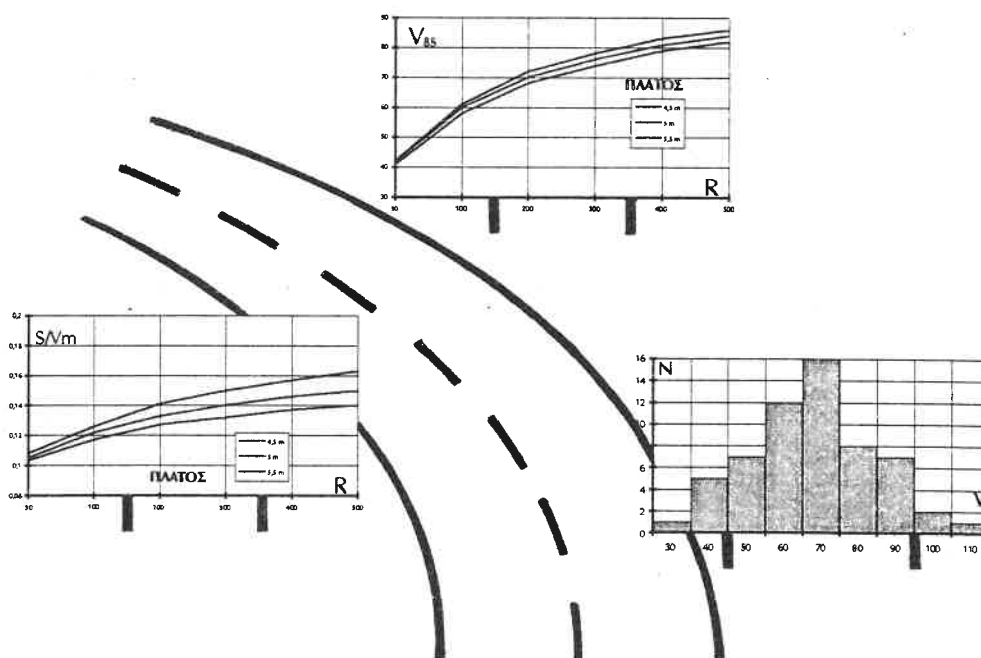


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΕΠΙΚ.ΚΑΘ. Ι.ΓΚΟΛΙΑΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΑ ΟΔΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

Διπλωματική Εργασία



Μάγδα Κοψιδάκη
Κωνσταντίνος Ευθυμίου

Αθήνα
Φεβρουάριος 1994

θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον Επικ. Καθηγητή κ. Ι. Γκόλια καταρχήν για την ανάθεση της διπλωματικής αυτής εργασίας, καθώς και για την ουσιαστική του καθοδήγηση και συμβολή. Επιπλέον ευχαριστούμε θερμά τον Επικ. Καθηγητή κ. Γ. Κανελλαΐδη, για την θετική συμβολή του καθ'όλη τη διάρκεια εκπόνησης του θέματος. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όσους εργάζονται στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής για την βοήθειά τους καθώς επίσης και όλους όσους συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην εκπόνηση αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

ΣΥΝΟΨΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	1
1.2	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
1.3	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	2
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	4
2.1	ΟΡΙΣΜΟΙ.....	4
2.1.1	Ταχύτητα Μελέτης V_e	4
2.1.2	Ταχύτητα V_{85}	5
2.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ V_e ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑ V_{85}	6
2.3	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ V_{85}	9
2.4	ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΑ ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ.....	16
2.5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	18
2.6	ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	22
3.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	26
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	26
3.2	ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	27
3.3	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ.....	28
3.3.1	Μήκος Καμπύλης.....	28
3.3.2	Μέτρηση κατά Μήκος Κλίσεων και Επικλίσεων.....	29
3.3.3	Διατομή της Οδού.....	29
3.3.4	Προσδιορισμός Ακτίνας Καμπύλης.....	30

4.	ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	32
4.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	32
4.2	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ.....	38
4.2.1	Πίνακας Κατανομής Συχνοτήτων.....	38
4.2.2	Μέση Τιμή.....	38
4.2.3	Τυπική Απόκλιση.....	39
4.2.4	Υπολογισμός Ταχύτητας V_{85}	39
5.	ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ V_{85} ΜΕ ΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ.....	41
5.1	ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	41
5.1.1	Πεδία Τιμών των Μεταβλητών.....	41
5.1.2	Ορισμοί Μεταβλητών.....	42
5.2	ΑΡΧΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ.....	45
5.2.1	Αρχικός Διαχωρισμός των Τμημάτων.....	45
5.2.2	Αποτελέσματα Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	51
5.2.3	Ανάλυση των Αποτελεσμάτων.....	56
5.3	ΤΕΛΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ.....	60
5.3.1	Σύγκριση Προτύπων Απλής Παλινδρόμησης.....	60
5.3.2	Αποτελέσματα Πολλαπλής μη Γραμμικής Παλινδρόμησης.....	71
5.4	ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	73
6.	ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ.....	85
6.1	ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	85
6.2	ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ.....	86
6.2.1	Συσχέτιση Μέσης Τιμής και Ταχύτητας V_{85}	86
6.2.2	Συσχέτιση Μέσης Τιμής και Τυπικής Απόκλισης.....	88
6.2.3	Συσχέτιση της Μέσης Τιμής της Ταχύτητας με τα Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά της Οδού.....	89

6.3	ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ.....	91
6.3.1	Συσχέτιση Τυπικής Απόκλισης και Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών.....	91
6.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	94
6.5	ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ.....	95
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	102
7.1	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	102
7.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	106
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	108
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	
A.	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ΚΑΙ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	111
A1	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΑΡΧΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	111
A2	ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ.....	113
B.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΜΕ ΤΟ ΤΕΣΤ χ^2	120
Γ.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ.....	131
Γ1	ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS.....	131
Γ2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ.....	136
Γ3	Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ REGRESSION ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ STATGRAPHICS.....	173
Γ4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΛΩΝ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ.....	175
Γ5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΤΕΛΙΚΟ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ.....	193

ΣΥΝΟΨΗ

Στην εργασία αυτή εξετάστηκε η σχέση μεταξύ των λειτουργικών ταχυτήτων και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών σε καμπύλα οδικά τμήματα υπεραστικών οδών με δύο λωρίδες κυκλοφορίας. Επίσης αναλύθηκε η μορφή της κατανομής των ταχυτήτων και εξετάστηκε η σχέση των παραμέτρων της κατανομής με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά. Η ανάλυση έγινε θεωρώντας χωριστά τις ταχύτητες που αναπτύσσονται στην εσωτερική και εξωτερική λωρίδα της καμπύλης καθώς επίσης και εκείνες που αναπτύσσονται σε λωρίδες με και χωρίς οριογραμμή.

ABSTRACT

In this diploma thesis the relation between operating speeds and various geometric design parameters on two-lane rural road curves was investigated. An analysis of the shape of the speed distribution and an investigation of the relation between the parameters of the speed distribution and various geometric design parameters were also carried out. The analysis distinguished between speeds on the inside and outside lane of the curve and between speeds on lanes with and without pavement edge.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία ασχολείται με τη διατύπωση σχέσεων μεταξύ της ταχύτητας και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού καθώς επίσης και με την ανάλυση της κατανομής των ταχυτήτων και την εύρεση της επίδρασης των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στις παραμέτρους της κατανομής. Τελικός στόχος είναι μέσω των σχέσεων αυτών να κατανοηθεί η επίδραση των διαφόρων παραμέτρων στην επιλογή της ταχύτητας που αναπτύσσει ο οδηγός και η γενικότερη ανάλυση της συμπεριφοράς του στα καμπύλα τμήματα των οδών.

Για την ανάλυση μετρήθηκαν οι ελεύθερες ταχύτητες επιβατικών οχημάτων σε καμπύλα τμήματα υπεραστικών οδών δύο λωρίδων κυκλοφορίας (μία ανά κατεύθυνση). Τα τμήματα που έγιναν οι μετρήσεις είναι συνολικά 192 και για τις δύο κατευθύνσεις. Από τη στατιστική επεξεργασία υπολογίστηκαν για κάθε τμήμα η μέση τιμή των ταχυτήτων, η τυπική απόκλιση και η ταχύτητα V_{85} .

Από τον έλεγχο των κατανομών με τη μέθοδο του χ^2 προέκυψε ότι σε ποσοστό 94,2% οι κατανομές ταχυτήτων των τμημάτων προσεγγίζονται ικανοποιητικά από την Κανονική κατανομή ενώ ένα εξίσου μεγάλο ποσοστό προσεγγίζεται από την Κανονική και Γάμμα κατανομή παράλληλα.

Για να ελεγχθεί το κατά πόσο η συμπεριφορά του οδηγού και η ταχύτητα που αναπτύσσει διαφέρουν όταν ο οδηγός κινείται στην εσωτερική λωρίδα των καμπύλων τμημάτων ή στην εξωτερική αποφασίστηκε ανάλογος διαχωρισμός των τμημάτων. Το παραπάνω σε συνδυασμό με το ότι σε πολλά καμπύλα τμήματα των Ελληνικών οδών δεν υπάρχει οριογραμμή (που χωρίζει τη λωρίδα κυκλοφορίας από το έρεισμα) θέμα το οποίο δεν έχει ερευνηθεί στο παρελθόν, οδήγησε σε περαιτέρω διαχωρισμό των τμημάτων ανάλογα με το αν έχουν ή όχι οριογραμμή. Αρχικά έγινε και διαχωρισμός των τμημάτων ανάλογα με την ορατότητα ο οποίος όμως τελικά απορρίφθηκε εξαιτίας της ισχυρής συσχέτισής της με την ακτίνα. Συνεπώς προέκυψαν 6 αρχεία και για το καθένα αναπτύχθηκαν εξισώσεις συσχέτισης της V_{85} με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της παλινδρόμησης. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν είναι η ακτίνα, η κατά μήκος κλίση, η επίκλιση, το πλάτος λωρίδας, το πλάτος

ερείσματος και το ολικό πλάτος (συνολικό πλάτος λωρίδας και ερείσματος).

Μετά τον έλεγχο διαφόρων μη γραμμικών και γραμμικών εξισώσεων προέκυψαν για κάθε αρχείο μη γραμμικές εξισώσεις της μορφής:

$$V_{85} = \frac{1}{b_0 + b_1 X_1 + \dots + b_K X_K}$$

όπου:

$X_1, \dots, X_K$: οι ανεξάρτητες μεταβλητές της εξίσωσης, που στην προκειμένη περίπτωση είναι τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού.

$b_0, b_1, \dots, b_K$: οι συντελεστές μερικής παλινδρόμησης.

Ανάλογες μη γραμμικές εξισώσεις διατυπώθηκαν για τη συσχέτιση της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης της ταχύτητας με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Επίσης βρέθηκε ότι υπάρχει πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση κυρίως μεταξύ της μέσης τιμής και της ταχύτητας V_{85} αλλά και μεταξύ της τυπικής απόκλισης και της μέσης τιμής των ταχυτήτων. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι σχέσεις μεταξύ μέσης τιμής, και ταχύτητας V_{85} που διατυπώθηκαν είναι ανάλογες με τη σχέση που διατυπώθηκε στην έρευνα του J. Mc Lean [5].

Τέλος, εξετάστηκε με τη βοήθεια διαγραμμάτων η επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στο συντελεστή διασποράς, ο οποίος εκφράζεται με το λόγο της τυπικής απόκλισης προς τη μέση τιμή.

Η ανάλυση και η επεξεργασία των σχέσεων και των διαγραμμάτων που προέκυψαν συνοψίζεται στα εξής βασικά συμπεράσματα:

- Η παράμετρος που εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβολής των τιμών της ταχύτητας V_{85} είναι η ρίζα του αντιστρόφου της ακτίνας της καμπύλης.

- Όταν τα οχήματα κινούνται στην εσωτερική λωρίδα των καμπύλων τμημάτων αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες από όταν κινούνται στην εξωτερική λωρίδα.
- Κατά την κίνηση ενός οχήματος σε καμπύλη που υπάρχει οριογραμμή η ταχύτητα που αναπτύσσεται εξαρτάται από την ακτίνα και από το ολικό πλάτος, ενώ όταν στην καμπύλη δεν υπάρχει οριογραμμή τότε η ταχύτητα εξαρτάται από την ακτίνα και από την επίκλιση.
- Η επιρροή του ολικού πλάτους και της επίκλισης στις ταχύτητες των οχημάτων που κινούνται στην εσωτερική λωρίδα της καμπύλης είναι εντονότερη από την αντίστοιχη επιρροή τους στις ταχύτητες που αναπτύσσουν τα οχήματα στην εξωτερική λωρίδα της καμπύλης. Γενικότερα, αύξηση των τιμών τους προκαλεί αύξηση στη V_{85} .
- Η αύξηση της μέσης τιμής των ταχυτήτων συνεπάγεται αύξηση της V_{85} και της τυπικής απόκλισης. Συνεπώς αύξηση των ταχυτήτων V_{85} συνεπάγεται αύξηση της τυπικής απόκλισης. Οπότε αφού η αύξηση των τιμών του ολικού πλάτους και της επίκλισης προκαλεί αύξηση της V_{85} , προκαλεί και αύξηση της διασποράς των ταχυτήτων.
- Λόγω της πολύ καλής σχέσης μεταξύ μέσης τιμής και V_{85} είναι δυνατή η πρόβλεψη της V_{85} από τη μέση τιμή των ταχυτήτων.
- Οι ικανοποιητικοί συντελεστές προσδιορισμού r^2 των εξισώσεων παλινδρόμησης που διατυπώθηκαν επιτρέπουν την ικανοποιητική πρόβλεψη της ταχύτητας V_{85} ενός καμπύλου τμήματος γνωρίζοντας μόνο τις τιμές των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του τμήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κατά το σχεδιασμό των υπεραστικών οδών τρεις είναι οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιούνται: ασφάλεια, οικονομία και αισθητική. Είναι όμως αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ενώ στα σχέδια και στις μελέτες οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται, η πραγματικότητα διαφέρει αρκετά από τις προβλέψεις και κυρίως όσον αφορά το θέμα της ασφάλειας. Το πρόβλημα των τροχαίων ατυχημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις υπεραστικές οδούς λόγω των οδυνηρών συνεπειών που έχουν. Οι προσπάθειες που γίνονται για τον εντοπισμό των αιτιών και την επίλυση του προβλήματος προσανατολίζονται κυρίως στη βελτίωση του σχεδιασμού της οδού.

Στις περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει ως βασική αιτία των ατυχημάτων αναφέρεται η ασυνέπεια των τιμών των γεωμετρικών χαρακτηριστικών μεταξύ δύο συνεχόμενων οδικών τμημάτων. Απότομες αλλαγές στις ακτίνες των καμπύλων ή μειώσεις του πλάτους της λωρίδας κυκλοφορίας προκαλούν έντονες μεταβολές των τιμών των ταχυτήτων. Οι απότομες αυτές μεταβολές των ταχυτήτων σύμφωνα με πολλούς ερευνητές είναι η βασική αιτία των ατυχημάτων. Συνεπώς βασική επιδίωξη είναι ο σχεδιασμός της οδού να είναι τέτοιος ώστε μεταξύ διαδοχικών τμημάτων να μην υπάρχουν ασυνέπειες των τιμών των γεωμετρικών χαρακτηριστικών.

Για την εύρεση ασυνεπειών κατά μήκος μιας οδού, ως οδηγός χρησιμοποιούνται οι λειτουργικές ταχύτητες των οχημάτων. Οπου υπάρχουν έντονες μεταβολές των ταχυτήτων αυτών, πιθανόν να υπάρχει ασυνέπεια του σχεδιασμού. Με τη λογική αυτή, όλες οι προσπάθειες προσανατολίζονται στην όσο το δυνατόν καλύτερη πρόβλεψη των λειτουργικών ταχυτήτων από τα χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος. Επίσης οι προσπάθειες που γίνονται αναφέρονται και στη μελέτη της συμπεριφοράς του οδηγού έτσι ώστε συνδυασμός των παραπάνω να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση των αιτιών των ατυχημάτων.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός αυτής της Διπλωματικής Εργασίας είναι να ερευνηθεί η οδική συμπεριφορά των Ελλήνων οδηγών σε καμπύλα οδικά τμήματα, δηλαδή ποια ταχύτητα αναπτύσσουν και ποιοι παράγοντες επιδρούν στην επιλογή της ταχύτητας αυτής.

Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητη η διατύπωση μαθηματικών σχέσεων που να παρέχουν τη δυνατότητα πρόβλεψης των ταχυτήτων από τα γεωμετρικά στοιχεία της οδού.

1.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο 1ο Κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στους στόχους της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Στο 2ο Κεφάλαιο περιγράφονται άλλες έρευνες που έχουν προηγηθεί και έχουν το ίδιο αντικείμενο.

Στο 3ο Κεφάλαιο αναπτύσσεται σύντομα η διαδικασία συλλογής των στοιχείων τα οποία λήφθηκαν από το Ερευνητικό Πρόγραμμα που διεξήχθη στον Τομέα Μεταφορών και Συγκ. Υποδομής του ΕΜΠ.

Στο 4ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάλυση που έγινε για τον προσδιορισμό της μορφής της κατανομής των ταχυτήτων.

Στο 5ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η διερεύνηση για τον υπολογισμό των μαθηματικών σχέσεων μεταξύ των λειτουργικών ταχυτήτων και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και αναφέρονται όλες οι σχέσεις που προέκυψαν.

Στο 6ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται η διερεύνηση για τον υπολογισμό μαθηματικών σχέσεων μεταξύ της μέσης τιμής των ταχυτήτων, της τυπικής απόκλισης και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών καθώς επίσης και η προσπάθεια ανάλυσης της διασποράς των ταχυτήτων.

Στο 7ο Κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής και γίνεται μια προσπάθεια ερμηνείας τους. Τέλος, γίνονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η ταχύτητα, η χρονική μεταβολή της και η τροχιά της κίνησης είναι οι βασικές παράμετροι με τις οποίες μπορεί να εκφραστεί η κίνηση ενός οχήματος. Η ταχύτητα επηρεάζει σημαντικά την ασφάλεια και την ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής σε μία οδό. Έτσι λοιπόν οι περισσότερες έρευνες ασχολούνται με την ταχύτητα και τη συσχέτισή της με διάφορα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά καθώς επίσης και με την κατανομή της. Η γνώση της ταχύτητας που θα αναπτύξει ο οδηγός σε ένα οδικό τμήμα βοηθά στον εντοπισμό των επικίνδυνων τμημάτων της οδού και στην κατανόηση των αιτιών των ατυχημάτων.

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που αναφέρονται στην την ταχύτητα -ελεύθερη και λειτουργική- και τη συσχέτισή της με διάφορες παραμέτρους καθώς επίσης και την ανάλυση της κατανομής ταχυτήτων και των παραμέτρων της. Πρώτα όμως, κρίνεται αναγκαία η παράθεση ορισμένων ορισμών των βασικότερων μεγεθών που χρησιμοποιούνται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

2.1.1 Ταχύτητα Μελέτης V_e

Ταχύτητα μελέτης είναι η μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να αναπτύξουν με ασφάλεια και άνεση όλα τα οχήματα στο μελετούμενο οδικό τμήμα, όταν οι παράγοντες αυτοί (δηλ. η ασφάλεια και η άνεση) δεν εξαρτώνται παρά μόνο από τη γεωμετρία της οδού. Θεωρείται δηλαδή ότι τα οχήματα δεν παρενοχλούνται ή δεσμεύονται από τα άλλα οχήματα που χρησιμοποιούν την οδό [1].

Η ταχύτητα μελέτης είναι επιλεγόμενο για τη μελέτη μέγεθος. Η επιλογή αυτή γίνεται με βάση τον κυκλοφοριακό φόρτο, την ποιότητα κυκλοφορίας (στάθμη εξυπηρέτησης) και την οικονομικότητα.

Στην ταχύτητα μελέτης V_e αντιστοιχούν οριακές επιτρεπόμενες τιμές συσχέτισεως με τα στοιχεία της χάραξης. Με βάση την ταχύτητα μελέτης V_e καθορίζονται [2]:

- οι ελάχιστες ακτίνες των οριζοντιογραφικών καμπυλών
- οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις
- οι ελάχιστες ακτίνες των κυρτών καμπυλών της μηκοτομής.

Η ταχύτητα μελέτης V_e πρέπει κατά κανόνα να παραμένει σταθερή για ένα αρκετά μεγάλο μήκος οδού, ή τουλάχιστον για μεγαλύτερα αλληλοεξαρτώμενα οδικά τμήματα έτσι ώστε τα χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος κατά μήκος μιας οδού να μπορούν να γίνουν αντιληπτά από τον οδηγό.

2.1.2 Ταχύτητα V_{85}

Η ταχύτητα V_{85} είναι η ταχύτητα, την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των απρόσκοπτα κινουμένων οχημάτων [1].

Με την ταχύτητα V_{85} προσδιορίζονται σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς [2]:

- Οι επικλίσεις στην καμπύλη
- Τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση οχήματος
- Οι ελάχιστες ακτίνες σε περίπτωση αρνητικών επικλίσεων.

Η ταχύτητα V_{85} μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη γεωμετρία του οδικού τμήματος. Ο προσδιορισμός της ταχύτητας V_{85} , σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς, γίνεται κατά τμήματα και ανάλογα με την κατηγορία της οδού [2].

Σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς στην περίπτωση που σε διαδοχικά τμήματα μιας οδού οι υπολογισθείσες ταχύτητες V_{85} διαφέρουν

περισσότερο από 10 km/h, πρέπει να εξετάζεται αν μπορούν να προσαρμοσθούν μεταξύ τους οι τιμές ταχυτήτων των δύο τμημάτων ή αν μέσω ενός επιπλέον τμήματος συναρμογής μπορεί να εξασφαλισθεί η σταδιακή μεταβολή από τη μια περιοχή ταχυτήτων στην άλλη.

2.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ V_e ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ V_{85}

Η έννοια της ταχύτητας μελέτης V_e παρουσιάστηκε στις ΗΠΑ κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1930 και άρχισε να εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1940. Χρησιμοποιήθηκε ως βασικό στοιχείο για τη σύνταξη των Κανονισμών για το Γεωμετρικό σχεδιασμό υπεραστικών οδών και στις περισσότερες χώρες χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα.

Διάφορες πρόσφατες έρευνες πάνω στις ταχύτητες και τα χαρακτηριστικά της κυκλοφορίας υπέδειξαν την ανάγκη της επανεξέτασης και του εκσυγχρονισμού της έννοιας της ταχύτητας μελέτης. Επίσης, είναι πλέον γνωστό [9] ότι η ταχύτητα κίνησης ενός οχήματος πάνω σε μία οδό εξαρτάται μεν από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, αποκλίνει όμως τόσο περισσότερο από την ταχύτητα μελέτης όσο πιο πολύ αποκλίνουν και οι τιμές των επιλεγμένων γεωμετρικών στοιχείων από τις ελάχιστες τιμές. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε την αφετηρία για την εισαγωγή της έννοιας της ταχύτητας V_{85} , ενός καθοριστικού για τη σύγχρονη οδοποιΐα στοιχείου μελέτης, η οποία εκφράζει την αναμενόμενη ταχύτητα κινήσεως των οχημάτων σε κάποιο τμήμα της υπό μελέτης οδού. Η ταχύτητα μελέτης και η ταχύτητα V_{85} πρέπει να έχουν κάποια σχέση μεταξύ τους [1]. Θα πρέπει να επιδιώκεται ώστε τα χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος και η συμπεριφορά των οδηγών κατά την οδήγηση του οχήματος να είναι μεταξύ τους εναρμονισμένα. Σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς η ταχύτητα V_{85} σε ένα οδικό τμήμα, δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την ταχύτητα μελέτης του οδικού αυτού τμήματος περισσότερο από 20 km/h.

Αν ισχύει η σχέση : $V_{85} - V_e > 20 \text{ km/h}$

τότε θα πρέπει, είτε να αυξηθεί η ταχύτητα μελέτης V_e , είτε να μειωθεί με κατάλληλες επεμβάσεις η αναμενόμενη ταχύτητα V_{85} . Στις διάφορες έρευνες που έγιναν αναφέρονται, μεταξύ των άλλων, κάποιες συγκρίσεις μεταξύ της

ταχύτητας μελέτης V_e και της ταχύτητας V_{85} .

Σε έρευνα που έγινε στις ΗΠΑ [4] και συγκεκριμένα σε αυτοκινητοδρόμους των πολιτειών του Αρκάνσας, του Ιλλινόις και του Τέξας, βρέθηκε το εξής: Οι λειτουργικές ταχύτητες σε δρόμους με ταχύτητες μελέτης 50 mph και 60 mph (80 και 97 km/h) είχαν μικρή συσχέτιση με τις ταχύτητες μελέτης και ως επί το πλείστον ήταν υψηλότερες. Για οδούς με ταχύτητες μελέτης 50 mph (80 km/h) μόνο το 23% των οχημάτων ανέπτυξαν ταχύτητες μικρότερες από την ταχύτητα μελέτης. Σε οδούς με ταχύτητα μελέτης 60 mph (97 km/h) το 51% των οχημάτων ανέπτυξαν ταχύτητες μικρότερες από τη V_e και στις οδούς με ταχύτητα μελέτης 70 mph το 93% των οχημάτων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας για τις τρεις ομάδες των οδών που χωρίστηκαν ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης, δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Τιμές ταχυτήτων σχεδιασμού και ταχυτήτων V_{85} που μετρήθηκαν σε έρευνα στις ΗΠΑ [4].

Ταχύτητα σχεδιασμού [mph]	Μέγεθος δείγματος	Μέση Ταχύτητα [mph]	V_{85} [mph]	V_{95} [mph]
50 [80km/h]	2646	55.9	62.9	67.0
60 [97km/h]	2446	59.6	66.5	70.0
70 [113km/h]	3568	59.3	66.7	71.0

Το συμπέρασμα που προέκυψε από τα παραπάνω είναι ότι η συμπεριφορά των οδηγών -ως προς την ταχύτητα- σε οδούς με ταχύτητες μελέτης 50 και 60 mph (80 και 90 km/h) είναι περίπου ίδια με την συμπεριφορά τους σε οδούς ταχύτητας μελέτης 70 mph (113 km/h).

Σε κάποια άλλη έρευνα που έγινε στην Αυστραλία προέκυψαν παρόμοια συμπεράσματα [5]. Βρέθηκε ότι σε οδούς με ταχύτητες μελέτης μεγαλύτερες από 100 km/h οι ταχύτητες V_{85} είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες V_e . Σε οδούς με ταχύτητες μελέτης μεταξύ 90 και 100 km/h, οι ταχύτητες V_{85} διαφέρουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της οδού, αλλά γενικά δεν ξεπερνούν τις αντίστοιχες ταχύτητες μελέτης. Όταν όμως οι ταχύτητες μελέτης

είναι μικρότερες από 90 km/h τότε οι ταχύτητες V_{85} ξεπερνούν σχεδόν πάντα τις αντίστοιχες ταχύτητες μελέτης. Εξετάζοντας και τον συντελεστή πλευρικής τριβής f_R , προκύπτει ότι ο συντελεστής f_R για τις ταχύτητες V_{85} , ξεπερνά τον επιτρεπόμενο συντελεστή f_R για τις αντίστοιχες ταχύτητες μελέτης, όταν οι ταχύτητες μελέτης είναι μικρότερες από 90 km/h. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι για οδούς χαμηλών ταχυτήτων μελέτης, οι χρήστες της οδού οδηγούν με μικρότερα περιθώρια ασφαλείας.

Οι δύο παραπάνω έρευνες κατέληξαν σε συμπεράσματα όσον αφορά το ποιές είναι εκείνες οι τιμές των ταχυτήτων μελέτης για τις οποίες οι αντίστοιχες ταχύτητες V_{85} είναι μεγαλύτερες. Σε μία άλλη έρευνα που έγινε στη Γαλλία [6] έγιναν προσπάθειες για την εύρεση του πεδίου τιμών των ακτίνων για το οποίο οι τιμές των V_{85} ξεπερνούν τις αντίστοιχες τιμές των V_e . Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που βρέθηκαν το πεδίο τιμών των ακτίνων των καμπύλων τμημάτων είναι από 50 έως 300 m. Ουσιαστικά τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας έχουν μεγάλη σχέση με τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών διότι τα τμήματα με μικρές ακτίνες είναι συνήθως και τμήματα με μικρές ταχύτητες μελέτης.

Τέλος, σε μία άλλη έρευνα έγινε σύγκριση των ταχυτήτων V_e και V_{85} με στόχο να γίνουν κάποιες προτάσεις όσον αφορά τις ταχύτητες αυτές και τη χρησιμοποίησή τους έτσι ώστε να είναι δυνατή η επίτευξη καλύτερου σχεδιασμού μιας οδού με όσο το δυνατόν λιγότερες ασυνέπειες των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού. Η έρευνα αυτή που έγινε από τους E.M. Choueiri και R. Lamm σε υπεραστικές οδούς 2 λωρίδων της πολιτείας της Νέας Υόρκης κατέληξε στο ότι χρειάζεται εκσυγχρονισμός της ταχύτητας μελέτης κυρίως εξαιτίας των ακόλουθων βασικών προβλημάτων [3] :

Με την χρήση της ταχύτητας μελέτης συνήθως δημιουργούνται κρίσιμες ασυνέπειες στον οριζόντιο σχεδιασμό, όπως π.χ. στροφές μεγάλων ακτίνων ακολουθούνται από στροφές μικρών ακτίνων, στις οποίες οι χρήστες αναγκάζονται να μειώσουν πολύ τις ταχύτητες τους με συνέπεια επικίνδυνους ελιγμούς.

Το δεύτερο πρόβλημα είναι ότι για οδούς χαμηλών ταχυτήτων μελέτης, οι ταχύτητες αυτές είναι χαμηλότερες από αυτές που οι οδηγοί αντιλαμβάνονται και θεωρούν λογικές για το συγκεκριμένο οδικό τμήμα.

Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις η ταχύτητα V_{85} υπερβαίνει την V_e πάνω από 20 km/h ξεπερνώντας έτσι το όριο των Γερμανικών Κανονισμών. Η μεγάλη αυτή διαφορά επιδρά αρνητικά στο χρήστη με συνέπεια τη δημιουργία επικινδύνων καταστάσεων. Εξαιτίας των παραπάνω, συμπεραίνεται στην έρευνα καλό θα ήταν να γίνεται στο στάδιο του σχεδιασμού μία πρόβλεψη της V_{85} και ο έλεγχος της διαφοράς της από την V_e έτσι ώστε η διαφορά αυτή να μην υπερβαίνει τα 20 km/h.

Όλα τα παραπάνω συνοψίζονται στα εξής συμπεράσματα [8]:

Είναι απαραίτητη η επανεξέταση και ο εκσυγχρονισμός της έννοιας της ταχύτητας μελέτης. Οι οδηγοί κατά τη διέλευσή τους από καμπύλα τμήματα ούτε γνωρίζουν ούτε αντιλαμβάνονται την ταχύτητα μελέτης. Οι έρευνες δείχνουν ότι οι οδηγοί αναπτύσσουν ταχύτητες οι οποίες είναι "βολικές" για αυτούς και βασίζονται στην αντίληψή τους για την οριζοντιογραφία και την μηκοτομή της οδού.

Ο βασικός στόχος του γεωμετρικού σχεδιασμού πρέπει να είναι η εναρμόνιση των γεωμετρικών στοιχείων της οδού με τις ταχύτητες τις οποίες αναπτύσσουν οι οδηγοί καθώς επίσης και η αποφυγή ασυνεπειών στη γεωμετρία της οδού.

2.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΟΔΟΥ ΣΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ V_{85}

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα η ταχύτητα V_{85} θεωρείται πλέον ως βασικό στοιχείο για τη μελέτη και το σχεδιασμό μιας σύγχρονης οδού. Έτσι λοιπόν οι περισσότερες έρευνες ασχολούνται με την ταχύτητα V_{85} και την επίδραση που ασκούν σε αυτήν τα διάφορα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά της οδού. Γίνονται προσπάθειες για την εξεύρεση μιας σχέσης που να συσχετίζει τη V_{85} με τα γεωμετρικά και τα κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά. Επιδίωξη των ερευνητών είναι η χρησιμοποίηση μιας τέτοιας σχέσης, ως σχέσης πρόβλεψης της V_{85} ενός συγκεκριμένου οδικού τμήματος, για δεδομένα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά. Εάν, η ταχύτητα V_{85} είναι γνωστή από το στάδιο της μελέτης της οδού τότε θα μπορούν να αποφευχθούν κάποιες πιθανές ασυνέπειες στο γεωμετρικό σχεδιασμό της οδού και να υπάρχει κάποια συνέχεια και ομοιομορφία στις τιμές των ταχυτήτων μεταξύ των διαδοχικών οδικών τμημάτων.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω επιδίωξη των ερευνητών ήταν η εύρεση ενός μαθηματικού προτύπου πρόβλεψης της V_{85} με βάση τα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά της οδού. Στις περισσότερες έρευνες για την εύρεση του προτύπου αυτού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της παλινδρόμησης η οποία χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων προσεγγίζει τη σχέση της V_{85} με τις διάφορες μεταβλητές με μία ευθεία ή με μία καμπύλη γραμμή. Στις πρώτες έρευνες που έγιναν το πρότυπο πρόβλεψης που βρέθηκε, ήταν γραμμικό.

Σε μία από αυτές τις έρευνες που έγινε στην Αυστραλία από τον J. Mc Lean [5] μετρήθηκαν καμπύλα και ευθύγραμμα τμήματα υπεραστικών οδών 2 λωρίδων. Στην έρευνα περιελήφθηκε ο όρος της επιθυμητής ταχύτητας (desired speed). Ως επιθυμητή ταχύτητα ορίζεται η ταχύτητα εκείνη που εκλέγουν οι οδηγοί όταν κινούνται κάτω από συνθήκες ελεύθερης ροής και δεν επηρεάζονται από χαρακτηριστικά της χάραξης. Η επιθυμητή ταχύτητα συμβολίζεται με το σύμβολο V_{Free} και ισούται με την ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες ενός τμήματος. Επίσης, στην έρευνα αυτή τα τμήματα που εξετάστηκαν είχαν μεγάλο πεδίο τιμών ακτίνων, κατά μήκος κλίσεων, κυκλοφοριακών φόρτων, επικλίσεων και αποστάσεων ορατότητας.

Η σχέση που αναπτύχθηκε για τον προσδιορισμό της ταχύτητας V_{85} όταν είναι γνωστή η ακτίνα R και η επιθυμητή ταχύτητα V_{Free} είναι η εξής:

$$V_{85} = 53.8 + 0.464 V_{Free} - 3.26 * 10^3 (1/R) + 8.5 * 10^4 (1/R)^2 \quad (2.1)$$

$$r^2=0.92$$

όπου:

V_{85} : η ταχύτητα που δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων (km/h)

V_{Free} : η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των οδηγών στις ευθυγραμμίες του οδικού τμήματος που περιέχει και τη συγκεκριμένη καμπύλη (km/h)

R : η ακτίνα της καμπύλης (m)

r^2 : ο συντελεστής συσχέτισης

Η παραπάνω λόγω της απλότητάς της είναι πολύ επιτυχής στο ότι εξηγεί τις μεταβολές των μετρηθεισών ταχυτήτων στις καμπύλες, όμως τείνει να παράγει

ανώμαλα αποτελέσματα για τις οριακές τιμές των δεδομένων. Αυτό συμβαίνει λόγω της μη γραμμικής σχέσης μεταξύ των μετρηθεισών τιμών της επιθυμητής ταχύτητας και της καμπυλότητας σε κάθε θέση μέτρησης. Τα υπόλοιπα γεωμετρικά και κυκλοφοριακά χαρακτηριστικά δεν είχαν σημαντική επίδραση στη V_{85} .

Παρόμοια έρευνα έγινε και στην Ελλάδα από τους Γ. Κανελλαΐδη, Ι. Γκόλια και Σ. Ευσταθιάδη [10], σε τρεις υπεραστικές οδούς 2 λωρίδων κυκλοφορίας. Σε αυτήν όμως την έρευνα τα καμπύλα τμήματα που επιλέχθηκαν είχαν κατά μήκος κλίσεις μικρότερες από 3%.

Οι σχέσεις που προέκυψαν είναι οι παρακάτω:

$$\begin{aligned} - V_{85} &= 109.09 - 3837.54 (1/R) & (2.2) \\ r^2 &= 0.647 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - V_{85} &= 32.20 + 2226.90 (1/R) - 533.60 (1/R)^{1/2} + 0.839 V_{Free} & (2.3) \\ r^2 &= 0.925 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - V_{85} &= 17.40 - 3244.80 (1/R) + 114.08 (1/R)^2 + 0.850 V_{Free} & (2.4) \\ r^2 &= 0.919 \end{aligned}$$

Από τις παραπάνω σχέσεις τα συμπεράσματα που προέκυψαν ήταν τα ακόλουθα:

Όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με τη γεωμετρία της οδού πλην εκείνων που περιλαμβάνονται στις παραπάνω εξισώσεις δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στη ταχύτητα V_{85} .

Αν και η επιθυμητή ταχύτητα V_{Free} σχετίζεται με την μεταβλητή $1/R$, ο συντελεστής συσχέτισης αυξάνει σημαντικά με την εισαγωγή της V_{Free} στην εξίσωση, το οποίο σημαίνει ότι η V_{Free} εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους (γενικό περιβάλλον της οδού).

Με μια απλή παρατήρηση των εξισώσεων που προέκυψαν από τις δύο αυτές έρευνες το συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι τα αποτελέσματα είναι παρόμοια όσον αφορά τις μεταβλητές των εξισώσεων.

Η μόνη διαφορά είναι ότι σε αυτήν την έρευνα βρέθηκε ότι η μεταβλητή $(1/R)^{1/2}$ σχετίζεται καλύτερα με την V_{85} από ότι η $(1/R)^2$. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι ο ρυθμός αλλαγής της V_{85} μειώνεται καθώς μειώνεται η καμπυλότητα.

Στις δύο παραπάνω έρευνες η χρησιμοποίηση της μεταβλητής V_{Free} (επιθυμητή ταχύτητα) είναι ένας έμμεσος τρόπος έκφρασης του λεγόμενου "χαρακτήρα της οδού". Δηλαδή η μεταβλητή της επιθυμητής ταχύτητας εξαρτάται από κάποιες άλλες παραμέτρους οι οποίες δεν γίνονται γνωστές.

Στις επόμενες έρευνες γίνονται προσπάθειες να εκφραστεί άμεσα ο "χαρακτήρας της οδού" μέσω άλλων μεταβλητών. Στην έρευνα που έγινε από τους E. Choueiri και R. Lamm [3] εξετάστηκαν οι αθροιστικές επιδράσεις των παραμέτρων σχεδιασμού, βαθμός καμπύλης, κατά μήκος κλίση, μήκος ορατότητας, πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας, επίκλιση, μήκος της καμπύλης, πλάτος ερείσματος, Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) και προτεινόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας, στις λειτουργικές ταχύτητες και τους δείκτες ατυχημάτων. Επίσης έγινε διαχωρισμός των τμημάτων ανάλογα με το πλάτος λωρίδας. Καινούργια στοιχεία είναι η εισαγωγή δύο μεταβλητών που δεν υπήρχαν σε καμία από τις προηγούμενες έρευνες: ο Βαθμός Καμπύλης B.K. (degree of curve) και η ελκτικότητα K (curvature change of rate). Βαθμός καμπύλης ή Βαθμός καμπυλότητας μιας καμπύλης ορίζεται ως η γωνία ϕ που αντιστοιχεί σε τόξο καμπύλης ίσο με 100 πόδια (=30.48 m). Μετριέται σε $^{\circ}/m$. Στο κυκλικό τόξο δίνεται από τη σχέση:

$$B.K. = \frac{1747.5}{R} \quad (2.5)$$

όπου:

R : η ακτίνα της καμπύλης (m)

Ελκτικότητα K (βαθμοί/km) ενός οδικού τμήματος ορίζεται το πηλίκο του αθροίσματος των απολύτων τιμών των αλλαγών διεύθυνσης του άξονα του οδικού τμήματος, προς το μήκος του L. Δίνεται από τη σχέση [1]:

$$K = \frac{\sum |y_i|}{L} \quad (2.6)$$

όπου:

γ_i : η αλλαγή της γωνίας διεύθυνσης του άξονα στην κορυφή K_i της πολυγωνικής σε βαθμούς

L : μήκος του οδικού τμήματος (km)

Οι σχέσεις που προέκυψαν έχουν ως εξής:

Λωρίδα κυκλοφορίας 10 ft

$$V_{85} = 55.646 - 1.019 (BK) \quad r^2 = 0.753 \quad (2.7)$$

$$V_{85} = 27.173 - 0.459 (ΠΤΚ) \quad r^2 = 0.556 \quad (2.8)$$

Λωρίδα κυκλοφορίας 11 ft

$$V_{85} = 58.310 - 1.052 (BK) \quad r^2 = 0.746 \quad (2.9)$$

$$V_{85} = 29.190 + 0.479 (ΠΤΚ) \quad r^2 = 0.744 \quad (2.10)$$

Λωρίδα κυκλοφορίας 12 ft

$$V_{85} = 59.746 - 0.998 (BK) \quad r^2 = 0.824 \quad (2.11)$$

$$V_{85} = 26.544 + 0.562 (ΠΤΚ) \quad r^2 = 0.835 \quad (2.12)$$

όπου:

BK : Βαθμός καμπύλης (Βαθμοί / 100 ft) - πεδίο τιμών $0^\circ - 27^\circ$

ΠΤΚ : η προτεινόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας στην καμπύλη - όριο ταχύτητας (mph)

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω σχέσεις ισχύουν για καμπύλα τμήματα με κατὰ μήκος κλίση ίση ή μικρότερη του 5% και Ετήσια Μέση Ημερήσια Κυκλοφορία (ΕΜΗΚ) μεταξύ 400 και 5000 οχημάτων ανά ημέρα.

Από την ανάλυση προέκυψαν τα εξής βασικά συμπεράσματα:

(α) οι περισσότερες από τις μεταβολές στις λειτουργικές ταχύτητες εξηγούνται από το βαθμό καμπύλης και την προτεινόμενη ταχύτητα

- (β) τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τις εξισώσεις συσχετισμού της V_{85} με τον Β.Κ. και από τις εξισώσεις συσχετισμού V_{85} με K συμπίπτουν όταν θεωρούνται μεμονωμένες καμπύλες
- (γ) οι διαφορές στις λειτουργικές ταχύτητες μεταξύ των επιβατικών οχημάτων, των φορτηγών και των ημιφορτηγών μπορούν να αμεληθούν για κατά μήκος κλίσεις μέχρι 5% και
- (δ) όλες οι άλλες παράμετροι δεν έχουν στατιστικά σημαντική επίδραση στην ταχύτητα V_{85} .

Όλα τα παραπάνω προτύπα πρόβλεψης των προηγούμενων ερευνών είναι γραμμικά. Στις πιο πρόσφατες έρευνες που έχουν γίνει έχουν παρουσιαστεί πρότυπα μη γραμμικά. Σε κάποια από αυτές τις έρευνες που έγινε στη Γαλλία από τους J.M. Gambard και G. Louah [6] προέκυψε σχέση μεταξύ της ταχύτητας V_{85} και της ακτίνας της καμπύλης. Η σχέση αυτή είναι υπερβολικής μορφής με γενικό τύπο $V=a(1+\beta/R^{1.5})^{-1}$ (2.13). Επίσης έγινε κάποιος διαχωρισμός ανάλογα με τον τύπο της οδού και για ορισμένα πλάτη οδοστρώματος. Σε αυτή την έρευνα δίνεται σημασία και στην κατά μήκος κλίση. Τα τμήματα όπου έγιναν οι μετρήσεις ήταν είτε καμπύλα τμήματα με μηδενική κατά μήκος κλίση είτε ευθύγραμμα τμήματα με διάφορες κατά μήκος κλίσεις έτσι ώστε να μελετηθεί χωριστά η επίδραση των οριζοντίων από τις κατακόρυφες καμπύλες στις λειτουργικές ταχύτητες.

Από την έρευνα αυτή προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- (α) Τις στατιστικά σημαντικότερες επιδράσεις στις ταχύτητες V_{85} έχουν η ακτίνα της καμπύλης και η κατά μήκος κλίση.
- (β) Η επίδραση της καμπύλης είναι πολύ ευαίσθητη για ακτίνες μικρότερες από 200 m.
- (γ) Το μήκος ορατότητας έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στις ταχύτητες στα καμπύλα τμήματα. Είναι όμως προτιμότερη η χρησιμοποίησή τους ως μεταβλητή που παίρνει μόνο δύο τιμές (καλή-κακή ορατότητα) λόγω των δυσκολιών και αβεβαιοτήτων στη μέτρηση του μήκους ορατότητας.

- (δ) Στατιστικά σημαντική επίδραση στην ταχύτητα V_{85} είχαν το πλάτος του οδοστρώματος και η σηματορρύθμιση, ενώ δεν είχε καμία άλλη παράμετρος.

Στην προηγούμενη έρευνα όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μελετήθηκε χωριστά η επίδραση των κατακορύφων από τις οριζόντιες καμπύλες στην ταχύτητα V_{85} , ενώ σε μία άλλη έρευνα που έγινε στην Ελλάδα μελετήθηκε η ταυτόχρονη επίδρασή τους. Η έρευνα αυτή [17] που έγινε από ερευνητική ομάδα με επιστημονικό υπεύθυνο τον επικ. καθ. κ. Γ. Κανελλαΐδη εξέτασε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά θέσης: Βαθμός καμπύλης, πλάτος οδοστρώματος, πλάτος ερείσματος, παράπλευρος χώρος οδού, επίκλιση και κατά μήκος κλίση. Εξετάστηκε η επιρροή του Βαθμού καμπύλης στην ταχύτητα V_{85} για διάφορες περιπτώσεις.

- (α) Ανά κατηγορία οδού: Για υπεραστικές οδούς μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση, η σχέση που προέκυψε ήταν η ακόλουθη:

$$V_{85} = 43.50 + 56.63 e^{-0.06 \text{ B.K.}} \quad r^2 = 0.88 \quad (2.14)$$

Όπως φαίνεται η σχέση αυτή είναι εκθετικής μορφής. Για υπεραστικές οδούς δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση και δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση με κεντρική νησίδα οι σχέσεις που προέκυψαν ήταν γραμμικές.

- (β) Ανάλογα με τον παράπλευρο χώρο της οδού: Έγινε διάκριση των καμπυλών με ελεύθερο παράπλευρο χώρο από τις καμπύλες με σχετικά περιορισμένο παράπλευρο χώρο. Για τις δύο αυτές κατηγορίες οι εξισώσεις που προέκυψαν ήταν και αυτές εκθετικής μορφής.

- (γ) Ανάλογα με τη φορά των καμπυλών (δεξιόστροφες και αριστερόστροφες): Όπως στην προηγούμενη περίπτωση έτσι και εδώ οι εξισώσεις που προέκυψαν ήταν εκθετικής μορφής. Εκτός από την εύρεση των εξισώσεων έγινε και έλεγχος διαφοράς των αποτελεσμάτων για τις αριστερόστροφες και δεξιόστροφες καμπύλες με το τεστ Wilcoxon και προέκυψε ότι για επίπεδα σημαντικότητας $\alpha=0.01$ δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων V_{85} για δεξιόστροφες και αριστερόστροφες καμπύλες.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση των υπεραστικών οδών μιας λωρίδας ανά

κατεύθυνση τα τμήματα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν πλάτος οδοστρώματος μεγαλύτερο ή ίσο από 7.00 m. Το ίδιο ισχύει και για την ανάλυση ανάλογα με τη φορά των καμπυλών. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι στα τμήματα που εξετάστηκαν περιέχονται και ευθύγραμμα τμήματα.

Τέλος, αναφέρονται από κάποιες άλλες έρευνες, άλλες παράμετροι που βρέθηκαν να έχουν σημαντική επίδραση στη V_{85} οι οποίες είναι [11]: το όριο ταχύτητας, η χρήση της παρακείμενης γης, το πλάτος λωρίδας, η κατά μήκος κλίση και η ορατότητα.

2.4 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΑ ΚΑΜΠΥΛΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Στα προηγούμενα έγινε αναφορά σε κάποιες έρευνες οι οποίες ασχολήθηκαν με την εύρεση μιας εξίσωσης πρόβλεψης της ταχύτητας V_{85} με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Μέσα από αυτές τις έρευνες προέκυψαν κάποια αποτελέσματα. Για την κατανόηση των αποτελεσμάτων αυτών και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων είναι απαραίτητη και η μελέτη εκτός από τη γεωμετρία της οδού και ενός άλλου παράγοντα, του ανθρώπινου, ο οποίος μάλιστα παίζει πολύ καθοριστικό ρόλο στην εξήγηση των σχετικών σχέσεων. Έτσι είναι σκόπιμη η παράθεση κάποιων ερευνών που αναλύουν τη συμπεριφορά των οδηγών στα καμπύλα τμήματα της οδού.

Οι ταχύτητες που αναπτύσσονται σε υπεραστικά οδικά δίκτυα συνδέονται άμεσα με παράγοντες που επηρεάζουν τη συμπεριφορά του οδηγού.

Σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί βρέθηκε ότι οι παράγοντες αυτοί οφείλονται στον καθαρά γεωμετρικό σχεδιασμό της οδού αλλά και σε άλλες επιμέρους αιτίες που κατά τον M. Hirsh [25] επιδρούν σημαντικά στην ταχύτητα που αναπτύσσει ο οδηγός όπως:

- (α) Χαρακτηριστικά οχήματος συμπεριλαμβανομένης της ηλικίας του οχήματος και της ιπποδύναμης της μηχανής.
- (β) Χαρακτηριστικά μετακίνησης συμπεριλαμβανομένου του σκοπού μετακίνησης και του αριθμού των επιβατών και

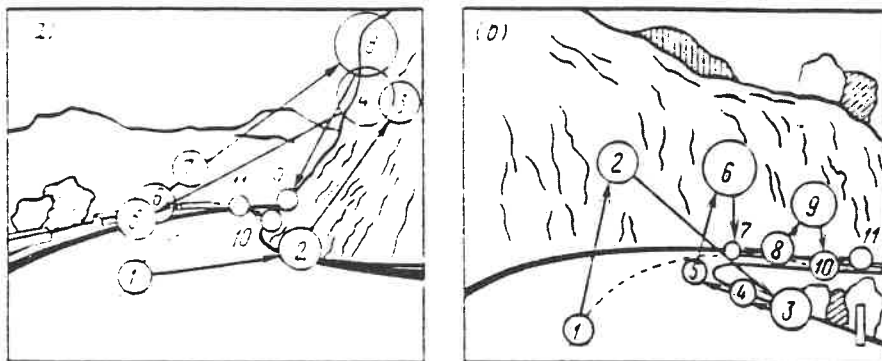
(γ) ιδιοκτησία του οχήματος.

Σύμφωνα με τον V.F. Babkon [13] η ταχύτητα που θα αναπτύξει ο οδηγός διαμορφώνεται από την αντίληψη και εκτίμηση του γεωμετρικού σχεδιασμού του οικού τμήματος που έπεται.

Ο οδηγός ακολουθεί μία συγκεκριμένη πορεία εντός των ορίων της οδού. Όπου ο σχεδιασμός δεν ταιριάζει στα πρότυπα ασφαλούς οδήγησης στην καμπύλη, ο οδηγός ασυναίσθητα παρεκκλίνει προς την αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας

καταπατώντας τη μεσαία διαχωριστική γραμμή έτσι ώστε να αυξήσει την ακτίνα της καμπύλης, ή μειώνει την ταχύτητα του οχήματος για να αποφύγει τη δυσάρεστη αίσθηση λόγω της φυγόκεντρου δύναμης. Πολλοί οδηγοί οδηγώντας κατά αυτόν τον τρόπο έχουν την τάση να επιτύχουν τις πιο κατάλληλες τιμές πλευρικών και κατά μήκος δυνάμεων. Εναρμόνιση στην παραπάνω αρχή υπαγορεύει συνθήκες καλής ορατότητας.

