



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF TRANSPORTATION PLANNING AND ENGINEERING



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ
ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ:
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ
ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗΣ ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΣΥΡΜΩΝ Η.Σ.Α.Π.

URBAN RAILWAY DRIVING DIAGRAMS :
COMPARISON WITH ISAP (A.P.E.R.) DAILY APPLICATION DRIVING
DIAGRAMS

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΣΤΑΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Ηρώων Πολυτεχνείου 8
15780 ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ, ΖΩΓΡΑΦΟΣ
Τηλ. 210-772.1202

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΗΣ

ΑΘΗΝΑ , ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2007

ΣΥΝΟΨΗ

Τίτλος : «ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ:
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ ΤΗΣ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗΣ
ΠΡΑΚΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΣΥΡΜΩΝ Η.Σ.Α.Π.»

Όνομα: ΚΩΣΤΑΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

Επιβλέπων : ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΗΣ, λέκτορας Ε.Μ.Π.

2007

Στην παρούσα εργασία γίνεται η σύγκριση μεταξύ των θεωρητικών διαγραμμάτων πορείας και των πρακτικών διαγραμμάτων πορείας συρμού . Προς τούτο βιντεοσκοπείται η ταχύτητα και καταγράφεται ο χρόνος στο δίκτυο του Η.Σ.Α.Π. και συντάσσονται τα αντίστοιχα πρακτικά διαγράμματα πορείας συρμού. Παράλληλα , κατασκευάζεται αλγόριθμος που να υπολογίζει τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού εξαντλώντας τις δυνατότητες του δικτύου. Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι από τη γερμανική βιβλιογραφία.

Λέξεις Κλειδιά: Η.Σ.Α.Π.,σιδηροδρομική γραμμή, πρακτικά διαγράμματα πορείας, θεωρητικά διαγράμματα πορείας, γερμανική βιβλιογραφία

ABSTRACT

Title : « URBAN RAILWAY DRIVING DIAGRAMS :
COMPARISON WITH ISAP (A.P.E.R.) DAILY APPLICATION
DRIVING DIAGRAMS»

Name: KOSTARA PANAGIOTA

Supervisor: Liberis Konstantinos , Lecturer of N.T.U.A.

2007

In this present dissertation are being compared the daily application driving diagrams and the theoretical ones. Therefore, the velocity and time are being measured at A.P.E.R.'s (ISAP) railway network and the daily application driving diagrams are being made. At the same time ,an algorithm is evolved which calculates the theoretical driving diagrams , with the network's capacities overstrained. All the above calculations are being made using the German bibliography.

Key words: A.P.E.R., network, daily application driving diagrams, theoretical driving diagrams, german bibliography

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή παρουσιάζει τη σύγκριση μεταξύ του τρόπου με τον οποίο γίνεται η οδήγηση στο δίκτυο του Η.Σ.Α.Π. και του τρόπου με τον οποίο θα μπορούσε να γίνει, αν εξαντλούνταν οι δυνατότητες του δικτύου, δηλαδή του συρμού και της γραμμής.

Προς τούτο κρίθηκε επιτακτική η διεξαγωγή μετρήσεων του χρόνου και της ταχύτητας στο εν λόγω δίκτυο. Από την επεξεργασία των εν λόγω μετρήσεων του χρόνου και της ταχύτητας, υπολογίζεται το διανυόμενο διάστημα και η επιτάχυνση του συρμού.

Από τα εξαγόμενα αυτά στοιχεία συντάσσονται τα αντίστοιχα πρακτικά διαγράμματα πορείας συρμού (διαγράμματα ($u, t-s$)).

Στην επόμενη ενότητα, κατασκευάζεται αλγόριθμος σε γλώσσα Visual Basic. Αυτός ο αλγόριθμος υπολογίζει τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού εξαντλώντας τις δυνατότητες του δικτύου δηλαδή του συρμού και της γραμμής. Σε αυτή τη περίπτωση τα δεδομένα είναι η χάραξη της γραμμής, δηλαδή το s (κατά μήκος κλίση) και το R (ακτίνα) και οι δυνατότητες του συρμού, δηλαδή τα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Προκύπτουν έτσι τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού.

Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται είναι από τη γερμανική βιβλιογραφία τους οποίους χρησιμοποιεί και ο Η.Σ.Α.Π.

Τέλος, επιχειρείται σύγκριση των παραπάνω διαγραμμάτων, ώστε να διαπιστωθούν τυχούσες αποκλίσεις του πρακτικού από το θεωρητικό μοντέλο.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ	7
1.2	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
1.3	ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
2	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	8
2.1	ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ	8
2.2	ΕΛΞΗ	8
2.2.1	Δύναμη τριβής Z_T	9
2.3	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ	10
2.3.1	Αντίσταση κύλισης $W_{κλ}$ [N] ή $w_{κλ}$ [N/kN]	11
2.3.2	Αντίσταση γραμμής $W_{ΓΡ}$ [N] ή $w_{ΓΡ}$ [N/kN]	15
2.3.3	Αντίσταση επιτάχυνσης W_b [N], w_b [N/kN]	16
2.3.4	Συνολικές αντιστάσεις ΣW [N] ή Σw [N/kN]	17
2.3.5	Εμπειρικές σχέσεις υπολογισμού αντιστάσεων	18
2.3.6	Δυνάμεις έλξης, Διάγραμμα $Z - V$	18
3	ΑΣΤΙΚΟΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ-Η.Σ.Α.Π.	23
3.1	ΠΕΡΙ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ	23
3.2	Ο Η.Σ.Α.Π. ΣΤΟ ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ	23
3.3	ΓΡΑΜΜΟΛΟΓΙΑ Η.Σ.Α.Π.	27
3.4	ΣΥΡΜΟΙ Η.Σ.Α.Π.	30
4	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	32
4.1	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	32
4.2	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ	32
5	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	33
5.1	ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	33
5.2	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	36
5.3	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	36
6	ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	38
6.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	38

