβλητής έχει θετική τιμή. Αυτό είναι απόλυτα λογικό, γιατί όσο μεγαλύτερος είναι ο συνολικός χρόνος παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση τόσο περισσότερο αυξάνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη.

Η συμμετοχή του λόγου G/C στα μαθηματικά πρότυπα δεν είναι τόσο σημαντική αν λάβουμε υπόψη μας μόνο την τιμή του ελέγχου t. Όμως πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό μέγεθος της σηματοδότησης και η συμμετοχή του στα μαθηματικά πρότυπα είναι απαραίτητη. Η παράμετρος β της συγκεκριμένης μεταβλητής έχει αρνητική τιμή. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο αυξάνει ο λόγος G/C τόσο περισσότερο μειώνεται το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη. Αντίστοιχα το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, αυξάνει, αφού η διάρκεια της κόκκινης ένδειξης μειώνεται.

Το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ή με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη συνδέεται μέσω μιας γραμμικής σχέσης με το λόγο G/C, αλλά και το συνολικό χρόνο παραμονής ενός λεωφορείου

στη στάση . Το ίδιο συμβαίνει και με τη μεταβλητή (Dt / Y_{π} ένδ.), η οποία όμως δεν συμμετέχει σε όλα τα μαθηματικά πρότυπα . Σε δύο περιπτώσεις (μαθηματικά πρότυπα 5 και 11) οι σχέσεις που προτείνονται είναι εκθετικές , αλλά με τον κατάλληλο μετασχηματισμό μπορούν να μετατραπούν σε γραμμικές .

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν σε πρώτη φάση είναι δυνατό να δώσουν μια εικόνα για τον τρόπο, με τον οποίο τα λεωφορεία κινούνται κοντά σε ένα σηματοδοτούμενο κόμβο και πως αυτά αλληλεπιδρούν με τα υπόλοιπα οχήματα . Επιπλέον τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κατά τον καθορισμό των βέλτιστων προγραμμάτων σηματοδότησης σε ένα πρόγραμμα παθητικής προτεραιότητας των λεωφορείων , ώστε οι κινήσεις των λεωφορείων να λαμβάνονται υπόψη με αυξημένους συντελεστές βαρύτητας και παράλληλα να επιτευχθεί μείωση του χρόνου αναμονής των λεωφορείων στους σηματοδοτούμενους κόμβους . Ένα τέτοιο πρόγραμμα είναι το BUS TRANSYT, το οποίο αποτελεί μέρος του γενικότερου προγράμματος TRANSYT, το οποίο βελτιστοποιεί τους χρόνους έναρξης και τη διάρκεια των πράσινων ενδείξεων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος των καθυστερήσεων και στάσεων στο εξεταζόμενο δίκτυο .

Επίσης η μεθοδολογία αυτή θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο της θέσης μιας στάσης που επηρεάζεται από φωτεινό σηματοδότη . Ο έλεγχος αυτός θα μπορούσε να γίνει λαμβάνοντας υπόψη την περίοδο της σηματοδότησης , τον τρόπο που χρησιμοποιείται ο χώρος γύρω από τη στάση και τη συνολική κυκλοφορία . Για παράδειγμα η στάση Ζέρβα θα μπορούσε να βρίσκεται μετά από τη διασταύρωση, ώστε να μειώνεται η αλληλεπίδραση της κίνησης των λεωφορείων με τα οχήματα που θέλουν να στρίψουν δεξιά, αλλά αυτό είναι αδύνατο λόγω της ύπαρξης ενός μεγάλου ξενοδοχείου μετά τη διασταύρωση . Αν η στάση Ιπποκράτους ήταν αμέσως μετά από το σηματοδότη, τότε λόγω της μικρής σχετικά διάρκειας της πράσινης ένδειξης ($G / C \approx 0.58$) πολλά από τα λεωφορεία θα σταματούσαν και στην κόκκινη ένδειξη και στο σηματοδότη και το αποτέλεσμα θα ήταν μάλλον δυσμενέστερο .

Ο έλεγχος της θέσης μιας στάσης θα μπορούσε να επεκταθεί και στη εύρεση της βέλτιστης σχέσης ανάμεσα στο συνολικό χρόνο παραμονής ενός λεωφορείου στη στάση και το λόγο G / C , ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη χρησιμοποίηση της κόκκινης ένδειξης . Έτσι στην περίπτωση μίας στάσης που βρίσκεται ακριβώς πριν από το σηματοδότη και χαρακτηρίζεται από πολύ μεγάλη ζήτηση, δηλαδή η μέση τιμή του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση είναι αυξημένη, η μείωση του λόγου G / C θα μπορούσε να οδηγήσει σε μία καλύτερη Διαχείριση της Κυκλοφορίας και βελτίωση της εξυπηρέτησης που παρέχουν τα λεωφορεία .

Με βάση τα προηγούμενα η συμμετοχή των λεωφορείων σε ένα πρόγραμμα σηματοδότησης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη της και τη θέση των στάσεων που επηρεάζονται από τους σηματοδοτές και όχι μόνο συντελεστές στάθμισης των λεωφορείων με τα υπόλοιπα οχήματα.

Τέλος, επειδή η αλληλεπίδραση λεωφορείων και υπολοίπων οχημάτων είναι περισσότερο έντονη στους σηματοδοτούμενους κόμβους και ιδιαίτερα όταν υπάρχουν στάσεις σε μικρή απόσταση, μπορούμε μέσω της ανάλυσης της κίνησης των λεωφορείων και τους παράγοντες που την επηρεάζουν, να ελέγξουμε την επίδραση στα λεωφορεία της κίνησης κάποιας άλλης κατηγορίας οχημάτων, όπως για παράδειγμα των ταξί.

Κύρια αποτελέσματα των παραπάνω εφαρμογών είναι άμεσα η μείωση της αναμονής των λεωφορείων στους σηματοδοτούμενους κόμβους, η οποία στις κεντρικές περιοχές εκτιμάται στο 10 – 20 % του συνολικού χρόνου διαδρομής. Παράλληλα επιτυγχάνεται και η σημαντική μείωση των καθυστερήσεων των μετακινουμένων επιβατών, ενώ έμμεσα δίνεται ένα επιπλέον κίνητρο για τη χρησιμοποίηση των δημοσίων συγκοινωνιών για τις βασικές τουλάχιστον μετακινήσεις, η οποία είναι περιορισμένη στην Αθήνα τα τελευταία χρόνια.

Η προσομοίωση θα μπορούσε να βοηθήσει στον καλύτερο σχεδιασμό και στην περίπτωση που η προτεραιότητα των λεωφορείων στους σηματοδοτούμενους κόμβους να αποδίδεται από ένα σύστημα επενεργούμενης σηματοδότησης. Στην κατηγορία αυτή δίνεται πολλές φορές και η ονομασία ενεργητική μέθοδος προτεραιότητας λεωφορείων. Στην περίπτωση αυτή ένα σήμα που δίνεται από το λεωφορείο μπορεί να μεταβάλει το πρόγραμμα σηματοδότησης ευνοώντας το. Βέβαια το κόστος σχεδιασμού, εγκατάστασης και λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι αρκετά υψηλό και σίγουρα μεγαλύτερο από την εφαρμογή ενός συστήματος παθητικής προτεραιότητας.

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία θα μπορούσε να επεκταθεί συλλέγοντας στοιχεία από περισσότερες στάσεις, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που προτείνεται, ώστε τα εύρη τιμών να είναι μεγαλύτερα και να ληφθούν υπόψη περισσότερες διαφορετικές περιπτώσεις. Επίσης θα μπορούσε να επεκταθεί συλλέγοντας ξεχωριστά στοιχεία ανάλογα με το αν η κυκλοφορία είναι αυξημένη ή όχι, ώστε να καταρτιστούν διαφορετικά μαθηματικά πρότυπα για κάθε επίπεδο εξυπηρέτησης.

*Π
Α
Ρ
Α
Ρ
Τ
Η
Μ
Α

Α*

- ΕΝΤΥΠΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ
ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ -

ΣΤΑΣΗ : ΖΕΡΒΑ, κάθοδος Λεωφόρου Κηφισίας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 7 / 6 / 98

ΩΡΑ : 11:40 - 14:40

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	3	Λ	11:45:13	11:45:22	1	
2	A7	M	11:45:30	11:45:40	1	
3	450	Λ	11:46:20	11:46:35		0
4	14	Λ	11:48:58	11:49:06		0
5	13	Λ	11:52:48	11:53:08	1	
6	3	Λ	11:55:30	11:55:40		0
7	A6	Λ	11:55:41	δ.σ		0
8	B7	M	11:55:50	11:56:25	1	
9	550	Λ	11:55:54	11:56:25	1	
10	3	Λ	11:58:16	δ.σ		0
11	603	Λ	12:00:02	12:00:16		0
12	14	Λ	12:00:33	12:00:49	1	
13	3	Λ	12:01:59	12:02:10	1	
14	3	Λ	12:04:50	12:05:02	1	
15	14	Λ	12:08:56	12:09:05		0
16	A6	Λ	12:09:58	12:10:13		0
17	3	Λ	12:10:26	12:10:33		0
18	13	Λ	12:10:35	δ.σ		0
19	B7	Λ	12:11:26	12:11:35		0
20	A7	Λ	12:11:49	12:12:05		0
21	450	Λ	12:11:50	12:12:05		0
22	3	Λ	12:16:14	12:16:29		0
23	550	M	12:19:35	12:19:52	1	
24	14	Λ	12:21:00	12:21:09		0
25	3	Λ	12:22:53	12:23:03	1	
26	13	Λ	12:26:35	12:26:43		0
27	3	Λ	12:26:51	12:26:58		0
28	14	Λ	12:30:02	δ.σ		0
29	B6	M	12:30:17	12:30:32	1	
30	B7	M	12:31:23	12:31:36		0
31	B7	Λ	12:33:09	12:33:31	1	
32	A6	M	12:33:16	12:33:27	1	
33	13	Λ	12:36:12	12:36:26	1	
34	3	Λ	12:36:30	δ.σ	1	
35	450	Λ	12:37:21	12:37:35		0
36	603	Λ	12:39:02	12:39:11	1	
37	550	Λ	12:45:50	12:46:08		0
38	3	Λ	12:47:45	12:48:02		0
39	B6	Λ	12:47:47	12:48:04		0
40	A7	M	12:52:22	12:52:39		0
41	A6	Λ	12:55:25	12:55:35		0
42	B7	Λ	12:55:34	12:55:46	1	
43	3	Λ	12:55:35	12:56:00	1	
44	14	Λ	12:58:22	12:58:33		0
45	450	Λ	13:01:15	13:01:26		0
46	3	Λ	13:02:30	δ.σ		0
47	13	Λ	13:02:58	13:03:11	1	
48	13	Λ	13:06:11	13:06:33	1	
49	550	Λ	13:07:18	13:07:32		0
50	3	Λ	13:07:32	13:08:03	1	
51	A7	M	13:09:45	13:10:01		0
52	603	Λ	13:09:48	13:10:01		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΥΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΗ σε R	ΑΦΙΕΗ σε G
53	3	Λ	13:14:21	13:14:30		0
54	14	Λ	13:15:01	13:15:09	1	
55	3	Λ	13:21:11	13:21:22	1	
56	B7	Λ	13:23:41	13:23:52		0
57	450	Λ	13:23:47	13:24:02		0
58	13	Λ	13:26:18	13:26:26		0
59	A6	M	13:27:03	13:27:19	1	
60	A7	M	13:27:38	13:27:48		0
61	3	Λ	13:29:26	13:29:40		0
62	14	Λ	13:29:57	13:30:06	1	
63	550	Λ	13:31:13	13:31:42		0
64	B6	Λ	13:31:48	13:32:03	1	
65	13	Λ	13:33:23	13:33:31	1	
66	450	Λ	13:36:42	13:36:54		0
67	3	Λ	13:37:17	δ.σ		0
68	B7	Λ	13:39:40	13:39:57		0
69	3	Λ	13:44:07	13:44:42		0
70	603	Λ	13:44:17	13:44:48		0
71	A6	Λ	13:46:19	δ.σ	1	
72	14	Λ	13:49:51	13:50:03		0
73	3	Λ	13:51:14	δ.σ	1	
74	3	Λ	13:56:43	δ.σ		0
75	B7	M	13:56:58	13:57:08	1	
76	13	Λ	13:58:25	13:58:39	1	
77	3	Λ	13:59:25	δ.σ		0
78	550	Λ	13:59:35	13:59:45		0
79	13	Λ	14:04:19	14:04:32	1	
80	14	Λ	14:04:24	14:04:32	1	
81	3	Λ	14:08:42	δ.σ	1	
82	450	Λ	14:08:55	14:09:03	1	
83	A6	Γ	14:09:35	14:09:43		0
84	A7	Γ	14:10:08	14:10:20		0
85	3	Λ	14:17:50	14:18:06	1	
86	B7	M	14:17:52	14:18:08	1	
87	14	Λ	14:18:18	14:18:25		0
88	B6	Λ	14:18:54	δ.σ		0
89	13	Λ	14:19:00	δ.σ		0
90	603	Λ	14:19:56	14:20:05		0
91	550	Λ	14:21:32	14:21:46		0
92	3	Λ	14:26:43	14:26:52	1	0
93	450	Λ	14:32:40	14:32:54	1	
94	3	Λ	14:35:50	14:36:03	1	
95	14	Λ	14:35:54	14:36:08	1	
96	3	Λ	14:37:15	14:37:20	1	
97	B7	Γ	14:38:51	14:39:10	1	

ΣΤΑΣΗ : ΖΕΡΒΑ, κάθοδος Λεωφόρου Κηφισίας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 10 / 6 / 98

ΩΡΑ : 07:15 - 10:15

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	A7	Γ	7:17:41	7:18:05		0
2	14	Λ	7:18:43	7:18:55	1	
3	13	Γ	7:22:58	7:23:24	1	
4	B6	Γ	7:23:46	7:24:05		0
5	A7	Λ	7:25:14	7:25:35		0
6	550	Γ	7:25:16	7:25:39		0
7	603	Λ	7:25:52	7:26:15	1	
8	13	M	7:26:58	7:27:12		0
9	A6	M	7:27:02	7:27:22		0
10	450	M	7:28:07	δ.σ		0
11	3	Γ	7:33:03	7:33:38		0
12	B7	Γ	7:33:08	7:33:39	1	
13	A7	M	7:34:25	δ.σ		0
14	3	M	7:37:23	7:37:47		0
15	B6	Γ	7:38:52	7:39:14		0
16	14	M	7:40:26	7:40:40		0
17	A6	Γ	7:40:31	7:40:51		0
18	450	M	7:41:30	7:41:47		0
19	13	Γ	7:42:08	7:42:32	1	
20	13	M	7:45:09	7:45:19	1	
21	A7	Γ	7:47:43	7:48:05		0
22	550	Γ	7:47:56	7:48:18		0
23	13	Γ	7:49:23	7:49:33		0
24	450	M	7:50:36	7:50:43		0
25	14	Λ	7:52:24	7:52:38		0
26	603	M	7:52:29	7:52:41		0
27	A6	M	7:52:51	7:53:18	1	
28	3	M	7:55:18	7:55:35		0
29	3	M	7:55:43	7:55:58	1	
30	A7	Γ	7:58:17	7:58:31		0
31	B7	M	7:58:38	7:58:49	1	
32	550	Γ	8:01:58	8:02:23	1	
33	A7	M	8:02:45	δ.σ		0
34	3	Γ	8:04:17	8:04:38		0
35	13	Λ	8:05:43	8:05:54		0
36	A6	M	8:08:11	8:08:27		0
37	13	Γ	8:15:00	8:15:25	1	
38	B6	Γ	8:15:04	8:15:26	1	
39	14	M	8:16:57	8:17:12	1	
40	B7	Γ	8:19:07	8:19:22		0
41	3	Γ	8:19:28	8:20:45	1	
42	13	Γ	8:21:25	8:21:40	1	
43	14	M	8:22:07	8:22:26		0
44	A7	Γ	8:22:39	8:22:52	1	
45	13	Γ	8:24:12	8:24:22	1	
46	13	Γ	8:28:10	8:28:31		0
47	3	M	8:29:00	8:29:18	1	
48	B6	Γ	8:31:54	8:32:20	1	
49	A7	Γ	8:32:33	δ.σ		0
50	13	Γ	8:33:10	8:33:37	1	
51	603	Γ	8:33:15	8:33:38	1	
52	3	M	8:34:44	8:35:02	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
53	A6	Γ	8:35:23	8:35:41		0
54	3	M	8:37:09	8:37:22		0
55	450	Γ	8:37:37	8:38:09	1	
56	13	Γ	8:40:40	8:40:54	1	
57	13	Γ	8:45:20	8:45:38	1	
58	14	Γ	8:47:18	8:47:31		0
59	3	M	8:47:49	8:48:07		0
60	B7	Γ	8:49:11	8:49:43		0
61	3	M	8:51:27	8:51:50		0
62	13	M	8:51:30	8:51:54		0
63	A7	Γ	8:52:02	8:52:11		0
64	3	Λ	8:52:50	8:53:08	1	
65	B6	Λ	8:54:12	8:54:27	1	
66	450	M	8:54:45	8:55:10		0
67	A6	Γ	8:55:58	8:56:12		0
68	3	Γ	8:59:25	8:59:41		0
69	450	M	9:00:50	9:01:01		0
70	3	Γ	9:05:48	9:06:11	1	
71	A6	Γ	9:05:54	9:06:18	1	
72	550	Γ	9:07:23	9:07:41	1	
73	B7	Γ	9:08:41	9:08:55		0
74	B6	Γ	9:08:44	9:08:56		0
75	14	Λ	9:10:03	9:10:14		0
76	603	M	9:10:07	9:10:21		0
77	13	Γ	9:10:32	9:10:50	1	
78	3	M	9:11:17	9:11:28		0
79	3	Λ	9:11:31	9:11:37		0
80	13	Λ	9:11:41	9:11:54		0
81	3	Λ	9:12:30	9:12:36		0
82	A7	Γ	9:14:50	9:15:09	1	
83	550	Γ	9:15:45	9:16:00		0
84	B7	M	9:16:53	δ.σ	1	
85	13	Λ	9:17:09	9:17:20		0
86	3	Λ	9:18:15	9:18:28	1	
87	B6	Γ	9:18:28	9:18:42		0
88	A6	Γ	9:20:41	9:20:58		0
89	3	Γ	9:24:04	9:24:27	1	
90	14	M	9:24:26	9:24:38		0
91	450	Γ	9:25:15	9:25:28	1	
92	13	Λ	9:25:40	9:25:55	1	
93	13	Γ	9:31:18	9:31:44	1	
94	B7	Γ	9:31:22	9:31:47	1	
95	550	M	9:31:52	9:31:57		0
96	3	M	9:32:12	9:32:28		0
97	A7	Λ	9:32:20	9:32:30		0
98	603	Λ	9:35:27	9:35:46		0
99	450	M	9:35:55	9:36:08	1	
100	3	Γ	9:36:55	9:37:07		0
101	14	Γ	9:40:10	9:40:26	1	
102	13	M	9:40:12	9:40:57	1	
103	3	Λ	9:41:17	9:41:28		0
104	E7	Λ	9:42:51	9:43:05		0
105	3	M	9:44:35	9:44:50		0
106	13	M	9:45:01	9:45:21	1	
107	B6	Γ	9:46:03	9:46:22		0
108	550	Γ	9:46:30	9:46:58	1	
109	A6	Γ	9:46:40	9:47:01	1	
110	A7	Γ	9:47:52	9:48:04	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΡΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΗ σε R	ΑΦΙΕΗ σε G
111	550	Γ	9:47:55	9:48:08	1	
112	B7	M	9:48:33	9:48:59		0
113	3	M	9:50:22	9:50:36		0
114	14	Λ	9:51:00	9:51:09	1	
116	3	Λ	9:55:16	9:56:01	1	
117	14	M	9:55:47	9:56:02		0
118	A6	Γ	9:56:40	9:56:54	1	
119	B7	M	9:57:41	9:58:03		0
120	B6	M	9:58:15	9:58:27	1	
121	A6	Λ	10:01:20	10:01:37	1	
122	3	M	10:03:46	10:04:03		0
123	A7	M	10:04:10	10:04:25	1	
124	3	M	10:04:12	10:04:26	1	
125	14	M	10:04:13	10:04:49	1	
126	13	M	10:04:25	10:04:52	1	
127	13	Λ	10:05:50	δ.σ		0
128	450	M	10:06:47	10:06:59		0
129	E7	M	10:07:54	δ.σ		0
130	3	M	10:09:48	10:09:59		0
131	B7	Γ	10:09:54	10:10:15		0
132	550	Γ	10:11:10	10:11:21		0
133	13	M	10:11:37	10:12:14	1	
134	A7	M	10:11:40	10:12:15	1	
135	14	Λ	10:13:07	δ.σ	1	
136	A6	Γ	10:15:01	10:15:16	1	

ΣΤΑΣΗ : ΖΕΡΒΑ, κάθοδος Λεωφόρου Κηφισίας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 10 / 6 / 98

ΩΡΑ : 11:30 - 14:30

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μέση

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	13	Λ	11:31:05	11:31:17	1	
2	/	Λ	11:33:37	11:33:58		0
3	450	Λ	11:34:05	δ.σ		0
4	13	Λ	11:34:50	11:35:01		0
5	14	Μ	11:38:08	11:38:26		0
6	3	Γ	11:41:10	11:41:35		0
7	13	Λ	11:41:16	11:41:41	1	
8	A7	Λ	11:41:50	11:42:00		0
9	13	Λ	11:42:10	11:42:22		0
10	B6	Λ	11:45:36	11:45:52		0
11	603	Λ	11:46:05	11:46:17	1	
12	550	Λ	11:48:02	11:48:16		0
13	550	Γ	11:48:05	11:48:20		0
14	450	Μ	11:48:47	11:48:54	1	
15	A7	Γ	11:49:36	11:49:52		0
16	3	Γ	11:50:33	11:51:15		0
17	A6	Μ	11:51:12	11:51:28		0
18	A7	Γ	11:52:35	11:52:50		0
19	14	Γ	11:58:48	11:59:04		0
20	3	Γ	12:01:55	12:02:13		0
21	B6	Γ	12:04:30	12:04:55		0
22	450	Μ	12:04:33	12:04:55		0
23	3	Γ	12:06:23	12:06:35		0
24	A7	Γ	12:06:27	12:06:42		0
25	A6	Μ	12:08:13	12:08:26	1	
26	B6	Μ	12:08:16	12:08:30	1	
27	A7	Γ	12:10:44	12:10:54		0
28	B7	Μ	12:11:03	δ.σ		0
29	13	Μ	12:11:14	12:11:32	1	
30	3	Λ	12:12:33	δ.σ		0
31	550	Μ	12:16:28	12:16:46		0
32	14	Λ	12:17:21	12:17:47	1	
33	3	Λ	12:17:23	12:17:48	1	
34	3	Λ	12:18:21	12:18:31		0
35	A7	Μ	12:18:37	12:18:43	1	
36	13	Λ	12:18:57	12:19:18	1	
37	B7	Μ	12:18:58	12:19:19	1	
38	3	Λ	12:19:48	12:20:01		0
39	14	Λ	12:21:15	δ.σ		0
40	603	Λ	12:21:19	12:21:28		0
41	550	Λ	12:21:22	12:21:35		0
42	550	Μ	12:23:02	12:23:08		0
43	13	Λ	12:24:20	12:24:31		0
44	3	Λ	12:26:06	12:26:25	1	
45	B6	Λ	12:26:38	12:27:12	1	
46	A6	Μ	12:29:31	12:29:44	1	
47	450	Γ	12:32:11	12:32:26	1	
48	13	Μ	12:36:14	12:36:26		0
49	3	Λ	12:36:20	12:36:35		0
50	A7	Μ	12:36:45	12:37:00	1	
51	550	Γ	12:38:59	12:39:13		0
52	B7	Γ	12:39:03	12:39:29		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΡΟΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
53	3	Λ	12:40:52	12:41:12		0
54	13	Λ	12:42:12	12:42:22		0
55	14	Μ	12:42:56	12:43:05	1	
56	A7	Μ	12:43:57	12:44:08		0
57	13	Μ	12:48:13	12:48:25		0
58	13	Λ	12:48:40	12:48:56	1	
59	B7	Λ	12:49:27	12:49:42		0
60	B6	Μ	12:49:30	12:49:46		0
61	3	Λ	12:50:18	12:50:33	1	
62	450	Λ	12:52:47	12:52:58		0
63	14	Λ	12:53:25	12:53:39	1	
64	450	Μ	12:56:08	12:56:22	1	
65	13	Γ	12:57:19	12:57:28		0
66	3	Λ	12:57:46	12:57:54	1	
67	13	Μ	13:00:50	13:01:02	1	
68	603	Μ	13:02:57	13:03:12		0
69	14	Μ	13:04:49	13:05:03		0
70	A7	Μ	13:04:56	13:05:15	1	
71	A7	Μ	13:04:57	13:05:15	1	
72	B7	Μ	13:05:24	13:05:37	1	
73	A6	Γ	13:06:34	13:06:47	1	
74	3	Γ	13:07:50	13:08:03		0
75	A6	Μ	13:10:11	13:10:25		0
76	550	Γ	13:10:32	13:10:49		0
77	A7	Γ	13:11:43	13:11:56		0
78	3	Λ	13:13:29	13:13:38		0
79	A7	Λ	13:14:06	13:14:20	1	
80	A7	Μ	13:14:50	13:15:02		0
81	550	Μ	13:16:16	13:16:24		0
82	14	Λ	13:18:45	13:19:00	1	
83	450	Μ	13:18:49	13:19:01	1	
84	13	Μ	13:21:00	13:21:09		0
85	B6	Λ	13:21:01	13:21:14		0
86	A6	Λ	13:21:05	13:21:15		0
87	3	Λ	13:21:28	13:21:35	1	
88	3	Μ	13:24:31	13:24:42	1	
89	13	Λ	13:28:46	13:28:58		0
90	A7	Γ	13:30:33	13:30:46	1	
91	603	Μ	13:30:40	13:30:54	1	
92	B7	Γ	13:31:20	13:31:34		0
93	3	Λ	13:32:48	13:33:00		0
94	13	Λ	13:33:02	δ.σ		0
95	/	Λ	13:36:31	13:36:42	1	
96	14	Λ	13:39:00	13:39:14		0
97	B6	Γ	13:39:05	13:39:25		0
98	B7	Γ	13:43:08	13:43:33		0
99	13	Λ	13:44:22	13:44:36		0
100	550	Μ	13:44:50	13:45:10		0
101	13	Λ	13:45:36	13:45:57	1	
102	3	Λ	13:45:56	δ.σ		0
103	450	Μ	13:46:10	13:46:17		0
104	603	Λ	13:46:25	13:46:42		0
105	A6	Μ	13:49:39	13:49:54		0
106	B6	Λ	13:50:30	δ.σ		0
107	3	Λ	13:50:36	13:50:47		0
108	E7	Γ	13:50:51	δ.σ		0
109	A6	Μ	13:52:43	13:52:57		0
110	14	Λ	13:52:48	13:52:58	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΛ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΛ σε R	ΑΦΙΕΛ σε G
111	13	M	13:54:45	13:54:56	1	
112	A7	Γ	13:55:56	13:56:09	1	
113	3	Λ	13:57:18	13:57:33	1	
114	550	Γ	13:58:08	13:58:17		0
115	B6	Λ	13:58:28	13:58:38		0
116	13	M	14:04:38	14:04:54		0
117	3	Λ	14:05:55	14:06:02		0
118	14	Γ	14:07:21	14:07:33		0
119	13	Λ	14:07:38	δ.σ	1	
120	B7	Γ	14:08:37	14:09:04		0
121	13	M	14:12:50	14:13:01		0
122	A6	Γ	14:14:35	14:14:55		0
123	3	Γ	14:15:46	14:15:51		0
124	A6	Γ	14:16:06	14:16:19		0
125	/	Λ	14:16:41	14:17:00	1	
126	3	Λ	14:18:24	14:18:32	1	
127	450	Γ	14:19:46	14:20:00	1	
128	E7	Γ	14:22:49	δ.σ	1	
129	3	M	14:24:08	14:24:24	1	
130	603	Γ	14:25:57	14:26:12	1	
131	3	M	14:26:56	14:27:05		0
132	3	Λ	14:28:26	14:28:35		0

ΣΤΑΣΗ : ΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 8 / 6 / 98

ΩΡΑ : 10:30 - 13:30

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	813	Λ	10:32:27	10:32:35		0
2	14	Λ	10:34:28	10:35:08		0
3	B6	Λ	10:35:26	10:35:41		0
4	7	Λ	10:37:26	10:37:38		0
5	B7	M	10:38:33	10:38:43		0
6	230	Λ	10:38:35	10:39:05		0
7	B6	Λ	10:41:23	10:41:33		0
8	B5	Γ	10:43:30	10:44:11	1	
9	813	Λ	10:45:57	10:46:07		0
10	A6	Λ	10:48:54	10:49:14		0
11	A7	Λ	10:50:30	10:50:39		0
12	7	Λ	10:50:46	10:50:54		0
13	14	Λ	10:55:18	10:55:36		0
14	813	Λ	10:56:58	10:57:11		0
15	B5	Γ	10:58:20	10:58:34		0
16	813	M	11:01:13	11:01:25		0
17	7	Λ	11:01:17	11:01:29		0
18	B6	Λ	11:04:10	11:04:29		0
19	A7	Λ	11:04:45	11:05:05	1	
20	A6	Λ	11:11:17	11:11:28		0
21	7	Λ	11:11:45	11:12:32		0
22	14	Γ	11:18:58	11:19:17		0
23	813	Λ	11:20:29	11:20:44		0
24	B7	Λ	11:20:36	11:20:49		0
25	B5	Γ	11:23:27	11:23:53		0
26	230	Λ	11:23:43	11:23:55		0
27	B6	M	11:26:51	11:27:03		0
28	A7	Λ	11:31:08	11:31:17		0
29	7	Λ	11:31:13	11:31:29		0
30	14	Λ	11:31:14	11:31:39		0
31	A6	Λ	11:35:10	11:35:25		0
32	813	Λ	11:35:33	11:36:25		0
33	B5	M	11:36:47	11:36:59		0
34	230	Λ	11:41:21	11:41:33		0
35	A7	Λ	11:41:33	11:41:47		0
36	7	Λ	11:47:23	11:47:40		0
37	14	M	11:47:31	11:47:42		0
38	B6	Λ	11:48:46	11:48:59		0
39	813	Λ	11:48:51	11:49:01		0
40	14	Λ	11:50:49	11:51:34		0
41	B7	M	11:54:55	11:55:06		0
42	813	M	11:57:46	11:58:00		0
43	A6	M	11:59:11	11:59:26		0
44	7	Λ	11:59:17	11:59:27		0
45	B5	Λ	11:59:22	11:59:33		0
46	B5	Γ	12:02:49	12:03:01		0
47	7	Λ	12:09:49	12:10:02		0
48	B6	Λ	12:11:43	12:11:54		0
49	A7	Γ	12:12:50	12:13:01		0
50	14	Γ	12:14:23	12:14:33		0
51	230	Λ	12:17:16	12:17:28		0
52	B5	Γ	12:17:34	12:17:47		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
53	813	Γ	12:18:45	12:18:57		0
54	7	Λ	12:23:28	12:23:40		0
55	A6	Λ	12:24:38	12:24:55		0
56	14	Λ	12:26:21	12:26:32		0
57	B7	Γ	12:27:51	12:28:01		0
58	14	Γ	12:31:00	12:31:32		0
59	813	M	12:33:42	12:33:56		0
60	B6	Λ	12:35:23	12:35:36		0
61	B5	Γ	12:35:47	12:36:02	1	
62	B7	M	12:36:30	12:36:52		0
63	813	Λ	12:36:42	12:36:52		0
64	230	Λ	12:39:41	12:39:53		0
65	7	Λ	12:41:17	12:41:29		0
66	B7	M	12:45:34	12:45:47		0
67	A6	Λ	12:47:25	12:47:44		0
68	813	Λ	12:48:35	12:48:47		0
69	14	Γ	12:51:40	12:51:52		0
70	B5	Γ	12:55:05	12:55:18		0
71	7	Λ	12:57:43	12:57:52		0
72	7	Λ	12:57:48	12:57:55		0
73	B5	M	12:58:03	12:58:40		0
74	A7	Γ	12:59:12	12:59:22		0
75	813	M	13:08:08	13:09:01		0
76	A6	M	13:09:23	13:09:35		0
77	B5	M	13:10:53	13:11:09		0
78	B7	M	13:11:16	13:12:03		0
79	813	Λ	13:15:36	13:15:48		0
80	14	Γ	13:15:45	13:16:03		0
81	B7	M	13:19:58	13:20:13		0
82	7	Λ	13:20:30	13:20:41		0
83	B6	M	13:21:21	13:21:30		0
84	B5	Γ	13:25:55	13:26:02		0
85	230	Λ	13:25:58	13:26:13		0

ΣΤΑΣΗ : ΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 11 / 6 / 98

ΩΡΑ : 07:40 - 10:40

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΗ σε R	ΑΦΙΕΗ σε G
1	14	Γ	7:41:21	7:41:45		0
2	B5	Γ	7:42:50	δ.σ		0
3	813	Γ	7:43:10	7:43:22		0
4	B5	Γ	7:45:00	7:45:40	1	
5	A7	Γ	7:46:12	7:46:52		0
6	A6	Γ	7:47:16	7:47:32		0
7	242	M	7:50:24	7:50:38		0
8	230	Λ	7:51:40	7:51:55		0
9	7	Γ	7:52:03	7:52:12		0
10	813	M	7:52:51	7:53:02	1	
11	B6	Γ	7:53:18	7:53:33		0
12	B5	Γ	7:54:48	7:55:14		0
13	813	Λ	7:58:09	7:58:42		0
14	B7	Γ	7:59:31	8:00:04		0
15	B5	Γ	8:00:38	8:01:07		0
16	A6	Γ	8:01:24	8:01:48	1	
17	14	Γ	8:03:49	8:04:02		0
18	7	M	8:03:51	8:04:12		0
19	7	Λ	8:05:22	8:05:31		0
20	B7	Γ	8:08:15	8:08:43		0
21	B5	Γ	8:10:58	8:11:22		0
22	B6	Γ	8:11:19	8:11:33		0
23	14	Γ	8:12:43	8:13:28		0
24	230	M	8:15:45	8:15:58		0
25	7	Γ	8:16:58	8:17:11		0
26	14	Γ	8:17:03	8:17:15		0
27	B7	Γ	8:17:25	8:17:36		0
28	B5	Γ	8:19:56	8:20:15		0
29	A6	Γ	8:21:52	8:22:35		0
30	813	Γ	8:26:21	8:26:38		0
31	813	Λ	8:27:52	8:28:07		0
32	A7	Γ	8:28:14	8:28:40	1	
33	230	Λ	8:29:07	8:29:22		0
34	B5	Γ	8:30:50	8:31:46		0
35	14	Γ	8:32:26	8:32:46		0
36	B6	Γ	8:32:35	8:32:49	1	
37	14	M	8:33:36	8:33:53		0
38	813	Γ	8:36:45	8:37:01		0
39	B7	Γ	8:38:15	8:38:24		0
40	7	Γ	8:38:35	8:39:05	1	
41	A6	Γ	8:41:25	8:41:40		0
42	B5	Γ	8:44:06	8:44:25		0
43	14	Γ	8:44:43	8:44:50	1	
44	7	Λ	8:44:46	8:44:52	1	
45	7	M	8:48:24	8:48:40		0
46	14	Γ	8:48:35	8:48:48		0
47	A7	Γ	8:51:18	8:51:37		0
48	B5	Γ	8:51:20	8:51:47		0
49	B6	Γ	8:51:52	8:52:00		0
50	230	Λ	8:53:13	8:53:24		0
51	14	Γ	8:56:00	8:56:14		0
52	813	Γ	8:57:20	8:57:31		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΛ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΛ σε R	ΑΦΙΕΛ σε G
53	813	Λ	8:57:22	8:57:38		0
54	A7	Γ	8:58:50	8:59:01		0
55	A6	Γ	9:00:35	9:00:53		0
56	7	Γ	9:03:13	9:03:29		0
57	14	Γ	9:05:07	9:05:17		0
58	230	Λ	9:06:26	9:06:39		0
59	B5	Γ	9:07:50	9:08:25		0
60	B6	M	9:11:10	9:11:26		0
61	242	M	9:11:15	9:11:32		0
62	B7	M	9:12:19	9:12:28		0
63	7	Λ	9:12:26	9:12:44		0
64	813	M	9:15:16	9:15:29		0
65	B5	Γ	9:15:42	9:16:12		0
66	A7	M	9:18:26	9:18:39		0
67	813	Λ	9:19:57	9:20:09		0
68	A6	Γ	9:23:16	9:23:32	1	
69	B7	M	9:24:30	9:24:46		0
70	14	Γ	9:24:38	9:24:52		0
71	B6	Γ	9:25:50	9:26:14		0
72	14	M	9:27:35	9:28:03		0
73	B6	Γ	9:32:09	9:32:50		0
74	7	Γ	9:33:29	9:33:44		0
75	813	M	9:33:32	9:33:46		0
76	B5	Γ	9:34:02	9:34:36	1	
77	7	Λ	9:36:13	9:36:22		0
78	A7	Γ	9:36:33	9:36:43		0
79	14	M	9:36:45	9:37:12	1	
80	A6	Γ	9:40:43	9:40:54		0
81	813	M	9:40:47	9:40:59		0
82	B7	M	9:41:09	9:41:25		0
83	230	M	9:46:58	9:47:10		0
84	B5	Γ	9:48:09	9:49:03		0
85	7	Γ	9:48:20	9:48:55		0
86	A7	Γ	9:49:57	9:50:15		0
87	B6	Γ	9:52:40	9:52:55		0
88	813	M	9:53:06	9:53:20		0
89	B5	Γ	9:54:06	9:54:21		0
90	7	M	9:54:29	9:54:47		0
91	B7	Γ	9:56:09	9:56:45		0
92	813	Λ	9:57:33	9:58:03		0
93	14	Γ	10:00:38	10:01:06		0
94	230	Γ	10:03:31	10:03:46		0
95	A6	Γ	10:03:36	10:03:54		0
96	B7	Γ	10:05:16	10:06:21	1	
97	A7	Γ	10:08:08	10:08:33	1	
98	B6	Γ	10:11:08	10:11:18	1	
99	7	Γ	10:12:10	10:12:27		0
100	813	Γ	10:13:45	10:13:53		0
101	B7	M	10:16:38	10:16:52		0
102	A	Λ	10:18:08	10:18:21		0
103	B5	Γ	10:19:30	10:19:46		0
104	14	Γ	10:19:58	10:20:18		0
105	A7	Λ	10:21:08	10:21:17		0
106	B7	Λ	10:21:10	δ.σ		0
107	A7	M	10:24:27	10:24:36		0
108	B5	Γ	10:28:41	10:28:57		0
109	7	Γ	10:30:06	10:30:22		0
110	B6	Λ	10:30:29	10:30:43		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΡΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
111	A6	Γ	10:30:30	10:30:41		0
112	A7	Γ	10:31:46	10:31:56		0
113	7	M	10:32:11	10:32:18	1	
114	7	Λ	10:32:12	δ.σ	1	
115	813	M	10:36:08	10:36:22		0
116	230	Λ	10:36:10	10:36:29		0
117	14	M	10:37:45	10:38:07		0
118	3	Λ	10:37:53	10:38:08		0
119	B5	Γ	10:39:30	10:39:45		0
120	A6	Λ	10:39:36	10:39:49		0
121	B7	Γ	10:40:40	10:40:52		0

ΣΤΑΣΗ : ΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 11 / 6 / 98
ΩΡΑ : 11:40 - 14:40
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μέση

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΣΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	813	Λ	11:43:39	11:43:54		0
2	B6	Γ	11:43:57	11:44:09	1	
3	813	Λ	11:45:17	11:45:22		0
4	230	Λ	11:45:24	11:45:36	1	
5	B5	M	11:45:29	11:45:40	1	
6	B7	M	11:46:35	11:46:45		0
7	A6	M	11:49:31	11:49:43		0
8	14	Γ	11:52:33	11:52:46		0
9	B5	Γ	11:52:56	11:53:05	1	
10	A7	Γ	11:54:00	11:54:10		0
11	7	M	11:54:15	11:54:40		0
12	A6	Γ	11:58:50	11:59:01		0
13	7	Γ	12:01:52	12:02:04	1	
14	B5	Γ	12:05:45	12:06:03		0
15	A6	Γ	12:07:20	12:07:32		0
16	14	Γ	12:07:55	12:08:06	1	
17	230	Γ	12:10:33	12:10:45		0
18	A6	M	12:11:48	12:12:03		0
19	813	Γ	12:17:50	12:18:08		0
20	B7	Γ	12:18:59	12:19:16		0
21	14	Γ	12:19:15	12:19:34		0
22	A6	Γ	12:19:42	12:19:55	1	
23	A7	Γ	12:19:45	12:20:07	1	
24	7	Γ	12:21:06	12:21:21		0
25	B6	M	12:22:12	12:22:29		0
26	A7	Γ	12:27:02	12:27:23		0
27	A7	Γ	12:27:06	12:27:29		0
28	242	Λ	12:28:10	12:28:26		0
29	B6	M	12:28:35	12:28:48		0
30	A7	M	12:28:37	12:28:48		0
31	230	Λ	12:29:50	δ.σ		0
32	A6	Γ	12:30:17	12:30:28	1	
33	A5	Γ	12:31:09	12:31:28		0
34	A7	Γ	12:37:15	12:37:22		0
35	B6	Γ	12:37:38	12:37:50		0
36	7	Γ	12:38:50	12:39:07		0
37	B5	Γ	12:40:38	12:40:56		0
38	813	Γ	12:43:21	12:43:42		0
39	B7	Γ	12:44:47	12:45:00		0
40	B5	Γ	12:47:33	12:47:48		0
41	813	M	12:47:54	12:48:10		0
42	14	Γ	12:48:06	12:48:28		0
43	7	Λ	12:48:10	12:48:20	1	
44	3	Λ	12:49:34	δ.σ		0
45	A6	Γ	12:52:06	12:52:20		0
46	14	Λ	12:52:13	12:52:25		0
47	813	M	12:53:38	12:53:52		0
48	B5	M	12:53:42	12:53:58		0
49	7	Λ	12:53:43	12:53:54		0
50	A7	Γ	12:55:01	12:55:13		0
51	14	M	12:58:12	12:58:30		0
52	B5	M	12:58:48	12:59:02	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
53	B5	Λ	13:01:00	13:01:12		0
54	A6	Γ	13:01:04	13:01:19		0
55	813	M	13:01:31	13:01:45		0
56	B5	Λ	13:02:55	13:03:06		0
57	3	M	13:03:12	13:03:22	1	
58	B7	Γ	13:07:20	13:07:28		0
59	230	M	13:08:45	13:08:54		0
60	A5	Γ	13:08:47	13:09:00		0
61	7	M	13:09:10	13:09:48	1	
62	B6	Γ	13:10:04	13:10:16		0
63	A7	Γ	13:11:45	13:11:57		0
64	14	Γ	13:13:03	13:13:17		0
65	B7	Γ	13:17:39	13:17:51		0
66	7	Γ	13:17:44	13:17:57		0
67	A6	Λ	13:19:03	δ.σ		0
68	B5	M	13:19:28	13:20:14		0
69	230	Λ	13:22:04	13:22:14		0
70	A7	Γ	13:23:29	13:23:45		0
71	B6	M	13:26:27	13:26:38		0
72	B5	Γ	13:30:00	13:30:14		0
73	B7	Γ	13:31:07	13:31:22		0
74	7	Γ	13:31:33	13:31:54	1	
75	813	Γ	13:32:40	13:32:52		0
76	813	Λ	13:32:48	13:33:06		0
77	A6	M	13:34:27	13:34:40		0
78	813	M	13:37:25	13:37:39		0
79	B7	Γ	13:38:39	13:38:54		0
80	B5	Γ	13:38:40	13:38:56		0
81	7	M	13:40:02	13:40:17		0
82	B6	M	13:41:23	13:41:37		0
83	230	M	13:42:56	13:43:08		0
84	14	Γ	13:47:36	13:47:55		0
85	A6	Γ	13:49:16	13:49:28		0
86	813	Γ	13:50:36	13:50:53		0
87	B5	Γ	13:51:48	13:52:00		0
88	242	Λ	13:51:52	13:52:02		0
89	813	M	13:57:53	13:58:10		0
90	B6	M	13:59:18	13:59:40		0
91	A7	Γ	14:01:01	14:01:22		0
92	14	Γ	14:01:07	14:01:28		0
93	B7	Γ	14:02:29	14:02:43		0
94	7	M	14:02:55	14:03:12	1	
95	A6	Λ	14:03:49	δ.σ		0
96	B5	Γ	14:03:53	14:04:10		0
97	230	M	14:05:44	14:05:53		0
98	14	M	14:08:24	14:08:46		0
99	B5	Γ	14:09:44	14:09:56		0
100	813	M	14:11:20	14:11:31		0
101	A7	Γ	14:12:49	14:13:02		0
102	B6	M	14:13:15	14:13:30		0
103	7	Λ	14:13:19	14:13:49		0
104	813	Λ	14:14:24	14:14:36		0
105	230	Λ	14:17:46	14:17:57		0
106	3	M	14:18:40	14:19:00		0
107	7	Λ	14:22:08	14:22:20		0
108	A6	M	14:23:14	14:23:29		0
109	B5	Γ	14:23:53	14:24:17	1	
110	B5	Γ	14:31:19	14:31:40	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
111	14	Γ	14:32:15	14:32:32		0
112	A7	Γ	14:34:00	14:34:19		0
113	14	M	14:34:01	14:34:20		0
114	B6	Γ	14:35:26	14:35:35		0
115	813	Γ	14:41:13	14:41:37		0