Η διαδικασία αντίληψης του σχεδιασμού της οδού βασίζεται σε έναν κύκλο κίνησης που ακολουθούν οι οφθαλμοί του οδηγού κατά την είσοδο του οχήματος σε ένα καμπύλο τμήμα. Αυτή η διαδικασία παρουσιάζεται με τα αριθμημένα σημεία στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 Κύκλος κίνησης που ακολουθούν οι οφθαλμοί του οδηγού κατά την είσοδο σε καμπύλο οδικό τμήμα [13].

Έρευνα των καταπατήσεων των οριογραμμών της οδού έχει γίνει από τους D. Reinfurt, C. Zegeer, B. Shelton και T. Neuman [15]. Η έρευνα αυτή εξετάζει την κίνηση του οχήματος σε οριζόντιες καμπύλες. Σύμφωνα με αυτήν, τα οχήματα που κινούνται στη εσωτερική λωρίδα της καμπύλης έχουν την τάση να καταπατούν την ακραία οριογραμμή ενώ τα οχήματα που κινούνται στην εξωτερική λωρίδα την διαχωριστική γραμμή στο μέσον της οδού.

2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Στις προηγούμενες σελίδες αναφέρθηκαν διάφορες έρευνες κατά τις οποίες προέκυψαν συμπεράσματα όσον αφορά τη συσχέτιση της ταχύτητας V_{85} με διάφορες παραμέτρους καθώς επίσης και έρευνες που αναφέρονται στην ανάλυση της συμπεριφοράς του οδηγού. Όμως η γνώση μόνο της τιμής ταχύτητας V_{85} δεν βοηθά να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο οι ταχύτητες του συνόλου των οχημάτων κατανέμονται. Για το σχεδιασμό μιας οδού είναι προφανές ότι είναι επιθυμητή και η γνώση της μορφής της κατανομής όλων των ταχυτήτων.

Η εφαρμογή της γνώσης αυτής στην πράξη υποβοηθεί σημαντικά αν γίνει δυνατή η προσομοίωση της πραγματικής κατανομής ταχυτήτων από μία μαθηματική κατανομή. Σύμφωνα με τους Adolf D. May [18] και R. J. Salter [20] υπάρχουν κάποιοι βασικοί λόγοι που οδηγούν στην προσπάθεια εύρεσης της κατάλληλης μαθηματικής κατανομής. Όπως είναι γνωστό κάθε μαθηματική κατανομή έχει συγκεκριμένες και μοναδικές ιδιότητες. Εάν κάποια μετρηθείσα κατανομή ταχυτήτων μπορεί να προσεγγιστεί πολύ καλά από μία μαθηματική κατανομή τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι η μετρηθείσα κατανομή έχει παρόμοιες ιδιότητες με την μαθηματική κατανομή. Έτσι γίνονται γνωστές οι ιδιότητες της μετρηθείσας κατανομής και γίνεται ευκολότερη η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων για την κατανομή της ταχύτητας.

Επίσης η γνώση της μαθηματικής μορφής της κατανομής ταχύτητας είναι μεγάλης σημασίας για διάφορες θεωρητικές μελέτες κυκλοφοριακής ροής και για την προσομοίωση της συμπεριφοράς του οδηγού σε διάφορες περιπτώσεις.

Επίσης έχει διατυπωθεί [20] ότι η εξέταση της κατανομής ταχυτήτων σε μία συγκεκριμένη θέση μπορεί να δώσει μία ένδειξη του αριθμού των ατυχημάτων.

Σε θέσεις όπου οι κατανομές είναι κανονικές ο αριθμός των ατυχημάτων είναι συνήθως μικρότερος από θέσεις όπου υπάρχει μεγάλο ποσοστό χαμηλών και υψηλών ταχυτήτων, δηλαδή μεγάλη διασπορά των ταχυτήτων.

Σύμφωνα με διάφορες έρευνες που έχουν γίνει οι κατανομές ταχύτητας προσεγγίζονται καλύτερα από την Κανονική κατανομή [5], [12], [18], [19], [21] και από την Λογαριθμική κατανομή (log-normal) [18], [19].

Η Κανονική κατανομή είναι μία συμμετρική ως προς το μέσο όρο κατανομή. Είναι μία μαθηματική κατανομή στην οποία οι περισσότερες τιμές εμφανίζονται σε ένα κεντρικό πεδίο και πολύ πιο λίγες τιμές εμφανίζονται εκτός αυτού του πεδίου είτε στις χαμηλές είτε στις υψηλές τιμές [21]. Το παραπάνω γεγονός έρχεται σε συμφωνία με τη συμπεριφορά του οδηγού. Ενώ δύο οδηγοί σχεδόν ποτέ δεν θεωρούν την ίδια ακριβώς ταχύτητα ως κατάλληλη, οι περισσότεροι θα πάρουν παρόμοιες αποφάσεις, όσον αφορά την ταχύτητα που θα αναπτύξουν, βασιζόμενοι στη γεωμετρία της οδού, το φόρτο και τις ικανότητες του οχήματος. Λίγοι οδηγοί θα αναπτύξουν πολύ υψηλές ή πολύ χαμηλές ταχύτητες σε σχέση με τους άλλους καθώς μία τέτοια συμπεριφορά ως προς την ταχύτητα εμπεριέχει πολλούς κινδύνους.

Η Κανονική κατανομή έχει δύο παραμέτρους, την μέση τιμή και την τυπική απόκλιση. Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέτρο διασποράς. Αρκετό ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα της συσχέτισης της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης της κατανομής των ταχυτήτων με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζει και η έρευνα των σχέσεων που υπάρχουν μεταξύ των παραμέτρων της κατανομής όπως και μεταξύ των παραμέτρων και της V_{85} .

Στην έρευνα του J. Mc Lean [5] βρέθηκε εξίσωση που συσχετίζει τη μέση τιμή της κατανομής με την ταχύτητα V_{85} και είναι η εξής:

$$\bar{V} = 0.83 V_{85} + 4.4 \quad (2.15)$$

$$r^2 = 0.98$$

όπου : $\bar{V}$: μέση ταχύτητα

Όπως φαίνεται υπάρχει πολύ ισχυρός γραμμικός συσχετισμός μεταξύ των δύο μεταβλητών. Με την παραπάνω εξίσωση είναι δυνατή η πρόβλεψη της μέσης ταχύτητας όταν είναι γνωστή η ταχύτητα V_{85} .

Σε κάποιες άλλες έρευνες κύριος στόχος είναι η εύρεση εξίσωσης που να συσχετίζει τις παραμέτρους της κατανομής ταχύτητας με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού.

Προσπάθεια που έγινε από τους C.A. O'Flaherty και R.D. Coombe [14] κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η μέση ταχύτητα συσχετίζεται με την καμπυλότητα της οδού. Το ίδιο βρέθηκε και για την τυπική απόκλιση. Όπως φαίνεται και η μέση ταχύτητα και η τυπική απόκλιση συσχετίζονται με την ίδια μεταβλητή που συσχετίζεται κατά κύριο λόγο και η ταχύτητα V_{85} . Εκτός από τα συμπεράσματα αυτά, σ' αυτή την έρευνα έχουν διατυπωθεί και κάποια αντίστοιχα γραμμικά πρότυπα πρόβλεψης.

Στο ίδιο συμπέρασμα, όσον αφορά την τυπική απόκλιση, κατέληξε και ο Γ. Μίντσης [12] δηλ. στο ότι το μέγεθος της διασποράς ταχυτήτων εξαρτάται κυρίως από την καμπυλότητα και η εξάρτηση αυτή είναι πιο έντονη για καμπύλα τμήματα με ακτίνες μεταξύ 100 και 200 m. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι για τη συγκεκριμένη έρευνα τα καμπύλα τμήματα που εξετάστηκαν είχαν ακτίνες μικρότερες από 500 m.

Με το θέμα της διασποράς των ταχυτήτων ασχολήθηκαν και οι N. Garber και R. Gadiraaju [24] οι οποίοι βρήκαν ότι σημαντική επίδραση στη διασπορά έχει η διαφορά μεταξύ του ορίου ταχύτητας και της ταχύτητας μελέτης. Επίσης παρατήρησαν ότι η διασπορά ταχυτήτων παίρνει την ελάχιστη τιμή της όταν η διαφορά του ορίου ταχύτητας από την ταχύτητα μελέτης είναι μεταξύ 5 και 10 mph.

Εκτός όμως από την Κανονική κατανομή όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα υπάρχει και η Λογαριθμική κατανομή η οποία μπορεί να προσεγγίσει την κατανομή των ταχυτήτων. Ενώ στην Κανονική κατανομή, η μεταβλητή κατανέμεται κανονικά, στη Λογαριθμική κατανέμεται κανονικά ο λογάριθμος της μεταβλητής [19].

Η κατανομή αυτή είναι ασύμμετρη και "γέρνει" προς τα αριστερά λόγω συσσωρεύσεως πολλών μικρών μη μηδενικών τιμών της τυχαίας μεταβλητής ενώ σχηματίζουν ένα επίμηκες άκρο προς τα δεξιά γιατί οι μεγάλες τιμές της μεταβλητής είναι σπανιότερες. Λόγω αυτής της ιδιότητας η κατανομή χαρακτηρίζεται ως θετικά ασύμμετρη. Επίσης επειδή ο λογάριθμος δεν ορίζεται για αριθμούς μικρότερους ή ίσους από το μηδέν, αυτό συνεπάγεται ότι η Λογαριθμική κατανομή ορίζεται μόνο για μεταβλητές με θετικές τιμές [19].

Ακριβώς τα ίδια ισχύουν και για μία άλλη κατανομή, την κατανομή Γάμμα. Αν παρατηρηθεί η μορφή της καμπύλης της τότε φαίνεται ότι είναι πολύ παρόμοια με την Λογαριθμική κατανομή. Ανάλογα με τις τιμές που παίρνουν οι παραμετροί α , β της Γάμμα αυτή μπορεί να είναι θετικά ή αρνητικά ασύμμετρη ή και σχεδόν συμμετρική. Γι' αυτό και η Γάμμα είναι μία κατανομή με μεγάλη προσαρμοστικότητα.

Ετσι λοιπόν μπορεί να λεχθεί ότι και η κατανομή Γάμμα είναι πιθανόν να προσεγγίσει καλά την κατανομή ταχύτητας.

Ενα πλεονέκτημα των δύο αυτών κατανομών σε σχέση με την Κανονική είναι ότι και οι δύο ορίζονται μόνο για μεταβλητές με θετικές τιμές και όπως είναι γνωστό η ταχύτητα παίρνει μόνο θετικές τιμές. Ενώ με την Κανονική προβλέπεται και ένα μικρό ποσοστό αρνητικών τιμών της μεταβλητής. Ενα άλλο πλεονέκτημα είναι η ιδιότητα της θετικής ασυμμετρίας των δύο κατανομών. Η ιδιότητα αυτή έρχεται σε συμφωνία με τη μορφή της πραγματικής κατανομής των ταχυτήτων. Επειδή οι περισσότεροι οδηγοί έχουν τη τάση να οδηγούν με ταχύτητες "πιο ασφαλείς" δηλ. μικρότερες του μέσου όρου, και αυτοί που οδηγούν πάνω από το μέσο όρο είναι λιγότεροι, ο μεγαλύτερος όγκος των ταχυτήτων μαζεύεται κοντά και πριν το μέσο όρο. Ετσι η κατανομή των ταχυτήτων δεν είναι συμμετρική προς το μέσο όρο αλλά "γέρνει" ελαφρώς προς τα αριστερά, γεγονός που έρχεται σε πλήρη συμφωνία με τη θετική ασυμμετρία των κατανομών.

Μία παρατήρηση του Γ. Μίντση [12] ότι οι περισσότερες κατανομές ταχυτήτων είναι θετικά ασύμμετρες δηλ. "γέρνουν" προς τα αριστερά ενισχύει την άποψη ότι η κατανομή ταχύτητας πιθανόν να προσεγγίζεται καλά και από την Λογαριθμική και από τη Γάμμα κατανομή.

2.6 ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στα προηγούμενα κεφάλαια έγινε μια προσπάθεια παρουσίασης και ανάλυσης των σημαντικότερων ερευνών που αφορούν την ταχύτητα, τη συσχέτισή της με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού καθώς και την ανάλυση της κατανομής της. Επίσης, παρουσιάστηκαν και κάποιες έρευνες που ασχολούνται με τη συμπεριφορά των οδηγών στα καμπύλα οδικά τμήματα.

Μέσα από όλες τις παραπάνω έρευνες διαφαίνεται η τάση επανεξέτασης της ταχύτητας μελέτης και η προτίμηση της ταχύτητας V_{85} ως ταχύτητας ελέγχου για τη βελτίωση του σχεδιασμού. Με αυτό το δεδομένο όλες οι προσπάθειες στρέφονται στην ανάλυση της ταχύτητας V_{85} και στην ανάπτυξη μαθηματικών προτύπων πρόβλεψής της. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα Διπλωματική Εργασία δεν ασχολείται με την ταχύτητα μελέτης, αλλά μόνο με την ταχύτητα V_{85} .

Ενα άλλο θέμα που απασχολεί τους περισσότερους ερευνητές είναι οι παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν στην εξίσωση πρόβλεψης της V_{85} . Συνήθως ως παράμετροι λαμβάνονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Η παράμετρος που χρησιμοποιείται σε όλα τα μαθηματικά πρότυπα είναι η παράμετρος της καμπυλότητας. Η καμπυλότητα εκφράζεται συνήθως με τις μορφές $1/R$, $1/R^2$, $(1/R)^{1/2}$ και με το βαθμό καμπύλης. Δεδομένου όμως του ότι ο βαθμός καμπύλης σχετίζεται με την ακτίνα με τη σχέση $B.K.=1747.5/R$ [17], η σχέση που προκύπτει αν χρησιμοποιηθεί ο βαθμός καμπύλης είναι ισοδύναμη με αυτή που προκύπτει αν χρησιμοποιηθεί η παράμετρος $1/R$. Όπως προκύπτει από όλες τις έρευνες η μεταβλητή της καμπυλότητας είναι αυτή που εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της διασποράς των τιμών της V_{85} .

Εκτός από την καμπυλότητα εξετάστηκαν και άλλες παράμετροι οι οποίες είχαν στατιστικά σημαντική επίδραση στη V_{85} . Το γεγονός ότι σε κάθε έρευνα έγιναν διαφορετικές παραδοχές και διαφορετικές προσεγγίσεις του θέματος οδηγεί στη διαφοροποίηση των ερευνών στο ποιές είναι οι άλλες παράμετροι -εκτός από την καμπυλότητα- που επηρεάζουν την V_{85} . Οι διαφορετικές προσεγγίσεις του θέματος αφορούν την επιλογή των οδικών τμημάτων που αναλύονται. Σε ορισμένες έρευνες επιλέχθηκαν οδικά τμήματα με πλάτη λωρίδας

ή ολικά πλάτη μικρότερα ή ίσα από μία συγκεκριμένη τιμή, σε άλλες επιλέχθηκαν τμήματα με περιορισμούς στις τιμές της κατά μήκος κλίσης, της ακτίνας και άλλων παραμέτρων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι οι έρευνες αυτές έγιναν σε διαφορετικές χώρες με διαφορετικούς Κανονισμούς Σχεδιασμού και διαφορετική νοοτροπία όσον αφορά την ταχύτητα, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η επίδραση ή όχι των παραμέτρων αυτών εξαρτάται από τις διαφορετικές παραδοχές που έγιναν σε κάθε έρευνα και κάθε χώρα.

Το παραπάνω συμπέρασμα σε συνδυασμό με το ότι οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στις σχέσεις πρόβλεψης της V_{85} μπορούν να βοηθήσουν στην προσπάθεια κατανόησης της συμπεριφοράς του οδηγού στα καμπύλα οδικά τμήματα οδηγούν στο ότι θα ήταν σκόπιμη η εξέταση όλων των γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Θα έπρεπε όλες οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται στην εξίσωση πρόβλεψης της V_{85} , ανεξάρτητα από το αν εξηγούν σημαντικό μέρος της διασποράς της V_{85} ή όχι, να αναλυθούν και να βοηθήσουν στην κατανόηση της συμπεριφοράς των οδηγών στην Ελλάδα.

Τα πρότυπα πρόβλεψης που έχουν παρουσιαστεί στις έρευνες είναι συνήθως γραμμικά, με μία ή περισσότερες μεταβλητές. Σε ελάχιστες έρευνες έχουν παρουσιαστεί μη γραμμικά πρότυπα. Σε αυτά τα μη γραμμικά πρότυπα έχει γίνει συσχετισμός της V_{85} με μία μόνο μεταβλητή, τη μεταβλητή της καμπυλότητας. Η προσπάθεια πρόβλεψης της V_{85} με ένα μη γραμμικό πρότυπο με πολλές μεταβλητές δεν έχει γίνει, επομένως κάτι τέτοιο θα πρέπει να εξεταστεί και να αναλυθεί, έτσι ώστε να γίνουν συγκρίσεις με τα αντίστοιχα γραμμικά πρότυπα και να προκύψουν στοιχεία που να βοηθούν σε μία ακόμα καλύτερη προσέγγιση του όλου θέματος.

Ενα άλλο σημαντικό θέμα είναι η διαφορετική συμπεριφορά των οδηγών στην εξωτερική και εσωτερική λωρίδα της καμπύλης. Έρευνα που έχει γίνει στο εξωτερικό, υποδεικνύει αυτή τη διαφορετική συμπεριφορά, αλλά δεν έχουν γίνει άλλες που να λαμβάνουν υπόψη την πληροφορία αυτή στην εύρεση του προτύπου πρόβλεψης της V_{85} . Μόνο μία έρευνα στην Ελλάδα έχει κάνει μία πρώτη προσέγγιση στο θέμα αυτό. Σύμφωνα με αυτά κρίνεται σκόπιμη η προσπάθεια εύρεσης γραμμικών ή μη γραμμικών προτύπων πρόβλεψης χωριστά για τις εξωτερικές και εσωτερικές λωρίδες της καμπύλης. Ενα καινούργιο στοιχείο είναι η χρήση περισσότερων από μία μεταβλητών στα πρότυπα, που ίσως να

βοηθήσει στην κατανόηση των παραγόντων που επιδρούν στον οδηγό έτσι ώστε να συμπεριφέρεται διαφορετικά στις εξωτερικές και εσωτερικές λωρίδες των καμπυλών.

Η ύπαρξη καμπύλων τμημάτων χωρίς οριογραμμή είναι ένα γεγονός που συμβαίνει μόνο στην Ελλάδα σε σχέση με τις άλλες χώρες που έχουν γίνει οι περισσότερες έρευνες. Η εξέταση της επίδρασης της ύπαρξης οριογραμμής στην ταχύτητα V_{85} και στην συμπεριφορά του οδηγού, είναι αναγκαία. Η ανάλυση του θέματος θα δώσει στοιχεία για το αν υπάρχει διαφοροποίηση των ταχυτήτων και για το κατά πόσο επηρεάζονται οι οδηγοί.

Ένα θέμα επίσης που έχει εξεταστεί σε περιορισμένη μόνο έκταση είναι η ανάλυση της κατανομής των ταχυτήτων. Έχουν αναπτυχθεί ορισμένα γραμμικά πρότυπα πρόβλεψης των παραμέτρων της κατανομής - μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης- τα οποία τις συσχετίζουν με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, αλλά δεν έχουν εξεταστεί καθόλου μη γραμμικά πρότυπα πρόβλεψης. Σημαντικό θέμα που δεν έχει διερευνηθεί ιδιαίτερα είναι η ερμηνεία, μέσω των προτύπων πρόβλεψης της συμπεριφοράς του οδηγού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, προκύπτει το συμπέρασμα ότι είναι αναγκαία η εξέταση μη γραμμικών προτύπων καθώς και της επίδρασης της διαφορετικής συμπεριφοράς των οδηγών σε εσωτερικές και εξωτερικές λωρίδες των καμπύλων και της οριογραμμής στις τιμές των παραμέτρων της κατανομής.

Συμπερασματικά στην παρούσα Διπλωματική γίνεται προσπάθεια επιλογής και παρουσίασης προτύπων παλινδρόμησης της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} και των παραμέτρων της κατανομής των ταχυτήτων, σε καμπύλα τμήματα υπεραστικών οδών δύο λωρίδων.

Η έρευνα αυτή συνοψίζεται στα ακόλουθα βασικά σημεία:

- Ελεγχος κατανομής ταχυτήτων.
- Εξέταση των εξής γεωμετρικών χαρακτηριστικών: καμπυλότητα, πλάτος λωρίδας, πλάτος ερείσματος, επίκλιση, ορατότητα και κατά μήκος κλίση.

- Εξέταση γραμμικών και μη γραμμικών προτύπων πρόβλεψης με πολλές μεταβλητές.
- Μεμονωμένη εξέταση των εσωτερικών και εξωτερικών λωρίδων των καμπύλων τμημάτων.
- Εξέταση της επίδρασης της οριογραμμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Την άνοιξη του 1992 στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος με την ονομασία "Συμβολή στη σύνταξη σχεδίου κανονισμού για το γεωμετρικό σχεδιασμό υπεραστικών οδών" [17] υπό την καθοδήγηση του επικ. καθηγητή Ε.Μ.Π. Γ. Κανελλαΐδη πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον υπολογισμό των λειτουργικών ταχυτήτων V_{85} σε πλήθος οδικών τμημάτων καμπύλων και ευθυγράμμων στο ευρύτερο υπεραστικό δίκτυο της Αττικής.

Η επιλογή των τμημάτων έγινε βάσει των ακόλουθων κριτηρίων:

- Δεν υπήρχε επιρροή από διασταυρώσεις, κόμβους κλπ.
- Δεν υπήρχαν στοιχεία στο άμεσο οδικό περιβάλλον που θα δημιουργούσαν κινδύνους (π.χ. στενές γέφυρες, αλλαγές στη διατομή κλπ.)
- Δεν υπήρχαν αλλαγές στα επιφανειακά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος και φθορές που να παρεμποδίζουν ελεύθερη ανάπτυξη ταχυτήτων.
- Οι κατά μήκος κλίσεις ήταν γενικά μικρότερες από 4% (έγιναν μετρήσεις και σε μεγαλύτερες κλίσεις για να εξετασθεί η διαφοροποίηση).

Τμήμα των μετρήσεων αυτών αποτέλεσε τη βάση της ανάλυσης που πραγματοποιείται σ' αυτή τη Διπλωματική. Το δείγμα προέκυψε από την απαίτηση για ικανοποίηση των εξής δύο κριτηρίων:

- α) Οδοί δύο λωρίδων (μία λωρίδα ανά κατεύθυνση).
- β) Μόνο καμπύλα οδικά τμήματα.

Οι οδοί που πληρούσαν τις παραπάνω δύο απαιτήσεις ήταν οι ακόλουθες:

1. Οδός Διονύσου-Ν. Μάρης στο τμήμα Διόνυσος-Άγιος Πέτρος

2. Εθνική οδός Σχηματαρίου-Χαλκίδας, στο τμήμα Χαλκίδα-Σχηματάρι
3. Παραλιακή οδός Βάρκιζας-Σουνίου στο τμήμα Παλαιά Φωκαία-Σούνιο.
4. Λεωφόρος Μαραθώνος, στα τμήματα Παλλήνη-Διασταύρωση Ραφήνας, Διασταύρωση Ραφήνας-Μαραθώνος.
5. Παλαιά Εθνική Οδός Ελευσίνας-Θήβας, στα τμήματα Μάνδρα-Οινόη, Οινόη-Διασταύρωση Βιλλίων, Διασταύρωση Βιλλίων-Θήβα.

Ακολουθώντας, από αυτό το δείγμα αφαιρέθηκαν τα τμήματα εκείνα που στον περιβάλλοντα χώρο τους υπήρχε γκρεμός. Η διαδικασία αφαίρεσης των τμημάτων αυτών έγινε μετά από εκτεταμένη παρατήρηση φωτογραφικού υλικού που συμπεριλαμβάνεται στο παραπάνω ερευνητικό πρόγραμμα [17] (Τεύχος Α'-Παράρτημα Α'- "Φωτογραφίες Οδικών Τμημάτων") με σκοπό τη δημιουργία περισσότερο ομοιόμορφου δείγματος αφού η είναι φυσικό να αναμένεται ότι η συμπεριφορά του οδηγού είναι τελείως διαφορετική σε οδούς που βρίσκονται σε επίχωμα μεγάλης κλίσης και μεγάλου ύψους.

Με τον παραπάνω πρώτο διαχωρισμό επιλέχθηκε δείγμα 100 περίπου οδικών τμημάτων με γεωμετρικά χαρακτηριστικά που τα όρια τους αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 Πεδίο τιμών μετρηθέντων γεωμετρικών χαρακτηριστικών

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ [%]	ΕΠΙΚΛΙΣΗ [%]	ΠΛ. ΛΩΡΙΔΑΣ [m]	ΠΛ. ΕΡΕΙΣΜΑΤΟΣ [m]	ΑΚΤΙΝΑ R[m]
-7.0:6.0	1.5:13.5	3.20:5.25	0.00:2.50	28.5:1007.7

* Τα τμήματα με μεγάλες κατά μήκος κλίσεις αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό του δείγματος

3.2 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Παρόλο το γεγονός ότι οι μετρήσεις δεν πραγματοποιήθηκαν από τους συγγραφείς της παρούσας διπλωματικής κρίνεται απαραίτητη η συνοπτική παρουσίαση των

συνθηκών κάτω από τις οποίες διεξήχθησαν, έτσι ώστε να υπάρχει μια πλήρης εικόνα και αντίληψη των δεδομένων και στοιχείων που ήταν αναγκαία για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής. Στοιχεία που στη πρώτη φάση της ανάλυσης των κρίθηκαν επαρκή ως προς το μέγεθος, αλλά και ως προς τη πληρότητά τους.

Οι μετρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών σε εργάσιμες ημέρες (Δευτέρα έως Παρασκευή) με καλές καιρικές συνθήκες έτσι ώστε να αποφευχθούν οι τυχόν επιπτώσεις λόγω ιδιαίτερων καιρικών συνθηκών (όπως η βροχή π.χ.). Οι ταχύτητες που μετρήθηκαν αντιπροσωπεύουν τις ταχύτητες που ανέπτυξαν ελεύθερα οι οδηγοί χωρίς να επηρεάζονται από άλλα οχήματα δεδομένου ότι καταγράφηκαν ταχύτητες οχημάτων με χρονικό διαχωρισμό μεγαλύτερο των 15 δλ. και εκείνων τα οποία ήταν επικεφαλής φάλαγγας οχημάτων. Επισημαίνεται ότι καταγράφηκαν ταχύτητες μόνο επιβατικών οχημάτων που είναι και τα ταχύτερα κινούμενα σε σχέση με τα φορτηγά. Για τον προσδιορισμό της ταχύτητας χρησιμοποιήθηκε ανάλογη μέθοδος με αυτή των Lamm και Choueiri [3] όπου μετράται ο χρόνος που απαιτείται για τη διάνυση διαστήματος 50 μέτρων, του οποίου η αρχή και το πέρας του σημειώνεται με κάθετες γραμμές στον άξονα της οδού.

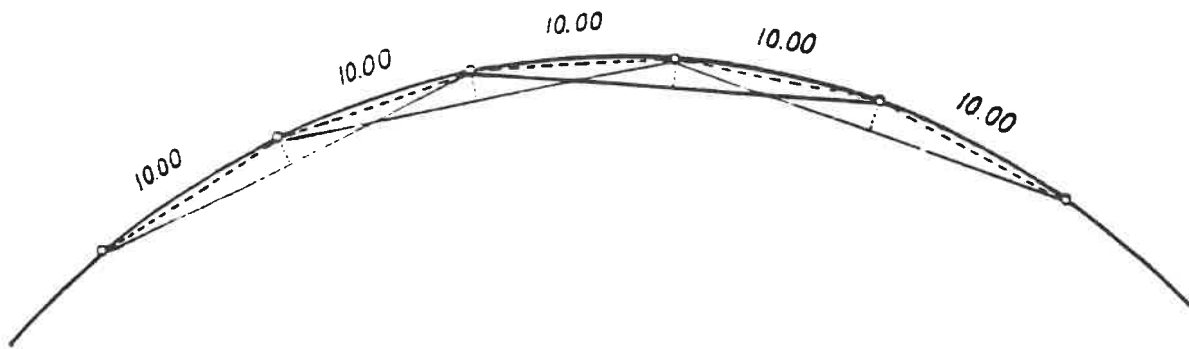
Συνολικά για κάθε τμήμα μετρήθηκαν οι ταχύτητες περίπου 120 οχημάτων. Μέγεθος που κρίθηκε ικανοποιητικό για τη περαιτέρω ανάλυση του δείγματος. Στο επόμενο υποκεφάλαιο αναπτύσσεται η διαδικασία υπολογισμού του μήκους της καμπύλης των 50 μέτρων.

3.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

3.3.1 Μήκος Καμπύλης

Ο υπολογισμός του μήκους αυτού έγινε με εφαρμογή στην οριογραμμή της οδού 5 χορδών μήκους 10 μέτρων σύμφωνα με το Σχ. 3.1.

Ο τρόπος αυτός προσδιορισμού του μήκους της καμπύλης βασίστηκε στο γεγονός ότι για τις καμπύλες που μετρήθηκαν το μήκος της χορδής συμπίπτει με το μήκος του τόξου που αντιστοιχεί στη καμπύλη.



Σχήμα 3.1 Προσδιορισμός μήκους καμπύλης 50 m

Οι μετρήσεις των μηκών έγιναν με μετροταινία και το σχετικό σφάλμα των μετρήσεων μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ίσο προς 1:2000 (± 5 mm στα 10 m).

3.3.2 Μέτρηση κατά Μήκος Κλίσεων και Επικλίσεων

Η μέτρηση της κατά μήκος κλίσης και της επίκλισης της καμπύλης έγινε με κλισίμετρο η ακρίβεια του οποίου ήταν τουλάχιστον $\pm 0.2\%$.

3.3.3 Διατομή της Οδού

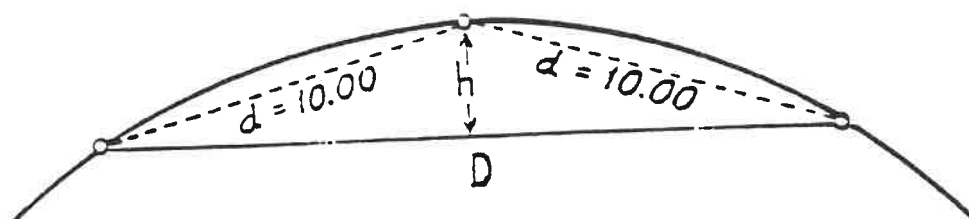
Σε κάθε καμπύλο οδικό τμήμα μετρήθηκαν με μετροταινία τα στοιχεία της διατομής δεξιά και αριστερά του άξονα:

- Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας
- Πλάτος λωρίδας έκτακτης ανάγκης (όπου υπήρχε)
- Πλάτος λωρίδας καθοδήγησης (όπου υπήρχε)
- Πλάτος πρόσθετου ελευθέρου ερείσματος (όπου υπήρχε)

3.3.4 Προσδιορισμός Ακτίνας Καμπύλης

Για το προσδιορισμό της ακτίνας του καμπύλου τμήματος χρειάστηκε πρώτα ο επιμέρους υπολογισμός των ακτίνων των τόξων που περιλαμβάνονται μεταξύ δύο χορδών σύμφωνα με το Σχ. 3.2.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:



Σχήμα 3.2 Μέτρηση βελών για τον προσδιορισμό της ακτίνας καμπύλης

Πρώτα μετρήθηκε το βέλος h που προέκυπτε μεταξύ των δύο διαδοχικών χορδών και στη συνέχεια υπολογίστηκε η ακτίνα από τη σχέση:

$$R = \frac{d^2}{2h} = \frac{100}{2h} = \frac{50}{h} \quad (3.1)$$

Για λόγους πληρότητας και ελέγχου στις μετρήσεις μετρήθηκε και το μήκος της μεγάλης χορδής D .

Η ακτίνα του κυκλικού τόξου προκύπτει τότε από τη σχέση:

$$R = \frac{D^2}{8h} \quad (3.2)$$

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι χορδές στο κάθε καμπύλο τμήμα είναι πέντε των 10 m. συνεπώς προκύπτουν τέσσερα μεγέθη βελών h_1, h_2, h_3, h_4 από τα οποία ακολουθώντας με χρήση της σχέσης (3.1) προκύπτουν τέσσερις ακτίνες R_1, R_2, R_3, R_4 . Η τελική ακτίνα R επομένως μπορεί να προκύψει ως ο αριθμητικός μέσος των παραπάνω ακτίνων.

Αντιληπτό γίνεται ότι η όλη διαδικασία υπολογισμού της ακτίνας της καμπύλης ενέχει κάποιο σφάλμα όπου με απλοποιημένη μορφή η σχέση του νόμου μετάδοσης σφαλμάτων μετατρέπεται ως εξής:

$$\sigma_R = \frac{R^2}{10000} \sigma_h \quad (3.3)$$

όπου:

σ_R : το σφάλμα της προκύπτουσας ακτίνας [m]

σ_h : το σφάλμα του μετρηθέντος βέλους [mm]
($\sigma_h = \pm 1.00$ mm)

R : η εκάστοτε ακτίνα [m]

Πληρέστερη αναφορά στα δεδομένα των μετρήσεων γίνεται στα Τεύχη Α' και Β' του παραπάνω ερευνητικού προγράμματος [17] όπου δίνεται επίσης και νομογράφημα υπολογισμού σχετικού σφάλματος μήκους ακτίνας (Τεύχος Α' - "Γεωμετρικά στοιχεία τμημάτων"-Σχ. 1.4).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

4. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Μια σειρά από μετρήσεις ταχυτήτων σε ένα τμήμα μπορεί να αντιπροσωπευθεί απλά από τον αριθμητικό μέσο των ταχυτήτων. Όμως, για μία πλήρη έρευνα και ανάλυση είναι απαραίτητη η γνώση της μορφής της κατανομής των ταχυτήτων, της διασποράς καθώς επίσης και κάποιων άλλων χρήσιμων στατιστικών μεγεθών.

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι η παρουσίαση της ανάλυσης της κατανομής ταχυτήτων. Η ανάλυση αυτή αποτελείται από δύο επιμέρους τμήματα. Το πρώτο αφορά την εύρεση της θεωρητικής κατανομής που προσεγγίζει καλύτερα τη μετρηθείσα κατανομή ταχυτήτων, ενώ το δεύτερο αφορά τον υπολογισμό διαφόρων στατιστικών μεγεθών της κατανομής.

4.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Ο έλεγχος καταλληλότητας μιας θεωρητικής κατανομής να περιγράψει ικανοποιητικά την εμπειρική κατανομή ενός μεγέθους, ξεκινά από την επιλογή αρχικά μιας κατανομής η μορφή της οποίας πρέπει να είναι παρόμοια με εκείνη της εμπειρικής. Κατόπιν προσδιορίζονται οι τιμές των παραμέτρων της θεωρητικής κατανομής που εξασφαλίζουν την όσο το δυνατόν καλύτερη σύμπτωση της θεωρητικής και της εμπειρικής κατανομής. Τέλος εξετάζεται με την βοήθεια κατάλληλου στατιστικού ελέγχου αν η καλύτερη δυνατή σύμπτωση των δύο κατανομών είναι και ικανοποιητική για κάποιο συγκεκριμένο επίπεδο σημαντικότητας [7].

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο 2ο κεφάλαιο οι πιθανότερες θεωρητικές κατανομές που μπορούν να περιγράψουν ικανοποιητικά την κατανομή ταχυτήτων, είναι: η Κανονική κατανομή, η Λογαριθμική κατανομή και η κατανομή Γάμμα. Η εξέταση της κατανομής των ταχυτήτων είχε ως βασικό σκοπό το προσδιορισμό της μορφής της κατανομής, δηλαδή αν είναι συμμετρική ή ασύμμετρη προς το μέσο όρο. Συνεπώς αποφασίστηκε να εξεταστεί η Κανονική ως συμμετρική κατανομή και μία από τις Λογαριθμική, Γάμμα ως ασύμμετρη. Η Γάμμα είναι μία κατανομή η οποία λόγω των διαφόρων τιμών που παίρνουν οι παράμετροι της εμφανίζει διάφορες μορφές, άρα έχει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα από τη Λογαριθμική. Με αφορμή το

γεγονός αυτό αποφασίστηκε να ελεγχθεί ως ασύμμετρη κατανομή, η Γάμμα.

Ο έλεγχος προσαρμογής της θεωρητικής κατανομής στην κατανομή των ταχυτήτων μπορεί να γίνει με διάφορους στατιστικούς ελέγχους, με συνηθέστερο λόγω της απλότητας αλλά και της αξιοπιστίας του τον έλεγχο -ή κριτήριο- χ^2 . Για να γίνει αυτός ο έλεγχος αρχικά προσδιορίζονται οι αναμενόμενες συχνότητες των ταχυτήτων.

Οι αναμενόμενες συχνότητες προσδιορίζονται με βάση την υπόθεση ότι οι ταχύτητες ακολουθούν κάποια από τις θεωρητικές κατανομές που εξετάζονται. Οι παρατηρηθείσες συχνότητες των ταχυτήτων θα πρέπει να μην αποκλίνουν σημαντικά από τις αναμενόμενες. Έτσι η τιμή χ^2 που ορίζεται από τη σχέση :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(F_{ip} - F_{i\theta})^2}{F_{i\theta}} \quad (4.1)$$

όπου: F_{ip} = παρατηρηθείσα συχνότητα

$F_{i\theta}$ = θεωρητική συχνότητα

k = αριθμός ομάδων που χωρίστηκαν οι ταχύτητες

συγκρίνεται με κάποια τιμή που προκύπτει από τους πίνακες της κατανομής χ^2 για v βαθμούς ελευθερίας και για το επίπεδο σημαντικότητας που επιλέχτηκε. Αν είναι μικρότερη από την τιμή του πίνακα τότε γίνεται αποδεκτό ότι η θεωρητική κατανομή, που χρησιμοποιήθηκε για την αρχική υπόθεση, είναι ίδια με την μετρηθείσα κατανομή των ταχυτήτων. Αν όχι, τότε η αρχική υπόθεση απορρίπτεται [24].

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι βαθμοί ελευθερίας v προκύπτουν από την ακόλουθη σχέση:

$$v = k - 1 - m \quad (4.2)$$

όπου: k = αριθμός ομάδων που χωρίστηκαν οι ταχύτητες

m = αριθμός παραμέτρων της θεωρητικής κατανομής, που υπολογίστηκαν από τις μετρήσεις

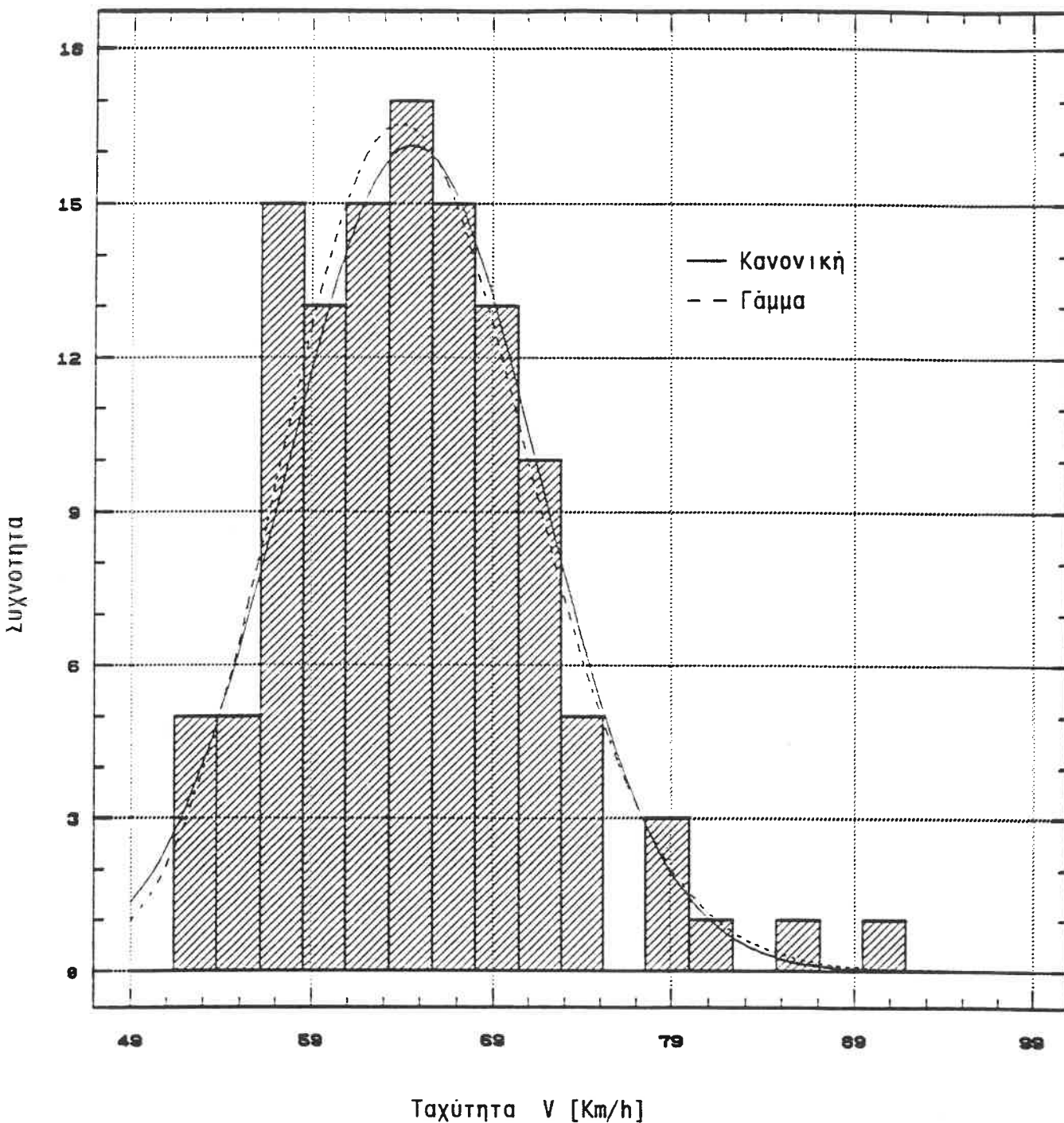
Επίσης πρέπει να τονισθεί ότι για να ισχύουν τα παραπάνω είναι απαραίτητο οι αναμενόμενες συχνότητες που προκύπτουν να είναι τουλάχιστον ίσες με 5 .

Οι έλεγχοι καλής προσαρμογής των δύο κατανομών που αναφέρθηκαν παραπάνω έγιναν για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$. Εξετάσθηκαν συνολικά 192 καμπύλα τμήματα και για τις δύο κατευθύνσεις. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έχουν ως εξής:

- Κανονική κατανομή ακολουθούν τα 181 από τα 192 τμήματα, ποσοστό 94.2% του συνόλου.
- Κατανομή Γάμμα ακολουθούν τα 183 από τα 192 τμήματα, ποσοστό 95.3% του συνόλου.
- Κανονική και ταυτόχρονα Γάμμα ακολουθούν τα 175 τμήματα, ποσοστό 91.1% του συνόλου.
- Δεν ακολουθούν καμία κατανομή τα 3 από τα 192 τμήματα, ποσοστό 1.6% του συνόλου.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Ένα πολύ μικρό ποσοστό των τμημάτων δεν ακολουθεί καμία κατανομή, γεγονός που μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: Το μέγεθος του δείγματος προσδιορίστηκε έτσι ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$. Αυτό σημαίνει ότι ένα οποιοδήποτε δείγμα έχει 5% πιθανότητα να μην είναι αντιπροσωπευτικό. Άρα το ότι 1.6% των τμημάτων δεν ακολουθεί καμία κατανομή οφείλεται πιθανότατα στο ότι τα δείγματα είναι μη αντιπροσωπευτικά, γεγονός αναμενόμενο όπως εξηγήθηκε παραπάνω.
- Το γεγονός ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του συνόλου των τμημάτων ακολουθεί και τις δύο κατανομές οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι δύο κατανομές σχεδόν συμπίπτουν. Αυτό συμβαίνει διότι οι παράμετροι της Γάμμα λαμβάνουν τέτοιες τιμές ώστε η μορφή της κατανομής είναι σχεδόν συμμετρική και συμπίπτει με την Κανονική. Η σύμπτωση των δύο κατανομών σε ένα καμπύλο τμήμα παρουσιάζεται στο σχήμα 4.1.



Σχήμα 4.1 Ιστογράμμο κατανομής ταχυτήτων και προσαρμογή καμπύλων Κανονικής και Γάμμα κατανομών (τμήμα R5AT).

Ο έλεγχος καλής προσαρμογής των κατανομών ταχυτήτων με το κριτήριο χ^2 έγινε με τη βοήθεια του Στατιστικού Προγράμματος STATGRAPHICS V.4.0. Λεπτομερής αναφορά για το πρόγραμμα αυτό και για το πως εφαρμόστηκε το κριτήριο χ^2 , καθώς επίσης και ένας πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται όλα τα καμπύλα τμήματα και οι αντίστοιχες κατανομές που προσεγγίζουν τις κατανομές των ταχυτήτων τους, παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β'.

Στις επόμενες σελίδες δίνεται παράδειγμα εφαρμογής του τεστ - χ^2 σε ένα καμπύλο τμήμα για έλεγχο Κανονικής Πίνακας 4.1α και Γάμμα κατανομής Πίνακας 4.1β ενώ το αντίστοιχο ιστόγραμμα κατανομής συχνοτήτων στο οποίο δίνονται και οι μορφές των καμπύλων των δύο κατανομών δίνεται στο Σχήμα 4.1.

Πίνακας 4.1α Ελεγχος προσαρμογής Κανονικής κατανομής με το Τεστ χ^2
(τμήμα R5AT)

Κάτω Όριο	Ανω Όριο	Παρατηρηθείσα Συχνότητα	Αναμενόμενη Συχνότητα	χ^2
	53.762	5	7.2	.693371
53.762	56.143	5	6.3	.258971
56.143	58.524	15	9.4	3.300005
58.524	60.905	13	12.6	.011354
60.905	63.286	15	15.1	.000384
63.286	65.667	17	16.1	.054917
65.667	68.048	15	15.3	.004360
68.048	70.429	13	12.9	.000403
70.429	72.810	10	9.8	.005477
72.810	75.190	5	6.6	.380694
75.190		6	7.8	.401299

$$\Sigma \chi^2 = 5.111240$$

Βαθμοί ελευθερίας : 8

Επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.745624$

Πίνακας 4.1β Ελεγχος προσαρμογής κατανομής Γάμμα με το Τεστ χ^2 (τμήμα R5AT)

Κάτω Όριο	Ανω Όριο	Παρατηρηθείσα Συχνότητα	Αναμενόμενη Συχνότητα	χ^2
	53.762	5	6.0	.1627573
53.762	56.143	5	6.5	.3354852
56.143	58.524	15	10.1	2.3751065
58.524	60.905	13	13.6	.0247961
60.905	63.286	15	15.9	.0519079
63.286	65.667	17	16.4	.0215690
65.667	68.048	15	15.0	.0000497
68.048	70.429	13	12.3	.0366841
70.429	72.810	10	9.1	.0842608
72.810	75.190	5	6.1	.2088703
75.190		6	7.9	.4711924

$$\Sigma \chi^2 = 3.7726810$$

Βαθμοί ελευθερίας : 8

Επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0.877029$

4.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ

Στην Εισαγωγή αυτού του κεφαλαίου αναφέρεται ότι για την πλήρη ανάλυση της κατανομής των ταχυτήτων είναι απαραίτητος και ο προσδιορισμός κάποιων στατιστικών μεγεθών της κατανομής όπως η μέση τιμή, η τυπική απόκλιση και η ταχύτητα V_{85} , τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Πρέπει να τονισθεί ότι οι τιμές των παραπάνω στατιστικών μεγεθών προσδιορίσθηκαν στο Ερευνητικό Πρόγραμμα του ΕΜΠ που προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3 [17] . Εδώ απλά θα αναφερθεί ο τρόπος προσδιορισμού των μεγεθών αυτών.

4.2.1 Πίνακας Κατανομής Συχνοτήτων

Σε κάθε καμπύλο τμήμα μετρήθηκαν οι ελεύθερες ταχύτητες 120 περίπου οχημάτων. Για την καλύτερη επεξεργασία των μετρήσεων συντάχθηκε για κάθε τμήμα, ένας πίνακας κατανομής συχνότητας των ταχυτήτων, του οποίου παράδειγμα δίνεται παρακάτω (Πίνακας 4.2). Η πρώτη στήλη του πίνακα δίνει τις κλάσεις των χρόνων. Η δεύτερη στήλη δίνει τους χρόνους που έκαναν τα οχήματα για να διανύσουν το καμπύλο τμήμα, σε δευτερόλεπτα. Η τρίτη στήλη δείχνει τη συχνότητα των παρατηρήσεων. Η τέταρτη στήλη δείχνει την αθροιστική επί τοις εκατό συχνότητα, η οποία χρησιμεύει για τον προσδιορισμό ποσοστών των ταχυτήτων. Η πέμπτη στήλη παρουσιάζει την ταχύτητα για κάθε χρονική κλάση και οι δύο τελευταίες στήλες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της μέσης ταχύτητας και της τυπικής απόκλισης.

4.2.2 Μέση Τιμή

Η αριθμητική μέση τιμή της ταχύτητας V είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη παράμετρος της κατανομής. Επισημαίνεται ότι στα μικρά δείγματα επηρεάζεται από την ενδεχόμενη τυχαία παρουσία ακραίων τιμών της μεταβλητής που "αλλοιώνουν" την πραγματική μέση τιμή του πληθυσμού. Δίνεται από τον τύπο:

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (f_n V_n)}{N} \quad (4.3)$$

όπου :

- V : μέση ταχύτητα
- f_n : πληθικός αριθμός τιμών στην κατηγορία n
- N : συνολικός αριθμός μετρηθέντων οχημάτων
- n : αριθμός κατηγοριών τιμών των ταχυτήτων

4.2.3 Τυπική Απόκλιση

Η τυπική απόκλιση είναι μία παράμετρος διασποράς. Αποτελεί ουσιαστικά ένα μέτρο του πόσο διεσπαρμένες είναι οι τιμές της ταχύτητας γύρω από τη μέση τιμή. Είναι ίση με την τετραγωνική ρίζα της διασποράς, έχει όμως το πλεονέκτημα ότι εκφράζεται στις ίδιες μονάδες με την ταχύτητα, γι' αυτό και χρησιμοποιείται περισσότερο από τη διασπορά. Δίνεται από τον τύπο:

$$\sigma = \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^n f_n (V_n)^2 - (\sum_{i=1}^n f_n V_n)^2}{N(N-1)}} \quad (4.4)$$

όπου:

- σ = τυπική απόκλιση
- N = συνολικός αριθμός μετρηθέντων οχημάτων
- επεξήγηση των υπολοίπων συμβόλων όμοια με παραπάνω

4.2.4 Υπολογισμός Ταχύτητας V_{85}

Όπως έχει αναφερθεί η ταχύτητα V_{85} είναι η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των οχημάτων. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιείται η τέταρτη στήλη του πίνακα 4.2. Στη στήλη αυτή έχει υπολογισθεί η αθροιστική επί τοις εκατό συχνότητα διαιρώντας κάθε αθροιστική συχνότητα με τον αριθμό των παρατηρήσεων και πολλαπλασιάζοντας με το 100. Η ταχύτητα V_{85} και οποιαδήποτε άλλη ταχύτητα που αντιστοιχεί σε κάποιο ποσοστό, υπολογίζονται με τη μέθοδο της γραμμικής παρεμβολής.