6.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	39
6.3	ΔΕΔΟΜΕΝΑ	41
6.4	ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ	42
6.5	ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ	42
7	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ	44
7.1	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ	44
7.2	ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ –ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ (ΑΝΟΔΟΣ)	46
7.2.1	Διαγράμματα από θεωρητικό μοντέλο	46
7.2.2	Διάγραμμα από μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο	47
7.3	ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ– ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ (ΚΑΘΟΔΟΣ)	48
7.3.1	Διάγραμμα από θεωρητικό μοντέλο	48
7.3.2	Διάγραμμα από μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο	48
8	ΑΝΑΛΥΣΗ-ΣΥΓΚΡΙΣΗ	49
8.1	ΣΥΓΚΡΙΣΗ	49
8.2	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΟΡΕΙΑΣ	49
8.2.1	Ανοδος	49
8.2.2	Κάθοδος	50
8.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	51
9	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
10	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ -ΠΕΡΑΙΤΕΡΑ ΕΡΕΥΝΑ	58
11	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	59
11.1	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	59
11.2	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	61
11.3	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	62
11.4	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 ΦΥΛΛΑ EXCEL ΓΙΑ ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ-Κ.ΠΑΤΗΣΙΑ	114
12	ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ	119
13	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ	122
14	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	123

Πίνακας 1 Συντελεστής τριβής μ 10

Πίνακας 2 Χιλιομετρικές θέσεις και αποστάσεις μεταξύ των σταθμών..... 29

Πίνακας 3 Υπάρχουσα κατάσταση ΗΣΑΠ..... 29

<i>Πίνακας 4 Στοιχεία Χάραξης Ανόδου.....</i>	<i>44</i>
<i>Πίνακας 5 Στοιχεία Χάραξης Κάθοδος.....</i>	<i>44</i>
<i>Πίνακας 6 μεταβολή των συντελεστών πρόσφυσης για διάφορες ταχύτητες κατά την επιτάχυνση και για το τμήμα της ανόδου</i>	<i>52</i>
<i>Πίνακας 7 χρόνος διαδρομής από Πειραιά προς Κηφισιά</i>	<i>55</i>
<i>Πίνακας 8 χρόνος διαδρομής από Κηφισιά προς Πειραιά.....</i>	<i>56</i>

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΗΣ

Αντικείμενο μελέτης για την παρούσα εργασία αποτελεί ο αστικός σιδηρόδρομος ως προς ένα πολύ συγκεκριμένο χαρακτηριστικό: τον τρόπο οδήγησης του.

Μέσω της σύνταξης, παρατήρησης και τελικά ανάλυσης των διαγραμμάτων πορείας του αστικού σιδηρόδρομου, δηλαδή των διαγραμμάτων ($u, t-s$), μελετάται ενδελεχώς ο τρόπος με τον οποίο κινείται ο σιδηρόδρομος στο αστικό περιβάλλον αλλά παράλληλα μελετάται και ο τρόπος με τον οποίο θα μπορούσε να κινείται αν εξαντλούνταν οι δυνατότητες του δικτύου.

Πιο συγκεκριμένα, μελετήθηκε ο Η.Σ.Α.Π. (Ηλεκτρικός Σιδηρόδρομος Αθηνών Πειραιά).

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η βελτιστοποίηση του τρόπου οδήγησης στον αστικό σιδηρόδρομο. Αυτή η βελτίωση στο τρόπο κίνησης των συρμών άπτεται κυρίως ενεργειακών θεμάτων. Όπως καθίσταται φανερό οποιαδήποτε ενέργεια εκ μέρους του εκάστοτε μηχανοδηγού, για μεταβολή της κινητικής κατάστασης του συρμού συνεπάγεται είτε μεγαλύτερη κατανάλωση είτε μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Ωστόσο, η μεγαλύτερη επιρροή από τον τρόπο οδήγησης υπεισέρχεται στον χρόνο διαδρομής ο οποίος και μεταβάλλεται σημαντικά με την μεταβολή της ταχύτητας.

Ο συγκεκριασμός των δύο αυτών παραμέτρων, του χρόνου και της ενέργειας, είναι αυτός που θα δώσει τον βέλτιστο τρόπο οδήγησης στο δίκτυο. Παρόλα αυτά στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί πως κύριος στόχος δεν είναι η μεταβολή του τρόπου οδήγησης κάθε μηχανοδηγού ξεχωριστά στο δίκτυο, στην οποία μπορεί να υπεισέρχεται και ο αυτόβουλος παράγοντας καθώς και αυτός της τυχαιότητας, αλλά η τροποποίηση εκ μέρους του Η.Σ.Α.Π. χαρακτηριστικών παραμέτρων ώστε να επιτευχθούν οι βέλτιστοι συντελεστές πρόσφυσης άρα και αντιστοίχως ο βέλτιστος συνδυασμός χρόνου διαδρομής και κατανάλωσης ενέργειας.

1.3 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο τρόπος με τον οποίο προσεγγίστηκε το αντικείμενο ήταν ο εξής :

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για να διαπιστωθεί ο πραγματικός τρόπος οδήγησης στο δίκτυο. Από τις μετρήσεις αυτές συντάχθηκαν τα αντίστοιχα πρακτικά διαγράμματα πορείας συρμού. Έπειτα, με το υπάρχον θεωρητικό υπόβαθρο που χρησιμοποιεί ο Η.Σ.Α.Π. συντάχθηκαν τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού. Τέλος έγινε σύγκριση μεταξύ αυτών ώστε να διαπιστωθεί η απόκλιση του πρακτικού από το θεωρητικό μοντέλο.