Παρατήρηση : το λεωφορείο με α/α 44 πέρασε με πράσινο και σταμάτησε μετά από τη στάση

ΣΤΑΣΗ : 3^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 14 / 6 / 98
ΩΡΑ : 10:30 - 13:30
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μικρή

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B5	Λ	10:40:41	10:40:58		0
2	A5	Γ	10:42:40	10:42:48		0
3	A5	Λ	10:46:06	10:46:17		0
4	Γ5	Λ	10:47:00	10:47:10		0
5	A5	Λ	10:48:07	δ.σ		0
6	B5	Μ	10:54:43	10:54:56		0
7	A5	Λ	10:56:08	10:56:19		0
8	A5	Γ	11:07:05	δ.σ		0
9	Γ5	Λ	11:07:58	11:08:07		0
10	B5	Λ	11:14:31	11:14:44		0
11	A5	Γ	11:26:54	11:27:10		0
12	Γ5	Λ	11:27:03	11:27:15		0
13	B5	Μ	11:33:09	11:33:19		0
14	A5	Λ	11:36:21	δ.σ		0
15	A5	Λ	11:47:50	δ.σ		0
16	Γ5	Λ	11:48:04	11:48:17		0
17	B5	Γ	11:50:24	11:50:38		0
18	A5	Μ	11:58:34	11:58:46		0
19	B5	Λ	12:05:11	12:05:21		0
20	Γ5	Λ	12:06:12	12:06:22		0
21	A5	Γ	12:11:47	12:12:00		0
22	B5	Λ	12:22:02	12:22:09		0
23	A5	Λ	12:26:38	12:26:51		0
24	Γ5	Λ	12:27:01	12:27:15		0
25	B5	Λ	12:30:35	δ.σ		0
26	A5	Λ	12:34:19	12:34:30		0
27	Γ5	Λ	12:39:47	12:40:00		0
28	B5	Λ	12:42:46	δ.σ		0
29	A5	Λ	12:43:03	12:43:16	1	
30	A5	Γ	12:45:35	δ.σ		0
31	Γ5	Λ	12:56:12	12:56:28		0
32	B5	Λ	13:00:20	13:00:33		0
33	A5	Λ	13:00:28	13:00:33		0
34	A5	Γ	13:00:56	δ.σ		0
35	Γ5	Λ	13:14:43	13:15:00		0
36	B5	Λ	13:16:46	13:16:57		0
37	A5	Γ	13:16:50	13:17:01		0
38	A5	Λ	13:22:07	13:22:20		0
39	B5	Λ	13:27:37	13:27:48		0
41	A5	Λ	13:31:30	13:31:43		0
41	A5	Λ	13:32:49	13:32:57	1	

ΣΤΑΣΗ : 3^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 16 / 6 / 98
ΩΡΑ : 07:00 - 10:00
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ : αυξημένος

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΣΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B5	Γ	7:04:53	7:05:12	1	
2	A5	Γ	7:10:19	7:10:47		0
3	E5	M	7:10:56	δ.σ		0
4	A5	Γ	7:11:01	7:11:16	1	
5	Γ5	Γ	7:13:40	7:13:49		0
6	A5	Γ	7:16:24	7:16:35		0
7	B5	Γ	7:18:14	7:18:24		0
8	A5	Γ	7:23:41	7:23:56		0
9	B5	Γ	7:25:52	7:26:14		0
10	A5	Γ	7:26:32	7:26:45		0
11	Γ5	Γ	7:27:46	7:28:05		0
12	A5	Γ	7:31:03	7:31:13	1	
13	B5	Γ	7:32:33	7:32:46	1	
14	E5	Γ	7:34:50	δ.σ		0
15	A5	Γ	7:39:25	7:39:36		0
16	Γ5	Γ	7:47:36	7:48:01		0
17	B5	Γ	7:50:10	7:50:47		0
18	A5	Γ	7:55:24	7:55:48		0
19	A5	Γ	7:59:25	7:59:40		0
20	Γ5	M	7:59:50	8:00:10		0
21	A5	Γ	8:03:14	8:03:27		0
22	E5	M	8:03:18	δ.σ		0
23	B5	Γ	8:04:14	8:04:30		0
24	A5	Γ	8:05:48	8:05:59		0
25	B5	Λ	8:08:19	8:08:40		0
26	Γ5	Γ	8:12:06	8:12:32		0
27	B5	Γ	8:12:07	8:12:33		0
28	A5	M	8:15:28	8:15:50		0
29	A5	M	8:16:55	8:17:04	1	
30	A5	Γ	8:20:14	8:20:36		0
31	B5	Γ	8:20:46	δ.σ		0
32	Γ5	Γ	8:21:26	8:21:39		0
33	A5	M	8:25:12	8:25:23		0
34	B5	Γ	8:26:10	8:26:25		0
35	A5	Γ	8:27:11	8:27:26		0
36	B5	M	8:31:21	8:31:35		0
37	Γ5	Γ	8:32:00	8:32:10		0
38	A5	Λ	8:32:41	8:32:50	1	
39	A5	Γ	8:34:25	8:34:31		0
40	E5	Γ	8:37:13	8:37:56		0
41	Γ5	Γ	8:41:10	8:41:29		0
42	B5	Γ	8:42:33	δ.σ		0
43	A5	Γ	8:43:18	8:43:28		0
44	A5	Γ	8:48:50	8:49:03		0
45	B5	M	8:50:14	8:50:28		0
46	B5	Γ	8:51:56	8:52:10		0
47	Γ5	Λ	8:52:30	δ.σ		0
48	A5	M	8:52:49	8:52:59		0
49	A5	Γ	8:55:54	8:56:11		0
50	Γ5	Γ	8:57:11	δ.σ		0
51	B5	Λ	8:57:15	δ.σ		0
52	A5	Γ	9:03:04	9:03:12		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΡΡΟΤΗΤΑ	ΛΟΙΠΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΛΟΙΠΗ σε R	ΛΟΙΠΗ σε G
53	B5	Γ	9:04:01	9:04:20		0
54	A5	M	9:06:14	9:06:28		0
55	B5	M	9:10:32	9:10:44	1	
56	Γ5	Γ	9:13:05	9:13:16		0
57	E5	Γ	9:13:57	δ.σ		0
58	A5	Γ	9:17:22	9:17:50		0
59	B5	Γ	9:19:04	9:19:21		0
60	A5	Γ	9:22:31	9:22:46	1	
61	E5	Λ	9:23:25	δ.σ		0
62	A5	Γ	9:28:25	δ.σ		0
63	Γ5	Γ	9:32:03	9:32:16		0
64	B5	Γ	9:33:14	9:33:27		0
65	A5	Γ	9:34:58	9:35:08		0
66	B5	Γ	9:43:28	9:43:44		0
67	A5	Γ	9:44:20	9:44:36	1	
68	Γ5	Γ	9:50:02	9:50:15		0
69	B5	Γ	9:55:08	9:55:22		0
70	A5	Γ	9:56:57	9:57:12		0
71	A5	Γ	10:01:04	10:01:18		0
72	B5	Γ	10:02:15	10:02:26	1	

ΣΤΑΣΗ : 3^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 16 / 6 / 98
ΩΡΑ : 11:00 - 14:00
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΣ ΦΟΡΤΟΣ : μέσος

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΣΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΛ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΛ σε R	ΑΦΙΕΛ σε G
1	A5	Γ	10:58:46	10:58:53		0
2	A5	Γ	11:00:47	11:00:56		0
3	Γ5	Λ	11:01:23	11:01:35		0
4	A5	M	11:07:34	11:07:48		0
5	B5	M	11:09:51	11:10:08		0
6	A5	Λ	11:10:05	δ.σ		0
7	A5	M	11:10:34	δ.σ		0
8	Γ5	M	11:16:05	11:16:17	1	
9	B5	M	11:17:51	11:17:59		0
10	A5	Γ	11:20:39	11:20:54		0
11	B5	Λ	11:21:58	δ.σ		0
12	A5	Γ	11:27:48	11:27:58		0
13	Γ5	Λ	11:31:41	11:31:56		0
14	A5	Λ	11:33:05	11:33:19		0
15	A5	Γ	11:37:27	11:37:35		0
16	A5	Γ	11:38:28	11:38:43		0
17	A5	Γ	11:45:27	11:45:39		0
18	Γ5	Λ	11:47:25	δ.σ		0
19	A5	Γ	11:49:28	11:49:38		0
20	A5	Λ	11:55:00	11:55:08		0
21	A5	M	11:55:19	11:55:31		0
22	B5	M	11:55:28	11:55:38		0
23	A5	Γ	12:03:26	12:03:42		0
24	Γ5	M	12:04:31	12:04:44		0
25	B5	Λ	12:04:45	12:04:51		0
26	B5	Λ	12:05:30	δ.σ		0
27	A5	Γ	12:10:30	12:10:47		0
28	A5	M	12:14:03	δ.σ		0
29	A5	Λ	12:15:32	δ.σ		0
30	B5	Λ	12:16:27	12:16:37		0
31	Γ5	M	12:18:39	12:18:49		0
32	B5	Λ	12:19:42	12:19:53		0
33	B5	M	12:25:46	12:26:18	1	
34	A5	Γ	12:29:10	12:29:22		0
35	B5	Λ	12:29:37	δ.σ		0
36	A5	Γ	12:33:32	12:33:50		0
37	Γ5	M	12:39:08	12:39:28		0
38	B5	M	12:39:26	12:39:37		0
39	A5	Γ	12:42:35	12:42:43		0
40	Γ5	Λ	12:43:59	δ.σ		0
41	B5	Γ	12:46:25	12:46:37		0
42	Γ5	Λ	12:51:28	δ.σ		0
43	A5	Γ	12:52:03	12:52:23		0
44	A5	Λ	12:57:16	12:57:28		0
45	B5	Λ	12:57:17	δ.σ		0
46	A5	Λ	12:58:17	12:58:25		0
47	A5	M	13:04:26	13:04:43		0
48	B5	Γ	13:05:40	δ.σ		0
49	Γ5	M	13:08:26	13:08:36		0
50	A5	Γ	13:13:05	13:13:16		0
51	A5	M	13:14:54	13:15:08		0
52	B5	Γ	13:22:08	13:22:24		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε Ε	ΑΦΙΞΗ σε Γ
53	Γ5	Λ	13:23:19	13:23:29		0
54	Α5	Γ	13:26:11	13:26:28		0
55	Β5	Λ	13:30:05	13:30:12		0
56	Α5	Μ	13:31:16	13:31:27		0
57	Β5	Μ	13:33:29	δ.σ		0
58	Α5	Μ	13:33:32	13:33:47		0
59	Γ5	Λ	13:41:08	13:41:27		0
60	Α5	Γ	13:43:42	13:43:52		0
61	Α5	Μ	13:44:18	13:44:30		0
62	Β5	Λ	13:45:42	13:45:52		0
63	Β5	Μ	13:49:49	δ.σ		0
64	Α5	Μ	13:52:15	13:52:26		0
65	Γ5	Λ	13:57:10	13:57:24		0
66	Α5	Λ	13:57:28	13:57:34		0

ΣΤΑΣΗ : 5^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 17 / 6 / 98

ΩΡΑ : 07:00 - 10:00

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α / α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	A5	Γ	7:04:56	7:05:26		0
2	B5	Γ	7:05:37	7:06:01	1	
3	E5	Γ	7:08:56	δ.σ		0
4	Γ5	Γ	7:09:32	7:09:49	1	
5	B5	Γ	7:10:20	7:10:31		0
6	A5	Λ	7:10:35	7:10:42		0
7	B5	Μ	7:14:55	7:15:08		0
8	A5	Γ	7:20:46	7:21:15		0
9	Γ5	Γ	7:22:22	7:22:35		0
10	B5	Γ	7:22:45	7:23:00		0
11	A5	Γ	7:27:26	7:27:46		0
12	B5	Λ	7:27:46	7:28:09	1	
13	E5	Γ	7:28:20	δ.σ		0
14	A5	Γ	7:30:51	7:31:00		0
15	B5	Μ	7:35:30	7:35:48	1	
16	Γ5	Γ	7:36:26	7:36:38		0
17	A5	Γ	7:39:35	7:40:02	1	
18	Γ5	Γ	7:46:13	7:46:30		0
19	B5	Γ	7:46:38	7:46:56		0
20	E5	Γ	7:47:12	δ.σ		0
21	A5	Μ	7:48:43	7:48:57		0
22	A5	Μ	7:51:00	7:51:12		0
23	A5	Μ	7:54:25	7:54:34		0
24	B5	Γ	7:57:37	7:58:04	1	
25	Γ5	Γ	8:00:12	8:00:24		0
26	A5	Γ	8:02:44	8:02:56		0
27	E5	Γ	8:04:10	δ.σ		0
28	A5	Γ	8:04:10	8:04:30		0
29	Γ5	Γ	8:08:18	8:08:32		0
30	A5	Γ	8:14:23	8:14:49		0
31	B5	Γ	8:17:50	8:18:07		0
32	Γ5	Γ	8:22:31	8:22:44		0
33	A5	Γ	8:24:31	8:24:44		0
34	B5	Λ	8:26:20	8:26:40		0
35	E5	Γ	8:30:30	δ.σ		0
36	Γ5	Μ	8:35:18	8:35:35		0
37	B5	Γ	8:36:53	8:37:22		0
38	A5	Μ	8:38:37	8:39:03		0
39	E5	Μ	8:43:10	δ.σ	1	
40	A5	Γ	8:44:25	8:44:54		0
41	B5	Μ	8:45:24	8:45:37	1	
42	A5	Μ	8:45:43	8:45:53		0
43	B5	Γ	8:48:49	8:48:58		0
44	A5	Γ	8:50:10	δ.σ		0
45	Γ5	Γ	8:51:10	8:52:02		0
46	A5	Γ	9:00:27	9:00:42		0
47	B5	Γ	9:00:57	9:01:32		0
48	A5	Μ	9:02:06	9:02:16		0
49	B5	Μ	9:05:47	9:05:56		0
50	E5	Μ	9:06:21	δ.σ		0
51	B5	Λ	9:08:29	9:08:37		0
52	A5	Μ	9:08:40	9:08:53		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΦΟΦΡΕΙΟΥ	ΠΑΡΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε Β	ΑΦΙΞΗ σε Γ
53	Γ5	Γ	9:10:42	9:10:54		0
54	Α5	Γ	9:16:46	9:16:59		0
55	Ε5	Μ	9:18:55	9:19:36		0
56	Β5	Γ	9:22:23	9:22:38		0
57	Α5	Μ	9:23:55	9:24:09		0
58	Γ5	Γ	9:29:56	9:30:10		0
59	Α5	Γ	9:32:27	9:32:38		0
60	Α5	Λ	9:34:46	9:34:56		0
61	Β5	Μ	9:35:42	9:35:51		0
62	Β5	Μ	9:41:51	9:42:03		0
63	Α5	Μ	9:45:06	9:45:30	1	
64	Γ5	Γ	9:46:32	9:46:43		0
65	Α5	Γ	9:55:40	9:55:59		0
66	Β5	Γ	9:55:43	9:55:59		0
67	Β5	Μ	9:57:12	δ.σ	1	

ΣΤΑΣΗ : 5^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ, κάθοδος Λεωφόρου Μεσογείων
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 17 / 6 / 98
ΩΡΑ : 11:00 - 14:00
ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μέση

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B5	M	11:02:35	11:02:51		0
2	B5	M	11:05:09	11:05:22		0
3	A5	Γ	11:09:51	11:10:08	1	
4	A5	Λ	11:11:09	11:11:20		0
5	A5	Λ	11:11:46	11:12:10	1	
6	A5	Λ	11:16:14	11:16:25		0
7	Γ5	Λ	11:16:32	11:16:45		0
8	B5	Λ	11:19:26	11:19:36	1	
9	B5	Λ	11:19:36	δ.σ	1	
10	Γ5	Λ	11:25:26	11:25:35		0
11	A5	Λ	11:25:46	11:25:58	1	
12	A5	M	11:31:46	11:31:57	1	
13	A5	Λ	11:33:29	δ.σ		0
14	Γ5	Λ	11:36:14	11:36:26		0
15	B5	Γ	11:37:23	11:37:31		0
16	A5	Γ	11:44:23	11:44:51		0
17	B5	M	11:47:12	11:47:25		0
18	Γ5	Λ	11:49:45	11:50:02	1	
19	A5	Λ	11:50:21	δ.σ		0
20	A5	M	11:56:06	11:56:21		0
21	B5	Λ	11:57:23	11:57:32		0
22	B5	Λ	11:58:35	11:58:56	1	
23	B5	Λ	12:00:45	12:00:59	1	
24	A5	Λ	12:01:06	12:01:14		0
25	Γ5	Λ	12:02:13	12:02:23		0
26	A5	M	12:09:39	12:09:49	1	
27	B5	Λ	12:14:04	12:14:13		0
28	A5	Λ	12:15:03	δ.σ		0
29	A5	M	12:15:18	12:15:32		0
30	B5	Λ	12:18:37	12:18:48		0
31	B5	Λ	12:19:14	δ.σ		0
32	Γ5	M	12:19:49	12:20:04	1	
33	A5	Γ	12:29:13	12:29:30		0
34	A5	M	12:32:51	12:33:06		0
35	B5	Γ	12:34:32	12:34:54	1	
36	Γ5	M	12:36:27	12:36:41		0
37	B5	Λ	12:37:05	12:37:16		0
38	B5	Λ	12:37:59	12:38:11		0
39	A5	Γ	12:44:06	12:44:25		0
40	Γ5	M	12:50:06	12:50:19		0
41	A5	Γ	12:55:55	12:56:14		0
42	A5	Λ	12:56:57	12:57:04		0
43	Γ5	Λ	12:59:18	12:59:28		0
44	B5	Λ	13:01:33	13:01:44		0
45	A5	Γ	13:02:43	13:02:58		0
46	B5	Γ	13:04:16	13:04:34	1	
47	Γ5	M	13:05:37	13:05:47	1	
48	A5	Λ	13:06:13	13:06:30		0
49	A5	Γ	13:13:31	13:13:45	1	
50	A5	Λ	13:18:56	δ.σ		0
51	B5	Λ	13:20:30	13:20:42		0
52	A5	Γ	13:23:07	13:23:38	1	

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΕΡΟΦΕΡΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
53	Γ5	M	13:23:50	13:24:01		0
54	A5	Λ	13:24:56	13:25:03		0
55	A5	Γ	13:33:46	13:33:55		0
56	B5	M	13:34:19	13:34:33		0
57	Γ5	Λ	13:37:57	13:38:07		0
58	A5	M	13:38:29	13:38:37		0
59	B5	Λ	13:44:28	δ.σ		0
60	B5	M	13:44:51	13:45:35		0
61	B5	Γ	13:47:18	13:47:44	1	
62	A5	M	13:52:34	13:52:45		0
63	A5	M	13:57:06	13:57:25	1	
64	Γ5	M	13:57:50	13:58:01		0
65	E5	Λ	13:59:48	δ.σ		0

ΣΤΑΣΗ : ΣΟΝΙΑ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 12 / 6 / 98

ΩΡΑ : 07:20 - 10:20

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μεγάλη

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΣΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B6	Γ	7:21:47	7:22:04		0
2	14	M	7:21:51	7:22:20		0
3	7	Λ	7:22:30	7:22:39	1	
4	B6	Γ	7:26:14	7:26:29		0
5	A5	Γ	7:26:32	7:27:03		0
6	14	Γ	7:30:56	7:31:15		0
7	7	Λ	7:33:39	7:33:58		0
8	B5	Λ	7:33:46	7:33:55		0
9	B6	Γ	7:35:43	7:35:57		0
10	A6	M	7:36:06	7:36:52	1	
11	7	M	7:41:30	7:41:42		0
12	B6	Γ	7:41:48	7:42:04		0
13	242	Λ	7:45:03	7:45:43	1	
14	7	M	7:46:04	7:46:20		0
15	B6	Γ	7:47:45	7:47:56		0
16	B5	Γ	7:51:39	δ.σ		0
17	A6	Γ	7:57:35	7:57:56		0
18	B5	Γ	7:57:49	7:58:03		0
19	14	Γ	7:59:08	7:59:20		0
20	B5	Γ	8:05:04	8:05:36		0
21	7	Γ	8:08:00	8:08:14		0
22	B6	Γ	8:08:40	8:08:58	1	
23	B5	Γ	8:13:45	δ.σ		0
24	14	Γ	8:16:55	8:17:27		0
25	A6	Γ	8:18:26	8:18:44		0
26	7	Γ	8:20:28	8:20:41		0
27	B5	Γ	8:21:54	8:22:07		0
28	14	Γ	8:22:15	8:22:25	1	
29	7	M	8:22:20	8:22:28	1	
30	B6	Γ	8:29:15	8:29:33		0
31	B5	Γ	8:33:35	8:33:50		0
32	7	Γ	8:34:56	8:35:08		0
33	A6	Γ	8:38:03	8:38:13		0
34	14	Γ	8:49:08	8:49:36	1	
35	B5	Γ	8:50:03	8:50:35		0
36	14	Γ	8:50:08	8:50:28		0
37	B6	Γ	8:55:35	8:55:55		0
38	14	Γ	8:56:37	8:56:51	1	
39	B5	Γ	8:58:49	8:59:02		0
40	7	M	8:59:05	8:59:24		0
41	A6	Λ	8:59:25	δ.σ		0
42	7	Λ	9:04:45	9:04:58		0
43	242	Λ	9:06:12	δ.σ		0
44	B6	M	9:08:27	9:08:41	1	
45	B5	Γ	9:09:20	9:09:35		0
46	14	Γ	9:17:16	9:17:36		0
47	7	Γ	9:17:23	9:17:41		0
48	B5	Γ	9:17:53	9:18:08	1	
49	A6	Γ	9:20:10	9:20:20		0
50	A5	Γ	9:29:10	9:29:32		0
51	B6	Λ	9:30:35	9:30:50		0
52	14	Γ	9:30:46	9:30:57		0

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΑΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΕΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΕΗ σε R	ΑΦΙΕΗ σε G
53	7	M	9:33:27	9:33:40	1	
54	B5	Γ	9:38:10	9:38:32		0
55	A6	Λ	9:39:40	9:39:51		0
56	7	M	9:42:40	9:42:54		0
57	B6	M	9:48:32	9:48:44		0
58	B5	Γ	9:49:49	9:50:00	1	
59	7	Γ	9:57:55	9:58:14		0
60	A6	Γ	9:59:06	9:59:15		0
61	B5	Γ	9:59:08	9:59:33		0
62	14	Γ	10:04:44	10:04:59	1	
63	B6	M	10:07:45	10:07:55		0
64	B5	Γ	10:08:22	10:08:35	1	
65	7	M	10:16:36	10:16:51		0
66	7	Λ	10:16:41	10:16:52		0
67	B5	Γ	10:17:04	10:17:25		0
68	A6	Λ	10:19:41	10:19:55		0

ΣΤΑΣΗ : ΣΟΝΙΑ, άνοδος Λεωφόρου Αλεξάνδρας

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : 12 / 6 / 98

ΩΡΑ : 12:15 - 14:15

ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ : μέση

α/α	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΩΦΟΡΕΙΟΥ	ΠΛΗΡΟΤΗΤΑ	ΑΦΙΞΗ στη στάση	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ από τη στάση	ΑΦΙΞΗ σε R	ΑΦΙΞΗ σε G
1	B5	Γ	12:17:58	12:18:10		0
2	7	Λ	12:18:01	12:18:13		0
3	B6	Γ	12:20:49	12:20:59		0
4	242	Λ	12:21:30	δ.σ	1	
5	14	Γ	12:22:56	12:23:05	1	
6	B5	Γ	12:26:51	12:27:08		0
7	A6	Γ	12:28:57	12:29:11	1	
8	B5	Γ	12:29:45	12:29:57		0
9	14	M	12:31:02	12:31:14		0
10	14	Λ	12:31:23	12:31:35		0
11	7	Λ	12:31:49	δ.σ	1	
12	A6	M	12:33:11	12:33:23	1	
13	B5	Λ	12:33:19	δ.σ	1	
14	B5	Λ	12:36:05	12:36:16		0
15	A6	Λ	12:42:19	12:42:37	1	
16	7	Γ	12:42:58	12:43:08		0
17	B5	Γ	12:44:57	12:45:15		0
18	7	M	12:50:39	12:50:55		0
19	B5	Γ	12:56:33	12:56:47		0
20	A6	Γ	13:00:59	13:01:09		0
21	B5	Γ	13:04:05	13:04:17		0
22	14	Γ	13:05:38	13:05:50		0
23	7	Λ	13:05:45	13:05:55		0
24	14	Λ	13:07:02	13:07:12		0
25	14	Λ	13:07:08	13:07:15		0
26	7	Λ	13:08:29	13:08:40		0
27	B6	Λ	13:10:09	13:10:22		0
28	B5	Γ	13:11:30	13:11:45		0
29	A6	M	13:14:48	13:14:59		0
30	B6	M	13:16:48	13:16:55	1	
31	B6	M	13:23:49	13:24:00		0
32	B5	Γ	13:27:55	13:28:14		0
33	7	Γ	13:29:30	13:29:43		0
34	B6	M	13:34:01	13:34:16		0
35	B5	Γ	13:36:50	δ.σ		0
36	7	Γ	13:38:32	13:38:51		0
37	A6	M	13:41:18	δ.σ		0
38	7	Λ	13:41:25	13:41:42		0
39	242	Λ	13:41:58	δ.σ	1	
40	14	Γ	13:44:23	13:44:32		0
41	B5	Γ	13:49:37	13:49:47	1	
42	B6	Λ	13:52:32	13:52:44	1	
43	7	M	13:56:21	13:56:36		0
44	A6	Γ	13:58:30	13:58:45	1	
45	B5	Γ	13:59:25	13:59:37		0
46	A6	Λ	14:02:49	14:03:09		0
47	14	Γ	14:03:44	14:03:51		0
48	B5	Γ	14:08:18	14:08:28		0
49	B6	Γ	14:13:10	14:13:24		0
50	7	Γ	14:15:45	14:15:54		0
51	B5	Γ	14:15:49	14:16:01		0

Π
Α
Ρ
Α
Ρ
Τ
Η
Μ
Α

Β

- ΠΙΝΑΚΕΣ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΩΝ
ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ -

πίνακας 5.1 — ΣΤΑΣΗ ΖΕΡΒΑ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
ο/π	αριθμική	πλάτος	βολή	ανάφραση	Δι	Υπ. ανδ.	Δι-Υπ.	ΔΥΥπ.	Δι (G)	Δι (G)/Δι	Δι (R)	Δι (R)/Δι	G	R	G/C	R/C		
			sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	sec	%	sec	sec	sec	sec		
1	3	450	Λ	11:46:20	11:46:35	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
2	4	14	Λ	11:48:58	11:49:06	8	38	-30	0,211	8	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
3	6	3	Λ	11:55:30	11:55:40	10	5	5	2	5	50	5	50	0,091	55	35	0,611	0,389
4	11	603	Λ	12:00:02	12:00:16	14	5	9	2,8	5	35,714	9	64,286	0,091	55	35	0,611	0,389
5	15	14	Λ	12:08:56	12:09:05	9	11	-2	0,818	9	100	0	0	0,2	55	35	0,611	0,389
6	16	A6	Λ	12:09:58	12:10:13	15	38	-23	0,395	15	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
7	17	3	Λ	12:10:26	12:10:33	7	10	-3	0,7	7	100	0	0	0,182	55	35	0,611	0,389
8	19	B7	Λ	12:11:26	12:11:35	9	41	-32	0,22	9	100	0	0	0,745	55	35	0,611	0,389
9	20	A7	Λ	12:11:49	12:12:05	16	17	-1	0,941	16	100	0	0	0,309	55	35	0,611	0,389
10	21	450	Λ	12:11:50	12:12:05	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
11	22	3	Λ	12:16:14	12:16:29	15	22	-7	0,682	15	100	0	0	0,4	55	35	0,611	0,389
12	24	14	Λ	12:21:00	12:21:09	9	4	5	2,25	4	44,444	5	55,556	0,073	55	35	0,611	0,389
13	26	13	Λ	12:26:35	12:26:43	8	29	-21	0,276	8	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
14	27	3	Λ	12:26:51	12:26:58	7	13	-6	0,538	7	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
15	30	B7	M	12:31:23	12:31:36	13	10	3	1,3	10	76,923	3	23,077	0,182	55	35	0,611	0,389
16	35	450	Λ	12:37:21	12:37:35	14	10	4	1,4	10	71,429	4	28,571	0,182	55	35	0,611	0,389
17	37	550	Λ	12:45:50	12:46:08	18	36	-18	0,5	18	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
18	38	3	Λ	12:47:45	12:48:02	17	14	3	1,214	14	82,353	3	17,647	0,255	55	35	0,611	0,389
19	39	B6	Λ	12:47:47	12:48:04	17	12	5	1,417	12	70,588	5	29,412	0,218	55	35	0,611	0,389
20	40	A7	M	12:52:22	12:52:39	17	6	11	2,833	6	35,294	11	64,706	0,109	55	35	0,611	0,389
21	41	A6	Λ	12:55:25	12:55:35	10	2	8	5	2	20	8	80	0,036	55	35	0,611	0,389
22	44	14	Λ	12:58:22	12:58:33	11	5	6	2,2	5	45,455	6	54,545	0,091	55	35	0,611	0,389
23	45	450	Λ	13:01:15	13:01:26	11	11	0	1	11	100	0	0	0,2	55	35	0,611	0,389
24	49	550	Λ	13:07:18	13:07:32	14	6	8	2,333	6	42,857	8	57,143	0,109	55	35	0,611	0,389
25	51	A7	M	13:09:45	13:10:01	16	38	-22	0,421	16	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
26	52	603	Λ	13:09:48	13:10:01	13	35	-22	0,371	13	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
27	53	3	Λ	13:14:21	13:14:30	9	32	-23	0,281	9	100	0	0	0,582	55	35	0,611	0,389
28	56	B7	Λ	13:23:41	13:23:52	11	10	1	1,1	10	90,909	1	9,091	0,182	55	35	0,611	0,389
29	57	450	Λ	13:23:47	13:24:02	15	4	11	3,75	4	26,667	11	73,333	0,073	55	35	0,611	0,389
30	58	13	Λ	13:26:18	13:26:26	8	33	-25	0,242	8	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
31	60	A7	M	13:27:38	13:27:48	10	43	-33	0,233	10	100	0	0	0,782	55	35	0,611	0,389
32	61	3	Λ	13:29:26	13:29:40	14	24	-10	0,583	14	100	0	0	0,436	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29										
ω/α	Dt(G)/G	Dt(R)/R	Dt(R)/R	Dt(G/C)	Dt(R/C)	απόλειες από G	ανάμνηση στο R	χρόνος (sec)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										
%	%	%	%						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3	27,273	0	24,55	38,56	15	35	50	ΔΠ	1	α								
2	4	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π										
3	6	9,091	14,286	16,367	25,707	5	30	35	ΔΠ	2	α								
4	11	9,091	25,714	22,913	35,99	5	26	31	ΔΠ	2	α								
5	15	16,364	0	14,73	23,136	9	35	44	ΔΠ	1	α								
6	16	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15	Π										
7	17	12,727	0	11,457	17,995	7	35	42	ΔΠ	1	α								
8	19	16,364	0	14,73	23,136	9	0	9	Π										
9	20	29,091	0	26,187	41,131	16	35	51	ΔΠ	1	α								
10	21	27,273	0	24,55	38,56	15	35	50	ΔΠ	1		β1							
11	22	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15	Π										
12	24	7,273	14,286	14,73	23,136	4	30	34	ΔΠ	2	α								
13	26	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π										
14	27	12,727	0	11,457	17,995	7	0	7	Π										
15	30	18,182	8,571	21,277	33,419	10	32	42	ΔΠ	2	α								
16	35	18,182	11,429	22,913	35,99	10	31	41	ΔΠ	2	α								
17	37	32,727	0	29,46	46,272	18	0	18	Π										
18	38	25,455	8,571	27,823	43,702	14	32	46	ΔΠ	2	α					ε			
19	39	21,818	14,286	27,823	43,702	12	30	42	ΔΠ	2		β1				ε			
20	40	10,909	31,429	27,823	43,702	6	24	30	ΔΠ	2	α								
21	41	3,636	22,857	16,367	25,707	2	27	29	ΔΠ	2	α								
22	44	9,091	17,143	18,003	28,278	5	29	34	ΔΠ	2	α								
23	45	20	0	18,003	28,278	11	35	46	ΔΠ	2	α								
24	49	10,909	22,857	22,913	35,99	6	27	33	ΔΠ	2	α								
25	51	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16	Π										
26	52	23,636	0	21,277	33,419	13	0	13	Π										
27	53	16,364	0	14,73	23,136	9	0	9	Π										
28	56	18,182	2,857	18,003	28,278	10	34	44	ΔΠ	2	α								
29	57	7,273	31,429	24,55	38,56	4	24	28	ΔΠ	2		β1							
30	58	14,545	0	13,093	20,566	8	0	8	Π										
31	60	18,182	0	16,367	25,707	10	0	10	Π										
32	61	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14	Π										

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

33	63	550	Α	13:31:13	13:31:42	29	7	7	22	4,143	7	24,138	22	75,862	0,127	55	35	0,611	0,389
34	66	450	Α	13:36:42	13:36:54	12	37	37	-25	0,324	12	100	0	0	0,673	55	35	0,611	0,389
35	68	B7	Α	13:39:40	13:39:57	17	38	38	-21	0,447	17	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
36	69	3	Α	13:44:07	13:44:42	35	40	40	-5	0,875	35	100	0	0	0,727	55	35	0,611	0,389
37	70	603	Α	13:44:17	13:44:48	31	30	30	1	1,033	30	96,774	1	3,226	0,545	55	35	0,611	0,389
38	72	14	Α	13:49:51	13:50:03	12	54	54	-42	0,222	12	100	0	0	0,982	55	35	0,611	0,389
39	78	550	Α	13:59:35	13:59:45	10	8	8	2	1,25	8	80	2	20	0,145	55	35	0,611	0,389
40	83	A6	Γ	14:09:35	14:09:43	8	36	36	-28	0,222	8	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
41	84	A7	Γ	14:10:08	14:10:20	12	3	3	9	4	3	25	9	75	0,055	55	35	0,611	0,389
42	87	14	Α	14:18:18	14:18:25	7	51	51	-44	0,137	7	100	0	0	0,927	55	35	0,611	0,389
43	90	603	Α	14:19:56	14:20:05	9	43	43	-34	0,209	9	100	0	0	0,782	55	35	0,611	0,389
44	91	550	Α	14:21:32	14:21:46	14	36	36	-22	0,389	14	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
45	1	A7	Γ	7:17:41	7:18:05	24	26	26	-2	0,923	24	100	0	0	0,473	55	35	0,611	0,389
46	4	B6	Γ	7:23:46	7:24:05	19	21	21	-2	0,905	19	100	0	0	0,382	55	35	0,611	0,389
47	5	A7	Α	7:25:14	7:25:35	21	24	24	-3	0,875	21	100	0	0	0,436	55	35	0,611	0,389
48	6	550	Γ	7:25:16	7:25:39	23	22	22	1	1,045	22	95,652	1	4,348	0,4	55	35	0,611	0,389
49	8	13	M	7:26:58	7:27:12	14	9	9	5	1,556	9	64,286	5	35,714	0,164	55	35	0,611	0,389
50	9	A6	M	7:27:02	7:27:22	20	5	5	15	4	5	25	15	75	0,091	55	35	0,611	0,389
51	11	3	Γ	7:33:03	7:33:38	35	3	3	32	11,667	3	8,571	32	91,429	0,055	55	35	0,611	0,389
52	14	3	M	7:37:23	7:37:47	24	12	12	12	2	12	50	12	50	0,218	55	35	0,611	0,389
53	15	B6	Γ	7:38:52	7:39:14	22	13	13	9	1,692	13	59,091	9	40,909	0,236	55	35	0,611	0,389
54	16	14	M	7:40:26	7:40:40	14	8	8	6	1,75	8	57,143	6	42,857	0,145	55	35	0,611	0,389
55	17	A6	Γ	7:40:31	7:40:51	20	3	3	17	6,667	3	15	17	85	0,055	55	35	0,611	0,389
56	18	450	M	7:41:30	7:41:47	17	34	34	-17	0,5	17	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
57	21	A7	Γ	7:47:43	7:48:05	22	20	20	2	1,1	20	90,909	2	9,091	0,364	55	35	0,611	0,389
58	22	550	Γ	7:47:56	7:48:18	22	7	7	15	3,143	7	31,818	15	68,182	0,127	55	35	0,611	0,389
59	23	13	Γ	7:49:23	7:49:33	10	9	9	1	1,111	9	90	1	10	0,164	55	35	0,611	0,389
60	24	450	M	7:50:36	7:50:43	7	26	26	-19	0,269	7	100	0	0	0,473	55	35	0,611	0,389
61	25	14	Α	7:52:24	7:52:38	14	8	8	6	1,75	8	57,143	6	42,857	0,145	55	35	0,611	0,389
62	26	603	M	7:52:29	7:52:41	12	3	3	9	4	3	25	9	75	0,055	55	35	0,611	0,389
63	28	3	M	7:55:18	7:55:35	17	14	14	3	1,214	14	82,353	3	17,647	0,255	55	35	0,611	0,389
64	30	A7	Γ	7:58:17	7:58:31	14	13	13	1	1,077	13	92,857	1	7,143	0,236	55	35	0,611	0,389
65	34	3	Γ	8:04:17	8:04:38	21	13	13	8	1,615	13	61,905	8	38,095	0,236	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
66	35	13	Α	8:05:43	8:05:54	11	17	-6	0,647	11	100	0	0	0,309	55	35	0,611	0,389
67	36	A6	M	8:08:11	8:08:27	16	50	-34	0,32	16	100	0	0	0,909	55	35	0,611	0,389
68	40	B7	Γ	8:19:07	8:19:22	15	21	-6	0,714	15	100	0	0	0,382	55	35	0,611	0,389
69	43	14	M	8:22:07	8:22:26	19	19	0	1	19	100	0	0	0,345	55	35	0,611	0,389
70	46	13	Γ	8:28:10	8:28:31	21	15	6	1,4	15	71,429	6	28,571	0,273	55	35	0,611	0,389
71	53	A6	Γ	8:35:23	8:35:41	18	31	-13	0,581	18	100	0	0	0,564	55	35	0,611	0,389
72	54	3	M	8:37:09	8:37:22	13	14	-1	0,929	13	100	0	0	0,255	55	35	0,611	0,389
73	58	14	Γ	8:47:18	8:47:31	13	34	-21	0,382	13	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
74	59	3	M	8:47:49	8:48:07	18	3	15	6	3	16,667	15	83,333	0,055	55	35	0,611	0,389
75	60	B7	Γ	8:49:11	8:49:43	32	11	21	2,909	11	34,375	21	65,625	0,2	55	35	0,611	0,389
76	61	3	M	8:51:27	8:51:50	23	53	-30	0,434	23	100	0	0	0,964	55	35	0,611	0,389
77	62	13	M	8:51:30	8:51:54	24	50	-26	0,48	24	100	0	0	0,909	55	35	0,611	0,389
78	63	A7	Γ	8:52:02	8:52:11	9	18	-9	0,5	9	100	0	0	0,327	55	35	0,611	0,389
79	66	450	M	8:54:45	8:55:10	25	34	-9	0,735	25	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
80	67	A6	Γ	8:55:58	8:56:12	14	51	-37	0,275	14	100	0	0	0,927	55	35	0,611	0,389
81	68	3	Γ	8:59:25	8:59:41	16	23	-7	0,696	16	100	0	0	0,418	55	35	0,611	0,389
82	69	450	M	9:00:50	9:01:01	11	28	-17	0,393	11	100	0	0	0,509	55	35	0,611	0,389
83	73	B7	Γ	9:08:41	9:08:55	14	4	10	3,5	4	28,571	10	71,429	0,073	55	35	0,611	0,389
84	74	B6	Γ	9:08:44	9:08:56	12	1	11	12	1	8,333	11	91,667	0,018	55	35	0,611	0,389
85	75	14	Α	9:10:03	9:10:14	11	13	-2	0,846	11	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
86	76	603	M	9:10:07	9:10:21	14	9	5	1,556	9	64,286	5	35,714	0,164	55	35	0,611	0,389
87	78	3	M	9:11:17	9:11:28	11	29	-18	0,379	11	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
88	79	3	Α	9:11:31	9:11:37	6	15	-9	0,4	6	100	0	0	0,273	55	35	0,611	0,389
89	80	13	Α	9:11:41	9:11:54	13	5	8	2,6	5	38,462	8	61,538	0,091	55	35	0,611	0,389
90	81	3	Α	9:12:30	9:12:36	6	45	-39	0,133	6	100	0	0	0,818	55	35	0,611	0,389
91	83	550	Γ	9:15:45	9:16:00	15	30	-15	0,5	15	100	0	0	0,545	55	35	0,611	0,389
92	85	13	Α	9:17:09	9:17:20	11	35	-24	0,314	11	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
93	87	B6	Γ	9:18:28	9:18:42	14	49	-35	0,286	14	100	0	0	0,891	55	35	0,611	0,389
94	88	A6	Γ	9:20:41	9:20:58	17	4	13	4,25	4	23,529	13	76,471	0,073	55	35	0,611	0,389
95	90	14	M	9:24:26	9:24:38	12	46	-34	0,261	12	100	0	0	0,836	55	35	0,611	0,389
96	95	550	M	9:31:52	9:31:57	5	49	-44	0,102	5	100	0	0	0,891	55	35	0,611	0,389
97	96	3	M	9:32:12	9:32:28	16	29	-13	0,552	16	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
98	97	A7	Α	9:32:20	9:32:30	10	21	-11	0,476	10	100	0	0	0,382	55	35	0,611	0,389
99	98	603	Α	9:35:27	9:35:46	19	13	6	1,462	13	68,421	6	31,579	0,236	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29										
66	35	20	0	18,003	28,278	11	0	11												
67	36	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16												
68	40	27,273	0	24,55	38,56	15	35	50												
69	43	34,545	0	31,097	48,843	19	35	54												
70	46	27,273	17,143	34,37	53,985	15	29	44												
71	53	32,727	0	29,46	46,272	18	0	18												
72	54	23,636	0	21,277	33,419	13	35	48												
73	58	23,636	0	21,277	33,419	13	0	13												
74	59	5,455	42,857	29,46	46,272	3	20	23												
75	60	20	60	52,373	82,262	11	14	25												
76	61	41,818	0	37,643	59,126	23	0	23												δ
77	62	43,636	0	39,28	61,697	24	0	24												
78	63	16,364	0	14,73	23,136	9	35	44												δ
79	66	45,455	0	40,917	64,267	25	0	25												δ
80	67	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14												
81	68	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16												δ
82	69	20	0	18,003	28,278	11	0	11												
83	73	7,273	28,571	22,913	35,99	4	25	29												
84	74	1,818	31,429	19,64	30,848	1	24	25												β1
85	75	20	0	18,003	28,278	11	35	46												
86	76	16,364	14,286	22,913	35,99	9	30	39												β1
87	78	20	0	18,003	28,278	11	0	11												δ
88	79	10,909	0	9,82	15,424	6	0	6												δ
89	80	9,091	22,857	21,277	33,419	5	27	32												
90	81	10,909	0	9,82	15,424	6	0	6												δ
91	83	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15												
92	85	20	0	18,003	28,278	11	0	11												
93	87	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14												
94	88	7,273	37,143	27,823	43,702	4	22	26												
95	90	21,818	0	19,64	30,848	12	0	12												
96	95	9,091	0	8,183	12,853	5	0	5												δ
97	96	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16												δ
98	97	18,182	0	16,367	25,707	10	0	10												
99	98	23,636	17,143	31,097	48,843	13	29	42												δ