Πίνακας 4.2 Πίνακας κατανομής συχνοτήτων των ταχυτήτων
(Παράδειγμα καμπύλης R5AT)

ΚΛΑΣΕΙΣ ΧΡΟΝΩΝ	ΧΡΟΝΟΙ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΑΡΘΘΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙ ΤΟΙΣ ΕΚΑΤΟ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ		
n	tn	f _n	P _n	V _n	f _n V _n	f _n V _n ²
1	2	1	100.00	90.00	90.00	8100.00
2	2.1	1	99.16	85.71	85.71	7346.94
3	2.2	1	98.32	81.82	81.82	6694.21
4	2.3	3	97.48	78.26	234.78	18374.29
5	2.4	5	94.96	75.00	375.00	28125.00
6	2.5	10	90.76	72.00	720.00	51840.00
7	2.6	13	82.35	69.23	900.00	62307.69
8	2.7	15	71.43	66.67	1000.00	66666.67
9	2.8	17	58.82	64.29	1092.86	70255.10
10	2.9	15	44.54	62.07	931.03	57788.35
11	3	13	31.93	60.00	780.00	46800.00
12	3.1	10	21.01	58.06	580.65	33714.88
13	3.2	5	12.61	56.25	281.25	15820.31
14	3.3	5	8.40	54.55	272.73	14876.03
15	3.4	3	4.20	52.94	158.82	8408.30
16	3.5	2	1.68	51.43	102.86	5289.80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

**ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ V_{85}
ΜΕ ΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ**

5. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ V_{85} ΜΕ ΤΑ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στην εισαγωγή ένα σημαντικό θέμα που έχει απασχολήσει τους περισσότερους ερευνητές, είναι ταχύτητα V_{85} και η συσχέτισή της με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Βασική επιδίωξη τους είναι η εύρεση των παραμέτρων που επιδρούν στην V_{85} . Η γνώση των παραμέτρων αυτών βοηθά στην ανάλυση και κατανόηση της συμπεριφοράς του οδηγού ως προς την ταχύτητα που αναπτύσσει. Η κατασκευή ενός προτύπου πρόβλεψης της V_{85} παίζει σημαντικό ρόλο στον καλύτερο σχεδιασμό της οδού.

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται πλήρως η προσπάθεια εύρεσης κάποιων προτύπων πρόβλεψης της V_{85} για υπεραστικές οδούς 2 λωρίδων. Αναφέρονται λεπτομερώς οι προσπάθειες συσχέτισμού της V_{85} με διάφορες παραμέτρους, που έγιναν με τη χρήση της μεθόδου παλινδρόμησης καθώς και όλα τα αποτελέσματα και συμπεράσματα που προέκυψαν.

5.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

5.1.1 Πεδία Τιμών των Μεταβλητών

Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της Βιβλιογραφικής ανασκόπησης οι παράμετροι που εξετάζονται για το συσχέτισμό τους με την ταχύτητα V_{85} , διαφέρουν από έρευνα σε έρευνα. Στην παρούσα διπλωματική εργασία κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστεί η συσχέτιση των γεωμετρικών στοιχείων της οδού με τη V_{85} . Οι παράμετροι που επιλέχθηκαν να εξεταστούν είναι οι ακόλουθες:

- ακτίνα της καμπύλης
- πλάτος λωρίδας
- πλάτος ερείσματος

- ολικό πλάτος (συνολικό πλάτος λωρίδας και ερείσματος)
- κατά μήκος κλίση
- επίκλιση
- ορατότητα

Στον πίνακα 5.1 δίνονται οι παραπάνω παράμετροι, οι διάφορες μορφές τους, ο συμβολισμός τους και το πεδίο τιμών τους.

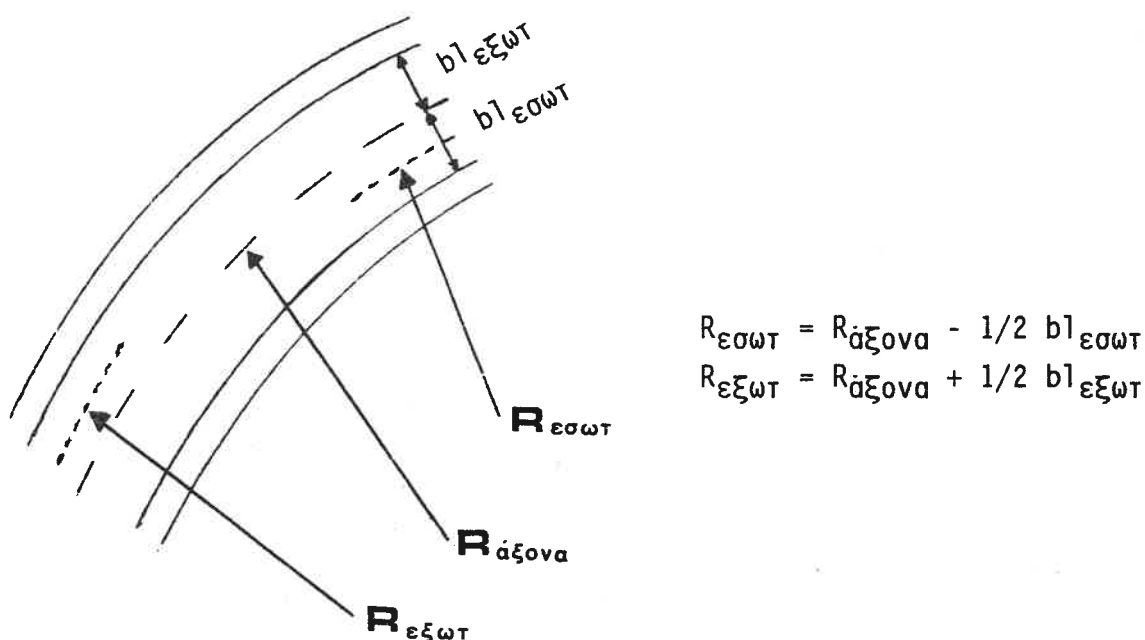
Πίνακας 5.1 Συμβολισμός και πεδίο τιμών των μεταβλητών

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΔΙΟ ΤΙΜΩΝ
ακτίνα	R	28.50 - 1007.7 [m]
καμπυλότητα	1/R	$9.9 \cdot 10^{-4}$ - $3.5 \cdot 10^{-2}$ [m ⁻²]
ορατότητα	ORAT	0 - 1
οριογραμμή	ORIOGR	0 - 1
κατά μήκος κλίση	KMK	-7.00 - 6.00 [%]
επίκλιση	e	1.50 - 13.50 [%]
πλάτος λωρίδας	b _l	3.20 - 5.25 [m]
πλάτος ερείσματος	b _s	0.00 - 2.50 [m]
ολικό πλάτος	b	3.40 - 6.35 [m]

5.1.2 Ορισμοί Μεταβλητών

Πριν γίνει αναφορά στην ανάλυση και επεξεργασία των στοιχείων, κρίθηκε σκόπιμο να διευκρινιστεί τι σημαίνει η κάθε μεταβλητή που εξετάζεται και ποιές είναι οι τιμές της.

- Ακτίνα (R): όπως έχει ήδη αναφερθεί στο 3ο κεφάλαιο τα στοιχεία των μετρήσεων που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία είναι τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για τις ανάγκες του Ερευνητικού Προγράμματος του ΕΜΠ [17]. Οι τιμές της ακτίνας που αναφέρονται στα τεύχη του Ερευνητικού είναι οι τιμές της ακτίνας του άξονα της οδού. Επειδή στην παρούσα εργασία, όπως θα αναφερθεί και στις επόμενες παραγράφους, η ανάλυση έγινε θεωρώντας ως χωριστά τμήματα τις δύο λωρίδες κυκλοφορίας της οδού, οι τιμές των ακτίνων που χρησιμοποιούνται είναι οι τιμές των ακτίνων των αξόνων των λωρίδων. Δηλαδή από την τιμή της ακτίνας που είχε μετρηθεί αφαιρέθηκε ή προστέθηκε το $1/2$ του πλάτους λωρίδας και έτσι προέκυψαν οι ακτίνες που αντιστοιχούν στο μέσο της εσωτερικής ή εξωτερικής λωρίδας. Για την κατανόηση των παραπάνω δίνεται το σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1 Σκαρίφημα ακτίνων άξονα, εσωτερικής και εξωτερικής λωρίδας κυκλοφορίας.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ακτίνων κυμαίνεται από 50 - 500 m ενώ είναι πολύ λίγες εκτός των ορίων αυτών.

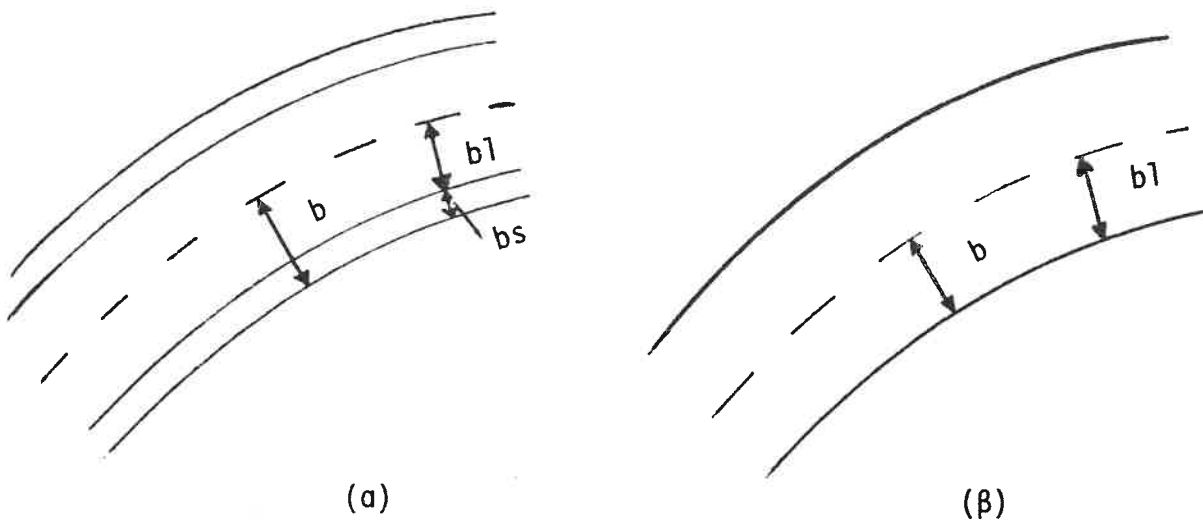
- Κατά Μήκος Κλίση (ΚΜΚ) : όπως είναι γνωστό ως κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού ορίζεται η εφαπτομένη της γωνίας που σχηματίζει ο άξονας με το

οριζόντιο επίπεδο αναφοράς [1]. Πρέπει να τονισθεί ότι οι τιμές των κατά μήκος κλίσεων των τμημάτων που μετρήθηκαν είναι σχεδόν όλες μεταξύ -4.0 - 4.0 [%], ενώ τιμές εκτός του πεδίου αυτού μετρήθηκαν σε ελάχιστα τμήματα.

- Επίκλιση (e) : ως επίκλιση ορίζεται η εγκάρσια κλίση του οδοστρώματος [1]. Ενώ στους ισχύοντες κανονισμούς θεωρείται ότι οι επικλίσεις μπορούν να πάρουν τιμές μέχρι 8% - 10% , τα τμήματα που μετρήθηκαν υπήρχαν και ορισμένα με επικλίσεις 12% , 13% . Το μεγαλύτερο όμως ποσοστό των τιμών των επικλίσεων κυμαινόταν μεταξύ 4% - 6% .
- Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας (b1) : σε αρκετά από τα καμπύλα τμήματα το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας μεταβαλλόταν κατά μήκος του τμήματος και έπαιρνε διάφορες τιμές. Σε αυτές τις περιπτώσεις ως πλάτος υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών αυτών. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι στα περισσότερα καμπύλα τμήματα τα πλάτη της εσωτερικής και εξωτερικής λωρίδας είναι διαφορετικά.
- Πλάτος ερείσματος (bs) : για το πλάτος ερείσματος ισχύουν ακριβώς τα ίδια που αναφέρθηκαν και για το πλάτος λωρίδας. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι ένα ποσοστό των τμημάτων κοντά στο 50% δεν είχαν έρεισμα .
- Ολικό πλάτος (b) : ο όρος ολικό πλάτος χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία για να εκφράσει το άθροισμα του πλάτους λωρίδας και του πλάτους ερείσματος, δηλαδή το πλάτος από τον άξονα της οδού μέχρι το πέρας του οδοστρώματος. Στο σχήμα 5.2 φαίνεται το ολικό πλάτος σε καμπύλο τμήμα με και χωρίς οριογραμμή.
- Ορατότητα (ORAT) : το μήκος ορατότητας ορίζεται ως η δυνατότητα του οδηγού να βλέπει ελεύθερα εμπρός του κατά τη διαδρομή, σε επαρκές μήκος [1]. Επειδή όμως είναι δύσκολο το ακριβές μήκος ορατότητας να προσδιορισθεί, αποφασίστηκε η ορατότητα κάθε τμήματος να χαρακτηριστεί ως καλή ή κακή. Έτσι λοιπόν η μεταβλητή της ορατότητας λαμβάνει τις τιμές 0 και 1 για κακή και καλή ορατότητα αντίστοιχα.
- Οριογραμμή (ORIOGR) : με τον όρο οριογραμμή εννοείται η οριογραμμή που διαχωρίζει την λωρίδα κυκλοφορίας από το έρεισμα. Λαμβάνει την τιμή 0

όταν το καμπύλο τμήμα δεν έχει οριογραμμή και την τιμή 1 όταν έχει.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι στο παράρτημα Β' παραθέτονται ιστογράμματα κατανομής συχνότητας των τιμών των μεταβλητών : ακτίνα, κατά μήκος κλίση, επίκλιση, πλάτος λωρίδας, πλάτος ερείσματος και ολικό πλάτος .



Σχήμα 5.2 Ολικό πλάτος καμπύλου τμήματος με (α) και χωρίς (β) οριογραμμή

5.2 ΑΡΧΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

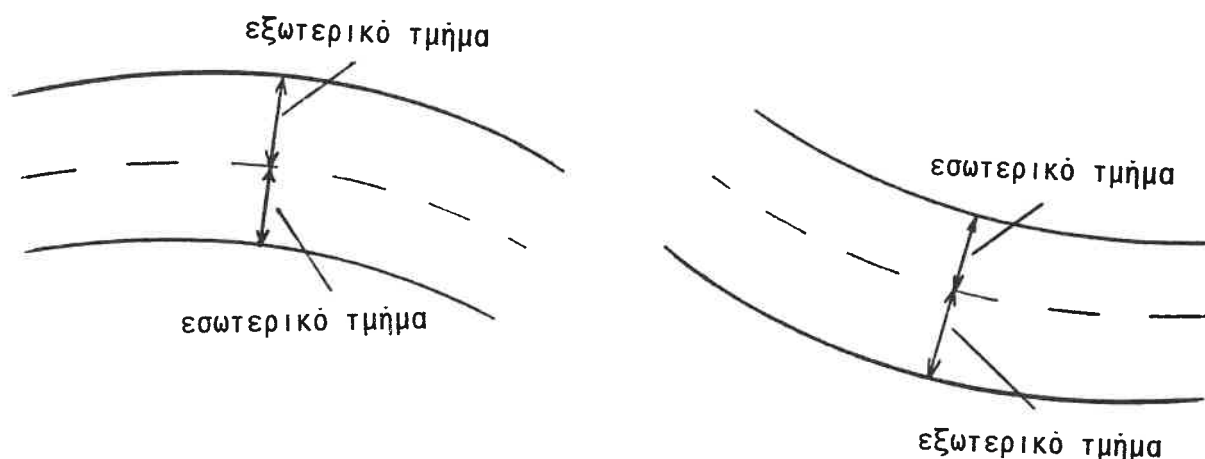
5.2.1 Αρχικός Διαχωρισμός των Τμημάτων

Τα καμπύλα τμήματα που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση είναι συνολικά και για τις δύο κατευθύνσεις 192 (μετά την αφαίρεση των τμημάτων που βρίσκονται σε επιχώματα μεγάλης κλίσης). Σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν στο 2ο

Κεφάλαιο, θεωρήθηκε σκόπιμος ο διαχωρισμός των τμημάτων αυτών σε κατηγορίες. Ο διαχωρισμός αυτός έγινε για να εξεταστεί η επίδραση ορισμένων παραγόντων στην ταχύτητα V_{85} αλλά και στη συμπεριφορά του οδηγού. Τα καμπύλα τμήματα χωρίστηκαν ως εξής:

A. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

Αρχικά πρέπει να διευκρινιστούν οι έννοιες : εσωτερικά τμήματα - εξωτερικά τμήματα που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην παρούσα εργασία. Σε κάθε καμπύλο τμήμα υπάρχουν δύο λωρίδες κυκλοφορίας, η εσωτερική και η εξωτερική. Όταν αναφέρεται ο όρος εσωτερικό τμήμα εννοείται η εσωτερική λωρίδα κυκλοφορίας κάθε καμπύλης ενώ με τον όρο εξωτερικό τμήμα εννοείται η εξωτερική λωρίδα κάθε καμπύλης . Για την πλήρη κατανόηση των εννοιών δίνεται το σχήμα 5.3.



Σχήμα 5.3 Εσωτερικό και εξωτερικό τμήμα καμπύλης

Στην έρευνα που έγινε από τους D. Reinfurt, C. Zegeer, B. Shelton, T. Neuman [15] αναφέρεται ότι υπάρχει διαφορά στον τρόπο οδήγησης των οδηγών στα εσωτερικά και εξωτερικά καμπύλα τμήματα. Σε ένα συγκεκριμένο τμήμα, οι τιμές των γεωμετρικών στοιχείων της εσωτερικής λωρίδας είναι ίδιες με τις αντίστοιχες της εξωτερικής εκτός από τις τιμές της ακτίνας και της κατά μήκος κλίσης. Η ακτίνα της εξωτερικής λωρίδας είναι μεγαλύτερη από την ακτίνα της εσωτερικής, περίπου κατά 3.50-4.00m. Η διαφορά αυτή δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική για τμήματα μεγάλων ακτίνων (>200m) δεδομένου ότι ο οδηγός δεν αντιλαμβάνεται μια τόσο μικρή διαφορά στην ακτίνα. Αντιθέτως για τμήματα μικρών ακτίνων της τάξεως των 40-50m η διαφορά αυτή είναι μεγάλη, περίπου 10%.

Επίσης, σημαντική είναι η διαφορά των κατά μήκος κλίσεων -όπου υπάρχουν. Όταν στη μία λωρίδα η κατά μήκος κλίση είναι 4.0% (ανηφόρα), στην άλλη λωρίδα είναι ίση με -4.0% (κατηφόρα) δηλαδή συνολική διαφορά 8.0%. Είναι

δεδομένο ότι η συμπεριφορά του οδηγού και του οχήματος είναι διαφορετική όταν κινείται σε κατηφορική καμπύλη από όταν κινείται σε ανηφορική.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία, έγινε έλεγχος διαφοράς των μέσων τιμών των ταχυτήτων που είχαν μετρηθεί, των εξωτερικών και εσωτερικών τμημάτων. Ο έλεγχος αυτός έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος STATGRAPHICS V4.0 χρησιμοποιώντας τη μέθοδο ελέγχου T-TEST. Το τεστ αυτό χρησιμοποιείται για να συγκριθεί η μέση τιμή μιας μεταβλητής σε δύο ανεξάρτητα δείγματα. Ελέγχει τη μηδενική υπόθεση ότι οι μέσες τιμές των δειγμάτων είναι ίσες. Αρχικά υπολογίζεται η τιμή t που δίνεται από τη σχέση $t = (x_1 - x_2) / (S_1^2/N_1 + S_2^2/N_2)^{1/2}$ όπου x_1, x_2 οι μέσες τιμές, S_1, S_2 οι τυπικές αποκλίσεις και N_1, N_2 τα μεγέθη των δειγμάτων. Εκτός από την τιμή t προσδιορίζεται και το αντίστοιχο επίπεδο σημαντικότητας $P(t)$. Αν $P(t) < \alpha$, που στη συγκεκριμένη περίπτωση $\alpha = 0.05$ τότε η υπόθεση ότι οι μέσες είναι ίσες, απορρίπτεται. Ουσιαστικά, το τεστ αυτό ελέγχει αν τα δείγματα που ελέγχονται προέρχονται από τον ίδιο πληθυσμό.

Επί συνόλου 108 τμημάτων αφαιρώντας τμήματα που είτε η εσωτερική είτε η εξωτερική λωρίδα βρίσκεται σε επίχωμα μεγάλης κλίσης και ύψους έμειναν $108 - 18 = 90$ τμήματα. Από τη σύγκριση των μέσων τιμών τους προκύπτει:

Διαφέρουν οι μέσες τιμές σε	: 56 τμήματα	ποσοστό 62%
Δεν διαφέρουν οι μέσες τιμές σε	: 34 τμήματα	ποσοστό 38%

Συνεπώς ο διαχωρισμός των τμημάτων σε εξωτερικά και εσωτερικά κρίθηκε αναγκαίος. Η χωριστή ανάλυση και επεξεργασία τους θα δώσει στοιχεία για το αν πραγματικά η συμπεριφορά των οδηγών διαφέρει και αν διαφέρει τότε ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τον οδηγό. Από το διαχωρισμό των τμημάτων προέκυψαν τα εξής:

- Από τα 108 εξωτερικά τμήματα τα 14 βρίσκονται σε επίχωμα μεγάλης κλίσης και ύψους και
- από τα 108 εσωτερικά τμήματα τα 10 βρίσκονται σε επίχωμα μεγάλης κλίσης και ύψους.

Από τα 94 εξωτερικά και 98 εσωτερικά αφαιρέθηκαν τα 7 και 4 τμήματα

αντίστοιχα που δεν ακολουθούν Κανονική κατανομή.

Συνεπώς τα προς εξέταση τμήματα είναι:

- 87 εξωτερικά και
 - 94 εσωτερικά.
- } → συνολικά 181 τμήματα

Β. ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΚΑΙ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

Μία από τις βασικές παραμέτρους σχεδιασμού της οδού, που αφορά σημαντικά την ασφάλεια στην κυκλοφορία είναι το μήκος ορατότητας, δηλαδή η δυνατότητα του οδηγού να έχει ελεύθερο οπτικό πεδίο κατά μήκος της διαδρομής του. Το ακριβές μήκος ορατότητας ή ακόμα και μια καλή προσέγγισή του είναι δύσκολο να μετρηθεί. Γι' αυτό το λόγο η ορατότητα σε κάθε τμήμα δεν μετρήθηκε αλλά πήρε τις τιμές 0 και 1 για κακή και καλή ορατότητα αντίστοιχα. Ο προσδιορισμός των τμημάτων (ανά λωρίδα κατεύθυνσης) ως τμημάτων καλής ή κακής ορατότητας έγινε έπειτα από εκτεταμένη παρατήρηση φωτογραφικού υλικού του Ερευνητικού Προγράμματος που έχει προαναφερθεί [17]. Επίσης αποφασίστηκε ο διαχωρισμός των τμημάτων σε καλής και κακής ορατότητας για την μελέτη της επίδρασης της ορατότητας στη V_{85} και κυρίως την ανάλυση της συμπεριφοράς του οδηγού. Τα τμήματα χωρίστηκαν σε 117 τμήματα καλής και 64 τμήματα κακής ορατότητας.

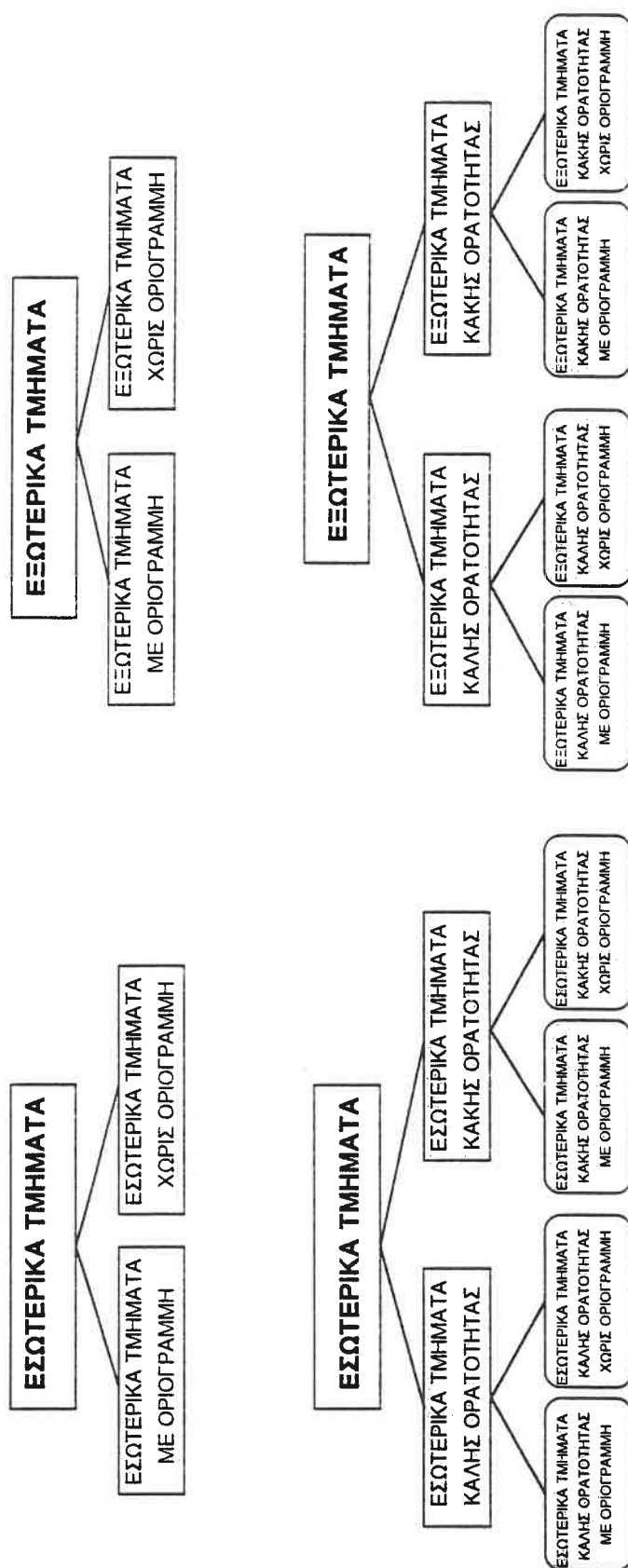
Γ. ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ

Ένα φαινόμενο που συναντάται στην Ελλάδα είναι η μη ύπαρξη οριογραμμής σε ορισμένα τμήματα οδών. Όπως αναφέρθηκε και στο 2ο κεφάλαιο, η επίδραση της ύπαρξης οριογραμμής στην ταχύτητα δεν έχει εξεταστεί σε άλλη έρευνα. Από το διαχωρισμό των τμημάτων προέκυψε ότι τα 92 τμήματα έχουν οριογραμμή και τα υπόλοιπα 89 δεν έχουν. Το γεγονός ότι ένα μεγάλο ποσοστό των τμημάτων, το 49% δεν έχουν οριογραμμή τονίζει ακόμα περισσότερο την ανάγκη διαχωρισμού των τμημάτων. Ο διαχωρισμός αυτός συντελεί στην ερμηνεία και κατανόηση της επίδρασης της οριογραμμής στην εν γένει συμπεριφορά του οδηγού.

Οι παραπάνω διαχωρισμοί των τμημάτων με βάση την εξωτερική και εσωτερική λωρίδα, την καλή και κακή ορατότητα, την ύπαρξη ή όχι οριογραμμής και οι μεταξύ τους συνδυασμοί οδήγησαν στη δημιουργία 18 αρχείων. Ο διαχωρισμός των αρχείων φαίνεται στο σχήμα 5.4 ενώ η ονομασία, και ο αριθμός τμημάτων που έχει το καθένα δίνονται στον Πίνακα 5.2 .

Πίνακας 5.2 Ονομασία αρχείων και αντίστοιχο πλήθος τμημάτων

Ο Ν Ο Μ Α Σ Ι Α Α Ρ Χ Ε Ι Ω Ν	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΜΗΜΑΤΩΝ
Εξωτερικά	87
Εσωτερικά	94
Εξωτερικά με οριογραμμή	43
Εξωτερικά χωρίς οριογραμμή	44
Εξωτερικά καλής ορατότητας	60
Εξωτερικά κακής ορατότητας	27
Εξωτερικά καλής ορατότητας με οριογραμμή	28
Εξωτερικά καλής ορατότητας χωρίς οριογραμμή	32
Εξωτερικά κακής ορατότητας με οριογραμμή	15
Εξωτερικά κακής ορατότητας χωρίς οριογραμμή	12
Εσωτερικά με οριογραμμή	49
Εσωτερικά χωρίς οριογραμμή	45
Εσωτερικά καλής ορατότητας	57
Εσωτερικά κακής ορατότητας	37
Εσωτερικά καλής ορατότητας με οριογραμμή	26
Εσωτερικά καλής ορατότητας χωρίς οριογραμμή	31
Εσωτερικά κακής ορατότητας με οριογραμμή	23
Εσωτερικά κακής ορατότητας χωρίς οριογραμμή	14



Σχήμα 5.4 Διαχωρισμός των τμημάτων

5.2.2 Αποτελέσματα Πολλαπλής Γραμμικής Παλινδρόμησης

Η διαδικασία εκτίμησης μιας μεταβλητής, της εξαρτημένης μεταβλητής, από μία άλλη, την ανεξάρτητη, καλείται παλινδρόμηση. Η μέθοδος της παλινδρόμησης αποτελεί μία από τις πλέον γνωστές και διαδεδομένες τεχνικές που μας προσφέρει η στατιστική ανάλυση για κατασκευή προτύπων. Η παλινδρόμηση μπορεί να έχει πολλές εφαρμογές, όπως στην πρόβλεψη μιας μεταβλητής με βάση μία άλλη, ή στον έλεγχο μιας θεωρίας για τη σχέση "αιτία-αποτέλεσμα", ή ακόμα στον υπολογισμό του σχήματος της καμπύλης παλινδρομήσεως. Ενώ η μέθοδος της απλής γραμμικής παλινδρομήσεως διερευνά τη σχέση που υπάρχει μεταξύ δύο μεταβλητών, η μέθοδος της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης, που χρησιμοποιείται παρακάτω, διερευνά τη σχέση που υπάρχει μεταξύ μιας μεταβλητής, της εξαρτημένης, και πολλών άλλων, ανεξάρτητων μεταβλητών.

Η όλη διαδικασία της ανάλυσης με τη μέθοδο της παλινδρόμησης έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS και της διαδικασίας REGRESSION (παλινδρόμηση). Μέσω της διαδικασίας αυτής είναι δυνατή η εκτίμηση ορισμένων παραμέτρων που αναφέρονται

α. στην εξίσωση παλινδρόμησης γενικά και

β. σε καθεμιά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές της εξίσωσης

Το πρότυπο πρόβλεψης που χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της σχέσης των δεδομένων είναι γραμμικό και έχει τη μορφή:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K$$

όπου:

Y : η εξαρτημένη μεταβλητή, που στην προκειμένη περίπτωση είναι η ταχύτητα V_{85}

$X_1, X_2, \dots, X_K$: Οι ανεξάρτητες μεταβλητές, που στην προκειμένη περίπτωση είναι τα γεωμετρικά στοιχεία της οδού που αναφέρονται στο παράγραφο 5.1.

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$: Οι προσδιοριστέες παράμετροι που ονομάζονται συντελεστές μερικής παλινδρόμησης.

Οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στην εξίσωση καθορίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα βάσει κάποιων κριτηρίων. Για την επιλογή των μεταβλητών υπάρχουν τρεις μέθοδοι. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται εδώ, είναι η μέθοδος STEPWISE στην οποία η εισαγωγή των μεταβλητών στην εξίσωση της παλινδρόμησης γίνεται με ταυτόχρονη εφαρμογή κριτηρίων εισαγωγής και εξαγωγής. Λεπτομερέστερη αναφορά της διαδικασίας REGRESSION και του προγράμματος SPSS γενικότερα, γίνεται στο Παράρτημα Γ'.

Η ανάλυση με τη μέθοδο της παλινδρόμησης έγινε για τα 18 αρχεία που αναφέρονται στην παράγραφο 5.2.1. Μαζί με τις εξισώσεις πρόβλεψης της V_{85} για κάθε αρχείο που δίνονται παρακάτω, δίνεται και ο συντελεστής προσδιορισμού ή συντελεστής παλινδρόμησης r^2 . Ο συντελεστής αυτός είναι ένα από τα σημαντικά μέτρα σχετικά με το πόσο "καλό" είναι το υπόδειγμα που δημιουργήθηκε με την παλινδρόμηση και εκφράζει το ποσοστό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που "εξηγείται" από ολόκληρη την εξίσωση παλινδρόμησης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στα αρχεία που δεν είναι διαχωρισμένα ανάλογα με την ορατότητα, χρησιμοποιούνται όλες οι μεταβλητές που αναφέρονται στην παράγραφο 5.1 μαζί με μία επιπλέον μεταβλητή, αυτήν της ορατότητας. Η μεταβλητή αυτή διαφέρει από τις υπόλοιπες καθώς δεν είναι συνεχής αλλά κατηγορική που σημαίνει ότι λαμβάνει κάποιες συγκεκριμένες ακέραιες τιμές. Στην προκειμένη περίπτωση λαμβάνει μόνο δύο τιμές, τις 0 και 1 για κακή και καλή ορατότητα αντίστοιχα. Το πρόγραμμα SPSS για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος προβλέπει την εισαγωγή εικονικών (dummy) μεταβλητών. Δηλαδή, δημιουργείται μια εικονική μεταβλητή που παίρνει μόνο τις τιμές 0 και 1. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στα αρχεία που δεν είναι διαχωρισμένα ανάλογα με το αν έχουν ή όχι οριογραμμή. Η πρόσθετη μεταβλητή είναι η μεταβλητή της οριογραμμής που λαμβάνει τις τιμές 0 και 1 αν δεν υπάρχει ή υπάρχει οριογραμμή αντίστοιχα. Η μεταβλητή της ορατότητας συμβολίζεται "ORAT" ενώ της οριογραμμής "ORIOGR".

Για την εφαρμογή της μεθόδου της παλινδρόμησης πρέπει να ισχύουν ορισμένες παραδοχές. Μία από αυτές αφορά τα σφάλματα απόκλισης και θεωρεί ότι ακολουθούν Κανονική κατανομή. Σφάλμα απόκλισης είναι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής και της τιμής που προβλέπεται από την εξίσωση της παλινδρόμησης, για μία ορισμένη τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής. Για να ακολουθούν τα σφάλματα απόκλισης Κανονική κατανομή, προϋπόθεση είναι να ακολουθεί Κανονική κατανομή και η εξαρτημένη μεταβλητή.

Συνεπώς, κρίθηκε σκόπιμο να αναλυθούν με τη μέθοδο παλινδρόμησης μόνο τα τμήματα που οι ταχύτητες τους ακολουθούν Κανονική κατανομή.

Μία άλλη παραδοχή που ισχύει στην παλινδρόμηση θεωρεί ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν έχουν καμία συσχέτιση μεταξύ τους και δεν εξαρτάται η μία από την άλλη. Η μη πλήρωση αυτής της συνθήκης είναι μία από τις συνηθέστερες πηγές σφαλμάτων στις προβλέψεις αφού τότε είναι δύσκολο να εξακριβωθεί η επίδραση στο αποτέλεσμα κάθε μιας από τις μεταβλητές. Η συσχέτιση δύο μεταβλητών μεταξύ τους σε μια εξίσωση παλινδρόμησης είναι γνωστή σαν φαινόμενο συγγραμμικότητας. Ο έλεγχος της συγγραμμικότητας δύο μεταβλητών γίνεται με υπολογισμό του συντελεστή συσχέτισης r . Για τον έλεγχο αυτό χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS και η διαδικασία CORRELATION κατά την οποία προσδιορίζονται όλοι οι συντελεστές r ανά ζεύγος μεταβλητών. Όταν οι συντελεστές αυτοί είναι υψηλοί τότε υπάρχει πρόβλημα συγγραμμικότητας.

Ο έλεγχος αυτός έγινε σε όλα τα αρχεία και κατέληξε ότι το φαινόμενο της συγγραμμικότητας δεν εμφανίζεται σε κανένα από αυτά.

Το επόμενο βήμα ήταν η εύρεση των εξισώσεων παλινδρόμησης για κάθε αρχείο καθώς και των αντιστοιχών συντελεστών προσδιορισμού r^2 οι οποίες παρατίθενται στις επόμενες σελίδες.

Αρχικά αναλύθηκαν όλα τα εξωτερικά τμήματα μαζί και όλα τα εσωτερικά για τα οποία προέκυψαν αντίστοιχες γραμμικές εξισώσεις. Το γεγονός ότι στην εξίσωση για τα εξωτερικά επιλέχθηκε η μεταβλητή της ορατότητας και στην εξίσωση για τα εσωτερικά η μεταβλητή της οριογραμμής ενίσχυσε την αρχική θεώρηση που είχε γίνει για το διαχωρισμό των τμημάτων ανάλογα με την ορατότητα και την οριογραμμή. Θεωρώντας λοιπόν τους διαχωρισμούς που έγιναν ως απαραίτητους

συνεχίστηκε η διαδικασία εύρεσης των εξισώσεων παλινδρόμησης των αρχείων που προέκυψαν μετά τους διαχωρισμούς.

Εξωτερικά τμήματα

$$V_{85} = 85.66 - 266.36 (1/R)^{1/2} + 5.44 \text{ ORAT} + 0.01 R \quad r^2 = 0.78 \quad (5.1)$$

Εσωτερικά τμήματα

$$V_{85} = 48.52 + 1.29 R - 194.89 (1/R)^{1/2} + 4.73 b - 4.14 \text{ ORIOGR} + 0.56 e \quad r^2 = 0.82 \quad (5.2)$$

Αριστερόστοφα με οριογραμμή

$$V_{85} = 91.34 - 305.10 (1/R)^{1/2} + 6.56 \text{ ORAT} \quad r^2 = 0.81 \quad (5.3)$$

Εξωτερικά χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 92.31 - 390.61 (1/R)^{1/2} + 1.20 e + 4.75 \text{ ORAT} \quad r^2 = 0.77 \quad (5.4)$$

Εσωτερικά με οριογραμμή

$$V_{85} = 30.27 + 1.23 R^{1/2} - 134.27 (1/R)^{1/2} + 7.41 b \quad r^2 = 0.84 \quad (5.5)$$

Εσωτερικά χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 69.68 - 223.57 (1/R)^{1/2} + 1.23 R^{1/2} + 0.78 e \quad r^2 = 0.80 \quad (5.6)$$

Εξωτερικά καλής ορατότητας

$$V_{85} = 99.11 - 411.63 (1/R)^{1/2} + 1.18 e \quad r^2 = 0.62 \quad (5.7)$$

Εξωτερικά κακής ορατότητας

$$V_{85} = 86.12 - 259.15 (1/R)^{1/2} \quad r^2 = 0.83 \quad (5.8)$$

Εσωτερικά καλής ορατότητας

$$V_{85} = 58.29 - 1.45 R^{1/2} - 642.58 (1/R) \quad r^2 = 0.71 \quad (5.9)$$

Εσωτερικά κακής ορατότητας

$$V_{85} = 32.54 + 2.94 R^{1/2} \quad r^2 = 0.66 \quad (5.10)$$

Εξωτερικά καλής ορατότητας με οριογραμμή

$$V_{85} = 103.46 - 383.34 (1/R)^{1/2} \quad r^2 = 0.57 \quad (5.11)$$

Εξωτερικά καλής ορατότητας χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 97.24 - 439.02 (1/R)^{1/2} + 1.95 e \quad r^2 = 0.72 \quad (5.12)$$

Εξωτερικά κακής ορατότητας με οριογραμμή

$$V_{85} = 68.43 - 894.93 (1/R) \quad r^2 = 0.79 \quad (5.13)$$

Εξωτερικά κακής ορατότητας χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 77.03 - 1629.91 (1/R)^{1/2} \quad r^2 = 0.89 \quad (5.14)$$

Εσωτερικά καλής ορατότητας με οριογραμμή

$$V_{85} = 36.26 + 0.042 R + 5.92 b \quad r^2 = 0.77 \quad (5.15)$$

Εσωτερικά καλής ορατότητας χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 108.19 - 537.72 (1/R)^{1/2} + 27457.49 (1/R)^2 + 1.12 e \quad r^2 = 0.77 \quad (5.16)$$

Εσωτερικά κακής ορατότητας με οριογραμμή

$$V_{85} = 45.64 + 0.15 R \quad r^2 = 0.56 \quad (5.17)$$

Εσωτερικά κακής ορατότητας χωρίς οριογραμμή

$$V_{85} = 23.24 + 3.31 R^{1/2} + 0.975 e \quad r^2 = 0.87 \quad (5.18)$$

όπου:

R = ακτίνα [m]

e = επίκλιση [%]

b = ολικό πλάτος [m]

ORAT = μεταβλητή ορατότητας που παίρνει την τιμή 0 για κακή ορατότητα και την τιμή 1 για καλή ορατότητα

ORIOGR = μεταβλητή οριογραμμής που παίρνει την τιμή 0 όταν δεν υπάρχει οριογραμμή και την τιμή 1 όταν υπάρχει οριογραμμή.

5.2.3 Ανάλυση των Αποτελεσμάτων

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων των γραμμικών παλινδρομήσεων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

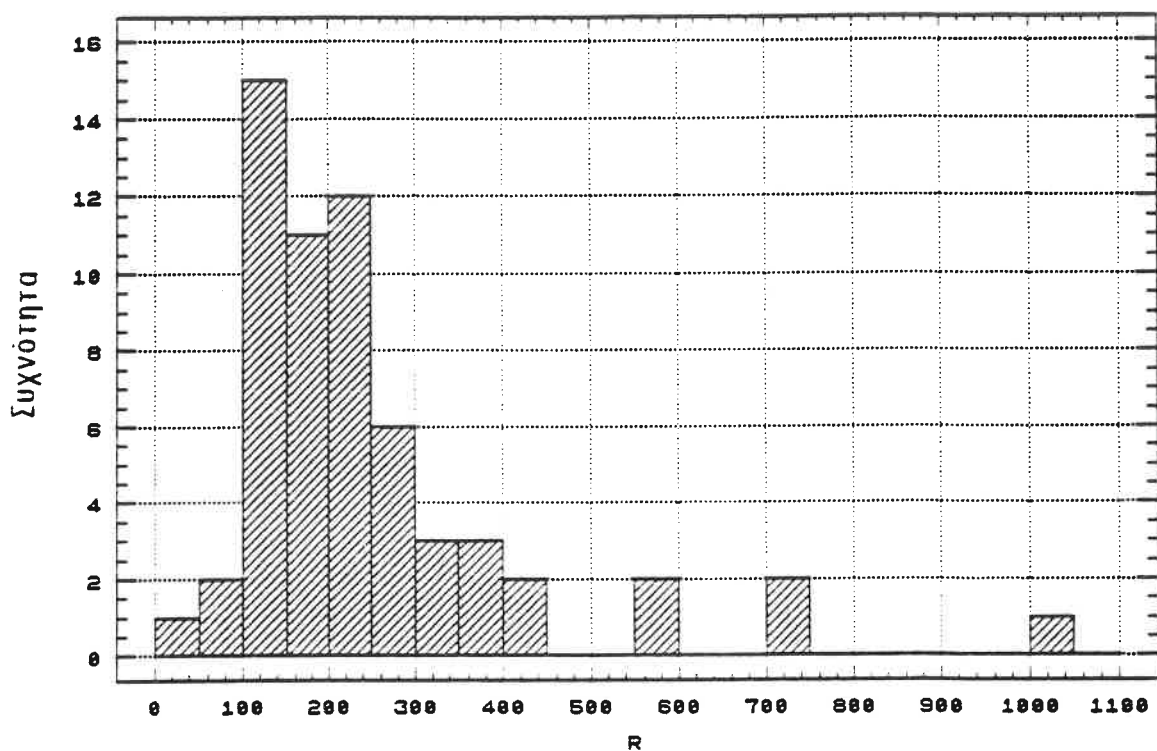
- Σε όλες τις εξισώσεις των γραμμικής παλινδρόμησης που προκύπτουν είναι εμφανές ότι η καμπυλότητα είναι η μεταβλητή που εμφανίζεται σε όλες τις εξισώσεις. Οι κυριότερες μορφές της που επιλέγονται στις εξισώσεις είναι οι $(1/R)^{1/2}$, $(1/R)$, $(1/R)^2$, με επικρατέστερη την $(1/R)^{1/2}$.
- Παρατηρώντας τους συντελεστές προσδιορισμού r^2 προκύπτει ότι στα αρχεία των δεξιόστροφων, εξωτερικών, με και χωρίς οριογραμμή τμημάτων οι τιμές τους είναι υψηλές ενώ σε όσα αρχεία γίνεται διαχωρισμός ανάλογα με την ορατότητα, οι τιμές του r^2 μειώνονται αισθητά στα περισσότερα από αυτά. Τα αρχεία στα οποία οι τιμές του r^2 παραμένουν σε υψηλά επίπεδα είναι εκείνα με τα τμήματα κακής ορατότητας.

Στην προσπάθεια να εξηγηθεί το γεγονός αυτό χρησιμοποιήθηκαν ιστογράμματα κατανομής συχνότητας τιμών μεταβλητών. Ενδιαφέρον παρουσίασε η κατανομή συχνότητας των ακτίνων, όπου παρατηρήθηκε ότι στα αρχεία με τμήματα κακής ορατότητας υπάρχει συσσώρευση ακτίνων με χαμηλές τιμές ενώ στα τμήματα καλής

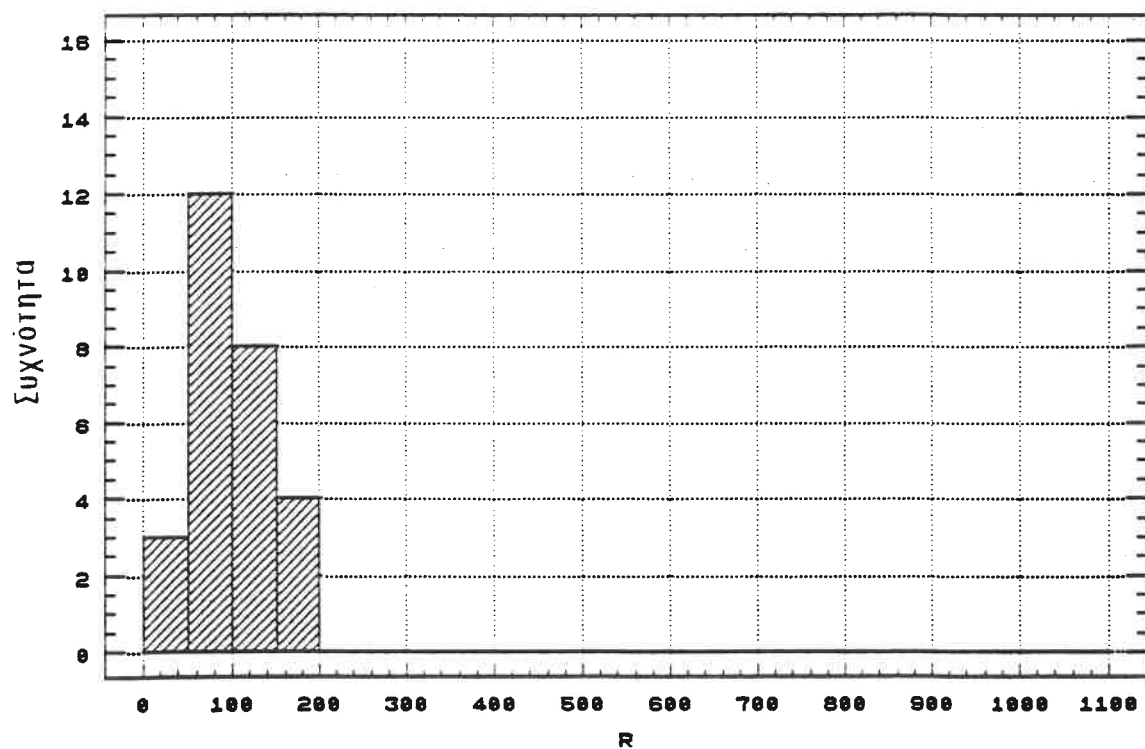
ορατότητας υπάρχει ευρύτητα τιμών και παράλληλα σημαντική μετατόπιση του κυρίου όγκου των τιμών σε υψηλότερα επίπεδα. Τα παραπάνω φαίνονται στα σχήματα 5.5α, 5.5β και 5.6α, 5.6β.

Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι στα δεδομένα της ανάλυσης ο διαχωρισμός των τμημάτων με καλή, κακή ορατότητα ουσιαστικά σημαίνει διαχωρισμό μεγάλων, μικρών ακτίνων. Επειδή στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται προσπάθεια εύρεσης σχέσεων για όσο το δυνατόν ευρύτερο πεδίο τιμών ακτίνων, αποφασίσθηκε η απόρριψη του διαχωρισμού των τμημάτων ανάλογα με την ορατότητα.

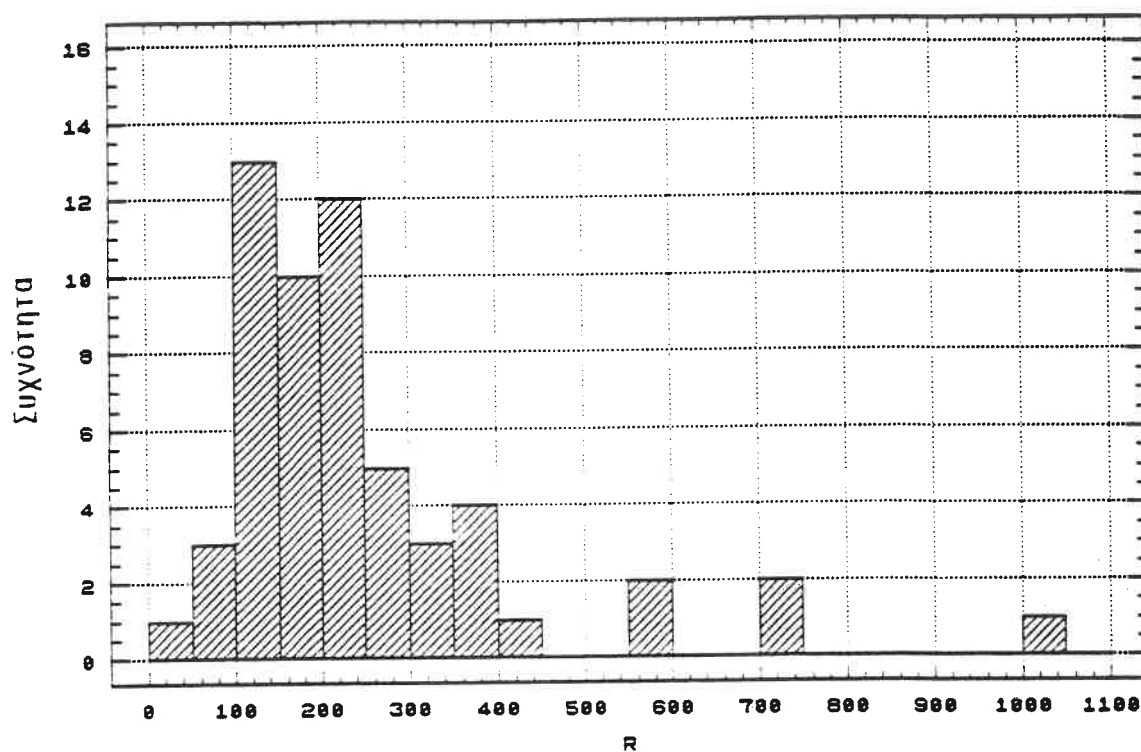
Στην απόρριψη αυτή συντέλεσε και το γεγονός ότι μεταξύ των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στα ολικά αρχεία και αυτών που χρησιμοποιούνται στα μικρότερα αρχεία που προέκυψαν κατά τους διαχωρισμούς ανάλογα με την ορατότητα -δεν υπήρχε συνέπεια και αλληλουχία, γεγονός το οποίο συνέβαινε όταν οι διαχωρισμοί ήταν ανάλογα με την οριογραμμή.