2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1 ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ

Ο επιβάτης ενός μεταφορικού μέσου χρειάζεται μια απλή πληροφορία: ποια χρονική στιγμή αναχωρεί το μέσο του από μια συγκεκριμένη θέση που τον εξυπηρετεί και πότε αφικνείται στον τόπο προορισμού του. Για να δοθεί η πληροφορία αυτή στον επιβάτη μέσω του ονομαζόμενου ημερήσιου δρομολογίου, πρέπει να ολοκληρωθούν μια σειρά διαδικασιών, οι οποίες αφορούν στον υπολογισμό των χρόνων διάνυσης των επιμέρους διαστημάτων που αποτελούν τη διαδρομή του μέσου.

Στο σιδηρόδρομο, επειδή το μέσο είναι σταθερής τροχιάς, επιβάλλεται συγκεκριμένος τρόπος οδήγησης, ο οποίος λαμβάνει υπόψη του ειδικό δρομολόγιο προς τον οδηγό του συρμού. Αυτό σημαίνει ότι ο οδηγός υποχρεούται να τηρεί τις ταχύτητες που του ορίζονται μεταξύ των διαφόρων χιλιομετρικών θέσεων της διαδρομής. Συνεπώς οι συρμοί ίδιας κατηγορίας κινούνται επί της γραμμής με τις ίδιες ταχύτητες, διανύοντας τα τμήματα σε ίδιους χρόνους. Για τον υπολογισμό όλων των παραπάνω στοιχείων χρησιμοποιείται η θεωρία της έλξης που αναλύεται παρακάτω και οι υπολογισμοί γίνονται μέσω των γερμανικών κανονισμών.

2.2 ΕΛΞΗ

Για να κινηθεί ο συρμός απαραίτητη είναι η ύπαρξη αντίστασης στη θέση επαφής μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς στην αντίθετη κατεύθυνση. Το έργο που παράγεται από τον κινητήρα του οχήματος καταναλώνεται στη θέση επαφής κατά την εκκίνηση, ώστε να υπερνικηθούν οι δυνάμεις αντίστασης. Έτσι πραγματοποιείται η κύλιση των τροχών.

Η μετάδοση της ισχύος του κινητήρα στη σιδηροτροχιά μέσω των κινητήριων τροχών με ταυτόχρονη μετατροπή της σε δυνάμεις κίνησης των συρμών ορίζεται ως έλξη.

Η μετάδοση της δύναμης μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς ορίζεται από το βάρος τριβής και τη δύναμη πρόσφυσης. Και οι δύο παράμετροι ορίζουν, ποιο μέρος της παραγόμενης ισχύος είναι διαθέσιμο ως ωφέλιμη δύναμη έλξης. Το βάρος τριβής είναι το βάρος της μηχανής έλξης ή του κινητήριου οχήματος επί των κινητηρίων αξόνων.

Οι δυνάμεις που δρουν στο συρμό και επιδρούν στην κίνησή του έχουν άμεση σχέση με τις δυνάμεις που ασκούνται στην επιδομή.

Οι δυνάμεις στην επιδομή είναι οι ακόλουθες :

- Κατακόρυφες δυνάμεις από τον τροχό (στατικό φορτίο τροχού, προσαύξηση στη καμπύλη, μέρος από πλευρικό άνεμο, δυναμική φόρτιση από ανηρτημένες και μη μάζες, από ανεπιπεδότητες της επιφάνειας κύλισης της σιδηροτροχιάς, κακές συγκολλήσεις, ανεπιπεδότητες στους τροχούς)
- Κατά μήκος δυνάμεις από θερμοκρασιακές μεταβολές, από επιτάχυνση / επιβράδυνση του συρμού, από ίδιες τάσεις της σιδηροτροχιάς, και
- Εγκάρσιες δυνάμεις από την καθοδήγηση των αξόνων μέσω των ονύχων των τροχών, μέρος από πλευρικό άνεμο, δυναμική φόρτιση από τις ταλαντώσεις του οχήματος στην ευθυγραμμία, από την ανεπάρκεια υπερύψωσης



Εικόνα 1 Δυνάμεις στην επιδομή

2.2.1 Δύναμη τριβής Z_T

Η δύναμη τριβής δίνεται από τη σχέση

$$Z_T = G_{K.A} \cdot \mu$$

Όπου:

Z_T δύναμη τριβής [KN]
 $G_{K.A}$ βάρος στους κινητήριους άξονες [KN]
 μ συντελεστής τριβής.

Ο συντελεστής τριβής μεταβάλλεται με την ταχύτητα και εξαρτάται από την κατάσταση της επιφάνειας κύλισης της σιδηροτροχιάς (υγρή, ξηρή κ.ά.). Γενικά με ηλεκτροκίνητα οχήματα επιτυγχάνεται ένας μεγαλύτερος συντελεστής τριβής από άλλα είδη έλξης.

Για δυναμικούς υπολογισμούς οι εμπειρικές σχέσεις των Curtius – Kniffler είναι ικανοποιητικά επαρκείς

$$\mu = 0,161 + \frac{7,5}{v + 44}$$

για ξηρή κατάσταση σιδηροτροχιάς, αμμοβολημένη

$$\mu = 0,130 + \frac{7,5}{v + 44}$$

για υγρή κατάσταση σιδηροτροχιάς, αμμοβολημένη

όπου v είναι η ταχύτητα συρμού σε m/sec.

Οι σχέσεις ισχύουν για μέγιστη ταχύτητα 160 km/h και ηλεκτροκίνητες μηχανές έλξης.
Οι συντελεστές τριβής τροχού – σιδηροτροχιάς κυμαίνονται μεταξύ 0,05 και 0,35.