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

100	100	3	Γ	9:36:55	9:37:07	12	15	-3	0,8	12	100	0	0	0,273	55	35	0,611	0,389
101	103	3	Α	9:41:17	9:41:28	11	22	-11	0,5	11	100	0	0	0,4	55	35	0,611	0,389
102	104	E7	Α	9:42:51	9:43:05	14	18	-4	0,778	14	100	0	0	0,327	55	35	0,611	0,389
103	105	3	M	9:44:35	9:44:50	15	4	11	3,75	4	26,667	11	73,333	0,073	55	35	0,611	0,389
104	107	B6	Γ	9:46:03	9:46:22	19	5	14	3,8	5	26,316	14	73,684	0,091	55	35	0,611	0,389
105	112	B7	M	9:48:33	9:48:59	26	34	-8	0,765	26	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
106	113	3	M	9:50:22	9:50:36	14	16	-2	0,875	14	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
107	117	14	M	9:55:47	9:56:02	15	48	-33	0,313	15	100	0	0	0,873	55	35	0,611	0,389
108	119	B7	M	9:57:41	9:58:03	22	24	-2	0,917	22	100	0	0	0,436	55	35	0,611	0,389
109	122	3	M	10:03:46	10:04:03	17	18	-1	0,944	17	100	0	0	0,327	55	35	0,611	0,389
110	128	450	M	10:06:47	10:06:59	12	15	-3	0,8	12	100	0	0	0,273	55	35	0,611	0,389
111	130	3	M	10:09:48	10:09:59	11	13	-2	0,846	11	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
112	131	B7	Γ	10:09:54	10:10:15	21	7	14	3	7	33,333	14	66,667	0,127	55	35	0,611	0,389
113	132	550	Γ	10:11:10	10:11:21	11	22	-11	0,5	11	100	0	0	0,4	55	35	0,611	0,389
114	2	/	Α	11:33:37	11:33:58	21	12	9	1,75	12	57,143	9	42,857	0,218	55	35	0,611	0,389
115	4	13	Α	11:34:50	11:35:01	11	29	-18	0,379	11	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
116	5	14	M	11:38:08	11:38:26	18	5	13	3,6	5	27,778	13	72,222	0,091	55	35	0,611	0,389
117	6	3	Γ	11:41:10	11:41:35	25	1	24	25	1	4	24	96	0,018	55	35	0,611	0,389
118	8	A7	Α	11:41:50	11:42:00	10	51	-41	0,196	10	100	0	0	0,927	55	35	0,611	0,389
119	9	13	Α	11:42:10	11:42:22	12	31	-19	0,387	12	100	0	0	0,564	55	35	0,611	0,389
120	10	B6	Α	11:45:36	11:45:52	16	5	11	3,2	5	31,25	11	68,75	0,091	55	35	0,611	0,389
121	12	550	Α	11:48:02	11:48:16	14	37	-23	0,378	14	100	0	0	0,673	55	35	0,611	0,389
122	13	550	Γ	11:48:05	11:48:20	15	34	-19	0,441	15	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
123	15	A7	Γ	11:49:36	11:49:52	16	33	-17	0,485	16	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
124	16	3	Γ	11:50:33	11:51:15	42	45	-3	0,933	42	100	0	0	0,818	55	35	0,611	0,389
125	17	A6	M	11:51:12	11:51:28	16	26	-10	0,615	16	100	0	0	0,473	55	35	0,611	0,389
126	18	A7	Γ	11:52:35	11:52:50	15	33	-18	0,455	15	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
127	19	14	Γ	11:58:48	11:59:04	16	19	-3	0,842	16	100	0	0	0,345	55	35	0,611	0,389
128	20	3	Γ	12:01:55	12:02:13	18	12	6	1,5	12	66,667	6	33,333	0,218	55	35	0,611	0,389
129	21	B6	Γ	12:04:30	12:04:55	25	36	-11	0,694	25	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
130	22	450	M	12:04:33	12:04:55	22	33	-11	0,667	22	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
131	23	3	Γ	12:06:23	12:06:35	12	13	-1	0,923	12	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
132	24	A7	Γ	12:06:27	12:06:42	15	9	6	1,667	9	60	6	40	0,164	55	35	0,611	0,389
133	27	A7	Γ	12:10:44	12:10:54	10	21	-11	0,476	10	100	0	0	0,382	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29									
100	100	21,818	0	19,64	30,848	12	0	12											
101	103	20	0	18,003	28,278	11	0	11											
102	104	25,455	0	22,913	35,99	14	35	49											
103	105	7,273	31,429	24,55	38,56	4	24	28											
104	107	9,091	40	31,097	48,843	5	21	26											
105	112	47,273	0	42,553	66,838	26	0	26											
106	113	25,455	0	22,913	35,99	14	35	49											
107	117	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15											
108	119	40	0	36,007	56,555	22	35	57											
109	122	30,909	0	27,823	43,702	17	35	52											
110	128	21,818	0	19,64	30,848	12	35	47											
111	130	20	0	18,003	28,278	11	0	11											
112	131	12,727	40,000	34,37	53,985	7	21	28											
113	132	20	0	18,003	28,278	11	35	46											
114	2	21,818	25,714	34,37	53,985	12	26	38											
115	4	20	0	18,003	28,278	11	0	11											
116	5	9,091	37,143	29,46	46,272	5	22	27											
117	6	1,818	68,571	40,917	64,267	1	11	12											
118	8	18,182	0	16,367	25,707	10	0	10											
119	9	21,818	0	19,64	30,848	12	0	12											
120	10	9,091	31,429	26,187	41,131	5	24	29											
121	12	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14											
122	13	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15											
123	15	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16											
124	16	76,364	0	68,74	107,969	42	0	42											
125	17	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16											
126	18	27,273	0	24,55	38,56	15	0	15											
127	19	29,091	0	26,187	41,131	16	0	16											
128	20	21,818	17,143	29,46	46,272	12	29	41											
129	21	45,455	0	40,917	64,267	25	0	25											
130	22	40	0	36,007	56,555	22	0	22											
131	23	21,818	0	19,64	30,848	12	0	12											
132	24	16,364	17,143	24,55	38,56	9	29	38											
133	27	18,182	0	16,367	25,707	10	0	10											

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
134	31	550	M	12:16:28	12:16:46	18	31	-13	0,581	18	100	0	0	0,564	55	35	0,611	0,389
135	34	3	A	12:18:21	12:18:31	10	13	-3	0,769	10	100	0	0	0,236	55	35	0,611	0,389
136	38	3	A	12:19:48	12:20:01	13	16	-3	0,813	13	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
137	40	603	A	12:21:19	12:21:28	9	15	-6	0,6	9	100	0	0	0,273	55	35	0,611	0,389
138	41	550	A	12:21:22	12:21:35	13	12	1	1,083	12	92,308	1	7,692	0,218	55	35	0,611	0,389
139	42	550	M	12:23:02	12:23:08	6	2	4	3	2	33,333	4	66,667	0,036	55	35	0,611	0,389
140	43	13	A	12:24:20	12:24:31	11	14	-3	0,786	11	100	0	0	0,255	55	35	0,611	0,389
141	48	13	M	12:36:14	12:36:26	12	18	-6	0,667	12	100	0	0	0,327	55	35	0,611	0,389
142	49	3	A	12:36:20	12:36:35	15	12	3	1,25	12	80	3	20	0,218	55	35	0,611	0,389
143	51	550	Γ	12:38:59	12:39:13	14	33	-19	0,424	14	100	0	0	0,6	55	35	0,611	0,389
144	52	B7	Γ	12:39:03	12:39:29	26	29	-3	0,897	26	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389
145	53	3	A	12:40:52	12:41:12	20	10	10	2	10	50	10	50	0,182	55	35	0,611	0,389
146	54	13	A	12:42:12	12:42:22	10	19	-9	0,526	10	100	0	0	0,345	55	35	0,611	0,389
147	56	A7	M	12:43:57	12:44:08	11	3	8	3,667	3	27,273	8	72,727	0,055	55	35	0,611	0,389
148	57	13	M	12:48:13	12:48:25	12	14	-2	0,857	12	100	0	0	0,255	55	35	0,611	0,389
149	59	B7	A	12:49:27	12:49:42	15	30	-15	0,5	15	100	0	0	0,545	55	35	0,611	0,389
150	60	B6	M	12:49:30	12:49:46	16	27	-11	0,593	16	100	0	0	0,491	55	35	0,611	0,389
151	62	450	A	12:52:47	12:52:58	11	9	2	1,222	9	81,818	2	18,182	0,164	55	35	0,611	0,389
152	65	13	Γ	12:57:19	12:57:28	9	6	3	1,5	6	66,667	3	33,333	0,109	55	35	0,611	0,389
153	68	603	M	13:02:57	13:03:12	15	27	-12	0,556	15	100	0	0	0,491	55	35	0,611	0,389
154	69	14	M	13:04:49	13:05:03	14	4	10	3,5	4	28,571	10	71,429	0,073	55	35	0,611	0,389
155	74	3	Γ	13:07:50	13:08:03	13	2	11	6,5	2	15,385	11	84,615	0,036	55	35	0,611	0,389
156	75	A6	M	13:10:11	13:10:25	14	41	-27	0,341	14	100	0	0	0,745	55	35	0,611	0,389
157	76	550	Γ	13:10:32	13:10:49	17	20	-3	0,85	17	100	0	0	0,364	55	35	0,611	0,389
158	77	A7	Γ	13:11:43	13:11:56	13	38	-25	0,342	13	100	0	0	0,691	55	35	0,611	0,389
159	78	3	A	13:13:29	13:13:38	9	22	-13	0,409	9	100	0	0	0,4	55	35	0,611	0,389
160	80	A7	M	13:14:50	13:15:02	12	31	-19	0,387	12	100	0	0	0,564	55	35	0,611	0,389
161	81	550	M	13:16:16	13:16:24	8	35	-27	0,229	8	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
162	84	13	M	13:21:00	13:21:09	9	19	-10	0,474	9	100	0	0	0,345	55	35	0,611	0,389
163	85	B6	A	13:21:01	13:21:14	13	18	-5	0,722	13	100	0	0	0,327	55	35	0,611	0,389
164	86	A6	A	13:21:05	13:21:15	10	14	-4	0,714	10	100	0	0	0,255	55	35	0,611	0,389
165	89	13	A	13:28:46	13:28:58	12	2	10	6	2	16,667	10	83,333	0,036	55	35	0,611	0,389
166	92	B7	Γ	13:31:20	13:31:34	14	28	-14	0,5	14	100	0	0	0,509	55	35	0,611	0,389
167	93	3	A	13:32:48	13:33:00	12	29	-17	0,414	12	100	0	0	0,527	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.1 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
168	96	14	Λ	13:39:00	13:39:14	14	15	-1	0,933	14	100	0	0	0,273	55	35	0,611	0,389
169	97	B6	Γ	13:39:05	13:39:25	20	10	10	2	10	50	10	50	0,182	55	35	0,611	0,389
170	98	B7	Γ	13:43:08	13:43:33	25	37	-12	0,676	25	100	0	0	0,673	55	35	0,611	0,389
171	99	13	Λ	13:44:22	13:44:36	14	53	-39	0,264	14	100	0	0	0,964	55	35	0,611	0,389
172	100	550	M	13:44:50	13:45:10	20	25	-5	0,8	20	100	0	0	0,455	55	35	0,611	0,389
173	103	450	M	13:46:10	13:46:17	7	35	-28	0,2	7	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
174	104	603	Λ	13:46:25	13:46:42	17	20	-3	0,85	17	100	0	0	0,364	55	35	0,611	0,389
175	105	A6	M	13:49:39	13:49:54	15	7	8	2,143	7	46,667	8	53,333	0,127	55	35	0,611	0,389
176	107	3	Λ	13:50:36	13:50:47	11	40	-29	0,275	11	100	0	0	0,727	55	35	0,611	0,389
177	109	A6	M	13:52:43	13:52:57	14	2	12	7	2	14,286	12	85,714	0,036	55	35	0,611	0,389
178	114	550	Γ	13:58:08	13:58:17	9	36	-27	0,25	9	100	0	0	0,655	55	35	0,611	0,389
179	115	B6	Λ	13:58:28	13:58:38	10	16	-6	0,625	10	100	0	0	0,291	55	35	0,611	0,389
180	116	13	M	14:04:38	14:04:54	16	4	12	4	4	25	12	75	0,073	55	35	0,611	0,389
181	117	3	Λ	14:05:55	14:06:02	7	17	-10	0,412	7	100	0	0	0,309	55	35	0,611	0,389
182	118	14	Γ	14:07:21	14:07:33	12	21	-9	0,571	12	100	0	0	0,382	55	35	0,611	0,389
183	120	B7	Γ	14:08:37	14:09:04	27	25	2	1,08	25	92,593	2	7,407	0,455	55	35	0,611	0,389
184	121	13	M	14:12:50	14:13:01	11	50	-39	0,22	11	100	0	0	0,909	55	35	0,611	0,389
185	122	A6	Γ	14:14:35	14:14:55	20	35	-15	0,571	20	100	0	0	0,636	55	35	0,611	0,389
186	123	3	Γ	14:15:46	14:15:51	5	54	-49	0,093	5	100	0	0	0,982	55	35	0,611	0,389
187	124	A6	Γ	14:16:06	14:16:19	13	34	-21	0,382	13	100	0	0	0,618	55	35	0,611	0,389
188	131	3	M	14:26:56	14:27:05	9	12	-3	0,75	9	100	0	0	0,218	55	35	0,611	0,389
189	132	3	Λ	14:28:26	14:28:35	9	11	-2	0,818	9	100	0	0	0,2	55	35	0,611	0,389



πίνακας 5.1 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
168	96	25,455	0	22,913	35,99	14	35	49										
169	97	18,182	28,571	32,733	51,414	10	25	35										
170	98	45,455	0	40,917	64,267	25	0	25										
171	99	25,455	0	22,913	35,99	14	0	14										
172	100	36,364	0	32,733	51,414	20	35	55										
173	103	12,727	0	11,457	17,995	7	0	7										
174	104	30,909	0	27,823	43,702	17	35	52										
175	105	12,727	22,857	24,55	38,56	7	27	34										
176	107	20	0	18,003	28,278	11	0	11										
177	109	3,636	34,286	22,913	35,99	2	23	25										
178	114	16,364	0	14,73	23,136	9	0	9										
179	115	18,182	0	16,367	25,707	10	35	45										
180	116	7,273	34,286	26,187	41,131	4	23	27										
181	117	12,727	0	11,457	17,995	7	0	7										
182	118	21,818	0	19,64	30,848	12	0	12										
183	120	45,455	5,714	44,19	69,409	25	33	58										
184	121	20	0	18,003	28,278	11	0	11										
185	122	36,364	0	32,733	51,414	20	0	20										
186	123	9,091	0	8,183	12,853	5	0	5										
187	124	23,636	0	21,277	33,419	13	0	13										
188	131	16,364	0	14,73	23,136	9	35	44										
189	132	16,364	0	14,73	23,136	9	35	44										

πίνακας 5.2 — ΣΤΑΣΗ ΖΕΡΒΑ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΟΚΚΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πλήρως:	αφίση:	αναχώρηση:	Δι	Υπ. Ενδ.	Δι - Υπ.	Δι/Υπ.	Δι (G)	Δι (R)	Δι (G) / Δι	Δι (R)	Δι (R) / Δι	Υπ. (G)	G	F	G/C	R/C
		α/α	α/α	α/α	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	sec	%	sec	sec	%		
1	3	Λ	11:45:13	11:45:22	9	28	-19	0,321	0	9	0	9	100	0,8	55	35	0,611	0,389
2	A7	M	11:45:30	11:45:40	10	13	-3	0,769	0	10	0	10	100	0,371	55	35	0,611	0,389
3	13	Λ	11:52:48	11:53:08	20	22	-2	0,909	0	20	0	20	100	0,629	55	35	0,611	0,389
4	B7	M	11:55:50	11:56:25	35	20	15	1,75	15	20	42,857	20	57,143	0,571	55	35	0,611	0,389
5	550	Λ	11:55:54	11:56:25	31	16	15	1,938	15	16	48,387	16	51,613	0,457	55	35	0,611	0,389
6	14	Λ	12:00:33	12:00:49	16	11	5	1,455	5	11	31,25	11	68,75	0,314	55	35	0,611	0,389
7	3	Λ	12:01:59	12:02:10	11	14	-3	0,786	0	11	0	11	100	0,4	55	35	0,611	0,389
8	3	Λ	12:04:50	12:05:02	12	23	-11	0,522	0	12	0	12	100	0,657	55	35	0,611	0,389
9	550	M	12:19:35	12:19:52	17	34	-17	0,5	0	17	0	17	100	0,971	55	35	0,611	0,389
10	25	Λ	12:22:53	12:23:03	10	16	-6	0,625	0	10	0	10	100	0,457	55	35	0,611	0,389
11	29	B6	12:30:17	12:30:32	15	22	-7	0,682	0	15	0	15	100	0,629	55	35	0,611	0,389
12	31	B7	12:33:09	12:33:31	22	28	-6	0,786	0	22	0	22	100	0,8	55	35	0,611	0,389
13	32	A6	12:33:16	12:33:27	11	21	-10	0,524	0	11	0	11	100	0,6	55	35	0,611	0,389
14	33	Λ	12:36:12	12:36:26	14	20	-6	0,7	0	14	0	14	100	0,571	55	35	0,611	0,389
15	603	Λ	12:39:02	12:39:11	9	34	-25	0,265	0	9	0	9	100	0,971	55	35	0,611	0,389
16	42	B7	12:55:34	12:55:46	12	28	-16	0,429	0	12	0	12	100	0,8	55	35	0,611	0,389
17	43	3	12:55:35	12:56:00	25	27	-2	0,926	0	25	0	25	100	0,771	55	35	0,611	0,389
18	47	13	13:02:58	13:03:11	13	32	-19	0,406	0	13	0	13	100	0,914	55	35	0,611	0,389
19	48	13	13:06:11	13:06:33	22	18	4	1,222	4	18	18,182	18	81,818	0,514	55	35	0,611	0,389
20	50	3	13:07:32	13:08:03	31	27	4	1,148	4	27	12,903	27	87,097	0,771	55	35	0,611	0,389
21	54	14	13:15:01	13:15:09	8	27	-19	0,296	0	8	0	8	100	0,771	55	35	0,611	0,389
22	55	3	13:21:11	13:21:22	11	16	-5	0,688	0	11	0	11	100	0,457	55	35	0,611	0,389
23	59	A6	13:27:03	13:27:19	16	22	-6	0,727	0	16	0	16	100	0,629	55	35	0,611	0,389
24	62	14	13:29:57	13:30:06	9	28	-19	0,321	0	9	0	9	100	0,8	55	35	0,611	0,389
25	64	B6	13:31:48	13:32:03	15	7	8	2,143	8	7	53,333	7	46,667	0,2	55	35	0,611	0,389
26	65	13	13:33:23	13:33:31	8	2	6	4	6	2	75	2	25	0,057	55	35	0,611	0,389
27	75	B7	13:56:58	13:57:08	10	20	-10	0,5	0	10	0	10	100	0,571	55	35	0,611	0,389
28	76	13	13:58:25	13:58:39	14	19	-5	0,737	0	14	0	14	100	0,543	55	35	0,611	0,389
29	79	13	14:04:19	14:04:32	13	28	-15	0,464	0	13	0	13	100	0,8	55	35	0,611	0,389
30	80	14	14:04:24	14:04:32	8	23	-15	0,348	0	8	0	8	100	0,657	55	35	0,611	0,389
31	82	450	14:08:55	14:09:03	8	20	-12	0,4	0	8	0	8	100	0,571	55	35	0,611	0,389
32	85	3	14:17:50	14:18:06	16	24	-8	0,667	0	16	0	16	100	0,686	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											
α/α	DI (G)/G %	DI (R)/R %	DI (G/C) %	DI (R/C) %	από G στο R	από G στο R	χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	0	25,714	14,73	23,136	0	19	0	Πρ												
2	0	28,571	16,367	25,707	0	3	0	Πρ												
3	0	57,143	32,733	51,414	0	2	0	Πρ												
4	27,273	57,143	57,283	89,974	15	0	15		ΔΠρ											ε
5	27,273	45,714	50,736	79,692	15	0	15		ΔΠρ											ε
6	9,091	31,429	26,187	41,131	5	0	5		ΔΠρ											
7	0	31,429	18,003	28,278	0	3	0	Πρ												
8	0	34,286	19,64	30,848	0	11	0	Πρ												
9	0	48,571	27,823	43,702	0	17	0	Πρ												
10	0	28,571	16,367	25,707	0	6	0	Πρ												
11	0	42,857	24,55	38,56	0	7	0	Πρ												
12	0	62,857	36,007	56,555	0	6	0	Πρ												
13	0	31,429	18,003	28,278	0	10	0	Πρ												
14	0	40	22,913	35,99	0	6	0	Πρ												β1
15	0	25,714	14,73	23,136	0	25	0	Πρ												
16	0	34,286	19,64	30,848	0	16	0	Πρ												β1
17	0	71,429	40,917	64,267	0	2	0	Πρ												
18	0	37,143	21,277	33,419	0	19	0	Πρ												
19	7,273	51,429	36,007	56,555	4	0	4		ΔΠρ											
20	7,273	77,143	50,736	79,692	4	0	4		ΔΠρ											
21	0	22,857	13,093	20,566	0	19	0	Πρ												α
22	0	31,429	18,003	28,278	0	5	0	Πρ												α
23	0	45,714	26,187	41,131	0	6	0	Πρ												α
24	0	25,714	14,73	23,136	0	19	0	Πρ												α
25	14,545	20	24,55	38,56	8	0	8		ΔΠρ											
26	10,909	5,714	13,093	20,566	6	0	6		ΔΠρ											
27	0	28,571	16,367	25,707	0	10	0	Πρ												α
28	0	40	22,913	35,99	0	5	0	Πρ												α
29	0	37,143	21,277	33,419	0	15	0	Πρ												α
30	0	22,857	13,093	20,566	0	15	0	Πρ												β
31	0	22,857	13,093	20,566	0	12	0	Πρ												β1
32	0	45,714	26,187	41,131	0	8	0	Πρ												α

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
33	86	B7	M	14:17:52	14:18:08	16	22	-6	0,727	0	0	16	100	0,629	55	35	0,611	0,389
34	92	3	A	14:26:43	14:26:52	9	29	-20	0,31	0	0	9	100	0,829	55	35	0,611	0,389
35	93	450	A	14:32:40	14:32:54	14	31	-17	0,452	0	0	14	100	0,886	55	35	0,611	0,389
36	94	3	A	14:35:50	14:36:03	13	18	-5	0,722	0	0	13	100	0,514	55	35	0,611	0,389
37	95	14	A	14:35:54	14:36:08	14	14	0	1	0	0	14	100	0,4	55	35	0,611	0,389
38	96	3	A	14:37:15	14:37:20	5	25	-20	0,2	0	0	5	100	0,714	55	35	0,611	0,389
39	97	B7	Γ	14:38:51	14:39:10	19	17	2	1,118	2	10,526	17	89,474	0,486	55	35	0,611	0,389
40	2	14	A	7:18:43	7:18:55	12	2	10	6	10	83,333	2	16,667	0,057	55	35	0,611	0,389
41	3	13	Γ	7:22:58	7:23:24	26	15	11	1,733	11	42,308	15	57,692	0,429	55	35	0,611	0,389
42	7	603	A	7:25:52	7:26:15	23	25	-2	0,92	0	0	23	100	0,714	55	35	0,611	0,389
43	12	B7	Γ	7:33:08	7:33:39	31	35	-4	0,886	0	0	31	100	1	55	35	0,611	0,389
44	19	13	Γ	7:42:08	7:42:32	24	31	-7	0,774	0	0	24	100	0,886	55	35	0,611	0,389
45	20	13	M	7:45:09	7:45:19	10	34	-24	0,294	0	0	10	100	0,971	55	35	0,611	0,389
46	27	A6	M	7:52:51	7:53:18	27	16	11	1,688	11	40,741	16	59,259	0,457	55	35	0,611	0,389
47	29	3	M	7:55:43	7:55:58	15	23	-8	0,652	0	0	15	100	0,657	55	35	0,611	0,389
48	31	B7	M	7:58:38	7:58:49	11	27	-16	0,407	0	0	11	100	0,771	55	35	0,611	0,389
49	32	550	Γ	8:01:58	8:02:23	25	6	19	4,167	19	76	6	24	0,171	55	35	0,611	0,389
50	37	13	Γ	8:15:00	8:15:25	25	28	-3	0,893	0	0	25	100	0,8	55	35	0,611	0,389
51	38	B6	Γ	8:15:04	8:15:26	22	24	-2	0,917	0	0	22	100	0,686	55	35	0,611	0,389
52	39	14	M	8:16:57	8:17:12	15	5	10	3	10	66,667	5	33,333	0,143	55	35	0,611	0,389
53	41	3	Γ	8:19:28	8:20:45	17	34	-17	0,5	0	0	17	100	0,971	55	35	0,611	0,389
54	42	13	Γ	8:21:25	8:21:40	15	6	9	2,5	9	60	6	40	0,171	55	35	0,611	0,389
55	44	A7	Γ	8:22:39	8:22:52	13	19	-6	0,684	0	0	13	100	0,543	55	35	0,611	0,389
56	45	13	Γ	8:24:12	8:24:22	10	19	-9	0,526	0	0	10	100	0,543	55	35	0,611	0,389
57	47	3	M	8:29:00	8:29:18	18	1	17	18	17	94,444	1	5,556	0,029	55	35	0,611	0,389
58	48	B6	Γ	8:31:54	8:32:20	26	5	21	5,2	21	80,769	5	19,231	0,143	55	35	0,611	0,389
59	50	13	Γ	8:33:10	8:33:37	27	19	8	1,421	8	29,63	19	70,37	0,543	55	35	0,611	0,389
60	51	603	Γ	8:33:15	8:33:38	23	14	9	1,643	9	39,13	14	60,87	0,4	55	35	0,611	0,389
61	52	3	M	8:34:44	8:35:02	18	15	3	1,2	3	16,667	15	83,333	0,429	55	35	0,611	0,389
62	55	450	Γ	8:37:37	8:38:09	32	21	11	1,524	11	34,375	21	65,625	0,6	55	35	0,611	0,389
63	56	13	Γ	8:40:40	8:40:54	14	17	-3	0,824	0	0	14	100	0,486	55	35	0,611	0,389
64	57	13	Γ	8:45:20	8:45:38	18	6	12	3	12	66,667	6	33,333	0,171	55	35	0,611	0,389
65	64	3	A	8:52:50	8:53:08	18	5	13	3,6	13	72,222	5	27,778	0,143	55	35	0,611	0,389
66	65	B6	A	8:54:12	8:54:27	15	12	3	1,25	3	20	12	80	0,343	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

67	70	3	Γ	9:05:48	9:06:11	23	35	-12	0,657	0	0	23	100	1	55	35	0,611	0,389
68	71	A6	Γ	9:05:54	9:06:18	24	29	-5	0,828	0	0	24	100	0,829	55	35	0,611	0,389
69	72	550	Γ	9:07:23	9:07:41	18	28	-10	0,643	0	0	18	100	0,8	55	35	0,611	0,389
70	77	13	Γ	9:10:32	9:10:50	18	19	-1	0,947	0	0	18	100	0,543	55	35	0,611	0,389
71	82	A7	Γ	9:14:50	9:15:09	19	32	-13	0,594	0	0	19	100	0,914	55	35	0,611	0,389
72	86	3	Λ	9:18:15	9:18:28	13	5	8	2,6	8	61,538	5	38,462	0,143	55	35	0,611	0,389
73	89	3	Γ	9:24:04	9:24:27	23	13	10	1,769	10	43,478	13	56,522	0,371	55	35	0,611	0,389
74	91	450	Γ	9:25:15	9:25:28	13	32	-19	0,406	0	0	13	100	0,914	55	35	0,611	0,389
75	92	13	Λ	9:25:40	9:25:55	15	7	8	2,143	8	53,333	7	46,667	0,2	55	35	0,611	0,389
76	93	13	Γ	9:31:18	9:31:44	26	28	-2	0,929	0	0	26	100	0,8	55	35	0,611	0,389
77	94	B7	Γ	9:31:22	9:31:47	25	24	1	1,042	1	4	24	96	0,686	55	35	0,611	0,389
78	99	450	M	9:35:55	9:36:08	13	20	-7	0,65	0	0	13	100	0,571	55	35	0,611	0,389
79	101	14	Γ	9:40:10	9:40:26	16	34	-18	0,471	0	0	16	100	0,971	55	35	0,611	0,389
80	102	13	M	9:40:12	9:40:57	45	32	13	1,406	13	28,889	32	71,111	0,914	55	35	0,611	0,389
81	106	13	M	9:45:01	9:45:21	20	12	8	1,667	8	40	12	60	0,343	55	35	0,611	0,389
82	108	550	Γ	9:46:30	9:46:58	28	13	15	2,154	15	53,571	13	46,429	0,371	55	35	0,611	0,389
83	109	A6	Γ	9:46:40	9:47:01	21	3	18	7	18	85,714	3	14,286	0,086	55	35	0,611	0,389
84	110	A7	Γ	9:47:52	9:48:04	12	20	-8	0,6	0	0	12	100	0,571	55	35	0,611	0,389
85	111	550	Γ	9:47:55	9:48:08	13	17	-4	0,765	0	0	13	100	0,486	55	35	0,611	0,389
86	114	14	Λ	9:51:00	9:51:09	9	11	-2	0,818	0	0	9	100	0,314	55	35	0,611	0,389
87	116	3	Λ	9:55:16	9:56:01	45	24	21	1,875	21	46,667	24	53,333	0,686	55	35	0,611	0,389
88	118	A6	Γ	9:56:40	9:56:54	14	31	-17	0,452	0	0	14	100	0,886	55	35	0,611	0,389
89	120	B6	M	9:58:15	9:58:27	12	25	-13	0,48	0	0	12	100	0,714	55	35	0,611	0,389
90	121	A6	Λ	10:01:20	10:01:37	17	19	-2	0,895	0	0	17	100	0,543	55	35	0,611	0,389
91	123	A7	M	10:04:10	10:04:25	15	29	-14	0,517	0	0	15	100	0,829	55	35	0,611	0,389
92	124	3	M	10:04:12	10:04:26	14	27	-13	0,519	0	0	14	100	0,771	55	35	0,611	0,389
93	125	14	M	10:04:13	10:04:49	36	26	10	1,385	10	27,778	26	72,222	0,743	55	35	0,611	0,389
94	126	13	M	10:04:25	10:04:52	27	14	13	1,929	13	48,148	14	51,852	0,4	55	35	0,611	0,389
95	133	13	M	10:11:37	10:12:14	37	30	7	1,233	7	18,919	30	81,081	0,857	55	35	0,611	0,389
96	134	A7	M	10:11:40	10:12:15	35	27	8	1,296	8	22,857	27	77,143	0,771	55	35	0,611	0,389
97	136	A6	Γ	10:15:01	10:15:16	15	4	11	3,75	11	73,333	4	26,667	0,114	55	35	0,611	0,389
98	1	13	Λ	11:31:05	11:31:17	12	17	-5	0,706	0	0	12	100	0,486	55	35	0,611	0,389
99	7	13	Λ	11:41:16	11:41:41	25	30	-5	0,833	0	0	25	100	0,857	55	35	0,611	0,389
100	11	603	Λ	11:46:05	11:46:17	12	10	2	1,2	2	16,667	10	83,333	0,286	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
67	70	0	65,714	37,643	59,126	0	12	0										
68	71	0	68,571	39,28	61,697	0	5	0										
69	72	0	51,429	29,46	46,272	0	10	0										
70	77	0	51,429	29,46	46,272	0	1	0										
71	82	0	54,286	31,097	48,843	0	13	0										
72	86	14,545	14,286	21,277	33,419	8	0	8										
73	89	18,182	37,143	37,643	59,126	10	0	10										
74	91	0	37,143	21,277	33,419	0	19	0										
75	92	14,545	20	24,55	38,56	8	0	8										
76	93	0	74,286	42,553	66,838	0	2	0										
77	94	1,818	68,571	40,917	64,267	1	0	1										
78	99	0	37,143	21,277	33,419	0	7	0										
79	101	0	45,714	26,187	41,131	0	18	0										δ
80	102	23,636	91,429	73,65	115,681	13	0	13										
81	106	14,545	34,286	32,733	51,414	8	0	8										
82	108	27,273	37,143	45,827	71,979	15	0	15										
83	109	32,727	8,571	34,37	53,985	18	0	18										
84	110	0	34,286	19,64	30,848	0	8	0										
85	111	0	37,143	21,277	33,419	0	4	0										
86	114	0	25,714	14,73	23,136	0	2	0										
87	116	38,182	68,571	73,65	115,681	21	0	21										ε
88	118	0	40	22,913	35,99	0	17	0										ε
89	120	0	34,286	19,64	30,848	0	13	0										ε
90	121	0	48,571	27,823	43,702	0	2	0										
91	123	0	42,857	24,55	38,56	0	14	0										δ
92	124	0	40	22,913	35,99	0	13	0										δ
93	125	18,182	74,286	58,92	92,545	10	0	10										δ
94	126	23,636	40	44,19	69,409	13	0	13										δ
95	133	12,727	85,714	60,556	95,116	7	0	7										δ
96	134	14,545	77,143	57,283	89,974	8	0	8										δ
97	136	20	11,429	24,55	38,56	11	0	11										
98	1	0	34,286	19,64	30,848	0	5	0										β
99	7	0	71,429	40,917	64,267	0	5	0										β1
100	11	3,636	28,571	19,64	30,848	2	0	2										ε

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

101	14	450	M	11:48:47	11:48:54	7	7	27	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
102	25	A6	M	12:08:13	12:08:26	13	27	27	8	-14	0,481	0	0	0	100	0,771	55	35	0,611	0,389
103	26	B6	M	12:08:16	12:08:30	14	24	24	8	-10	0,583	0	0	14	100	0,686	55	35	0,611	0,389
104	29	13	M	12:11:14	12:11:32	18	26	26	8	-8	0,692	0	0	18	100	0,743	55	35	0,611	0,389
105	32	14	A	12:17:21	12:17:47	26	18	18	8	8	1,444	8	30,769	18	69,231	0,514	55	35	0,611	0,389
106	33	3	A	12:17:23	12:17:48	25	16	16	9	9	1,563	9	36	16	64	0,457	55	35	0,611	0,389
107	35	A7	M	12:18:37	12:18:43	6	32	32	9	-26	0,188	0	0	6	100	0,914	55	35	0,611	0,389
108	36	13	A	12:18:57	12:19:18	21	12	12	9	9	1,75	9	42,857	12	57,143	0,343	55	35	0,611	0,389
109	37	B7	M	12:18:58	12:19:19	21	11	11	10	10	1,909	10	47,619	11	52,381	0,314	55	35	0,611	0,389
110	44	3	A	12:26:06	12:26:25	19	33	33	14	-14	0,576	0	0	19	100	0,943	55	35	0,611	0,389
111	45	B6	A	12:26:38	12:27:12	34	1	33	34	33	34	33	97,059	1	2,941	0,029	55	35	0,611	0,389
112	46	A6	M	12:29:31	12:29:44	13	8	8	5	5	1,625	5	38,462	8	61,538	0,229	55	35	0,611	0,389
113	47	450	Γ	12:32:11	12:32:26	15	26	26	11	-11	0,577	0	0	15	100	0,743	55	35	0,611	0,389
114	50	A7	M	12:36:45	12:37:00	15	22	22	7	-7	0,682	0	0	15	100	0,629	55	35	0,611	0,389
115	55	14	M	12:42:56	12:43:05	9	9	9	0	0	1	0	0	9	100	0,257	55	35	0,611	0,389
116	58	13	A	12:48:40	12:48:56	16	22	22	6	-6	0,727	0	0	16	100	0,629	55	35	0,611	0,389
117	61	3	A	12:50:18	12:50:33	15	14	14	1	1	1,071	1	6,667	14	93,333	0,4	55	35	0,611	0,389
118	63	14	A	12:53:25	12:53:39	14	6	6	8	8	2,333	8	57,143	6	42,857	0,171	55	35	0,611	0,389
119	64	450	M	12:56:08	12:56:22	14	22	22	8	-8	0,636	0	0	14	100	0,629	55	35	0,611	0,389
120	66	3	A	12:57:46	12:57:54	8	13	13	5	-5	0,615	0	0	8	100	0,371	55	35	0,611	0,389
121	67	13	M	13:00:50	13:01:02	12	9	9	3	3	1,333	3	25	9	75	0,257	55	35	0,611	0,389
122	70	A7	M	13:04:56	13:05:15	19	32	32	-13	-13	0,594	0	0	19	100	0,914	55	35	0,611	0,389
123	71	A7	M	13:04:57	13:05:15	18	31	31	-13	-13	0,581	0	0	18	100	0,886	55	35	0,611	0,389
124	72	B7	M	13:05:24	13:05:37	13	4	4	9	9	3,25	9	69,231	4	30,769	0,114	55	35	0,611	0,389
125	73	A6	Γ	13:06:34	13:06:47	13	23	23	-10	-10	0,565	0	0	13	100	0,657	55	35	0,611	0,389
126	79	A7	A	13:14:06	13:14:20	14	20	20	-6	-6	0,7	0	0	14	100	0,571	55	35	0,611	0,389
127	82	14	A	13:18:45	13:19:00	15	10	10	5	5	1,5	5	33,333	10	66,667	0,286	55	35	0,611	0,389
128	83	450	M	13:18:49	13:19:01	12	6	6	6	6	2	6	50	6	50	0,171	55	35	0,611	0,389
129	87	3	A	13:21:28	13:21:35	7	26	26	-19	-19	0,269	0	0	7	100	0,743	55	35	0,611	0,389
130	88	3	M	13:24:31	13:24:42	11	23	23	-12	-12	0,478	0	0	11	100	0,657	55	35	0,611	0,389
131	90	A7	Γ	13:30:33	13:30:46	13	20	20	-7	-7	0,65	0	0	13	100	0,571	55	35	0,611	0,389
132	91	603	M	13:30:40	13:30:54	14	13	13	1	1	1,077	1	7,143	13	92,857	0,371	55	35	0,611	0,389
133	95	/	A	13:36:31	13:36:42	11	20	20	-9	-9	0,55	0	0	11	100	0,571	55	35	0,611	0,389
134	101	13	A	13:45:36	13:45:57	21	14	14	7	7	1,5	7	33,333	14	66,667	0,4	55	35	0,611	0,389

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29																																
101	14	0	20	11,457	17,995	0	20	0	0																																	
102	25	0	37,143	21,277	33,419	0	14	0	0																																	
103	26	0	40	22,913	35,99	0	10	0	0												β1																					
104	29	0	51,429	29,46	46,272	0	8	0	0																																	
105	32	14,545	51,429	42,553	66,838	8	0	8	8																																	
106	33	16,364	45,714	40,917	64,267	9	0	9	9																																	
107	35	0	17,143	9,82	15,424	0	26	0	0																																	
108	36	16,364	34,286	34,37	53,985	9	0	9	9																																	
109	37	18,182	31,429	34,37	53,985	10	0	10	10																																	
110	44	0	54,286	31,097	48,843	0	14	0	0																																	
111	45	60	2,857	55,646	87,404	33	0	33	33																																	
112	46	9,091	22,857	21,277	33,419	5	0	5	5																																	
113	47	0	42,857	24,55	38,56	0	11	0	0																																	
114	50	0	42,857	24,55	38,56	0	7	0	0																																	
115	55	0	25,714	14,73	23,136	0	0	0	0																																	
116	58	0	45,714	26,187	41,131	0	6	0	0																																	
117	61	1,818	40	24,55	38,56	1	0	1	1																																	
118	63	14,545	17,143	22,913	35,99	8	0	8	8																																	
119	64	0	40	22,913	35,99	0	8	0	0																																	
120	66	0	22,857	13,093	20,566	0	5	0	0																																	
121	67	5,455	25,714	19,64	30,848	3	0	3	3																																	
122	70	0	54,286	31,097	48,843	0	13	0	0																																	
123	71	0	51,429	29,46	46,272	0	13	0	0																																	
124	72	16,364	11,429	21,277	33,419	9	0	9	9																																	
125	73	0	37,143	21,277	33,419	0	10	0	0																																	
126	79	0	40	22,913	35,99	0	6	0	0																																	
127	82	9,091	28,571	24,55	38,56	5	0	5	5																																	
128	83	10,909	17,143	19,64	30,848	6	0	6	6																																	
129	87	0	20	11,457	17,995	0	19	0	0																																	
130	88	0	31,429	18,003	28,278	0	12	0	0																																	
131	90	0	37,143	21,277	33,419	0	7	0	0																																	
132	91	1,818	37,143	22,913	35,99	1	0	1	1																																	
133	95	0	31,429	18,003	28,278	0	9	0	0																																	
134	101	12,727	40	34,37	53,985	7	0	7	7																																	

πίνακας 5.2 (συνέχεια)

135	110	14	Λ	13:52:48	13:52:58	10	32	-22	0,313	0	10	100	0,914	55	35	0,611	0,389
136	111	13	Μ	13:54:45	13:54:56	11	4	7	2,75	7	4	36,364	0,114	55	35	0,611	0,389
137	112	A7	Γ	13:55:56	13:56:09	13	23	-10	0,565	0	13	100	0,657	55	35	0,611	0,389
138	113	3	Λ	13:57:18	13:57:33	15	31	-16	0,484	0	15	100	0,886	55	35	0,611	0,389
139	125	/	Λ	14:16:41	14:17:00	19	34	-15	0,559	0	19	100	0,971	55	35	0,611	0,389
140	126	3	Λ	14:18:24	14:18:32	8	21	-13	0,381	0	8	100	0,6	55	35	0,611	0,389
141	127	450	Γ	14:19:46	14:20:00	14	28	-14	0,5	0	14	100	0,8	55	35	0,611	0,389
142	129	3	Μ	14:24:08	14:24:24	16	35	-19	0,457	0	16	100	1	55	35	0,611	0,389
143	130	603	Γ	14:25:57	14:26:12	15	16	-1	0,938	0	15	100	0,457	55	35	0,611	0,389



πίνακας 5.2 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
135	110	0	28,571	16,367	25,707	0	22	0	
136	111	12,727	11,429	18,003	28,278	7	0	7	
137	112	0	37,143	21,277	33,419	0	10	0	β
138	113	0	42,857	24,55	38,56	0	16	0	α
139	125	0	54,286	31,097	48,843	0	15	0	α
140	126	0	22,857	13,093	20,566	0	13	0	α
141	127	0	40	22,913	35,99	0	14	0	α
142	129	0	45,714	26,187	41,131	0	19	0	α
143	130	0	42,857	24,55	38,56	0	1	0	α