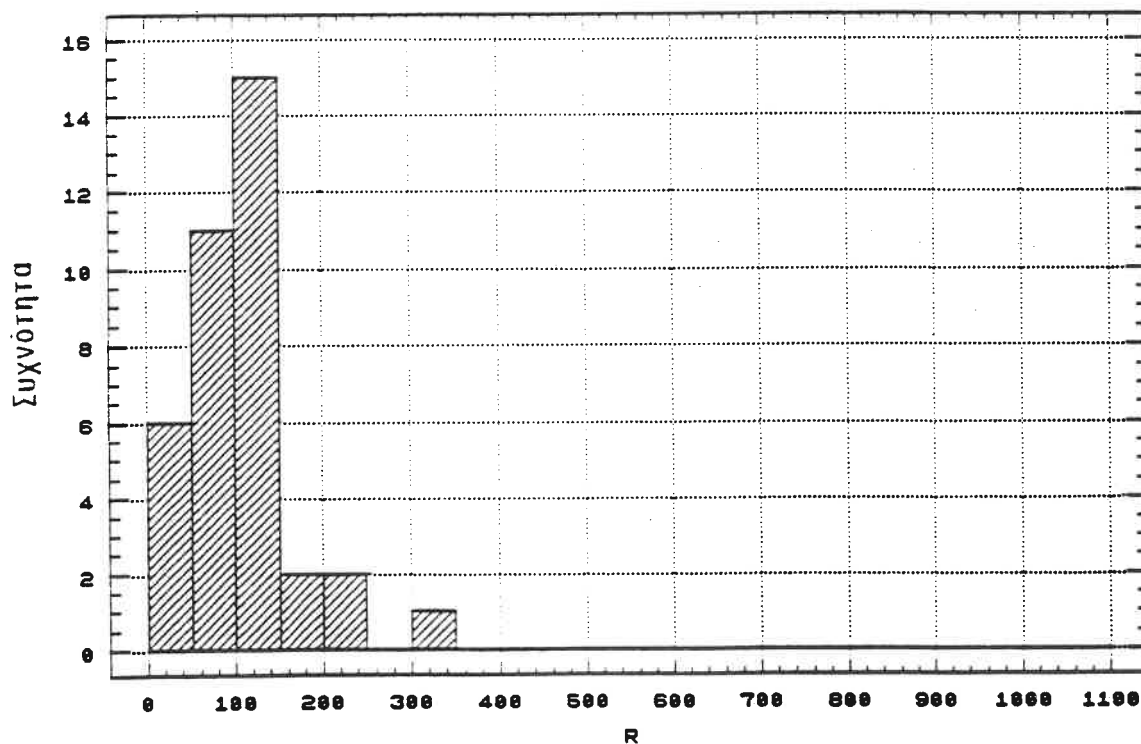
Σχήμα 5.5α Κατανομή συχνοτήτων ακτίνων για τμήματα εξωτερικά καλής ορατότητας.



Σχήμα 5.5β Κατανομή συχνοτήτων ακτίνων για τμήματα εξωτερικά κακής ορατότητας.



Σχήμα 5.6α Κατανομή συχνοτήτων ακτίνων για τμήματα εσωτερικά καλής ορατότητας.



Σχήμα 5.6β Κατανομή συχνοτήτων ακτίνων για τμήματα εσωτερικά κακής ορατότητας.

5.3 ΤΕΛΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΜΗΜΑΤΩΝ

5.3.1 Σύγκριση Προτύπων Απλής Παλινδρόμησης

Σύμφωνα με τα όσα παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 5.2 αποφασίστηκε η απόρριψη του διαχωρισμού των τμημάτων ανάλογα με την ορατότητα. Συνεπώς τα αρχεία που είχαν αρχικά διαμορφωθεί μειώθηκαν σε 6 αρχεία, που είναι τα ακόλουθα:

- Εξωτερικά
- Εσωτερικά
- Εξωτερικά με οριογραμμή
- Εξωτερικά χωρίς οριογραμμή
- Εσωτερικά με οριογραμμή
- Εσωτερικά χωρίς οριογραμμή

Ο αριθμός των τμημάτων που υπάρχουν σε κάθε αρχείο φαίνονται στον Πίνακα 5.2 ενώ τα πεδία τιμών των μεταβλητών για κάθε αρχείο δίνονται στον Πίνακα 5.3.

Όπως έχει γίνει στο παρελθόν στις περισσότερες έρευνες έτσι και στην ανάλυση που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο το πρότυπο πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκε είναι γραμμικής μορφής. Τα τελευταία όμως χρόνια γίνεται μια προσπάθεια επανεξέτασης και καλύτερης προσέγγισης των σχέσεων με χρήση μη γραμμικών προτύπων.

Ο έλεγχος που ακολουθεί έχει αυτό το σκοπό, δηλαδή τον προσδιορισμό του προτύπου εκείνου μεταξύ γραμμικών και μη, που θα προσεγγίσει καλύτερα την πραγματική σχέση μεταξύ των δεδομένων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Πεδία τιμών μεταβλητών για κάθε αρχείο

Μεταβλητές	Αρχεία	Εξωτερικά τμήματα	Εσωτερικά τμήματα	Εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή	Εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή	Εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή	Εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή
Κατά μήκος κλίση [%]		-7.00 - 6.00	-7.00 - 6.00	-7.00 - 6.00	-5.00 - 5.00	-7.00 - 6.00	-5.00 - 5.00
Επικλίση [%]		1.50 - 13.50	1.50 - 13.50	2.00 - 13.50	1.50 - 10.00	2.00 - 13.50	1.50 - 12.00
Πλάτος λωρίδας [%]		3.20 - 5.25	3.35 - 5.25	3.20 - 4.05	3.40 - 5.25	3.35 - 4.10	3.40 - 5.25
Πλάτος ερείσματος [m]		0.00 - 2.50	0.00 - 2.40	0.70 - 2.50	0.00	0.40 - 2.40	0.00
Ολικό πλάτος [m]		3.40 - 6.15	3.40 - 6.35	4.10 - 6.20	3.40 - 5.30	4.10 - 6.40	3.40 - 5.30
Ακτίνα [m]		31.50 -1007.70	28.50 -1003.70	31.50 -1007.70	37.50 -718.50	28.50 -1003.70	33.30 -714.50
Ταχύτητα V_{85} [km/h]		41.30 - 99.40	41.09 - 117.06	41.30 - 99.40	45.97 - 94.62	41.09 - 117.06	47.28 - 96.53

Η εύρεση του αντίστοιχου προτύπου γίνεται με τη μέθοδο της παλινδρόμησης. Ενώ στη γραμμική προσδιορίζεται η ευθεία ελαχίστων τετραγώνων στη μη γραμμική προσδιορίζεται η καμπύλη ελαχίστων τετραγώνων η οποία μπορεί να είναι παραβολικής, υπερβολικής, εκθετικής ή και οποιασδήποτε άλλης μορφής ανάλογα με το μαθηματικό πρότυπο που χρησιμοποιείται κάθε φορά.

Από ένα ευρύ φάσμα μη γραμμικών μαθηματικών προτύπων αποφασίστηκε στην ανάλυση που ακολουθεί παρακάτω, να ελεγχθούν τα πιο χαρακτηριστικά, ορισμένα από τα οποία έχουν ελεγχθεί και σε άλλες έρευνες. Οι τύποι των προτύπων αυτών είναι:

$$1. \text{ Πρότυπο της μορφής: } y = a * x^b \quad (5.19)$$

$$2. \text{ Πρότυπο της μορφής: } y = e^{(a+bx)} \quad (5.20)$$

$$3. \text{ Πρότυπο της μορφής: } y = \frac{1}{a+bx} \quad (5.21)$$

$$4. \text{ Πρότυπο της μορφής: } y = a+be^{-cx} \quad (5.22)$$

Για κάθε αρχείο θα γίνει σύγκριση των παραπάνω προτύπων αλλά και του γραμμικού προτύπου για να προσδιοριστεί ποιο από αυτά προσαρμόζεται καλύτερα στο δείγμα. Όπως παρατηρείται από τις μορφές των προτύπων όλα είναι απλής παλινδρόμησης, δηλαδή εξετάζουν τη σχέση μεταξύ της εξαρτημένης μεταβλητής y και μιας ανεξάρτητης, της x . Τα πρότυπα αυτά δεν εξετάστηκαν με τη μέθοδο της πολλαπλής παλινδρόμησης διότι η χρήση της μεθόδου αυτής θα οδηγούσε στη δημιουργία προτύπων που δεν θα είχαν όλα τις ίδιες μεταβλητές και έτσι δεν θα ήταν δυνατή η μεταξύ τους σύγκριση.

Στην ανάλυση με την απλή μη γραμμική παλινδρόμηση προέκυψε το πρόβλημα ποια μεταβλητή θα χρησιμοποιηθεί ως ανεξάρτητη. Όπως προέκυψε από τις γραμμικές παλινδρομήσεις των 18 αρχείων σε όλες τις σχέσεις οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεταβλητές ήταν οι $(1/R)^{1/2}$, $1/R^2$, $R^{1/2}$, $1/R$. Επειδή όμως οι μεταβλητές $1/R^2$, $1/R$ μοιάζουν ιδιαίτερα στη μορφή της καμπύλης μεταβολής σε

σχέση με το R χρησιμοποιήθηκαν τελικά οι $1/R^2$, $(1/R)^{1/2}$ και $R^{1/2}$.

Σε κάθε αρχείο εξετάστηκαν συνολικά 5 πρότυπα, 4 από τα οποία ήταν μη γραμμικά και 1 το γραμμικό. Για κάθε πρότυπο χρησιμοποιήθηκαν ως ανεξάρτητες οι παραπάνω μεταβλητές εισάγοντας κάθε φορά στην εξίσωση μία απ'αυτές. Πρέπει να σημειωθεί ότι για τη διαδικασία της ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS και η διαδικασία SIMPLE REGRESSION. Για την ανάλυση των προτύπων λόγω της μη γραμμικότητάς τους γίνεται αρχικά γραμμικός μετασχηματισμός στο καθένα και κατόπιν αναλύονται. Οι μετασχηματισμοί αυτοί για κάθε πρότυπο είναι οι παρακάτω:

Πρότυπο	Γραμμικός μετασχηματισμός	
$y = a * x^b$	$\text{Log}Y = a + b\text{Log}X$	(5.23)

$y = e^{(a+bx)}$	$\text{Ln}Y = a + bX$	(5.24)
------------------	-----------------------	--------

$Y = \frac{1}{a + bx}$	$\frac{1}{Y} = a + bx$	(5.25)
------------------------	------------------------	--------

Ομως για το πρότυπο της μορφής $Y=a+be^{-CX}$ χρησιμοποιήθηκε μια διαφορετική διαδικασία η οποία καλείται NON LINEAR REGRESSION. Λεπτομερέστερη αναφορά των διαδικασιών αυτών καθώς επίσης και τα αναλυτικά αποτελέσματα όλων των παλινδρομήσεων δίνονται στο Παράρτημα Γ'.

Από τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι εξισώσεις με ανεξάρτητη μεταβλητή $(1/R)^{1/2}$ είχαν σχεδόν πάντα μεγαλύτερο συντελεστή προσδιορισμού r^2 από τις εξισώσεις με τις άλλες μεταβλητές.
- Οι διαφορές των 4 μη γραμμικών προτύπων, για κάθε αρχείο, είναι μικρές. Δηλαδή η προσέγγιση από το κάθε πρότυπο της πραγματικής σχέσης των δεδομένων είναι ικανοποιητική για όλα καθώς επίσης και οι μορφές των καμπύλων που αντιστοιχούν σε κάθε πρότυπο δεν έχουν ουσιαστικές διαφορές

μεταξύ τους. Αρα, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση οποιουδήποτε προτύπου από αυτά.

- Το πρότυπο που επιλέχτηκε τελικά είναι αυτό της μορφής $Y=1/a+bx$. Η επιλογή αυτή βασίστηκε στο γεγονός ότι σε όλα σχεδόν τα αρχεία στο πρότυπο της μορφής αυτής, αντιστοιχούσαν σχεδόν πάντα οι υψηλότεροι συντελεστές r^2 , άρα μπορεί να δώσει την καλύτερη προσέγγιση.
- Το γραμμικό πρότυπο ήταν αυτό στο οποίο τις περισσότερες φορές αντιστοιχούσαν οι χαμηλότεροι συντελεστές r^2 . Το γεγονός αυτό υποδεικνύει ότι για τα δεδομένα αυτής της ανάλυσης, οι μη γραμμικές σχέσεις προσεγγίζουν καλύτερα την πραγματική σχέση από ότι οι γραμμικές.

Τα αποτελέσματα της παραπάνω ανάλυσης δίνονται με λεπτομέρεια στις επόμενες σελίδες και πιο συγκεκριμένα:

Ολες οι εξισώσεις που προέκυψαν από τις μη γραμμικές παλινδρομήσεις για κάθε αρχείο, με ανεξάρτητη μεταβλητή την $(1/R)^{1/2}$ δίνονται στους πίνακες 5.4-5.9.

- Για κάθε αρχείο δίνεται ένα διάγραμμα στο οποίο φαίνονται οι μορφές των καμπύλων που προκύπτουν και από τα τέσσερα μη γραμμικά πρότυπα. Για κάθε μορφή προτύπου αντιστοιχίζεται και μία καμπύλη ως εξής:

Καμπύλη (α) --> $Y=a \cdot x^b$

Καμπύλη (β) --> $Y=e^{(a+bx)}$

(Σχήματα 5.7 - 5.12)

Καμπύλη (γ) --> $Y = \frac{1}{a+bx}$

Καμπύλη (δ) --> $Y=a+be^{-cx}$

Πίνακας 5.4 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εξωτερικά τμήματα

ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=100.79-372.77 (1/R)^{1/2}$	0.74
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=20.86 [(1/R)^{1/2}]^{-0.47}$	0.75
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.70-5.70(1/R)^{1/2})}$	0.78
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0073+0.089(1/R)^{1/2}}$	0.81
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=5.31+107.07 \cdot e^{-0.27(1/R)^{1/2}}$	0.76

Πίνακας 5.5 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εσωτερικά τμήματα

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=101.01-352.91 (1/R)^{1/2}$	0.73
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=22.09 [(1/R)^{1/2}]^{-0.46}$	0.79
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.69-5.21(1/R)^{1/2})}$	0.78
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0075+0.079(1/R)^{1/2}}$	0.81
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=39.29+92.36 \cdot e^{-13.37(1/R)^{1/2}}$	0.78

Πίνακας 5.6 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή

ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=101.89-377.03 (1/R)^{1/2}$	0.78
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=21.16 [(1/R)^{1/2}]^{-0.46}$	0.76
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.71-5.75(1/R)^{1/2})}$	0.81
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0071+0.09(1/R)^{1/2}}$	0.82
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=-3.52+115.46 \cdot e^{-5.49(1/R)^{1/2}}$	0.79

Πίνακας 5.7 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή.

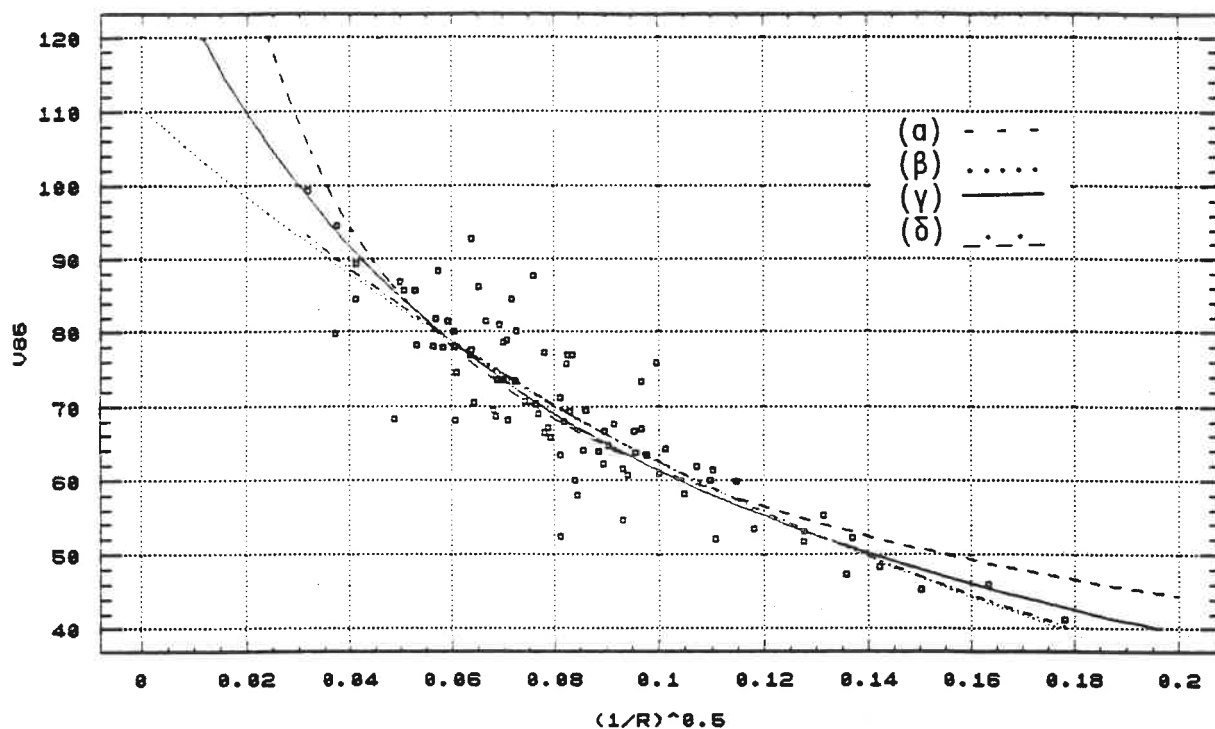
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=100.26-374.95 (1/R)^{1/2}$	0.69
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=20.35 [(1/R)^{1/2}]^{-0.48}$	0.72
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.69-5.71(1/R)^{1/2})}$	0.75
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0074+0.09(1/R)^{1/2}}$	0.78
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=10.46+102.62 \cdot e^{-6.91(1/R)^{1/2}}$	0.71

Πίνακας 5.8 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή.

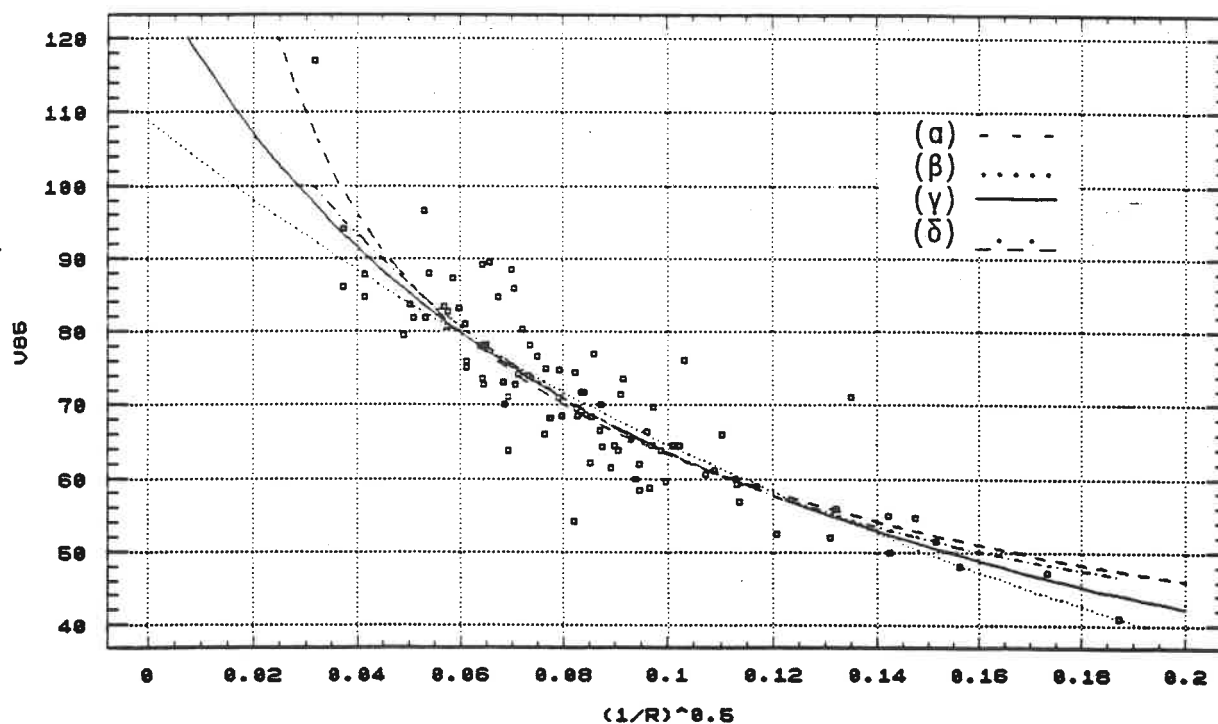
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=101.26-350.21 (1/R)^{1/2}$	0.71
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=22.47 [(1/R)^{1/2}]^{-0.45}$	0.78
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.69-5.15(1/R)^{1/2})}$	0.77
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0078+0.079(1/R)^{1/2}}$	0.79
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=41.55+92.99 \cdot e^{-14.37(1/R)^{1/2}}$	0.77

Πίνακας 5.9 Εξισώσεις απλής παλινδρόμησης για τα εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή.

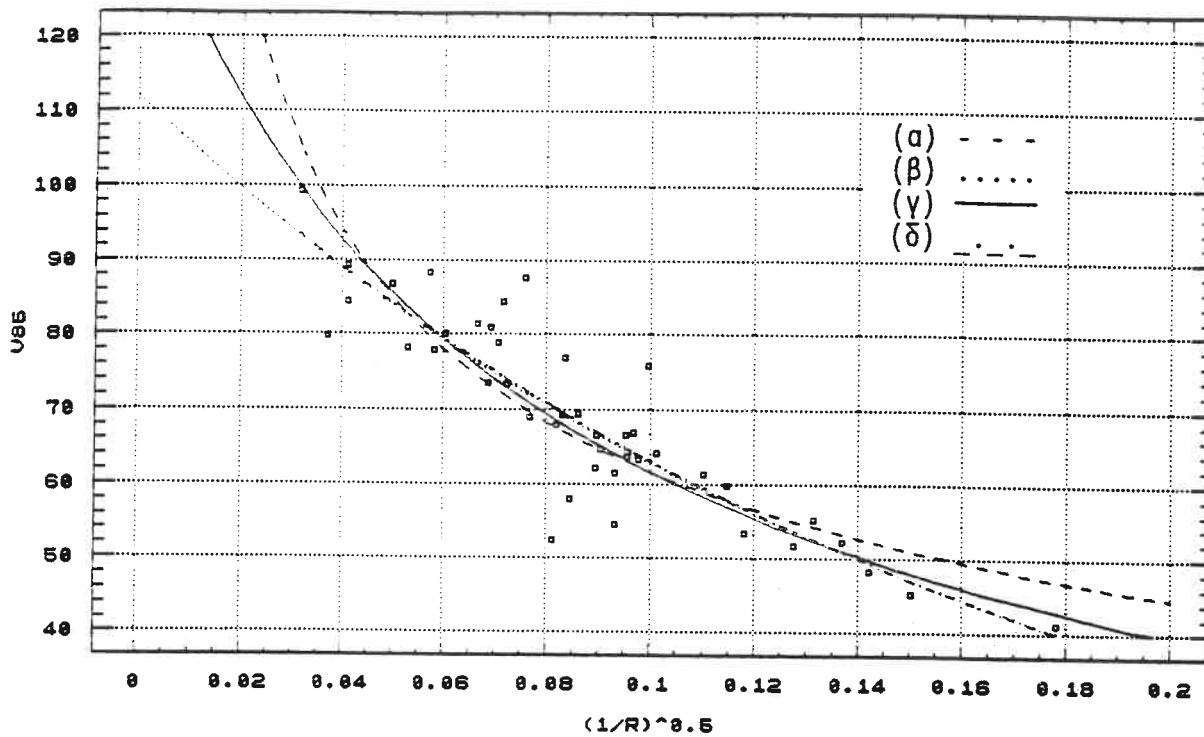
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ		
ΜΟΡΦΗ ΠΡΟΤΥΠΟΥ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΣΥΝΤ/ΤΗΣ r^2
$Y=a+bx$	$V_{85}=101.62-367.33 (1/R)^{1/2}$	0.75
$Y=a \cdot x^b$	$V_{85}=21.33 [(1/R)^{1/2}]^{-0.47}$	0.81
$Y=e^{(a+bx)}$	$V_{85}=e^{(4.70-5.42(1/R)^{1/2})}$	0.80
$Y=\frac{1}{a+bx}$	$V_{85}=\frac{1}{0.0076+0.082(1/R)^{1/2}}$	0.84
$Y=a+be^{-cx}$	$V_{85}=39.45+93.19 \cdot e^{-11.03(1/R)^{1/2}}$	0.78



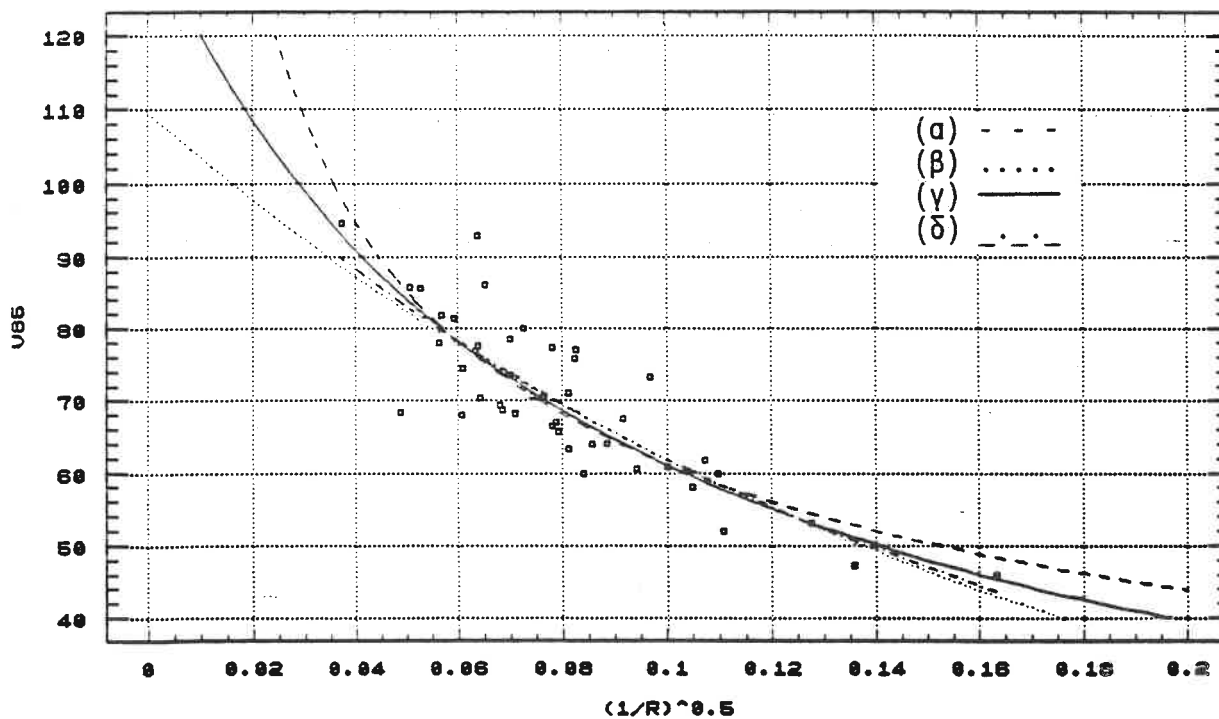
Σχήμα 5.7 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εξωτερικά τμήματα.



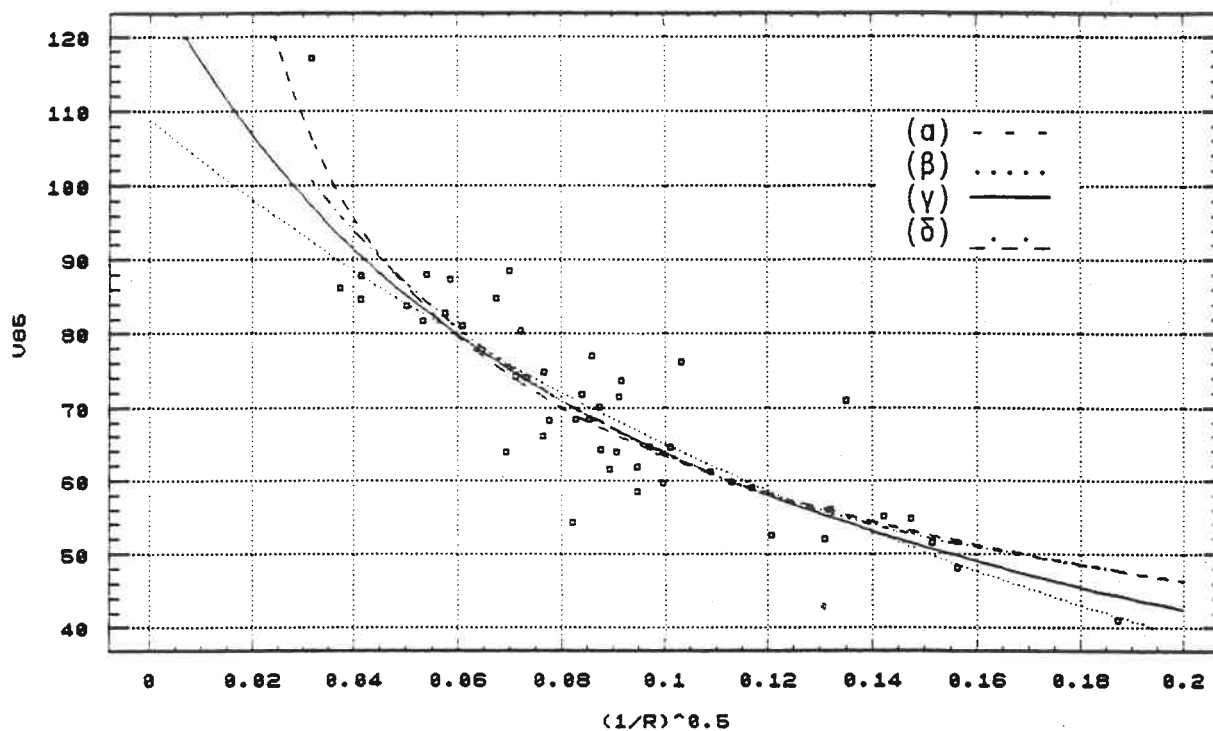
Σχήμα 5.8 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εσωτερικά τμήματα.



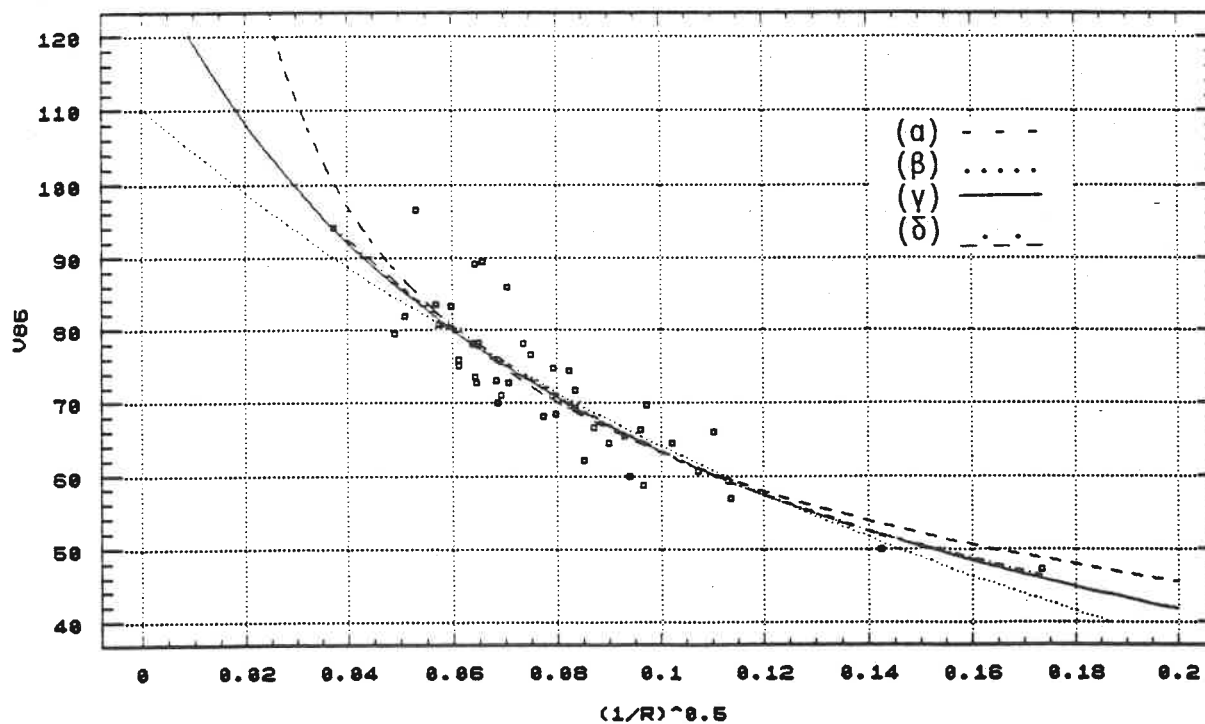
Σχήμα 5.9 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή.



Σχήμα 5.10 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή.



Σχήμα 5.11 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή.



Σχήμα 5.12 Μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης για εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή.

5.3.2 Αποτελέσματα Πολλαπλής μη Γραμμικής Παλινδρόμησης

Από την ανάλυση που έγινε με χρήση της μεθόδου της απλής παλινδρόμησης σε μη γραμμικά πρότυπα επιλέχθηκε τελικά το πρότυπο της μορφής:

$$Y = \frac{1}{a+bx} \quad (5.21)$$

Το πρότυπο αυτό συσχετίζει την εξαρτημένη μεταβλητή μόνο με μία ανεξάρτητη. Η ανάλυση που γίνεται παρακάτω χρησιμοποιεί το πρότυπο αυτό στην εύρεση μιας σχέσεως με περισσότερες από μία μεταβλητές. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι αυτή της πολλαπλής παλινδρόμησης. Το πρόβλημα που προέκυψε στην εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι στο Στατιστικό Πρόγραμμα SPSS που χρησιμοποιήθηκε και στις προηγούμενες παλινδρομήσεις δεν υπάρχει διαδικασία εύρεσης μοντέλων με τη μέθοδο της πολλαπλής μη γραμμικής παλινδρόμησης. Συνεπώς έπρεπε να γίνει ένας γραμμικός μετασχηματισμός του προτύπου έτσι ώστε να ακολουθηθεί η διαδικασία ανάλυσης με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης.

Πρότυπο	Γραμμικός μετασχηματισμός
$Y = \frac{1}{a+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\dots+\beta_kx_k}$	$\frac{1}{Y} = a+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\dots+\beta_kx_k$

Αρα η ανάλυση που θα γίνει έχει ως σκοπό την εύρεση για κάθε αρχείο της εξίσωσης που θα συσχετίζει τη V_{85} με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και θα είναι της μορφής:

$$\frac{1}{V_{85}} = a+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\dots+\beta_kx_k \quad (5.26)$$

Κατά την ανάλυση, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS και πιο συγκεκριμένα η διαδικασία REGRESSION. Για την κατασκευή της εξίσωσης ως εξαρτημένη ορίστηκε η μεταβλητή $1/V_{85}$ (όχι η V_{85}) και η επιλογή των μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στις εξισώσεις έγινε

αυτόματα από το πρόγραμμα με χρήση, και πάλι, της μεθόδου STEPWISE.

Ολες οι εξισώσεις που προέκυψαν καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές r^2 δίνονται στον Πίνακα 5.10 .

Πίνακας 5.10 Εξισώσεις πολλαπλής παλινδρόμησης

ΑΡΧΕΙΟ	ΕΞΙΣΩΣΗ
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ	$V_{85} = \frac{1}{0.0092+0.090 (1/R)^{1/2}-0.0004 b}$ $r^2=0.81$
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ	$V_{85} = \frac{1}{0.0120+0.086(1/R)^{1/2}-0.001 b+0.0009 \text{ ORIOGR}-0.0001 e}$ $r^2=0.85$
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ	$V_{85} = \frac{1}{0.0110+0.088(1/R)^{1/2}-0.0006 b}$ $r^2=0.83$
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ	$V_{85} = \frac{1}{0.0078+0.100(1/R)^{1/2}-0.0002 e}$ $r^2=0.82$
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ	$V_{85} = \frac{1}{0.0158+0.071(1/R)^{1/2}-0.0015 b}$ $r^2=0.84$
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ	$V_{85} = \frac{1}{0.0079+0.087(1/R)^{1/2}-0.00015 e}$ $r^2=0.87$

όπου:

R = ακτίνα (m)

b = ολικό πλάτος (πλάτος λωρίδας+πλάτος ερείσματος)(m)

e = επίκλιση (%)

ORIOGR = μεταβλητή που παίρνει τις τιμές 1 και 0 όταν υπάρχει ή δεν υπάρχει οριογραμμή αντίστοιχα.

5.4 ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Η ανάλυση και επεξεργασία των στοιχείων κατέληξε στη διατύπωση ορισμένων σχέσεων οι οποίες αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Προκειμένου οι σχέσεις αυτές να γίνουν πιο κατανοητές καθώς και για να διευκολυνθεί η εξαγωγή συμπερασμάτων κατασκευάστηκαν διαγράμματα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R τα οποία παρουσιάζονται στις επόμενες σελίδες. Βάσει των στοιχείων των μετρήσεων κρίθηκε σκόπιμη η κατασκευή των διαγραμμάτων μόνο για ακτίνες $R=30-500m$. Τέλος πρέπει να τονισθεί ότι ως ολικό πλάτος ορίζεται το συνολικό άθροισμα του πλάτους της λωρίδας και του ερείσματος (παράγραφος 5.1.2).

Τα πρώτα διαγράμματα που παρουσιάζονται αναφέρονται στα τμήματα με οριογραμμή. Δίνονται δύο διαγράμματα χωριστά για τα εξωτερικά και τα εσωτερικά τμήματα στα οποία φαίνεται η επίδραση του ολικού πλάτους σε συνδυασμό με την ακτίνα στην ταχύτητα V_{85} (Σχήματα 5.13-5.14). Επίσης, δίνονται και συγκριτικά διαγράμματα εξωτερικών και εσωτερικών τμημάτων για ολικά πλάτη 4.5-5.0-5.5m (Σχήματα 5.15-5.17).

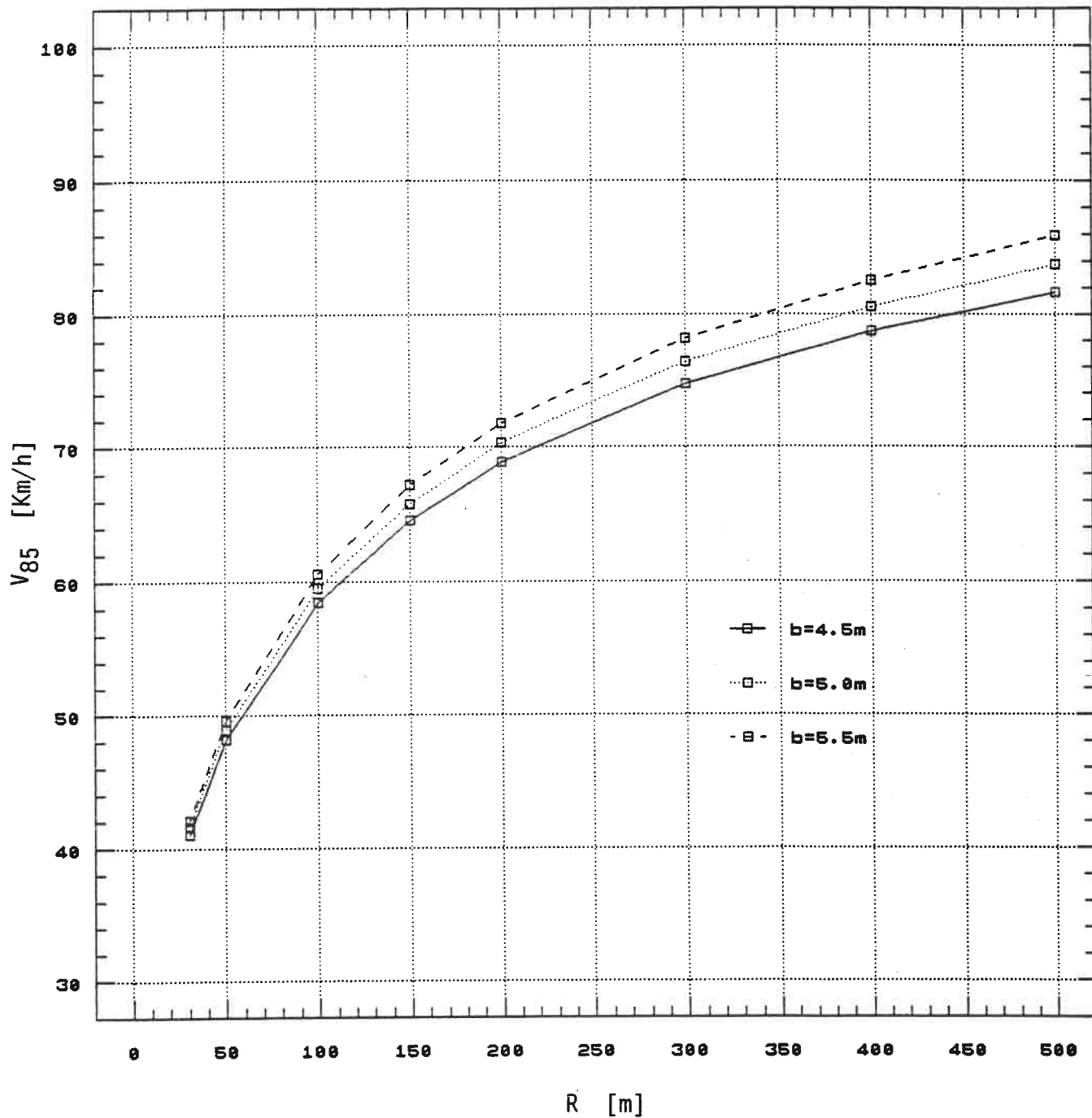
Στην κατασκευή των διαγραμμάτων χωρίς οριογραμμή προέκυψε η εξής δυσκολία: στις εξισώσεις που διατυπώθηκαν υπάρχει ως ανεξάρτητη μεταβλητή εκτός από την ακτίνα R και η επίκλιση e . Εξαιτίας του γεγονότος αυτού δεν ήταν δυνατή η κατασκευή διαγραμμάτων $V_{85}-R$ στα οποία να δίνονται καμπύλες για κάθε τιμή της επίκλισης όπως έγινε για τα ολικά πλάτη. Αυτό οφείλεται στο ότι η θεώρηση ότι μία τιμή της επίκλισης ισχύει για όλο το πεδίο τιμών των ακτίνων είναι λανθασμένη διότι μία μικρή τιμή της επίκλισης, έστω 2%, δεν είναι εφαρμόσιμη για μικρές ακτίνες καθώς και μία μεγάλη τιμή, έστω 8% δεν είναι εφαρμόσιμη για μεγάλες ακτίνες. Από τα στοιχεία των μετρήσεων ερευνηθήκαν οι συνδυασμοί τιμών επίκλισης και ακτίνας και προέκυψαν πεδία τιμών ακτίνων στα οποία αντιστοιχούν συγκεκριμένες τιμές της επίκλισης που θεωρούνται ως "ρεαλιστικές". Συνεπώς για την κατασκευή των διαγραμμάτων οι ακτίνες χωρίστηκαν σε περιοχές, και για κάθε μία θεωρήθηκαν δύο αντιπροσωπευτικές τιμές της επίκλισης (εκτός από την περιοχή 350-500m για την οποία θεωρήθηκε η επίκλιση σταθερή και ίση με 2%). Οι περιοχές αυτές των ακτίνων και οι αντίστοιχες επικλίσεις που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Ακτίνες 30-150m - -> επικλίσεις 10% και 8%
- Ακτίνες 150-250m - -> επικλίσεις 6% και 4%
- Ακτίνες 250-350m - -> επικλίσεις 4% και 2%
- Ακτίνες 350-500m - -> επίκλιση 2%

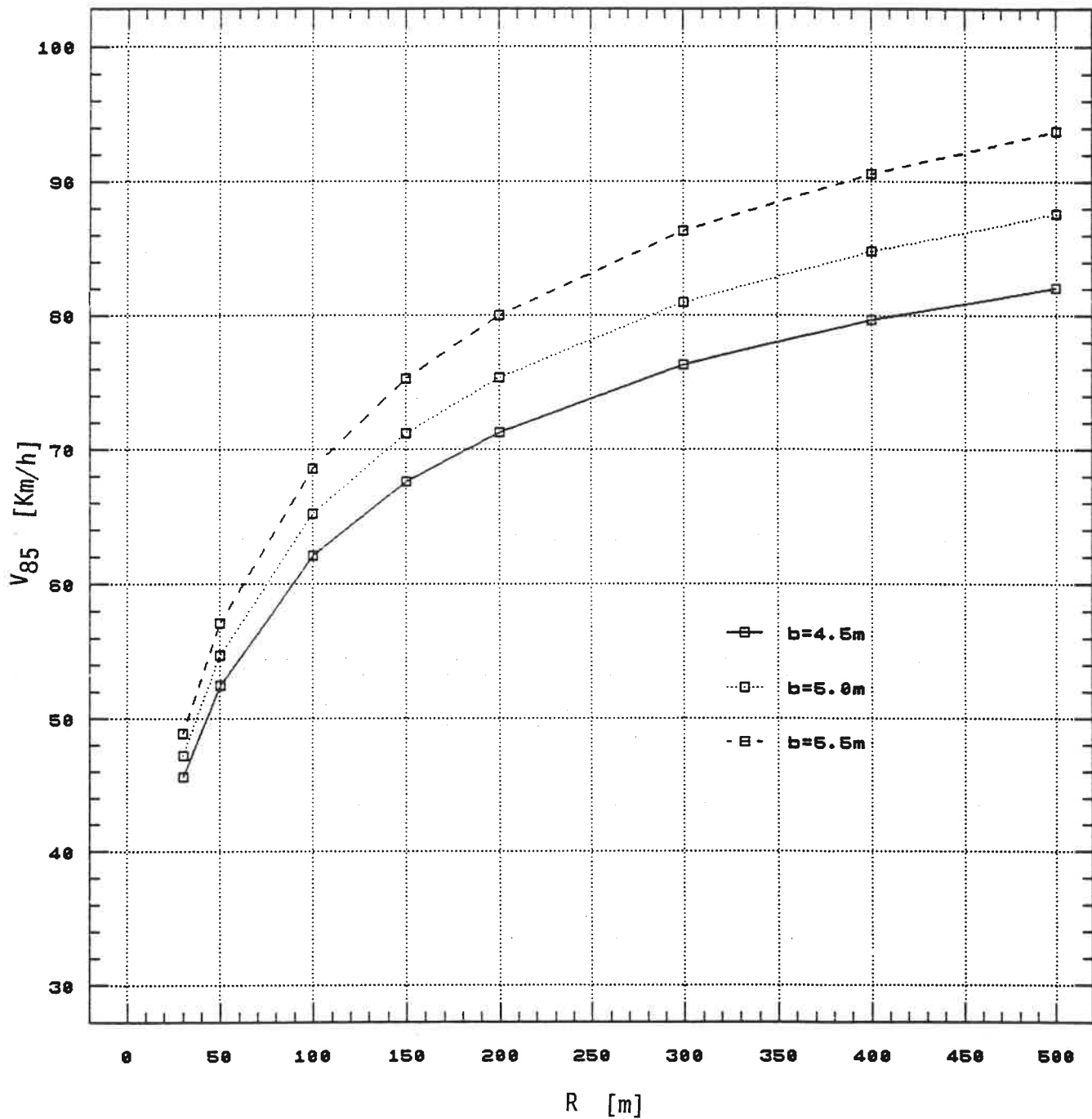
Σύμφωνα με τα παραπάνω κατασκευάστηκαν χωριστά διαγράμματα για τα εξωτερικά και εσωτερικά τμήματα στα οποία φαίνεται η επιρροή της ακτίνας και της επίκλισης στην ταχύτητα V_{85} (Σχήματα 5.18-5.19). Επίσης δίνεται και διάγραμμα συγκριτικό των εξωτερικών και εσωτερικών τμημάτων για κάθε μία από τις τιμές της επίκλισης (Σχήμα 5.20).

Εξετάζοντας τις εξισώσεις που διατυπώθηκαν και με τη βοήθεια των διαγραμμάτων που παρουσιάζονται προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

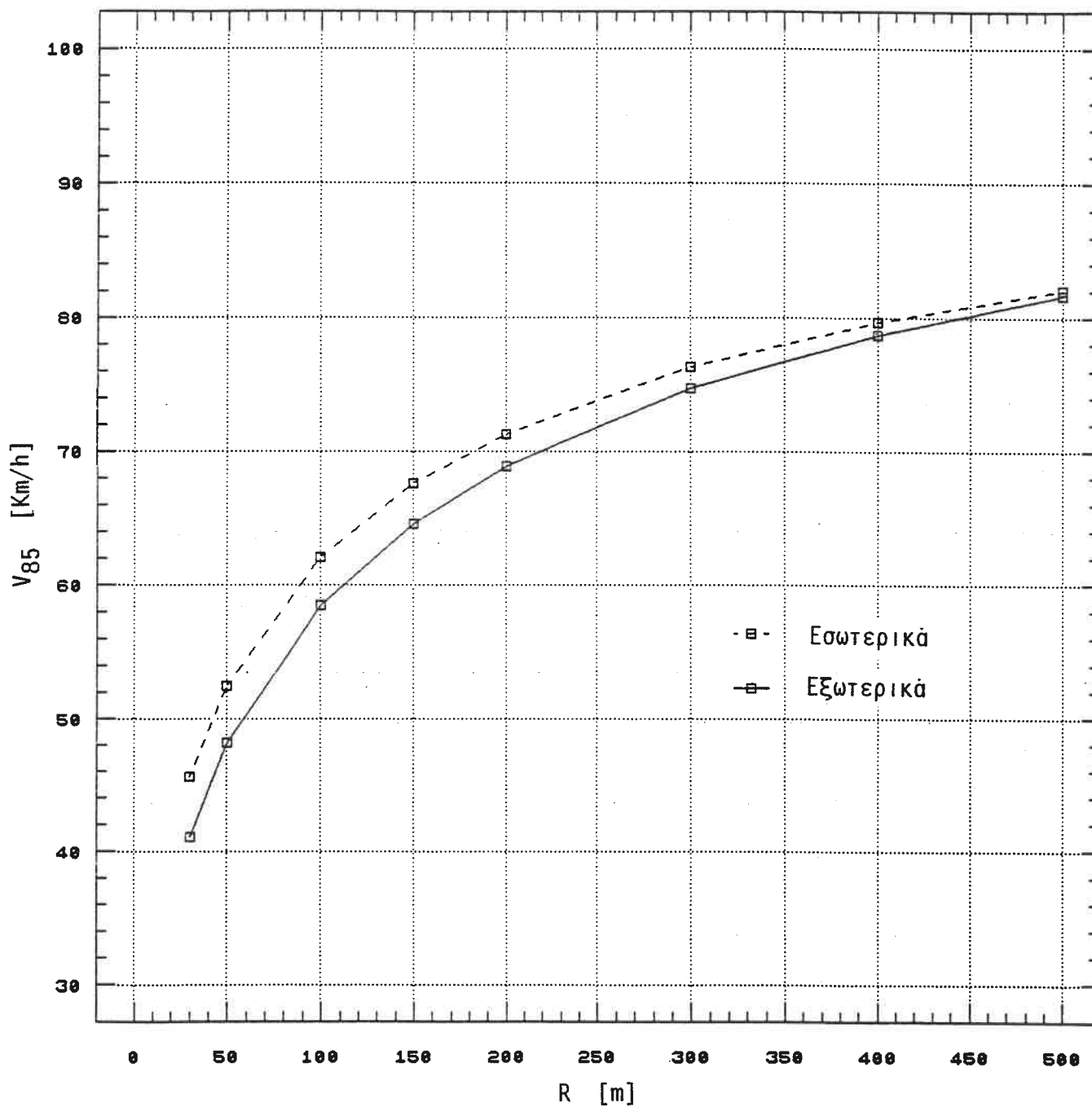
- Στην προσπάθεια συσχέτισης της ταχύτητας V_{85} με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού βρέθηκε ότι η ρίζα του αντιστρόφου της ακτίνας της καμπύλης ως μεμονωμένη παράμετρος δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα για τον υπολογισμό των λειτουργικών ταχυτήτων. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι ο ρυθμός μεταβολής της V_{85} είναι μικρότερος από το ρυθμό μεταβολής της ακτίνας και συνεπώς όσο αυξάνεται η ακτίνα εκφυλίζεται η επιρροή της και οι οδηγοί δεν αντιδρούν το ίδιο έντονα σε μία μεταβολή της ακτίνας, όσο στις μικρές ακτίνες.
- Μετά το διαχωρισμό των τμημάτων σε εσωτερικά και εξωτερικά το ολικό πλάτος, όπως έχει οριστεί στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, είναι η δεύτερη παράμετρος μετά την καμπυλότητα, που έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στην ταχύτητα V_{85} και μάλιστα αύξησή του προκαλεί αύξηση στη V_{85} . Επίσης παρατηρώντας τους συντελεστές του ολικού πλάτους στις εξισώσεις που διατυπώθηκαν για τα εξωτερικά και εσωτερικά τμήματα είναι φανερό ότι η επίδραση του ολικού πλάτους είναι μεγαλύτερη στις ταχύτητες V_{85} των εσωτερικών τμημάτων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι οι εξισώσεις αυτές είναι διαφορετικές ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές τους υποδηλώνει τη διαφορετική συμπεριφορά των οδηγών όταν κινούνται σε εξωτερικά ή εσωτερικά τμήματα.