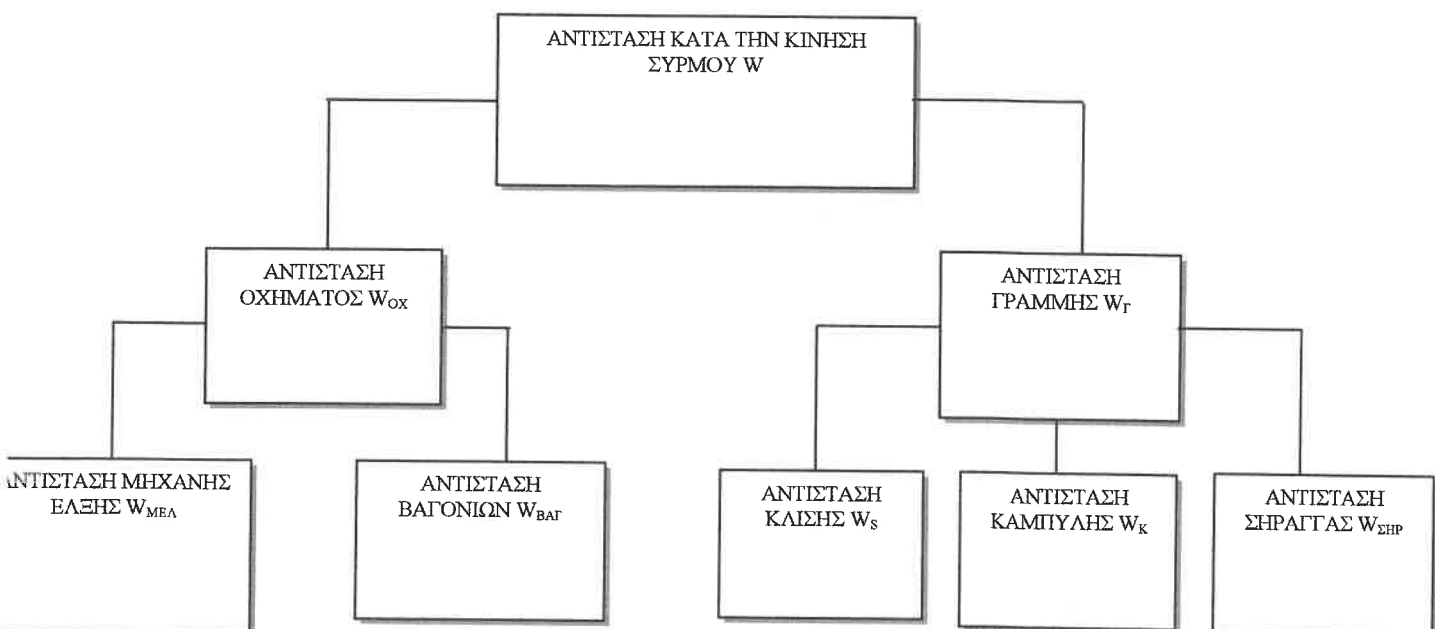
Κατάσταση	Συντελεστής τριβής μ
Χιόνι και πάγος	0,05 ... 0,1
Υγρή σιδηροτροχιά	0,166 ... 0,283
Δηζελοκίνητες και ηλεκτρικές μηχανές έλξης σε επιφάνεια κύλισης αμμοβολημένη	0,30 ... 0,35

Πίνακας 1 Συντελεστής τριβής μ

Σε ηλεκτρικές μηχανές τελευταίας τεχνολογίας, οι οποίες λειτουργούν με τριφασικό ρεύμα, προκύπτουν τιμές συντελεστών τριβής, οι οποίες κυμαίνονται υψηλότερα από αυτές των Curtius – Kniffler.

2.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ

Η ωφέλιμη δύναμη έλξης των κινητήριων μονάδων διατίθεται έτσι, ώστε να αντισταθμίζονται οι αντιστάσεις κατά την εκκίνηση και κίνηση των συρμών, παραμένοντας και ενός μέρους ικανού να τους επιταχύνει. Η συνολική αντίσταση που προβάλλεται κατά την κίνηση ενός συρμού αποτελείται από τις αντιστάσεις των οχημάτων και αυτές της γραμμής.



Οι αντιστάσεις W δίνονται αφενός ως δυνάμεις σε [N]. Αφετέρου είναι σκόπιμο να εκφραστούν οι δυνάμεις αυτές ως «ειδικές τιμές» αντίστασης w , συσχετίζοντας αυτές με το συνολικό βάρος του συρμού στη διάσταση $[N/kN] = [\%]$. Οι ειδικές τιμές χρησιμεύουν για τον υπολογισμό των απόλυτων αντιστάσεων για κάθε αλλαγή του βάρους του συρμού και κατ' επέκταση της απαραίτητης δύναμης έλξης.

Η ειδική αντίσταση δίνεται από τη σχέση

$$w = \frac{W}{G_{\Sigma}} \quad [N/kN] \text{ ή } [\%]$$

Όπου

W αντιστάσεις [N]
 G_{Σ} συνολικό βάρος συρμού [kN].

Η συνολική αντίσταση του συρμού αποτελείται από την αντίσταση της μηχανής έλξης και την αντίσταση των ελκόμενων οχημάτων, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούνται από επιμέρους εσωτερικές αντιστάσεις.