πίνακας 5.3 — ΣΤΑΣΗ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ — ΔΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	Υψομίη	πληρότ.	άφιξη	αναχώρηση	Δt	Υπ. έυδ.	Δt-Υπ.	Δt/Υπ.	Δt (G)	Δt (G) / Δt	Δt (R)	Δt (R) / Δt	Υπ./ΟΑ	G	K	C/C	R/C	
					sec	sec	sec		sec	%	sec	%		sec	sec			
1	813	Λ	10:32:27	10:32:35	8	32	-24	0,25	8	100	0	0	0	0,593	54	36	0,6	0,4
2	14	Λ	10:34:28	10:35:08	40	1	39	40	4	10	36	90	0	0,019	54	36	0,6	0,4
3	B6	Λ	10:35:26	10:35:41	15	32	-17	0,469	15	100	0	0	0	0,593	54	36	0,6	0,4
4	7	Λ	10:37:26	10:37:38	12	4	8	3	4	33,333	8	66,667	0,074	54	36	0,6	0,4	
5	B7	M	10:38:33	10:38:43	10	27	-17	0,37	10	100	0	0	0	0,5	54	36	0,6	0,4
6	230	Λ	10:38:35	10:39:05	30	25	5	1,2	25	83,333	5	16,667	0,463	54	36	0,6	0,4	
7	B6	Λ	10:41:23	10:41:33	10	36	-26	0,278	10	100	0	0	0	0,667	54	36	0,6	0,4
8	813	Λ	10:45:57	10:46:07	10	29	-19	0,345	10	100	0	0	0	0,537	54	36	0,6	0,4
9	A6	Λ	10:48:54	10:49:14	20	33	-13	0,606	20	100	0	0	0	0,611	54	36	0,6	0,4
10	A7	Λ	10:50:30	10:50:39	9	27	-18	0,333	9	100	0	0	0	0,5	54	36	0,6	0,4
11	7	Λ	10:50:46	10:50:54	8	11	-3	0,727	8	100	0	0	0	0,204	54	36	0,6	0,4
12	13	Λ	10:55:18	10:55:36	18	27	-9	0,667	18	100	0	0	0	0,5	54	36	0,6	0,4
13	813	Λ	10:56:58	10:57:11	13	17	-4	0,765	13	100	0	0	0	0,315	54	36	0,6	0,4
14	B5	Γ	10:58:20	10:58:34	14	24	-10	0,583	14	100	0	0	0	0,444	54	36	0,6	0,4
15	813	M	11:01:13	11:01:25	12	26	-14	0,462	12	100	0	0	0	0,481	54	36	0,6	0,4
16	7	Λ	11:01:17	11:01:29	12	22	-10	0,545	12	100	0	0	0	0,407	54	36	0,6	0,4
17	B6	Λ	11:04:10	11:04:29	19	11	8	1,727	11	57,895	8	42,105	0,204	54	36	0,6	0,4	
18	A6	Λ	11:11:17	11:11:28	11	32	-21	0,344	11	100	0	0	0	0,593	54	36	0,6	0,4
19	7	Λ	11:11:45	11:12:32	47	4	43	11,75	11	23,404	36	76,596	0,074	54	36	0,6	0,4	
20	14	Γ	11:18:58	11:19:17	19	30	-11	0,633	19	100	0	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
21	813	Λ	11:20:29	11:20:44	15	28	-13	0,536	15	100	0	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
22	B7	Λ	11:20:36	11:20:49	13	21	-8	0,619	13	100	0	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
23	B5	Γ	11:23:27	11:23:53	26	30	-4	0,867	26	100	0	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
24	230	Λ	11:23:43	11:23:55	12	14	-2	0,857	12	100	0	0	0	0,28	50	40	0,556	0,444
25	B6	M	11:26:51	11:27:03	12	5	7	2,4	5	41,667	7	58,333	0,1	50	40	0,556	0,444	
26	A7	Λ	11:31:08	11:31:17	9	7	2	1,286	7	77,778	2	22,222	0,14	50	40	0,556	0,444	
27	7	Λ	11:31:13	11:31:29	16	2	14	8	2	12,5	14	87,5	0,04	50	40	0,556	0,444	
28	14	Λ	11:31:14	11:31:39	25	1	24	25	1	4	24	96	0,02	50	40	0,556	0,444	
29	A6	Λ	11:35:10	11:35:25	15	38	-23	0,395	15	100	0	0	0	0,704	54	36	0,6	0,4
30	813	Λ	11:35:33	11:36:25	52	15	37	3,467	16	30,769	36	69,231	0,278	54	36	0,6	0,4	
31	B5	M	11:36:47	11:36:59	12	31	-19	0,387	12	100	0	0	0	0,574	54	36	0,6	0,4
32	230	Λ	11:41:21	11:41:33	12	33	-21	0,364	12	100	0	0	0	0,66	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ													
									ω/α	Δt (G)/G	Δt (R)/R	Δt (G/C)	Δt (R/C)	από G	από R	ανάμονη	χρόνος	1	2	3	4	5
		%	%	%		από G	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	στο R	
1	1	14,815	0	13,333	20	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	0
2	2	7,407	100	66,667	100	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	0
3	3	27,778	0	25	37,5	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	0
4	4	7,407	22,222	20	30	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	4	28	α
5	5	18,519	0	16,667	25	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	0
6	6	46,296	13,889	50	75	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	ζ
7	7	18,519	0	16,667	25	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	0
8	9	18,519	0	16,667	25	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	0
9	10	37,037	0	33,333	50	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	0
10	11	16,667	0	15	22,5	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	0
11	12	14,815	0	13,333	20	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	0
12	13	33,333	0	30	45	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	ζ
13	14	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	0
14	15	25,926	0	23,333	35	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	0
15	16	22,222	0	20	30	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	0
16	17	22,222	0	20	30	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	0
17	18	20,37	22,222	31,667	47,5	11	28	11	28	11	28	11	28	11	28	11	28	11	28	11	28	α
18	20	20,37	0	18,333	27,5	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	0
19	21	20,37	100	78,333	117,5	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	0
20	22	38	0	34,173	42,793	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	0
21	23	30	0	26,978	33,784	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	0
22	24	26	0	23,381	29,279	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	0
23	25	52	0	46,763	58,559	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	0
24	26	24	0	21,583	27,027	12	40	12	40	12	40	12	40	12	40	12	40	12	40	12	40	0
25	27	10	17,5	21,583	27,027	5	33	5	33	5	33	5	33	5	33	5	33	5	33	5	33	α
26	28	14	5	16,187	20,27	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	0
27	29	4	35	28,777	36,036	2	26	2	26	2	26	2	26	2	26	2	26	2	26	2	26	α
28	30	2	60	44,964	56,306	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	1	16	β
29	31	27,778	0	25	37,5	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	0
30	32	29,63	100	86,667	130	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	0
31	33	22,222	0	20	30	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	0
32	34	24	0	21,583	27,027	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	0

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

33	35	A7	Α	11:41:33	11:41:47	14	21	-7	0,667	14	100	0	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
34	36	7	Α	11:47:23	11:47:40	17	31	-14	0,548	17	100	0	0	0	0,62	50	40	0,556	0,444
35	37	14	Μ	11:47:31	11:47:42	11	23	-12	0,478	11	100	0	0	0	0,46	50	40	0,556	0,444
36	38	B6	Α	11:48:46	11:48:59	13	37	-24	0,351	13	100	0	0	0	0,74	50	40	0,556	0,444
37	39	813	Α	11:48:51	11:49:01	10	12	-2	0,833	10	100	0	0	0	0,24	50	40	0,556	0,444
38	40	14	Α	11:50:49	11:51:34	45	4	41	11,25	5	11,111	40	88,889	0,08	50	40	0,556	0,444	
39	41	B7	Μ	11:54:55	11:55:06	11	26	-15	0,423	11	100	0	0	0	0,52	50	40	0,556	0,444
40	42	813	Μ	11:57:46	11:58:00	14	35	-21	0,4	14	100	0	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
41	43	A6	Μ	11:59:11	11:59:26	15	40	-25	0,375	15	100	0	0	0	0,8	50	40	0,556	0,444
42	44	7	Α	11:59:17	11:59:27	10	34	-24	0,294	10	100	0	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
43	45	B5	Α	11:59:22	11:59:33	11	29	-18	0,379	11	100	0	0	0	0,58	50	40	0,556	0,444
44	46	B5	Γ	12:02:49	12:03:01	12	1	11	12	1	8,333	11	91,667	0,02	50	40	0,556	0,444	
45	47	7	Α	12:09:49	12:10:02	13	30	-17	0,433	13	100	0	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
46	48	B6	Α	12:11:43	12:11:54	11	5	6	2,2	5	45,455	6	54,545	0,1	50	40	0,556	0,444	
47	49	A7	Γ	12:12:50	12:13:01	11	22	-11	0,5	11	100	0	0	0	0,44	50	40	0,556	0,444
48	50	14	Γ	12:14:23	12:14:33	10	25	-15	0,4	10	100	0	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
49	51	230	Α	12:17:16	12:17:28	12	22	-10	0,545	12	100	0	0	0	0,407	54	36	0,6	0,4
50	52	B5	Γ	12:17:34	12:17:47	13	6	7	2,167	6	46,154	7	53,846	0,111	54	36	0,6	0,4	
51	53	813	Γ	12:18:45	12:18:57	12	20	-8	0,6	12	100	0	0	0	0,37	54	36	0,6	0,4
52	54	7	Α	12:23:28	12:23:40	12	7	5	1,714	7	58,333	5	41,667	0,13	54	36	0,6	0,4	
53	55	A6	Α	12:24:38	12:24:55	17	26	-9	0,654	17	100	0	0	0	0,481	54	36	0,6	0,4
54	56	14	Α	12:26:21	12:26:32	11	21	-10	0,524	11	100	0	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
55	57	B7	Γ	12:27:51	12:28:01	10	20	-10	0,5	10	100	0	0	0	0,4	50	40	0,556	0,444
56	58	14	Γ	12:31:00	12:31:32	32	12	20	2,667	12	37,5	20	62,5	0,24	50	40	0,556	0,444	
57	59	813	Μ	12:33:42	12:33:56	14	30	-16	0,467	14	100	0	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
58	60	B6	Α	12:35:23	12:35:36	13	19	-6	0,684	13	100	0	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
59	62	B7	Μ	12:36:30	12:36:52	22	42	-20	0,524	22	100	0	0	0	0,84	50	40	0,556	0,444
60	63	813	Α	12:36:42	12:36:52	10	30	-20	0,333	10	100	0	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
61	64	230	Α	12:39:41	12:39:53	12	29	-17	0,414	12	100	0	0	0	0,58	50	40	0,556	0,444
62	65	7	Α	12:41:17	12:41:29	12	23	-11	0,522	12	100	0	0	0	0,46	50	40	0,556	0,444
63	66	B7	Μ	12:45:34	12:45:47	13	35	-22	0,371	13	100	0	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
64	67	A6	Α	12:47:25	12:47:44	19	14	5	1,357	14	73,684	5	26,316	0,28	50	40	0,556	0,444	
65	68	813	Α	12:48:35	12:48:47	12	34	-22	0,353	12	100	0	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
66	69	14	Γ	12:51:40	12:51:52	12	28	-16	0,429	12	100	0	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
33	35	28	0	25,18	31,532	14	0	14		
34	36	34	0	30,576	38,288	17	0	17		
35	37	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
36	38	26	0	23,381	29,279	13	0	13		
37	39	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
38	40	10	100	80,935	101,351	5	0	5	ΔΠ 2	0
39	41	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
40	42	28	0	25,18	31,532	14	0	14		
41	43	30	0	26,978	33,784	15	0	15		
42	44	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
43	45	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
44	46	2	27,5	21,583	27,027	1	29	30	ΔΠ 2	α
45	47	26	0	23,381	29,279	13	0	13		
46	48	10	15	19,784	24,775	5	34	39	ΔΠ 2	α
47	49	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
48	50	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
49	51	22,222	0	20	30	12	0	12		
50	52	11,111	19,444	21,667	32,5	6	29	35	ΔΠ 2	α
51	53	22,222	0	20	30	12	0	12		
52	54	12,963	13,889	20	30	7	31	38	ΔΠ 2	α
53	55	31,481	0	28,333	42,5	17	0	17		
54	56	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
55	57	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
56	58	24	50	57,554	72,072	12	20	32	ΔΠ 2	α
57	59	28	0	25,18	31,532	14	0	14		
58	60	26	0	23,381	29,279	13	0	13		δ
59	62	44	0	39,568	49,55	22	0	22		
60	63	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
61	64	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
62	65	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
63	66	26	0	23,381	29,279	13	0	13		
64	67	28	12,5	34,173	42,793	14	35	49	ΔΠ 2	α
65	68	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
66	69	24	0	21,583	27,027	12	0	12		

πίνακας 5.3 (συνέχεια.)

67	70	B5	Γ	12:55:05	12:55:18	13	2	11	6,5	2	15,385	11	84,615	0,04	50	40	0,556	0,444
68	71	7	Α	12:57:43	12:57:52	9	23	-14	0,391	9	100	0	0	0,46	50	40	0,556	0,444
69	72	7	Α	12:57:48	12:57:55	7	18	-11	0,389	7	100	0	0	0,36	50	40	0,556	0,444
70	73	B5	Μ	12:58:03	12:58:40	37	3	34	12,333	3	8,108	34	91,892	0,06	50	40	0,556	0,444
71	74	A7	Γ	12:59:12	12:59:22	10	24	-14	0,417	10	100	0	0	0,48	50	40	0,556	0,444
72	75	813	Μ	13:08:08	13:09:01	53	18	35	2,944	18	33,962	35	66,038	0,36	50	40	0,556	0,444
73	76	A6	Μ	13:09:23	13:09:35	12	33	-21	0,364	12	100	0	0	0,66	50	40	0,556	0,444
74	77	B5	Μ	13:10:53	13:11:09	16	33	-17	0,485	16	100	0	0	0,611	54	36	0,6	0,4
75	78	B7	Μ	13:11:16	13:12:03	47	10	37	4,7	11	23,404	36	76,596	0,185	54	36	0,6	0,4
76	79	813	Α	13:15:36	13:15:48	12	19	-7	0,632	12	100	0	0	0,352	54	36	0,6	0,4
77	80	14	Γ	13:15:45	13:16:03	18	9	9	2	9	50	9	50	0,167	54	36	0,6	0,4
78	81	B7	Μ	13:19:58	13:20:13	15	33	-18	0,455	15	100	0	0	0,66	50	40	0,556	0,444
79	82	7	Α	13:20:30	13:20:41	11	1	10	11	1	9,091	10	90,909	0,02	50	40	0,556	0,444
80	83	B6	Μ	13:21:21	13:21:30	9	41	-32	0,22	9	100	0	0	0,82	50	40	0,556	0,444
81	84	B5	Γ	13:25:55	13:26:02	7	37	-30	0,189	7	100	0	0	0,74	50	40	0,556	0,444
82	85	230	Α	13:25:58	13:26:13	15	34	-19	0,441	15	100	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
83	1	14	Γ	7:41:21	7:41:45	24	25	-1	0,96	24	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
84	3	813	Γ	7:43:10	7:43:22	12	7	5	1,714	7	58,333	5	41,667	0,14	50	40	0,556	0,444
85	5	A7	Γ	7:46:12	7:46:52	40	5	35	8	5	12,5	35	87,5	0,1	50	40	0,556	0,444
86	6	A6	Γ	7:47:16	7:47:32	16	30	-14	0,533	16	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
87	7	242	Μ	7:50:24	7:50:38	14	21	-7	0,667	14	100	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
88	8	230	Α	7:51:40	7:51:55	15	35	-20	0,429	15	100	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
89	9	7	Γ	7:52:03	7:52:12	9	12	-3	0,75	9	100	0	0	0,24	50	40	0,556	0,444
90	11	B6	Γ	7:53:18	7:53:33	15	27	-12	0,556	15	100	0	0	0,54	50	40	0,556	0,444
91	12	B5	Γ	7:54:48	7:55:14	26	16	10	1,625	16	61,538	10	38,462	0,32	50	40	0,556	0,444
92	13	813	Α	7:58:09	7:58:42	33	4	29	8,25	4	12,121	29	87,879	0,08	50	40	0,556	0,444
93	14	B7	Γ	7:59:31	8:00:04	33	12	21	2,75	12	36,364	21	63,636	0,24	50	40	0,556	0,444
94	15	B5	Γ	8:00:38	8:01:07	29	35	-6	0,829	29	100	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
95	17	14	Γ	8:03:49	8:04:02	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0,48	50	40	0,556	0,444
96	18	7	Μ	8:03:51	8:04:12	21	22	-1	0,955	21	100	0	0	0,44	50	40	0,556	0,444
97	19	7	Α	8:05:22	8:05:31	9	20	-11	0,45	9	100	0	0	0,4	50	40	0,556	0,444
98	20	B7	Γ	8:08:15	8:08:43	28	28	0	1	28	100	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
99	21	B5	Γ	8:10:58	8:11:22	24	34	-10	0,706	24	100	0	0	0,63	54	36	0,6	0,4
100	22	B6	Γ	8:11:19	8:11:33	14	3	11	4,667	3	21,429	11	78,571	0,056	54	36	0,6	0,4

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

67	70	4	27,5	23,381	29,279	2	29	31	ΔΠ	2	α										
68	71	18	0	16,187	20,27	9	0	9	Π												
69	72	14	0	12,59	15,766	7	0	7	Π												
70	73	6	85	66,547	83,333	3	6	9	ΔΠ	2	α										
71	74	20	0	17,986	22,523	10	0	10	Π												
72	75	36	87,5	95,324	119,369	18	5	23	ΔΠ	2										η	
73	76	24	0	21,583	27,027	12	0	12	Π												
74	77	29,63	0	26,667	40	16	0	16	Π												
75	78	20,37	100	78,333	117,5	11	0	11	ΔΠ	2			δ								θ
76	79	22,222	0	20	30	12	0	12	Π												
77	80	16,667	25	30	45	9	27	36	ΔΠ	2	α										
78	81	30	0	26,978	33,784	15	0	15	Π												
79	82	2	25	19,784	24,775	1	30	31	ΔΠ	2	α										
80	83	18	0	16,187	20,27	9	0	9	Π												
81	84	14	0	12,59	15,766	7	0	7	Π												
82	85	30	0	26,978	33,784	15	0	15	Π												
83	1	48	0	43,165	54,054	24	0	24	Π												
84	3	14	12,5	21,583	27,027	7	35	42	ΔΠ	2	α										
85	5	10	87,5	71,942	90,09	5	5	10	ΔΠ	2	α										
86	6	32	0	28,777	36,036	16	0	16	Π												
87	7	28	0	25,18	31,532	14	0	14	Π												
88	8	30	0	26,978	33,784	15	0	15	Π												
89	9	18	0	16,187	20,27	9	40	49	ΔΠ	1	α										
90	11	30	0	26,978	33,784	15	0	15	Π												
91	12	32	25	46,763	58,559	16	30	46	ΔΠ	2	α										
92	13	8	72,5	59,353	74,324	4	11	15	ΔΠ	2											η
93	14	24	52,5	59,353	74,324	12	19	31	ΔΠ	2	α										
94	15	58	0	52,158	65,315	29	40	69	ΔΠ	1	α			γ							
95	17	26	0	23,381	29,279	13	0	13	Π												
96	18	42	0	37,77	47,297	21	40	61	ΔΠ	1	α										
97	19	18	0	16,187	20,27	9	0	9	Π												
98	20	56	0	50,36	63,063	28	0	28	Π												ζ
99	21	44,444	0	40	60	24	0	24	Π												
100	22	5,556	30,556	23,333	35	3	25	28	ΔΠ	2	α			δ							

πίνακας 5.3 (συνέχεια.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
101	23	14	Γ	8:12:43	8:13:28	45	19	26	2,368	19	42,222	26	57,778	0,352	54	36	0,6	0,4
102	24	230	M	8:15:45	8:15:58	13	16	-3	0,813	13	100	0	0	0,296	54	36	0,6	0,4
103	25	7	Γ	8:16:58	8:17:11	13	33	-20	0,394	13	100	0	0	0,611	54	36	0,6	0,4
104	26	14	Γ	8:17:03	8:17:15	12	28	-16	0,429	12	100	0	0	0,519	54	36	0,6	0,4
105	27	B7	Γ	8:17:25	8:17:36	11	6	5	1,833	6	54,545	5	45,455	0,111	54	36	0,6	0,4
106	28	B5	Γ	8:19:56	8:20:15	19	34	-15	0,559	19	100	0	0	0,63	54	36	0,6	0,4
107	29	A6	Γ	8:21:52	8:22:35	43	7	36	6,143	7	16,279	36	83,721	0,13	54	36	0,6	0,4
108	30	813	Γ	8:26:21	8:26:38	17	15	2	1,133	15	88,235	2	11,765	0,278	54	36	0,6	0,4
109	31	813	Λ	8:27:52	8:28:07	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,32	50	40	0,556	0,444
110	33	230	Λ	8:29:07	8:29:22	15	29	-14	0,517	15	100	0	0	0,58	50	40	0,556	0,444
111	34	B5	Γ	8:30:50	8:31:46	56	16	40	3,5	16	28,571	40	71,429	0,32	50	40	0,556	0,444
112	35	14	Γ	8:32:26	8:32:46	20	10	10	2	10	50	10	50	0,2	50	40	0,556	0,444
113	37	14	M	8:33:36	8:33:53	17	29	-12	0,586	17	100	0	0	0,58	50	40	0,556	0,444
114	38	813	Γ	8:36:45	8:37:01	16	20	-4	0,8	16	100	0	0	0,4	50	40	0,556	0,444
115	39	B7	Γ	8:38:15	8:38:24	9	19	-10	0,474	9	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
116	41	A6	Γ	8:41:25	8:41:40	15	9	6	1,667	9	60	6	40	0,18	50	40	0,556	0,444
117	42	B5	Γ	8:44:06	8:44:25	19	28	-9	0,679	19	100	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
118	45	7	M	8:48:24	8:48:40	16	30	-14	0,533	16	100	0	0	0,556	54	36	0,6	0,4
119	46	14	Γ	8:48:35	8:48:48	13	19	-6	0,684	13	100	0	0	0,352	54	36	0,6	0,4
120	47	A7	Γ	8:51:18	8:51:37	19	36	-17	0,528	19	100	0	0	0,667	54	36	0,6	0,4
121	48	B5	Γ	8:51:20	8:51:47	27	34	-7	0,794	27	100	0	0	0,63	54	36	0,6	0,4
122	49	B6	Γ	8:51:52	8:52:00	8	2	6	4	2	25	6	75	0,037	54	36	0,6	0,4
123	50	230	Λ	8:53:13	8:53:24	11	10	1	1,1	10	90,909	1	9,091	0,185	54	36	0,6	0,4
124	51	14	Γ	8:56:00	8:56:14	14	23	-9	0,609	14	100	0	0	0,426	54	36	0,6	0,4
125	52	813	Γ	8:57:20	8:57:31	11	21	-10	0,524	11	100	0	0	0,389	54	36	0,6	0,4
126	53	813	Λ	8:57:22	8:57:38	16	19	-3	0,842	16	100	0	0	0,352	54	36	0,6	0,4
127	54	A7	Γ	8:58:50	8:59:01	11	33	-22	0,333	11	100	0	0	0,611	54	36	0,6	0,4
128	55	A6	Γ	9:00:35	9:00:53	18	17	1	1,059	17	94,444	1	5,556	0,315	54	36	0,6	0,4
129	56	7	Γ	9:03:13	9:03:29	16	38	-22	0,421	16	100	0	0	0,704	54	36	0,6	0,4
130	57	14	Γ	9:05:07	9:05:17	10	14	-4	0,714	10	100	0	0	0,259	54	36	0,6	0,4
131	58	230	Λ	9:06:26	9:06:39	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0,444	54	36	0,6	0,4
132	59	B5	Γ	9:07:50	9:08:25	35	30	5	1,167	30	85,714	5	14,286	0,556	54	36	0,6	0,4
133	60	B6	M	9:11:10	9:11:26	16	9	7	1,778	9	56,25	7	43,75	0,167	54	36	0,6	0,4
134	61	242	M	9:11:15	9:11:32	17	4	13	4,25	4	23,529	13	76,471	0,074	54	36	0,6	0,4

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29							
101	23	35,185	72,222	75	112,5	19	10	29									
102	24	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13									
103	25	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13									
104	26	22,222	0	20	30	12	0	12									
105	27	11,111	13,889	18,333	27,5	6	31	37									δ
106	28	35,185	0	31,667	47,5	19	0	19									
107	29	12,963	100	71,667	107,5	7	0	7									
108	30	27,778	5,556	28,333	42,5	15	34	49									
109	31	30	0	26,978	33,784	15	0	15									
110	33	30	0	26,978	33,784	15	0	15									
111	34	32	100	100,719	126,126	16	0	16									η
112	35	20	25	35,971	45,045	10	30	40									
113	37	34	0	30,576	38,288	17	0	17									
114	38	32	0	28,777	36,036	16	0	16									
115	39	18	0	16,187	20,27	9	0	9									
116	41	18	15	26,978	33,784	9	34	43									
117	42	38	0	34,173	42,793	19	40	59									γ
118	45	29,63	0	26,667	40	16	0	16									
119	46	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13									
120	47	35,185	0	31,667	47,5	19	0	19									
121	48	50	0	45	67,5	27	0	27									
122	49	3,704	16,667	13,333	20	2	30	32									δ
123	50	18,519	2,778	18,333	27,5	10	35	45									
124	51	25,926	0	23,333	35	14	0	14									
125	52	20,37	0	18,333	27,5	11	0	11									
126	53	29,63	0	26,667	40	16	0	16									
127	54	20,37	0	18,333	27,5	11	0	11									
128	55	31,481	2,778	30	45	17	35	52									
129	56	29,63	0	26,667	40	16	0	16									
130	57	18,519	0	16,667	25	10	0	10									
131	58	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13									
132	59	55,556	13,889	58,333	87,5	30	31	61									
133	60	16,667	19,444	26,667	40	9	29	38									
134	61	7,407	36,111	28,333	42,5	4	23	27									

πίνακας 5.3 (συνέχεια.)

135	62	B7	M	9:12:19	9:12:28	9	30	-21	0,3	9	100	0	0	0,556	54	36	0,6	0,4
136	63	7	A	9:12:26	9:12:44	18	23	-5	0,783	18	100	0	0	0,426	54	36	0,6	0,4
137	64	813	M	9:15:16	9:15:29	13	32	-19	0,406	13	100	0	0	0,593	54	36	0,6	0,4
138	65	B5	Γ	9:15:42	9:16:12	30	6	24	5	6	20	24	80	0,111	54	36	0,6	0,4
139	66	A7	M	9:18:26	9:18:39	13	22	-9	0,591	13	100	0	0	0,407	54	36	0,6	0,4
140	67	813	A	9:19:57	9:20:09	12	20	-8	0,6	12	100	0	0	0,37	54	36	0,6	0,4
141	69	B7	M	9:24:30	9:24:46	16	16	0	1	16	100	0	0	0,296	54	36	0,6	0,4
142	70	14	Γ	9:24:38	9:24:52	14	8	6	1,75	8	57,143	6	42,857	0,148	54	36	0,6	0,4
143	71	B6	Γ	9:25:50	9:26:14	24	26	-2	0,923	24	100	0	0	0,481	54	36	0,6	0,4
144	72	14	M	9:27:35	9:28:03	28	11	17	2,545	11	39,286	17	60,714	0,204	54	36	0,6	0,4
145	73	B6	Γ	9:32:09	9:32:50	41	5	36	8,2	5	12,195	36	87,805	0,093	54	36	0,6	0,4
146	74	7	Γ	9:33:29	9:33:44	15	15	0	1	15	100	0	0	0,278	54	36	0,6	0,4
147	75	813	M	9:33:32	9:33:46	14	12	2	1,167	12	85,714	2	14,286	0,222	54	36	0,6	0,4
148	77	7	A	9:36:13	9:36:22	9	31	-22	0,29	9	100	0	0	0,574	54	36	0,6	0,4
149	78	A7	Γ	9:36:33	9:36:43	10	11	-1	0,909	10	100	0	0	0,204	54	36	0,6	0,4
150	80	A6	Γ	9:40:43	9:40:54	11	30	-19	0,367	11	100	0	0	0,556	54	36	0,6	0,4
151	81	813	M	9:40:47	9:40:59	12	26	-14	0,462	12	100	0	0	0,481	54	36	0,6	0,4
152	82	B7	M	9:41:09	9:41:25	16	4	12	4	4	25	12	75	0,074	54	36	0,6	0,4
153	83	230	M	9:46:58	9:47:10	12	14	-2	0,857	12	100	0	0	0,259	54	36	0,6	0,4
154	84	B5	Γ	9:48:09	9:49:03	54	34	20	1,588	34	62,963	20	37,037	0,63	54	36	0,6	0,4
155	85	7	Γ	9:48:20	9:48:55	35	23	12	1,522	23	65,714	12	34,286	0,426	54	36	0,6	0,4
156	86	A7	Γ	9:49:57	9:50:15	18	15	3	1,2	15	83,333	3	16,667	0,278	54	36	0,6	0,4
157	87	B6	Γ	9:52:40	9:52:55	15	32	-17	0,469	15	100	0	0	0,593	54	36	0,6	0,4
158	88	813	M	9:53:06	9:53:20	14	6	8	2,333	6	42,857	8	57,143	0,111	54	36	0,6	0,4
159	89	B5	Γ	9:54:06	9:54:21	15	36	-21	0,417	15	100	0	0	0,667	54	36	0,6	0,4
160	90	7	M	9:54:29	9:54:47	18	12	6	1,5	12	66,667	6	33,333	0,222	54	36	0,6	0,4
161	91	B7	Γ	9:56:09	9:56:45	36	3	33	12	3	8,333	33	91,667	0,056	54	36	0,6	0,4
162	92	813	A	9:57:33	9:58:03	30	19	11	1,579	19	63,333	11	36,667	0,352	54	36	0,6	0,4
163	93	14	Γ	10:00:38	10:01:06	28	14	14	2	14	50	14	50	0,259	54	36	0,6	0,4
164	94	230	Γ	10:03:31	10:03:46	15	17	-2	0,882	15	100	0	0	0,34	50	40	0,556	0,444
165	95	A6	Γ	10:03:36	10:03:54	18	12	6	1,5	12	66,667	6	33,333	0,24	50	40	0,556	0,444
166	99	7	Γ	10:12:10	10:12:27	17	28	-11	0,607	17	100	0	0	0,519	54	36	0,6	0,4
167	100	813	Γ	10:13:45	10:13:53	8	21	-13	0,381	8	100	0	0	0,389	54	36	0,6	0,4
168	101	B7	M	10:16:38	10:16:52	14	24	-10	0,583	14	100	0	0	0,444	54	36	0,6	0,4

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29									
135	62	16,667	0	15	22,5	9	0	9	9	Π									
136	63	33,333	0	30	45	18	0	18	18	Π									
137	64	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13	13	Π									
138	65	11,111	66,667	50	75	6	12	18	18	ΑΠ	2	α							
139	66	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13	13	Π									
140	67	22,222	0	20	30	12	0	12	12	Π									
141	69	29,63	0	26,667	40	16	0	16	16	Π									ζ
142	70	14,815	16,667	23,333	35	8	30	38	38	ΑΠ	2	α							
143	71	44,444	0	40	60	24	0	24	24	Π									
144	72	20,37	47,222	46,667	70	11	19	30	30	ΑΠ	2	α							
145	73	9,259	100	68,333	102,5	5	0	5	5	ΑΠ	2	α							
146	74	27,778	0	25	37,5	15	0	15	15	Π									
147	75	22,222	5,556	23,333	35	12	34	46	46	ΑΠ	2	α							
148	77	16,667	0	15	22,5	9	0	9	9	Π									
149	78	18,519	0	16,667	25	10	0	10	10	Π									ε
150	80	20,37	0	18,333	27,5	11	0	11	11	Π									
151	81	22,222	0	20	30	12	0	12	12	Π									
152	82	7,407	33,333	26,667	40	4	24	28	28	ΑΠ	2	α						δ	
153	83	22,222	0	20	30	12	36	48	48	ΑΠ	1	α							
154	84	62,963	55,556	90	135	34	16	50	50	ΑΠ	2	α							
155	85	42,593	33,333	58,333	87,5	23	24	47	47	ΑΠ	2	α							
156	86	27,778	8,333	30	45	15	33	48	48	ΑΠ	2	α							
157	87	27,778	0	25	37,5	15	0	15	15	Π									
158	88	11,111	22,222	23,333	35	6	28	34	34	ΑΠ	2	α							
159	89	27,778	0	25	37,5	15	0	15	15	Π									
160	90	22,222	16,667	30	45	12	30	42	42	ΑΠ	2	α							
161	91	5,556	91,667	60	90	3	3	6	6	ΑΠ	2	α							
162	92	35,185	30,556	50	75	19	25	44	44	ΑΠ	2	α							
163	93	25,926	38,889	46,667	70	14	22	36	36	ΑΠ	2	α							
164	94	30	0	26,978	33,784	15	0	15	15	Π									
165	95	24	15	32,374	40,541	12	34	46	46	ΑΠ	2	α							
166	99	31,481	0	28,333	42,5	17	0	17	17	Π									
167	100	14,815	0	13,333	20	8	0	8	8	Π									
168	101	25,926	0	23,333	35	14	0	14	14	Π									

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
169	102	A	Λ	10:18:08	10:18:21	13	27	-14	0,481	13	100	0	0	0,5	54	36	0,6	0,4
170	103	B5	Γ	10:19:30	10:19:46	16	35	-19	0,457	16	100	0	0	0,648	54	36	0,6	0,4
171	104	14	Γ	10:19:58	10:20:18	20	7	13	2,857	7	35	13	65	0,13	54	36	0,6	0,4
172	105	A7	Λ	10:21:08	10:21:17	9	27	-18	0,333	9	100	0	0	0,5	54	36	0,6	0,4
173	107	A7	M	10:24:27	10:24:36	9	14	-5	0,643	9	100	0	0	0,259	54	36	0,6	0,4
174	108	B5	Γ	10:28:41	10:28:57	16	30	-14	0,533	16	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
175	109	7	Γ	10:30:06	10:30:22	16	35	-19	0,457	16	100	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
176	110	B6	Λ	10:30:29	10:30:43	14	12	2	1,167	12	85,714	2	14,286	0,24	50	40	0,556	0,444
177	111	A6	Γ	10:30:30	10:30:41	11	11	0	1	11	100	0	0	0,22	50	40	0,556	0,444
178	112	A7	Γ	10:31:46	10:31:56	10	25	-15	0,4	10	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
179	115	813	M	10:36:08	10:36:22	14	30	-16	0,467	14	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
180	116	230	Λ	10:36:10	10:36:29	19	28	-9	0,679	19	100	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
181	117	14	M	10:37:45	10:38:07	22	24	-2	0,917	22	100	0	0	0,48	50	40	0,556	0,444
182	118	3	Λ	10:37:53	10:38:08	15	16	-1	0,938	15	100	0	0	0,32	50	40	0,556	0,444
183	119	B5	Γ	10:39:30	10:39:45	15	9	6	1,667	9	60	6	40	0,18	50	40	0,556	0,444
184	120	A6	Λ	10:39:36	10:39:49	13	3	10	4,333	3	23,077	10	76,923	0,06	50	40	0,556	0,444
185	121	B7	Γ	10:40:40	10:40:52	12	28	-16	0,429	12	100	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
186	1	813	Λ	11:43:39	11:43:54	15	17	-2	0,882	15	100	0	0	0,34	50	40	0,556	0,444
187	3	813	Λ	11:45:17	11:45:22	5	43	-38	0,116	5	100	0	0	0,86	50	40	0,556	0,444
188	6	B7	M	11:46:35	11:46:45	10	19	-9	0,526	10	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
189	7	A6	M	11:49:31	11:49:43	12	22	-10	0,545	12	100	0	0	0,44	50	40	0,556	0,444
190	8	14	Γ	11:52:33	11:52:46	13	19	-6	0,684	13	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
191	10	A7	Γ	11:54:00	11:54:10	10	22	-12	0,455	10	100	0	0	0,44	50	40	0,556	0,444
192	11	7	M	11:54:15	11:54:40	25	7	18	3,571	7	28	18	72	0,14	50	40	0,556	0,444
193	12	A6	Γ	11:58:50	11:59:01	11	1	10	11	1	9,091	10	90,909	0,02	50	40	0,556	0,444
194	14	B5	Γ	12:05:45	12:06:03	18	35	-17	0,514	18	100	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
195	15	A6	Γ	12:07:20	12:07:32	12	30	-18	0,4	12	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
196	17	230	Γ	12:10:33	12:10:45	12	16	-4	0,75	12	100	0	0	0,32	50	40	0,556	0,444
197	18	A6	M	12:11:48	12:12:03	15	31	-16	0,484	15	100	0	0	0,62	50	40	0,556	0,444
198	19	813	Γ	12:17:50	12:18:08	18	20	-2	0,9	18	100	0	0	0,37	54	36	0,6	0,4
199	20	B7	Γ	12:18:59	12:19:16	17	41	-24	0,415	17	100	0	0	0,759	54	36	0,6	0,4
200	21	14	Γ	12:19:15	12:19:34	19	25	-6	0,76	19	100	0	0	0,463	54	36	0,6	0,4
201	24	7	Γ	12:21:06	12:21:21	15	10	5	1,5	10	66,667	5	33,333	0,2	50	40	0,556	0,444
202	25	B6	M	12:22:12	12:22:29	17	33	-16	0,515	17	100	0	0	0,66	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29										
169	102	24,074	0	21,667	32,5	13	0	13	13	Π										
170	103	29,63	0	26,667	40	16	0	16	16	Π										
171	104	12,963	36,111	33,333	50	7	23	30	30		ΔΠ	2	α							δ
172	105	16,667	0	15	22,5	9	0	9	9	Π										
173	107	16,667	0	15	22,5	9	0	9	9	Π										
174	108	32	0	28,777	36,036	16	0	16	16	Π										
175	109	32	0	28,777	36,036	16	0	16	16	Π										
176	110	24	5	25,18	31,532	12	38	50	50		ΔΠ	2	α							
177	111	22	0	19,784	24,775	11	40	51	51		ΔΠ	2		β						
178	112	20	0	17,986	22,523	10	0	10	10	Π										
179	115	28	0	25,18	31,532	14	0	14	14	Π										
180	116	38	0	34,173	42,793	19	0	19	19	Π										
181	117	44	0	39,568	49,55	22	40	62	62		ΔΠ	1	α							
182	118	30	0	26,978	33,784	15	40	55	55		ΔΠ	1	α							
183	119	18	15	26,978	33,784	9	34	43	43		ΔΠ	2	α							
184	120	6	25	23,381	29,279	3	30	33	33		ΔΠ	2	α							
185	121	24	0	21,583	27,027	12	0	12	12	Π										
186	1	30	0	26,978	33,784	15	40	55	55		ΔΠ	1	α							ε
187	3	10	0	8,993	11,261	5	0	5	5	Π										
188	6	20	0	17,986	22,523	10	0	10	10	Π										
189	7	24	0	21,583	27,027	12	0	12	12	Π										
190	8	26	0	23,381	29,279	13	0	13	13	Π										
191	10	20	0	17,986	22,523	10	0	10	10	Π										
192	11	14	45	44,964	56,306	7	22	29	29		ΔΠ	2	α							
193	12	2	25	19,784	24,775	1	30	31	31		ΔΠ	2	α							
194	14	36	0	32,374	40,541	18	0	18	18	Π										
195	15	24	0	21,583	27,027	12	0	12	12	Π										
196	17	24	0	21,583	27,027	12	0	12	12	Π										
197	18	30	0	26,978	33,784	15	0	15	15	Π										
198	19	33,333	0	30	45	18	36	54	54		ΔΠ	1	α							
199	20	31,481	0	28,333	42,5	17	0	17	17	Π										
200	21	35,185	0	31,667	47,5	19	0	19	19	Π										
201	24	20	12,5	26,978	33,784	10	35	45	45		ΔΠ	2	α							
202	25	34	0	30,576	38,288	17	0	17	17	Π										

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

203	26	A7	Γ	12:27:02	12:27:23	21	12	9	1,75	12	57,143	9	42,857	0,24	50	40	0,556	0,444
204	27	A7	Γ	12:27:06	12:27:29	23	8	15	2,875	8	34,783	15	65,217	0,16	50	40	0,556	0,444
205	28	242	Λ	12:28:10	12:28:26	16	34	-18	0,471	16	100	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
206	29	B6	M	12:28:35	12:28:48	13	9	4	1,444	9	69,231	4	30,769	0,18	50	40	0,556	0,444
207	30	A7	M	12:28:37	12:28:48	11	7	4	1,571	7	63,636	4	36,364	0,14	50	40	0,556	0,444
208	33	A5	Γ	12:31:09	12:31:28	19	34	-15	0,559	19	100	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
209	34	A7	Γ	12:37:15	12:37:22	7	26	-19	0,269	7	100	0	0	0,52	50	40	0,556	0,444
210	35	B6	Γ	12:37:38	12:37:50	12	3	9	4	3	25	9	75	0,06	50	40	0,556	0,444
211	36	7	Γ	12:38:50	12:39:07	17	21	-4	0,81	17	100	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
212	37	B5	Γ	12:40:38	12:40:56	18	3	15	6	3	16,667	15	83,333	0,06	50	40	0,556	0,444
213	38	813	Γ	12:43:21	12:43:42	21	20	1	1,05	20	95,238	1	4,762	0,4	50	40	0,556	0,444
214	39	B7	Γ	12:44:47	12:45:00	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0,48	50	40	0,556	0,444
215	40	B5	Γ	12:47:33	12:47:48	15	36	-21	0,417	15	100	0	0	0,72	50	40	0,556	0,444
216	41	813	M	12:47:54	12:48:10	16	15	1	1,067	15	93,75	1	6,25	0,3	50	40	0,556	0,444
217	42	14	Γ	12:48:06	12:48:28	22	3	19	7,333	3	13,636	19	86,364	0,06	50	40	0,556	0,444
218	45	A6	Γ	12:52:06	12:52:20	14	32	-18	0,438	14	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
219	46	14	Λ	12:52:13	12:52:25	12	25	-13	0,48	12	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
220	47	813	M	12:53:38	12:53:52	14	30	-16	0,467	14	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
221	48	B5	M	12:53:42	12:53:58	16	26	-10	0,615	16	100	0	0	0,52	50	40	0,556	0,444
222	49	7	Λ	12:53:43	12:53:54	11	25	-14	0,44	11	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
223	50	A7	Γ	12:55:01	12:55:13	12	37	-25	0,324	12	100	0	0	0,74	50	40	0,556	0,444
224	51	14	M	12:58:12	12:58:30	18	25	-7	0,72	18	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
225	53	B5	Λ	13:01:00	13:01:12	12	36	-24	0,333	12	100	0	0	0,72	50	40	0,556	0,444
226	54	A6	Γ	13:01:04	13:01:19	15	32	-17	0,469	15	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
227	55	813	M	13:01:31	13:01:45	14	5	9	2,8	5	35,714	9	64,286	0,1	50	40	0,556	0,444
228	56	B5	Λ	13:02:55	13:03:06	11	11	0	1	11	100	0	0	0,22	50	40	0,556	0,444
229	58	B7	Γ	13:07:20	13:07:28	8	15	-7	0,533	8	100	0	0	0,3	50	40	0,556	0,444
230	59	230	M	13:08:45	13:08:54	9	20	-11	0,45	9	100	0	0	0,4	50	40	0,556	0,444
231	60	A5	Γ	13:08:47	13:09:00	13	18	-5	0,722	13	100	0	0	0,36	50	40	0,556	0,444
232	62	B6	Γ	13:10:04	13:10:16	12	30	-18	0,4	12	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444
233	63	A7	Γ	13:11:45	13:11:57	12	19	-7	0,632	12	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
234	64	14	Γ	13:13:03	13:13:17	14	31	-17	0,452	14	100	0	0	0,62	50	40	0,556	0,444
235	65	B7	Γ	13:17:39	13:17:51	12	23	-11	0,522	12	100	0	0	0,46	50	40	0,556	0,444
236	66	7	Γ	13:17:44	13:17:57	13	18	-5	0,722	13	100	0	0	0,36	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
203	26	24	22,5	37,77	47,297	12	31	43	
204	27	16	37,5	41,367	51,802	8	25	33	β
205	28	32	0	28,777	36,036	16	0	16	
206	29	18	10	23,381	29,279	9	36	45	δ
207	30	14	10	19,784	24,775	7	36	43	δ
208	33	38	0	34,173	42,793	19	0	19	
209	34	14	0	12,59	15,766	7	0	7	ε
210	35	6	22,5	21,583	27,027	3	31	34	ε
211	36	34	0	30,576	38,288	17	0	17	ε
212	37	6	37,5	32,374	40,541	3	25	28	ε
213	38	40	2,5	37,77	47,297	20	39	59	
214	39	26	0	23,381	29,279	13	0	13	
215	40	30	0	26,978	33,784	15	0	15	
216	41	30	2,5	28,777	36,036	15	39	54	
217	42	6	47,5	39,568	49,55	3	21	24	
218	45	28	0	25,18	31,532	14	0	14	
219	46	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
220	47	28	0	25,18	31,532	14	0	14	
221	48	32	0	28,777	36,036	16	0	16	
222	49	22	0	19,784	24,775	11	40	51	γ
223	50	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
224	51	36	0	32,374	40,541	18	0	18	
225	53	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
226	54	30	0	26,978	33,784	15	0	15	
227	55	10	22,5	25,18	31,532	5	31	36	
228	56	22	0	19,784	24,775	11	40	51	
229	58	16	0	14,388	18,018	8	0	8	
230	59	18	0	16,187	20,27	9	0	9	
231	60	26	0	23,381	29,279	13	0	13	
232	62	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
233	63	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
234	64	28	0	25,18	31,532	14	0	14	
235	65	24	0	21,583	27,027	12	0	12	
236	66	26	0	23,381	29,279	13	40	53	γ