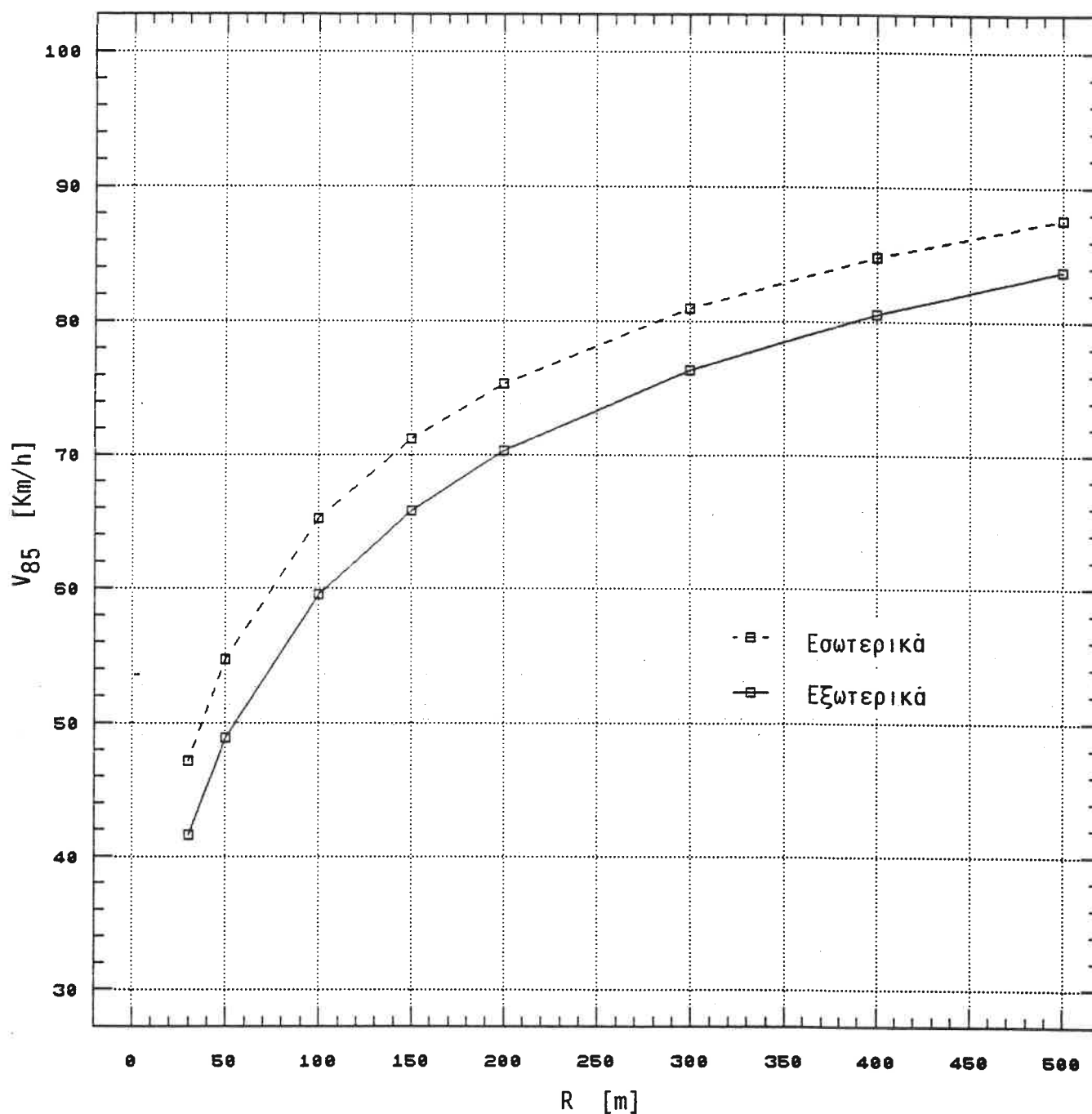
Σχήμα 5.13 Διάγραμμα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R εξωτερικών τμημάτων με οριογραμμή για διάφορες τιμές του ολικού πλάτους b .



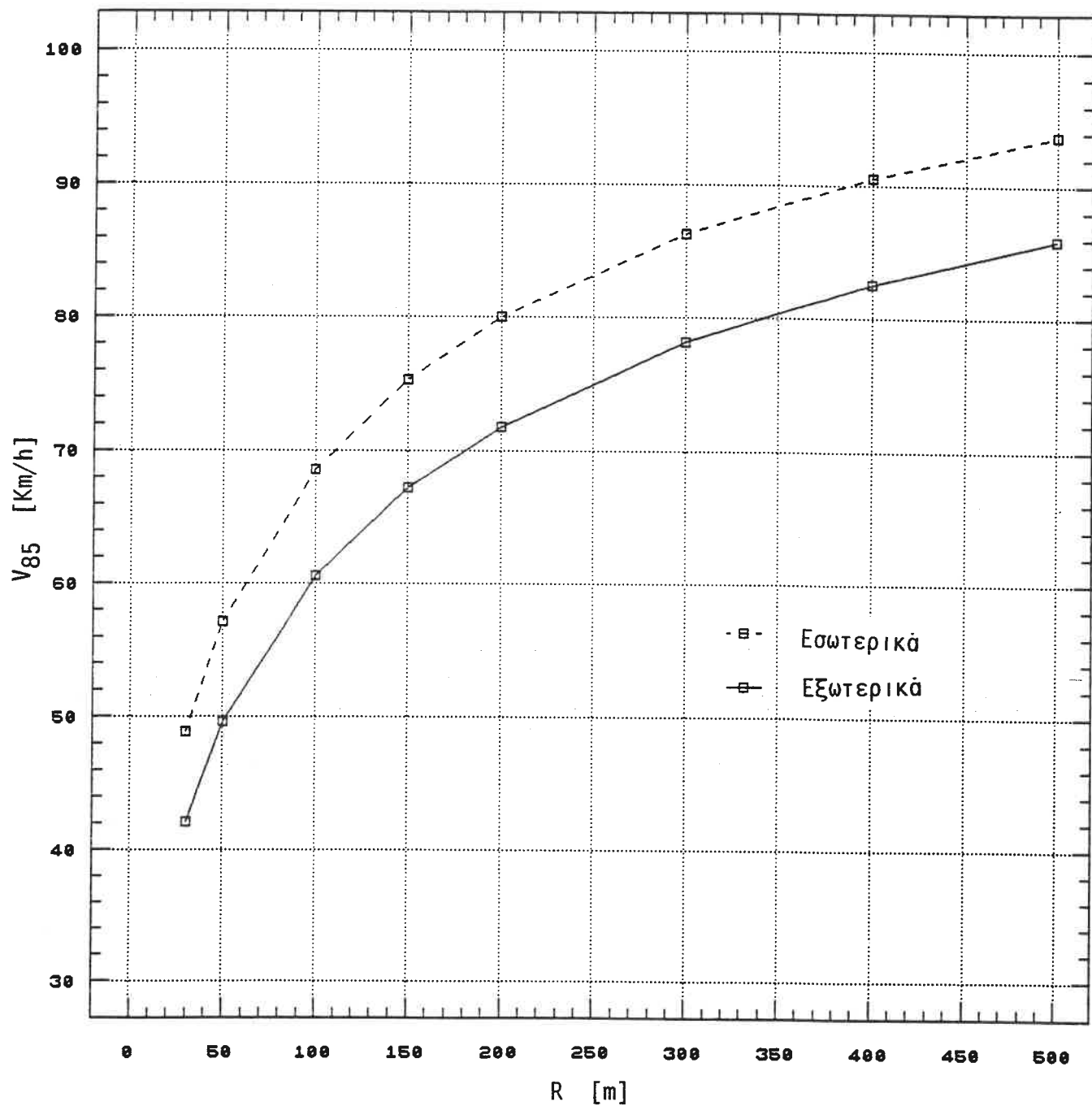
Σχήμα 5.14 Διάγραμμα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R εσωτερικών τμημάτων με οριογραμμή για διάφορες τιμές του ολικού πλάτους b .



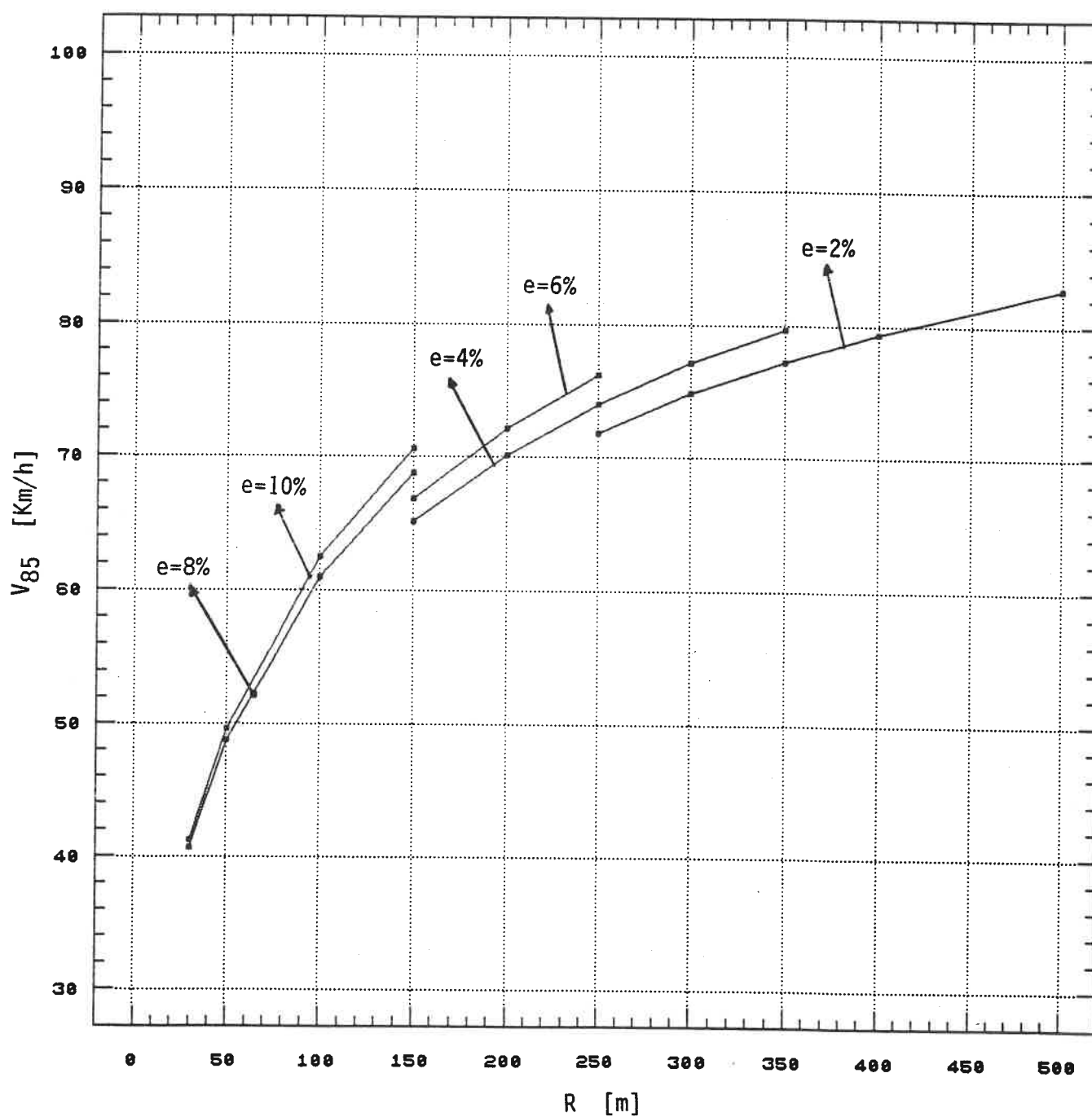
Σχήμα 5.15 Συγκριτικό διάγραμμα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R εσωτερικών, εξωτερικών τμημάτων με οριογραμμή για ολικό πλάτος $b=4.5m$



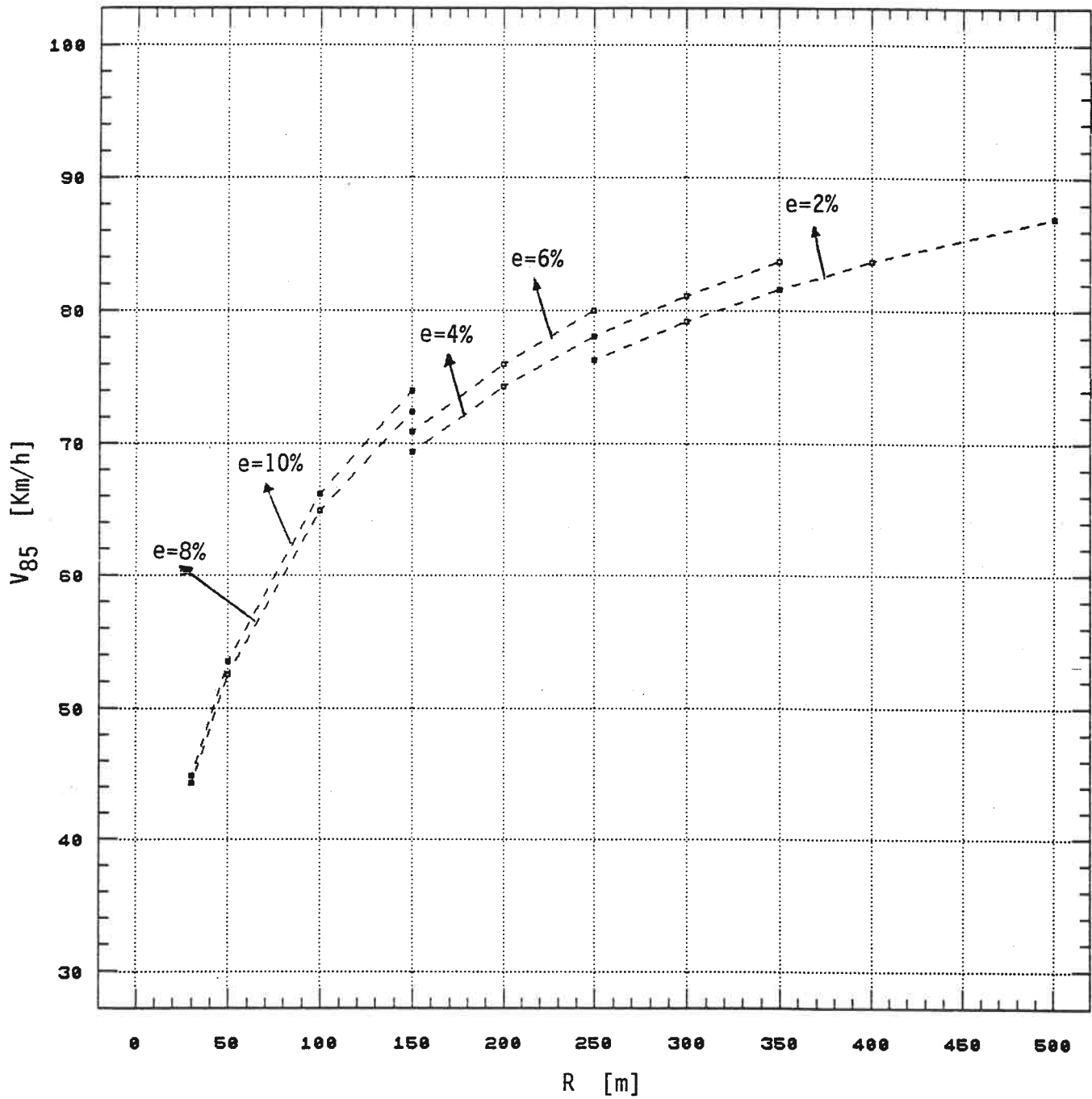
Σχήμα 5.16 Συγκριτικό διάγραμμα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R εσωτερικών, εξωτερικών τμημάτων με οριογραμμή για ολικό πλάτος $b=5.0m$



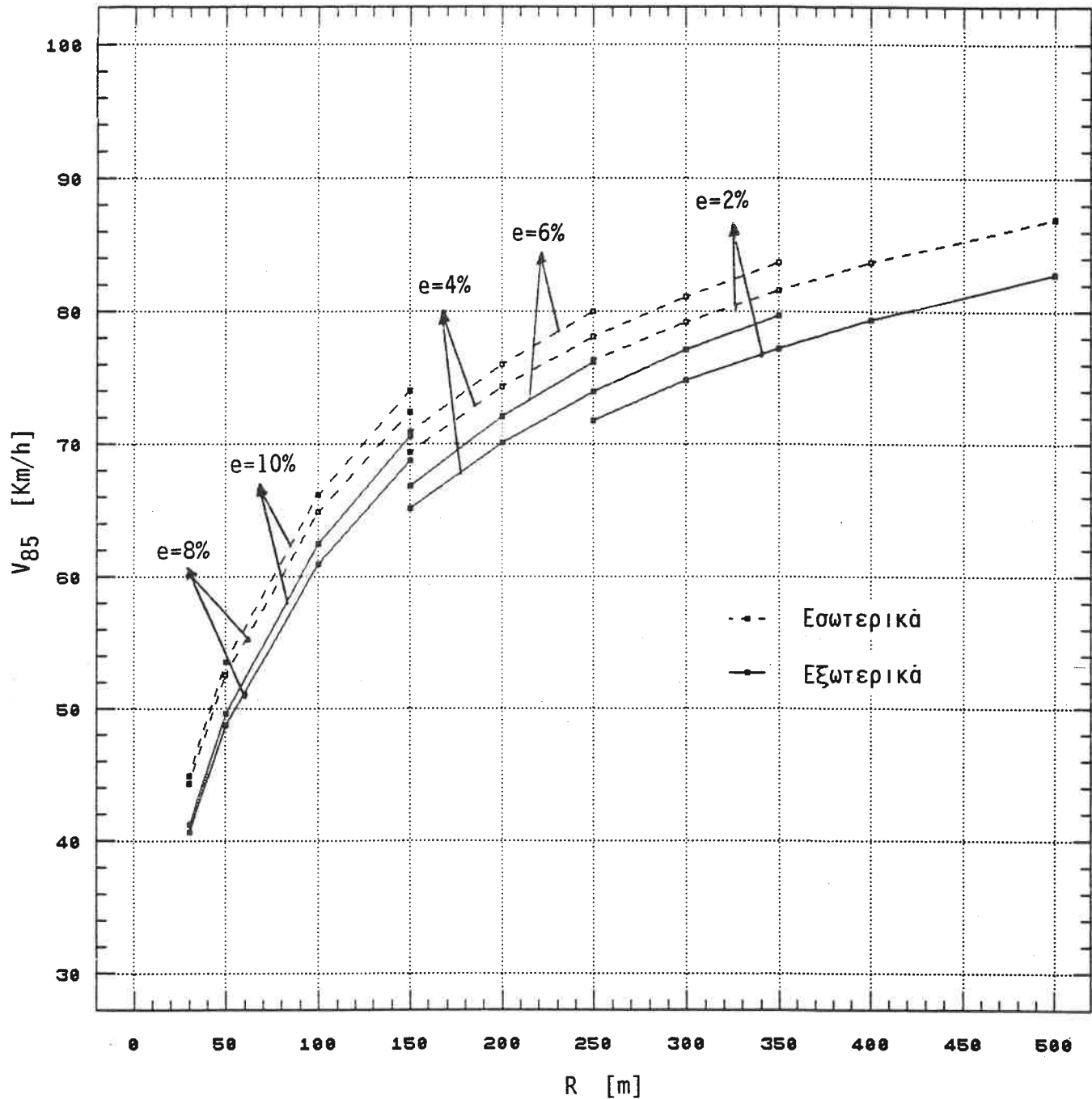
Σχήμα 5.17 Συγκριτικό διάγραμμα ταχύτητας V_{85} - ακτίνας R εσωτερικών, εξωτερικών τμημάτων με οριογραμμή για ολικό πλάτος $b=5.5m$



Σχήμα 5.18 Διάγραμμα ταχύτητας V_{85} εξωτερικών τμημάτων χωρίς οριογραμμή για διαφορετικές τιμές επικλίσεων και ακτίνων



Σχήμα 5.19 Διάγραμμα ταχύτητας V_{85} εσωτερικών τμημάτων χωρίς οριογραμμή για διαφορετικές τιμές επικλίσεων και ακτίνων



Σχήμα 5.20 Συγκριτικό διάγραμμα ταχύτητας V_{85} εσωτερικών - εξωτερικών τμημάτων χωρίς οριογραμμή για διαφορετικές τιμές επικλίσεων και ακτίνων

- Μετά το διαχωρισμό των τμημάτων ανάλογα με την οριογραμμή, οι εξισώσεις που διατυπώθηκαν διαφέρουν ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές τους. Στα τμήματα με οριογραμμή στατιστικά σημαντική επίδραση στη V_{85} εκτός από την καμπυλότητα ($1/R^{1/2}$) έχει το ολικό πλάτος και μάλιστα όπως και στο προηγούμενο στάδιο της ανάλυσης έτσι και εδώ η επιρροή του είναι μεγαλύτερη στα εσωτερικά τμήματα, ενώ στα τμήματα χωρίς οριογραμμή η μεταβλητή που χρησιμοποιείται στην εξίσωση εκτός της καμπυλότητας, είναι η επίκλιση. Ως ερμηνεία των παραπάνω αναφέρονται τα εξής: οι οδηγοί που κινούνται σε τμήματα με οριογραμμή έχουν σαφώς ορισμένα τα όρια της λωρίδας στην οποία κινούνται και αντιλαμβάνονται εύκολα οποιαδήποτε μεταβολή του πλάτους της λωρίδας και του ερείσματος. Συνεπώς αύξηση είτε του πλάτους ερείσματος είτε της λωρίδας σημαίνει αύξηση του διαθέσιμου χώρου και συνεπώς δυνατότητα αύξησης της ακτίνας της τροχιάς του οχήματος και μεγαλύτερη άνεση κινήσεων. Αρα αύξηση του πλάτους συνεπάγεται αύξηση της ταχύτητας V_{85} , το οποίο φαίνεται και στα σχήματα 5.13-5.14. Οι οδηγοί που κινούνται σε τμήματα χωρίς οριογραμμή δεν αντιλαμβάνονται εύκολα τις μεταβολές του πλάτους και έτσι αυτό δεν επηρεάζει την ταχύτητά τους, αλλά στην επιλογή της ταχύτητας που θα αναπτύξουν καθοδηγούνται από την αίσθηση που τους προσφέρει η επίκλιση. Όπως προκύπτει και από τα σχήματα 5.18-5.19. αύξηση της επίκλισης -μέσα σε λογικά πλαίσια- συνεπάγεται αύξηση της ταχύτητας V_{85} .
- Από τη σύγκριση των εσωτερικών και εξωτερικών τμημάτων με οριογραμμή η οποία φαίνεται στα σχήματα 5.15-5.16-5.17. παρατηρείται ότι για όλα τα ολικά πλάτη που εξετάζονται οι οδηγοί αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες όταν κινούνται στα εσωτερικά τμήματα απ' ότι στα εξωτερικά. Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: οι οδηγοί που κινούνται στα εξωτερικά τμήματα αναπτύσσοντας ταχύτητα ωθούνται προς το εξωτερικό μέρος της οδού και σε ενδεχόμενη εκτροπή του οχήματος από την πορεία του, τα περιθώρια επανόρθωσης είναι μικρά και η πιθανότητα εκτροπής του οχήματος από το δρόμο είναι μεγάλη. Αντιθέτως, οι οδηγοί που κινούνται στα εσωτερικά τμήματα έχουν τη δυνατότητα -όσο κι αν αυτό ενέχει κινδύνους σύγκρουσης με άλλο όχημα- να περάσουν προς στιγμή στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας. Έτσι λοιπόν οι ταχύτητες που αναπτύσσουν οι οδηγοί στα εξωτερικά τμήματα μεταβάλλονται με μικρότερο ρυθμό από τις ταχύτητες στα εσωτερικά, που σημαίνει ότι οι οδηγοί που κινούνται στα εσωτερικά αντιδρούν πιο γρήγορα

στις μεταβολές του πλάτους και της ακτίνας.

- Όσον αφορά τα τμήματα χωρίς οριογραμμή η τάση είναι συγκεκριμένη. Οι οδηγοί κινούνται στα εσωτερικά τμήματα με ταχύτητες 4-5 km/h μεγαλύτερες από ότι στα εξωτερικά, διαφορά που αποτελεί σημαντικό ποσοστό ιδιαίτερα για τις χαμηλές ταχύτητες. Η τάση αυτή ερμηνεύεται με τον ίδιο τρόπο που ερμηνεύθηκε και για τα τμήματα με οριογραμμή. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι αύξηση της επίκλισης βοηθά τον οδηγό στην ανάπτυξη μεγαλύτερης ταχύτητας, το οποίο φαίνεται και στα σχήματα 5.18-5.19.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

**ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ**

6. ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Εχοντας ελέγξει τη μορφή της κατανομής των μετρηθεισών ταχυτήτων και προσδιορίσει τη συσχέτιση ενός στατιστικού μεγέθους -της ταχύτητας V_{85} - το τελευταίο τμήμα της ανάλυσης ήταν απαραίτητο να ασχοληθεί με τη διατύπωση ανάλογων σχέσεων για τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση, με σκοπό μία γενικότερη θεώρηση της ταχύτητας και της οδικής συμπεριφοράς. Η διαδικασία προσδιορισμού των σχέσεων αυτών παρουσιάζεται αναλυτικά στο παρόν κεφάλαιο.

Τα αρχεία που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση είναι τα έξι αρχεία που δημιουργήθηκαν μετά την απόρριψη διαχωρισμού των τμημάτων ανάλογα με την ορατότητα, τα οποία έχουν ήδη παρουσιαστεί στην παράγραφο 5.3.1.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι και σ' αυτό το κεφάλαιο η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση της μεθόδου της παλινδρόμησης και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS και η διαδικασία REGRESSION.

6.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Οι σχέσεις που θα προσδιοριστούν στο παρόν κεφάλαιο είναι αντίστοιχες με τις σχέσεις της ταχύτητας V_{85} , το οποίο σημαίνει ότι θα γίνουν προσπάθειες συσχετισμού της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Οι παράμετροι που επιλέχτηκαν να εξεταστούν είναι οι ίδιες που είχαν επιλεχθεί και για την ταχύτητα V_{85} , δηλαδή είναι οι ακόλουθες:

- ακτίνα της καμπύλης
- πλάτος λωρίδας
- πλάτος ερείσματος

- επίκλιση
- κατὰ μήκος κλίση.

Ο συμβολισμός τους καθώς και το πεδίο τιμών τους έχουν δοθεί στο 5ο κεφάλαιο, στον Πίνακα 5.2. Επειδή εκτός από τις παραπάνω σχέσεις θα εξεταστούν και αυτές μεταξύ τυπικής απόκλισης, ταχύτητας V_{85} και μέσης τιμής, παρατίθεται πίνακας με το συμβολισμό και το πεδίο τιμών των μεταβλητών αυτών (Πίνακας 6.1).

Πίνακας 6.1 Συμβολισμός και πεδίο τιμών των μεταβλητών

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΔΙΟ ΤΙΜΩΝ
μέση τιμή	V_{μ}	41.10 - 99.69 [km/h]
τυπική απόκλιση	S	4.01 - 21.46 [km/h]
ταχύτητα V_{85}	V_{85}	41.09 - 117.06 [km/h]

6.2 ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ

6.2.1 Συσχέτιση Μέσης Τιμής και Ταχύτητας V_{85}

Η ανάλυση που έγινε αρχικά προσανατολίστηκε στη διατύπωση σχέσεων που αφορούν τη συσχέτιση της μέσης τιμής των ταχυτήτων με ορισμένες μεταβλητές. Η πρώτη μεταβλητή που εξετάστηκε είναι η ταχύτητα V_{85} .

Το πρότυπο πρόβλεψης που εξετάστηκε ήταν γραμμικό με μία ανεξάρτητη μεταβλητή. Η εισαγωγή των μεταβλητών της εξίσωσης έγινε με τη μέθοδο ENTER της διαδικασίας REGRESSION κατά την οποία ο χρήστης του προγράμματος καθορίζει τις μεταβλητές που θα περιληφθούν στην εξίσωση παλινδρόμησης.

Οι εξισώσεις που προέκυψαν για όλα τα αρχεία καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές προσδιορισμού r^2 είναι οι ακόλουθες:

- Εξωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = 4.71 + 0.83 V_{85} \quad r^2 = 0.97 \quad (6.1)$$

- Εσωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = 5.63 + 0.82 V_{85} \quad r^2 = 0.97 \quad (6.2)$$

- Εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = 3.62 + 0.85 V_{85} \quad r^2 = 0.97 \quad (6.3)$$

- Εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = 6.19 + 0.80 V_{85} \quad r^2 = 0.96 \quad (6.4)$$

- Εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = 5.56 + 0.82 V_{85} \quad r^2 = 0.96 \quad (6.5)$$

- Εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = 5.60 + 0.81 V_{85} \quad r^2 = 0.99 \quad (6.6)$$

Ολες οι γραμμικές σχέσεις που προέκυψαν έχουν υψηλούς συντελεστές r^2 , γεγονός που υποδηλώνει την ισχυρή γραμμική εξάρτηση που υπάρχει μεταξύ μέσης τιμής και ταχύτητας V_{85} . Συνεπώς με τη χρήση των εξισώσεων αυτών είναι δυνατή μία πολύ καλή πρόβλεψη της μέσης τιμής εαν είναι γνωστή η ταχύτητα V_{85} και αντιστρόφως.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω σχέσεις συμφωνούν απόλυτα με μια ανάλογη σχέση που έχει διατυπωθεί από των J.Mc Lean [5] και είναι η ακόλουθη:

$$V_{\mu} = 4.40 + 0.833 V_{85} \quad r^2 = 0.98 \quad (6.7)$$

6.2.2 Συσχέτιση Μέσης Τιμής και Τυπικής Απόκλισης

Η σχέση μεταξύ της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης αποτελεί ένα ενδιαφέρον θέμα που δεν έχει διερευνηθεί στο παρελθόν. Συνεπώς έπειτα από τη διατύπωση σχέσεων μεταξύ της μέσης τιμής και της ταχύτητας V_{85} έγινε προσπάθεια διατύπωσης ανάλογων σχέσεων μεταξύ μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης. Το μοντέλο πρόβλεψης που εξετάστηκε ήταν γραμμικό και η εισαγωγή των μεταβλητών της εξίσωσης έγινε και πάλι με τη μέθοδο ENTER. Οι εξισώσεις που προέκυψαν αναλυτικά για όλα τα αρχεία και οι αντίστοιχοι συντελεστές r^2 είναι οι ακόλουθες:

- Εξωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = 30.73 + 3.87 S \quad r^2 = 0.82 \quad (6.8)$$

- Εσωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = 34.67 + 3.39 S \quad r^2 = 0.81 \quad (6.9)$$

- Εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = 24.89 + 4.59 S \quad r^2 = 0.87 \quad (6.10)$$

- Εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = 35.89 + 3.23 S \quad r^2 = 0.81 \quad (6.11)$$

- Εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = 33.60 + 3.53 S \quad r^2 = 0.82 \quad (6.12)$$

- Εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = 36.47 + 3.18 S \quad r^2 = 0.80 \quad (6.13)$$

Όπως παρατηρείται από τις παραπάνω εξισώσεις οι δύο παράμετροι της κατανομής είναι γραμμικά εξαρτημένες ενώ οι συντελεστές r^2 όλων των εξισώσεων είναι υψηλοί. Από τις εξισώσεις προκύπτει ότι αύξηση της τυπικής απόκλισης σημαίνει αύξηση της μέσης τιμής και αντίστροφα.

Το συμπέρασμα που εξάγεται από τα παραπάνω είναι ότι σε καμπύλα τμήματα όπου οι ταχύτητες έχουν γενικά υψηλές τιμές, άρα και η μέση τιμή είναι υψηλή, οι ταχύτητες αποκλίνουν αρκετά από το μέσο όρο και έτσι η διαφορά τους είναι υψηλή.

6.2.3 Συσχέτιση της Μέσης Τιμής της Ταχύτητας με τα Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά της Οδού

Επειτα από τη διατύπωση σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων της κατανομής κρίθηκε σκόπιμο να προσδιορισθεί η επίδραση των γεωμετρικών στοιχείων στη μέση τιμή της ταχύτητας έτσι ώστε να εξεταστεί αν στη μέση τιμή και στη λειτουργική ταχύτητα V_{85} επιδρούν διαφορετικές παράμετροι.

Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν αναφέρονται στην παράγραφο 6.1. Εξαιτίας της πολύ ισχυρής γραμμικής συσχέτισης της μέσης τιμής με την ταχύτητα V_{85} αποφασίστηκε να εξεταστεί πρότυπο πρόβλεψης ίδιας μορφής με αυτό που προέκυψε στο προηγούμενο κεφάλαιο για τη συσχέτιση της V_{85} και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών. Δηλαδή το πρότυπο είναι μη γραμμικό με γενική εξίσωση:

$$V_{\mu} = \frac{1}{a + b_1 x_1 + \dots + b_k x_k} \quad (6.14)$$

Επειδή στο πρόγραμμα SPSS και στη διαδικασία REGRESSION δεν υπάρχει δυνατότητα προσδιορισμού μη γραμμικής εξίσωσης, η εξίσωση (6.14) μετασχηματίστηκε σε γραμμική εξίσωση και εξετάστηκε με την εξής μορφή:

$$\frac{1}{V_{\mu}} = a + b_1 x_1 + \dots + b_K x_K \quad (6.15)$$

όπου ως εξαρτημένη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε η αντίστροφη της V_{μ} . Η επιλογή των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στην εξίσωση έγινε αυτόματα από το πρόγραμμα με τη μέθοδο STEPWISE. Οι εξισώσεις που προέκυψαν είναι οι ακόλουθες:

- Εξωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.012 + 0.091 (1/R)^{1/2} - 0.0006 b} \quad r^2 = 0.81 \quad (6.16)$$

- Εσωτερικά τμήματα

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.012 + 0.084 (1/R)^{1/2} - 0.0006 b} \quad r^2 = 0.83 \quad (6.17)$$

- Εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.009 + 0.090 (1/R)^{1/2}} \quad r^2 = 0.80 \quad (6.18)$$

- Εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.013 + 0.110 (1/R)^{1/2} - 0.0002 e - 0.0009 b} \quad r^2 = 0.83 \quad (6.19)$$

- Εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.017+0.077 (1/R)^{1/2}-0.0015 b} \quad r^2 = 0.85 \quad (6.20)$$

- Εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$V_{\mu} = \frac{1}{0.009+0.088 (1/R)^{1/2}-0.0015 b} \quad r^2 = 0.84 \quad (6.21)$$

Ορισμένες παρατηρήσεις που αφορούν κυρίως την μορφή των εξισώσεων και τις μεταβλητές που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

- Οι συντελεστές προσδιορισμού r^2 είναι αρκετά υψηλοί σε όλες τις εξισώσεις γεγονός που δίνει τη δυνατότητα ικανοποιητικής πρόβλεψης της μέσης τιμής από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.
- Όπως και στις εξισώσεις της V_{85} έτσι και εδώ, ως "σημαντικότερη" μεταβλητή εμφανίζεται η $(1/R)^{1/2}$.

6.3 ΣΧΕΣΕΙΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΤΥΠΙΚΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ

6.3.1 Συσχέτιση Τυπικής Απόκλισης και Γεωμετρικών Χαρακτηριστικών

Επειτα από τη διατύπωση των σχέσεων μεταξύ της μέσης τιμής και ορισμένων μεταβλητών πραγματοποιήθηκε ανάλυση με τη μέθοδο της παλινδρόμησης για τη διατύπωση αντίστοιχων σχέσεων της τυπικής απόκλισης. Επειδή ήδη έχει διατυπωθεί σχέση μεταξύ μέσης τιμής και απόκλισης η ανάλυση επικεντρώθηκε στη συσχέτιση των γεωμετρικών στοιχείων με την τυπική απόκλιση.

Οι αντίστοιχες σχέσεις μεταξύ μέσης τιμής και γεωμετρικών στοιχείων, που διατυπώθηκαν είναι μη γραμμικές. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση είναι γραμμικά συσχετισμένες οδήγησε στην εξέταση ενός μη γραμμικού μοντέλου πρόβλεψης της μορφής:

$$S = \frac{1}{a+b_1x_1+\dots+b_kx_k} \quad (6.22)$$

Για την ανάλυση με τη μέθοδο της παλινδρόμησης ήταν απαραίτητος ο γραμμικός μετασχηματισμός του προτύπου και ισχύουν ακριβώς τα ίδια με αυτά που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 6.2.3. Η εισαγωγή των μεταβλητών στην εξίσωση έγινε με τη μέθοδο STEPWISE.

Οι εξισώσεις που διατυπώθηκαν για κάθε αρχείο είναι οι ακόλουθες:

- Εξωτερικά τμήματα

$$S = \frac{1}{0.072+1.195 (1/R)^{1/2}-0.009 b} \quad r^2 = 0.69 \quad (6.23)$$

- Εσωτερικά τμήματα

$$S = \frac{1}{0.103+1.294 (1/R)^{1/2}-0.017 b+0.016 \text{ ORIOGR}-0.0028 e} \quad r^2 = 0.79 \quad (6.24)$$

- Εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$S = \frac{1}{0.113+1.018 (1/R)^{1/2}-0.014 b} \quad r^2 = 0.72 \quad (6.25)$$

- Εξωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$S = \frac{1}{0.022 + 1.380 (1/R)^{1/2}} \quad r^2 = 0.68 \quad (6.26)$$

- Εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή

$$S = \frac{1}{0.157 + 0.995 (1/R)^{1/2} - 0.023 b} \quad r^2 = 0.77 \quad (6.27)$$

- Εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή

$$S = \frac{1}{0.073 + 1.456 (1/R)^{1/2} - 0.013 b - 0.0026 e} \quad r^2 = 0.83 \quad (6.28)$$

όπου:

R = ακτίνα (m)

b = ολικό πλάτος (πλάτος λωρίδας+πλάτος ερείσματος)(m)

e = επίκλιση (%)

ORIOGR = μεταβλητή που παίρνει τις τιμές 1 και 0 όταν υπάρχει ή δεν υπάρχει οριογραμμή αντίστοιχα.

Κάποιες αρχικές παρατηρήσεις που γίνονται μετά από εξέταση των εξισώσεων είναι οι παρακάτω:

- Οι συντελεστές προσδιορισμού r^2 των εξισώσεων είναι χαμηλότεροι από τους συντελεστές των αντίστοιχων εξισώσεων της μέσης τιμής και της V_{85} .
- Η μεταβλητή που χρησιμοποιείται σε όλες τις εξισώσεις είναι η $(1/R)^{1/2}$ και εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβολής των τιμών της τυπικής απόκλισης.

- Άλλη μεταβλητή που χρησιμοποιείται σε όλες σχεδόν τις εξισώσεις (στις πέντε από τις έξι) είναι το ολικό πλάτος.

6.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Επειτα από συγκριτική εξέταση των εξισώσεων συσχέτισης της ταχύτητας V_{85} , της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η πολύ ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ της μέσης τιμής και της ταχύτητας V_{85} έχει ως αποτέλεσμα οι εξισώσεις που προκύπτουν για την πρόβλεψη της μέσης τιμής να χρησιμοποιούν τις ίδιες μεταβλητές με τις εξισώσεις της V_{85} . Συνεπώς, η χρησιμοποίηση της μέσης τιμής ή της V_{85} ή οποιασδήποτε άλλης ταχύτητας (V_{15} , V_{95} ,κλπ.) για το σχεδιασμό της οδού δεν διαφέρει από πλευράς εξήγησης της οδικής συμπεριφοράς αλλά μόνο από πλευράς προσέγγισης ως προς το ποια ταχύτητα πρέπει να υιοθετηθεί ως ταχύτητα σχεδιασμού.
- Το γεγονός ότι η μεταβλητή $(1/R)^{1/2}$ είναι η ισχυρότερη μεταβλητή στις εξισώσεις που διατυπώθηκαν οδηγεί στο ίδιο συμπέρασμα που έχει διατυπωθεί και για την ταχύτητα V_{85} . Δηλαδή, στα καμπύλα τμήματα μικρών ακτίνων η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση επηρεάζονται πιο έντονα από τις διαφορές των ακτίνων από ότι στα τμήματα μεγάλων ακτίνων.
- Από τη σχέση μεταξύ τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής προκύπτει ότι αύξηση της μέσης τιμής σημαίνει αύξηση της διασποράς. Εξετάζοντας τις εξισώσεις συσχέτισης της μέσης τιμής με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά προκύπτει ότι η αύξηση της ακτίνας, του πλάτους, της επίκλισης δηλαδή γενικότερα η "βελτίωση" των γεωμετρικών στοιχείων σ' ένα τμήμα συνεπάγεται αύξηση της διασποράς των ταχυτήτων. Το γεγονός αυτό εξηγείται από το ότι η βελτίωση ενός οδικού τμήματος επηρεάζει αρκετούς οδηγούς έτσι ώστε να αναπτύξουν μεγαλύτερες ταχύτητες αλλά κάποιοι άλλοι οδηγοί που έχουν την τάση να οδηγούν με χαμηλές ταχύτητες (πιο συντηρητικοί) μένουν ανεπηρέαστοι και έτσι παρατηρείται αύξηση της διασποράς των ταχυτήτων.

Τα υπόλοιπα συμπεράσματα που προκύπτουν από το ποιος είναι οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στις εξισώσεις συσχέτισης της μέσης τιμής με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, για κάθε αρχείο και για το πως εξηγούν την οδική συμπεριφορά του χρήστη, είναι όμοια με αυτά που προκύπτουν για τις εξισώσεις συσχέτισης της ταχύτητας V_{85} και έχουν ήδη αναφερθεί στην παράγραφο 5.4.

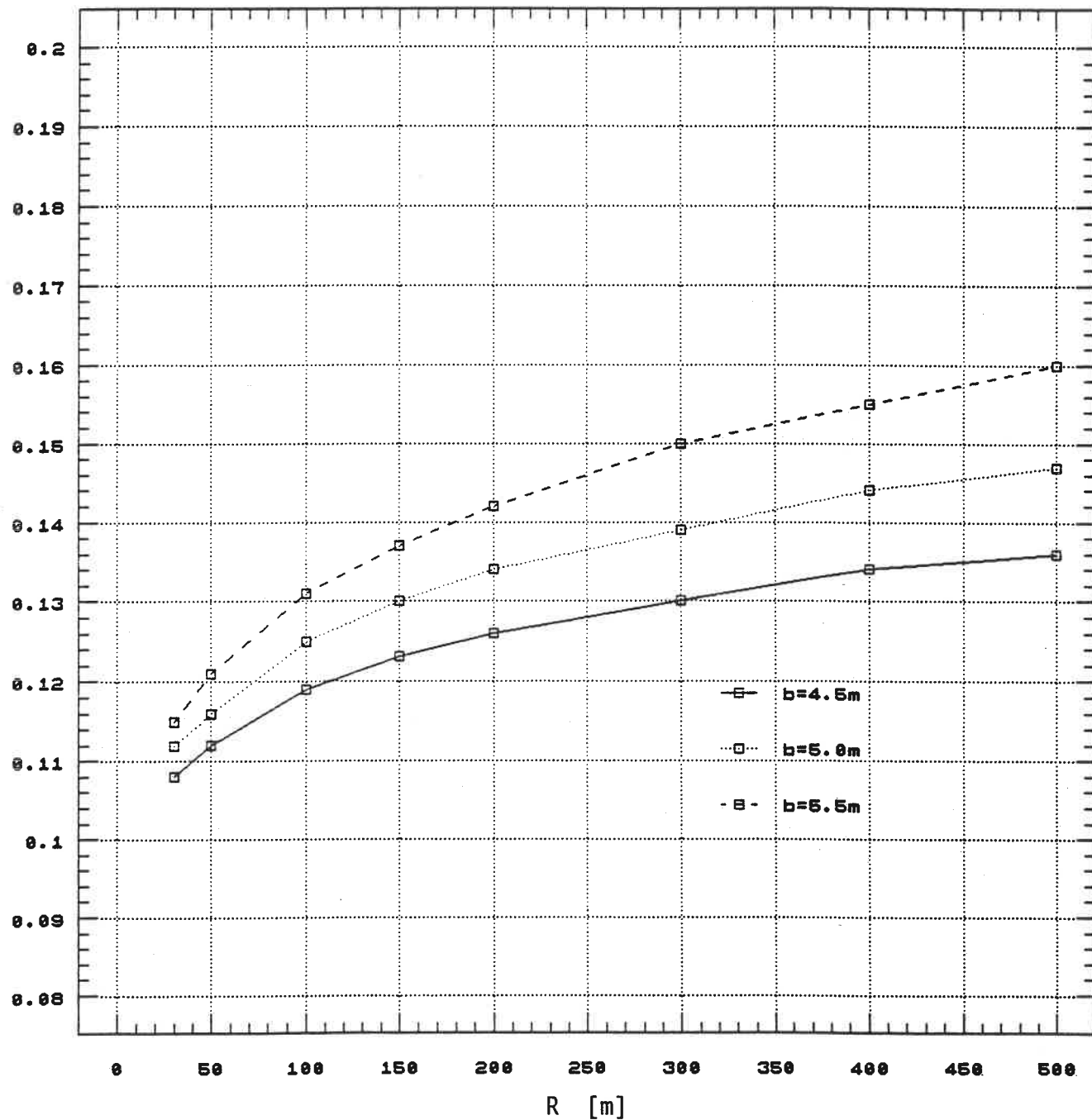
6.5 ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

Όπως αναφέρθηκε και στο 4ο Κεφάλαιο η τυπική απόκλιση της κατανομής των ταχυτήτων αποτελεί ουσιαστικά ένα μέτρο του πόσο διασπαρμένες είναι οι τιμές της ταχύτητας γύρω από τη μέση τιμή.

Αν όμως συγκρίνονται οι κατανομές δύο δειγμάτων με διαφορετικές μέσες τιμές τότε οι τιμές των τυπικών αποκλίσεων δεν είναι αρκετές να προσδιορίσουν ποιο από τα δείγματα έχει συγκριτικά τη μεγαλύτερη διασπορά. Για παράδειγμα, τυπική απόκλιση ίση με 3 km/h μπορεί να θεωρηθεί μικρή αν η μέση τιμή είναι ίση με 60 km/h ή αρκετά μεγάλη αν η μέση τιμή είναι ίση με 15 km/h. Έτσι λοιπόν για τέτοιου είδους συγκρίσεις χρησιμοποιείται ο λόγος της τυπικής απόκλισης προς τη μέση τιμή, ο οποίος καλείται συντελεστής διασποράς (coefficient of variation) [18].

Για τη σύγκριση των τμημάτων με και χωρίς οριογραμμή, εξωτερικών και εσωτερικών χρησιμοποιώντας τις σχέσεις που διατυπώθηκαν για την πρόβλεψη της μέσης τιμής και της τυπικής απόκλισης από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού είναι δυνατόν να γίνει πρόβλεψη του συντελεστή διασποράς.

Έτσι λοιπόν αποφασίστηκε η κατασκευή διαγραμμάτων στα οποία να φαίνεται η επίδραση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών στο συντελεστή διασποράς. Επειδή όμως οι σχέσεις πρόβλεψης της τυπικής απόκλισης που διατυπώθηκαν για τα εξωτερικά τμήματα (με και χωρίς οριογραμμή) δεν είναι ικανοποιητικές, γεγονός το οποίο οφείλεται στο ότι η τυπική απόκλιση είναι γενικά δύσκολο να προβλεφθεί, αποφασίστηκε η κατασκευή ενός ενδεικτικού διαγράμματος για τα εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή με σκοπό να δοθεί μια ένδειξη της επίδρασης του ολικού πλάτους στο συντελεστή διασποράς (Σχήμα 6.1).



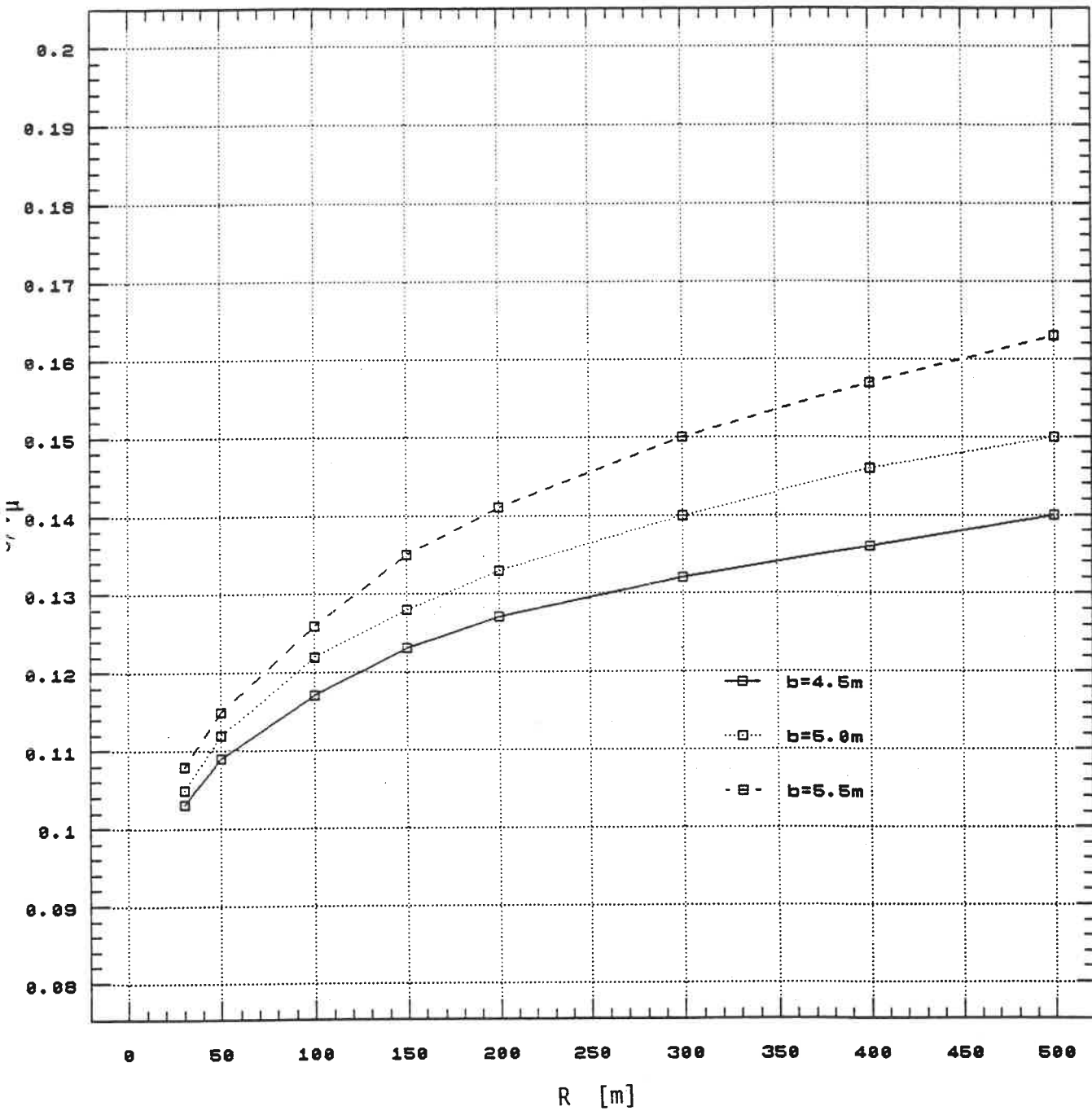
Σχήμα 6.1 Διάγραμμα συντελεστή διασποράς - ακτίνας R για τα εξωτερικά τμήματα με οριογραμμή για διάφορες τιμές του ολικού πλάτους b .