Σημαντικές αντιστάσεις είναι:

2.3.1 Αντίσταση κύλισης $W_{\text{ΚΥΛ}}$ [N] ή $w_{\text{ΚΥΛ}}$ [N/kN]

Η αντίσταση κύλισης του συρμού αποτελείται από:

Αντίσταση τριβής στην έδραση των αξόνων

Η αντίσταση τριβής στην έδραση των αξόνων δίνεται από τη σχέση

$$W_{\text{ΕΔΡ}} = \frac{Q \cdot r \cdot \mu_{\text{ΕΔΡ}}}{R} \quad [N] \text{ ή } w_{\text{ΕΔΡ}} = \frac{W_{\text{ΕΔΡ}}}{G_{\Sigma}} \cdot 1000 \quad [N/kN]$$

όπου

Q φορτίο τροχού [N]
 $\mu_{\text{ΕΔΡ}}$ συντελεστής τριβής στην έδραση του άξονα
 r ακτίνα του άξονα στη θέση έδρασης [cm]
 R ακτίνα τροχού [cm]
 $W_{\text{ΕΔΡ}}$ αντίσταση στην περίμετρο του τροχού [N]
 $w_{\text{ΕΔΡ}}$ ειδική αντίσταση από την έδραση των αξόνων για τριβείς κύλισης διά κυλινδρίσκων [N/kN].

Η αντίσταση αυτή δραστηριοποιείται ως αντίσταση κατά την εκκίνηση του συρμού. Για τα ελκόμενα οχήματα μπορεί να συνεκτιμηθεί με τιμή $\leq 5\%$. Για τις μηχανές έλξης με όλους τους άξονες κινητήριους η τιμή είναι περίπου μηδέν, αφού η αντίσταση εκκίνησης υπερβαίνεται χωρίς τη συμβολή της τριβής τροχού – σιδηροτροχιάς.

Αντίσταση κατά την περιστροφή του τροχού

Η αντίσταση κατά την περιστροφή του τροχού εξαρτάται από το φορτίο του τροχού Q , τη διάμετρο του τροχού, τη σχέση ακτίνας τροχού προς την ακτίνα της κεφαλής της σιδηροτροχιάς καθώς και από την ψευδολίσθηση.

Η ειδική αντίσταση $w_{π.τ.}$ μπορεί να ληφθεί από 1 έως 2‰ όταν δεν ασκούνται δυνάμεις έλξης ή πέδησης ενώ στην αντίθετη περίπτωση 3 έως 4‰.

Αντίσταση αέρα

Η αντίσταση του αέρα εξαρτάται από τη μορφή του οχήματος, την επιφάνειά του, την ταχύτητα της ροής του αέρα περί το όχημα και τη γωνία που πνέει ο άνεμος. Αποτελείται από την πίεση στη μετωπική επιφάνεια, την τριβή μεταξύ αέρα και πλευρικών επιφανειών του συρμού, την πίεση του αέρα ανάμεσα στα βαγόνια του συρμού και την υποπίεση στο τέλος του συρμού.

Ισχύει γενικά:

$$W_A = q \cdot c_M \cdot F \quad [\text{N}] \quad \text{με } q = \frac{\gamma}{2g} \cdot v_{rel}^2$$

Όπου

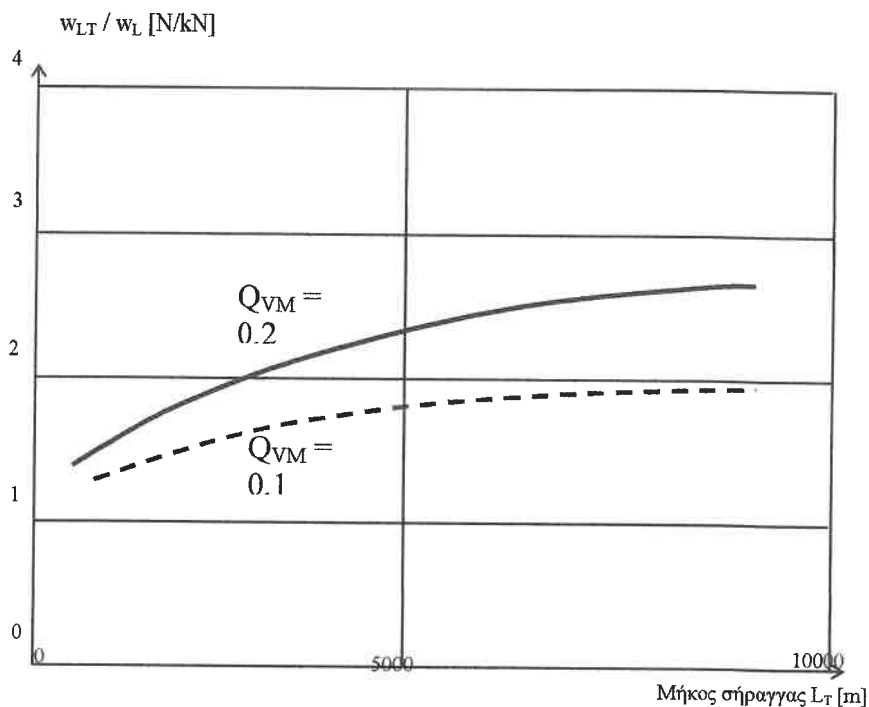
- c_M συντελεστής μορφής, η τιμή του οποίου ορίζεται πειραματικά σε κανάλι αέρος
 F εγκάρσια επιφάνεια οχήματος [m^2]
 γ ειδικό βάρος του αέρα, $\gamma = 1,25 \text{ N/m}^3$ σε 1,013 bar και 15 °C
 v_{rel} σχετική ταχύτητα μεταξύ συρμού και ρέοντος αέρα [m/sec].

Σε σήραγγες μεγάλου μήκους και για υψηλές ταχύτητες η αντίσταση του αέρα είναι μεγαλύτερη και εξαρτάται από την ταχύτητα του συρμού, το μήκος της σήραγγας, το μήκος του συρμού, την επιφάνεια των τοιχωμάτων της σήραγγας και το συντελεστή Q_{VM} , ο οποίος εκφράζεται με τη σχέση

$$Q_{VM} = \frac{\text{εγκάρσια επιφάνεια του συρμού } Q_S}{\text{εγκάρσια επιφάνεια της σήραγγας } Q_T}$$

Για ταχύτητες μικρότερες των 160 km/h, η αεροδυναμική επιρροή στις σήραγγες είναι αμελητέα.