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

237	68	B5	M	13:19:28	13:20:14	46	4	42	11,5	6	13,043	40	86,957	0,08	50	40	0,556	0,444
238	69	230	A	13:22:04	13:22:14	10	19	-9	0,526	10	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
239	70	A7	Γ	13:23:29	13:23:45	16	32	-16	0,5	16	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
240	71	B6	M	13:26:27	13:26:38	11	35	-24	0,314	11	100	0	0	0,7	50	40	0,556	0,444
241	72	B5	Γ	13:30:00	13:30:14	14	1	13	14	1	7,143	13	92,857	0,02	50	40	0,556	0,444
242	73	B7	Γ	13:31:07	13:31:22	15	24	-9	0,625	15	100	0	0	0,48	50	40	0,556	0,444
243	75	813	Γ	13:32:40	13:32:52	12	21	-9	0,571	12	100	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
244	76	813	A	13:32:48	13:33:06	18	13	5	1,385	13	72,222	5	27,778	0,26	50	40	0,556	0,444
245	77	A6	M	13:34:27	13:34:40	13	4	9	3,25	4	30,769	9	69,231	0,08	50	40	0,556	0,444
246	78	813	M	13:37:25	13:37:39	14	4	10	3,5	4	28,571	10	71,429	0,08	50	40	0,556	0,444
247	79	B7	Γ	13:38:39	13:38:54	15	20	-5	0,75	15	100	0	0	0,4	50	40	0,556	0,444
248	80	B5	Γ	13:38:40	13:38:56	16	19	-3	0,842	16	100	0	0	0,38	50	40	0,556	0,444
249	81	7	M	13:40:02	13:40:17	15	27	-12	0,556	15	100	0	0	0,54	50	40	0,556	0,444
250	82	B6	M	13:41:23	13:41:37	14	36	-22	0,389	14	100	0	0	0,72	50	40	0,556	0,444
251	83	230	M	13:42:56	13:43:08	12	32	-20	0,375	12	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
252	84	14	Γ	13:47:36	13:47:55	19	21	-2	0,905	19	100	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
253	85	A6	Γ	13:49:16	13:49:28	12	11	1	1,091	11	91,667	1	8,333	0,22	50	40	0,556	0,444
254	86	813	Γ	13:50:36	13:50:53	17	21	-4	0,81	17	100	0	0	0,42	50	40	0,556	0,444
255	87	B5	Γ	13:51:48	13:52:00	12	38	-26	0,316	12	100	0	0	0,76	50	40	0,556	0,444
256	88	242	A	13:51:52	13:52:02	10	34	-24	0,294	10	100	0	0	0,68	50	40	0,556	0,444
257	89	813	M	13:57:53	13:58:10	17	32	-15	0,531	17	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
258	90	B6	M	13:59:18	13:59:40	22	37	-15	0,595	22	100	0	0	0,74	50	40	0,556	0,444
259	91	A7	Γ	14:01:01	14:01:22	21	23	-2	0,913	21	100	0	0	0,46	50	40	0,556	0,444
260	92	14	Γ	14:01:07	14:01:28	21	17	4	1,235	17	80,952	4	19,048	0,34	50	40	0,556	0,444
261	93	B7	Γ	14:02:29	14:02:43	14	25	-11	0,56	14	100	0	0	0,5	50	40	0,556	0,444
262	96	B5	Γ	14:03:53	14:04:10	17	31	-14	0,548	17	100	0	0	0,62	50	40	0,556	0,444
263	97	230	M	14:05:44	14:05:53	9	9	0	1	9	100	0	0	0,18	50	40	0,556	0,444
264	98	14	M	14:08:24	14:08:46	22	28	-6	0,786	22	100	0	0	0,56	50	40	0,556	0,444
265	99	B5	Γ	14:09:44	14:09:56	12	38	-26	0,316	12	100	0	0	0,76	50	40	0,556	0,444
266	100	813	M	14:11:20	14:11:31	11	32	-21	0,344	11	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
267	101	A7	Γ	14:12:49	14:13:02	13	32	-19	0,406	13	100	0	0	0,64	50	40	0,556	0,444
268	102	B6	M	14:13:15	14:13:30	15	6	9	2,5	6	40	9	60	0,12	50	40	0,556	0,444
269	103	7	A	14:13:19	14:13:49	30	2	28	15	2	6,667	28	93,333	0,04	50	40	0,556	0,444
270	104	813	A	14:14:24	14:14:36	12	27	-15	0,444	12	100	0	0	0,54	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
237	68	12	100	82,734	103,604	6	0	6		θ
238	69	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
239	70	32	0	28,777	36,036	16	0	16		
240	71	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
241	72	2	32,5	25,18	31,532	1	27	28		
242	73	30	0	26,978	33,784	15	0	15		
243	75	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
244	76	26	12,5	32,374	40,541	13	35	48		
245	77	8	22,5	23,381	29,279	4	31	35		
246	78	8	25	25,18	31,532	4	30	34		
247	79	30	0	26,978	33,784	15	0	15		
248	80	32	0	28,777	36,036	16	0	16		
249	81	30	0	26,978	33,784	15	0	15		
250	82	28	0	25,18	31,532	14	0	14		
251	83	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
252	84	38	0	34,173	42,793	19	0	19		
253	85	22	2,5	21,583	27,027	11	39	50		
254	86	34	0	30,576	38,288	17	0	17		
255	87	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
256	88	20	0	17,986	22,523	10	0	10		
257	89	34	0	30,576	38,288	17	0	17		
258	90	44	0	39,568	49,55	22	0	22		
259	91	42	0	37,77	47,297	21	0	21		
260	92	34	10	37,77	47,297	17	36	53		
261	93	28	0	25,18	31,532	14	0	14		
262	96	34	0	30,576	38,288	17	0	17		
263	97	18	0	16,187	20,27	9	0	9		
264	98	44	0	39,568	49,55	22	0	22		
265	99	24	0	21,583	27,027	12	0	12		
266	100	22	0	19,784	24,775	11	0	11		
267	101	26	0	23,381	29,279	13	0	13		
268	102	12	22,5	26,978	33,784	6	31	37		
269	103	4	70	53,957	67,568	2	12	14		
270	104	24	0	21,583	27,027	12	0	12		

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
271	105	230	Λ	14:17:46	14:17:57	11	4	7	2,75	4	36,364	7	63,636	0,08	50	40	0,556	0,444
272	106	3	Μ	14:18:40	14:19:00	20	40	-20	0,5	20	100	0	0	0,8	50	40	0,556	0,444
273	107	7	Λ	14:22:08	14:22:20	12	12	0	1	12	100	0	0	0,24	50	40	0,556	0,444
274	108	A6	Μ	14:23:14	14:23:29	15	37	-22	0,405	15	100	0	0	0,74	50	40	0,556	0,444
275	111	14	Γ	14:32:15	14:32:32	17	33	-16	0,515	17	100	0	0	0,66	50	40	0,556	0,444
276	112	A7	Γ	14:34:00	14:34:19	19	18	1	1,056	18	94,737	1	5,263	0,36	50	40	0,556	0,444
277	113	14	Μ	14:34:01	14:34:20	19	17	2	1,118	17	89,474	2	10,526	0,34	50	40	0,556	0,444
278	114	B6	Γ	14:35:26	14:35:35	9	22	-13	0,409	9	100	0	0	0,44	50	40	0,556	0,444
279	115	813	Γ	14:41:13	14:41:37	24	30	-6	0,8	24	100	0	0	0,6	50	40	0,556	0,444

90 sec

πίνακας 5.3 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
271	105	8	17,5	19,784	24,775	4	33	37	
272	106	40	0	35,971	45,045	20	0	20	
273	107	24	0	21,583	27,027	12	40	52	
274	108	30	0	26,978	33,784	15	40	55	γ
275	111	34	0	30,576	38,288	17	0	17	
276	112	36	2,5	34,173	42,793	18	39	57	
277	113	34	5	34,173	42,793	17	38	55	
278	114	18	0	16,187	20,27	9	0	9	
279	115	48	0	43,165	54,054	24	0	24	

πίνακας 5.4 -- ΣΤΑΣΗ ΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ -- ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΟΚΚΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πληροτ.	δφίξη	αναχώρηση	Dt	Υπ. έvd.	D(-Υπ.	D(Υπ.	Dt(G)	Dt(R)	Dt(G)/Dt	Dt(R)	Dt(R)/Dt	Υπ./Ολ.	G	R	C/C	R/C
			sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	sec	%		sec	sec		
1	8	B5	Γ	10:43:30	10:44:11	41	32	9	1,281	9	21,951	32	88,889	0,889	54	36	0,6	0,4
2	19	A7	Λ	11:04:45	11:05:05	20	32	-12	0,625	0	0	20	55,556	0,889	54	36	0,6	0,4
3	61	B5	Γ	12:35:47	12:36:02	15	35	-20	0,429	0	0	15	37,5	0,875	50	40	0,556	0,444
4	4	B5	Γ	7:45:00	7:45:40	40	27	13	1,481	13	32,5	27	67,5	0,675	50	40	0,556	0,444
5	10	813	M	7:52:51	7:53:02	11	4	7	2,75	7	63,636	4	10	0,1	50	40	0,556	0,444
6	16	A6	Γ	8:01:24	8:01:48	24	29	-5	0,828	0	0	24	60	0,725	50	40	0,556	0,444
7	32	A7	Γ	8:28:14	8:28:40	26	32	-6	0,813	0	0	26	65	0,8	50	40	0,556	0,444
8	36	B6	Γ	8:32:35	8:32:49	14	38	-24	0,368	0	0	14	35	0,95	50	40	0,556	0,444
9	40	7	Γ	8:38:35	8:39:05	30	39	-9	0,769	0	0	30	75	0,975	50	40	0,556	0,444
10	43	14	Γ	8:44:43	8:44:50	7	31	-24	0,226	0	0	7	17,5	0,775	50	40	0,556	0,444
11	44	7	Λ	8:44:46	8:44:52	6	28	-22	0,214	0	0	6	15	0,7	50	40	0,556	0,444
12	68	A6	Γ	9:23:16	9:23:32	16	36	-20	0,444	0	0	16	44,444	1	54	36	0,6	0,4
13	76	B5	Γ	9:34:02	9:34:36	34	18	16	1,889	16	47,059	18	50	0,5	54	36	0,6	0,4
14	79	14	M	9:36:45	9:37:12	27	35	-8	0,771	0	0	27	75	0,972	54	36	0,6	0,4
15	96	B7	Γ	10:05:16	10:06:21	65	39	26	1,667	26	40	39	97,5	0,975	50	40	0,556	0,444
16	97	A7	Γ	10:08:08	10:08:33	25	37	-12	0,676	0	0	25	69,444	1,028	54	36	0,6	0,4
17	98	B6	Γ	10:11:08	10:11:18	10	37	-27	0,27	0	0	10	27,778	1,028	54	36	0,6	0,4
18	113	7	M	10:32:11	10:32:18	7	39	-32	0,179	0	0	7	17,5	0,975	50	40	0,556	0,444
19	2	B6	Γ	11:43:57	11:44:09	12	39	-27	0,308	0	0	12	30	0,975	50	40	0,556	0,444
20	4	230	Λ	11:45:24	11:45:36	12	40	-28	0,3	0	0	12	30	1	50	40	0,556	0,444
21	5	B5	M	11:45:29	11:45:40	11	35	-24	0,314	0	0	11	27,5	0,875	50	40	0,556	0,444
22	9	B5	Γ	11:52:56	11:53:05	9	36	-27	0,25	0	0	9	22,5	0,9	50	40	0,556	0,444
23	13	7	Γ	12:01:52	12:02:04	12	38	-26	0,316	0	0	12	30	0,95	50	40	0,556	0,444
24	16	14	Γ	12:07:55	12:08:06	11	35	-24	0,314	0	0	11	27,5	0,875	50	40	0,556	0,444
25	22	A6	Γ	12:19:42	12:19:55	13	34	-21	0,382	0	0	13	36,111	0,944	54	36	0,6	0,4
26	23	A7	Γ	12:19:45	12:20:07	22	31	-9	0,71	0	0	22	61,111	0,861	54	36	0,6	0,4
27	32	A6	Γ	12:30:17	12:30:28	11	36	-25	0,306	0	0	11	27,5	0,9	50	40	0,556	0,444
28	43	7	Λ	12:48:10	12:48:20	10	39	-29	0,256	0	0	10	25	0,975	50	40	0,556	0,444
29	52	B5	M	12:58:48	12:59:02	14	29	-15	0,483	0	0	14	35	0,725	50	40	0,556	0,444

πίνακας 5.4 (συνέχεια.)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ												
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
α/α	Dt(G)/G	Dt(R)/R	Dt(C/C)	Dt(R/C)	απόλειμα από G	ανάμνη στο R	χαμένος χρόνος (sec)														
1	8	16,667	88,889	68,333	102,5	9	0	9		ΔΠρ											
2	19	0	55,556	33,333	50	0	12	0		Πρ			β								
3	61	0	37,5	26,978	33,784	0	20	0		Πρ			α								
4	4	26	67,5	71,942	90,09	13	0	13		ΔΠρ					δ		ε				
5	10	14	10	19,784	24,775	7	0	7		ΔΠρ											
6	16	0	60	43,165	54,054	0	5	0		Πρ			α								
7	32	0	65	46,763	58,559	0	6	0		Πρ			α								
8	36	0	35	25,18	31,532	0	24	0		Πρ			α								
9	40	0	75	53,957	67,568	0	9	0		Πρ			α			δ					
10	43	0	17,5	12,59	15,766	0	24	0		Πρ			α								
11	44	0	15	10,791	13,514	0	22	0		Πρ			α								
12	68	0	44,444	26,667	40	0	20	0		Πρ			α								
13	76	29,63	50	56,667	85	16	0	16		ΔΠρ					δ						
14	79	0	75	45	67,5	0	8	0		Πρ			α				ε				
15	96	52	97,5	116,906	146,396	26	0	26		ΔΠρ											
16	97	0	69,444	41,667	62,5	0	12	0		Πρ			α								
17	98	0	27,778	16,667	25	0	27	0		Πρ			α								
18	113	0	17,5	12,59	15,766	0	32	0		Πρ			α			δ					
19	2	0	30	21,583	27,027	0	27	0		Πρ							ε				
20	4	0	30	21,583	27,027	0	28	0		Πρ			α								
21	5	0	27,5	19,784	24,775	0	24	0		Πρ					β						
22	9	0	22,5	16,187	20,27	0	27	0		Πρ			α			δ					
23	13	0	30	21,583	27,027	0	26	0		Πρ			α								
24	16	0	27,5	19,784	24,775	0	24	0		Πρ			α								
25	22	0	36,111	21,667	32,5	0	21	0		Πρ			α			δ					
26	23	0	61,111	36,667	55	0	9	0		Πρ			α			δ					
27	32	0	27,5	19,784	24,775	0	25	0		Πρ			α								
28	43	0	25	17,986	22,523	0	29	0		Πρ			α								
29	52	0	35	25,18	31,532	0	15	0		Πρ			α			δ					

πίνακας 5.4 (συνέχεια)

30	57	3	M	13:03:12	13:03:22	10	32	-22	0,313	0	0	10	25	0,8	50	40	0,556	0,444
31	61	7	M	13:09:10	13:09:48	38	34	4	1,118	4	10,526	34	85	0,85	50	40	0,556	0,444
32	74	7	Γ	13:31:33	13:31:54	21	38	-17	0,553	0	0	21	52,5	0,95	50	40	0,556	0,444
33	94	7	M	14:02:55	14:03:12	17	39	-22	0,436	0	0	17	42,5	0,975	50	40	0,556	0,444
34	109	B5	Γ	14:23:53	14:24:17	24	38	-14	0,632	0	0	24	60	0,95	50	40	0,556	0,444
35	110	B5	Γ	14:31:19	14:31:40	21	39	-18	0,538	0	0	21	52,5	0,975	50	40	0,556	0,444



πίνακας 5.4 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
30	57	0	25	17,986	22,523	0	22	0	
31	61	8	85	68,345	85,586	4	0	4	δ
32	74	0	52,5	37,77	47,297	0	17	0	
33	94	0	42,5	30,576	38,288	0	22	0	δ
34	109	0	60	43,165	54,054	0	14	0	
35	110	0	52,5	37,77	47,297	0	18	0	η

πίνακας 5.5 — ΣΤΑΣΗ 3^η ΧΟΛΑΡΙΟΥ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α γραμμής	πληρφότ.	άφιξη	αναχώρηση	Dt sec	Υπ. ένδ. sec	Dt-Y.π. sec	Dt/Y.π. sec	Dt (G) sec	Dt (G) / Dt %	Dt (R) sec	Dt (R) / Dt %	Υ.π./Ο.Λ.	G sec	R sec	G/C	R/C		
1	B5	Λ	10:40:41	10:40:58	17	43	-26	0,395	17	100	0	0	0,448	96	24	0,8	0,2	
2	A5	Γ	10:42:40	10:42:48	8	44	-36	0,182	8	100	0	0	0,458	96	24	0,8	0,2	
3	A5	Λ	10:46:06	10:46:17	11	77	-66	0,143	11	100	0	0	0,802	96	24	0,8	0,2	
4	Γ5	Λ	10:47:00	10:47:10	10	24	-14	0,417	10	100	0	0	0,25	96	24	0,8	0,2	
5	B5	M	10:54:43	10:54:56	13	39	-26	0,333	13	100	0	0	0,406	96	24	0,8	0,2	
6	A5	Λ	10:56:08	10:56:19	11	74	-63	0,149	11	100	0	0	0,771	96	24	0,8	0,2	
7	Γ5	Λ	11:07:58	11:08:07	9	80	-71	0,113	9	100	0	0	0,833	96	24	0,8	0,2	
8	B5	Λ	11:14:31	11:14:44	13	49	-36	0,265	13	100	0	0	0,51	96	24	0,8	0,2	
9	A5	Γ	11:26:54	11:27:10	16	22	-6	0,727	16	100	0	0	0,229	96	24	0,8	0,2	
10	Γ5	Λ	11:27:03	11:27:15	12	13	-1	0,923	12	100	0	0	0,135	96	24	0,8	0,2	
11	B5	M	11:33:09	11:33:19	10	5	5	2	5	50	5	50	0,052	96	24	0,8	0,2	
12	Γ5	Λ	11:48:04	11:48:17	13	66	-53	0,197	13	100	0	0	0,688	96	24	0,8	0,2	
13	B5	Γ	11:50:24	11:50:38	14	46	-32	0,304	14	100	0	0	0,479	96	24	0,8	0,2	
14	A5	M	11:58:34	11:58:46	12	35	-23	0,343	12	100	0	0	0,365	96	24	0,8	0,2	
15	B5	Λ	12:05:11	12:05:21	10	58	-48	0,172	10	100	0	0	0,604	96	24	0,8	0,2	
16	Γ5	Λ	12:06:12	12:06:22	10	1	9	10	1	10	9	90	0,01	96	24	0,8	0,2	
17	A5	Γ	12:11:47	12:12:00	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0,25	96	24	0,8	0,2	
18	B5	Λ	12:22:02	12:22:09	7	63	-56	0,111	7	100	0	0	0,656	96	24	0,8	0,2	
19	A5	Λ	12:26:38	12:26:51	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0,25	96	24	0,8	0,2	
20	Γ5	Λ	12:27:01	12:27:15	14	2	12	7	2	14,286	12	85,714	0,021	96	24	0,8	0,2	
21	A5	Λ	12:34:19	12:34:30	11	42	-31	0,262	11	100	0	0	0,438	96	24	0,8	0,2	
22	Γ5	Λ	12:39:47	12:40:00	13	73	-60	0,178	13	100	0	0	0,76	96	24	0,8	0,2	
23	Γ5	Λ	12:56:12	12:56:28	16	43	-27	0,372	16	100	0	0	0,448	96	24	0,8	0,2	
24	B5	Λ	13:00:20	13:00:33	13	33	-20	0,394	13	100	0	0	0,344	96	24	0,8	0,2	
25	A5	Λ	13:00:28	13:00:33	5	25	-20	0,2	5	100	0	0	0,26	96	24	0,8	0,2	
26	Γ5	Λ	13:14:43	13:15:00	17	18	-1	0,944	17	100	0	0	0,188	96	24	0,8	0,2	
27	B5	Λ	13:16:46	13:16:57	11	5	6	2,2	5	45,455	6	54,545	0,052	96	24	0,8	0,2	
28	A5	Γ	13:16:50	13:17:01	11	2	9	5,5	2	18,182	9	81,818	0,021	96	24	0,8	0,2	
29	A5	Λ	13:22:07	13:22:20	13	44	-31	0,295	13	100	0	0	0,454	97	23	0,808	0,192	
30	B5	Λ	13:27:37	13:27:48	11	70	-59	0,157	11	100	0	0	0,729	96	24	0,8	0,2	
31	A5	Λ	13:31:30	13:31:43	13	76	-63	0,171	13	100	0	0	0,792	96	24	0,8	0,2	
32	A5	Γ	7:10:19	7:10:47	28	31	-3	0,903	28	100	0	0	0,31	100	20	0,833	0,167	

πίνακας 5.5 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
α/α	Dt (G)/G %	Dt (R)/R %	Dt (G/C)	Dt (R/C)	απόλοιπές υπό G	ανάμνηση στο R	χρόνος (sec)	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ						
								1	2	3	4	5	6	
1	17,708	0	21,25	85	17	0	17							
2	8,333	0	10	40	8	0	8							
3	11,458	0	13,75	55	11	0	11							
4	10,417	0	12,5	50	10	0	10							
5	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
6	11,458	0	13,75	55	11	0	11							
7	9,375	0	11,25	45	9	24	33	0	β					
8	13,542	0	16,25	65	13	0	13					δ		
9	16,667	0	20	80	16	0	16							
10	12,5	0	15	60	12	0	12							
11	5,208	20,833	12,5	50	5	0	5							
12	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
13	14,583	0	17,5	70	14	0	14							
14	12,5	0	15	60	12	0	12							
15	10,417	0	12,5	50	10	0	10							
16	1,042	37,5	12,5	50	1	0	1							
17	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
18	7,292	0	8,75	35	7	0	7							
19	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
20	2,083	50	17,5	70	2	0	2							
21	11,458	0	13,75	55	11	0	11							
22	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
23	16,667	0	20	80	16	0	16							
24	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
25	5,208	0	6,25	25	5	0	5							
26	17,708	0	21,25	85	17	0	17							
27	5,208	25	13,75	55	5	0	5							
28	2,083	37,5	13,75	55	2	0	2							
29	13,402	0	16,089	67,708	13	0	13							
30	11,458	0	13,75	55	11	0	11							
31	13,542	0	16,25	65	13	0	13							
32	28	0	33,613	167,665	28	0	28			β				

πίνακας 5.5 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
33	5	Γ5	Γ	7:13:40	7:13:49	9	69	-60	0,13	9	100	0	0	0,69	100	20	0,833	0,167
34	6	A5	Γ	7:16:24	7:16:35	11	23	-12	0,478	11	100	0	0	0,23	100	20	0,833	0,167
35	7	B5	Γ	7:18:14	7:18:24	10	33	-23	0,303	10	100	0	0	0,33	100	20	0,833	0,167
36	8	A5	Γ	7:23:41	7:23:56	15	65	-50	0,231	15	100	0	0	0,65	100	20	0,833	0,167
37	9	B5	Γ	7:25:52	7:26:14	22	55	-33	0,4	22	100	0	0	0,55	100	20	0,833	0,167
38	10	A5	Γ	7:26:32	7:26:45	13	15	-2	0,867	13	100	0	0	0,15	100	20	0,833	0,167
39	11	Γ5	Γ	7:27:46	7:28:05	19	59	-40	0,322	19	100	0	0	0,59	100	20	0,833	0,167
40	15	A5	Γ	7:39:25	7:39:36	11	76	-65	0,145	11	100	0	0	0,76	100	20	0,833	0,167
41	16	Γ5	Γ	7:47:36	7:48:01	25	66	-41	0,379	25	100	0	0	0,66	100	20	0,833	0,167
42	17	B5	Γ	7:50:10	7:50:47	37	30	7	1,233	30	81,081	7	18,919	0,3	100	20	0,833	0,167
43	18	A5	Γ	7:55:24	7:55:48	24	46	-22	0,522	24	100	0	0	0,46	100	20	0,833	0,167
44	19	A5	Γ	7:59:25	7:59:40	15	71	-56	0,211	15	100	0	0	0,71	100	20	0,833	0,167
45	20	Γ5	M	7:59:50	8:00:10	20	46	-26	0,435	20	100	0	0	0,46	100	20	0,833	0,167
46	21	A5	Γ	8:03:14	8:03:27	13	82	-69	0,159	13	100	0	0	0,82	100	20	0,833	0,167
47	23	B5	Γ	8:04:14	8:04:30	16	24	-8	0,667	16	100	0	0	0,24	100	20	0,833	0,167
48	24	A5	Γ	8:05:48	8:05:59	11	34	-23	0,324	11	100	0	0	0,34	100	20	0,833	0,167
49	25	B5	Λ	8:08:19	8:08:40	21	15	6	1,4	15	71,429	6	28,571	0,15	100	20	0,833	0,167
50	26	Γ5	Γ	8:12:06	8:12:32	26	29	-3	0,897	26	100	0	0	0,29	100	20	0,833	0,167
51	27	B5	Γ	8:12:07	8:12:33	26	28	-2	0,929	26	100	0	0	0,28	100	20	0,833	0,167
52	28	A5	M	8:15:28	8:15:50	22	67	-45	0,328	22	100	0	0	0,67	100	20	0,833	0,167
53	30	A5	Γ	8:20:14	8:20:36	22	16	6	1,375	16	72,727	6	27,273	0,16	100	20	0,833	0,167
54	32	Γ5	Γ	8:21:26	8:21:39	13	69	-56	0,188	13	100	0	0	0,697	99	21	0,825	0,175
55	33	A5	M	8:25:12	8:25:23	11	81	-70	0,136	11	100	0	0	0,81	100	20	0,833	0,167
56	34	B5	Γ	8:26:10	8:26:25	15	23	-8	0,652	15	100	0	0	0,23	100	20	0,833	0,167
57	35	A5	Γ	8:27:11	8:27:26	15	82	-67	0,183	15	100	0	0	0,82	100	20	0,833	0,167
58	36	B5	M	8:31:21	8:31:35	14	74	-60	0,189	14	100	0	0	0,74	100	20	0,833	0,167
59	37	Γ5	Γ	8:32:00	8:32:10	10	35	-25	0,286	10	100	0	0	0,35	100	20	0,833	0,167
60	39	A5	Γ	8:34:25	8:34:31	6	6	0	1	6	100	0	0	0,06	100	20	0,833	0,167
61	40	E5	Γ	8:37:13	8:37:56	43	76	-33	0,566	43	100	0	0	0,76	100	20	0,833	0,167
62	41	Γ5	Γ	8:41:10	8:41:29	19	78	-59	0,244	19	100	0	0	0,78	100	20	0,833	0,167
63	43	A5	Γ	8:43:18	8:43:28	10	73	-63	0,137	10	100	0	0	0,73	100	20	0,833	0,167
64	44	A5	Γ	8:48:50	8:49:03	13	3	10	4,333	3	23,077	10	76,923	0,03	100	20	0,833	0,167
65	45	B5	M	8:50:14	8:50:28	14	73	-59	0,192	14	100	0	0	0,73	100	20	0,833	0,167
66	46	B5	Γ	8:51:56	8:52:10	14	31	-17	0,452	14	100	0	0	0,31	100	20	0,833	0,167

πίνακας 5.5 (συνέχεια.)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
33	5	9	0	0	10,804	53,892	9	20	29	
34	6	11	0	0	13,205	65,868	11	0	11	β
35	7	10	0	0	12,005	59,88	10	0	10	β
36	8	15	0	0	18,007	89,82	15	20	35	α 6
37	9	22	0	0	26,411	131,737	22	20	42	α 9
38	10	13	0	0	15,606	77,844	13	0	13	β γ
39	11	19	0	0	22,809	113,772	19	20	39	α 9
40	15	11	0	0	13,205	65,868	11	20	31	α 1 β
41	16	25	0	0	30,012	149,701	25	20	45	0 β
42	17	30	35	0	44,418	221,557	30	0	30	β
43	18	24	0	0	28,812	143,713	24	20	44	0 β
44	19	15	0	0	18,007	89,82	15	20	35	0 β
45	20	20	0	0	24,01	119,76	20	20	40	α 4
46	21	13	0	0	15,606	77,844	13	20	33	0 β
47	23	16	0	0	19,208	95,808	16	0	16	β
48	24	11	0	0	13,205	65,868	11	0	11	β
49	25	15	30	0	25,21	125,749	15	20	35	α 2
50	26	26	0	0	31,212	155,689	26	20	46	α 2
51	27	26	0	0	31,212	155,689	26	20	46	α 4
52	28	22	0	0	26,411	131,737	22	20	42	α 4
53	30	16	30	0	26,411	131,737	16	20	36	0 β
54	32	13,131	0	0	15,758	74,286	13	21	34	α 5
55	33	11	0	0	13,205	65,868	11	20	31	0 β
56	34	15	0	0	18,007	89,82	15	0	15	β
57	35	15	0	0	18,007	89,82	15	20	35	β
58	36	14	0	0	16,807	83,832	14	20	34	β
59	37	10	0	0	12,005	59,88	10	20	30	α 5
60	39	6	0	0	7,203	35,928	6	0	6	β
61	40	43	0	0	51,621	257,485	43	20	63	α 2
62	41	19	0	0	22,809	113,772	19	20	39	0 β
63	43	10	0	0	12,005	59,88	10	20	30	α 4
64	44	3	50	0	15,606	77,844	3	0	3	β γ
65	45	14	0	0	16,807	83,832	14	20	34	α 3 β
66	46	14	0	0	16,807	83,832	14	0	14	β

πίνακας 5.5 (συνέχεια)

67	48	A5	M	8:52:49	8:52:59	10	99	-89	0,101	10	100	0	0	0	0,99	100	20	0,833	0,167
68	49	A5	Γ	8:55:54	8:56:11	17	32	-15	0,531	17	100	0	0	0	0,32	100	20	0,833	0,167
69	52	A5	Γ	9:03:04	9:03:12	8	81	-73	0,099	8	100	0	0	0	0,81	100	20	0,833	0,167
70	53	B5	Γ	9:04:01	9:04:20	19	26	-7	0,731	19	100	0	0	0	0,26	100	20	0,833	0,167
71	54	A5	M	9:06:14	9:06:28	14	21	-7	0,667	14	100	0	0	0	0,21	100	20	0,833	0,167
72	56	Γ5	Γ	9:13:05	9:13:16	11	77	-66	0,143	11	100	0	0	0	0,77	100	20	0,833	0,167
73	58	A5	Γ	9:17:22	9:17:50	28	60	-32	0,467	28	100	0	0	0	0,6	100	20	0,833	0,167
74	59	B5	Γ	9:19:04	9:19:21	17	78	-61	0,218	17	100	0	0	0	0,78	100	20	0,833	0,167
75	63	Γ5	Γ	9:32:03	9:32:16	13	15	-2	0,867	13	100	0	0	0	0,15	100	20	0,833	0,167
76	64	B5	Γ	9:33:14	9:33:27	13	75	-62	0,173	13	100	0	0	0	0,75	100	20	0,833	0,167
77	65	A5	Γ	9:34:58	9:35:08	10	81	-71	0,123	10	100	0	0	0	0,81	100	20	0,833	0,167
78	66	B5	Γ	9:43:28	9:43:44	16	48	-32	0,333	16	100	0	0	0	0,48	100	20	0,833	0,167
79	68	Γ5	Γ	9:50:02	9:50:15	13	13	0	1	13	100	0	0	0	0,13	100	20	0,833	0,167
80	69	B5	Γ	9:55:08	9:55:22	14	64	-50	0,219	14	100	0	0	0	0,64	100	20	0,833	0,167
81	70	A5	Γ	9:56:57	9:57:12	15	75	-60	0,2	15	100	0	0	0	0,75	100	20	0,833	0,167
82	71	A5	Γ	10:01:04	10:01:18	14	68	-54	0,206	14	100	0	0	0	0,68	100	20	0,833	0,167
83	1	A5	Γ	10:58:46	10:58:53	7	74	-67	0,095	7	100	0	0	0	0,74	100	20	0,833	0,167
84	2	A5	Γ	11:00:47	11:00:56	9	71	-62	0,127	9	100	0	0	0	0,71	100	20	0,833	0,167
85	3	Γ5	A	11:01:23	11:01:35	12	35	-23	0,343	12	100	0	0	0	0,35	100	20	0,833	0,167
86	4	A5	M	11:07:34	11:07:48	14	23	-9	0,609	14	100	0	0	0	0,23	100	20	0,833	0,167
87	5	B5	M	11:09:51	11:10:08	17	5	12	3,4	5	29,412	12	70,588	0,05	100	20	0,833	0,167	
88	9	B5	M	11:17:51	11:17:59	8	4	4	2	4	50	4	50	0,04	100	20	0,833	0,167	
89	10	A5	Γ	11:20:39	11:20:54	15	75	-60	0,2	15	100	0	0	0	0,75	100	20	0,833	0,167
90	12	A5	Γ	11:27:48	11:27:58	10	5	5	2	5	50	5	50	0,05	100	20	0,833	0,167	
91	13	Γ5	A	11:31:41	11:31:56	15	11	4	1,364	11	73,333	4	26,667	0,11	100	20	0,833	0,167	
92	14	A5	A	11:33:05	11:33:19	14	47	-33	0,298	14	100	0	0	0	0,47	100	20	0,833	0,167
93	15	A5	Γ	11:37:27	11:37:35	8	25	-17	0,32	8	100	0	0	0	0,25	100	20	0,833	0,167
94	16	A5	Γ	11:38:28	11:38:43	15	81	-66	0,185	15	100	0	0	0	0,81	100	20	0,833	0,167
95	17	A5	Γ	11:45:27	11:45:39	12	22	-10	0,545	12	100	0	0	0	0,22	100	20	0,833	0,167
96	19	A5	Γ	11:49:28	11:49:38	10	20	-10	0,5	10	100	0	0	0	0,2	100	20	0,833	0,167
97	20	A5	A	11:55:00	11:55:08	8	47	-39	0,17	8	100	0	0	0	0,47	100	20	0,833	0,167
98	21	A5	M	11:55:19	11:55:31	12	28	-16	0,429	12	100	0	0	0	0,28	100	20	0,833	0,167
99	22	B5	M	11:55:28	11:55:38	10	13	-3	0,769	10	100	0	0	0	0,13	100	20	0,833	0,167
100	23	A5	Γ	12:03:26	12:03:42	16	17	-1	0,941	16	100	0	0	0	0,17	100	20	0,833	0,167

πίνακας 5.5 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
67	48	10	0	12,005	59,88	10	0	10		β
68	49	17	0	20,408	101,796	17	0	17		β
69	52	8	0	9,604	47,904	8	20	28	0	β
70	53	19	0	22,809	113,772	19	0	19		β
71	54	14	0	16,807	83,832	14	0	14		β
72	56	11	0	13,205	65,868	11	20	31	0	β
73	58	28	0	33,613	167,665	28	0	28		δ
74	59	17	0	20,408	101,796	17	20	37	α	2
75	63	13	0	15,606	77,844	13	0	13		β
76	64	13	0	15,606	77,844	13	20	33	α	9
77	65	10	0	12,005	59,88	10	20	30	0	β
78	66	16	0	19,208	95,808	16	0	16		
79	68	13	0	15,606	77,844	13	0	13		
80	69	14	0	16,807	83,832	14	0	14		
81	70	15	0	18,007	89,82	15	0	15		
82	71	14	0	16,807	83,832	14	0	14		
83	1	7	0	8,403	41,916	7	0	7		
84	2	9	0	10,804	53,892	9	0	9		
85	3	12	0	14,406	71,856	12	0	12		
86	4	14	0	16,807	83,832	14	0	14		
87	5	5	60	20,408	101,796	5	0	5		
88	9	4	20	9,604	47,904	4	0	4		
89	10	15	0	18,007	89,82	15	0	15		
90	12	5	25	12,005	59,88	5	0	5		
91	13	11	20	18,007	89,82	11	0	11		
92	14	14	0	16,807	83,832	14	0	14		
93	15	8	0	9,604	47,904	8	0	8		
94	16	15	0	18,007	89,82	15	20	35	0	β
95	17	12	0	14,406	71,856	12	0	12		
96	19	10	0	12,005	59,88	10	0	10		
97	20	8	0	9,604	47,904	8	0	8		
98	21	12	0	14,406	71,856	12	0	12		
99	22	10	0	12,005	59,88	10	0	10		
100	23	16	0	19,208	95,808	16	0	16		δ

πίνακας 5.5 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
101	24	Γ5	Μ	12:04:31	12:04:44	13	73	-60	0,178	13	100	0	0	0,73	100	20	0,833	0,167
102	25	Β5	Α	12:04:45	12:04:51	6	59	-53	0,102	6	100	0	0	0,59	100	20	0,833	0,167
103	27	Α5	Γ	12:10:30	12:10:47	17	73	-56	0,233	17	100	0	0	0,73	100	20	0,833	0,167
104	30	Β5	Α	12:16:27	12:16:37	10	14	-4	0,714	10	100	0	0	0,146	96	24	0,8	0,2
105	31	Γ5	Μ	12:18:39	12:18:49	10	1	9	10	1	10	9	90	0,01	96	24	0,8	0,2
106	32	Β5	Α	12:19:42	12:19:53	11	54	-43	0,204	11	100	0	0	0,563	96	24	0,8	0,2
107	34	Α5	Γ	12:29:10	12:29:22	12	27	-15	0,444	12	100	0	0	0,278	97	23	0,808	0,192
108	36	Α5	Γ	12:33:32	12:33:50	18	12	6	1,5	12	66,667	6	33,333	0,125	96	24	0,8	0,2
109	37	Γ5	Μ	12:39:08	12:39:28	20	70	-50	0,286	20	100	0	0	0,729	96	24	0,8	0,2
110	38	Β5	Μ	12:39:26	12:39:37	11	57	-46	0,193	11	100	0	0	0,594	96	24	0,8	0,2
111	39	Α5	Γ	12:42:35	12:42:43	8	1	7	8	1	12,5	7	87,5	0,01	96	24	0,8	0,2
112	41	Β5	Γ	12:46:25	12:46:37	12	11	1	1,091	11	91,667	1	8,333	0,113	97	23	0,808	0,192
113	43	Α5	Γ	12:52:03	12:52:23	20	33	-13	0,606	20	100	0	0	0,344	96	24	0,8	0,2
114	44	Α5	Α	12:57:16	12:57:28	12	73	-61	0,164	12	100	0	0	0,76	96	24	0,8	0,2
115	46	Α5	Α	12:58:17	12:58:25	8	12	-4	0,667	8	100	0	0	0,125	96	24	0,8	0,2
116	47	Α5	Μ	13:04:26	13:04:43	17	2	15	8,5	2	11,765	15	88,235	0,021	96	24	0,8	0,2
117	49	Γ5	Μ	13:08:26	13:08:36	10	1	9	10	1	10	9	90	0,01	96	24	0,8	0,2
118	50	Α5	Γ	13:13:05	13:13:16	11	24	-13	0,458	11	100	0	0	0,24	100	20	0,833	0,167
119	51	Α5	Μ	13:14:54	13:15:08	14	33	-19	0,424	14	100	0	0	0,33	100	20	0,833	0,167
120	52	Β5	Γ	13:22:08	13:22:24	16	10	6	1,6	10	62,5	6	37,5	0,1	100	20	0,833	0,167
121	53	Γ5	Α	13:23:19	13:23:29	10	64	-54	0,156	10	100	0	0	0,667	96	24	0,8	0,2
122	54	Α5	Γ	13:26:11	13:26:28	17	11	6	1,545	11	64,706	6	35,294	0,115	96	24	0,8	0,2
123	55	Β5	Α	13:30:05	13:30:12	7	17	-10	0,412	7	100	0	0	0,177	96	24	0,8	0,2
124	56	Α5	Μ	13:31:16	13:31:27	11	65	-54	0,169	11	100	0	0	0,677	96	24	0,8	0,2
125	58	Α5	Μ	13:33:32	13:33:47	15	43	-28	0,349	15	100	0	0	0,448	96	24	0,8	0,2
126	59	Γ5	Α	13:41:08	13:41:27	19	69	-50	0,275	19	100	0	0	0,719	96	24	0,8	0,2
127	60	Α5	Γ	13:43:42	13:43:52	10	36	-26	0,278	10	100	0	0	0,375	96	24	0,8	0,2
128	61	Α5	Μ	13:44:18	13:44:30	12	1	11	12	1	8,333	11	91,667	0,01	96	24	0,8	0,2
129	62	Β5	Α	13:45:42	13:45:52	10	36	-26	0,278	10	100	0	0	0,371	97	23	0,808	0,192
130	64	Α5	Μ	13:52:15	13:52:26	11	3	8	3,667	3	27,273	8	72,727	0,031	97	23	0,808	0,192
131	65	Γ5	Α	13:57:10	13:57:24	14	65	-51	0,215	14	100	0	0	0,677	96	24	0,8	0,2
132	66	Α5	Α	13:57:28	13:57:34	6	47	-41	0,128	6	100	0	0	0,49	96	24	0,8	0,2



πίνακας 5.5 (συνέχεια.)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
101	24	13	0	15,606	77,844	13	0	13		δ
102	25	6	0	7,203	35,928	6	0	6		δ
103	27	17	0	20,408	101,796	17	0	17		δ
104	30	10,417	0	12,5	50	10	0	10		δ
105	31	1,042	37,5	12,5	50	1	0	1		δ
106	32	11,458	0	13,75	55	11	0	11		δ
107	34	12,371	0	14,851	62,5	12	0	12		δ
108	36	12,5	25	22,5	90	12	0	12		δ
109	37	20,833	0	25	100	20	0	20		δ
110	38	11,458	0	13,75	55	11	0	11		δ
111	39	1,042	29,167	10	40	1	0	1		δ
112	41	11,34	4,348	14,851	62,5	11	0	11		δ
113	43	20,833	0	25	100	20	0	20		δ
114	44	12,5	0	15	60	12	0	12		
115	46	8,333	0	10	40	8	0	8		
116	47	2,083	62,5	21,25	85	2	0	2		
117	49	1,042	37,5	12,5	50	1	0	1		
118	50	11	0	13,205	65,868	11	0	11		
119	51	14	0	16,807	83,832	14	0	14		
120	52	10	30	19,208	95,808	10	0	10		
121	53	10,417	0	12,5	50	10	0	10		
122	54	11,458	25	21,25	85	11	0	11		
123	55	7,292	0	8,75	35	7	0	7		
124	56	11,458	0	13,75	55	11	0	11		
125	58	15,625	0	18,75	75	15	0	15		
126	59	19,792	0	23,75	95	19	0	19		
127	60	10,417	0	12,5	50	10	0	10		
128	61	1,042	45,833	15	60	1	0	1		
129	62	10,309	0	12,376	52,083	10	0	10		
130	64	3,093	34,783	13,614	57,292	3	0	3		
131	65	14,583	0	17,5	70	14	0	14	β	
132	66	6,25	0	7,5	30	6	0	6		

πίνακας 5.6 — ΣΤΑΣΗ 3^η ΧΟΛΑΡΓΟΥ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΟΚΚΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πληρότ.	επίσηη αναχώρηση	Δι. sec	Υ.τ. ε.ν. sec	Δ. Υ.τ. sec	ΔφΥ.τ. sec	Δt (C) sec	Δt (G) / Dt %	Δt (R) sec	Δt (R) / Dt %	Υ.π./Ο.λ.	G sec	R sec	G/C	R/C		
1	29	A5	Λ	12:43:03	12:43:16	13	19	-6	0,684	0	0	13	100	0,792	96	24	0,8	0,2
2	41	A5	Λ	13:32:49	13:32:57	8	22	-14	0,364	0	0	8	100	0,917	96	24	0,8	0,2
3	1	B5	Γ	7:04:53	7:05:12	19	16	3	1,188	3	15,789	16	84,211	0,8	100	20	0,833	0,167
4	4	A5	Γ	7:11:01	7:11:16	15	6	9	2,5	9	60	6	40	0,3	100	20	0,833	0,167
5	12	A5	Γ	7:31:03	7:31:13	10	1	9	10	9	90	1	10	0,05	100	20	0,833	0,167
6	13	B5	Γ	7:32:33	7:32:46	13	16	-3	0,813	0	0	13	100	0,8	100	20	0,833	0,167
7	29	A5	M	8:16:55	8:17:04	9	1	8	9	8	88,889	1	11,111	0,05	100	20	0,833	0,167
8	38	A5	Λ	8:32:41	8:32:50	9	8	1	1,125	1	11,111	8	88,889	0,4	100	20	0,833	0,167
9	55	B5	M	9:10:32	9:10:44	12	10	2	1,2	2	16,667	10	83,333	0,5	100	20	0,833	0,167
10	60	A5	Γ	9:22:31	9:22:46	15	11	4	1,364	4	26,667	11	73,333	0,55	100	20	0,833	0,167
11	67	A5	Γ	9:44:20	9:44:36	16	14	2	1,143	2	12,5	14	87,5	0,7	100	20	0,833	0,167
12	72	B5	Γ	10:02:15	10:02:26	11	18	-7	0,611	0	0	11	100	0,9	100	20	0,833	0,167
13	8	Γ5	M	11:16:05	11:16:17	12	11	1	1,091	1	8,333	11	91,667	0,55	100	20	0,833	0,167
14	33	B5	M	12:25:46	12:26:18	32	18	14	1,778	14	43,75	18	56,25	0,75	96	24	0,8	0,2



πίνακας 5.6 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					
	α/α	D/(G)/R	D/(G)/R	D/(R)/R	D/(G/C)	D/(R/C)	από G από R	από G από R	χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6
		%	%	%						ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ					
1	29	0	54,167	16,25	65	0	0	0	0						€2
2	41	0	33,333	10	40	0	0	0	0						€2
3	1	3	80	22,809	113,772	3	0	0	3			β			
4	4	9	30	18,007	89,82	9	0	0	9			β	γ		
5	12	9	5	12,005	59,88	9	0	0	9			β	γ		
6	13	0	65	15,606	77,844	0	0	0	0			β			
7	29	8	5	10,804	53,892	8	0	0	8			β	γ		
8	38	1	40	10,804	53,892	1	0	0	1			β			
9	55	2	50	14,406	71,856	2	0	0	2			β			
10	60	4	55	18,007	89,82	4	0	0	4			β			
11	67	2	70	19,208	95,808	2	0	0	2			β			
12	72	0	55	13,205	65,868	0	0	0	0			β			
13	8	1	55	14,406	71,856	1	0	0	1						€1
14	33	14,583	58,333	40	160	14	0	0	14						€2

πίνακας 5.7 — ΣΤΑΣΗ 5^η ΧΟΛΑΡΙΟΥ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	αριθμ. γράμμης	πληρ.	φορτ.	αναχώρηση	Δι. sec	Υπ. ανά Δι. sec	Δι. Υπ. sec	Δι. Υπ. sec	Δι.Υπ. sec	Δι (G) sec	Δι (G) / Δι %	Δι (R) sec	Δι (R) / Δι Υπ. / Ολ. %	G sec	R sec	G/C	R/C	
1	1	A5	Γ	7:04:56	7:05:26	30	37	-7	0,811	30	100	0	0	0,402	92	28	0,767	0,233
2	5	B5	Γ	7:10:20	7:10:31	11	67	-56	0,164	11	100	0	0	0,728	92	28	0,767	0,233
3	6	A5	Λ	7:10:35	7:10:42	7	52	-45	0,135	7	100	0	0	0,565	92	28	0,767	0,233
4	7	B5	M	7:14:55	7:15:08	13	34	-21	0,382	13	100	0	0	0,37	92	28	0,767	0,233
5	8	A5	Γ	7:20:46	7:21:15	29	40	-11	0,725	29	100	0	0	0,435	92	28	0,767	0,233
6	9	Γ5	Γ	7:22:22	7:22:35	13	64	-51	0,203	13	100	0	0	0,696	92	28	0,767	0,233
7	10	B5	Γ	7:22:45	7:23:00	15	41	-26	0,366	15	100	0	0	0,446	92	28	0,767	0,233
8	11	A5	Γ	7:27:26	7:27:46	20	33	-13	0,606	20	100	0	0	0,359	92	28	0,767	0,233
9	14	A5	Γ	7:30:51	7:31:00	9	32	-23	0,281	9	100	0	0	0,348	92	28	0,767	0,233
10	16	Γ5	Γ	7:36:26	7:36:38	12	54	-42	0,222	12	100	0	0	0,587	92	28	0,767	0,233
11	18	Γ5	Γ	7:46:13	7:46:30	17	68	-51	0,25	17	100	0	0	0,739	92	28	0,767	0,233
12	19	B5	Γ	7:46:38	7:46:56	18	43	-25	0,419	18	100	0	0	0,467	92	28	0,767	0,233
13	21	A5	M	7:48:43	7:48:57	14	35	-21	0,4	14	100	0	0	0,38	92	28	0,767	0,233
14	22	A5	M	7:51:00	7:51:12	12	20	-8	0,6	12	100	0	0	0,217	92	28	0,767	0,233
15	23	A5	M	7:54:25	7:54:34	9	54	-45	0,167	9	100	0	0	0,587	92	28	0,767	0,233
16	25	Γ5	Γ	8:00:12	8:00:24	12	63	-51	0,19	12	100	0	0	0,685	92	28	0,767	0,233
17	26	A5	Γ	8:02:44	8:02:56	12	34	-22	0,353	12	100	0	0	0,37	92	28	0,767	0,233
18	28	A5	Γ	8:04:10	8:04:30	20	63	-43	0,317	20	100	0	0	0,685	92	28	0,767	0,233
19	29	Γ5	Γ	8:08:18	8:08:32	14	57	-43	0,246	14	100	0	0	0,62	92	28	0,767	0,233
20	30	A5	Γ	8:14:23	8:14:49	26	7	19	3,714	7	26,923	19	73,077	0,076	92	28	0,767	0,233
21	31	B5	Γ	8:17:50	8:18:07	17	84	-67	0,202	17	100	0	0	0,913	92	28	0,767	0,233
22	32	Γ5	Γ	8:22:31	8:22:44	13	41	-28	0,317	13	100	0	0	0,446	92	28	0,767	0,233
23	33	A5	Γ	8:24:31	8:24:44	13	40	-27	0,325	13	100	0	0	0,435	92	28	0,767	0,233
24	34	B5	Λ	8:26:20	8:26:40	20	50	-30	0,4	20	100	0	0	0,543	92	28	0,767	0,233
25	36	Γ5	M	8:35:18	8:35:35	17	6	11	2,833	6	35,294	11	64,706	0,065	92	28	0,767	0,233
26	37	B5	Γ	8:36:53	8:37:22	29	17	12	1,706	17	58,621	12	41,379	0,185	92	28	0,767	0,233
27	38	A5	M	8:38:37	8:39:03	26	34	-8	0,765	26	100	0	0	0,37	92	28	0,767	0,233
28	40	A5	Γ	8:44:25	8:44:54	29	43	-14	0,674	29	100	0	0	0,467	92	28	0,767	0,233
29	42	A5	M	8:45:43	8:45:53	10	85	-75	0,118	10	100	0	0	0,924	92	28	0,767	0,233
30	43	B5	Γ	8:48:49	8:48:58	9	25	-16	0,36	9	100	0	0	0,272	92	28	0,767	0,233
31	45	Γ5	Γ	8:51:10	8:52:02	52	5	47	10,4	24	46,154	28	53,846	0,054	92	28	0,767	0,233
32	46	A5	Γ	9:00:27	9:00:42	15	38	-23	0,395	15	100	0	0	0,413	92	28	0,767	0,233

πίνακας 5.7 (συνέχεια.)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29										
									ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										
α/α	D _i (G)/G	D _i (R)/R	D _i (G/C)	D _i (R/C)	απόλοιπός πρόβ. G	απόλοιπός πρόβ. R	χρόνος χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	32,609	0	39,113	128,755	30	0	30	Π											
2	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π							δ				
3	7,609	0	9,126	30,043	7	0	7	Π											
4	14,13	0	16,949	55,794	13	0	13	Π											
5	31,522	0	37,81	124,464	29	0	29	Π											
6	14,13	0	16,949	55,794	13	0	13	Π							δ				
7	16,304	0	19,557	64,378	15	0	15	Π							δ				
8	21,739	0	26,076	85,837	20	0	20	Π											
9	9,783	0	11,734	38,627	9	0	9	Π											
10	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π							δ				
11	18,478	0	22,164	72,961	17	0	17	Π							δ				
12	19,565	0	23,468	77,253	18	0	18	Π							δ				
13	15,217	0	18,253	60,086	14	0	14	Π							δ				
14	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π							δ				
15	9,783	0	11,734	38,627	9	0	9	Π							δ				
16	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π											
17	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π											
18	21,739	0	26,076	85,837	20	0	20	Π							δ				
19	15,217	0	18,253	60,086	14	0	14	Π							δ				
20	7,609	67,857	33,898	111,588	7	9	16		ΔΠ	2	α				δ				
21	18,478	0	22,164	72,961	17	0	17	Π							δ				
22	14,13	0	16,949	55,794	13	0	13	Π											
23	14,13	0	16,949	55,794	13	0	13	Π							δ				
24	21,739	0	26,076	85,837	20	0	20	Π							δ				
25	6,522	39,286	22,164	72,961	6	17	23		ΔΠ	2	α		γ		δ				
26	18,478	42,857	37,81	124,464	17	16	33		ΔΠ	2	α				δ				
27	28,261	0	33,898	111,588	26	28	54		ΔΠ	1					δ		η		
28	31,522	0	37,81	124,464	29	0	29	Π							δ				
29	10,87	0	13,038	42,918	10	0	10	Π							δ				
30	9,783	0	11,734	38,627	9	0	9	Π											
31	26,087	100	67,797	223,176	24	0	24		ΔΠ	2					δ			0	
32	16,304	0	19,557	64,378	15	0	15	Π											

πίνακας 5.7 (συνέχεια.)