Όπως προκύπτει από την παρατήρηση του σχήματος 6.1 αύξηση του ολικού πλάτους συνεπάγεται αύξηση της διασποράς, γεγονός το οποίο ερμηνεύεται ως εξής : η αύξηση του ολικού πλάτους σημαίνει αύξηση του διαθέσιμου χώρου κίνησης του οχήματος και κατά συνέπεια περισσότερες δυνατότητες στον οδηγό επιλογής τροχιάς κίνησης. Ευνόητο είναι όσο περισσότερες είναι οι δυνατότητες επιλογής τόσο αυξάνει η διασπορά των ταχυτήτων αφού η επιλογή της ταχύτητας που αναπτύσσει ο κάθε οδηγός βασίζεται στη κρίση και την αντιληψή του.

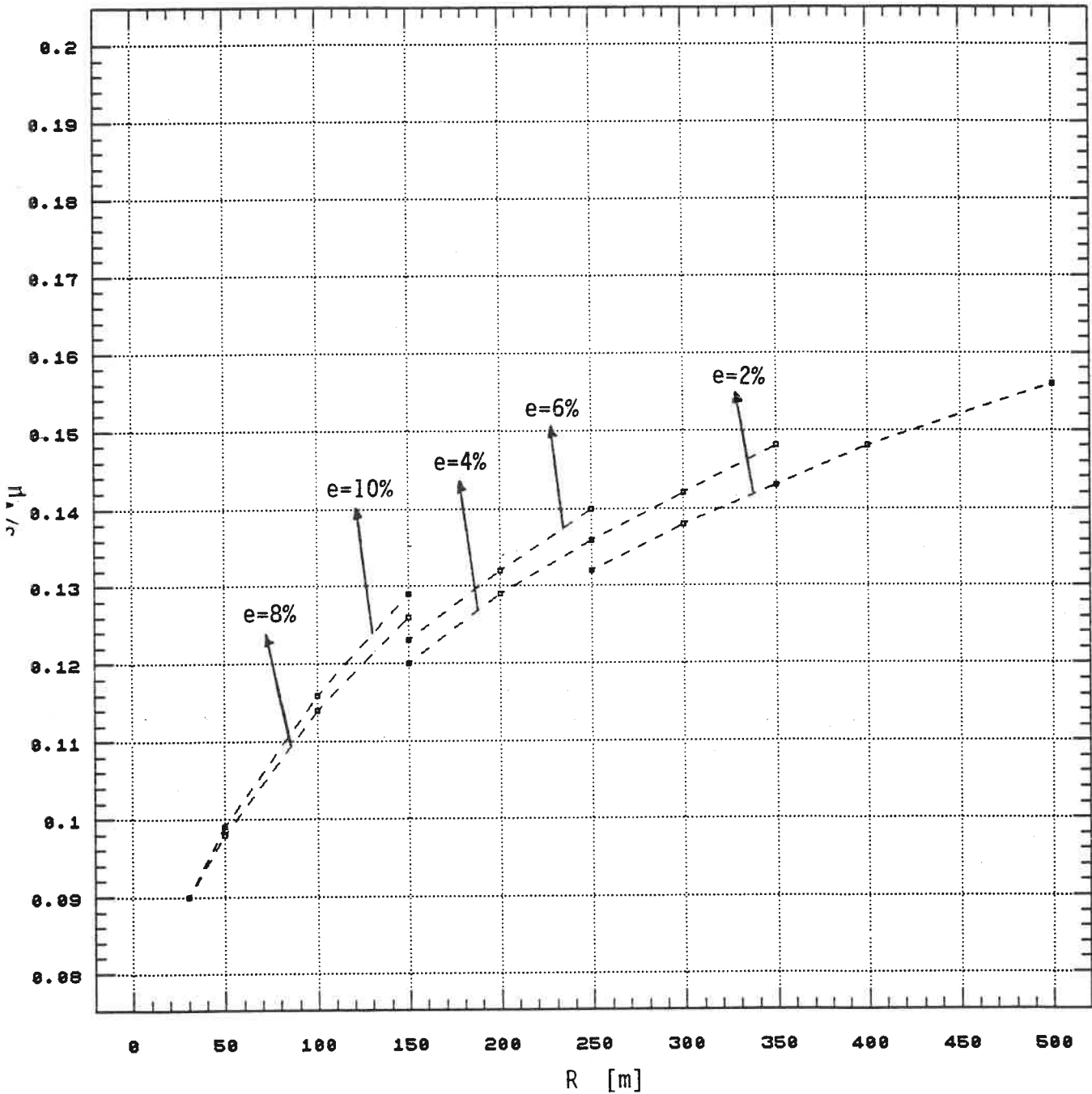
Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν από την παρατήρηση αντίστοιχου διαγράμματος συσχέτισης συντελεστή διασποράς και ακτίνας για τα εσωτερικά τμήματα (Σχήμα 6.2).

Για τα τμήματα χωρίς οριογραμμή κατασκευάστηκαν διαγράμματα τα οποία συσχετίζουν το συντελεστή διασποράς με την ακτίνα R και την επίκλιση για ορισμένες τιμές του πλάτους (σχήματα 6.3-6.5). Πρέπει να σημειωθεί ότι και σε αυτά τα διαγράμματα οι ακτίνες χωρίστηκαν σε περιοχές που στην κάθε μία αντιστοιχούν δύο τιμές της επίκλισης, δηλαδή όπως ακριβώς και στα διαγράμματα V_{85} - R για τα τμήματα χωρίς οριογραμμή που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 5.4. Από την παρατήρηση των διαγραμμάτων προκύπτουν τα ακόλουθα :

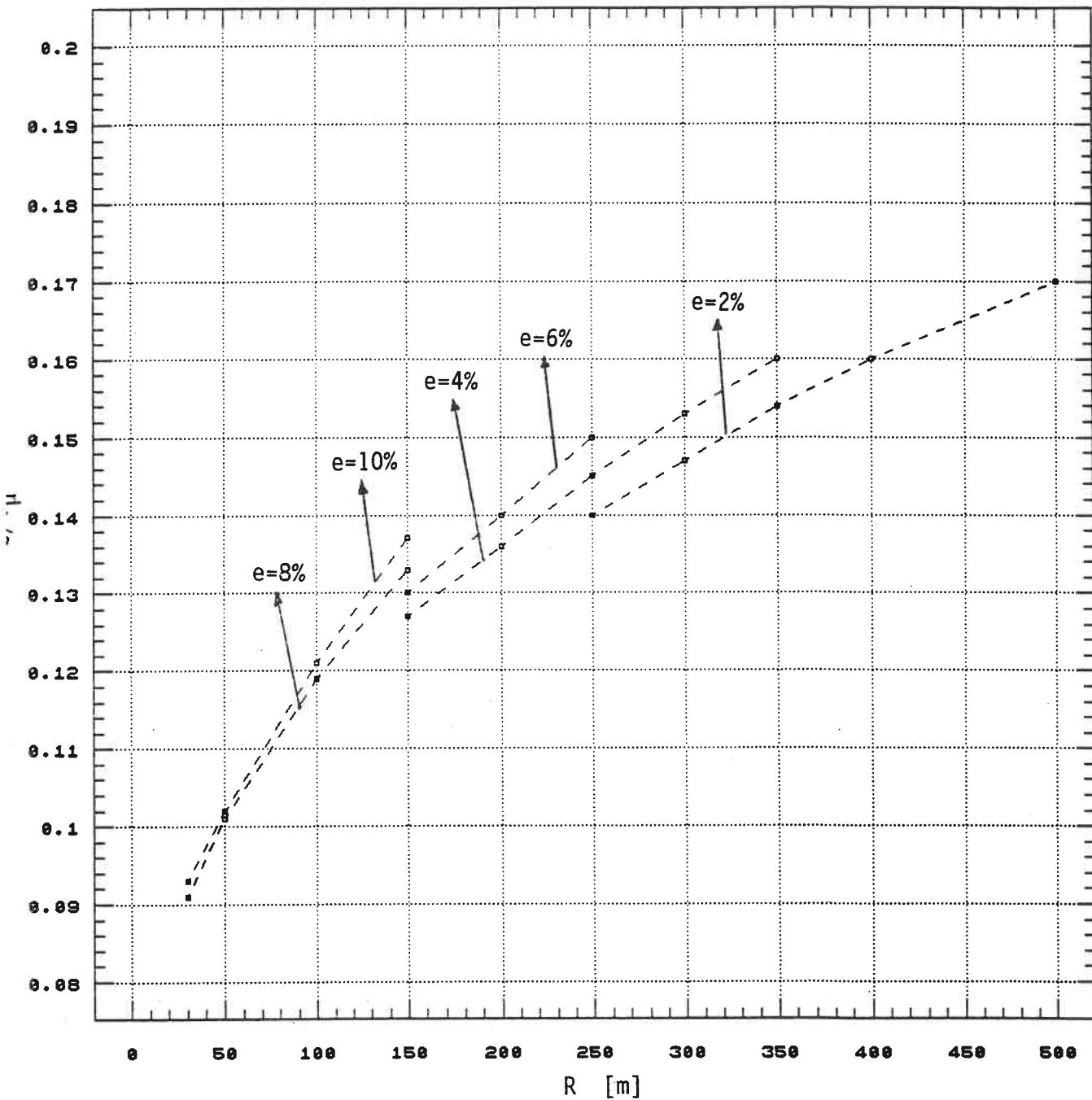
- Αύξηση της επίκλισης συνεπάγεται αύξηση της διασποράς. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής: σ' ένα συγκεκριμένο οδικό τμήμα ακτίνας R μια μικρή αύξηση στην επίκλιση δίνει τη δυνατότητα στον οδηγό να αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα. Έτσι λοιπόν πολλοί οδηγοί αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες και έτσι αυξάνεται η μέση τιμή των ταχυτήτων. Όμως, αρκετοί οδηγοί έχουν την τάση να οδηγούν με χαμηλές ταχύτητες ανεξάρτητα από τη γεωμετρία της οδού ενώ ορισμένοι άλλοι έχουν την τάση να οδηγούν με μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές που επιτρέπει η γεωμετρία της οδού. Αρα όσο η γεωμετρία της οδού βελτιώνεται τόσο αυξάνεται το εύρος μεταξύ των χαμηλότερων και υψηλότερων ταχυτήτων της κατανομής, δηλαδή αυξάνεται η τυπική απόκλιση της κατανομής των ταχυτήτων.



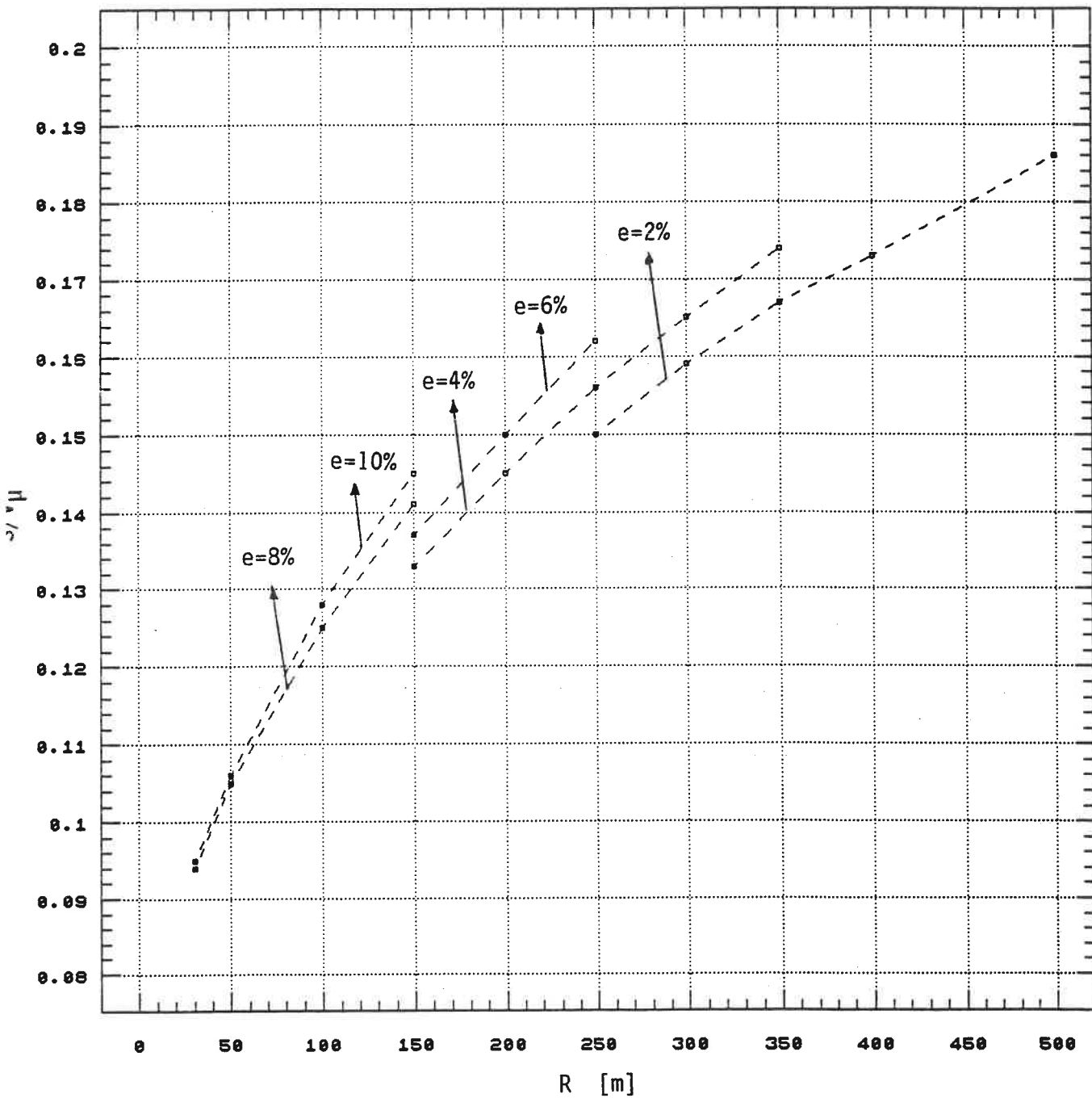
Σχήμα 6.2 Διαγράμμα συντελεστή διασποράς - ακτίνας R για τα εσωτερικά τμήματα με οριογραμμή για διάφορες τιμές του ολικού πλάτους b .



Σχήμα 6.3 Διάγραμμα συντελεστή διασποράς $\bar{R}$ για τα εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή για διάφορες τιμές της επίκλισης και ακτίνας για ολικό πλάτος $b=4.0$ m.



Σχήμα 6.4 Διάγραμμα συντελεστή διασποράς R για τα εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή για διάφορες τιμές της επίκλισης και ακτίνας για ολικό πλάτος $b=4.5$ m.



Σχήμα 6.5 Διάγραμμα συντελεστή διασποράς R για τα εσωτερικά τμήματα χωρίς οριογραμμή για διάφορες τιμές της επίκλισης και ακτίνας για ολικό πλάτος $b=5.0$ m.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας ήταν η διερεύνηση της οδικής συμπεριφοράς των Ελλήνων οδηγών σε καμπύλα οδικά τμήματα. Η συμπεριφορά αυτή εκφράζεται μέσω της ταχύτητας που αναπτύσσουν οι οδηγοί σε σχέση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού καθώς επίσης και από τη μορφή της κατανομής της ταχύτητας και των παραμέτρων της (μέση τιμή, τυπική απόκλιση). Η προσέγγιση του θέματος είναι διαφορετική από αυτές των προηγούμενων ερευνών που είχαν το ίδιο αντικείμενο με την παρούσα και αυτό οφείλεται στο ότι κατά την ανάλυση εξετάστηκαν χωριστά τα εξωτερικά από τα εσωτερικά καμπύλα τμήματα συνυπολογίζοντας την ύπαρξη ή όχι οριογραμμής.

Πρέπει να τονισθεί για άλλη μία φορά ότι οι μετρήσεις που αποτέλεσαν τα δεδομένα αυτής της έρευνας δεν πραγματοποιήθηκαν από τους γράφοντες αλλά είχαν καταγραφεί για τις ανάγκες της Ερευνητικής Εργασίας που διεξήχθη από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. [17] και αφορούν καμπύλα τμήματα υπεραστικών οδών 2 λωρίδων κυκλοφορίας, μία ανά κατεύθυνση, και περιελάμβαναν μετρήσεις ταχυτήτων μόνο επιβατικών οχημάτων.

Η ανάλυση των μετρήσεων έγινε με τη βοήθεια της μεθόδου της παλινδρόμησης εξετάζοντας γραμμικά και μη γραμμικά πρότυπα. Με τις σχέσεις που προέκυψαν είναι δυνατή η πρόβλεψη της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} βάσει κυρίως της ακτίνας R της καμπύλης, του ολικού πλάτους και της επίκλισης. Τονίζεται ότι με τον όρο ολικό πλάτος εννοείται το συνολικό πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας και ερείσματος (όπου υπάρχει) ανά κατεύθυνση, δηλαδή το πλάτος από τον άξονα της οδού μέχρι το πέρας του οδοστρώματος.

Η ερμηνεία των σχέσεων που διατυπώθηκαν και των διαγραμμάτων που προέκυψαν από αυτές, αποτελεί την κύρια πηγή εξαγωγής των συμπερασμάτων που αναφέρονται στις επόμενες παραγράφους.

Από τη διαδικασία ανάλυσης προκύπτει ότι τα μη γραμμικά πρότυπα παλινδρόμησης προσεγγίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια από τα γραμμικά πρότυπα τη σχέση που υπάρχει μεταξύ γεωμετρικών χαρακτηριστικών και ταχύτητας (ταχύτητας V_{85} , μέσης τιμής και τυπικής απόκλισης της ταχύτητας). Όσον αφορά τις μη γραμμικές σχέσεις που προέκυψαν είναι φανερό ότι η παράμετρος η οποία εξηγεί το μεγαλύτερο ποσοστό της μεταβολής των τιμών της V_{85} είναι η καμπυλότητα με τις διάφορες μορφές που εκφράζεται (βαθμός καμπύλης, $1/R$, $1/R^2$, $(1/R)^{1/2}$). Η χρήση οποιας από τις παραπάνω εκφράσεις δεν έχει ιδιαίτερη σημασία όταν χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της V_{85} , γεγονός που επαληθεύεται από το ότι οι σχέσεις που έχουν διατυπωθεί στις έρευνες δεν έχουν σημαντικές διαφορές όσον αφορά την πρόβλεψη της V_{85} έστω και αν χρησιμοποιούνται διαφορετικές εκφράσεις της καμπυλότητας.

Στην παρούσα εργασία βρέθηκε ότι η βέλτιστη προσέγγιση της πραγματικής σχέσης των συγκεκριμένων δεδομένων γίνεται με τη χρήση ως παραμέτρου καμπυλότητας, της ρίζας του αντιστρόφου της ακτίνας της καμπύλης. Από τις υπόλοιπες παραμέτρους βρέθηκε ότι στατιστικά σημαντική επίδραση στην ταχύτητα έχουν η επίκλιση και το ολικό πλάτος. Αύξηση των τιμών τους συνεπάγεται αύξηση των τιμών της ταχύτητας και η επιρροή τους στην ταχύτητα είναι ανάλογη της αύξησής τους. Εδώ όμως, πρέπει να τονισθεί ότι όλα τα συμπεράσματα που αναφέρονται ισχύουν για τιμές των μεταβλητών εντός των πεδίων τιμών που μετρήθηκαν.

Από την ανάλυση της μορφής της κατανομής ταχυτήτων έγινε φανερό ότι η μορφή της κατανομής είναι συμμετρική και προσεγγίζεται ικανοποιητικά από συμμετρικές θεωρητικές κατανομές. Όσον αφορά τις παραμέτρους της κατανομής βρέθηκε ότι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση είναι γραμμικά συσχετισμένες μεταξύ τους, δηλαδή η αύξηση της μέσης τιμής των ταχυτήτων συνεπάγεται και αύξηση της τυπικής τους απόκλισης.

Πολύ σημαντικό είναι και το γεγονός ότι η μέση τιμή και η ταχύτητα V_{85} είναι ισχυρά γραμμικά συσχετισμένες και μάλιστα οι μεταξύ τους σχέσεις που προέκυψαν είναι ανάλογες με τη σχέση στην οποία κατέληξε ο J. Mc Lean [5].

Από τον συνδυασμό των δύο παραπάνω συμπερασμάτων προκύπτει ότι αύξηση της ταχύτητας V_{85} συνεπάγεται αύξηση της τυπικής απόκλισης. Δηλαδή, η βελτίωση

γενικότερα της γεωμετρίας της οδού εκτός από αύξηση των λειτουργικών ταχυτήτων επιφέρει και αύξηση της διασποράς των ταχυτήτων. Το γεγονός αυτό φαίνεται να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί για τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού της οδού και συγκεκριμένα στα κριτήρια που έχουν διατυπωθεί για τον έλεγχο συνέπειας των τιμών της ταχύτητας μελέτης και της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} . Τα κριτήρια αυτά αναφέρονται στις μέγιστες τιμές που μπορεί να πάρει η διαφορά ταχυτήτων μελέτης και λειτουργίας ($V_{85}-V_e$) σ' ένα συγκεκριμένο οδικό τμήμα έτσι ώστε να είναι δυνατόν να θεωρηθεί ότι τα χαρακτηριστικά του οδικού τμήματος και η συμπεριφορά του οδηγού είναι εναρμονισμένα μεταξύ τους [1]. Η εφαρμογή λοιπόν αυτών των κριτηρίων θεωρείται ότι βοηθά στη βελτίωση της ασφάλειας της κίνησης των οχημάτων. Από το συμπέρασμα όμως που προέκυψε παραπάνω δηλαδή ότι η αύξηση της V_{85} συνεπάγεται αύξηση της τυπικής απόκλισης των ταχυτήτων, γίνεται φανερό ότι όσο η ταχύτητα V_{85} αυξάνεται τόσο αυξάνεται και η διαφορά της από τις υψηλές ταχύτητες (V_{90} , V_{95}). Συνεπώς είναι υπό εξέταση το εάν η εφαρμογή των κριτηρίων αυτών στις μεγάλες τιμές της V_{85} , μπορεί να εξασφαλίσει την ασφάλεια κίνησης των ταχύτερα κινουμένων οχημάτων, δηλαδή αυτών που κινούνται με ταχύτητες V_{90} και V_{95} .

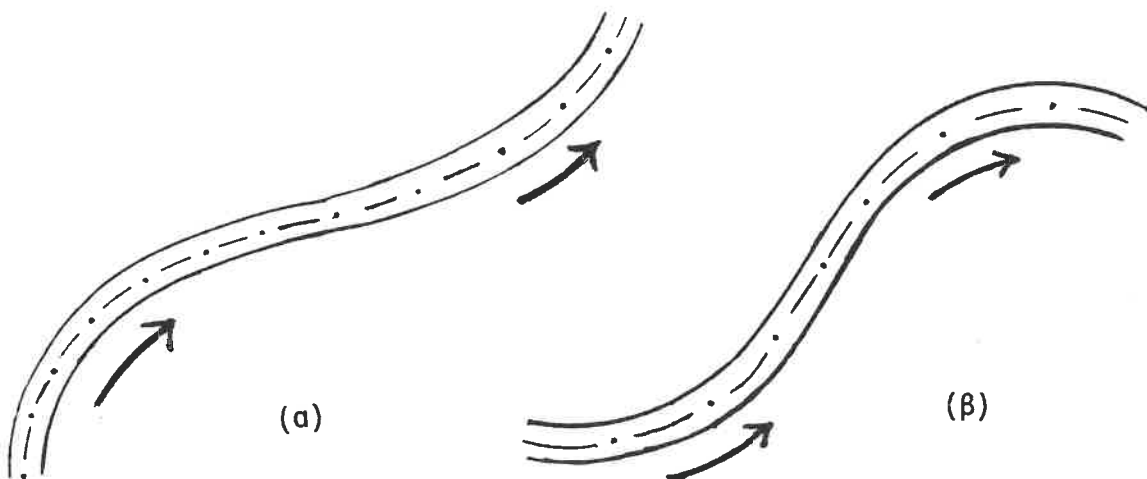
Ένα σημαντικό θέμα που προέκυψε από τον τρόπο προσέγγισης της συμπεριφοράς του οδηγού στην συγκεκριμένη εργασία είναι το κατά πόσο η συμπεριφορά αυτή επηρεάζεται από το αν το καμπύλο τμήμα που κινείται το όχημα είναι εξωτερικό ή εσωτερικό ή αν έχει ή όχι οριογραμμή.

Από την παρατηρήρηση των σχέσεων που προέκυψαν και των αντιστοιχών διαγραμμάτων γίνεται φανερό ότι η συμπεριφορά ενός οδηγού σε μία καμπύλη εξαρτάται από το αν στην καμπύλη αυτή υπάρχει οριογραμμή ή όχι. Αυτή η διαφορά συμπεριφοράς εκδηλώνεται με την ταχύτητα που αναπτύσσει και με την κατανομή της. Πιο συγκεκριμένα, από την ανάλυση προέκυψε ότι η επιλογή της ταχύτητας που θα αναπτύξει ο οδηγός σε ένα τμήμα με οριογραμμή εξαρτάται από την ακτίνα της καμπύλης και το ολικό πλάτος ενώ σε ένα τμήμα χωρίς οριογραμμή από την ακτίνα και την επίκλιση. Αυτό μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής: οι οδηγοί που κινούνται σε τμήματα με οριογραμμή έχουν σαφώς ορισμένα τα όρια της λωρίδας στην οποία κινούνται και αντιλαμβάνονται εύκολα οποιαδήποτε μεταβολή του πλάτους της λωρίδας και του ερείσματος, οπότε οποιαδήποτε αύξηση του πλάτους σημαίνει αύξηση του διαθέσιμου χώρου κίνησης

και συνεπώς δυνατότητα αύξησης της ταχύτητας. Αντίθετα οι οδηγοί που κινούνται σε τμήματα χωρίς οριογραμμή δεν αντιλαμβάνονται εύκολα τις μεταβολές του πλάτους ενώ παρατηρώντας τα όρια της οδού αντιλαμβάνονται την επίκλιση. Συνεπώς η επιλογή της ταχύτητας που θα αναπτύξουν καθοδηγείται από την αντίληψη της επίκλισης.

Το σημαντικότερο όμως συμπέρασμα που προέκυψε από αυτήν την έρευνα και μάλιστα είναι έκδηλο σε όλες τις σχέσεις και τα διαγράμματα είναι το ότι η συμπεριφορά ενός οδηγού εξαρτάται σημαντικά από το αν το τμήμα στο οποίο κινείται είναι εσωτερικό ή εξωτερικό.

Η διαφορά αυτή της συμπεριφοράς εκδηλώνεται με τη διαφορά των λειτουργικών ταχυτήτων που αναπτύσσονται στα εξωτερικά και εσωτερικά καμπύλα τμήματα. Από τη σύγκριση των σχέσεων και των διαγραμμάτων προκύπτει ότι είτε το καμπύλο τμήμα έχει είτε δεν έχει οριογραμμή, οι ταχύτητες που αναπτύσσονται στα εσωτερικά τμήματα είναι υψηλότερες από αυτές των εξωτερικών. Φαίνεται επίσης να προκύπτει ότι ο ρυθμός μεταβολής της ταχύτητας εξαιτίας της μεταβολής των γεωμετρικών χαρακτηριστικών είναι εντονότερος στα εσωτερικά τμήματα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο ότι οι μεταβολές αυτές συνεπάγονται αύξηση του μήκους ορατότητας το οποίο είναι πολύ σημαντικότερο για τους οδηγούς που κινούνται στα εσωτερικά τμήματα και τους δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης υψηλότερων ταχυτήτων.



Σχήμα 7.1 Περιπτώσεις αλληλουχίας διαδοχικών καμπύλων

Η διαφορά αυτή των ταχυτήτων στα εσωτερικά και εξωτερικά τμήματα έχει σημαντικές επιπτώσεις στο σχεδιασμό της οδού. Ο προηγούμενες έρευνες βασίζονται στη θεώρηση ότι δεν υπάρχει διαφορά των ταχυτήτων αυτών και έτσι ορισμένα σπουδαία θέματα όπως αυτό που αφορά την αλληλουχία των ακτίνων, έχουν στηριχτεί στη θεώρηση αυτή. Για την κατανόηση της σημαντικότητας του συμπεράσματος αυτού και των επιπτώσεων που έχει παρουσιάζεται σκαρίφημα στο Σχήμα 7.1.

Αν ένα όχημα κινείται σε ένα οδικό τμήμα που αποτελείται από δύο διαδοχικές καμπύλες και είναι της μορφής (α), σύμφωνα με αυτά που προέκυψαν, η ταχύτητα που αναπτύσσει στην πρώτη καμπύλη που συναντά (εσωτερικό τμήμα) σε οποιαδήποτε κατεύθυνση κινείται, είναι γενικά μεγαλύτερη από την ταχύτητα που αναπτύσσει στη δεύτερη καμπύλη (εξωτερικό τμήμα) ενώ για το σχήμα (β) συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Δηλαδή προκύπτει ότι έστω κι αν οι δύο καμπύλες έχουν ίσες ακτίνες οι ταχύτητες είναι διαφορετικές, ενώ μέχρι τώρα θεωρείτο ότι οι ταχύτητες αυτές ήταν ίσες. Συνεπώς σε μία διαδοχή καμπύλων διαφορετικών ακτίνων, η μορφή (α) δίνει δυσμενέστερη αλληλουχία ταχυτήτων από τη μορφή (β). Σύμφωνα με αυτά προκύπτουν ερωτήματα σχετικά με το κατά πόσο τα κριτήρια αλληλουχίας στα οποία έχουν στηριχθεί οι ισχύοντες κανονισμοί αλληλουχίας ακτίνων είναι δυνατόν να αντιμετωπίσουν σωστά όλες τις περιπτώσεις διαδοχικών καμπύλων που προκύπτουν στην πράξη.

7.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η ανάλυση και επεξεργασία των στοιχείων στην παρούσα Διπλωματική Εργασία κατέληξε στα συμπεράσματα που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους από τα οποία προκύπτουν ερεθίσματα για περαιτέρω έρευνα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η παρούσα εργασία στηρίχθηκε στις μετρήσεις που είχαν γίνει σε καμπύλα οδικά τμήματα μικρών κατά μήκος κλίσεων (οι περισσότερες τιμές κάτω από 4%) και για ένα πεδίο τιμών ακτίνων από 30-500m. Ενδιαφέρουσα λοιπόν θα ήταν μία παρόμοια ανάλυση ταχυτήτων και διερεύνηση της συμπεριφοράς των οδηγών για μεγαλύτερο φάσμα τιμών των κατά μήκος κλίσεων και των ακτίνων έτσι ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα των δύο ερευνών.

Ενα εξίσου ενδιαφέρον θέμα είναι η έρευνα σχετικά με το κατά πόσο η διαφορετική συμπεριφορά των οδηγών που κινούνται στην εσωτερική ή εξωτερική λωρίδα της καμπύλης εξηγείται καλύτερα αν ληφθούν υπόψη οι τροχιές κίνησης των οχημάτων και οι ακτίνες των τροχιών αυτών. Επίσης η σύγκριση των τροχιών κίνησης των οχημάτων όταν αυτά κινούνται σε καμπύλα οδικά τμήματα με ή χωρίς οριογραμμή.

Ενδιαφέρουσα πρόταση αποτελεί η διερεύνηση της εφαρμογής των υπάρχοντων κριτηρίων συνέπειας των τιμών της ταχύτητας μελέτης V_e και της ταχύτητας V_{85} για τις υψηλές τιμές της V_{85} . Δηλαδή να ελεγχθεί αν για τις υψηλές ταχύτητες, τα ισχύοντα κριτήρια συνέπειας V_e και V_{85} εξασφαλίζουν την ασφαλή κίνηση του μεγαλύτερου μέρους των οχημάτων (συμπεριλαμβανομένων και των ταχύτερα κινουμένων) στις Ελληνικές οδούς.

Τέλος από τα πιο ενδιαφέροντα θέματα είναι μία πλήρης ανάλυση των ισχύοντων Κανονισμών πάνω στο θέμα της αλληλουχίας των ακτίνων. Προτείνεται η ξεχωριστή εξέταση των δύο περιπτώσεων αλληλουχίας διαδοχικών καμπύλων έτσι ώστε να βρεθεί εάν και σε ποιες περιπτώσεις τα υπάρχοντα κριτήρια δεν αντιμετωπίζουν ορθά το θέμα αυτό. Η ανάλυση αυτή θα ήταν δυνατόν να προχωρήσει στην κατασκευή διαγραμμάτων αλληλουχίας των ακτίνων για την Ελληνική πραγματικότητα βασιζόμενη στις δύο περιπτώσεις αλληλουχίας διαδοχικών καμπύλων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γιώτης Απ, Κανελλαΐδης Γ., Μαλέρδος Γ., "Σημειώσεις για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών" Αθήνα 1993.
2. German Road and Transportation Research Association, Committee 2.3, Geometric Design Standards. "Guidelines for the Design of Roads, (RAS-L-1)", Edition 1984.
3. Lamm R., Choueiri E.M., "Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York", Transportation Research Record 1122, Washington, 1987.
4. "Highway Geometric Design Consistency Related to Driver Expectancy", Report NO. FHWA/RD-81/036, Vol. 2-Research Report, Washington, April 1981.
5. Mc Lean J., "Driver Speed Behaviour and Rural Road Alignment Design", Traffic Engineering and Control, Vol. 22, No 2, April 1981.
6. Gambard J.M., Louah G., "Free Speed as a Function of Road Geometrical Characteristics", Paper presented at the 14th P.T.R.C. Annual Meeting, Brighton, July 1986.
7. Γκόλιας Ι., "Σημειώσεις για τη Χρήση Στατιστικών Κατανομών στην Περιγραφή της Κυκλοφοριακής Ροής" Αθήνα 1989.
8. Kanellaidis G., "Aspects of Highway Superelevation Design", Journal of Transportation Engineering, Vol. 117, No. 6, November/December 1991.
9. Ψαριανός Β., "Σημειώσεις Οδοποιίας", Τμήμα Αγρονόμων-Τοπογράφων, ΕΜΠ, Αθήνα 1986.

10. Kanellaidis G., Golias J., Efstathiadis S., "Drivers' Speed behaviour on Rural Road Curves", Traffic Engineering and Control, Vol. 31, No 1 July 1990.
11. Yagar S., Van Aerde M., "Geometrical and Environmental Effects on Speeds of 2-Lane Highways", Transportation Research, Part A, Vol.17, No 4, pp 315, 1983 .
12. Mintsis G., "Speed Distributions on Road Curves", Traffic Engineering and Control, Vol. 29, No 1, January 1988.
13. Babkov V.F., "Highway Engineering", Mir Publishers, Moscow, 1985.
14. O'Flaherty C.A., Coombe R.D., "Speeds on Level Rural Roads: a Multivariate Approach", Traffic Engineering and Control, Vol. 12, No 3, June 1971.
15. Reinfurt D.W., Zegeer V.C., Shelton B.J., Neuman T.R., "Analysis of Vehicle Operations on Horizontal Curves", Transportation Research Record 1318, Washington.
16. Lamm R., Choueiri E.M., Hayward J.C., Paluri A., "Possible Design Procedure to Promote Design Consistency in Highway Geometric Design on Two-Lane Rural Roads", Transportation Research Record 1195, Washington, 1988.
17. Ερευνητικό Πρόγραμμα, "Συμβολή στη Σύνταξη Σχεδίου Κανονισμού για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό Υπεραστικών Οδών" Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, ΕΜΠ, Αθήνα, Απρίλιος 1993.
18. May A.D., "Traffic Flow Fundamentals", Prentice Hall Inc., New Jersey, USA, 1990.
19. "Traffic Flow Theory", Transportation Research Board, Special Report 165, Washington.

20. Salter R.J., "Highway Traffic Analysis and Design", The Macmillan Press LTD, Revised Edition 1976.
21. Mc. Shane W.R., Roess R.P., "Traffic Engineering", Prentice Hall Inc., 1990.
22. Norusis M.J., "SPSS/PC+Base Manual", SPSS Inc., Chicago USA, 1988.
23. "STATGRAPHICS, User's Guide", STSC inc, 1986.
24. Garber N.J., Gadiraju R., "Factors Affecting Speed Variance and its Influence on Accidents", Transportation Research Record 1213, Washington, 1989.
25. Hirsch M., "Disaggregate Analysis of Speeding Behaviour of Drivers", Transportation Research Record 1059, Washington, 1986.
26. Dixon W.J., Massey F.J., " Introduction to Statistical Analysis", Mc Graw Hill, New York, 1969.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'

A1. ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΑΡΧΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στις σελίδες που ακολουθούν παραθέτονται φύλλα των κυριοτέρων υπολογισμών και αποτελεσμάτων των τελικών αναλύσεων. Για την καλύτερη όμως κατανόηση και εποπτεία των υπολογισμών δίδονται, η ονομασία των αρχείων, καθώς επίσης και οι συμβολισμοί των μεταβλητών που λήφθησαν υπόψη.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α1 : Συμβολισμός αρχείων

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ
NTOTJN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΟΛΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ
NTOTSN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΟΛΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ
NTJMN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NTJXN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NTSMN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NTSXN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT1JN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
NT1SN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
NT3JN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
NT3SN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ
NT1JMN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT1JXN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT1SMN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT1SXN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΛΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT3JMN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT3JXN	ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT3SMN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ
NT3SXN	ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΚΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΟΡΙΟΓΡΑΜΜΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ Α2 : Συμβολισμός μεταβλητών

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ
K_M_K	Κατά μήκος κλίση
e	Επίκληση
R	Ακτίνα καμπύλης τμήματος
b	Ολικό πλάτος (Λωρίδα + Ερείσμα)
b _l	Πλάτος Λωρίδας
b _s	Πλάτος Ερείσματος
KR	$1 / R$
KR ²	$1 / R^2$
SQRR	$(1 / R)^{1/2}$
RIZAR	$R^{1/2}$
ORAT	Καλή, κακή ορατότητα με τιμές 1,0
ORIOGR	Υπαρξη ή όχι οριογραμμής με τιμές 1,0
V _{85_EJ}	Ταχύτητα V ₈₅ εξωτερικών τμημάτων
V _{85_EJ2}	$1 / V_{85}$ εξωτερικών τμημάτων
V _{85_ES}	Ταχύτητα V ₈₅ εσωτερικών τμημάτων
V _{85_ES2}	$1 / V_{85}$ εσωτερικών τμημάτων
AVRG	Μέση τιμή ταχύτητας, V _μ
STD-DEV	Τυπική απόκλιση ταχύτητας, S
V _{m-1}	$1 / \text{AVRG}$
S ₁	$1 / \text{STD_DEV}$

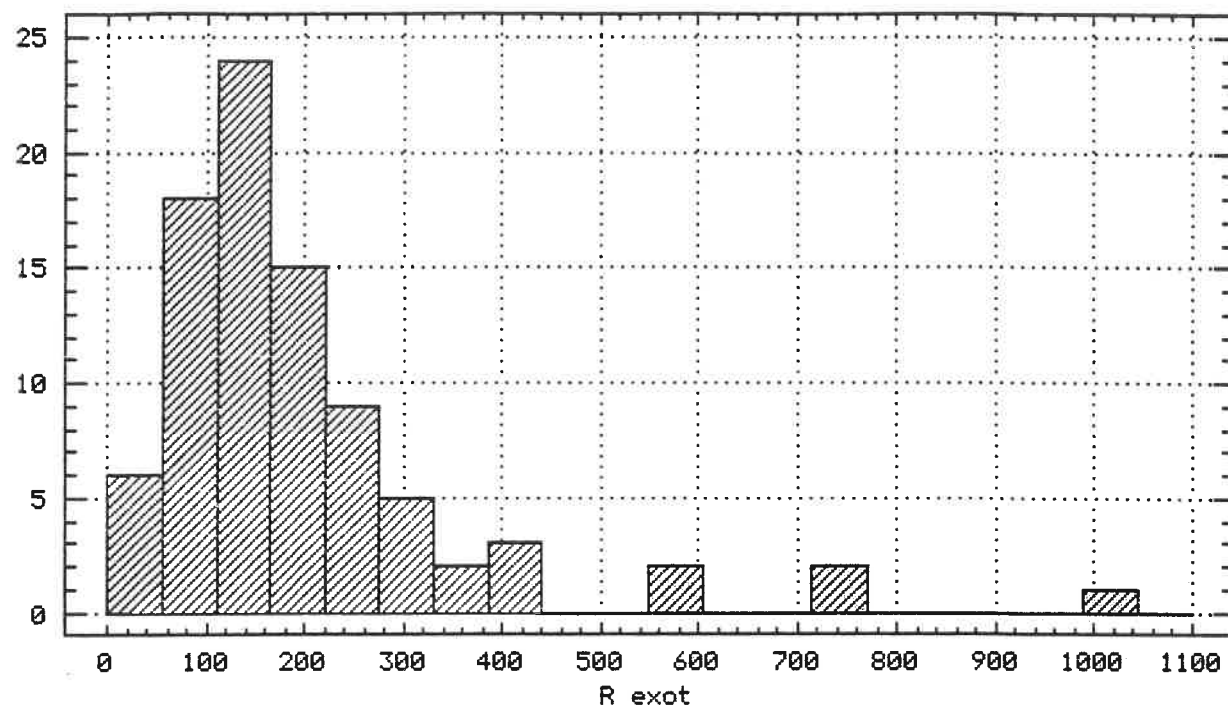
A2. ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στις επόμενες σελίδες δίνονται τα ιστογράμματα κατανομής συχνοτήτων των τιμών των ακόλουθων μεταβλητών :

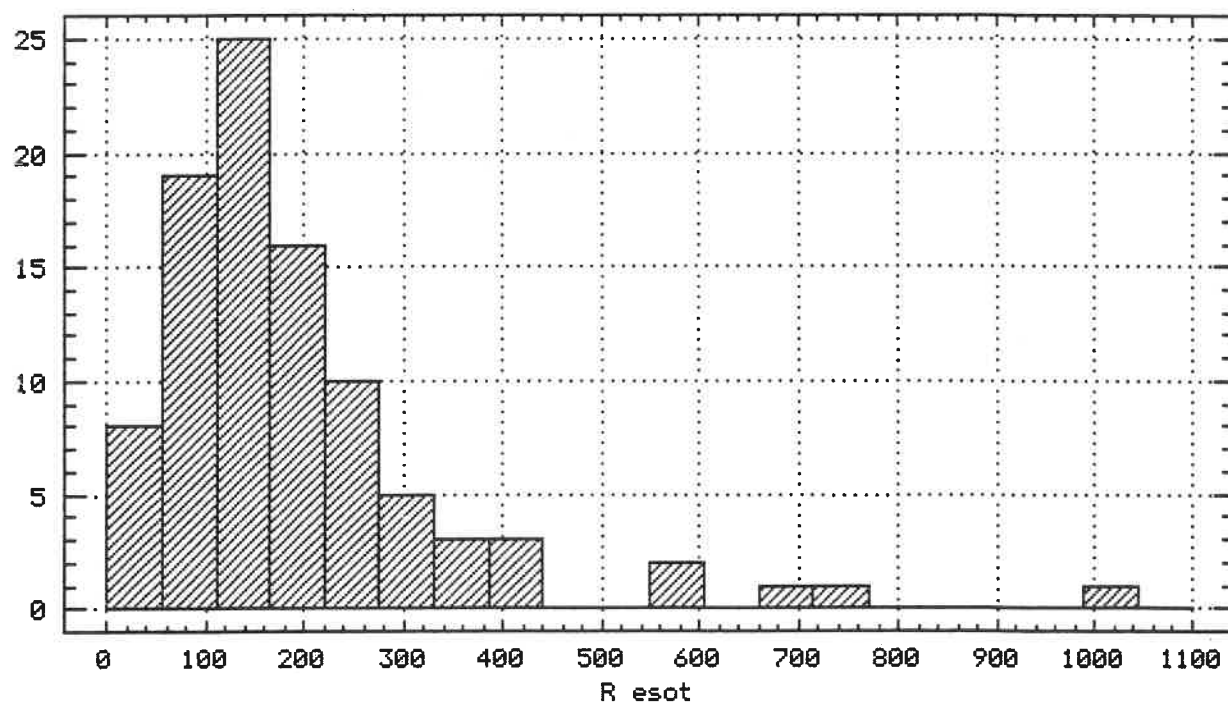
- ακτίνα R
- κατά μήκος κλίση ΚΜΚ
- επίκλιση e
- πλάτος λωρίδας b_l
- πλάτος ερείσματος b_s
- ολικό πλάτος b

Τα ιστογράμματα αυτά είναι χωριστά για τα εσωτερικά και τα εξωτερικά τμήματα.