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η σχέση των ειδικών αντιστάσεων του αέρα στη σήραγγα προς αυτές στη ελεύθερη γραμμή $w_{\Sigma\text{HP}} / w_{\text{Α.ΓΡ.}}$ [N/KN].



Σχήμα 1 Αύξηση της αντίστασης του αέρα σε σήραγγα

Ειδική αντίσταση κατά Sauthoff / Strahl

Αντί να γίνεται ο υπολογισμός με τις επιμέρους αντιστάσεις, θεωρείται σκόπιμο για τον υπολογισμό της ειδικής αντίστασης κύλισης $w_{\text{ΚΥΛ}}$ να χρησιμοποιείται η εμπειρική σχέση των Strahl και Sauthoff.

Στο πολυώνυμο 2ου βαθμού $w_{\text{ΚΥΛ}} = a_0 + a_1 \cdot v + a_2 \cdot v^2$ [N/KN] ορίσθηκαν οι συντελεστές a_0 , a_1 και a_2 μέσω δοκιμαστικών διαδρομών και εκφράστηκαν μέσω των παρακάτω σχέσεων:

για ελκυόμενα οχήματα επιβατικών συρμών ως

$$w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΠ}} = 1,9 + b \cdot V + 0,048 \cdot \frac{k \cdot (n + 2,7)}{G_{\text{ΟΧ}}} \cdot V_{\text{rel}}^2$$

όπου

$w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΠ}}$

ειδική αντίσταση κύλισης των ελκυόμενων οχημάτων για επιβατικούς συρμούς [N/KN]

$G_{\text{ΟΧ}}$

βάρος των ελκυόμενων οχημάτων [KN]

V

ταχύτητα συρμού [km/h]

V_{rel}

σχετική ταχύτητα μεταξύ οχημάτων και ρέοντος αέρα, με $\Delta V = 15$ km/h (αντίθετος άνεμος)

n

πλήθος οχημάτων

$b = 0,0025$

για οχήματα με 4 άξονες (2 φορεία)

$k = 1,45$

ισοδύναμη επιφάνεια για οχήματα με 4 άξονες (2 φορεία) [m²]

συντελεστής 2,7

επιρροή της υποπίεσης στο τέλος του συρμού

$$0,048 = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{1}{3,6^2} \quad \text{με } \rho = 1,244 \text{ kg/m}^3 \text{ η πυκνότητα του αέρα σε } 1,013 \text{ bar και } 15^\circ\text{C}$$

για ελκυόμενα οχήματα εμπορικών συρμών ως $w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΜΠ}} = c_0 + (0,007 + m) \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2$

όπου

$w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΜΠ}}$ ειδική αντίσταση κύλισης των ελκυόμενων οχημάτων για εμπορικούς συρμούς [N/kN]

$c_0 = 1,4$ για τριβείς κύλισης στην έδραση των αξόνων

$m = 0,05$ για μεικτής μορφής οχήματα (ανοικτά / κλειστά)

V ταχύτητα συρμού [km/h].

Η ειδική αντίσταση για ελκόμενα οχήματα (μηχανές έλξης) είναι

$$w_{\text{Μ.ΕΛΞ.}} = a_0 + a_1 \cdot V + \frac{a_2}{G_{\text{Μ.ΕΛΞ.}}} \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2$$

όπου

$w_{\text{Μ.ΕΛΞ.}}$ ειδική αντίσταση του κινητήριου οχήματος [N/KN]

$G_{\text{Μ.ΕΛΞ.}}$ βάρος μηχανής έλξης [KN]

V ταχύτητα συρμού [km/h]

a_0, a_1, a_2 συντελεστές εξαρτώμενοι από το είδος της μηχανής έλξης.

Για την περίπτωση που δεν είναι γνωστοί οι συντελεστές a_0, a_1, a_2 η ειδική αντίσταση της μηχανής έλξης ηλεκτρικής ή diesel υπολογίζεται προς την ασφαλή πλευρά με τη σχέση (για όλους τους άξονες κινητήριους)

$$w_{\text{Μ.ΕΛΞ.}} = 5 \cdot G_{\text{Κ.Α.}} + 4 \cdot \left(\frac{V+15}{10}\right)^2 \text{ [N/KN]}$$

όπου

$G_{\text{Κ.Α.}}$ βάρος στους κινητήριους άξονες [kN]

V ταχύτητα συρμού [km/h].

Από τα παραπάνω προκύπτει η ειδική αντίσταση ολόκληρου του συρμού ως

$$w_{\text{ΚΥΛ, Σ}} = \frac{W_{\text{ΜΗΧ. ΕΛΞ.}} + w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ}} \cdot G_{\text{ΟΧ}}}{G_{\Sigma}} \text{ [N/KN]}$$

όπου

$W_{\text{ΜΗΧ. ΕΛΞ.}}$ αντίσταση κύλισης μηχανής έλξης [N]

$w_{\text{ΚΥΛ, ΟΧ}}$ ειδική αντίσταση κύλισης ελκυόμενων οχημάτων [N/KN]

$G_{\text{ΟΧ}}$ βάρος ελκυόμενων οχημάτων [KN]

G_{Σ} συνολικό βάρος συρμού (μηχανής έλξης + ελκυόμενων οχημάτων)
[KN].