33	47	B5	Γ	9:00:57	9:01:32	35	8	27	4,375	8	22,857	27	77,143	0,087	92	28	0,767	0,233
34	48	A5	M	9:02:06	9:02:16	10	60	-50	0,167	10	100	0	0	0,652	92	28	0,767	0,233
35	49	B5	M	9:05:47	9:05:56	9	74	-65	0,122	9	100	0	0	0,804	92	28	0,767	0,233
36	51	B5	Λ	9:08:29	9:08:37	8	42	-34	0,19	8	100	0	0	0,457	92	28	0,767	0,233
37	52	A5	M	9:08:40	9:08:53	13	31	-18	0,419	13	100	0	0	0,337	92	28	0,767	0,233
38	53	Γ5	Γ	9:10:42	9:10:54	12	21	-9	0,571	12	100	0	0	0,228	92	28	0,767	0,233
39	54	A5	Γ	9:16:46	9:16:59	13	13	0	1	13	100	0	0	0,141	92	28	0,767	0,233
40	55	E5	M	9:18:55	9:19:36	41	2	39	20,5	13	31,707	28	68,293	0,022	92	28	0,767	0,233
41	56	B5	Γ	9:22:23	9:22:38	15	34	-19	0,441	15	100	0	0	0,37	92	28	0,767	0,233
42	57	A5	M	9:23:55	9:24:09	14	65	-51	0,215	14	100	0	0	0,707	92	28	0,767	0,233
43	58	Γ5	Γ	9:29:56	9:30:10	14	60	-46	0,233	14	100	0	0	0,652	92	28	0,767	0,233
44	59	A5	Γ	9:32:27	9:32:38	11	29	-18	0,379	11	100	0	0	0,315	92	28	0,767	0,233
45	60	A5	Λ	9:34:46	9:34:56	10	11	-1	0,909	10	100	0	0	0,12	92	28	0,767	0,233
46	61	B5	M	9:35:42	9:35:51	9	75	-66	0,12	9	100	0	0	0,815	92	28	0,767	0,233
47	62	B5	M	9:41:51	9:42:03	12	62	-50	0,194	12	100	0	0	0,674	92	28	0,767	0,233
48	64	Γ5	Γ	9:46:32	9:46:43	11	21	-10	0,524	11	100	0	0	0,231	91	29	0,758	0,242
49	65	A5	Γ	9:55:40	9:55:59	19	72	-53	0,264	19	100	0	0	0,783	92	28	0,767	0,233
50	66	B5	Γ	9:55:43	9:55:59	16	69	-53	0,232	16	100	0	0	0,75	92	28	0,767	0,233
51	1	B5	M	11:02:35	11:02:51	16	63	-47	0,254	16	100	0	0	0,685	92	28	0,767	0,233
52	2	B5	M	11:05:09	11:05:22	13	29	-16	0,448	13	100	0	0	0,315	92	28	0,767	0,233
53	4	A5	Λ	11:11:09	11:11:20	11	28	-17	0,393	11	100	0	0	0,304	92	28	0,767	0,233
54	6	A5	Λ	11:16:14	11:16:25	11	81	-70	0,136	11	100	0	0	0,88	92	28	0,767	0,233
55	7	Γ5	Λ	11:16:32	11:16:45	13	63	-50	0,206	13	100	0	0	0,685	92	28	0,767	0,233
56	10	Γ5	Λ	11:25:26	11:25:35	9	8	1	1,125	8	88,889	1	11,111	0,087	92	28	0,767	0,233
57	14	Γ5	Λ	11:36:14	11:36:26	12	47	-35	0,255	12	100	0	0	0,511	92	28	0,767	0,233
58	15	B5	Γ	11:37:23	11:37:31	8	9	-1	0,889	8	100	0	0	0,098	92	28	0,767	0,233
59	16	A5	Γ	11:44:23	11:44:51	28	3	25	9,333	3	10,714	25	89,286	0,033	92	28	0,767	0,233
60	17	B5	M	11:47:12	11:47:25	13	76	-63	0,171	13	100	0	0	0,826	92	28	0,767	0,233
61	20	A5	M	11:56:06	11:56:21	15	19	-4	0,789	15	100	0	0	0,207	92	28	0,767	0,233
62	21	B5	Λ	11:57:23	11:57:32	9	61	-52	0,148	9	100	0	0	0,663	92	28	0,767	0,233
63	24	A5	Λ	12:01:06	12:01:14	8	76	-68	0,105	8	100	0	0	0,826	92	28	0,767	0,233
64	25	Γ5	Λ	12:02:13	12:02:23	10	74	-64	0,135	10	100	0	0	0,804	92	28	0,767	0,233
65	27	B5	Λ	12:14:04	12:14:13	9	78	-69	0,115	9	100	0	0	0,848	92	28	0,767	0,233
66	29	A5	M	12:15:18	12:15:32	14	4	10	3,5	4	28,571	10	71,429	0,043	92	28	0,767	0,233

πίνακας 5.7 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
67	30	B5	A	12:18:37	12:18:48	11	43	-32	0,256	11	100	0	0	0,467	92	28	0,767	0,233
68	33	A5	Γ	12:29:13	12:29:30	17	65	-48	0,262	17	100	0	0	0,707	92	28	0,767	0,233
69	34	A5	M	12:32:51	12:33:06	15	85	-70	0,176	15	100	0	0	0,934	91	29	0,758	0,242
70	36	Γ5	M	12:36:27	12:36:41	14	52	-38	0,269	14	100	0	0	0,565	92	28	0,767	0,233
71	37	B5	A	12:37:05	12:37:16	11	12	-1	0,917	11	100	0	0	0,13	92	28	0,767	0,233
72	38	B5	A	12:37:59	12:38:11	12	76	-64	0,158	12	100	0	0	0,826	92	28	0,767	0,233
73	39	A5	Γ	12:44:06	12:44:25	19	68	-49	0,279	19	100	0	0	0,739	92	28	0,767	0,233
74	40	Γ5	M	12:50:06	12:50:19	13	67	-54	0,194	13	100	0	0	0,728	92	28	0,767	0,233
75	41	A5	Γ	12:55:55	12:56:14	19	77	-58	0,247	19	100	0	0	0,837	92	28	0,767	0,233
76	42	A5	A	12:56:57	12:57:04	7	15	-8	0,467	7	100	0	0	0,163	92	28	0,767	0,233
77	43	Γ5	A	12:59:18	12:59:28	10	33	-23	0,303	10	100	0	0	0,359	92	28	0,767	0,233
78	44	B5	A	13:01:33	13:01:44	11	37	-26	0,297	11	100	0	0	0,402	92	28	0,767	0,233
79	45	A5	Γ	13:02:43	13:02:58	15	89	-74	0,169	15	100	0	0	0,967	92	28	0,767	0,233
80	48	A5	A	13:06:13	13:06:30	17	58	-41	0,293	17	100	0	0	0,63	92	28	0,767	0,233
81	51	B5	A	13:20:30	13:20:42	12	36	-24	0,333	12	100	0	0	0,391	92	28	0,767	0,233
82	53	Γ5	M	13:23:50	13:24:01	11	77	-66	0,143	11	100	0	0	0,837	92	28	0,767	0,233
83	54	A5	A	13:24:56	13:25:03	7	71	-64	0,099	7	100	0	0	0,772	92	28	0,767	0,233
84	55	A5	Γ	13:33:46	13:33:55	9	77	-68	0,117	9	100	0	0	0,837	92	28	0,767	0,233
85	56	B5	M	13:34:19	13:34:33	14	44	-30	0,318	14	100	0	0	0,478	92	28	0,767	0,233
86	57	Γ5	A	13:37:57	13:38:07	10	67	-57	0,149	10	100	0	0	0,728	92	28	0,767	0,233
87	58	A5	M	13:38:29	13:38:37	8	35	-27	0,229	8	100	0	0	0,38	92	28	0,767	0,233
88	60	B5	M	13:44:51	13:45:35	44	8	36	5,5	16	36,364	28	63,636	0,087	92	28	0,767	0,233
89	62	A5	M	13:52:34	13:52:45	11	28	-17	0,393	11	100	0	0	0,304	92	28	0,767	0,233
90	64	Γ5	M	13:57:50	13:58:01	11	72	-61	0,153	11	100	0	0	0,783	92	28	0,767	0,233



πίνακας 5.7 (συνέχεια.)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
67	30	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	
68	33	18,478	0	22,164	72,961	17	0	17	Π	
69	34	16,484	0	19,789	61,983	15	0	15	Π	
70	36	15,217	0	18,253	60,086	14	0	14	Π	
71	37	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	ς
72	38	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π	
73	39	20,652	0	24,772	81,545	19	0	19	Π	
74	40	14,13	0	16,949	55,794	13	0	13	Π	
75	41	20,652	0	24,772	81,545	19	0	19	Π	
76	42	7,609	0	9,126	30,043	7	0	7	Π	
77	43	10,87	0	13,038	42,918	10	0	10	Π	
78	44	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	
79	45	16,304	0	19,557	64,378	15	0	15	Π	
80	48	18,478	0	22,164	72,961	17	0	17	Π	
81	51	13,043	0	15,645	51,502	12	0	12	Π	
82	53	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	
83	54	7,609	0	9,126	30,043	7	0	7	Π	
84	55	9,783	0	11,734	38,627	9	0	9	Π	
85	56	15,217	0	18,253	60,086	14	0	14	Π	
86	57	10,87	0	13,038	42,918	10	0	10	Π	
87	58	8,696	0	10,43	34,335	8	0	8	Π	
88	60	17,391	100	57,366	188,841	16	0	16	ΔΠ	2
89	62	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	
90	64	11,957	0	14,342	47,21	11	0	11	Π	

πίνακας 5.8 — ΣΤΑΣΗ 5^η ΧΟΛΑΡΙΟΥ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΟΚΚΙΝΟ

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ											
α/α	DI (G) / G	DI (R) / R	DI (G/C) / R	DI (G/C) / R	DI (R/C) / R	απόψεις από C	απόψεις από R	χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	2	4,348	71,429	31,291	103,004	4	0	4		ΔΠρ											
2	4	2,174	53,571	22,164	72,961	2	0	2		ΔΠρ											δ
3	12	0	82,143	29,987	98,712	0	0	0		Πρ		α									δ
4	15	0	64,286	23,468	77,253	0	3	0		Πρ		α									δ
5	17	10,87	60,714	35,202	115,88	10	0	10		ΔΠρ											δ
6	24	19,565	32,143	35,202	115,88	18	0	18		ΔΠρ											δ
7	41	1,087	42,857	16,949	55,794	1	0	1		ΔΠρ											δ
8	63	10,87	50	31,291	103,004	10	0	10		ΔΠρ											
9	3	3,261	50	22,164	72,961	3	0	3		ΔΠρ											
10	5	5,435	67,857	31,291	103,004	5	0	5		ΔΠρ											
11	8	4,348	21,429	13,038	42,918	4	0	4		ΔΠρ											
12	11	0	42,857	15,645	51,502	0	4	0		Πρ		α									
13	12	0	39,286	14,342	47,21	0	2	0		Πρ		α									
14	18	8,696	32,143	22,164	72,961	8	0	8		ΔΠρ											
15	22	4,348	60,714	27,379	90,129	4	0	4		ΔΠρ											
16	23	9,783	17,857	18,253	60,086	9	0	9		ΔΠρ											
17	26	0	35,714	13,038	42,918	0	4	0		Πρ		α									
18	32	15,217	3,571	19,557	64,378	14	0	14		ΔΠρ											
19	35	12,088	37,931	29,024	90,909	11	0	11		ΔΠρ											
20	46	0	64,286	23,468	77,253	0	5	0		Πρ		α									
21	47	8,696	7,143	13,038	42,918	8	0	8		ΔΠρ											
22	49	8,696	21,429	18,253	60,086	8	0	8		ΔΠρ											
23	52	4,348	96,429	40,417	133,047	4	0	4		ΔΠρ											
24	61	16,304	39,286	33,898	111,588	15	0	15		ΔΠρ											
25	63	0	67,857	24,772	81,545	0	5	0		Πρ		α									

πίνακας 5.8 (συνέχεια)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πλήρωτ.	αφίξη	αναχώρηση	Dt	Υπ. ένο.	Dt - π.	Dt / π.	Dt / π.	Dt (G)	Dt (G) / Dt	Dt (R)	Dt (R) / Dt	Υπ. / Ολ.	G	R	G/C	R/C
			sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	sec	%	%	sec	sec		
1	2	B5	Γ	7:05:37	7:06:01	24	20	4	1,2	4	16,667	20	83,333	0,714	92	28	0,767	0,233
2	4	Γ5	Γ	7:09:32	7:09:49	17	15	2	1,133	2	11,765	15	88,235	0,536	92	28	0,767	0,233
3	12	B5	Λ	7:27:46	7:28:09	23	23	0	1	0	0	23	100	0,821	92	28	0,767	0,233
4	15	B5	M	7:35:30	7:35:48	18	21	-3	0,857	0	0	18	100	0,75	92	28	0,767	0,233
5	17	A5	Γ	7:39:35	7:40:02	27	17	10	1,588	10	37,037	17	62,963	0,607	92	28	0,767	0,233
6	24	B5	Γ	7:57:37	7:58:04	27	9	18	3	18	66,667	9	33,333	0,321	92	28	0,767	0,233
7	41	B5	M	8:45:24	8:45:37	13	12	1	1,083	1	7,692	12	92,308	0,429	92	28	0,767	0,233
8	63	A5	M	9:45:06	9:45:30	24	14	10	1,714	10	41,667	14	58,333	0,5	92	28	0,767	0,233
9	3	A5	Γ	11:09:51	11:10:08	17	14	3	1,214	3	17,647	14	82,353	0,5	92	28	0,767	0,233
10	5	A5	Λ	11:11:46	11:12:10	24	19	5	1,263	5	20,833	19	79,167	0,679	92	28	0,767	0,233
11	8	B5	Λ	11:19:26	11:19:36	10	6	4	1,667	4	40	6	60	0,214	92	28	0,767	0,233
12	11	A5	Λ	11:25:46	11:25:58	12	16	-4	0,75	0	0	12	100	0,571	92	28	0,767	0,233
13	12	A5	M	11:31:46	11:31:57	11	13	-2	0,846	0	0	11	100	0,464	92	28	0,767	0,233
14	18	Γ5	Λ	11:49:45	11:50:02	17	9	8	1,889	8	47,059	9	52,941	0,321	92	28	0,767	0,233
15	22	B5	Λ	11:58:35	11:58:56	21	17	4	1,235	4	19,048	17	80,952	0,607	92	28	0,767	0,233
16	23	B5	Λ	12:00:45	12:00:59	14	5	9	2,8	9	64,286	5	35,714	0,179	92	28	0,767	0,233
17	26	A5	M	12:09:39	12:09:49	10	14	-4	0,714	0	0	10	100	0,5	92	28	0,767	0,233
18	32	Γ5	M	12:19:49	12:20:04	15	1	14	15	14	93,333	1	6,667	0,036	92	28	0,767	0,233
19	35	B5	Γ	12:34:32	12:34:54	22	11	11	2	11	50	11	50	0,379	91	29	0,758	0,242
20	46	B5	Γ	13:04:16	13:04:34	18	23	-5	0,783	0	0	18	100	0,821	92	28	0,767	0,233
21	47	Γ5	M	13:05:37	13:05:47	10	2	8	5	8	80	2	20	0,071	92	28	0,767	0,233
22	49	A5	Γ	13:13:31	13:13:45	14	6	8	2,333	8	57,143	6	42,857	0,214	92	28	0,767	0,233
23	52	A5	Γ	13:23:07	13:23:38	31	27	4	1,148	4	12,903	27	87,097	0,964	92	28	0,767	0,233
24	61	B5	Γ	13:47:18	13:47:44	26	11	15	2,364	15	57,692	11	42,308	0,393	92	28	0,767	0,233
25	63	A5	M	13:57:06	13:57:25	19	24	-5	0,792	0	0	19	100	0,857	92	28	0,767	0,233

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ

πίνακας 5.9 — ΣΤΑΣΗ ΣΟΝΙΑ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΠΡΑΣΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πλήρ.	αφίξη	αναχώρηση	Δt	Υλ. Εξ.	Δt	Υλ.	Δυσλ.	Δt (G)	Δt (G) / Δt	Δt (R)	Δt (R) / Δt	Υπ/Ολ.	G	R	G/C	R/C
			sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	sec	%	sec	sec	sec		
1	1	B6	Γ	7:21:47	7:22:04	17	30	-13	0,567	17	100	0	0	0,667	45	45	0,5	0,5
2	2	14	M	7:21:51	7:22:20	29	26	3	1,115	26	89,655	3	10,345	0,578	45	45	0,5	0,5
3	4	B6	Γ	7:26:14	7:26:29	15	33	-18	0,455	15	100	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
4	5	A5	Γ	7:26:32	7:27:03	31	15	16	2,067	15	48,387	16	51,613	0,333	45	45	0,5	0,5
5	6	14	Γ	7:30:56	7:31:15	19	20	-1	0,95	19	100	0	0	0,444	45	45	0,5	0,5
6	7	7	Λ	7:33:39	7:33:58	19	37	-18	0,514	19	100	0	0	0,822	45	45	0,5	0,5
7	8	B5	Λ	7:33:46	7:33:55	9	30	-21	0,3	9	100	0	0	0,667	45	45	0,5	0,5
8	9	B6	Γ	7:35:43	7:35:57	14	8	6	1,75	8	57,143	6	42,857	0,178	45	45	0,5	0,5
9	11	7	M	7:41:30	7:41:42	12	18	-6	0,667	12	100	0	0	0,4	45	45	0,5	0,5
10	12	B6	Γ	7:41:48	7:42:04	16	1	15	16	1	6,25	15	93,75	0,022	45	45	0,5	0,5
11	14	7	M	7:46:04	7:46:20	16	44	-28	0,364	16	100	0	0	0,978	45	45	0,5	0,5
12	15	B6	Γ	7:47:45	7:47:56	11	33	-22	0,333	11	100	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
13	17	A6	Γ	7:57:35	7:57:56	21	29	-8	0,724	21	100	0	0	0,644	45	45	0,5	0,5
14	18	B5	Γ	7:57:49	7:58:03	14	15	-1	0,933	14	100	0	0	0,333	45	45	0,5	0,5
15	19	14	Γ	7:59:08	7:59:20	12	25	-13	0,48	12	100	0	0	0,556	45	45	0,5	0,5
16	20	B5	Γ	8:05:04	8:05:36	32	26	6	1,231	26	81,25	6	18,75	0,578	45	45	0,5	0,5
17	21	7	Γ	8:08:00	8:08:14	14	30	-16	0,467	14	100	0	0	0,667	45	45	0,5	0,5
18	24	14	Γ	8:16:55	8:17:27	32	33	-1	0,97	32	100	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
19	25	A6	Γ	8:18:26	8:18:44	18	31	-13	0,581	18	100	0	0	0,689	45	45	0,5	0,5
20	26	7	Γ	8:20:28	8:20:41	13	16	-3	0,813	13	100	0	0	0,485	33	57	0,367	0,633
21	27	B5	Γ	8:21:54	8:22:07	13	20	-7	0,65	13	100	0	0	0,606	33	57	0,367	0,633
22	30	B6	Γ	8:29:15	8:29:33	18	19	-1	0,947	18	100	0	0	0,422	45	45	0,5	0,5
23	31	B5	Γ	8:33:35	8:33:50	15	28	-13	0,536	15	100	0	0	0,622	45	45	0,5	0,5
24	32	7	Γ	8:34:56	8:35:08	12	37	-25	0,324	12	100	0	0	0,822	45	45	0,5	0,5
25	33	A6	Γ	8:38:03	8:38:13	10	29	-19	0,345	10	100	0	0	0,644	45	45	0,5	0,5
26	35	B5	Γ	8:50:03	8:50:35	32	18	14	1,778	18	56,25	14	43,75	0,4	45	45	0,5	0,5
27	36	14	Γ	8:50:08	8:50:28	20	13	7	1,538	13	65	7	35	0,289	45	45	0,5	0,5
28	37	B6	Γ	8:55:35	8:55:55	20	44	-24	0,455	20	100	0	0	0,978	45	45	0,5	0,5
29	39	B5	Γ	8:58:49	8:59:02	13	32	-19	0,406	13	100	0	0	0,711	45	45	0,5	0,5
30	40	7	M	8:59:05	8:59:24	19	16	3	1,188	16	84,211	3	15,789	0,356	45	45	0,5	0,5
31	42	7	Λ	9:04:45	9:04:58	13	34	-21	0,382	13	100	0	0	0,756	45	45	0,5	0,5
32	45	B5	Γ	9:09:20	9:09:35	15	26	-11	0,577	15	100	0	0	0,578	45	45	0,5	0,5

πίνακας 5.9 (συνέχεια)

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
α/α	DI (G)/G	DI (R)/R	DI (G/C)	DI (R/C)	απόλ.εις αναμύνη από G	στο R	χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	%	%						ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ									
1	37,778	0	34	34	17	0	17		ΔΠ	α							
2	57,778	6,667	58	58	26	0	26		ΔΠ			γ					
3	33,333	0	30	30	15	0	15	Π									
4	33,333	35,556	62	62	15	0	15		ΔΠ			γ					
5	42,222	0	38	38	19	0	19		ΔΠ		β						
6	42,222	0	38	38	19	0	19		ΔΠ	α				ε			
7	20	0	18	18	9	0	9		ΔΠ	α				ε			
8	17,778	13,333	28	28	8	0	8		ΔΠ			γ		ε			
9	26,667	0	24	24	12	0	12		ΔΠ		β						
10	2,222	33,333	32	32	1	0	1		ΔΠ			γ					
11	35,556	0	32	32	16	0	16		ΔΠ	α			δ				
12	24,444	0	22	22	11	0	11		ΔΠ	α							
13	46,667	0	42	42	21	0	21		ΔΠ		β		δ				
14	31,111	0	28	28	14	0	14		ΔΠ		β						
15	26,667	0	24	24	12	0	12		ΔΠ	α							
16	57,778	13,333	64	64	26	0	26		ΔΠ			γ		ε			
17	31,111	0	28	28	14	0	14	Π									
18	71,111	0	64	64	32	0	32		ΔΠ		β						
19	40	0	36	36	18	0	18	Π								ζ	
20	39,394	0	35,422	20,537	13	0	13		ΔΠ		β						
21	39,394	0	35,422	20,537	13	0	13		ΔΠ		β						
22	40	0	36	36	18	0	18		ΔΠ		β						
23	33,333	0	30	30	15	0	15	Π									
24	26,667	0	24	24	12	0	12	Π									
25	22,222	0	20	20	10	0	10	Π									
26	40	31,111	64	64	18	0	18		ΔΠ			γ	δ				
27	28,889	15,556	40	40	13	0	13		ΔΠ			γ					
28	44,444	0	40	40	20	0	20	Π									
29	28,889	0	26	26	13	0	13	Π									
30	35,556	6,667	38	38	16	0	16		ΔΠ			γ					
31	28,889	0	26	26	13	0	13	Π									
32	33,333	0	30	30	15	0	15	Π								ζ	

πίνακας 5.9 (συνέχεια.)

33	46	14	Γ	9:17:16	9:17:36	20	26	-6	0,769	20	100	0	0	0,578	45	45	0,5	0,5
34	47	7	Γ	9:17:23	9:17:41	18	19	-1	0,947	18	100	0	0	0,422	45	45	0,5	0,5
35	49	A6	Γ	9:20:10	9:20:20	10	20	-10	0,5	10	100	0	0	0,606	33	57	0,367	0,633
36	50	A5	Γ	9:29:10	9:29:32	22	20	2	1,1	20	90,909	2	9,091	0,606	33	57	0,367	0,633
37	51	B6	Α	9:30:35	9:30:50	15	23	-8	0,652	15	100	0	0	0,697	33	57	0,367	0,633
38	52	14	Γ	9:30:46	9:30:57	11	12	-1	0,917	11	100	0	0	0,364	33	57	0,367	0,633
39	54	B5	Γ	9:38:10	9:38:32	22	17	5	1,294	17	77,273	5	22,727	0,515	33	57	0,367	0,633
40	55	A6	Α	9:39:40	9:39:51	11	16	-5	0,688	11	100	0	0	0,485	33	57	0,367	0,633
41	56	7	Μ	9:42:40	9:42:54	14	18	-4	0,778	14	100	0	0	0,545	33	57	0,367	0,633
42	57	B6	Μ	9:48:32	9:48:44	12	23	-11	0,522	12	100	0	0	0,697	33	57	0,367	0,633
43	59	7	Γ	9:57:55	9:58:14	19	3	16	6,333	3	15,789	16	84,211	0,091	33	57	0,367	0,633
44	60	A6	Γ	9:59:06	9:59:15	9	6	3	1,5	6	66,667	3	33,333	0,182	33	57	0,367	0,633
45	61	B5	Γ	9:59:08	9:59:33	25	4	21	6,25	4	16	21	84	0,121	33	57	0,367	0,633
46	63	B6	Μ	10:07:45	10:07:55	10	29	-19	0,345	10	100	0	0	0,644	45	45	0,5	0,5
47	65	7	Μ	10:16:36	10:16:51	15	33	-18	0,455	15	100	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
48	66	7	Α	10:16:41	10:16:52	11	28	-17	0,393	11	100	0	0	0,622	45	45	0,5	0,5
49	67	B5	Γ	10:17:04	10:17:25	21	5	16	4,2	5	23,81	16	76,19	0,111	45	45	0,5	0,5
50	68	A6	Α	10:19:41	10:19:55	14	32	-18	0,438	14	100	0	0	0,711	45	45	0,5	0,5
51	1	B5	Γ	12:17:58	12:18:10	12	16	-4	0,75	12	100	0	0	0,356	45	45	0,5	0,5
52	2	7	Α	12:18:01	12:18:13	12	13	-1	0,923	12	100	0	0	0,289	45	45	0,5	0,5
53	3	B6	Γ	12:20:49	12:20:59	10	25	-15	0,4	10	100	0	0	0,556	45	45	0,5	0,5
54	6	B5	Γ	12:26:51	12:27:08	17	21	-4	0,81	17	100	0	0	0,467	45	45	0,5	0,5
55	8	B5	Γ	12:29:45	12:29:57	12	26	-14	0,462	12	100	0	0	0,578	45	45	0,5	0,5
56	9	14	Μ	12:31:02	12:31:14	12	40	-28	0,3	12	100	0	0	0,889	45	45	0,5	0,5
57	10	14	Α	12:31:23	12:31:35	12	19	-7	0,632	12	100	0	0	0,422	45	45	0,5	0,5
58	14	B5	Α	12:36:05	12:36:16	11	7	4	1,571	7	63,636	4	36,364	0,156	45	45	0,5	0,5
59	16	7	Γ	12:42:58	12:43:08	10	41	-31	0,244	10	100	0	0	0,911	45	45	0,5	0,5
60	17	B5	Γ	12:44:57	12:45:15	18	12	6	1,5	12	66,667	6	33,333	0,267	45	45	0,5	0,5
61	18	7	Μ	12:50:39	12:50:55	16	26	-10	0,615	16	100	0	0	0,578	45	45	0,5	0,5
62	19	B5	Γ	12:56:33	12:56:47	14	33	-19	0,424	14	100	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
63	20	A6	Γ	13:00:59	13:01:09	10	34	-24	0,294	10	100	0	0	0,756	45	45	0,5	0,5
64	21	B5	Γ	13:04:05	13:04:17	12	27	-15	0,444	12	100	0	0	0,6	45	45	0,5	0,5
65	22	14	Γ	13:05:38	13:05:50	12	24	-12	0,5	12	100	0	0	0,533	45	45	0,5	0,5
66	23	7	Α	13:05:45	13:05:55	10	17	-7	0,588	10	100	0	0	0,378	45	45	0,5	0,5

πίνακας 5.9 (συνέχεια)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
33	46	44,444	0	40	40	20	0	0			
34	47	40	0	36	36	18	0	0	18		β
35	49	30,303	0	27,248	15,798	10	0	0	10		β
36	50	60,606	3,509	59,946	34,755	20	0	0	20		β
37	51	45,455	0	40,872	23,697	15	0	0	15		β
38	52	33,333	0	29,973	17,378	11	0	0	11		β
39	54	51,515	8,772	59,946	34,755	17	0	0	17		β
40	55	33,333	0	29,973	17,378	11	0	0	11		β
41	56	42,424	0	38,147	22,117	14	0	0	14		β
42	57	36,364	0	32,698	18,957	12	0	0	12		β
43	59	9,091	28,07	51,771	30,016	3	0	0	3	Π	
44	60	18,182	5,263	24,523	14,218	6	0	0	6		ΔΠ
45	61	12,121	36,842	68,12	39,494	4	0	0	4		ΔΠ
46	63	22,222	0	20	20	10	0	0	10	Π	
47	65	33,333	0	30	30	15	0	0	15	Π	
48	66	24,444	0	22	22	11	0	0	11	Π	
49	67	11,111	35,556	42	42	5	0	0	5		ΔΠ
50	68	31,111	0	28	28	14	0	0	14	Π	
51	1	26,667	0	24	24	12	0	0	12		β
52	2	26,667	0	24	24	12	0	0	12		β
53	3	22,222	0	20	20	10	0	0	10	Π	
54	6	37,778	0	34	34	17	0	0	17		β
55	8	26,667	0	24	24	12	0	0	12	Π	
56	9	26,667	0	24	24	12	0	0	12	Π	
57	10	26,667	0	24	24	12	0	0	12		β
58	14	15,556	8,889	22	22	7	0	0	7		β
59	16	22,222	0	20	20	10	0	0	10	Π	
60	17	26,667	13,333	36	36	12	0	0	12		β
61	18	35,556	0	32	32	16	0	0	16	Π	
62	19	31,111	0	28	28	14	0	0	14	Π	
63	20	22,222	0	20	20	10	0	0	10	Π	
64	21	26,667	0	24	24	12	0	0	12	Π	
65	22	26,667	0	24	24	12	0	0	12	Π	
66	23	22,222	0	20	20	10	0	0	10		β

πίνακας 5.9 (συνέχεια)

67	24	14	Α	13:07:02	13:07:12	10	29	-19	0,345	10	100	0	0	0	0,644	45	45	0,5	0,5
68	25	14	Α	13:07:08	13:07:15	7	23	-16	0,304	7	100	0	0	0	0,511	45	45	0,5	0,5
69	26	7	Α	13:08:29	13:08:40	11	33	-22	0,333	11	100	0	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
70	27	B6	Α	13:10:09	13:10:22	13	24	-11	0,542	13	100	0	0	0	0,533	45	45	0,5	0,5
71	28	B5	Γ	13:11:30	13:11:45	15	32	-17	0,469	15	100	0	0	0	0,711	45	45	0,5	0,5
72	29	A6	Μ	13:14:48	13:14:59	11	17	-6	0,647	11	100	0	0	0	0,378	45	45	0,5	0,5
73	31	B6	Μ	13:23:49	13:24:00	11	10	1	1,1	10	90,909	1	9,091	0	0,222	45	45	0,5	0,5
74	32	B5	Γ	13:27:55	13:28:14	19	33	-14	0,576	19	100	0	0	0	0,733	45	45	0,5	0,5
75	33	7	Γ	13:29:30	13:29:43	13	27	-14	0,481	13	100	0	0	0	0,6	45	45	0,5	0,5
76	34	B6	Μ	13:34:01	13:34:16	15	26	-11	0,577	15	100	0	0	0	0,578	45	45	0,5	0,5
77	36	7	Γ	13:38:32	13:38:51	19	23	-4	0,826	19	100	0	0	0	0,511	45	45	0,5	0,5
78	38	7	Α	13:41:25	13:41:42	17	30	-13	0,567	17	100	0	0	0	0,667	45	45	0,5	0,5
79	40	14	Γ	13:44:23	13:44:32	9	31	-22	0,29	9	100	0	0	0	0,689	45	45	0,5	0,5
80	43	7	Μ	13:56:21	13:56:36	15	30	-15	0,5	15	100	0	0	0	0,667	45	45	0,5	0,5
81	45	B5	Γ	13:59:25	13:59:37	12	27	-15	0,444	12	100	0	0	0	0,6	45	45	0,5	0,5
82	46	A6	Α	14:02:49	14:03:09	20	2	18	10	2	10	18	90	0	0,044	45	45	0,5	0,5
83	47	14	Γ	14:03:44	14:03:51	7	35	-28	0,2	7	100	0	0	0	0,778	45	45	0,5	0,5
84	48	B5	Γ	14:08:18	14:08:28	10	32	-22	0,313	10	100	0	0	0	0,711	45	45	0,5	0,5
85	49	B6	Γ	14:13:10	14:13:24	14	8	6	1,75	8	57,143	6	42,857	0	0,178	45	45	0,5	0,5
86	50	7	Γ	14:15:45	14:15:54	9	32	-23	0,281	9	100	0	0	0	0,711	45	45	0,5	0,5
87	51	B5	Γ	14:15:49	14:16:01	12	28	-16	0,429	12	100	0	0	0	0,622	45	45	0,5	0,5



πίνακας 5.9 (συνέχεια)

67	24	22,222	0	20	20	10	0	10	Π										
68	25	15,556	0	14	14	7	0	7	Π										
69	26	24,444	0	22	22	11	0	11	Π								ε		
70	27	28,889	0	26	26	13	0	13	Π									ζ	
71	28	33,333	0	30	30	15	0	15	Π										
72	29	24,444	0	22	22	11	0	11	ΔΠ		β								
73	31	22,222	2,222	22	22	10	0	10	ΔΠ			γ							
74	32	42,222	0	38	38	19	0	19	Π										
75	33	28,889	0	26	26	13	0	13	Π										
76	34	33,333	0	30	30	15	0	15	Π										ζ
77	36	42,222	0	38	38	19	0	19	ΔΠ		β						δ		
78	38	37,778	0	34	34	17	0	17	Π										
79	40	20	0	18	18	9	0	9	Π										
80	43	33,333	0	30	30	15	0	15	Π										
81	45	26,667	0	24	24	12	0	12	Π										
82	46	4,444	40	40	40	2	0	2	ΔΠ			γ							
83	47	15,556	0	14	14	7	0	7	Π										
84	48	22,222	0	20	20	10	0	10	Π										
85	49	17,778	13,333	28	28	8	0	8	ΔΠ			γ							
86	50	20	0	18	18	9	0	9	Π										
87	51	26,667	0	24	24	12	0	12	Π										

πίνακας 5.10 — ΣΤΑΣΗ ΣΟΝΙΑ — ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΠΟΥ ΑΦΙΧΘΗΣΑΝ ΣΤΗ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΚΟΚΚΙΝΟ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
α/α	γραμμή	πλάτος	κλίση	αυτοκίνητο	Δι	Υπ. ενδ.	Δι	Υπ.	Δι/Υπ.	Δι/Υπ.	D(G)	D(G)/Dι	D(R)/Dι	Υπ./Ολ.	G	R	G/C	R/C
				ανστροφή	sec	sec	sec	sec	sec	sec	sec	%	%	%	sec	sec		
1	3	7	Λ	7:22:30	7:22:39	9	32	-23	0,281	0	0	0	100	0,711	45	45	0,5	0,5
2	10	A6	M	7:36:06	7:36:52	46	26	20	1,769	20	43,478	26	56,522	0,578	45	45	0,5	0,5
3	13	242	Λ	7:45:03	7:45:43	40	22	18	1,818	18	45	22	55	0,489	45	45	0,5	0,5
4	22	B6	Γ	8:08:40	8:08:58	18	35	-17	0,514	0	0	18	100	0,778	45	45	0,5	0,5
5	28	14	Γ	8:22:15	8:22:25	10	56	-46	0,179	0	0	10	100	0,982	33	57	0,367	0,633
6	29	7	M	8:22:20	8:22:28	8	51	-43	0,157	0	0	8	100	0,895	33	57	0,367	0,633
7	34	14	Γ	8:49:08	8:49:36	28	28	0	1	0	0	28	100	0,622	45	45	0,5	0,5
8	38	14	Γ	8:56:37	8:56:51	14	26	-12	0,538	0	0	14	100	0,578	45	45	0,5	0,5
9	44	B6	M	9:08:27	9:08:41	14	37	-23	0,378	0	0	14	100	0,822	45	45	0,5	0,5
10	48	B5	Γ	9:17:53	9:18:08	15	34	-19	0,441	0	0	15	100	0,756	45	45	0,5	0,5
11	53	7	M	9:33:27	9:33:40	13	1	12	13	12	92,308	1	7,692	0,018	33	57	0,367	0,633
12	58	B5	Γ	9:49:49	9:50:00	11	15	-4	0,733	0	0	11	100	0,263	33	57	0,367	0,633
13	62	14	Γ	10:04:44	10:04:59	15	4	11	3,75	11	73,333	4	26,667	0,07	33	57	0,367	0,633
14	64	B5	Γ	10:08:22	10:08:35	13	32	-19	0,406	0	0	13	100	0,561	33	57	0,367	0,633
15	5	14	Γ	12:22:56	12:23:05	9	33	-24	0,273	0	0	9	100	0,733	45	45	0,5	0,5
16	7	A6	Γ	12:28:57	12:29:11	14	30	-16	0,467	0	0	14	100	0,667	45	45	0,5	0,5
17	12	A6	M	12:33:11	12:33:23	12	44	-32	0,273	0	0	12	100	0,978	45	45	0,5	0,5
18	15	A6	Λ	12:42:19	12:42:37	18	35	-17	0,514	0	0	18	100	0,778	45	45	0,5	0,5
19	30	B6	M	13:16:48	13:16:55	7	29	-22	0,241	0	0	7	100	0,644	45	45	0,5	0,5
20	41	B5	Γ	13:49:37	13:49:47	10	34	-24	0,294	0	0	10	100	0,756	45	45	0,5	0,5
21	42	B6	Λ	13:52:32	13:52:44	12	36	-24	0,333	0	0	12	100	0,8	45	45	0,5	0,5
22	44	A6	Γ	13:58:30	13:58:45	15	37	-22	0,405	0	0	15	100	0,822	45	45	0,5	0,5

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΑΣ

πίνακας 5.10 (συνέχεια)

α/α	21	22	23	24	25	26	27	28	29								
									ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ								
	Dt(G)/G %	Dt(R)/R %	Dt/(G/C)	Dt/(R/C)	απόλειψ από G	στο R	χρόνος (sec)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3	0	20	18	18	0	0	0									
2	10	44,444	57,778	92	92	20	0	20		α							
3	13	40	48,889	80	80	18	0	18									
4	22	0	40	36	36	0	0	0									
5	28	0	17,544	27,248	15,798	0	0	0		α							
6	29	0	14,035	21,798	12,638	0	0	0							δ		
7	34	0	62,222	56	56	0	0	0									
8	38	0	31,111	28	28	0	0	0									
9	44	0	31,111	28	28	0	0	0									
10	48	0	33,333	30	30	0	0	0									
11	53	36,364	1,754	35,422	20,537	12	0	12									
12	58	0	19,298	29,973	17,378	0	0	0									
13	62	33,333	7,018	40,872	23,697	11	0	11									
14	64	0	22,807	35,422	20,537	0	0	0							δ		
15	5	0	20	18	18	0	0	0									
16	7	0	31,111	28	28	0	0	0									
17	12	0	26,667	24	24	0	0	0									
18	15	0	40	36	36	0	0	0									
19	30	0	15,556	14	14	0	0	0							δ		
20	41	0	22,222	20	20	0	0	0									
21	42	0	26,667	24	24	0	0	0									
22	44	0	33,333	30	30	0	0	0									

Π
Α
Ρ
Α
Ρ
Τ
Η
Μ
Α

Γ

- ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ 7 / ΤΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS -

Γ.1 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΩΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΤΙΣ Dt (G) ΚΑΙ Dt (R)

Τα πρώτα 4 αναφέρονται στο σύνολο των λεωφορείων που κατεγράφησαν, τα επόμενα 6 αναφέρονται αποκλειστικά στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη και τα υπόλοιπα 6 στα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη.