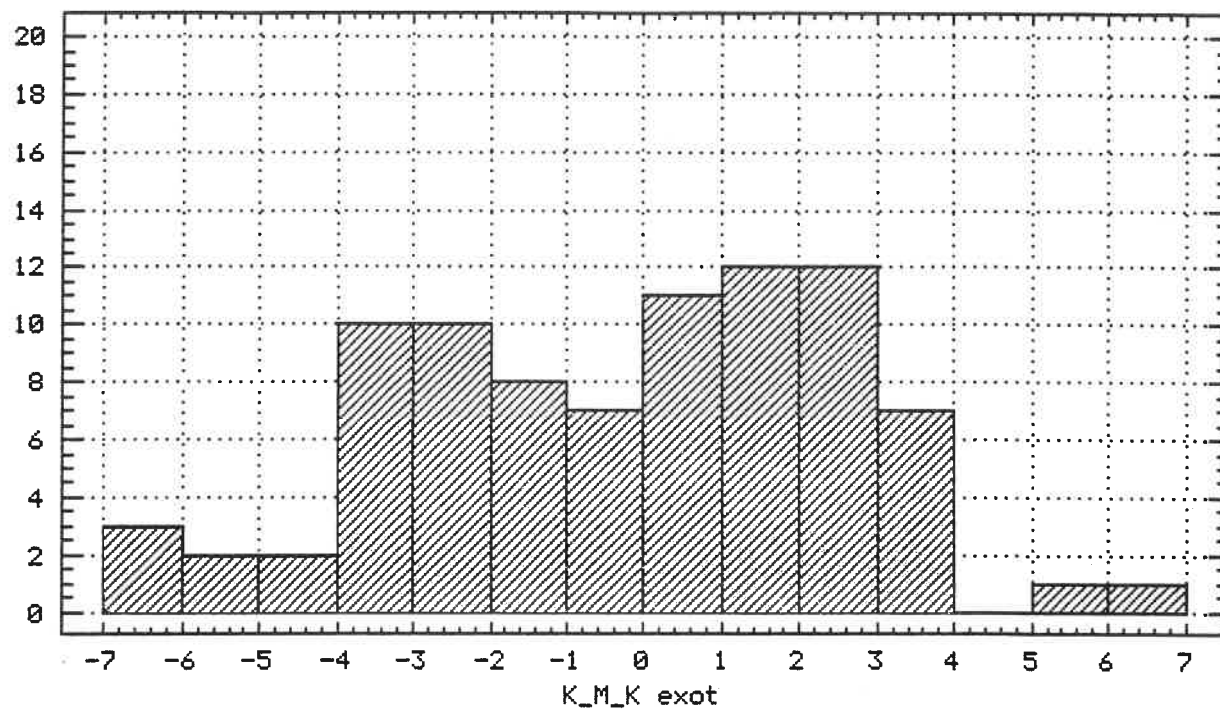
Frequency Histogram



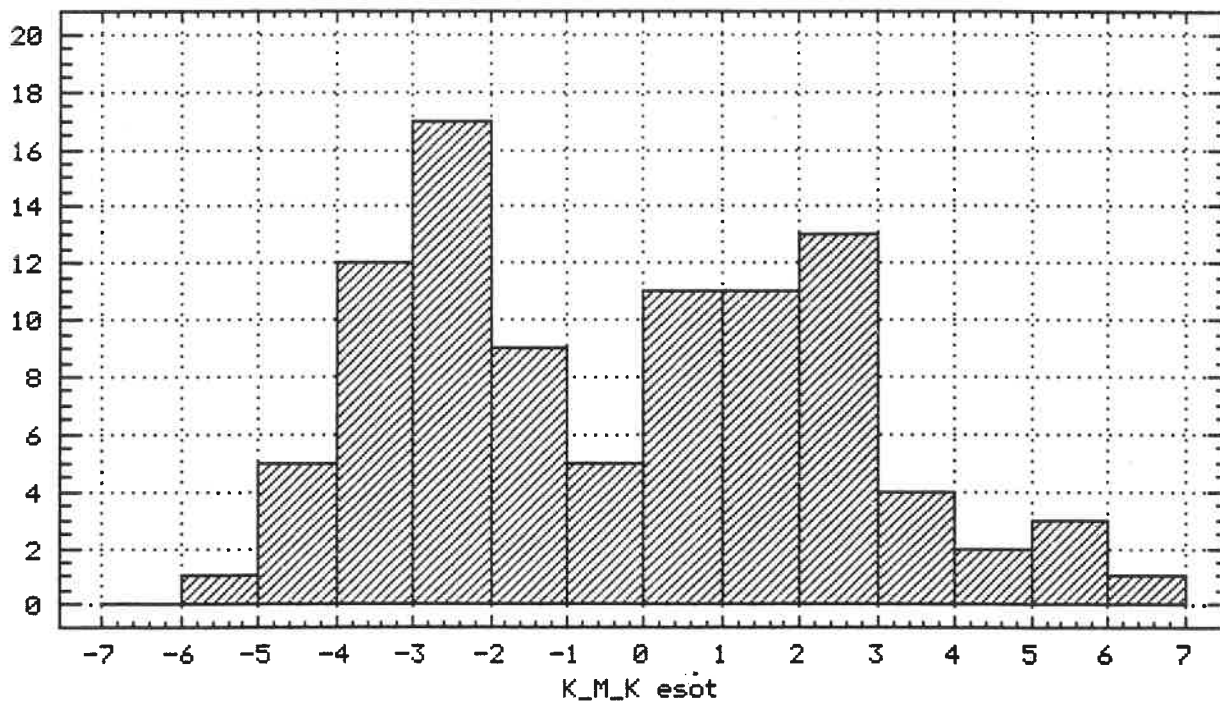
Frequency Histogram



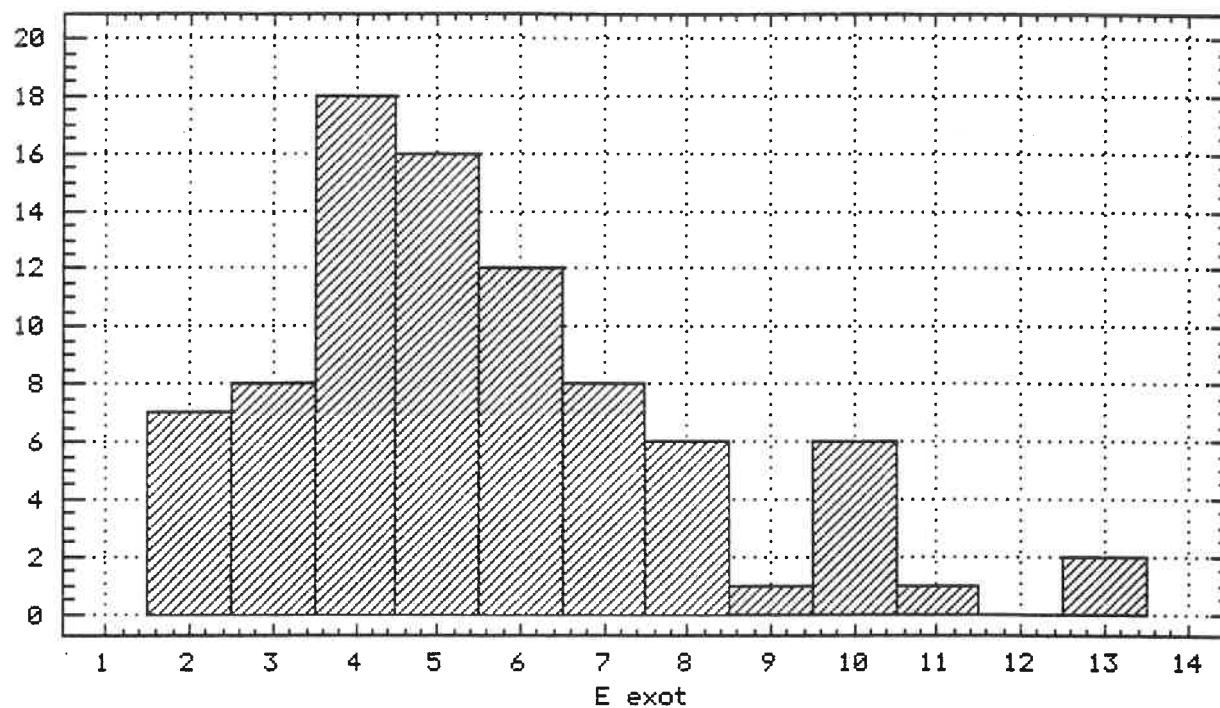
Frequency Histogram



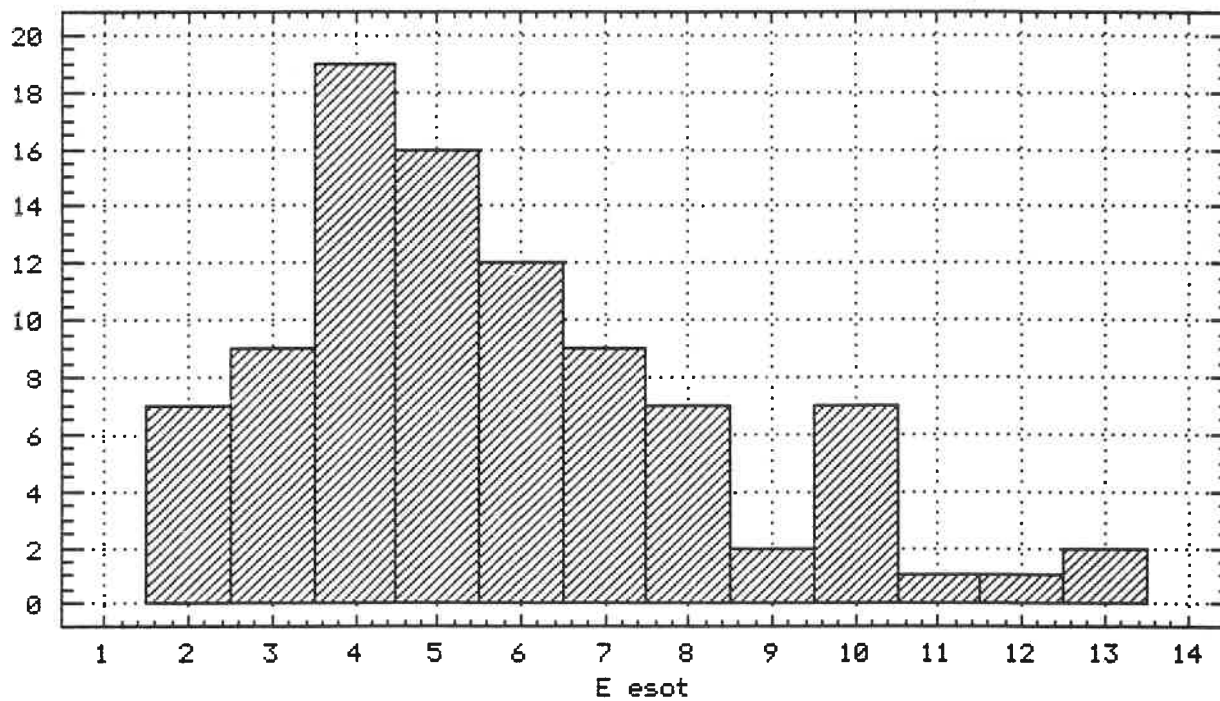
Frequency Histogram



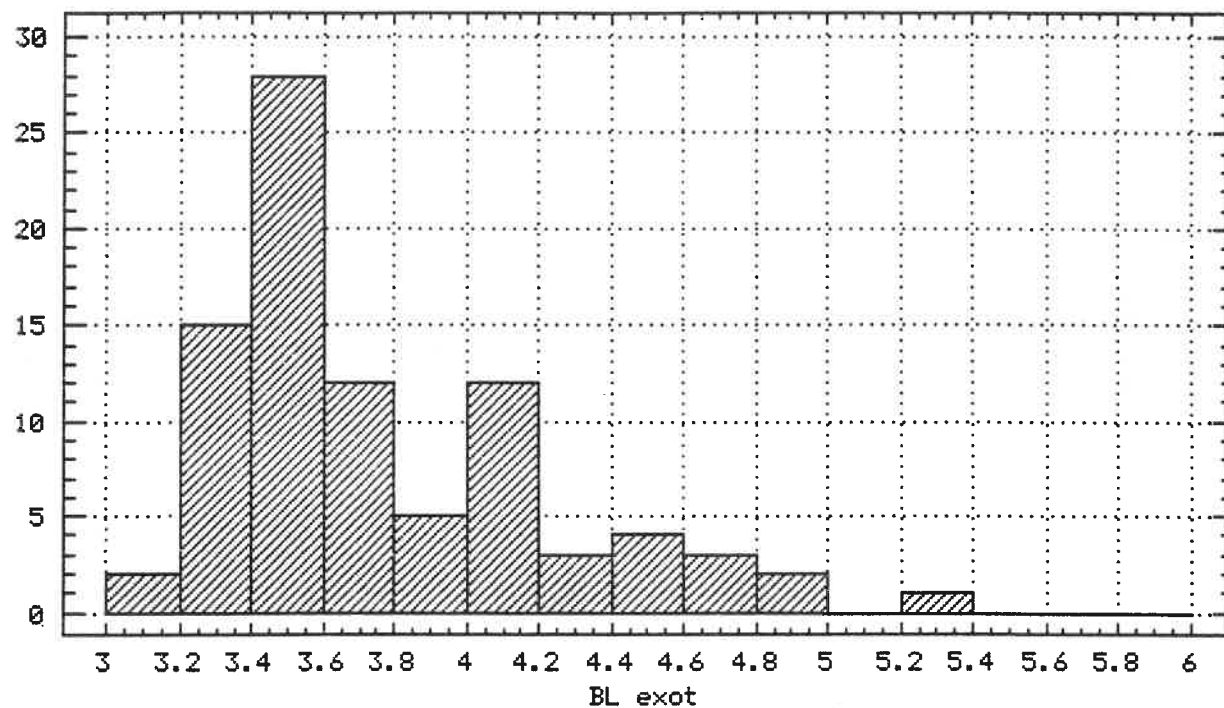
Frequency Histogram



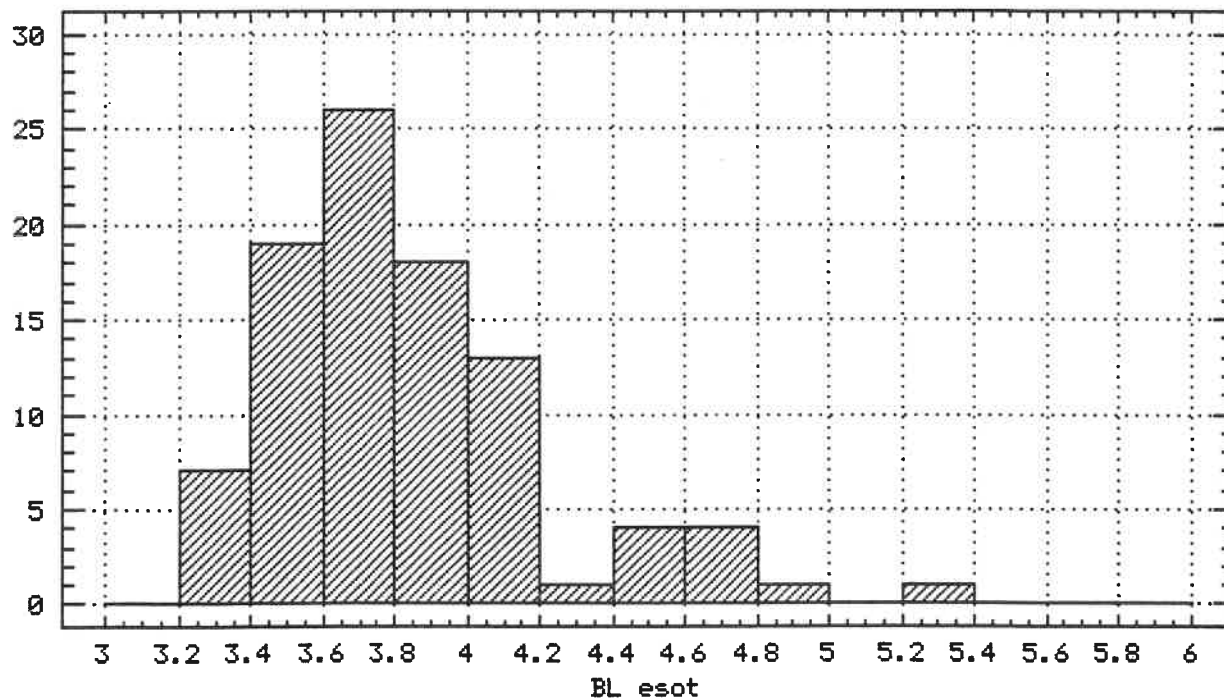
Frequency Histogram



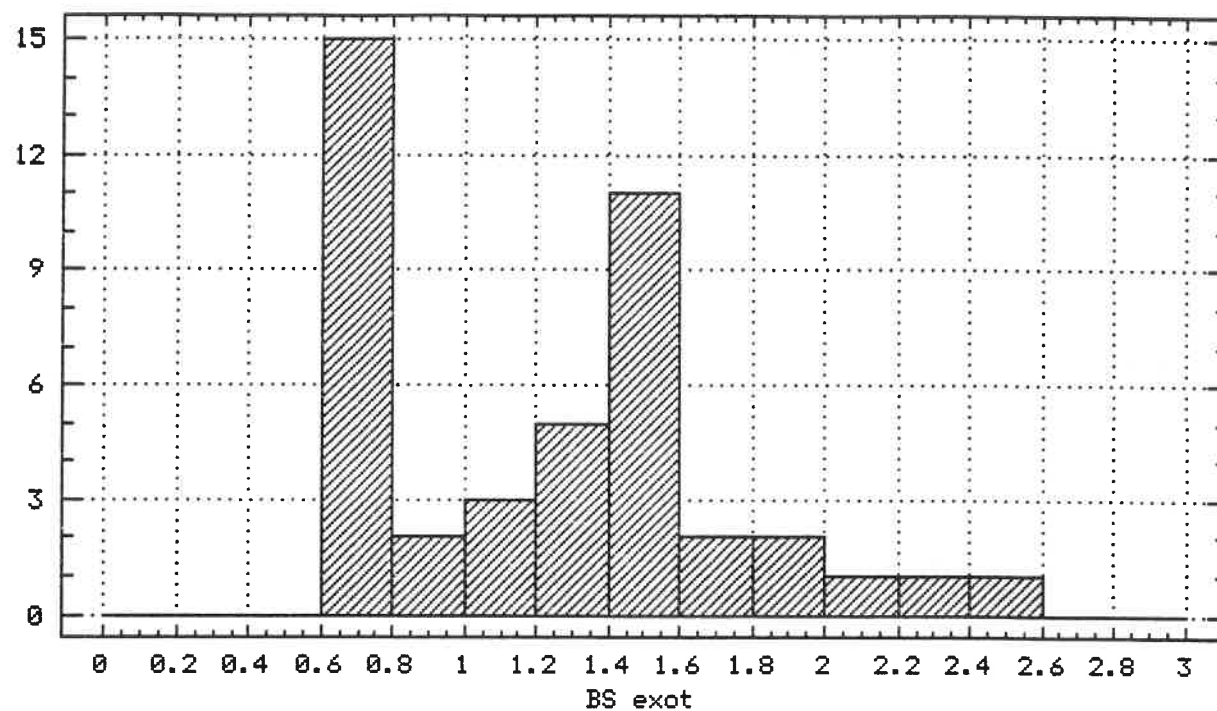
Frequency Histogram



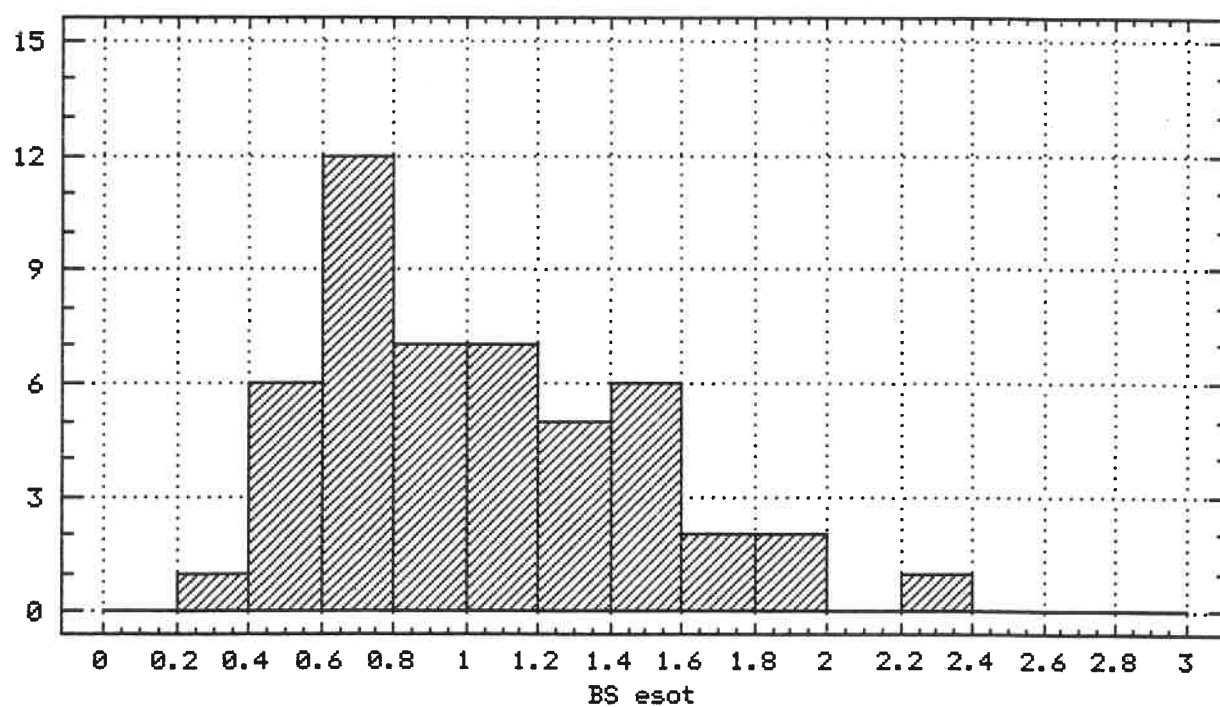
Frequency Histogram



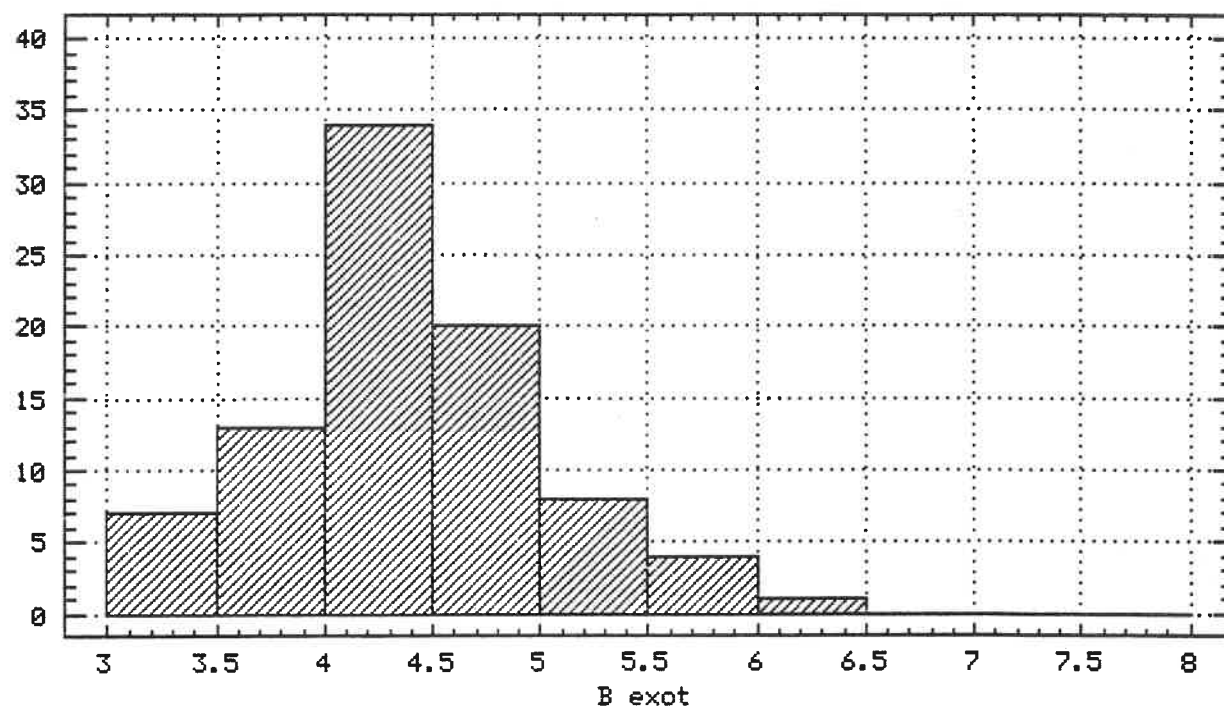
Frequency Histogram



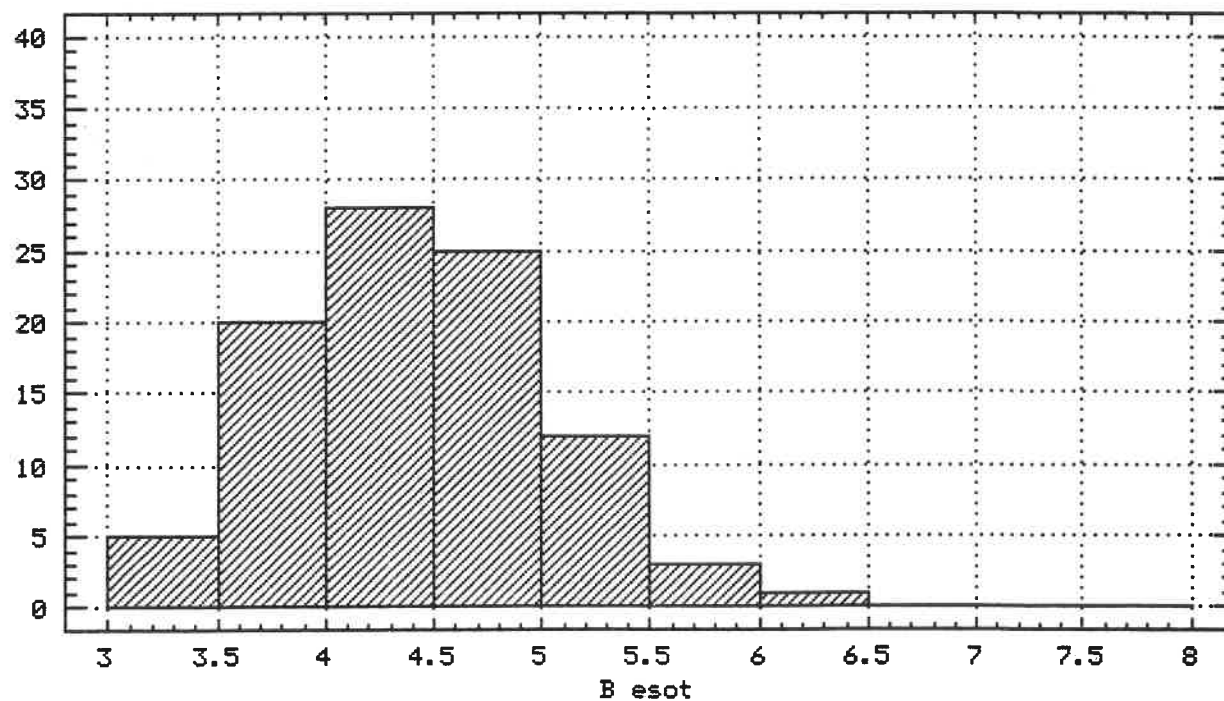
Frequency Histogram



Frequency Histogram



Frequency Histogram



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β'

Β. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΜΕ ΤΟ ΤΕΣΤ χ^2

Για κάθε καμπύλη μετρήθηκαν οι ελεύθερες ταχύτητες των οχημάτων και για να ελεγχθεί από ποια θεωρητική κατανομή προσεγγίζεται καλύτερα η μετρηθείσα κατανομή ταχυτήτων χρησιμοποιήθηκε το τεστ χ^2 .

Ο έλεγχος αυτός έγινε με τη βοήθεια Η/Υ. Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα STATGRAPHICS και συγκεκριμένα η διαδικασία DISTRIBUTION FITTING. Η διαδικασία αυτή παρέχει τη δυνατότητα στο χρήστη να ελεγχθεί ποια από τις 18 θεωρητικές κατανομές που έχει προσεγγίζει καλύτερα την μετρηθείσα κατανομή. Για τον έλεγχο αυτό εκτελεί τεστ χ^2 κατά το οποίο ζητείται από το χρήστη να εισάγει τις μετρηθείσες τιμές της μεταβλητής και να προσδιορίσει τον αριθμό των κλάσεων που θα διαχωριστούν τα δεδομένα.

Στις επόμενες σελίδες παρουσιάζεται ένας πίνακας όπου παραθέτονται όλα τα τμήματα στα οποία έγιναν μετρήσεις. Τα τμήματα αυτά ανάλογα με το συμβολισμό τους δηλώνουν σε ποια οδό ανήκουν, σε ποια χιλιομετρική θέση βρίσκονται και σε ποια λωρίδα κυκλοφορίας. Το πρώτο γράμμα συμβολίζει την οδό. Έτσι λοιπόν έχουμε:

F	->	Οδός Διονύσου Ν. Μάκρης
H	->	Εθνική Οδός Σχηματαρίου - Χαλκίδας, στο τμήμα Χαλκίδα-Σχηματάρι
R	->	Λεωφόρος Μαραθώνος, στα τμήματα Παλλήνη-Διασταύρωση Ραφήνας, Διασταύρωση Ραφήνας-Μαραθώνος
LR	->	Διασταύρωση Ραφήνας-Λιμάνι Ραφήνας
S	->	Παραλιακή οδός Βάρκιζας-Σουνίου στο τμήμα Παλαιά Φωκαία-Σούνιο
U	->	Παλαιά Εθνική Οδός Ελευσίνας-Θήβας, στα τμήματα Μάνδρα-Οινόη, Οινόη-Διασταύρωση Βιλλίων, Διασταύρωση Βιλλίων-Θήβα

Ο αριθμός που υπάρχει μετά το πρώτο γράμμα δείχνει τον αριθμό του τμήματος. Η χιλιομετρική θέση του κάθε τμήματος ανάλογα με τον αριθμό του περιέχεται στο Ερευνητικό Πρόγραμμα (Εκθεση 1-τεύχος Α, το τμήμα αυτό βρίσκεται στην κατεύθυνση από την Αθήνα ενώ το γράμμα Ρ σημαίνει προς την Αθήνα. Τέλος το γράμμα που βρίσκεται στην παρένθεση δηλώνει αν το τμήμα βρίσκεται στην εσωτερική λωρίδα της καμπύλης (S) ή στην εξωτερική (J).

Για κάθε τμήμα δίνεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των ταχυτήτων. Επίσης δίνεται το επίπεδο σημαντικότητας όπως προκύπτει από το τεστ χ^2 για την Κανονική και την Γάμμα κατανομή. Επειδή ο έλεγχος αυτός γίνεται σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.05$, αν το επίπεδο σημαντικότητας που δίνεται είναι μεγαλύτερο από την τιμή 0.05 τότε θεωρείται ότι η κατανομή αυτή προσεγγίζει ικανοποιητικά την κατανομή των μετρηθεισών ταχυτήτων, ενώ αν είναι μικρότερο από 0.05 τότε δεν είναι ικανοποιητική η προσέγγιση.

ΤΜΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ [km/h]	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ [km/h]	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
			ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ΓΑΜΜΑ
ΔΙΟΝΥΣΟΣ				
F1AT(S)	57.06	7.14	0.119	0.075
F1PT(J)	55.38	8.27	0.129	0.041
F2AT(J)	49.60	6.50	0.269	0.163
F2PT(S)	63.78	7.75	0.174	0.573
F3AT(J)	48.95	5.25	0.060	0.089
F3PT(S)	47.38	4.98	0.104	0.136
F4AT(S)	59.89	6.95	0.561	0.260
F5AT(S)	46.92	4.96	0.533	0.371
F6AT(S)	46.74	5.12	0.333	0.550
F6PT(J)	50.93	5.27	0.125	0.105
F7AT(S)	38.17	3.68	0.089	0.084
F7PT(J)	42.55	4.52	0.226	0.178
F8AT(S)	49.55	5.35	0.051	0.069
F8PT(J)	48.38	4.59	0.238	0.122
F9AT(S)	53.88	5.49	0.006	0.004
F9PT(J)	56.03	6.41	0.212	0.285
F10AT(J)	57.11	6.89	0.420	0.570
F10PT(S)	57.92	7.41	0.105	0.495
F11AT(J)	56.12	7.31	0.005	0.005
F11PT(S)	55.83	7.95	0.441	0.795
F12AT(S)	59.27	7.03	0.370	0.219
F12PT(J)	66.64	9.14	0.856	0.919

F13AT(S)	50.24	5.42	0.814	0.633
F13PT(J)	47.04	5.41	0.152	0.055
F14AT(J)	52.83	5.59	0.115	0.161
F14PT(S)	62.01	6.33	0.165	0.270
F15AT(J)	60.62	7.24	0.0001	0.001
F15PT(S)	59.96	8.50	0.120	0.271
F16AT(J)	41.10	4.39	0.092	0.212
F16PT(S)	43.99	4.74	0.110	0.241
F17AT(J)	54.98	6.20	0.053	0.086
F17PT(S)	52.53	7.07	0.607	0.489
F19AT(J)	49.83	5.58	0.085	0.146
F19PT(S)	55.70	6.79	0.384	0.291
F20AT(S)	55.23	6.38	0.116	0.336
F20PT(J)	57.68	7.83	0.060	0.081
F21AT(J)	43.87	5.01	0.200	0.430
F21PT(S)	49.08	6.27	0.059	0.176
ΧΑΛΚΙΔΑ				
H1AT(J)	80.64	10.20	0.250	0.240
H1PT(S)	73.69	10.54	0.680	0.266
H2AT(J)	77.23	9.22	0.157	0.065
H2PT(S)	77.23	9.21	0.157	0.065
H3AT(S)	78.32	9.58	0.713	0.798
H3PT(J)	74.12	10.97	0.055	0.046
H4AT(J)	75.44	11.06	0.318	0.647

H4PT(S)	73.24	8.45	0.085	0.101
H5AT(S)	69.52	9.20	0.051	0.084
H5PT(J)	68.17	9.77	0.177	0.114
H6AT(J)	70.79	10.57	0.061	0.309
H6PT(S)	73.33	10.87	0.402	0.638
H7AT(J)	72.09	10.32	0.266	0.222
H7PT(S)	71.32	11.01	0.085	0.128
H8AT(S)	68.99	8.48	0.062	0.030
H8PT(J)	78.11	10.46	0.188	0.097
H9AT(J)	67.12	9.05	0.109	0.185
H9PT(S)	67.12	9.04	0.11	0.184
H10AT(S)	70.00	9.47	0.253	0.054
H10PT(J)	78.60	10.12	0.055	0.104
H11AT(S)	74.76	9.56	0.078	0.154
H11PT(J)	76.26	11.08	0.053	0.065
H12AT(J)	74.74	10.26	0.162	0.172
H12PT(S)	76.51	12.30	0.083	0.133
H14AT(J)	88.64	13.16	0.160	0.230
H14PT(S)	99.69	21.46	0.003	0.004
H15AT(J)	71.38	10.90	0.069	0.285
H15PT(S)	78.15	11.88	0.107	0.058
ΡΑΦΗΝΑ				
R1AT(S)	65.00	8.53	0.017	0.120
R1PT(J)	63.12	8.11	0.087	0.177
R4AT(J)	60.36	7.68	0.610	0.057

ΤΜΗΜΑ	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ [km/h]	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ [km/h]	ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	
			ΚΑΝΟΝΙΚΗ	ΓΑΜΜΑ
R4PT(S)	64.53	8.71	0.156	0.283
R5AT(S)	64.60	7.00	0.746	0.877
R5PT(J)	64.13	6.46	0.129	0.143
R6AT(J)	60.41	8.61	0.067	0.094
R6PT(S)	61.63	8.05	0.081	0.053
R7AT(S)	62.12	9.11	0.0001	0.0007
R7PT(J)	60.45	7.76	0.156	0.228
R9AT(S)	66.29	10.57	0.295	0.190
R9PT(J)	61.60	7.50	0.679	0.696
R10AT(J)	62.54	9.08	0.176	0.331
R10PT(S)	64.11	8.62	0.099	0.199
R11AT(S)	75.99	12.90	0.072	0.056
R11PT(J)	76.32	12.42	0.012	0.334
R12AT(J)	78.50	13.22	0.115	0.086
R12PT(S)	74.78	11.87	0.054	0.117
R13AT(J)	57.73	8.01	0.212	0.167
R13PT(S)	66.23	10.12	0.053	0.056
R14AT(S)	65.81	8.19	0.249	0.192
R14PT(J)	68.09	10.81	0.074	0.092
ΛΙΜΑΝΙ ΡΑΦΗΝΑΣ				
LR1AT(S)	64.30	7.25	0.79	0.787
LR1PT(J)	62.08	8.10	0.068	0.361

LR2AT(S)	54.33	5.65	0.396	0.505
LR2PT(J)	54.57	5.51	0.337	0.182
LR3AT(J)	58.65	7.01	0.069	0.318
LR3PT(S)	61.45	8.81	0.061	0.097
ΣΟΥΝΙΟ				
S1AT(S)	53.47	7.48	0.084	0.056
S2AT(J)	56.39	8.09	0.485	0.636
S2PT(S)	59.95	7.78	0.191	0.198
S3AT(J)	53.98	5.25	0.063	0.058
S3PT(S)	54.76	6.26	0.661	0.647
S4AT(J)	57.54	6.43	0.159	0.191
S4PT(S)	54.76	6.26	0.661	0.647
S5AT(J)	48.08	4.51	0.430	0.386
S5PT(S)	51.75	5.93	0.126	0.210
S7PT(S)	61.56	6.17	0.269	0.251
S8PT(S)	64.88	8.85	0.472	0.648
S9AT(S)	69.28	9.28	0.288	0.309
S9PT(J)	63.19	8.18	0.698	0.646
S10PT(J)	47.96	5.55	0.522	0.526
S11PT(S)	62.66	10.98	0.091	0.086
S12PT(J)	64.08	9.84	0.054	0.19
S14PT(S)	62.49	8.56	0.922	0.846

ΘΗΒΑ				
U1AT(S)	63.69	7.95	0.272	0.545
U1PT(J)	61.14	6.46	0.220	0.150
U2AT(J)	62.4	7.61	0.054	0.086
U2PT(S)	63.47	7.34	0.155	0.118
U3AT(J)	64.97	10.09	0.799	0.633
U3PT(S)	65.44	10.36	0.215	0.631
U4PT(J)	50.25	6.02	0.037	0.138
U5AT(J)	57.29	5.72	0.163	0.165
U5PT(S)	59.44	8.38	0.165	0.314
U6AT(S)	58.86	6.64	0.068	0.076
U6PT(J)	60.05	8.12	0.069	0.051
U7AT(J)	57.67	6.79	0.609	0.073
U7PT(S)	54.63	5.36	0.072	0.074
U8AT(S)	47.68	4.65	0.142	0.160
U9AT(S)	67.18	7.51	0.137	0.069
U9PT(J)	65.34	8.25	0.050	0.093
U10AT(J)	56.57	6.12	0.107	0.080
U10PT(S)	55.32	5.40	0.068	0.071
U11AT(S)	69.64	9.94	0.073	0.055
U11PT(J)	71.17	9.56	0.085	0.136
U12AT(J)	43.78	4.01	0.063	0.088
U12PT(S)	45.98	4.29	0.914	0.948
U13PT(J)	61.48	7.27	0.217	0.288
U14AT(J)	60.28	6.78	0.385	0.056

U14PT(S)	60.92	7.93	0.095	0.079
U15AT(J)	61.72	8.14	0.550	0.627
U15PT(S)	70.30	9.57	0.101	0.126
U16AT(S)	43.47	4.29	0.325	0.431
U16PT(J)	41.65	4.75	0.123	0.065
U17AT(J)	67.07	9.44	0.840	0.022
U17PT(S)	66.11	7.81	0.141	0.272
U18AT(S)	66.34	9.42	0.571	0.098
U18PT(J)	63.69	7.90	0.083	0.076
U19AT(J)	67.27	10.11	0.082	0.142
U19PT(S)	61.89	8.34	0.735	0.803
U20AT(J)	55.99	6.37	0.136	0.235
U20PT(S)	52.90	6.44	0.749	0.749
U21AT(J)	52.18	7.45	0.056	0.173
U21PT(S)	55.81	6.56	0.067	0.091
U22AT(J)	55.81	6.56	0.067	0.091
U22PT(S)	65.79	8.01	0.107	0.640
U23AT(J)	70.10	9.31	0.221	0.116
U23PT(S)	76.15	11.03	0.234	0.352
U24AT(J)	70.13	10.15	0.488	0.630
U24PT(S)	73.20	11.10	0.090	0.099
U25AT(S)	73.20	11.10	0.090	0.098
U25PT(J)	69.65	12.65	0.571	0.252
U26AT(S)	66.98	9.81	0.074	0.042
U26PT(J)	60.75	7.68	0.296	0.169

U27AT(S)	79.92	11.71	0.306	0.373
U27PT(J)	76.00	11.72	0.110	0.131
U28AT(J)	74.90	11.84	0.129	0.346
U28PT(J)	84.02	13.80	0.093	0.110
U29AT(J)	80.17	13.26	0.358	0.516
U29PT(S)	76.54	13.44	0.176	0.583
U30AT(S)	80.69	16.16	0.064	0.090
U30PT(J)	82.80	15.12	0.356	0.156
U31AT(J)	69.07	10.25	0.058	0.033
U31PT(S)	65.63	8.75	0.926	0.896
U32AT(S)	74.07	10.13	0.095	0.243
U32PT(J)	76.62	10.40	0.232	0.371
U33AT(S)	65.92	9.69	0.669	0.056
U33PT(J)	58.42	7.88	0.124	0.207
U34AT(J)	63.75	7.46	0.604	0.580
U34PT(S)	62.09	7.13	0.196	0.083
U35AT(S)	59.76	6.45	0.201	0.216
U35PT(J)	60.75	6.98	0.381	0.398
U36AT(S)	61.85	8.01	0.359	0.571
U36PT(J)	60.99	6.56	0.209	0.064
U37AT(J)	55.28	6.08	0.127	0.284
U37PT(S)	55.08	7.28	0.483	0.385
U38AT(J)	65.83	6.29	0.240	0.419
U38PT(S)	68.04	7.54	0.079	0.722
U39AT(J)	66.89	9.25	0.001	0.097

U39PT(S)	67.17	9.86	0.012	0.178
U40AT(J)	71.49	10.87	0.195	0.107
U40PT(S)	68.99	11.61	0.902	0.962
U41AT(J)	65.57	11.69	0.112	0.123
U41PT(S)	69.49	10.45	0.172	0.257
U42AT(J)	68.08	9.12	0.316	0.063
U42PT(S)	66.32	9.34	0.228	0.406

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ'

Γ1. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SPSS

1. Γενικά

Οι παλινδρομήσεις της V_{85} με γεωμετρικά χαρακτηριστικά έγιναν με την βοήθεια Η/Υ και με τη χρήση του προγράμματος SPSS.

Αναλυτικότερα:

Το SPSS χρησιμοποιεί με τη βοήθεια κάποιων εντολών οι οποίες συντάσσονται σε ένα αρχείο εντολών δημιουργούμενο με έναν οποιοδήποτε editor.

Όσον αφορά τα δεδομένα αυτά μπορούν να εισαχθούν προς επεξεργασία με διάφορους τρόπους όμως:

- α) Τα δεδομένα δίνονται άμεσα με τη βοήθεια κάποιων εντολών.
- β) Τα δεδομένα βρίσκονται μέσα σε κάποιο αρχείο που μπορεί να είναι:
 - ι) Το αρχείο εντολών.
 - ii) Κάποιο αρχείο που περιλαμβάνει μόνο αυτά τα δεδομένα. Το αρχείο αυτό μπορεί να δημιουργηθεί με κάποιον editor ή να είναι μορφής ASCII, προερχόμενο π.χ. από κάποιο άλλο πρόγραμμα Η/Υ (π.χ. dbase).

Κάποιες από τις εντολές του αρχείου εντολών επιφέρουν μερικές μεταβολές στα δεδομένα. Προκειμένου το αρχείο δεδομένων να παραμείνει ανέπαφο, το SPSS δημιουργεί ένα νέο αρχείο, το ενεργό το οποίο υφίσταται όλες τις διαδικασίες που περικλείονται σε μία εκτέλεση του προγράμματος. Το αρχείο αυτό δεν είναι μόνιμο: η διάρκεια ζωής του συμπίπτει με τη διάρκεια της συγκεκριμένης εκτέλεσης του SPSS.

Το αρχείο αποτελεσμάτων περιέχει τα αποτελέσματα μιας εκτέλεσης του προγράμματος.

Το αρχείο εντολών περιλαμβάνει τις εντολές μιας εκτέλεσης του προγράμματος, καθώς και τα τυχόν διαγνωστικά μηνύματα σε περίπτωση λάθους.

Όταν ο χρήστης εγκαταλείψει τον editor του SPSS, ή το ίδιο το πρόγραμμα, χωρίς εκτέλεσή του, οι εντολές σώζονται στο "πρόχειρο αρχείο".

Στο αρχείο συστήματος διασώζονται τα δεδομένα για χρήση σε τυχόν επανεκτέλεση του προγράμματος αφού χρησιμοποιηθεί η εντολή SAVE.

Το αρχείο μεταφοράς χρησιμεύει για να μεταφέρει τα δεδομένα σε άλλους Η/Υ με χρήση της εντολής EXPORT.

Τέλος το αρχείο αποτελεσμάτων ειδικών εντολών περιλαμβάνει αποτελέσματα από ορισμένες εντολές (π.χ. WRITE).

2. Η μέθοδος των παλινδρομήσεων

Οι παλινδρομήσεις της V_{85} με γεωμετρικά χαρακτηριστικά έγιναν με τη βοήθεια Η/Υ και με τη χρήση του προγράμματος SPSS, χρησιμοποιώντας τη διαδικασία REGRESSION. Μέσω αυτής είναι δυνατή η εκτίμηση ορισμένων στατιστικών παραμέτρων που αναφέρονται

- α. στην εξίσωση παλινδρόμησης γενικά
- β. σε καθεμιά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές της εξίσωσης

Πιο αναλυτικά οι αναφερόμενες παράμετροι είναι, κατά περίπτωση:

- α. εξίσωση παλινδρόμησης
 - ο συντελεστής γραμμικής συσχέτισης R
 - το μέγεθος R^2 αναφερόμενο στην προσαρμογή του μοντέλου στο δείγμα. Απόλυτη τιμή του R^2 περί το 0 δείχνει ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στην εξαρτημένη και τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Το R^2 δείχνει επίσης και το ποσοστό της μεταβολής των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής που εξηγείται από το μοντέλο

- το μέγεθος R^2_a αναφερόμενο στην προσαρμογή του μοντέλου στον πληθυσμό
- την τιμή F που χρησιμοποιεί για τον έλεγχο της υπόθεσης ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων και της εξαρτημένης μεταβλητής. Συγκεκριμένα η τιμή F συγκρίνεται με την αντίστοιχη των πινάκων της κατανομής F για $\nu_1=p$ και $\nu_2=N-p-1$ βαθμούς ελευθερίας, όπου N το μέγεθος του δείγματος και p το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών. Αν $F > F_{\nu_1, \nu_2}$ τότε η παραπάνω υπόθεση απορρίπτεται.
- το παρατηρηθέν επίπεδο σημαντικότητας $\text{sign}.F$

β. ανεξάρτητες μεταβλητές της εξίσωσης

- οι συντελεστές παλινδρόμησης β_i της εξίσωσης (4.1)
- οι τιμές t , που χρησιμεύουν για τον έλεγχο της υπόθεσης ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ της μεταξύ της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής και της εξαρτημένης. Η τιμή t συγκρίνεται με την αντίστοιχη των πινάκων της κατανομής t (Student) με $N-2$ βαθμούς ελευθερίας, όπου N το μέγεθος του δείγματος
- το παρατηρηθέν επίπεδο σημαντικότητας $\text{sign}.t$. Όσο μικρότερη τιμή έχει αυτό, τόσο πιθανότερη φαίνεται η παραπάνω υπό έλεγχο συσχέτιση της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής με την εξαρτημένη.
- η τιμή $BETA$, που δείχνει ποια από τις ανεξάρτητες μεταβλητές επιδρά περισσότερο στην ανεξάρτητη. Πρόκειται ουσιαστικά περί συντελεστών παλινδρόμησης β_i , με την προϋπόθεση ότι όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές μετρώνται με τις ίδιες μονάδες. Η τιμή αυτή προκύπτει από τον τύπο (4.2):

$$\text{Beta}_i = \beta_i \frac{S_i}{S_y}$$

όπου:

β_i : ο συντελεστής παλινδρόμησης της ανεξάρτητης μεταβλητής i

S_i : η τυπική απόκλιση της ανεξάρτητης μεταβλητής i

S_y : η τυπική απόκλιση της εξαρτημένης μεταβλητής y

- ο καθορισμός ύπαρξης ή όχι σταθερού όρου στην εξίσωση παλινδρόμησης
- η μέθοδος εισαγωγής των μεταβλητών στην εξίσωση παλινδρόμησης.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες μεθόδων:

- α) μέθοδοι στις οποίες η επιλογή των μεταβλητών για την εξίσωση παλινδρόμησης καθορίζονται αυτόματα από το πρόγραμμα, βάσει κάποιων κριτηρίων
- β) μέθοδοι στις οποίες ο χρήστης επιβάλλει τις μεταβλητές που θα συμμετάσχουν στην εξίσωση παλινδρόμησης.

Οι μέθοδοι της κατηγορίας α) είναι οι:

α1. Backward

Στο πρώτο βήμα της μεθόδου αυτής τοποθετούνται στην εξίσωση όλες ανεξαιρέτως οι μεταβλητές. Στη συνέχεια, εξετάζεται αν η εξαρτημένη μεταβλητή X_{Rmin} με τον απολύτως μικρότερο μερικό συντελεστή συσχέτισης ικανοποιεί ένα από τα κριτήρια FOUT ή POUT. Τα FOUT είναι κάποια οριακή τιμή της κατανομής F και το POUT η αντίστοιχη πιθανότητα. Αν η πιθανότητα $sign.F$ του F της μεταβλητής X_{Rin} είναι μεγαλύτερη του POUT (αν χρησιμοποιηθεί το κριτήριο POUT), τότε η μεταβλητή απομακρύνεται από την εξίσωση. Στη συνέχεια, η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται από την αρχή, με τη διαφορά ότι η τυχόν απορριφθείσα σε προηγούμενο βήμα μεταβλητή δεν βρίσκεται πια στην εξίσωση. Η μέθοδος σταματάει όταν σε κάποιο βήμα η μεταβλητή με το μικρότερο μερικό συντελεστή συσχέτισης ικανοποιεί τη συνθήκη:

$$sign.F < POUT \text{ (ή } F < FOUT)$$

α2. Forward

Αρχικά στη μέθοδο αυτή ελέγχεται αν θα εισαχθεί ή όχι στην εξίσωση της παλινδρόμησης η μεταβλητή X_{Rmax} με το μεγαλύτερο σε απόλυτη τιμή μερικό συντελεστή συσχέτισης. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη βοήθεια ενός από τα δύο κριτήρια FIN, PIN , τα οποία είναι εντελώς ανάλογα με τα κριτήρια, $FOUT, POUT$ της μεθόδου Backward: το FIN είναι κάποια οριακή τιμή της κατανομής F και το PIN η αντίστοιχη πιθανότητα. Αν η πιθανότητα $sign.F$ του F της μεταβλητής X_{Rmax} είναι μικρότερη του PIN (αν χρησιμοποιηθεί το κριτήριο PIN), τότε η μεταβλητή εισάγεται στην εξίσωση. Στην συνέχεια, η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται από την αρχή για τις υπόλοιπες μεταβλητές, μέχρις ότου παρουσιαστεί μεταβλητή για την οποία η πιθανότητα $sign.F$ του F να υπερβαίνει την τιμή PIN .

α.3 Stepwise

Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα συνδυασμό των δύο προηγούμενων μεθόδων Backward, Forward. Η εισαγωγή των μεταβλητών στην εξίσωση της παλινδρόμησης γίνεται με ταυτόχρονη εφαρμογή των κριτηρίων εισαγωγής PIN ή FIN και απομάκρυνσης $POUT$ ή $FOUT$ των μεθόδων Forward και Backward αντίστοιχα. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται με τον ακόλουθο τρόπο: καταρχήν εξετάζεται προς εισαγωγή η μεταβλητή με το μεγαλύτερο απόλυτα μερικό συντελεστή συσχέτισης βάσει του κριτηρίου PIN . Ακολουθεί έλεγχος για την εισαγωγή της μεταβλητής με το δεύτερο σε απόλυτο μέγεθος συντελεστή μερικής συσχέτισης, πάλι με το κριτήριο PIN . Στη συνέχεια και με το κριτήριο $POUT$ εξετάζεται, αν κάποια από τις ήδη εισαχθείσες στην εξίσωση μεταβλητές πρέπει να απομακρυνθεί.

Στο επόμενο βήμα, βάσει του κριτηρίου PIN , εξετάζονται προς εισαγωγή οι εκτός εξίσωσης μεταβλητές. Στο τέλος κάθε βήματος ελέγχεται αν οι εκάστοτε εισαχθείσες στην εξίσωση μεταβλητές πρέπει να απομακρυνθούν ή όχι με τη βοήθεια του κριτηρίου $POUT$.

Προς αποφυγή του ενδεχόμενου επαναλαμβανόμενων εισαγωγών και απομακρύνσεων της ίδιας μεταβλητής στην εξίσωση, χρησιμοποιούνται οι περιορισμοί $PIN < POUT$ ή $FIN > FOUT$. Η επιλογή μεταβλητών για την εξίσωση σταματά όταν καμιά μεταβλητή δεν ικανοποιεί τα κριτήρια εισαγωγής-απομάκρυνσης.