2.3.2 Αντίσταση γραμμής W_{GP} [N] ή w_{GP} [N/kN]

Η αντίσταση γραμμής αποτελείται από την αντίσταση καμπύλης W_K , την αντίσταση κλίσης W_S και την αντίσταση αλλαγών τροχιάς W_{AA} . Η ειδική αντίσταση γραμμής w_{GP} ισούται με

$$w_{GP} = w_K + w_S + w_{AA} \text{ [N/kN]}.$$

Ειδική αντίσταση καμπύλης w_K [N/kN]

Η ειδική αντίσταση καμπύλης εκφράζεται με τις σχέσεις των Röckl και Πρωτοπαπαδάκης.

Röckl

$$w_K = \frac{650}{R-55} \text{ [N/kN]} \quad \text{για } R \geq 300\text{m}$$

$$w_K = \frac{500}{R-30} \text{ [N/kN]} \quad \text{για } R < 300\text{m}$$

όπου R είναι η οριζοντιογραφική ακτίνα σε [m].

Πρωτοπαπαδάκης

$$w_K = \frac{\mu \cdot (0,72 \cdot e + 0,47 \cdot \alpha)}{R} \text{ [N/kN]}$$

όπου

μ συντελεστής τριβής μεταξύ τροχού – σιδηροτροχιάς [N/KN]. Ισχύει $\mu = 220$ N/KN το καλοκαίρι και $\mu = 165$ N/KN το χειμώνα.

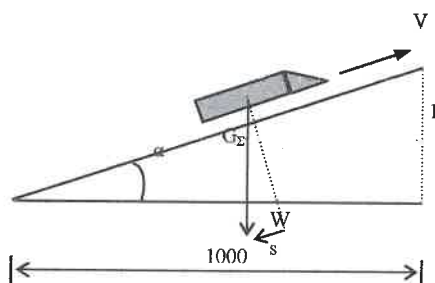
e απόσταση μεταξύ των μέσων κεφαλών των σιδηροτροχιών [m]

α απόσταση αξόνων στο φορείο [m].

Ειδική αντίσταση κλίσης w_S

Στις ανηφορικές κλίσεις πρέπει να υπερνικηθεί η αντίσταση W_S , η οποία προκύπτει ως συνιστώσα του βάρους του συρμού G_{Σ} .

Υπολογίζεται ως $W_S = G_{\Sigma} \cdot \eta \mu \alpha$.



Επειδή η γωνία α είναι πολύ μικρή, μπορεί να τεθεί $\eta\mu\alpha = \epsilon\phi\alpha$, οπότε

$$W_s = G_\Sigma \cdot \epsilon\phi\alpha = G_\Sigma \cdot \frac{1}{1000} = G_\Sigma \cdot \frac{s}{1000} [N].$$

Η ειδική αντίσταση κλίσης είναι $w_s = \frac{W_s}{G_\Sigma} = \frac{s}{1000} = s [‰]$. Συνεπώς, η ειδική αντίσταση κλίσης είναι η ίδια η κατά μήκος κλίση $s [‰]$, όπου θεωρούμε (+) για ανωφέρεια και (-) για κατωφέρεια.

Ειδική αντίσταση αλλαγών τροχιάς $w_{AA} [N/kN]$

Η ειδική αντίσταση αλλαγών τροχιάς εξαρτάται από τον τύπο της αλλαγής και λαμβάνεται ενιαία 0,5‰.

2.3.3 Αντίσταση επιτάχυνσης $W_b [N]$, $w_b [N/kN]$

Η αντίσταση επιτάχυνσης, γνωστή και ως αδρανειακή αντίσταση, θεωρείται σημαντική παράμετρος για την επιτάχυνση του συρμού. Δημιουργείται από τη δύναμη d' Alembert.

$$W_b = -m \cdot b$$

Κατά τις φάσεις επιτάχυνσης ενός συρμού εμφανίζεται γραμμική επιτάχυνση του συρμού, καθώς, επίσης, και γωνιακή επιτάχυνση των περιστρεφόμενων μαζών. Ως εκ τούτου δημιουργείται μια αντίσταση επιτάχυνσης, η οποία πρέπει να αντισταθμιστεί από την ωφέλιμη δύναμη έλξης.

Αυτή η αδρανειακή αντίσταση εμφανίζεται, όταν για δεδομένη ταχύτητα υφίσταται περίσσεια δύναμη έλξης, δηλαδή υφίσταται θετική διαφορά μεταξύ της διαθέσιμης ωφέλιμης δύναμης έλξης Z_{KA} και του συνόλου των αντιστάσεων.

Η αδρανειακή αντίσταση W_b υπολογίζεται από τη σχέση:

$$W_b = m_\Sigma \cdot b \cdot \rho = 1000 \cdot \frac{G_\Sigma}{g} \cdot b \cdot \rho [N]$$

και η ειδική αδρανειακή αντίσταση w_b από τη σχέση:

$$w_b = 1000 \cdot \frac{b}{g} \cdot \rho [N/kN]$$

όπου

m_Σ μάζα του συρμού [kg]
 G_Σ βάρος του συρμού [kN]
 g επιτάχυνση της βαρύτητας [m/sec²]

ρ συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών

b επιτάχυνση του συρμού [m/sec^2] (+ για επιτάχυνση, – για επιβράδυνση).

Από τη σχέση της ειδικής αντίστασης επιτάχυνσης υπολογίζεται η επιτάχυνση

$$\text{ως } b = \frac{w_b \cdot g}{1000 \cdot \rho}$$

Συνήθως ο συντελεστής ρ λαμβάνεται $\rho = 1,06$. Εάν υφίστανται δεδομένα για κάθε είδος συρμού, υπολογίζεται ως

$$\rho_{\text{συν}} = \frac{\rho_{\text{ΚΟ}} \cdot G_{\text{ΚΟ}} + \rho_{\text{ΕΛΚ}} \cdot G_{\text{ΕΛΚ}}}{G_{\text{ΚΟ}} + G_{\text{ΕΛΚ}}}$$

όπου

$\rho_{\text{συν}}$ συνολικός συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών

$\rho_{\text{ΚΟ}}$ συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών κινητήριου οχήματος

$\rho_{\text{ΕΛΚ}}$ συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών ελκόμενων οχημάτων (βαγονιών)

$G_{\text{ΚΟ}}$ βάρος κινητήριου οχήματος

$G_{\text{ΕΛΚ}}$ βάρος ελκόμενων οχημάτων.