πίνακας Γ.1 — Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για το σύνολο των λεωφορείων (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)

Μαθηματικά πρότυπα	F	R ²
<p>1. $Dt (G) = 10.577 \cdot \ln (Dt) + 0.369 \cdot \ln \left(\frac{G}{C} \right) - 2.401 \cdot \ln \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}} \right) - 9.531 \cdot (\text{dummy}) - 16.256$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	390.96645	0.60736
<p>2. $Dt (R) = 0.532 \cdot (Dt) - 3.127 \cdot \left(\frac{G}{C} \right) + 0.678 \cdot \left(\frac{Dt}{Y_{\pi.ενδ}} \right) - 9.847 \cdot (\text{dummy}) - 4.264$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	577.03593	0.69540
<p>3. $Dt (G) = 7.766 \cdot \ln (Dt) + 2.199 \cdot \ln \left(\frac{G}{C} \right) - 9.764 \cdot (\text{dummy}) - 7.077$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Y_π ένδειξης).</p>	356.71278	0.51396
<p>4. $Dt (R) = 0.615 \cdot (Dt) - 3.514 \cdot \left(\frac{G}{C} \right) + 9.712 \cdot (\text{dummy}) - 4.320$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Y_π ένδειξης).</p>	610.05022	0.64353

πίνακας Γ.2 — Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που αφίχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν πράσινη (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)

Μαθηματικά πρότυπα	F	R ²
<p>5. $Dt(G) = (Dt)^{1.204} \cdot \left(\frac{G}{C}\right)^{-0.522} \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right)^{-0.531} \cdot e^{-1.238}$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	818.44338	0.76056
<p>6. $Dt(G) = 13.244 \cdot \ln(Dt) - 2.890 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 4.121 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 25.478$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	616.47672	0.70524
<p>7. $Dt(R) = 0.426 \cdot (Dt) - 1.349 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.308 \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 19.833$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	658.09926	0.71863
<p>8. $Dt(G) = 8.062 \cdot \ln(Dt) - 2.209 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 7.856$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ. ένδειξης).</p>	163.98132	0.29762
<p>9. $Dt(R) = 21.827 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.676 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 20.464$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ. ένδειξης).</p>	354.40969	0.47802
<p>10. $Dt(R) = 6.624 \cdot (Dt) - 2.846 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 4.885$</p> <p>Εναλλακτικά σε σχέση με το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο.</p>	320.09824	0.45269

πίνακας Γ.3 — Παρουσίαση μαθηματικών προτύπων για τα λεωφορεία που απέχθησαν στη στάση όταν η ένδειξη του σηματοδότη ήταν κόκκινη (αποτελέσματα σε δευτερόλεπτα)

Μαθηματικά πρότυπα	F	R ²
<p>11. $Dt(R) = (Dt)^{1.367} \cdot \left(\frac{G}{C}\right)^{0.863} \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right)^{-0.671} \cdot e^{-1.045}$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	658.09447	0.89363
<p>12. $Dt(R) = 15.852 \cdot \ln(Dt) + 3.262 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 5.048 \cdot \ln\left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 28.831$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	463.45495	0.85542
<p>13. $Dt(G) = 0.353 \cdot (Dt) + 3.451 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 1.045 \cdot \left(\frac{Dt}{Y\pi.\epsilon\nu\delta}\right) - 6.342$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα.</p>	145.49331	0.65003
<p>14. $Dt(R) = 31.564 \cdot \ln(Dt) + 27.378 \cdot \ln\left(\frac{G}{C}\right) - 33.323$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την κόκκινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ ένδειξης).</p>	146.53170	0.55393
<p>15. $Dt(G) = 21.744 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) + 0.972 \cdot \left[\left(1 - \frac{G}{C}\right) \cdot Dt\right] - 16.427$</p> <p>Αυτό το μαθηματικό πρότυπο δίνει το τμήμα του συνολικού χρόνου παραμονής του λεωφορείου στη στάση, το οποίο συμπίπτει με την πράσινη ένδειξη του σηματοδότη, σε δευτερόλεπτα. Σε αυτό το μαθηματικό πρότυπο δεν συμμετέχει η μεταβλητή (Dt/Yπ ένδειξης).</p>	66.40960	0.36012
<p>16. $Dt(G) = 0.405 \cdot (Dt) + 6.748 \cdot \left(\frac{G}{C}\right) - 7.745$</p> <p>Εναλλακτικά σε σχέση με το προηγούμενο μαθηματικό πρότυπο.</p>	70.12749	0.37325

Όπως αναφέραμε και στην παράγραφο 7.9 προτιμούμε τα πρότυπα εκείνα που έχουν ως εξαρτημένες μεταβλητές τις $[Dt(G)/G]$ και $[Dt(R)/R]$, γιατί ακόμα και αν οι τιμές των R^2 και F είναι οι μικρότερες τα αποτελέσματα των ελέγχων για τις υποθέσεις του τυχαίου σφάλματος ε προκύπτουν καλύτερα και για κάποιες παραμέτρους η τιμή του t βρίσκεται εκτός της περιοχής απόρριψης. Για παράδειγμα αναφέρουμε το πρότυπο 7 του πίνακα Γ2, όπου οι τιμές των R^2 και F προκύπτουν κατά 1.69% και 6.01%, αντίστοιχα, καλύτερες από το πρότυπο 7 του πίνακα 7.86.

πίνακας Γ.4 — Αποτελέσματα υπολογισμού 7^{ου} προτύπου πίνακα Γ.2

```

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *
Listwise Deletion of Missing Data
Equation Number 1   Dependent Variable..   VAR6
Block Number 1.   Method:   Enter       VAR1       VAR2       VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
1..   VAR10
2..   VAR2
3..   VAR1

Multiple R           ,84772
R Square             ,71863
Adjusted R Square    ,71754
Standard Error       3,61120

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3      25746,41642      8582,13881
Residual       773      10080,53596      13,04080

F =      658,09926      Signif F = ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B      95% Confdnce Intrvl B      Beta
VAR1              ,425936    ,019332    ,387987      ,463884    ,455621
VAR2              1,307502    ,048372    1,212545    1,402459    ,558838
VAR10             -1,349181    1,163703   -3,633575    ,935212    -,022208
(Constant)       -4,660540    ,817830   -6,265970   -3,055109

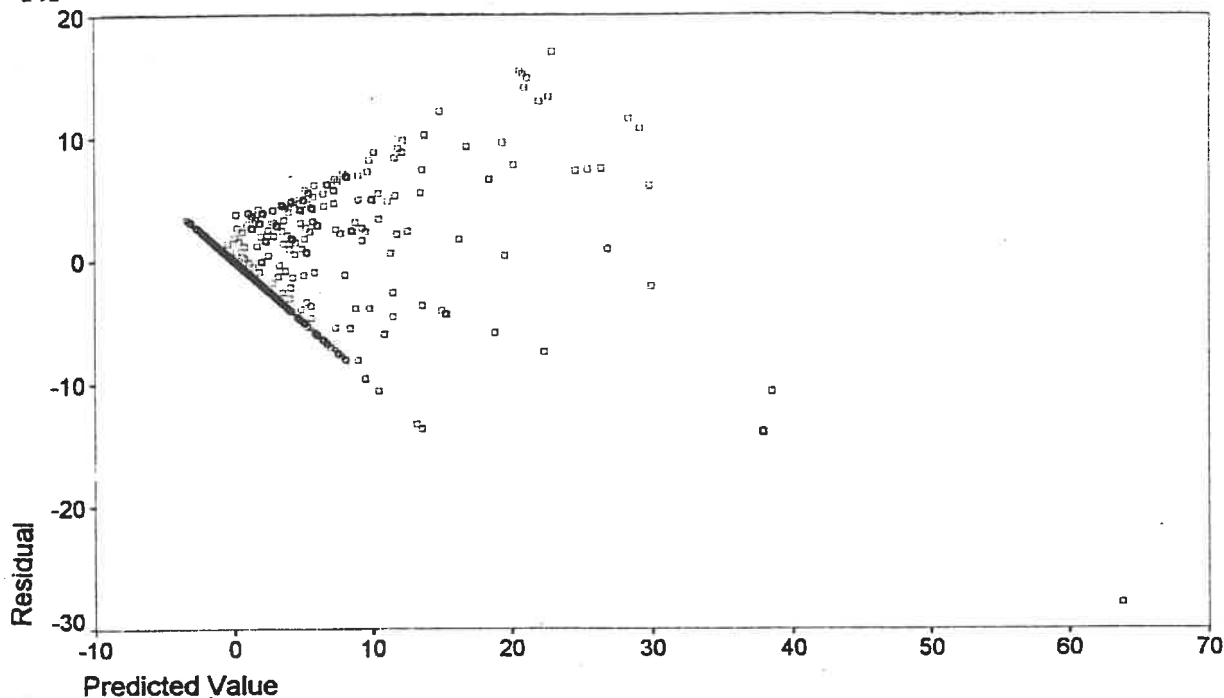
----- Variables in the Equation -----
Variable  Tolerance  VIF      T      Sig T
VAR1      ,851216   1,175    22,033 ,0000
VAR2      ,851553   1,174    27,030 ,0000
VAR10     ,992074   1,008    -1,159 ,2467
(Constant)                    -5,699 ,0000

```


Διαπιστώνουμε ότι η τιμή t για την παράμετρο β της ανεξάρτητης μεταβλητής G/C , βρίσκεται εκτός της περιοχής απόρριψης και έχει τιμή -1.159 . Η περιοχή απόρριψης προκύπτει από πίνακες στατιστικής και περιλαμβάνει, για επίπεδο σημαντικότητας 0.05 , τιμές μεγαλύτερες από το 1.96 και μικρότερες από το -1.96 για διμερή έλεγχο. Αυτό σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος όρος δεν δίνει σημαντικές πληροφορίες για την εξαρτημένη μεταβλητή. Αντίθετα στον πίνακα 7.56 η αντίστοιχη τιμή για την παράμετρο β της ανεξάρτητης μεταβλητής G/C βρίσκεται στην περιοχή απόρριψης.

Στη συνέχεια ελέγχουμε τις υποθέσεις για το τυχαίο σφάλμα ε . Αρχικά κάνουμε το διάγραμμα των σφαλμάτων στον υπολογισμό της εξαρτημένης μεταβλητής (residual, $\hat{\varepsilon}_i$) με τις προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (predicted value, \hat{y}_i), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

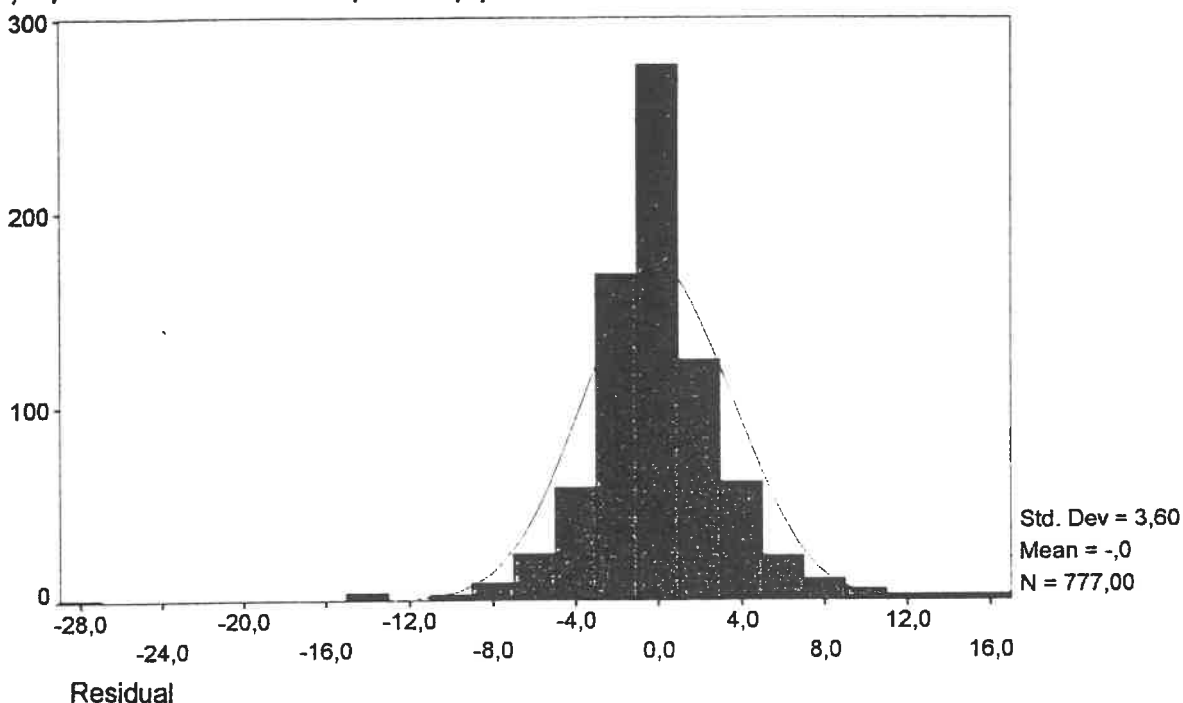
σχήμα Γ.1 — Γενικός έλεγχος υποθέσεων του τυχαίου σφάλματος για το 7^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1



Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση και ιδιαίτερα κάποια από τις τάσεις που φαίνονται στο σχήμα 7.19, όπως αντίστοιχα συμβαίνει και στο σχήμα 7.33. Το συμπέρασμα είναι ότι γενικά οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ικανοποιούνται.

Κάνουμε το διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τα υπόλοιπα παλινδρόμησης (residual, $\hat{\varepsilon}_i$), το οποίο φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

σχήμα Γ.2 — Γραφική απεικόνιση ελέγχου για το 7^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι το τυχαίο σφάλμα ε ακολουθεί κανονική κατανομή



Παρατηρούμε ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$, το οποίο προκύπτει από το συγκεκριμένο μαθηματικό πρότυπο ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή περίπου 0 και τυπική απόκλιση 3.60. Αντίθετα από τον αντίστοιχο έλεγχο για το πρότυπο 7 του πίνακα 7.86 προκύπτει ότι το τυχαίο σφάλμα $\hat{\varepsilon}_i$ ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέση τιμή ακριβώς 0.

Στη συνέχεια θεωρούμε το μαθηματικό πρότυπο που περιγράφηκε στην παράγραφο 7.8.3.2, το οποίο έχει τις ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το αρχικό και εξαρτημένη τιμή την απόλυτη τιμή των $\hat{\varepsilon}_i$. Με τη χρήση αυτού του προτύπου ελέγχουμε την υπόθεση ότι η διακύμανση του $\hat{\varepsilon}_i$ είναι σταθερή. Τα αποτελέσματα αυτού του ελέγχου φαίνονται στον πίνακα Γ.5 της επόμενης σελίδας.

πίνακας Γ.5 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 7^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή

```

* * * *  M U L T I P L E   R E G R E S S I O N   * * * *

Listwise Deletion of Missing Data

Equation Number 1   Dependent Variable..  ABSER

Block Number 1.  Method:  Enter      VAR1      VAR2      VAR10

Variable(s) Entered on Step Number
  1..  VAR10
  2..  VAR2
  3..  VAR1

Multiple R          ,81591
R Square            ,66571
Adjusted R Square   ,66441
Standard Error      1,55437

Analysis of Variance
                DF      Sum of Squares      Mean Square
Regression      3          3719,22972          1239,74324
Residual       773          1867,62304           2,41607

F =      513,12364      Signif F =  ,0000

----- Variables in the Equation -----
Variable          B          SE B          Beta          T      Sig T
VAR1              ,222460      ,008321      ,602606      26,735  ,0000
VAR2              ,337552      ,020821      ,365347      16,212  ,0000
VAR10             -,090462      ,500893      -,003771      -,181   ,8567
(Constant)       -1,442150      ,352019          -4,097   ,0000

End Block Number  1  All requested variables entered.

```

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η τιμή του F είναι 513.12364 που είναι σημαντική, οπότε και δεν ικανοποιείται πλήρως η υπόθεση ότι η διακύμανση του τυχαίου σφάλματος ε είναι σταθερή. Ο ίδιος έλεγχος για το πρότυπο 7 του πίνακα 7.86 προκύπτει ευνοϊκότερος, όπως φαίνεται και στον πίνακα 7.57.

Η τελευταία υπόθεση που ελέγχουμε είναι ότι το σφάλμα που αντιστοιχεί σε μία τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής y είναι ανεξάρτητο από το σφάλμα που σχετίζεται με μία άλλη τιμή της μεταβλητής y . Υπολογίζουμε την τιμή d της κατανομής Durbin – Watson και βλέπουμε ότι αυτή είναι σχετικά κοντά στο 2 και συγκεκριμένα ίση με 1.85389. Άρα σύμφωνα με την παράγραφο 7.8.3.4 τα σφάλματα (υπόλοιπα) δεν συσχετίζονται. Στον πίνακα Γ.6, της επόμενης σελίδας, φαίνονται τα αποτελέσματα του αντίστοιχου ελέγχου. Όμως η τιμή

d της κατανομής Durbin-Watson για το πρότυπο 7 του πίνακα 7.86 προκύπτει 1.88397 και άρα το αποτέλεσμα είναι πιο ικανοποιητικό.

πίνακας Γ.6 — Αποτελέσματα ελέγχου για το 7^ο πρότυπο του πίνακα Γ.1 ότι τα τυχαία σφάλματα ε είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους

```

* * * * *
Residuals Statistics:
      Min      Max      Mean  Std Dev  N
*PRED  -3,3487  63,8674  2,9048   5,7601  777
*RESID -27,8674  16,9820  ,0000   3,6042  777
*ZPRED  -1,0857  10,5837  ,0000   1,0000  777
*ZRESID -7,7169   4,7026  ,0000   ,9981  777

Total Cases =      777

Durbin-Watson Test =  1,85389

* * * * *

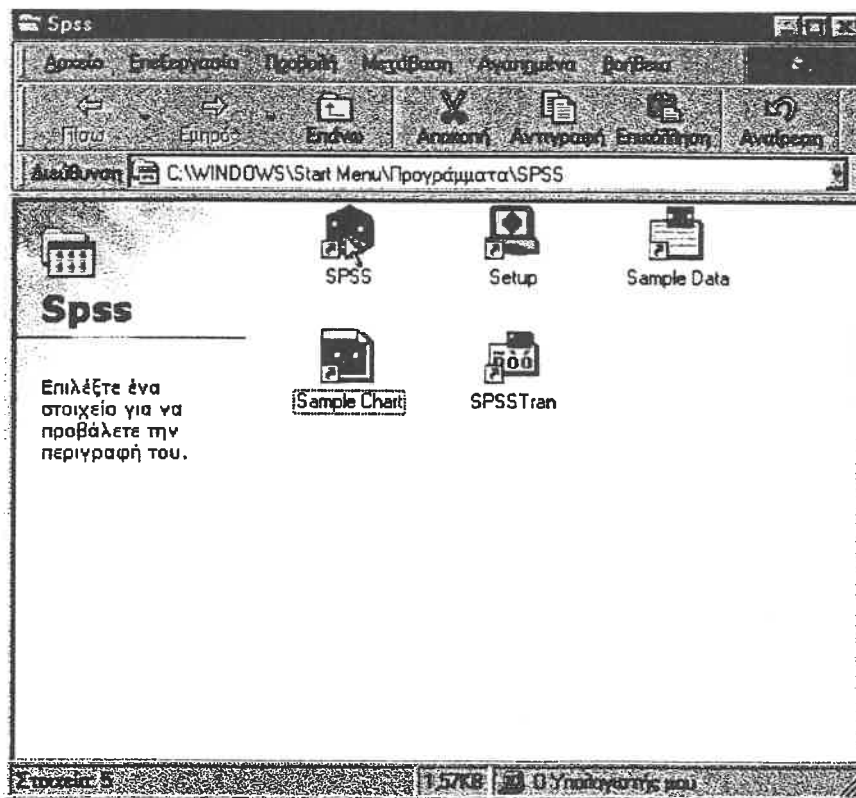
```

Ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παραπάνω 16 πρότυπα, αν αυτό είναι επιθυμητό είναι ο ίδιος με αυτόν που περιγράφηκε στον πίνακα 7.97 της παραγράφου 7.10.

Γ.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SPSS RELEASE 6.0

1. Ξεκίνημα του προγράμματος SPSS Release 6.0

Το πρόγραμμα SPSS Release 6.0 « τρέχει » σε περιβάλλον Windows . Ανάλογα με το μέγεθος των στοιχείων που θέλουμε να επεξεργαστούμε θα πρέπει να επιλέξουμε και τον κατάλληλο ηλεκτρονικό υπολογιστή . Κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη μνήμης τουλάχιστον 32 RAM . Ο χώρος που καταλαμβάνει το πρόγραμμα καθεαυτό στο σκληρό δίσκο δεν ξεπερνάει τα 20 KB, όμως ανάλογα με το μέγεθος των στοιχείων που θέλουμε να επεξεργαστούμε απαιτείται και ο ανάλογος διαθέσιμος χώρος στο σκληρό δίσκο .

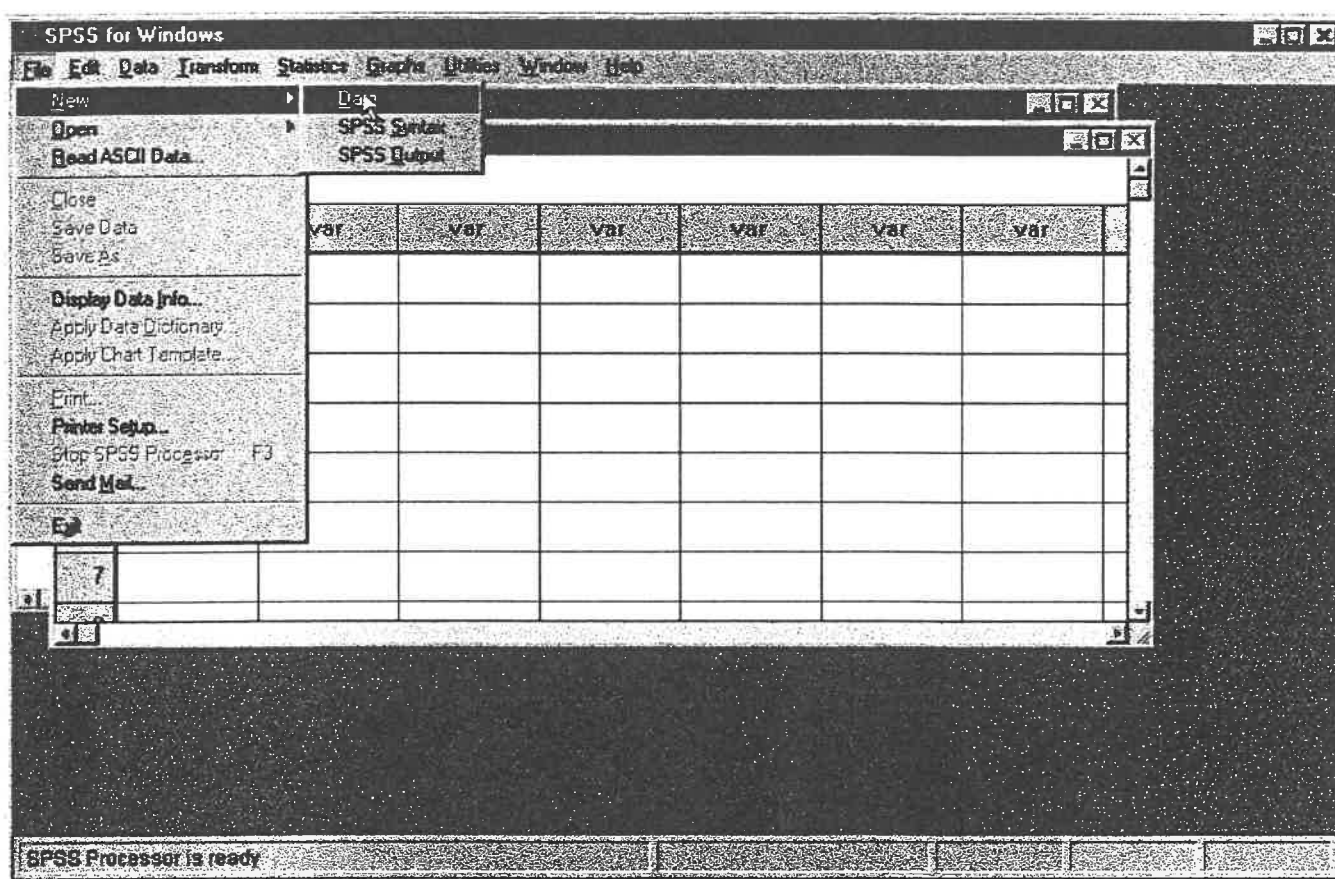


Το πρόγραμμα ξεκινάει κάνοντας διπλό κλικ στο εικονίδιο SPSS, όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα . Μπορούμε πριν ξεκινήσουμε το πρόγραμμα να κάνουμε διπλό κλικ στο εικονίδιο Setup, ώστε να γίνει πάλι μια γρήγορη εγκατάσταση του προγράμματος .

Αν θέλουμε, αλλά αυτό δεν είναι βολικό για επιπλέον επεξεργασία στοιχείων, μπορούμε να ξεκινήσουμε το πρόγραμμα κάνοντας διπλό κλικ σε κάποιο από τα εικονίδια **Sample Data** και **Sample Chart** . Το εικονίδιο **SPSS Tran** είναι καλύτερα να μην το επιλέξουμε, αν δεν θέλουμε να διαφοροποιήσουμε τον τρόπο με τον οποίο θα μεταφράζονται από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή τα αρχεία δεδομένων που θα δημιουργήσουμε .

Ξεκινάμε λοιπόν το πρόγραμμα κάνοντας διπλό κλικ στο εικονίδιο SPSS. Τότε μπαίνουμε στο αρχικό παράθυρο λειτουργίας του προγράμματος. Από αυτό το σημείο μπορούμε να πραγματοποιήσουμε την οποιαδήποτε εφαρμογή θέλουμε.

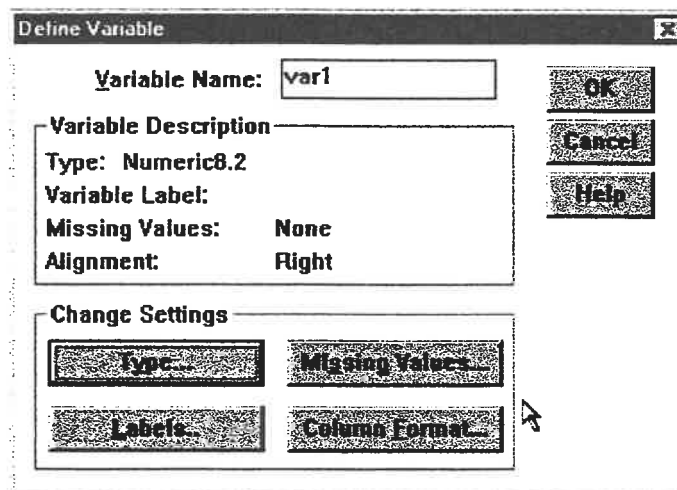
Υπάρχουν εννέα διαφορετικά περιεχόμενα (menu) στο πρόγραμμα. Κάθε ένα από αυτά περιλαμβάνει περισσότερες από μία διαφορετικές λειτουργίες και μεθοδολογίες. Το πρώτο από τα εννέα περιεχόμενα είναι το File. Επιλέγοντας σε αυτό New →Data μπορούμε να εισάγουμε καινούργια στοιχεία για επεξεργασία. Αν ήδη έχουμε εισάγει τα στοιχεία στο πρόγραμμα και θέλουμε τα ανοίξουμε το συγκεκριμένο αρχείο επιλέγουμε Open →Data.



Η εισαγωγή των στοιχείων στο πρόγραμμα γίνεται πολύ εύκολα πληκτρολογώντας σε κάθε κελί την ποσότητα που θέλουμε. Πατώντας στη συνέχεια το Enter μπορούμε να εισάγουμε τη νέα ποσότητα. Το κάθε κελί αποτελεί μία μικρή μνήμη και μπορεί να δεχθεί έναν αρκετά μεγάλο αριθμό. Αν τα στοιχεία είναι διαθέσιμα στο EXCEL μπορούν να αντιγραφούν στο SPSS με χρήση των εντολών Copy - Paste.

Η κάθε στήλη αποτελεί και μία ξεχωριστή μεταβλητή και για το λόγο αυτό έχει αρχικά το όνομα `var`. Μόλις εισάγουμε τον πρώτο αριθμό η συγκεκριμένη στήλη παίρνει αυτόματα το όνομα `var 00001`. Αν εισάγουμε κάποιον αριθμό και στην επόμενη στήλη, τότε αυτή θα πάρει, επίσης αυτόματα, το όνομα `var 00002`. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να εισάγουμε πάρα πολλά στοιχεία και διαφορετικές μεταβλητές.

Κάνοντας διπλό κλικ στο σημείο που γράφει `var 00001` μπορούμε να αλλάξουμε αυτό το όνομα με κάποιο άλλο π.χ `time`, προσέχοντας όμως να μην χρησιμοποιήσουμε σύμβολα, γιατί αυτά δεν αναγνωρίζονται από το πρόγραμμα. Μπορούμε ακόμα να διαφοροποιήσουμε τον τύπο και μέγεθος των ποσοτήτων που βρίσκονται στο κάθε κελί της συγκεκριμένης στήλης, επιλέγοντας `Type`. Επίσης είναι δυνατή από το πρόγραμμα η συμπλήρωση ή η απαλοιφή εκείνων των τιμών που δεν έχουν συμπληρωθεί π.χ από αμέλεια. Τέλος, είναι δυνατή η ρύθμιση του πλάτους της κάθε στήλης επιλέγοντας `Column Format`.

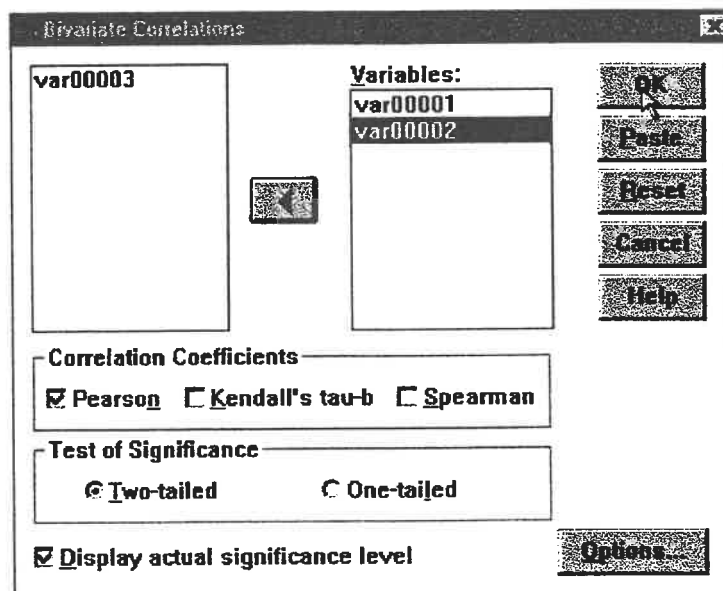


Στο μενού **Data** μπορούμε να εισάγουμε μια καινούργια μεταβλητή ή μια διαφορετική περίπτωση αν αυτό μας χρειάζεται. Το μενού **Utilities** το χρησιμοποιούμε για να επιλέξουμε τη γραμματοσειρά, το χρώμα κ.λπ που θέλουμε. Στο μενού **Window** μπορούμε να επιλέξουμε τον τρόπο με τον οποίο φαίνονται τα διάφορα παράθυρα του προγράμματος. Τέλος, στο μενού **Help** μπορούμε να αναζητήσουμε βοήθεια για κάποιο πρόβλημα ή πληροφορίες για κάποια από τις λειτουργίες του προγράμματος. Επίσης στο συγκεκριμένο μενού υπάρχουν και θεωρητικά στοιχεία για διάφορα θέματα, όπως για παράδειγμα η Ανάλυση Παλινδρόμησης (Regression Analysis).

2. Το μενού Statistics

Το συγκεκριμένο μενού είναι το σημαντικότερο από όλα και περιλαμβάνει ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών λειτουργιών για την επεξεργασία δεδομένων. Σε αυτό το μενού περιέχονται η διαδικασία της Ανάλυσης Παλινδρόμησης και οι όποιοι έλεγχοι απαιτούνται σε κάθε περίπτωση.

Επιλέγοντας **Correlate** → **Bivariate** μπορούμε να υπολογίσουμε το συντελεστή γραμμικής συσχέτισης r μεταξύ δύο ή και περισσότερων μεταβλητών. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να ελέγξουμε αν οι μεταβλητές που χρησιμοποιούμε ως ανεξάρτητες αλληλοσυσχετίζονται. Ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης μπορεί να υπολογιστεί με τρεις διαφορετικές μεθόδους. Προτιμότερο είναι να επιλέξουμε να υπολογιστεί κατά **Pearson** και οι έλεγχοι να είναι διμερείς.

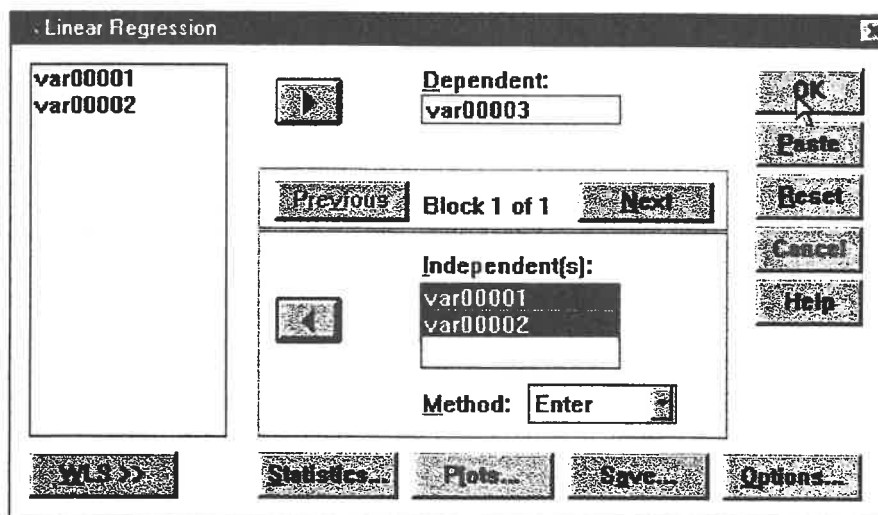


Επιλέγοντας **Regression** μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα για να εκτιμήσουμε τους συντελεστές των παραμέτρων των μαθηματικών προτύπων μέσω της διαδικασίας της Ανάλυσης Παλινδρόμησης, δηλαδή της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Ανάλογα με το πρόβλημα και τα διαθέσιμα δεδομένα απαιτείται η κατάλληλη επιλογή. Είναι δυνατή η επιλογή ενός από τα Linear, Curve Estimation, Logistic, Probit, Nonlinear, Weight Estimation και 2-Stage Least Squares.

Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήσαμε τη γραμμική παλινδρόμηση (Linear). Η καμπυλόγραμμη παλινδρόμηση (Curve Estimation) χρησιμοποιεί μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή και μπορεί να προκύψει έμμεσα από τη γραμμική παλινδρόμηση.

Επιλέγοντας λουπόν **Linear** μπορούμε να καταρτίσουμε μαθηματικά πρότυπα για τα δεδομένα που διαθέτουμε, μέσω της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Multiple Linear Regression). Χρειάζεται να επιλέξουμε τόσο την εξαρτημένη μεταβλητή (Dependent), δηλαδή το αποτέλεσμα της μαθηματικής εξίσωσης που θα προκύψει, όσο και τις ανεξάρτητες μεταβλητές (Independents), οι οποίες καταρτίζουν το μαθηματικό πρότυπο που προκύπτει.

Επίσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια σειρά από διαφορετικές μεθόδους για τον υπολογισμό των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου. Η μέθοδος **Enter** είναι εκείνη που προτείνεται για χρήση. Οι υπόλοιπες είναι μέθοδοι, όπως για παράδειγμα η μέθοδος **Stepwise**, οι οποίες διαχωρίζουν μεταξύ τους τις ανεξάρτητες μεταβλητές και είναι προτιμότερο να μην χρησιμοποιούνται.



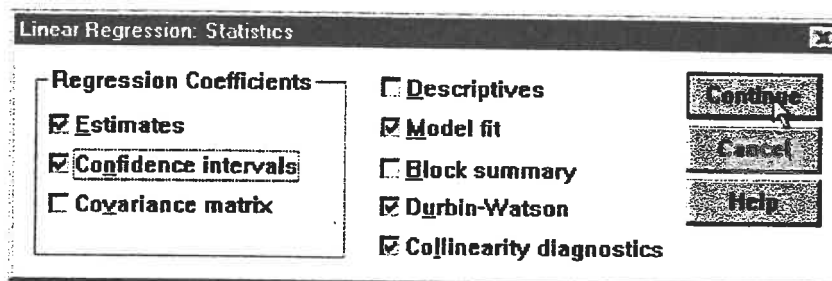
Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε κάποιο από τα επιμέρους μενού **Statistics**, **Plots**, **Save** και **Options**. Μέσα από τα περιεχόμενα του μενού **Options** μπορούμε να επιλέξουμε το επίπεδο σημαντικότητας για το οποίο θέλουμε να γίνονται οι όποιοι έλεγχοι, τον τρόπο με τον οποίο θα συμπληρώνονται τα οποιαδήποτε κενά υπάρχουν και το αν θέλουμε ή όχι να υπολογιστεί η σταθερή παράμετρος.

Ο υπολογισμός ή όχι της σταθερής παραμέτρου αποτελεί ένα πρόβλημα που χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή. Η σταθερή παράμετρος δεν υπολογίζεται μόνο στην περίπτωση που εμείς είμαστε σίγουροι ότι η ευθεία παλινδρόμησης διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Αυτό όμως είναι σχεδόν αδύνατο να το γνωρίζουμε από την αρχή και επομένως είναι προτιμότερο να γίνεται ο υπολογισμός της σταθερής παραμέτρου. Στην περίπτωση δε που η

ευθεία παλινδρόμησης διέρχεται από την αρχή των αξόνων, η τιμή της σταθερής παραμέτρου που θα έχει υπολογιστεί θα είναι πολύ κοντά στο 0.

Από τα περιεχόμενα του **Statistics** μπορούμε να επιλέξουμε τα στοιχεία που θέλουμε να υπολογιστούν από το πρόγραμμα. Σίγουρα θα πρέπει να επιλέξουμε το **Estimates** και το **Model fit**, ώστε να φαίνονται οι βασικοί υπολογισμοί και οι τιμές των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου.

Επιλέγοντας το **Confidence intervals** υπολογίζονται, για το επίπεδο σημαντικότητας που έχει επιλεγεί στο **Options**, τα διαστήματα εμπιστοσύνης για τις τιμές των παραμέτρων του μαθηματικού προτύπου. Επιλέγοντας το **Collinearity diagnostics** υπολογίζονται οι συντελεστές VIF, από την τιμή των οποίων μπορούμε να διαπιστώσουμε αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές που συμμετέχουν στο πρότυπο αλληλοσυσχετίζονται. Τέλος, επιλέγοντας το **Durbin – Watson** υπολογίζεται η τιμή d της κατανομής Durbin – Watson, από την τιμή της οποίας μπορούμε να διαπιστώσουμε αν τα τυχαία σφάλματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους (υπόθεση που γίνεται για το τυχαίο σφάλμα ε κατά την Ανάλυση Παλινδρόμησης).



Από τα περιεχόμενα του **Plots** μπορούμε να κάνουμε μια σειρά από διαγράμματα, τα οποία θα μας βοηθήσουν να διαπιστώσουμε αν ικανοποιούνται οι υποθέσεις που γίνονται για το τυχαίο σφάλμα ε . Τα στοιχεία, με βάση τα οποία πραγματοποιούνται αυτά τα διαγράμματα, είναι η εξαρτημένη μεταβλητή, τα υπόλοιπα παλινδρόμησης και οι προβλεπόμενες τιμές για την εξαρτημένη μεταβλητή.

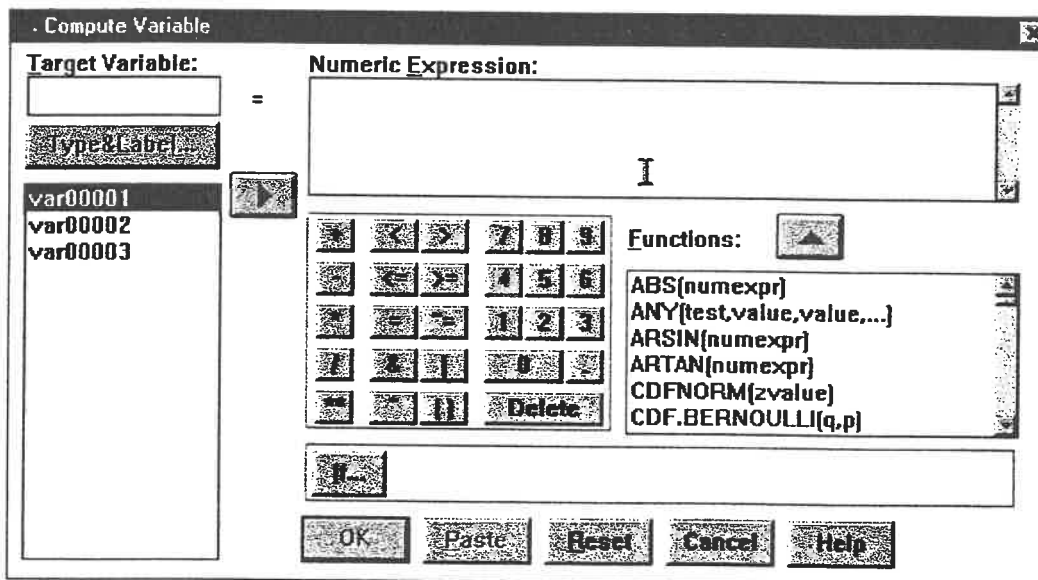
Τα διαγράμματα αυτά μπορούν να γίνουν και έμμεσα αν επιλέγει το αρχικό μενού **Graphs**. Σε αυτό είναι διαθέσιμη μια πολύ μεγάλη ποικιλία διαφορετικών γραφημάτων, όπως για παράδειγμα ιστογράμματα, γραφήματα σε μορφή πίτας κ.λπ. Επίσης είναι δυνατό, όπου αυτό είναι απαραίτητο να σχεδιάζεται και η αντίστοιχη κανονική κατανομή.

Από τα περιεχόμενα του **Save** μπορούμε να υπολογίσουμε επιπλέον στοιχεία που μας χρειάζονται, όπως για παράδειγμα μέσες τιμές και διαστήματα εμπιστοσύνης για τις μεταβλητές που καταρτίζουν το μαθηματικό πρότυπο, στατιστικές ποσότητες κ.λπ. Επίσης,

επιλέγοντας κατάλληλα, το πρόγραμμα μπορεί να δημιουργήσει καινούργιες μεταβλητές, οι οποίες να αναφέρονται είτε στις προβλεπόμενες τιμές για την εξαρτημένη μεταβλητή είτε στα υπόλοιπα παλινδρόμησης, δηλαδή τα σφάλματα (π.χ. Unstandardized Predicted Values, Unstandardized Residuals).

3. Το μενού Transform

H πιο σημαντική λειτουργία του μενού **Transform** είναι ο μετασχηματισμός μιας εξαρτημένης ή ανεξάρτητης μεταβλητής σε μία άλλη. Ο μετασχηματισμός μιας μεταβλητής στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απαραίτητος, προκειμένου τα αποτελέσματα να προκύψουν καλύτερα. Για να μετασχηματίσουμε μια μεταβλητή επιλέγουμε λοιπόν **Transform** → **Compute**.



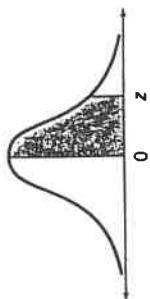
Στο συγκεκριμένο μενού είναι διαθέσιμος ένας μεγάλος αριθμός συναρτήσεων και μπορούν να γίνουν όλες οι μαθηματικές πράξεις. Στη θέση **Target Variable** πληκτρολογούμε το όνομα της μεταβλητής που θέλουμε να μετασχηματίσουμε ή ένα διαφορετικό όνομα από αυτά που υπάρχουν ήδη, ώστε να δημιουργηθεί μια καινούργια μεταβλητή.