Γ2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:\NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_EJ ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R .86264

R Square .74416

R Square Change .74416

Adjusted R Square .74115

F Change 247.23376

Standard Error 6.18159

Signif F Change .0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	9447.30686	9447.30686
Residual	85	3248.02359	38.21204

F = 247.23376

Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-372.76988	23.70756	-.86264	-15.724	.0000
(Constant)	100.79182	2.08888		48.252	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. ORAT

Multiple R	.87836		
R Square	.77151	R Square Change	.02736
Adjusted R Square	.76607	F Change	10.05744
Standard Error	5.87642	Signif F Change	.0021

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	9794.61393	4897.30696
Residual	84	2900.71652	34.53234

F = 141.81799 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-321.74725	27.69059	-.74457	-11.619	.0000
ORAT	5.30629	1.67320	.20322	3.171	.0021
(Constant)	92.86894	3.19133		29.100	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. R

Multiple R	.88468		
R Square	.78267	R Square Change	.01115
Adjusted R Square	.77481	F Change	4.25987
Standard Error	5.76561	Signif F Change	.0421

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	9936.22168	3312.07389
Residual	83	2759.10876	33.24227

F = 99.63440 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-266.35516	38.18901	-.61639	-6.975	.0000
ORAT	5.44137	1.64295	.20839	3.312	.0014
R	.01238	5.99607E-03	.16384	2.064	.0421
(Constant)	85.66216	4.69004		18.265	.0000

FILE 'B:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_ES ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Variable(s) Entered on Step Number

1.. RIZAR

Multiple R .86321

R Square .74513

R Square Change .74513

Adjusted R Square .74236

F Change 268.97214

Standard Error 6.27363

Signif F Change .0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	10586.31997	10586.31997
Residual	92	3620.97518	39.35843

F = 268.97214 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	2.25734	.13764	.86321	16.400	.0000
(Constant)	41.18783	1.91832		21.471	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. SQRR

Multiple R	.88446		
R Square	.78227	R Square Change	.03714
Adjusted R Square	.77748	F Change	15.52117
Standard Error	5.83035	Signif F Change	.0002

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	11113.93118	5556.96559
Residual	91	3093.36397	33.99301

F = 163.47377 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.31759	.27067	.50385	4.868	.0000
SQRR	-168.94269	42.88221	-.40777	-3.940	.0002
(Constant)	67.97711	7.02966		9.670	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. b

Multiple R	.89411		
R Square	.79942	R Square Change	.01715
Adjusted R Square	.79274	F Change	7.69751
Standard Error	5.62696	Signif F Change	.0067

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	11357.65484	3785.88495
Residual	90	2849.64031	31.66267

F = 119.56935 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.20891	.26415	.46229	4.577	.0000
SQRR	-185.67899	41.82357	-.44817	-4.440	.0000
b	2.68292	.96701	.13249	2.774	.0067
(Constant)	58.90498	7.53131		7.821	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

4.. ORIOGR

Multiple R	.89963		
R Square	.80933	R Square Change	.00990
Adjusted R Square	.80076	F Change	4.62227
Standard Error	5.51703	Signif F Change	.0343

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	11498.34578	2874.58645
Residual	89	2708.94936	30.43763

F = 94.44185 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.25700	.25995	.48068	4.836	.0000
SQRR	-170.73480	41.59146	-.41210	-4.105	.0001
b	4.33298	1.21982	.21398	3.552	.0006
ORIOGR	-3.23838	1.50626	-.13159	-2.150	.0343
(Constant)	51.34561	8.17857		6.278	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

5.. e

Multiple R	.90432		
R Square	.81779	R Square Change	.00846
Adjusted R Square	.80743	F Change	4.08558
Standard Error	5.42381	Signif F Change	.0463

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	5	11618.53423	2323.70685
Residual	88	2588.76092	29.41774

F = 78.98999 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.28770	.25601	.49242	5.030	.0000
SQRR	-194.89234	42.59961	-.47041	-4.575	.0000
b	4.72662	1.21492	.23342	3.890	.0002
ORIOGR	-4.14419	1.54713	-.16839	-2.679	.0088
e	.56593	.27999	.12155	2.021	.0463
(Constant)	48.52010	8.16099		5.945	.0000

FILE 'B:NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_EJ ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.88450		
R Square	.78233	R Square Change	.78233
Adjusted R Square	.77702	F Change	147.36173
Standard Error	6.32420	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	5893.80708	5893.80708
Residual	41	1639.81580	39.99551

F = 147.36173 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-377.02837	31.05859	-.88450	-12.139	.0000
(Constant)	101.88938	2.87826		35.400	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. ORAT

Multiple R	.89982		
R Square	.80968	R Square Change	.02735
Adjusted R Square	.80017	F Change	5.74782
Standard Error	5.98704	Signif F Change	.0213

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	6099.83583	3049.91791
Residual	40	1433.78705	35.84468

F = 85.08705 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-305.09932	42.00779	-.71575	-7.263	.0000
ORAT	6.56168	2.73693	.23627	2.397	.0213
(Constant)	91.33621	5.17692		17.643	.0000

FILE 'B:\NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 V85_ES ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. RIZAR

Multiple R	.86673		
R Square	.75122	R Square Change	.75122
Adjusted R Square	.74593	F Change	141.92405
Standard Error	6.96390	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	6882.73221	6882.73221
Residual	47	2279.30658	48.49588

F = 141.92405 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	2.19969	.18464	.86673	11.913	.0000
(Constant)	41.48627	2.56210		16.192	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.90474		
R Square	.81855	R Square Change	.06733
Adjusted R Square	.81067	F Change	17.07001
Standard Error	6.01160	Signif F Change	.0002

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	7499.63062	3749.81531
Residual	46	1662.40817	36.13931

F = 103.76002 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.94676	.17075	.76707	11.402	.0000
b	7.82844	1.89478	.27796	4.132	.0002
(Constant)	7.02420	8.62937		.814	.4198

Variable(s) Entered on Step Number

3.. SQRR

Multiple R	.91813		
R Square	.84295	R Square Change	.02440
Adjusted R Square	.83248	F Change	6.99151
Standard Error	5.65461	Signif F Change	.0112

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	7723.18135	2574.39378
Residual	45	1438.85744	31.97461

F = 80.51369 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.23851	.31232	.48800	3.966	.0003
b	7.40835	1.78933	.26305	4.140	.0002
SQRR	-134.56651	50.89224	-.32479	-2.644	.0112
(Constant)	30.26592	11.96439		2.530	.0150

FILE 'B:NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 44 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_EJ ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.83366		
R Square	.69499	R Square Change	.69499
Adjusted R Square	.68773	F Change	95.70219
Standard Error	6.09948	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3560.47313	3560.47313
Residual	42	1562.55439	37.20368

F = 95.70219 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-374.95004	38.32768	-.83366	-9.783	.0000
(Constant)	100.25674	3.19699		31.360	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.86069		
R Square	.74079	R Square Change	.04579
Adjusted R Square	.72814	F Change	7.24326
Standard Error	5.69114	Signif F Change	.0103

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	3795.07551	1897.53776
Residual	41	1327.95200	32.38907

F = 58.58574 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-424.86292	40.28461	-.94464	-10.547	.0000
e	1.18028	.43855	.24106	2.691	.0103
(Constant)	98.59758	3.04600		32.370	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. ORAT

Multiple R	.87929		
R Square	.77315	R Square Change	.03236
Adjusted R Square	.75613	F Change	5.70600
Standard Error	5.39020	Signif F Change	.0217

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	3960.85895	1320.28632
Residual	40	1162.16856	29.05421

F = 45.44216 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-390.61337	40.75949	-.86849	-9.583	.0000
e	1.19963	.41544	.24501	2.888	.0062
ORAT	4.75098	1.98892	.19609	2.389	.0217
(Constant)	92.31366	3.90425		23.644	.0000

FILE 'B:\NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 V85_ES ORAT ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.86296		
R Square	.74471	R Square Change	.74471
Adjusted R Square	.73877	F Change	125.43428
Standard Error	5.39368	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3649.11237	3649.11237
Residual	43	1250.94855	29.09183

F = 125.43428 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-367.32898	32.79798	-.86296	-11.200	.0000
(Constant)	101.62317	2.75578		36.876	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. RIZAR

Multiple R	.88149		
R Square	.77703	R Square Change	.03232
Adjusted R Square	.76641	F Change	6.08837
Standard Error	5.10035	Signif F Change	.0178

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	3807.49235	1903.74617
Residual	42	1092.56857	26.01354

F = 73.18290 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-207.62332	71.77163	-.48777	-2.893	.0060
RIZAR	1.14786	.46520	.41605	2.467	.0178
(Constant)	73.31107	11.76637		6.231	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. e

Multiple R	.89538		
R Square	.80171	R Square Change	.02468
Adjusted R Square	.78720	F Change	5.10250
Standard Error	4.86813	Signif F Change	.0293

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	3928.41498	1309.47166
Residual	41	971.64594	23.69868

F = 55.25504 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-223.56523	68.86647	-.52522	-3.246	.0023
RIZAR	1.23099	.44554	.44618	2.763	.0085
e	.77780	.34433	.17036	2.259	.0293
(Constant)	69.67750	11.34527		6.142	.0000

FILE 'B:NT1SN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 57 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. RIZAR

Multiple R	.82347		
R Square	.67810	R Square Change	.67810
Adjusted R Square	.67225	F Change	115.86246
Standard Error	6.09545	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	4304.81478	4304.81478
Residual	55	2043.49884	37.15452

F = 115.86246 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.85194	.17205	.82347	10.764	.0000
(Constant)	48.51561	2.72543		17.801	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. KR

Multiple R	.84148		
R Square	.70809	R Square Change	.02999
Adjusted R Square	.69728	F Change	5.54704
Standard Error	5.85810	Signif F Change	.0222

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	4495.17471	2247.58736
Residual	54	1853.13891	34.31739

F = 65.49413 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	1.44742	.23841	.64360	6.071	.0000
KR	-642.58390	272.83443	-.24968	-2.355	.0222
(Constant)	58.28579	4.90605		11.880	.0000

FILE 'B:NT3SN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 37 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. RIZAR

Multiple R	.81246		
R Square	.66009	R Square Change	.66009
Adjusted R Square	.65038	F Change	67.96870
Standard Error	5.49060	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2049.02931	2049.02931
Residual	35	1055.13317	30.14666

F = 67.96870 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	2.93636	.35617	.81246	8.244	.0000
(Constant)	32.54123	3.68283		8.836	.0000

FILE 'B:NT3JN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 27 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.91168		
R Square	.83115	R Square Change	.83115
Adjusted R Square	.82440	F Change	123.06192
Standard Error	3.07977	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1167.23993	1167.23993
Residual	25	237.12452	9.48498

F = 123.06192 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-259.15237	23.36110	-.91168	-11.093	.0000
(Constant)	86.12306	2.58646		33.298	.0000

FILE 'B:NT1JN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 60 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.76518		
R Square	.58550	R Square Change	.58550
Adjusted R Square	.57836	F Change	81.92873
Standard Error	6.63416	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3605.85416	3605.85416
Residual	58	2552.70086	44.01208

F = 81.92873 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-361.08382	39.89238	-.76518	-9.051	.0000
(Constant)	101.03354	3.02257		33.426	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.78719		
R Square	.61967	R Square Change	.03417
Adjusted R Square	.60633	F Change	5.12103
Standard Error	6.41033	Signif F Change	.0275

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	3816.28931	1908.14466
Residual	57	2342.26570	41.09238

F = 46.43549 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-411.63186	44.55080	-.87230	-9.240	.0000
e	1.18190	.52228	.21364	2.263	.0275
(Constant)	99.11219	3.04151		32.587	.0000

FILE 'B:NT1JMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 28 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.75225		
R Square	.56588	R Square Change	.56588
Adjusted R Square	.54918	F Change	33.89124
Standard Error	6.67530	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1510.18331	1510.18331
Residual	26	1158.55207	44.55970

F = 33.89124 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-383.34245	65.84809	-.75225	-5.822	.0000
(Constant)	103.45959	4.84766		21.342	.0000

FILE 'B:NT3JMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 15 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. KR

Multiple R	.89066		
R Square	.79328	R Square Change	.79328
Adjusted R Square	.77738	F Change	49.88814
Standard Error	3.22940	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	520.28328	520.28328
Residual	13	135.57696	10.42900

F = 49.88814 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
KR	-894.92984	126.70400	-.89066	-7.063	.0000
(Constant)	68.43055	2.01784		33.913	.0000

FILE 'B:NT1JXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 32 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.77601		
R Square	.60219	R Square Change	.60219
Adjusted R Square	.58893	F Change	45.41277
Standard Error	6.69950	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2038.27257	2038.27257
Residual	30	1346.49745	44.88325

F = 45.41277 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-343.76231	51.01164	-.77601	-6.739	.0000
(Constant)	99.01258	3.95851		25.013	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.84942		
R Square	.72151	R Square Change	.11932
Adjusted R Square	.70231	F Change	12.42582
Standard Error	5.70121	Signif F Change	.0014

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	2442.15920	1221.07960
Residual	29	942.61082	32.50382

F = 37.56726 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-439.02036	51.13442	-.99104	-8.586	.0000
e	1.95421	.55438	.40690	3.525	.0014
(Constant)	97.24156	3.40592		28.551	.0000

FILE 'B:NT3JXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 12 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b ORAT b1 bs V85_EJ ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. KR

Multiple R	.94334		
R Square	.88990	R Square Change	.88990
Adjusted R Square	.87889	F Change	80.82505
Standard Error	2.33392	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	440.26732	440.26732
Residual	10	54.47164	5.44716

F = 80.82505 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
KR	-1629.91310	181.29735	-.94334	-8.990	.0000
(Constant)	77.02929	1.84149		41.830	.0000

FILE 'B:NT3SMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 23 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORAT V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. R

Multiple R	.74716		
R Square	.55825	R Square Change	.55825
Adjusted R Square	.53722	F Change	26.53844
Standard Error	6.30393	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	1054.62406	1054.62406
Residual	21	834.52939	39.73949

F = 26.53844 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
R	.15035	.02919	.74716	5.152	.0000
(Constant)	45.63543	3.03232		15.050	.0000

FILE 'B:NTISMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 26 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORAT V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. R

Multiple R	.85299		
R Square	.72759	R Square Change	.72759
Adjusted R Square	.71624	F Change	64.10265
Standard Error	5.85792	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2199.69850	2199.69850
Residual	24	823.56606	34.31525

F = 64.10265 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
R	.04254	5.31297E-03	.85299	8.006	.0000
(Constant)	66.46085	1.87975		35.356	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.88017		
R Square	.77470	R Square Change	.04711
Adjusted R Square	.75511	F Change	4.80976
Standard Error	5.44190	Signif F Change	.0387

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	2342.13615	1171.06808
Residual	23	681.12840	29.61428

F = 39.54404 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
R	.04244	4.93587E-03	.85094	8.597	.0000
b	5.91602	2.69754	.21707	2.193	.0387
(Constant)	36.26084	13.88064		2.612	.0156

FILE 'B:NTISXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 31 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORAT V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR
 /STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA
 /DEPENDENT V85_ES
 /METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.82335		
R Square	.67791	R Square Change	.67791
Adjusted R Square	.66680	F Change	61.03579
Standard Error	5.92764	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2144.60937	2144.60937
Residual	29	1018.97056	35.13692

F = 61.03579 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-354.09701	45.32418	-.82335	-7.813	.0000
(Constant)	101.14195	3.51218		28.797	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. KR2

Multiple R	.85223		
R Square	.72630	R Square Change	.04840
Adjusted R Square	.70675	F Change	4.95097
Standard Error	5.56092	Signif F Change	.0343

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	2297.71230	1148.85615
Residual	28	865.86764	30.92384

F = 37.15114 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-522.43499	86.78496	-1.21477	-6.020	.0000
KR2	28860.64677	12970.62944	.44901	2.225	.0343
(Constant)	111.83039	5.82505		19.198	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. e

Multiple R	.87539		
R Square	.76631	R Square Change	.04001
Adjusted R Square	.74034	F Change	4.62204
Standard Error	5.23276	Signif F Change	.0407

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	2424.27197	808.09066
Residual	27	739.30797	27.38178

F = 29.51199 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	-537.72084	81.97253	-1.25031	-6.560	.0000
KR2	27457.49369	12222.64411	.42718	2.246	.0331
e	1.11537	.51880	.20760	2.150	.0407
(Constant)	108.18663	5.73735		18.857	.0000

FILE 'B:NT3SXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 14 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORAT V85_ES ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. RIZAR

Multiple R	.88957		
R Square	.79133	R Square Change	.79133
Adjusted R Square	.77394	F Change	45.50801
Standard Error	3.96298	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	714.71332	714.71332
Residual	12	188.46265	15.70522

F = 45.50801 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	2.82000	.41803	.88957	6.746	.0000
(Constant)	34.50855	4.74327		7.275	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.93337		
R Square	.87118	R Square Change	.07985
Adjusted R Square	.84776	F Change	6.81835
Standard Error	3.25221	Signif F Change	.0242

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	786.83022	393.41511
Residual	11	116.34575	10.57689

F = 37.19574 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
RIZAR	3.30703	.39048	1.04320	8.469	.0000
e	.97528	.37350	.32164	2.611	.0242
(Constant)	23.23536	5.81297		3.997	.0021

Γ.3 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ REGRESSION ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ STATGRAPHICS

Οι απλές γραμμικές παλινδρομήσεις της V_{85} με τη μεταβλητή $(1/R)^{1/2}$ έγιναν με την βοήθεια H/Y και με τη χρήση του προγράμματος STATGRAPHICS.

Το πρόγραμμα αυτό είναι στατιστικό πρόγραμμα με μεγάλες δυνατότητες στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων. Η διαφορά του από το πρόγραμμα SPSS είναι η δυνατότητα κατασκευής καλύτερων και περισσότερων γραφικών (διαγράμματα X-Y, ιστογράμματα, καμπύλων κατανομών, κλπ.).

Από το πρόγραμμα αυτό χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία REGRESSION ANALYSIS. Πιο συγκεκριμένα για την εύρεση των εξισώσεων παλινδρόμησης της ταχύτητας V_{85} σε σχέση με τη μεταβλητή $(1/R)^{1/2}$ χρησιμοποιήθηκαν οι διαδικασίες SIMPLE REGRESSION και LOG LINEAR REGRESSION.

Με τη διαδικασία SIMPLE REGRESSION τα δεδομένα προσαρμόστηκαν σε 4 πρότυπα παλινδρομήσεων και βρέθηκαν οι αντίστοιχες εξισώσεις. Τα πρότυπα που εξετάστηκαν είναι της μορφής:

$$\text{i)} \quad y = a + bx$$

$$\text{ii)} \quad y = a * x^b$$

$$\text{iii)} \quad y = e^{a+bx}$$

$$\text{iv)} \quad y = \frac{1}{a+bx}$$

Για την εξέταση των προτύπων αυτών επειδή ορισμένα από αυτά είναι μη γραμμικά, αρχικά γίνεται γραμμικός μετασχηματισμός τους και κατόπιν αναλύονται με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης.

Μέσα από τη διαδικασία αυτή είναι δυνατή η εκτίμηση των ακολούθων στατιστικών παραμέτρων:

- συντελεστής γραμμικής συσχέτισης R
- συντελεστής προσδιορισμού R^2 που αναφέρεται στην προσαρμογή του μοντέλου στο δείγμα.

Επίσης στα αποτελέσματα αναφέρονται:

- οι συντελεστές παλινδρόμησης της εξίσωσης (συντελεστές των ανεξαρτήτων μεταβλητών).
- η τιμή του σταθερού όρου της εξίσωσης.
- οι τιμές t που χρησιμεύουν για τον έλεγχο της υπόθεσης ότι δεν υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής.
- Το παρατηρηθέν επίπεδο πιθανότητας prob. level t .

Τέλος δίνεται και ένας πίνακας στον οποίο φαίνεται η ανάλυση διασποράς (analysis of variance).

Με τη διαδικασία LOG LINEAR REGRESSION το πρόγραμμα προσδιορίζει με τη χρήση ενός αλγόριθμου τις τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το άρθιοσμα τετραγώνων. Δηλαδή ουσιαστικό χρησιμοποιεί τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων προσαρμοσμένη έτσι ώστε να υπολογίζει τη "βέλτιστη" καμπύλη και όχι ευθεία.

Πριν ξεκινήσει η διαδικασία είναι απαραίτητο να δοθεί η μορφή της εξίσωσης που εξετάζεται και λογικές τιμές στις παραμέτρους της εξίσωσης. Μετά το τέλος της διαδικασίας δίνονται οι τελικές εκτιμήσεις των τιμών των παραμέτρων και όλα τα στατιστικά στοιχεία που δίνονται και κατά τη διαδικασία SIMPLE REGRESSION και έχουν ήδη αναφερθεί παραπάνω.

Γ4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΛΩΝ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ

NTOTJN

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: NTOTJN.V85_EJ

Independent variable: NTOTJN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	100.792	2.08888	48.2515	.00000
Slope	-372.77	23.7076	-15.7237	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	9447.3069	1	9447.3069	247.234	.00000
Error	3248.0236	85	38.2120		
Total (Corr.)	12695.330	86			

Correlation Coefficient = -0.862645
Std. Error of Est. = 6.18159

R-squared = 74.42 percent

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: NTOTJN.V85_EJ

Independent variable: NTOTJN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	3.03846	0.0758609	40.0531	.00000
Slope	-0.46884	0.0296558	-15.8094	.00000

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	2.10464	1	2.10464	249.9369	.00000
Error	.715758	85	.008421		
Total (Corr.)	2.820399	86			

Correlation Coefficient = -0.863841
Std. Error of Est. = 0.0917643

R-squared = 74.62 percent

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a+bX$

Dependent variable: NTOTJN.V85_EJ

Independent variable: NTOTJN.SQRI

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.31184E-3	4.22602E-4	17.3019	.00000
Slope	0.0899966	4.79628E-3	18.7638	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00055	1	.00055	352.0819	.00000
Error	.000133	85	.000002		
Total (Corr.)	.000684	86			

Correlation Coefficient = 0.897512
 Stnd. Error of Est. = 1.2506E-3

R-squared = 80.55 percent

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a+bX)$

Dependent variable: NTOTJN.V85_EJ

Independent variable: NTOTJN.SQRI

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.70407	0.0286309	164.301	.00000
Slope	-5.7017	0.324943	-17.5468	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	2.21022	1	2.21022	307.8894	.00000
Error	.610182	85	.007179		
Total (Corr.)	2.820399	86			

Correlation Coefficient = -0.885242
 Stnd. Error of Est. = 0.0847267

R-squared = 78.37 percent

NTOTSN

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: NTOTSN.V85_ES Independent variable: NTOTSN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	101.01	2.04975	49.279	.00000
Slope	-352.908	22.6278	-15.5962	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	10308.408	1	10308.408	243.24	.00000
Error	3898.8876	92	42.3792		
Total (Corr.)	14207.295	93			

Correlation Coefficient = -0.851805
Std. Error of Est. = 6.50993

R-squared = 72.56 percent

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: NTOTSN.V85_ES Independent variable: NTOTSN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	3.09493	0.0626127	49.4298	.00000
Slope	-0.457088	0.0246652	-18.5317	.00000

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	2.27220	1	2.27220	343.4242	.00000
Error	.608700	92	.006616		
Total (Corr.)	2.880897	93			

Correlation Coefficient = -0.888094
Std. Error of Est. = 0.0813406

R-squared = 78.87 percent

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a + bX$

Dependent variable: NTOTSN.V85_ES

Independent variable: NTOTSN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.74735E-3	3.65528E-4	21.195	.00000
Slope	0.0796373	4.03518E-3	19.7358	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00052	1	.00052	389.5005	.00000
Error	.000124	92	.000001		
Total (Corr.)	.000649	93			

Correlation Coefficient = 0.899406
 Std. Error of Est. = 1.1609E-3

R-squared = 80.89 percent

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a + bX)$

Dependent variable: NTOTSN.V85_ES

Independent variable: NTOTSN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.69082	0.0261175	179.605	.00000
Slope	-5.2114	0.288319	-18.0751	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	2.24790	1	2.24790	326.7098	.00000
Error	.632998	92	.006880		
Total (Corr.)	2.880897	93			

Correlation Coefficient = -0.883333
 Std. Error of Est. = 0.0829483

R-squared = 78.03 percent

LOG LINEAR REGRESSION

Model Fitting Results

	estimate	stnd.error	ratio
Coefficient 1	39.2922793	6.54816327	6.0005
Coefficient 2	92.3623610	5.66382710	16.3074
Coefficient 3	13.3766125	2.97284767	4.4996

Total iterations = 3

Total function evaluations = 13

Analysis of Variance for the Full Regression

source	sum of squares	df	mean square	ratio
Model	482301.43	3	160767.14	4626.77
Error	3161.9907	91	34.7472	
Total	485463.43	94		
Total (corr.)	14207.295	93		

R-squared = 0.777439

NTJMN

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: NTJMN.V85_EJ

Independent variable: NTJMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	101.889	2.87826	35.3997	.00000
Slope	-377.028	31.0586	-12.1393	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	5893.8071	1	5893.8071	147.362	.00000
Error	1639.8158	41	39.9955		
Total (Corr.)	7533.6229	42			

Correlation Coefficient = -0.884496
 Stnd. Error of Est. = 6.3242

R-squared = 78.23 percent

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: NTJMN.V85_EJ

Independent variable: NTJMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	3.05178	0.103434	29.5047	.00000
Slope	-0.464302	0.0408549	-11.3646	.00000

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	1.28871	1	1.28871	129.1552	.00000
Error	.409096	41	.009978		
Total (Corr.)	1.697802	42			

Correlation Coefficient = -0.871231
 Stnd. Error of Est. = 0.0998897

R-squared = 75.90 percent

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a + bX$

Dependent variable: NTJMN.V85_EJ Independent variable: NTJMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.13866E-3	6.21484E-4	11.4865	.00000
Slope	0.0909771	6.70628E-3	13.5659	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00034	1	.00034	184.0349	.00000
Error	.000076	41	.000002		
Total (Corr.)	.000420	42			

Correlation Coefficient = 0.904326

R-squared = 81.78 percent

Std. Error of Est. = 1.36554E-3

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a + bX)$

Dependent variable: NTJMN.V85_EJ Independent variable: NTJMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.71704	0.0404603	116.584	.00000
Slope	-5.75615	0.436598	-13.1841	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	1.37376	1	1.37376	173.8204	.00000
Error	.324038	41	.007903		
Total (Corr.)	1.697802	42			

Correlation Coefficient = -0.899524

R-squared = 80.91 percent

Std. Error of Est. = 0.0889008

LOG LINEAR REGRESSION

Model Fitting Results

	estimate	stnd.error	ratio
Coefficient 1	-3.520333	48.2077508	-.07302
Coefficient 2	115.466553	41.3795508	2.79043
Coefficient 3	5.492306	3.7863641	1.45055

Total iterations = 2

Total function evaluations = 9

Analysis of Variance for the Full Regression

source	sum of squares	df	mean square	ratio
Model	210520.31	3	70173.44	1806.05
Error	1554.1899	40	38.8547	
Total	212074.50	43		
Total (corr.)	7533.6229	42		

R-squared = 0.7937

NTJXN

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: NTJXN.V85_EJ

Independent variable: NTJXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	100.257	3.19699	31.3597	.00000
Slope	-374.95	38.3277	-9.78275	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	3560.4731	1	3560.4731	95.702	.00000
Error	1562.5544	42	37.2037		
Total (Corr.)	5123.0275	43			

Correlation Coefficient = -0.833663

R-squared = 69.50 percent

Std. Error of Est. = 6.09948

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: NTJXN.V85_EJ

Independent variable: NTJXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	3.01278	0.117721	25.5925	.00000
Slope	-0.478101	0.0455665	-10.4924	.00000

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.80186	1	.80186	110.0901	.00000
Error	.305915	42	.007284		
Total (Corr.)	1.107777	43			

Correlation Coefficient = -0.850793

R-squared = 72.38 percent

Std. Error of Est. = 0.0853445

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a+bX$

Dependent variable: NTJXN.V85_EJ

Independent variable: NTJXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.43743E-3	6.0408E-4	12.312	.00000
Slope	0.0894958	7.24211E-3	12.3577	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00020	1	.00020	152.7124	.00000
Error	.000056	42	.000001		
Total (Corr.)	.000259	43			

Correlation Coefficient = 0.885606

R-squared = 78.43 percent

Std. Error of Est. = 1.15251E-3

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a+bX)$

Dependent variable: NTJXN.V85_EJ

Independent variable: NTJXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.6972	0.0428173	109.703	.00000
Slope	-5.71614	0.513322	-11.1356	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.82750	1	.82750	124.0013	.00000
Error	.280279	42	.006673		
Total (Corr.)	1.107777	43			

Correlation Coefficient = -0.864286

R-squared = 74.70 percent

Std. Error of Est. = 0.0816903

LOG LINEAR REGRESSION

Model Fitting Results

	estimate	stnd.error	ratio
Coefficient 1	10.462719	45.3398563	.23076
Coefficient 2	102.624983	34.4775077	2.97658
Coefficient 3	6.910397	5.6510370	1.22285

Total iterations = 3

Total function evaluations = 13

Analysis of Variance for the Full Regression

source	sum of squares	df	mean square	ratio
Model	221095.99	3	73698.66	2018.10
Error	1497.2733	41	36.5189	
Total	222593.27	44		
Total (corr.)	5123.0275	43		

R-squared = 0.707737

NTSMN

Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$

Dependent variable: NTSMN.V85_ES

Independent variable: NTSMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	101.266	3.10736	32.5891	.00000
Slope	-350.206	32.2948	-10.844	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	6545.7846	1	6545.7846	117.593	.00000
Error	2616.2542	47	55.6650		
Total (Corr.)	9162.0388	48			

Correlation Coefficient = -0.845249
 Stnd. Error of Est. = 7.4609

R-squared = 71.44 percent

Regression Analysis - Multiplicative model: $Y = aX^b$

Dependent variable: NTSMN.V85_ES

Independent variable: NTSMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept*	3.11216	0.088277	35.2545	.00000
Slope	-0.449701	0.0352867	-12.7442	.00000

* NOTE: The Intercept is equal to Log a.

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	1.43362	1	1.43362	162.4148	.00000
Error	.414865	47	.008827		
Total (Corr.)	1.848489	48			

Correlation Coefficient = -0.880662
 Stnd. Error of Est. = 0.0939517

R-squared = 77.56 percent

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a + bX$

Dependent variable: NTSMN.V85_ES Independent variable: NTSMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.79942E-3	5.77485E-4	13.5058	.00000
Slope	0.0787564	6.00181E-3	13.1221	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00033	1	.00033	172.1896	.00000
Error	.000090	47	.000002		
Total (Corr.)	.000421	48			

Correlation Coefficient = 0.886326
Std. Error of Est. = 1.38657E-3

R-squared = 78.56 percent

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a + bX)$

Dependent variable: NTSMN.V85_ES Independent variable: NTSMN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.68931	0.040044	117.104	.00000
Slope	-5.14716	0.416178	-12.3677	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	1.41401	1	1.41401	152.9594	.00000
Error	.434483	47	.009244		
Total (Corr.)	1.848489	48			

Correlation Coefficient = -0.874616
Std. Error of Est. = 0.0961474

R-squared = 76.50 percent

LOG LINEAR REGRESSION

Model Fitting Results

	estimate	stnd.error	ratio
Coefficient 1	41.5465244	8.01735108	5.1821
Coefficient 2	92.9939397	8.74854898	10.6296
Coefficient 3	14.3737316	4.20336154	3.4196

Total iterations = 3

Total function evaluations = 13

Analysis of Variance for the Full Regression

source	sum of squares	df	mean square	ratio
Model	244533.90	3	81511.30	1795.71
Error	2088.0414	46	45.3922	
Total	246621.94	49		
Total (corr.)	9162.0388	48		

R-squared = 0.772099

NTSXN

Regression Analysis - Reciprocal model: $1/Y = a+bX$

Dependent variable: NTSXN.V85_ES

Independent variable: NTSXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	7.59746E-3	4.50116E-4	16.8789	.00000
Slope	0.0818756	5.35706E-3	15.2837	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.00018	1	.00018	233.5904	.00000
Error	.000033	43	.000001		
Total (Corr.)	.000215	44			

Correlation Coefficient = 0.918986

R-squared = 84.45 percent

Std. Error of Est. = 8.80978E-4

Regression Analysis - Exponential model: $Y = \exp(a+bX)$

Dependent variable: NTSXN.V85_ES

Independent variable: NTSXN.SQRR

Parameter	Estimate	Standard Error	T Value	Prob. Level
Intercept	4.70259	0.0344307	136.582	.00000
Slope	-5.41613	0.409777	-13.2173	.00000

Analysis of Variance

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	Prob. Level
Model	.79333	1	.79333	174.6964	.00000
Error	.195272	43	.004541		
Total (Corr.)	.988605	44			

Correlation Coefficient = -0.895811

R-squared = 80.25 percent

Std. Error of Est. = 0.0673885

LOG LINEAR REGRESSION

Model Fitting Results

	estimate	stnd.error	ratio
Coefficient 1	32.4524377	14.4774421	2.2416
Coefficient 2	93.1927627	7.8791196	11.8278
Coefficient 3	11.0307924	4.4602279	2.4731

Total iterations = 6

Total function evaluations = 27

Analysis of Variance for the Full Regression

source	sum of squares	df	mean square	ratio
Model	237780.64	3	79260.21	3137.97
Error	1060.8533	42	25.2584	
Total	238841.49	45		
Total (corr.)	4900.0609	44		

R-squared = 0.783502

Γ5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΤΕΛΙΚΟ ΔΙΧΩΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_EJ2 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ2

/METHOD STEPWISE.

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ2

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R .89751

R Square .80553

R Square Change .80553

Adjusted R Square .80324

F Change 352.08193

Standard Error 1.250597E-03

Signif F Change .0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00055	.00055
Residual	85	.00013	.00000

F = 352.08193

Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09000	4.79628E-03	.89751	18.764	.0000
(Constant)	7.311840E-03	4.22602E-04		17.302	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.90247			
R Square	.81446	R Square Change	.00893	
Adjusted R Square	.81004	F Change	4.04300	
Standard Error	1.228795E-03	Signif F Change	.0476	

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00056	.00028
Residual	84	.00013	.00000

F = 184.36473 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09044	4.71787E-03	.90196	19.170	.0000
b	-4.28882E-04	2.13298E-04	-.09460	-2.011	.0476
(Constant)	9.170078E-03	1.01316E-03		9.051	.0000

FILE 'C:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_ES2 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES2

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES2

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R .89941

R Square .80893

R Square Change .80893

Adjusted R Square .80685

F Change 389.50047

Standard Error 1.160905E-03

Signif F Change .0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00052	.00052
Residual	92	.00012	.00000

F = 389.50047 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07964	4.03518E-03	.89941	19.736	.0000
(Constant)	7.747348E-03	3.65528E-04		21.195	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.90864		
R Square	.82562	R Square Change	.01669
Adjusted R Square	.82179	F Change	8.70843
Standard Error	1.115127E-03	Signif F Change	.0040

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00054	.00027
Residual	91	.00011	.00000

F = 215.42205 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07996	3.87763E-03	.90308	20.622	.0000
b	-5.59274E-04	1.89520E-04	-.12923	-2.951	.0040
(Constant)	.01021	9.04263E-04		11.287	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. ORIOGR

Multiple R	.91334		
R Square	.83419	R Square Change	.00858
Adjusted R Square	.82867	F Change	4.65459
Standard Error	1.093388E-03	Signif F Change	.0336

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	.00054	.00018
Residual	90	.00011	.00000

F = 150.93384 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07834	3.87616E-03	.88470	20.210	.0000
b	-8.91386E-04	2.41304E-04	-.20598	-3.694	.0004
ORIOGR	6.416462E-04	2.97410E-04	.12199	2.157	.0336
(Constant)	.01149	1.06726E-03		10.764	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

4.. e

Multiple R	.91997		
R Square	.84634	R Square Change	.01215
Adjusted R Square	.83944	F Change	7.03679
Standard Error	1.058466E-03	Signif F Change	.0095

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	.00055	.00014
Residual	89	.00010	.00000

F = 122.55254 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08562	4.64988E-03	.96697	18.413	.0000
b	-9.94261E-04	2.36794E-04	-.22975	-4.199	.0001
ORIOGR	8.693140E-04	3.00430E-04	.16528	2.894	.0048
e	-1.44688E-04	5.45437E-05	-.14540	-2.653	.0095
(Constant)	.01202	1.05278E-03		11.422	.0000

FILE 'C:\NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b1 bs ORIOGR KR KR2 RIZAR b V85_EJ2 SQRR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ2

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ2

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.90433		
R Square	.81781	R Square Change	.81781
Adjusted R Square	.81336	F Change	184.03492
Standard Error	1.365544E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00034	.00034
Residual	41	.00008	.00000

F = 184.03492 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09098	6.70628E-03	.90433	13.566	.0000
(Constant)	7.138657E-03	6.21484E-04		11.486	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.90976		
R Square	.82766	R Square Change	.00985
Adjusted R Square	.81905	F Change	87.98325
Standard Error	1.344591E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00035	.00017
Residual	40	.00007	.00000

F = 96.05167 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08755	7.00289E-03	.86927	12.488	.0000
b	-6.29298E-04	4.16049E-04	-.10529	-1.513	.1383
(Constant)	.01096	2.27852E-03		4.590	.0000

FILE 'B:NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_ES2 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES2

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES2

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.88633		
R Square	.78557	R Square Change	.78557
Adjusted R Square	.78101	F Change	172.18962
Standard Error	1.386566E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00033	.00033
Residual	47	.00009	.00000

F = 172.18962 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07876	6.00181E-03	.88633	13.122	.0000
(Constant)	7.799422E-03	5.77485E-04		13.506	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.91665		
R Square	.84025	R Square Change	.05467
Adjusted R Square	.83330	F Change	15.74209
Standard Error	1.209759E-03	Signif F Change	.0003

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00035	.00018
Residual	46	.00007	.00000

F = 120.97047 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07089	5.59905E-03	.79782	12.662	.0000
b	-1.51006E-03	3.80594E-04	-.25001	-3.968	.0003
(Constant)	.01578	2.07395E-03		7.609	.0000

FILE 'B:NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 44 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_EJ2 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_EJ2

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_EJ2

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.88561		
R Square	.78430	R Square Change	.78430
Adjusted R Square	.77916	F Change	152.71238
Standard Error	1.152513E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00020	.00020
Residual	42	.00006	.00000

F = 152.71238 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08950	7.24211E-03	.88561	12.358	.0000
(Constant)	7.437434E-03	6.04080E-04		12.312	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.90536		
R Square	.81968	R Square Change	.03538
Adjusted R Square	.81088	F Change	8.04448
Standard Error	1.066536E-03	Signif F Change	.0071

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00021	.00011
Residual	41	.00005	.00000

F = 93.18533 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09955	7.54945E-03	.98315	13.160	.0000
e	-2.33101E-04	8.21854E-05	-.21189	-2.836	.0071
(Constant)	7.765112E-03	5.70829E-04		13.603	.0000

FILE 'B:NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b b1 bs V85_ES2 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT V85_ES2

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. V85_ES2

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.91899		
R Square	.84454	R Square Change	.84454
Adjusted R Square	.84092	F Change	233.59038
Standard Error	8.809784E-04	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00018	.00018
Residual	43	.00003	.00000

F = 233.59038 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08188	5.35706E-03	.91899	15.284	.0000
(Constant)	7.597461E-03	4.50116E-04		16.879	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.93022		
R Square	.86532	R Square Change	.02078
Adjusted R Square	.85890	F Change	6.48018
Standard Error	8.296929E-04	Signif F Change	.0147

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00019	.00009
Residual	42	.00003	.00000

F = 134.92035 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08714	5.45273E-03	.97808	15.981	.0000
e	-1.48881E-04	5.84853E-05	-.15580	-2.546	.0147
(Constant)	7.900514E-03	4.40312E-04		17.943	.0000

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:\NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. VM_1

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.88442		
R Square	.78220	R Square Change	.78220
Adjusted R Square	.77963	F Change	305.25771
Standard Error	1.342885E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00055	.00055
Residual	85	.00015	.00000

F = 305.25771 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08998	5.15022E-03	.88442	17.472	.0000
(Constant)	8.913898E-03	4.53788E-04		19.643	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.89460		
R Square	.80031	R Square Change	.01812
Adjusted R Square	.79556	F Change	7.62157
Standard Error	1.293449E-03	Signif F Change	.0071

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00056	.00028
Residual	84	.00014	.00000

F = 168.32955 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09063	4.96610E-03	.89075	18.249	.0000
b	-6.19838E-04	2.24521E-04	-.13475	-2.761	.0071
(Constant)	.01160	1.06647E-03		10.877	.0000

FILE 'B:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. VM_1

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.90017		
R Square	.81030	R Square Change	.81030
Adjusted R Square	.80824	F Change	392.98139
Standard Error	1.210970E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00058	.00058
Residual	92	.00013	.00000

F = 392.98139 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08344	4.20920E-03	.90017	19.824	.0000
(Constant)	9.062861E-03	3.81291E-04		23.769	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.91072		
R Square	.82942	R Square Change	.01911
Adjusted R Square	.82567	F Change	10.19636
Standard Error	1.154635E-03	Signif F Change	.0019

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00059	.00029
Residual	91	.00012	.00000

F = 221.23018 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08381	4.01501E-03	.90410	20.873	.0000
b	-6.26611E-04	1.96234E-04	-.13831	-3.193	.0019
(Constant)	.01182	9.36300E-04		12.622	.0000

FILE 'B:\NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. VM_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.89543		
R Square	.80180	R Square Change	.80180
Adjusted R Square	.79697	F Change	165.86153
Standard Error	1.443050E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00035	.00035
Residual	41	.00009	.00000

F = 165.86153 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09127	7.08692E-03	.89543	12.879	.0000
(Constant)	8.581390E-03	6.56758E-04		13.066	.0000

FILE 'B:\NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 44 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. VM_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R .87500

R Square .76562

R Square Change .76562

Adjusted R Square .76004

F Change 137.19747

Standard Error 1.231609E-03

Signif F Change .0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00021	.00021
Residual	42	.00006	.00000

F = 137.19747 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.09065	7.73914E-03	.87500	11.713	.0000
(Constant)	9.075689E-03	6.45538E-04		14.059	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.89572		
R Square	.80232	R Square Change	.03670
Adjusted R Square	.79268	F Change	7.61211
Standard Error	1.144789E-03	Signif F Change	.0086

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00022	.00011
Residual	41	.00005	.00000

F = 83.20436 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.10094	8.10336E-03	.97435	12.457	.0000
e	-2.43387E-04	8.82154E-05	-.21580	-2.759	.0086
(Constant)	9.417826E-03	6.12712E-04		15.371	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

3.. b

Multiple R	.90918		
R Square	.82661	R Square Change	.02429
Adjusted R Square	.81361	F Change	5.60295
Standard Error	1.085478E-03	Signif F Change	.0229

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	.00022	.00007
Residual	40	.00005	.00000

F = 63.56463 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.10748	8.16502E-03	1.03746	13.164	.0000
e	-2.47024E-04	8.36591E-05	-.21903	-2.953	.0053
b	-8.69776E-04	3.67451E-04	-.16761	-2.367	.0229
(Constant)	.01255	1.40478E-03		8.859	.0000

FILE 'B:\NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.89756		
R Square	.80561	R Square Change	.80561
Adjusted R Square	.80147	F Change	194.78022
Standard Error	1.398705E-03	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00038	.00038
Residual	47	.00009	.00000

F = 194.78022 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08450	6.05436E-03	.89756	13.956	.0000
(Constant)	8.884226E-03	5.82541E-04		15.251	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.92313		
R Square	.85217	R Square Change	.04657
Adjusted R Square	.84575	F Change	14.49038
Standard Error	1.232911E-03	Signif F Change	.0004

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00040	.00020
Residual	46	.00007	.00000

F = 132.58913 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.07681	5.70621E-03	.81588	13.460	.0000
b	-1.47651E-03	3.87878E-04	-.23073	-3.807	.0004
(Constant)	.01669	2.11364E-03		7.896	.0000

FILE 'B:\NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR VM_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT VM_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. VM_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.90273		
R Square	.81491	R Square Change	.81491
Adjusted R Square	.81061	F Change	189.32328
Standard Error	9.904780E-04	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.00019	.00019
Residual	43	.00004	.00000

F = 189.32328 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08287	6.02291E-03	.90273	13.759	.0000
(Constant)	9.199384E-03	5.06063E-04		18.178	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. e

Multiple R	.91400		
R Square	.83539	R Square Change	.02048
Adjusted R Square	.82755	F Change	5.22477
Standard Error	9.451356E-04	Signif F Change	.0274

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.00019	.00010
Residual	42	.00004	.00000

F = 106.57458 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.08826	6.21142E-03	.96139	14.209	.0000
e	-1.52285E-04	6.66229E-05	-.15466	-2.286	.0274
(Constant)	9.509366E-03	5.01577E-04		18.959	.0000

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:\NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_EJ AVRG

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRG

/METHOD ENTER.

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRG

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_EJ

Multiple R	.98225		
R Square	.96482	R Square Change	.96482
Adjusted R Square	.96440	F Change	2330.83962
Standard Error	1.93948	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	8767.65083	8767.65083
Residual	85	319.73471	3.76158

F = 2330.83962 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_EJ	.83104	.01721	.98225	48.279	.0000
(Constant)	4.70686	1.21670		3.869	.0002

FILE 'B:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_ES AVRГ

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_ES

Multiple R	.98549		
R Square	.97119	R Square Change	.97119
Adjusted R Square	.97088	F Change	3101.71882
Standard Error	1.74575	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	9452.91816	9452.91816
Residual	92	280.38276	3.04764

F = 3101.71882 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_ES	.81569	.01465	.98549	55.693	.0000
(Constant)	5.63268	1.05254		5.351	.0000

FILE 'B:\NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_EJ AVRГ

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_EJ

Multiple R	.98636		
R Square	.97290	R Square Change	.97290
Adjusted R Square	.97224	F Change	1471.89528
Standard Error	1.93372	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	5503.83569	5503.83569
Residual	41	153.31068	3.73928

F = 1471.89528 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_EJ	.85473	.02228	.98636	38.365	.0000
(Constant)	3.61729	1.56460		2.312	.0259

FILE 'B:\NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains
44 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_EJ AVRГ

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_EJ

Multiple R	.98046		
R Square	.96131	R Square Change	.96131
Adjusted R Square	.96039	F Change	1043.53506
Standard Error	1.77762	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3297.50112	3297.50112
Residual	42	132.71720	3.15993

F = 1043.53506 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_EJ	.80229	.02484	.98046	32.304	.0000
(Constant)	6.19557	1.76647		3.507	.0011

FILE 'B:\NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_ES AVRГ

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_ES

Multiple R	.98199		
R Square	.96430	R Square Change	.96430
Adjusted R Square	.96354	F Change	1269.41875
Standard Error	2.20143	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	6151.99715	6151.99715
Residual	47	227.77658	4.84631

F = 1269.41875 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_ES	.81943	.02300	.98199	35.629	.0000
(Constant)	5.55979	1.63165		3.407	.0014

FILE 'B:\NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES V85_ES AVRГ

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. V85_ES

Multiple R	.99255		
R Square	.98515	R Square Change	.98515
Adjusted R Square	.98480	F Change	2852.64446
Standard Error	1.06601	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	3241.70020	3241.70020
Residual	43	48.86452	1.13638

F = 2852.64446 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
V85_ES	.81337	.01523	.99255	53.410	.0000
(Constant)	5.59673	1.10946		5.045	.0000

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:\NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRГ STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.90661		
R Square	.82195	R Square Change	.82195
Adjusted R Square	.81985	F Change	392.38720
Standard Error	4.36299	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	7469.35352	7469.35352
Residual	85	1618.03202	19.03567

F = 392.38720 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	3.87158	.19545	.90661	19.809	.0000
(Constant)	30.72671	1.67485		18.346	.0000

FILE 'B:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRГ STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.90253		
R Square	.81455	R Square Change	.81455
Adjusted R Square	.81254	F Change	404.09732
Standard Error	4.42942	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	7928.28475	7928.28475
Residual	92	1805.01616	19.61974

F = 404.09732 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	3.39762	.16902	.90253	20.102	.0000
(Constant)	34.67301	1.49973		23.119	.0000

FILE 'B:\NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRG STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRG

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRG

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.93382		
R Square	.87202	R Square Change	.87202
Adjusted R Square	.86890	F Change	279.36079
Standard Error	4.20222	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	4933.14079	4933.14079
Residual	41	724.00558	17.65867

F = 279.36079 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	4.59624	.27499	.93382	16.714	.0000
(Constant)	24.89504	2.34327		10.624	.0000

FILE 'B:\NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 44 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRГ STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.89824		
R Square	.80683	R Square Change	.80683
Adjusted R Square	.80223	F Change	175.42894
Standard Error	3.97194	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2767.61485	2767.61485
Residual	42	662.60347	15.77627

F = 175.42894 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	3.23343	.24413	.89824	13.245	.0000
(Constant)	35.89201	2.10339		17.064	.0000

FILE 'B:\NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRГ STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRГ

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRГ

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.90752		
R Square	.82359	R Square Change	.82359
Adjusted R Square	.81984	F Change	219.42948
Standard Error	4.89341	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	5254.33762	5254.33762
Residual	47	1125.43612	23.94545

F = 219.42948 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	3.53659	.23875	.90752	14.813	.0000
(Constant)	33.61517	2.07805		16.176	.0000

FILE 'B:\NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES AVRG STD_DEV

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT AVRG

/METHOD ENTER.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. AVRG

Variable(s) Entered on Step Number

1.. STD_DEV

Multiple R	.89434		
R Square	.79985	R Square Change	.79985
Adjusted R Square	.79519	F Change	171.83474
Standard Error	3.91366	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	2631.94553	2631.94553
Residual	43	658.61919	15.31673

F = 171.83474 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
STD_DEV	3.18128	.24269	.89434	13.109	.0000
(Constant)	36.47297	2.19726		16.599	.0000

SPSS/PC+ The Statistical Package for IBM PC

FILE 'B:\NTOTJN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 87 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * M U L T I P L E R E G R E S S I O N * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.81809		
R Square	.66928	R Square Change	.66928
Adjusted R Square	.66539	F Change	172.01279
Standard Error	.02358	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.09565	.09565
Residual	85	.04727	.00056

F = 172.01279 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.18613	.09044	.81809	13.115	.0000
(Constant)	.03358	7.96853E-03		4.214	.0001

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.82914		
R Square	.68748	R Square Change	.01820
Adjusted R Square	.68004	F Change	4.89210
Standard Error	.02306	Signif F Change	.0297

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.09825	.04913
Residual	84	.04466	.00053

F = 92.39063 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.19532	.08853	.82444	13.501	.0000
b	-8.85311E-03	4.00266E-03	-.13506	-2.212	.0297
(Constant)	.07193	.01901		3.783	.0003

FILE 'B:\NTOTSN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 94 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.86114		
R Square	.74156	R Square Change	.74156
Adjusted R Square	.73875	F Change	263.97575
Standard Error	.02082	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.11448	.11448
Residual	92	.03990	.00043

F = 263.97575 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.17604	.07238	.86114	16.247	.0000
(Constant)	.02926	6.55691E-03		4.463	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.87097		
R Square	.75860	R Square Change	.01704
Adjusted R Square	.75329	F Change	6.42342
Standard Error	.02024	Signif F Change	.0130

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.11711	.05855
Residual	91	.03727	.00041

F = 142.98031 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.18112	.07037	.86485	16.785	.0000
b	-8.71668E-03	3.43928E-03	-.13059	-2.534	.0130
(Constant)	.06759	.01641		4.119	.0001

Variable(s) Entered on Step Number

3.. ORIOGR

Multiple R	.87816		
R Square	.77117	R Square Change	.01257
Adjusted R Square	.76354	F Change	4.94484
Standard Error	.01981	Signif F Change	.0287

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	.11905	.03968
Residual	90	.03533	.00039

F = 101.10060 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.15072	.07023	.84259	16.384	.0000
b	-.01492	4.37233E-03	-.22351	-3.412	.0010
ORIOGR	.01198	5.38893E-03	.14772	2.224	.0287
(Constant)	.09153	.01934		4.733	.0000

Variable(s) Entered on Step Number

4.. e

Multiple R	.88930		
R Square	.79085	R Square Change	.01968
Adjusted R Square	.78145	F Change	8.37650
Standard Error	.01905	Signif F Change	.0048

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	4	.12209	.03052
Residual	89	.03229	.00036

F = 84.13432 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.29374	.08367	.94732	15.462	.0000
b	-.01694	4.26100E-03	-.25377	-3.975	.0001
ORIOGR	.01645	5.40609E-03	.20282	3.043	.0031
e	-2.84064E-03	9.81486E-04	-.18508	-2.894	.0048
(Constant)	.10206	.01894		5.387	.0000

FILE 'B:\NTJMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 43 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.83094		
R Square	.69046	R Square Change	.69046
Adjusted R Square	.68291	F Change	91.45330
Standard Error	.02338	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.04999	.04999
Residual	41	.02241	.00055

F = 91.45330 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.09801	.11482	.83094	9.563	.0000
(Constant)	.03731	.01064		3.507	.0011

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.84854		
R Square	.72002	R Square Change	.02957
Adjusted R Square	.70602	F Change	4.22416
Standard Error	.02251	Signif F Change	.0464

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.05213	.02606
Residual	40	.02027	.00051

F = 51.43459 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.01779	.11724	.77023	8.681	.0000
b	-.01432	6.96543E-03	-.18235	-2.055	.0464
(Constant)	.11284	.03815		2.958	.0052

FILE 'B:\NTJXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 44 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.82728		
R Square	.68439	R Square Change	.68439
Adjusted R Square	.67688	F Change	91.07655
Standard Error	.02302	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.04825	.04825
Residual	42	.02225	.00053

F = 91.07655 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.38025	.14463	.82728	9.543	.0000
(Constant)	.02193	.01206		1.818	.0762

FILE 'B:\NTSMN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 49 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.84345		
R Square	.71140	R Square Change	.71140
Adjusted R Square	.70526	F Change	115.85658
Standard Error	.02394	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.06640	.06640
Residual	47	.02694	.00057

F = 115.85658 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.11542	.10363	.84345	10.764	.0000
(Constant)	.03486	9.97090E-03		3.496	.0010

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.87717		
R Square	.76942	R Square Change	.05802
Adjusted R Square	.75940	F Change	11.57452
Standard Error	.02163	Signif F Change	.0014

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.07182	.03591
Residual	46	.02152	.00047

F = 76.74882 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	.99485	.10011	.75228	9.937	.0000
b	-.02315	6.80505E-03	-.25755	-3.402	.0014
(Constant)	.15724	.03708		4.240	.0001

FILE 'B:\NTSXN.S'.

The SPSS/PC+ system file contains 45 cases

REGRESSION

/VARIABLES K_M_K e R b bs b1 ORIOGR KR KR2 SQRR RIZAR S_1

/STATISTICS R ANOVA COEFF OUTS CHA

/DEPENDENT S_1

/METHOD STEPWISE.

* * * * MULTIPLE REGRESSION * * * *

Equation Number 1 Dependent Variable.. S_1

Beginning Block Number 1. Method: Stepwise

Variable(s) Entered on Step Number

1.. SQRR

Multiple R	.88605		
R Square	.78509	R Square Change	.78509
Adjusted R Square	.78009	F Change	157.08255
Standard Error	.01697	Signif F Change	.0000

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	1	.04525	.04525
Residual	43	.01239	.00029

F = 157.08255 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.29356	.10321	.88605	12.533	.0000
(Constant)	.01969	8.67202E-03		2.271	.0282

Variable(s) Entered on Step Number

2.. b

Multiple R	.89908		
R Square	.80835	R Square Change	.02326
Adjusted R Square	.79922	F Change	5.09700
Standard Error	.01622	Signif F Change	.0292

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	2	.04659	.02330
Residual	42	.01105	.00026

F = 88.57313 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.36138	.10309	.93250	13.205	.0000
b	-.01262	5.58973E-03	-.15942	-2.258	.0292
(Constant)	.06529	.02183		2.991	.0046

Variable(s) Entered on Step Number

3.. e

Multiple R	.91182		
R Square	.83141	R Square Change	.02306
Adjusted R Square	.81908	F Change	5.60903
Standard Error	.01540	Signif F Change	.0227

Analysis of Variance

	DF	Sum of Squares	Mean Square
Regression	3	.04792	.01597
Residual	41	.00972	.00024

F = 67.39837 Signif F = .0000

----- Variables in the Equation -----

Variable	B	SE B	Beta	T	Sig T
SQRR	1.45626	.10575	.99750	13.771	.0000
b	-.01334	5.31475E-03	-.16846	-2.509	.0162
e	-2.57433E-03	1.08698E-03	-.16440	-2.368	.0227
(Constant)	.07312	.02099		3.484	.0012