*Π
Α
Ρ
Α
Ρ
Τ
Η
Μ
Α

Δ*

-ΠΙΝΑΚΕΣ
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ -

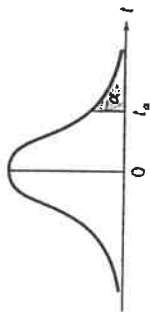
TABLE 1 Normal Curve Areas



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.8	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Source: Abridged from Table I of A. Hald, *Statistical Tables and Formulas* (New York: John Wiley & Sons, Inc.), 1952. Reproduced by permission of the publisher.

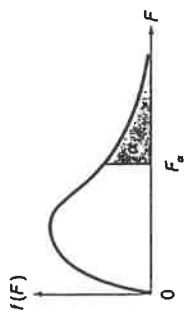
TABLE 2 Critical Values for Student's t



ν	$t_{.99}$	$t_{.95}$	$t_{.90}$	$t_{.85}$	$t_{.80}$	$t_{.75}$	$t_{.70}$	$t_{.65}$	$t_{.60}$	$t_{.55}$	$t_{.50}$	$t_{.45}$	$t_{.40}$	$t_{.35}$	$t_{.30}$	$t_{.25}$	$t_{.20}$	$t_{.15}$	$t_{.10}$	$t_{.05}$	$t_{.025}$	$t_{.01}$	$t_{.005}$	
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62																	
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598																	
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924																	
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610																	
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869																	
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959																	
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408																	
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041																	
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781																	
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587																	
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437																	
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318																	
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221																	
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140																	
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073																	
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015																	
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965																	
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922																	
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883																	
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850																	
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819																	
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792																	
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767																	
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745																	
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725																	
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707																	
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690																	
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674																	
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659																	
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646																	
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551																	
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460																	
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373																	
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291																	

Source: This table is reproduced with the kind permission of the Trustees of Biometrika from E. S. Pearson and H. O. Hartley (eds.), *The Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, 3rd ed., Biometrika, 1966.

TABLE 3 Critical Values for the F Statistic: F_{10}



ν_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∞
1	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86	60.19
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42
10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32
11	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25
12	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19
13	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14
14	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10
15	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06
16	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03
17	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00
18	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.97
19	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.95
20	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.92
21	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95	1.91
22	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.89
23	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92	1.88
24	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.87
25	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89	1.85
26	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.84
27	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87	1.83
28	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.82
29	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86	1.81
30	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.80
40	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.74
60	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.68
120	2.75	2.35	2.13	1.99	1.90	1.82	1.77	1.72	1.68	1.63
∞	2.71	2.30	2.08	1.94	1.85	1.77	1.72	1.67	1.63	1.58

DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM

ν_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	60.19	60.71	61.22	61.74	62.00	62.26	62.53	62.79	63.06	63.33
2	9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.48	9.49
3	5.23	5.22	5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.14	5.13
4	3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.79	3.78	3.76
5	3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.14	3.12	3.10
6	2.94	2.90	2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.76	2.74	2.72
7	2.70	2.67	2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.51	2.49	2.47
8	2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.34	2.32	2.29
9	2.42	2.38	2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.21	2.18	2.16
10	2.32	2.28	2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.11	2.08	2.06
11	2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.03	2.00	1.97
12	2.19	2.15	2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.96	1.93	1.90
13	2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.90	1.88	1.85
14	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.86	1.83	1.80
15	2.06	2.02	1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.82	1.79	1.76
16	2.03	1.99	1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72
17	2.00	1.96	1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69
18	1.98	1.93	1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66
19	1.96	1.91	1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.70	1.67	1.63
20	1.94	1.89	1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.68	1.64	1.61
21	1.92	1.87	1.83	1.78	1.75	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59
22	1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57
23	1.89	1.84	1.80	1.74	1.72	1.69	1.66	1.62	1.59	1.55
24	1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.61	1.57	1.53
25	1.87	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52
26	1.86	1.81	1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.58	1.54	1.50
27	1.85	1.80	1.75	1.70	1.67	1.64	1.60	1.57	1.53	1.49
28	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.56	1.52	1.48
29	1.83	1.78	1.73	1.68	1.65	1.62	1.58	1.55	1.51	1.47
30	1.82	1.77	1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.54	1.50	1.46
40	1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.47	1.42	1.38
60	1.71	1.66	1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.40	1.35	1.29
120	1.65	1.60	1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.32	1.26	1.19
∞	1.60	1.55	1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.24	1.17	1.10

DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM

Source: From M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F)-distribution," *Biometrika*, 1943, 33, 73-88. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

TABLE 4 Critical Values for the F Statistic: F_{05}

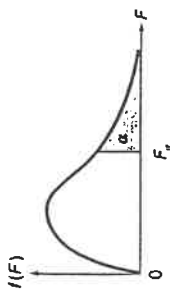


p_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM												p_2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15							
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.41	2.34	2.30	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.44	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.37	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.34	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.29	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.26	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	2.00	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00

DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM

Source: From M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F)-distribution," Biometrika, 1943, 33, 73-88. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

TABLE 5 Critical Values for the F Statistic: $F_{0.05}$



ν_2	ν_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	647.8	799.5	864.2	899.6	921.8	937.1	948.2	956.7	963.3
2	1	38.51	39.00	39.17	39.25	39.30	39.33	39.36	39.37	39.39
3	1	17.44	16.04	15.44	15.10	14.88	14.73	14.62	14.54	14.47
4	1	12.22	10.65	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90
5	1	10.01	8.43	7.76	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68
6	1	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52
7	1	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82
8	1	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36
9	1	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03
10	1	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78
11	1	6.72	5.26	4.63	4.28	4.04	3.88	3.76	3.66	3.59
12	1	6.55	5.10	4.47	4.12	3.89	3.73	3.61	3.51	3.44
13	1	6.41	4.97	4.35	4.00	3.77	3.60	3.48	3.39	3.31
14	1	6.30	4.86	4.24	3.89	3.66	3.50	3.38	3.29	3.21
15	1	6.20	4.77	4.15	3.80	3.58	3.41	3.29	3.20	3.12
16	1	6.12	4.69	4.08	3.73	3.50	3.34	3.22	3.12	3.05
17	1	6.04	4.62	4.01	3.66	3.44	3.28	3.16	3.06	2.98
18	1	5.98	4.56	3.95	3.61	3.38	3.22	3.10	3.01	2.93
19	1	5.92	4.51	3.90	3.56	3.33	3.17	3.05	2.96	2.88
20	1	5.87	4.46	3.86	3.51	3.29	3.13	3.01	2.91	2.84
21	1	5.83	4.42	3.82	3.48	3.25	3.09	2.97	2.87	2.80
22	1	5.79	4.38	3.78	3.44	3.22	3.05	2.93	2.84	2.76
23	1	5.75	4.35	3.75	3.41	3.18	3.02	2.90	2.81	2.73
24	1	5.72	4.32	3.72	3.38	3.15	2.99	2.87	2.78	2.70
25	1	5.69	4.29	3.69	3.35	3.13	2.97	2.85	2.75	2.68
26	1	5.66	4.27	3.67	3.33	3.10	2.94	2.82	2.73	2.65
27	1	5.63	4.24	3.65	3.31	3.08	2.92	2.80	2.71	2.63
28	1	5.61	4.22	3.63	3.29	3.06	2.90	2.78	2.69	2.61
29	1	5.59	4.20	3.61	3.27	3.04	2.88	2.76	2.67	2.59
30	1	5.57	4.18	3.59	3.25	3.03	2.87	2.75	2.65	2.57
40	1	5.42	4.05	3.46	3.13	2.90	2.74	2.62	2.53	2.45
60	1	5.29	3.93	3.34	3.01	2.79	2.63	2.51	2.41	2.33
120	1	5.15	3.80	3.23	2.89	2.67	2.52	2.39	2.30	2.22
∞	1	5.02	3.69	3.12	2.79	2.57	2.41	2.29	2.19	2.11

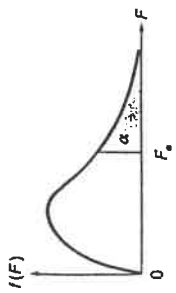
DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM

ν_2	ν_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM													∞
		10	12	15	20	24	30	40	60	120	1010	1018			
1	1	968.6	976.7	984.9	993.1	997.2	1000	1006	1010	1014	1018	1018	1018		
2	1	39.40	39.41	39.43	39.45	39.46	39.46	39.47	39.48	39.49	39.50	39.50	39.50		
3	1	14.42	14.34	14.25	14.17	14.12	14.08	14.04	13.99	13.95	13.90	13.90	13.90		
4	1	8.84	8.75	8.66	8.56	8.51	8.46	8.41	8.36	8.31	8.26	8.26	8.26		
5	1	6.62	6.52	6.43	6.33	6.28	6.23	6.18	6.12	6.07	6.02	6.02	6.02		
6	1	5.46	5.37	5.27	5.17	5.12	5.07	5.01	4.96	4.90	4.85	4.85	4.85		
7	1	4.76	4.67	4.57	4.47	4.42	4.36	4.31	4.25	4.20	4.14	4.14	4.14		
8	1	4.30	4.20	4.10	4.00	3.95	3.89	3.84	3.78	3.73	3.67	3.67	3.67		
9	1	3.96	3.87	3.77	3.67	3.61	3.56	3.51	3.45	3.39	3.33	3.33	3.33		
10	1	3.72	3.62	3.52	3.42	3.37	3.31	3.26	3.20	3.14	3.08	3.08	3.08		
11	1	3.53	3.43	3.33	3.23	3.17	3.12	3.06	3.00	2.94	2.88	2.88	2.88		
12	1	3.37	3.28	3.18	3.07	3.02	2.96	2.91	2.85	2.79	2.72	2.72	2.72		
13	1	3.25	3.15	3.05	2.95	2.89	2.84	2.78	2.72	2.66	2.60	2.60	2.60		
14	1	3.15	3.05	2.95	2.84	2.79	2.73	2.67	2.61	2.55	2.49	2.49	2.49		
15	1	3.06	2.96	2.86	2.76	2.70	2.64	2.59	2.52	2.46	2.40	2.40	2.40		
16	1	2.99	2.89	2.79	2.68	2.63	2.57	2.51	2.45	2.38	2.32	2.32	2.32		
17	1	2.92	2.82	2.72	2.62	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.25	2.25	2.25		
18	1	2.87	2.77	2.67	2.56	2.50	2.44	2.38	2.32	2.26	2.19	2.19	2.19		
19	1	2.82	2.72	2.62	2.51	2.45	2.39	2.33	2.27	2.20	2.13	2.13	2.13		
20	1	2.77	2.68	2.57	2.46	2.41	2.35	2.29	2.22	2.16	2.09	2.09	2.09		
21	1	2.73	2.64	2.53	2.42	2.37	2.31	2.25	2.18	2.11	2.04	2.04	2.04		
22	1	2.70	2.60	2.50	2.39	2.33	2.27	2.21	2.14	2.08	2.00	2.00	2.00		
23	1	2.67	2.57	2.47	2.36	2.30	2.24	2.18	2.11	2.04	1.97	1.97	1.97		
24	1	2.64	2.54	2.44	2.33	2.27	2.21	2.15	2.08	2.01	1.94	1.94	1.94		
25	1	2.61	2.51	2.41	2.30	2.24	2.18	2.12	2.05	1.98	1.91	1.91	1.91		
26	1	2.59	2.49	2.39	2.28	2.22	2.16	2.09	2.03	1.95	1.88	1.88	1.88		
27	1	2.57	2.47	2.36	2.25	2.19	2.13	2.07	2.00	1.93	1.85	1.85	1.85		
28	1	2.55	2.45	2.34	2.23	2.17	2.11	2.05	1.98	1.91	1.83	1.83	1.83		
29	1	2.53	2.43	2.32	2.21	2.15	2.09	2.03	1.96	1.89	1.81	1.81	1.81		
30	1	2.51	2.41	2.31	2.20	2.14	2.07	2.01	1.94	1.87	1.79	1.79	1.79		
40	1	2.39	2.29	2.18	2.07	2.01	1.94	1.88	1.80	1.72	1.64	1.64	1.64		
60	1	2.27	2.17	2.06	1.94	1.88	1.82	1.74	1.67	1.58	1.48	1.48	1.48		
120	1	2.16	2.05	1.94	1.82	1.76	1.69	1.61	1.53	1.43	1.31	1.31	1.31		
∞	1	2.05	1.94	1.83	1.71	1.64	1.57	1.48	1.39	1.27	1.00	1.00	1.00		

DENOMINATOR DEGREES OF FREEDOM

Source: From M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F)-distribution," *Biometrika*, 1943, 31, 73-88. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

TABLE 6 Critical Values for the F Statistic: F_{α}



ν_2	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	∞
1	4.052	4.999.5	5.403	5.625	5.764	5.859	5.928	5.982	6.022	6.066
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39	99.40
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35	27.28
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.58
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.10
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.92
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.66
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.85
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.29
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.88
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.57
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.33
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.13
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.97
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.83
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.72
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.62
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.54
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.46
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.40
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.34
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.29
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.24
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.20
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.16
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.12
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.09
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	3.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.83
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	2.66
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56	2.50
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41	2.35

ν_1	NUMERATOR DEGREES OF FREEDOM									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6.056	6.106	6.157	6.209	6.235	6.261	6.287	6.313	6.339	6.366
2	99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50
3	27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13
4	14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46
5	10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02
6	7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88
7	6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65
8	5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86
9	5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31
10	4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91
11	4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60
12	4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36
13	4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17
14	3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00
15	3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87
16	3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75
17	3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65
18	3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57
19	3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49
20	3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42
21	3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36
22	3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31
23	3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26
24	3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21
25	3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17
26	3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13
27	3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10
28	3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06
29	3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03
30	2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01
40	2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80
60	2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60
120	2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38
∞	2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00

Source: From M. Merrington and C. M. Thompson, "Tables of percentage points of the inverted beta (F')-distribution," *Biometrika*, 1943, 31, 73-88. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

TABLE 7 Random Numbers

ROW	COLUMN													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	10480	15011	01336	02011	81647	91646	69179	14194	62590	36207	20699	99570	91291	90700
2	22368	46573	25595	83393	30995	89198	27982	53402	93365	34095	52666	19174	39615	99505
3	42130	48360	22527	97265	76393	64809	15179	24830	19635	32081	19635	74917	97758	58629
4	21677	93093	06243	61680	07856	16376	39440	53537	71341	57004	00849	74917	97758	16379
5	37570	39975	81837	16656	06121	91782	60468	81305	49684	60672	14110	00927	01263	54613
6	77921	06907	11008	42751	27756	53498	18602	70659	90655	15053	21916	44394	42880	47880
7	99562	72905	56420	69994	98872	31016	17194	48738	44013	48440	63213	21069	10634	12952
8	96301	91977	05463	07972	18876	20922	94595	56869	69014	60045	18425	84903	42308	32307
9	89579	13442	63661	18038	17453	18103	57740	84378	25311	12568	58678	44947	05585	56941
10	85475	36857	53342	53988	53060	59533	38867	62300	08158	17983	16439	11458	18593	64952
11	28918	69578	88231	33276	70997	79936	56665	05859	90106	31595	01547	85590	91610	78188
12	63553	40961	48235	03427	49626	69445	18663	72695	52180	20847	12234	90511	33703	90322
13	10365	61129	87529	86689	48237	52267	67869	17617	30015	08272	85141	27156	30613	74952
14	10365	61129	87529	86689	48237	52267	67869	17617	30015	08272	85141	27156	30613	74952

TABLE 7 (Continued)

ROW	COLUMN													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
36	91576	42598	27958	30134	04024	86385	29880	99730	55536	84855	29080	09250	79656	73211
37	17955	56349	90999	49127	20044	59931	06115	18059	20542	83517	83032	36103	42791	87338
38	46503	18584	18845	46188	02304	51038	20655	58727	28168	15405	33389	20562	87338	42791
39	92157	89634	94824	78171	84610	82834	09922	25417	44137	48413	25555	21246	35509	20468
40	14577	62765	35605	81263	39667	47358	56873	61607	49518	89656	20103	77490	18062	87338
41	98427	07523	33362	64270	01638	92477	66669	98420	04880	45585	46565	04102	46880	45709
42	34914	63976	88720	82765	34476	17032	87589	40836	32427	70002	70663	88863	77775	69348
43	70060	28277	39475	46473	23219	53416	94970	25832	69975	94884	19661	72828	00102	66794
44	53976	54914	06990	62745	68350	82948	11398	42878	69975	94884	19661	72828	00102	66794
45	76072	29515	40980	07391	58745	25774	22987	80059	39911	96189	41151	14222	60697	97809
46	90725	52210	83974	29992	65831	38857	50490	83765	55657	14361	31720	57375	56228	41546
47	64364	67412	33339	31926	14883	24413	59744	92351	97473	92866	33931	04110	23726	51900
48	08962	00358	31662	25388	61642	34072	81249	35648	56891	69352	43733	45578	78547	81788
49	95012	68379	93526	70765	10592	04542	76463	54328	02349	17247	28865	14777	62730	92277
50	15664	10493	20492	38391	91132	21999	59516	81652	27195	48223	46751	22923	32261	85653
51	16408	81899	04153	53381	79401	21438	83035	92350	36693	31238	59649	91754	72772	02338
52	18629	81953	05520	91962	04739	13092	97662	24822	94730	06496	35090	04822	86774	98289
53	73115	35101	47498	87637	99016	71060	88824	18703	18753	20286	22153	72924	35165	43040
54	57491	16703	23167	49323	45021	12544	10305	80780	45393	44812	12515	98931	91202	25499
55	30405	83946	23792	14422	15059	45799	22716	19792	09983	74353	68668	30429	70735	25499
56	16631	53006	98275	89000	98275	32388	16815	69298	82732	38480	73817	32523	41961	44437
57	96773	20206	42559	78985	05300	22164	24369	54224	35083	19687	11052	60383	19746	58289
58	38935	64202	14349	82674	66523	44133	00697	35552	35970	19124	63318	29866	03387	59846
59	31624	76384	17403	53363	44167	64486	64758	75366	76554	31601	12614	33072	60332	92325
60	78919	19474	23632	27889	47914	02584	37680	20801	72152	39339	34806	88930	85001	87820
61	03931	33309	57047	74211	63445	17361	62825	39908	05607	91284	68833	25570	38818	46920
62	74426	33278	43972	10119	89917	15665	52872	73823	73144	88662	88970	74492	51805	99378
63	09066	00903	20795	95452	92648	04508	20979	64535	31555	86064	29472	47689	05974	16834
64	42238	12426	87025	14267	20979	04508	20979	64535	31555	86064	29472	47689	05974	16834
65	16153	08002	26504	41744	81959	65642	74240	56302	00033	67107	77510	70625	28725	34191
66	21457	40742	29820	29400	21840	15035	34537	33310	06116	06116	06116	15957	16572	06004
67	21581	57802	02050	89728	17937	37621	47075	42080	97403	48626	43805	33386	21597	25252
68	55612	78095	83197	33732	05810	24813	87022	60397	16489	16489	02264	42786	05269	92532
69	44657	66999	99324	51281	84463	60563	79312	93454	68876	25471	93911	25650	12682	75722

(continued)

TABLE 7 Continued

ROW	COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
70	91340	84979	46949	81973	37949	61023	43997	15263	80644	43942	89203	71795	99533	50501	50501
71	91227	21199	31935	27022	84067	05462	35216	14486	29891	68607	41867	14951	91696	85065	85065
72	50001	38140	66321	19924	72163	09538	12151	06878	19103	34405	56087	82790	70925	70925	70925
73	65390	05224	72958	28609	81406	25549	48542	42627	45233	57202	94617	23772	07896	34925	07896
74	27504	96131	83944	41575	10573	08619	64482	73923	36152	05184	94142	25299	84387	34925	07896
75	37169	94851	39117	89632	00959	16487	65536	49071	39782	17095	02330	74301	00275	48280	48280
76	11508	70225	51111	38351	19444	66499	05422	78675	84081	86998	93654	59894	59894	59894	59894
77	37449	30362	06694	54690	04052	53115	62757	95348	78662	11163	81651	50245	34971	52924	52924
78	46515	70331	85922	38329	57015	15765	97161	17869	45349	61796	66345	81073	49106	79860	79860
79	30986	81223	42416	58353	21532	30502	86482	05174	07901	54339	58861	74818	46942	46942	46942
80	63798	64995	46583	09785	44160	78128	83991	42865	92520	80377	35909	81250	54238	54238	54238
81	82486	84846	99254	67632	43218	50076	21361	64816	51202	88124	41870	52689	51275	83556	83556
82	21885	32906	92431	09060	64297	51674	64126	62570	26123	05155	59194	52799	28225	85762	85762
83	60336	98782	07408	53458	13564	59089	26445	29789	85205	41001	12535	12133	14645	23541	23541
84	43937	46891	24010	25560	86355	33941	25786	54990	71899	15475	95434	98227	21824	19585	19585
85	97656	63175	89303	16275	07100	92063	21942	18611	47348	20203	18534	03862	78095	50136	50136
86	03299	01221	05418	38982	55758	92237	26759	86367	21216	98442	08303	56613	91511	75928	75928
87	79626	06486	03574	17668	07785	76020	79924	25651	83325	88428	85076	72811	22717	50585	50585
88	85636	68335	47539	03129	65651	11977	02510	26113	99447	68645	34327	15152	55230	93448	93448
89	18039	14367	61337	06177	12143	46609	32989	74014	67408	00533	35398	58408	13261	47908	47908
90	08362	15656	06627	36478	65648	16764	53412	09013	67832	41574	17639	82163	60859	75567	75567
91	79556	29068	04142	16268	15387	12856	66227	38358	22478	73373	88732	09443	82558	05250	05250
92	92608	82674	27072	32534	17075	27698	98204	63863	11951	34648	88022	56148	34925	57031	57031
93	23982	25835	40055	67006	02753	14827	23235	35071	99704	37543	70426	11601	35503	85171	85171
94	09915	96306	05908	97901	28395	14186	00821	80703	70527	75647	76310	88717	37890	40129	40129
95	59037	33300	26695	62247	69927	76123	50842	43834	86654	70959	79725	93872	28117	19233	19233
96	42488	78077	69882	61657	34136	79180	97526	43092	04098	73571	80799	76536	71255	64239	64239
97	46764	86273	63003	93017	31204	36692	40202	35275	36600	78406	06216	95787	42579	90730	90730
98	03237	45430	55417	63282	90816	17349	88298	90183	37606	55543	53203	18098	47625	88684	88684
99	86591	81482	52667	61582	14972	90053	89534	76036	49199	62738	97548	04379	46370	28672	28672
100	38534	01715	94964	87288	87288	65680	43772	39560	12918	86537	19636	51132	25739	56947	56947

Source: Abridged from W. H. Beyer (ed.), *CRC Standard Mathematical Tables*, 24th edition, Cleveland: The Chemical Rubber Company, 1976.

TABLE 8 Critical Values for the Durbin-Watson d Statistic ($\alpha = .05$)

n	$k = 1$		$k = 2$		$k = 3$		$k = 4$		$k = 5$	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
15	1.08	1.36	.95	1.54	.82	1.75	.69	1.97	.56	2.21
16	1.10	1.37	.98	1.54	.86	1.73	.74	1.93	.62	2.15
17	1.13	1.38	1.02	1.54	.90	1.71	.78	1.90	.67	2.10
18	1.16	1.39	1.05	1.53	.93	1.69	.82	1.87	.71	2.06
19	1.18	1.40	1.08	1.53	.97	1.68	.86	1.85	.75	2.02
20	1.20	1.41	1.10	1.54	1.00	1.68	.90	1.83	.79	1.99
21	1.22	1.42	1.13	1.54	1.03	1.67	.93	1.81	.83	1.96
22	1.24	1.43	1.15	1.54	1.05	1.66	.96	1.80	.86	1.94
23	1.26	1.44	1.17	1.54	1.08	1.66	.99	1.79	.90	1.92
24	1.27	1.45	1.19	1.55	1.10	1.66	1.01	1.78	.93	1.90
25	1.29	1.45	1.21	1.55	1.12	1.66	1.04	1.77	.95	1.89
26	1.30	1.46	1.22	1.55	1.14	1.65	1.06	1.76	.98	1.88
27	1.32	1.47	1.24	1.56	1.16	1.65	1.08	1.76	1.01	1.86
28	1.33	1.48	1.26	1.56	1.18	1.65	1.10	1.75	1.03	1.85
29	1.34	1.48	1.28	1.56	1.20	1.65	1.12	1.74	1.05	1.84
30	1.35	1.49	1.28	1.57	1.21	1.65	1.14	1.74	1.07	1.83
31	1.36	1.50	1.30	1.57	1.23	1.65	1.16	1.74	1.09	1.83
32	1.37	1.50	1.31	1.57	1.24	1.65	1.18	1.73	1.11	1.82
33	1.38	1.51	1.32	1.58	1.26	1.65	1.19	1.73	1.13	1.81
34	1.39	1.51	1.33	1.58	1.27	1.65	1.21	1.73	1.15	1.81
35	1.40	1.52	1.34	1.58	1.28	1.65	1.22	1.73	1.16	1.80
36	1.41	1.52	1.35	1.59	1.29	1.65	1.24	1.73	1.18	1.80
37	1.42	1.53	1.36	1.59	1.31	1.66	1.25	1.72	1.19	1.80
38	1.43	1.54	1.37	1.59	1.32	1.66	1.26	1.72	1.21	1.79
39	1.43	1.54	1.38	1.60	1.33	1.66	1.27	1.72	1.22	1.79
40	1.44	1.54	1.39	1.60	1.34	1.66	1.29	1.72	1.23	1.79
45	1.48	1.57	1.43	1.62	1.38	1.67	1.34	1.72	1.29	1.78
50	1.50	1.59	1.46	1.63	1.42	1.67	1.38	1.72	1.34	1.77
55	1.53	1.60	1.49	1.64	1.45	1.68	1.41	1.72	1.38	1.77
60	1.55	1.62	1.51	1.65	1.48	1.69	1.44	1.73	1.41	1.77
65	1.57	1.63	1.54	1.66	1.50	1.70	1.47	1.73	1.44	1.77
70	1.58	1.64	1.55	1.67	1.52	1.70	1.49	1.74	1.46	1.77
75	1.60	1.65	1.57	1.68	1.54	1.71	1.51	1.74	1.49	1.77
80	1.61	1.66	1.59	1.69	1.56	1.72	1.53	1.74	1.51	1.77
85	1.62	1.67	1.60	1.70	1.57	1.72	1.55	1.75	1.52	1.77
90	1.63	1.68	1.61	1.70	1.59	1.73	1.57	1.75	1.54	1.78
95	1.64	1.69	1.62	1.71	1.60	1.73	1.58	1.75	1.56	1.78
100	1.65	1.69	1.63	1.72	1.61	1.74	1.59	1.76	1.57	1.78

Source: From J. Durbin and G. S. Watson, "Testing for serial correlation in least squares regression, II," *Biometrika*, 1951, 30, 159-178. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

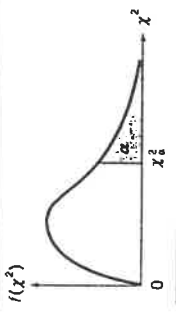


TABLE 9 Critical Values for the Durbin-Watson *d* Statistic ($\alpha = .01$)

<i>n</i>	<i>k</i> = 1		<i>k</i> = 2		<i>k</i> = 3		<i>k</i> = 4		<i>k</i> = 5	
	<i>d</i> _L	<i>d</i> _U	<i>d</i> _L	<i>d</i> _U	<i>d</i> _L	<i>d</i> _U	<i>d</i> _L	<i>d</i> _U	<i>d</i> _L	<i>d</i> _U
15	.81	1.07	.70	1.25	.59	1.46	.49	1.70	.39	1.96
16	.84	1.09	.74	1.25	.63	1.44	.53	1.66	.44	1.90
17	.87	1.10	.77	1.25	.67	1.43	.57	1.63	.48	1.85
18	.90	1.12	.80	1.26	.71	1.42	.61	1.60	.52	1.80
19	.93	1.13	.83	1.26	.74	1.41	.65	1.58	.56	1.77
20	.95	1.15	.86	1.27	.77	1.41	.68	1.57	.60	1.74
21	.97	1.16	.89	1.27	.80	1.41	.72	1.55	.63	1.71
22	1.00	1.17	.91	1.28	.83	1.40	.75	1.54	.66	1.69
23	1.02	1.19	.94	1.29	.86	1.40	.77	1.53	.70	1.67
24	1.04	1.20	.96	1.30	.88	1.41	.80	1.53	.72	1.66
25	1.05	1.21	.98	1.30	.90	1.41	.83	1.52	.75	1.65
26	1.07	1.22	1.00	1.31	.93	1.41	.85	1.52	.78	1.64
27	1.09	1.23	1.02	1.32	.95	1.41	.88	1.51	.81	1.63
28	1.10	1.24	1.04	1.32	.97	1.41	.90	1.51	.83	1.62
29	1.12	1.25	1.05	1.33	.99	1.42	.92	1.51	.85	1.61
30	1.13	1.26	1.07	1.34	1.01	1.42	.94	1.51	.88	1.61
31	1.15	1.27	1.08	1.34	1.02	1.42	.96	1.51	.90	1.60
32	1.16	1.28	1.10	1.35	1.04	1.43	.98	1.51	.92	1.60
33	1.17	1.29	1.11	1.36	1.05	1.43	1.00	1.51	.94	1.59
34	1.18	1.30	1.13	1.36	1.07	1.43	1.01	1.51	.95	1.59
35	1.19	1.31	1.14	1.37	1.08	1.44	1.03	1.51	.97	1.59
36	1.21	1.32	1.15	1.38	1.10	1.44	1.04	1.51	.99	1.59
37	1.22	1.32	1.16	1.38	1.11	1.45	1.06	1.51	1.00	1.59
38	1.23	1.33	1.18	1.39	1.12	1.45	1.07	1.52	1.02	1.58
39	1.24	1.34	1.19	1.39	1.14	1.45	1.09	1.52	1.03	1.58
40	1.25	1.34	1.20	1.40	1.15	1.46	1.10	1.52	1.05	1.58
45	1.29	1.38	1.24	1.42	1.20	1.48	1.16	1.53	1.11	1.58
50	1.32	1.40	1.28	1.45	1.24	1.49	1.20	1.54	1.16	1.59
55	1.36	1.43	1.32	1.47	1.28	1.51	1.25	1.55	1.21	1.59
60	1.38	1.45	1.35	1.48	1.32	1.52	1.28	1.56	1.25	1.60
65	1.41	1.47	1.38	1.50	1.35	1.53	1.31	1.57	1.28	1.61
70	1.43	1.49	1.40	1.52	1.37	1.55	1.34	1.58	1.31	1.61
75	1.45	1.50	1.42	1.53	1.39	1.56	1.37	1.59	1.34	1.62
80	1.47	1.52	1.44	1.54	1.42	1.57	1.39	1.60	1.36	1.62
85	1.48	1.53	1.46	1.55	1.43	1.58	1.41	1.60	1.39	1.63
90	1.50	1.54	1.47	1.56	1.45	1.59	1.43	1.61	1.41	1.64
95	1.51	1.55	1.49	1.57	1.47	1.60	1.45	1.62	1.42	1.64
100	1.52	1.56	1.50	1.58	1.48	1.60	1.46	1.63	1.44	1.65

Source: From J. Durbin and G. S. Watson, "Testing for serial correlation in least squares regression. II," *Biometrika*, 1951, 30, 159-178. Reproduced by permission of the Biometrika Trustees.

DEGREES OF FREEDOM	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.85}$	$\chi^2_{.80}$	$\chi^2_{.75}$	$\chi^2_{.70}$	$\chi^2_{.65}$	$\chi^2_{.60}$	$\chi^2_{.55}$	$\chi^2_{.50}$
1	.000393	.0001571	.0009821	.000821	.0039321	.0157908					
2	.0100251	.0201007	.0506356	.02587	.102587	.210720					
3	.0717212	.114832	.215795	.151846	.351846	.584375					
4	.206990	.297110	.484419	.3710721	.710721	1.063623					
5	.411740	.554300	.831211	1.145476	1.61031	2.20413					
6	.675727	.872085	1.237347	1.63539	2.20413	2.83311					
7	.989265	1.239043	1.68987	2.16735	2.83311	3.48954					
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	3.48954	4.16816					
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	4.16816	4.86518					
10	2.15585	2.55821	3.24697	3.94030	4.86518	5.57779					
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	5.57779	6.30380					
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	6.30380	7.04150					
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	7.04150	7.78953					
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	7.78953	8.54675					
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	8.54675	9.31223					
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	9.31223	10.0852					
17	5.69724	6.40776	7.56418	8.67176	10.0852	10.8649					
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	10.8649	11.6509					
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	11.6509	12.4426					
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	12.4426	13.2396					
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	13.2396	14.0415					
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	14.0415	14.8479					
23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	14.8479	15.6587					
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	15.6587	16.4734					
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	16.4734	17.2919					
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	17.2919	18.1138					
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	18.1138	18.9392					
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	18.9392	19.7677					
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	19.7677	20.5992					
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	20.5992	21.4335					
40	20.7065	22.1643	24.4311	26.5093	29.0505	34.7642					
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	37.6886	46.4589					
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	46.4589	55.3290					
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	55.3290	64.2778					
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	64.2778	73.2912					
90	59.1963	61.7541	65.6466	69.1260	73.2912	82.3581					
100	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	82.3581	92.3086					
150	109.142	112.668	117.985	122.692	128.275	174.835					
200	152.241	156.432	162.728	168.279	174.835	269.068					
300	240.663	245.972	253.912	260.878	269.068	364.207					
400	330.903	337.155	346.482	354.641	364.207	459.926					
500	422.303	429.388	439.936	449.147	459.926						

(continued)

TABLE 10 Continued

DEGREES OF FREEDOM	$\chi^2_{.90}$	$\chi^2_{.80}$	$\chi^2_{.70}$	$\chi^2_{.60}$	$\chi^2_{.50}$	$\chi^2_{.40}$	$\chi^2_{.30}$	$\chi^2_{.20}$	$\chi^2_{.10}$
1	2.70554	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944				
2	4.60517	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966				
3	6.25139	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381				
4	7.77944	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602				
5	9.23635	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496				
6	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476				
7	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777				
8	13.3616	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550				
9	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893				
10	15.9871	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882				
11	17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569				
12	18.5494	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995				
13	19.8119	22.3621	24.7356	27.6883	29.8194				
14	21.0642	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193				
15	22.3072	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013				
16	23.5418	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672				
17	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185				
18	25.9894	28.8693	31.5264	34.8053	37.1564				
19	27.2036	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822				
20	28.4120	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968				
21	29.6151	32.6705	35.4789	38.9321	41.4010				
22	30.8133	33.9244	36.7807	40.2894	42.7956				
23	32.0069	35.1725	38.0757	41.6384	44.1813				
24	33.1963	36.4151	39.3641	42.9798	45.5585				
25	34.3816	37.6525	40.6465	44.3141	46.9278				
26	35.5631	38.8852	41.9232	45.6417	48.2899				
27	36.7412	40.1133	43.1944	46.9630	49.6449				
28	37.9159	41.3372	44.4607	48.2782	50.9933				
29	39.0875	42.5569	45.7222	49.5879	52.3356				
30	40.2560	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720				
40	51.8050	55.7585	59.3417	63.6907	66.7659				
50	63.1671	67.5048	71.4202	76.1539	79.4900				
60	74.3970	79.0819	83.2976	88.3794	91.9517				
70	85.5271	90.5312	95.0231	100.425	104.215				
80	96.5782	101.879	106.629	112.329	116.321				
90	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299				
100	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169				
150	172.581	179.581	185.800	193.208	198.360				
200	226.021	233.994	241.058	249.445	255.264				
300	331.789	341.395	349.874	359.906	366.844				
400	436.649	447.632	457.305	468.724	476.606				
500	540.930	553.127	563.652	576.493	585.207				

Source: From C. M. Thompson, "Tables of the Percentage Points of the χ^2 Distribution," Biometrika, 1941, Vol. 32, pp. 188-199. Reproduced by permission of the Biometrika trustees.

TABLE 11 Percentage Points of the Studentized Range $q(p, \nu)$, Upper 5%

ν	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17.97	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64
∞	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55

(continued)

TABLE 11 Continued

p	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56
2	14.75	15.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.37	16.57	16.77
3	9.95	10.15	10.35	10.52	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24
4	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59
7	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03
15	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96
16	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84
18	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
20	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71
24	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59
30	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47
40	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
60	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	4.71	4.78	4.84	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
∞	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01

Source: *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. 1, 3rd ed., edited by E. S. Pearson and H. O. Hartley (Cambridge University Press, 1966). Reproduced by permission of Professor E. S. Pearson and the Biometrika Trustees.

TABLE 12 Percentage Points of the Studentized Range $q(p, v)$, Upper 1%

p	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	5.70	6.98	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	4.75	5.64	6.20	6.62	6.96	7.24	7.47	7.68	7.86	8.03
9	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.33	7.49	7.65
10	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	4.39	5.15	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	4.32	5.05	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	4.17	4.84	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	4.13	4.79	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46
17	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	3.96	4.55	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.26	5.39	5.50	5.60	5.69
60	3.76	4.28	4.59	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	3.70	4.20	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.37
∞	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

(continued)

TABLE 12 Continued

ν	P	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		260.0	266.2	271.8	277.0	281.8	286.3	290.0	294.3	298.0
2		33.40	34.13	34.81	35.43	36.00	36.53	37.03	37.50	37.95
3		17.53	17.89	18.22	18.52	18.81	19.07	19.32	19.55	19.77
4		12.84	13.09	13.32	13.53	13.73	13.91	14.08	14.24	14.40
5		10.70	10.89	11.08	11.24	11.40	11.55	11.68	11.81	11.93
6		9.48	9.65	9.81	9.95	10.08	10.21	10.32	10.43	10.54
7		8.71	8.86	9.00	9.12	9.24	9.35	9.46	9.55	9.65
8		8.18	8.31	8.44	8.55	8.66	8.76	8.85	8.94	9.03
9		7.78	7.91	8.03	8.13	8.23	8.33	8.41	8.49	8.57
10		7.49	7.60	7.71	7.81	7.91	7.99	8.08	8.15	8.23
11		7.25	7.36	7.46	7.56	7.65	7.73	7.81	7.88	7.95
12		7.06	7.17	7.26	7.36	7.44	7.52	7.59	7.66	7.73
13		6.90	7.01	7.10	7.19	7.27	7.35	7.42	7.48	7.55
14		6.77	6.87	6.96	7.05	7.13	7.20	7.27	7.33	7.39
15		6.66	6.76	6.84	6.93	7.00	7.07	7.14	7.20	7.26
16		6.56	6.66	6.74	6.82	6.90	6.97	7.03	7.09	7.15
17		6.48	6.57	6.66	6.73	6.81	6.87	6.94	7.00	7.05
18		6.41	6.50	6.58	6.65	6.72	6.79	6.85	6.91	6.97
19		6.34	6.43	6.51	6.58	6.65	6.72	6.78	6.84	6.89
20		6.28	6.37	6.45	6.52	6.59	6.65	6.71	6.77	6.82
24		6.11	6.19	6.26	6.33	6.39	6.45	6.51	6.56	6.61
30		5.93	6.01	6.08	6.14	6.20	6.26	6.31	6.36	6.41
40		5.76	5.83	5.90	5.96	6.02	6.07	6.12	6.16	6.21
60		5.60	5.67	5.73	5.78	5.84	5.89	5.93	5.97	6.01
120		5.44	5.50	5.56	5.61	5.66	5.71	5.75	5.79	5.83
∞		5.29	5.35	5.40	5.45	5.49	5.54	5.57	5.61	5.65

Source: Biometrika Tables for Statisticians, Vol. 1, 3rd ed., edited by E. S. Pearson and H. O. Hartley (Cambridge University Press, 1966). Reproduced by permission of Professor E. S. Pearson and the Biometrika Trustees.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. ΙΜ ΦΡΑΝΤΕΣΚΑΚΗΣ, Μ.Χ ΠΤΣΙΑΒΑ – ΛΑΤΙΝΟΠΟΥΛΟΥ, Δ.Α ΤΣΑΜΠΟΥΛΑΣ, **ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ**, ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, ΑΘΗΝΑ 1997.
2. ΙΜ ΦΡΑΝΤΕΣΚΑΚΗΣ, Γ.Α ΠΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ, **ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ - ΤΟΜΟΣ 1**, ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1986.
3. Γ. ΚΟΚΟΛΑΚΗΣ, Ι ΣΠΗΛΩΤΗΣ, **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ**, ΣΥΜΕΩΝ, ΑΘΗΝΑ 1991.
4. Π.Α ΚΙΟΧΟΣ, **ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ**, INTERBOOKS, ΑΘΗΝΑ 1993.
5. Δ.Α ΞΗΡΟΚΩΣΤΑ, **ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΑ – ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΘΕΩΡΙΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ, ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ**, ΑΘΗΝΑ 1991.
6. W. MENDENHAL, T. SINCICH, **A SECOND COURSE IN STATISTICS – REGRESSION ANALYSIS**, PRENTICE HALL, NEW JERSEY 1996.
7. Ι ΓΚΟΛΙΑΣ, **ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΡΟΗΣ**, σημειώσεις για το μάθημα Κυκλοφοριακή Τεχνική Ι, ΑΘΗΝΑ 1996.
8. **TRANSYT – 7F USERS MANUAL**, UNIVERSITY OF FLORIDA, TRANSPORTATION RESEARCH CENTER, GAINESVILLE, FLORIDA, REVISED, FEBRUARY 1983.
9. **HIGHWAY CAPACITY MANUAL**, SPECIAL REPORT 209, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON D.C., 1985, chapters 9, 10, 11, 12.
10. **(25) TRANSPORTATION RESEARCH BOARD URBAN TRANSPORT – PUBLIC TRANSPORT PRIORITIZATION**.
11. **GUIDELINE FOR THE LOCATION AND DESIGN OF BUS STOPS**, TCRP REPORT 19, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON D.C.
12. E.A DEAKIN, A. SKARBADONIS, A.D MAY, **TRAFFIC SIGNAL TIMING AS A TRANSPORTATION SYSTEM MANAGEMENT MEASURE : THE CALIFORNIA EXPERIENCE**, TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1091, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON D.C., pp 59–64.
13. B.M CHARD, C.J LINES, **TRANSYT – THE LATEST DEVELOPMENTS**, TRAFFIC ENGINEERING AND CONTROL, JULY / AUGUST 1987, pp 387–390.
14. S. YAGAR, **EFFICIENT TRANSYT PRIORITY AT INTERSECTIONS**, TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1390, TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, WASHINGTON D.C., pp 10–15.
15. P. YOYCE, S. YAGAR, **AN APPLICATION OF TRANSYT FOR MIXED CAR / STREETCAR OPERATION**, TRANSPORTATION RESEARCH – A, vol 24A, No 2, 1990, pp 79–86.
16. P. YOYCE, S. YAGAR, **REPRESENTING STOCHASTIC TRANSYT DWELL TIMES IN TRAFFIC SIGNAL OPTIMIZATION**, TRANSPORTATION RESEARCH – A, vol 24A, No 2, 1990, pp 87–98.

17. A.G.R. BULLEN , **EFFECTS OF ACTUATED SIGNAL SETTINGS AND DETECTOR PLACEMENT ON VEHICLE DELAY** , TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1244 , TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , WASHINGTON D.C. , pp 32–38 .
18. J.A BONNESON , J.W FITTS , **TRAFFIC DATA COLLECTION USING VIDEO – BASED SYSTEMS** , TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1477 , TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , WASHINGTON D.C. , pp 31–39 .
19. R.J SALTER , J. SHAHI , **PREDICTION OF EFFECTES OF BUS PRIORITY SCHEMES BY USING COMPUTER SIMULATIO TECHNIQUES** , TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 790 , TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , WASHINGTON D.C. , pp 1–5 .
20. A.J RICHARDSON , K.W OGDEN , **EVALUATION OF ACTIVE BUS – PRIORITY SIGNALS** , TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 790 , TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , WASHINGTON D.C. , pp 5–12 .
21. A. SKABARDONIS , A.D MAY , **COMPERATIVE ANALYSIS OF COMPUTER MODELS FOR ARTERIAL SIGNAL TIMING** , TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1021 , TRANSPORTATION RESEARCH BOARD , WASHINGTON D.C. , pp 45–52 .
22. B. HAN , **OPTIMISING TRAFFIC SIGNAL SETTINGS FOR PERIODOS OF TIME – VARYING DEMAND** , TRANSPORTATION RESEARCH – A , vol 30A , No 3 , 1996 , pp 207–230 .
23. A. ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΣ , Ε. ΜΠΑΣΔΑΝΗ , **ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΜΑΖΙΚΗΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ** , ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ – Α , ΤΟΜΟΣ 4 , 1984 , σελ. 246–265 .
24. Θέματα φοιτητών 9^{ου} εξαμήνου, ακαδημαϊκού έτους 1998 – 1999 , για το μάθημα Διαχείριση Κυκλοφορίας και Οδική Ασφάλεια .
25. Έντυπα του Οργανισμού Αστικών Συγκοινωνιών της Αθήνας (ΟΑΣΑ) .