2.3.4 Συνολικές αντιστάσεις ΣW [N] ή Σw [N/kN]

Κατά την κίνηση του συρμού έρχονται αντιμέτωπες η συνολική ωφέλιμη δύναμη έλξης $Z_{\omega\phi}$ και το σύνολο των αντιστάσεων ΣW σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$Z_{\omega\phi} \geq \Sigma W = W_{\text{ΚΥΛ}} + W_{\text{Κ}} \pm W_{\text{S}} + W_{\text{b}}$$

όπου

$Z_{\omega\phi}$ ωφέλιμη δύναμη έλξης [N]

$W_{\text{ΚΥΛ}}$ αντίσταση κύλισης [N]

$W_{\text{Κ}}$ αντίσταση καμπύλης [N]

W_{S} αντίσταση κλίσης [N]

W_{b} αντίσταση επιτάχυνσης [N].

Μεταξύ της ελκτικής δύναμης του κινητήριου οχήματος στην περίμετρο των κινητήριων τροχών $Z_{\text{ΚΑ}}$ και του συνόλου των αντιστάσεων υφίσταται ισορροπία σύμφωνα με τη σχέση:

$$Z_{\text{ΚΑ}} = G_{\text{ΚΟ}} \cdot (w_{\text{ΚΥΛ, ΚΟ}} + w_{\text{Γ}} + w_{\text{b, ΚΟ}}) + G_{\text{ΕΛΚ}} \cdot (w_{\text{ΚΥΛ, ΕΛΚ}} + w_{\text{Γ}} + w_{\text{b, ΕΛΚ}})$$

όπου

$Z_{\text{ΚΑ}}$ δύναμη έλξης στην περίμετρο των τροχών [kN]

$G_{\text{ΚΟ}}$ βάρος κινητήριου οχήματος [kN]

$G_{\text{ΕΛΚ}}$ βάρος ελκόμενων οχημάτων [kN]

$w_{\text{ΚΥΛ, ΚΟ}}$ ειδική αντίσταση κύλισης κινητήριου οχήματος [N/kN]

$w_{\text{ΚΥΛ, ΕΛΚ}}$ ειδική αντίσταση κύλισης ελκόμενων οχημάτων [N/kN]

w_f [N/kN]	ειδική αντίσταση γραμμής (καμπύλης, κλίσης, αλλαγών τροχιάς)
w_b, KO	ειδική αντίσταση επιτάχυνσης κινητήριου οχήματος [N/kN]
$w_b, \text{ΕΛΚ}$	ειδική αντίσταση επιτάχυνσης ελκυσόμενων οχημάτων [N/kN].

2.3.5 Εμπειρικές σχέσεις υπολογισμού αντιστάσεων

Πολλές φορές, ελλείψει ειδικών στοιχείων, υπολογίζεται η συνολική αντίσταση ενός συρμού με τις παρακάτω σχέσεις.

$$W_{\text{ΜΕΛ}} = C_1 \cdot G_{\text{ΜΕΛ}} + C_2 \cdot \left(\frac{V}{10}\right)^2 \quad [N]$$

όπου

$W_{\text{ΜΕΛ}}$	αντίσταση μηχανής έλξης [N]
$G_{\text{ΜΕΛ}}$	βάρος μηχανής έλξης [kN]
C_1	συντελεστής για τις αντιστάσεις τριβής κατά την έδραση και περιστροφή [%]
C_2	συντελεστής αέρα σε σχέση με την εγκάρσια επιφάνεια του συρμού F, την πυκνότητα του αέρα ρ και την ταχύτητα του συρμού.

Αντίσταση ελκυσόμενων οχημάτων (βαγονιών) κατά Sauthoff

$$W_{\text{ΕΛΚ ΟΧ}} = G_{\text{ΕΛΚ ΟΧ}} \cdot \left[1,9 + 0,0025 \cdot V + 0,048 \cdot \frac{n+2,7}{G_{\text{ΕΛΚ}}} \cdot 1,45 \cdot (V + \Delta V)^2 \right] \quad [N]$$

όπου

$W_{\text{ΕΛΚ ΟΧ}}$	αντίσταση ελκυσόμενων οχημάτων [N]
$G_{\text{ΕΛΚ ΟΧ}}$	βάρος ελκυσόμενων οχημάτων [kN]
n	πλήθος οχημάτων
V	ταχύτητα ισορροπίας ($Z = W$) [km/h]
$\Delta V = 15 \text{ km/h}$	ταχύτητα αντίθετου ανέμου.

2.3.6 Δυνάμεις έλξης, Διάγραμμα Z – V

Για την υπερνίκηση των αντιστάσεων του συρμού και της γραμμής είναι απαραίτητη η δύναμη έλξης του κινητήριου οχήματος. Η δυνατή δύναμη έλξης που μπορεί να επιτευχθεί περιορίζεται από το βάρος τριβής του κινητήριου οχήματος (βάρος επί των κινητηρίων αξόνων) σε συνδυασμό με το συντελεστή τριβής μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς και από την εγκατεστημένη ισχύ στο κινητήριο όχημα.

Ως εκ τούτου, το βάρος επί των κινητηρίων αξόνων G_{KA} , καθώς και ο συντελεστής τριβής μ καθορίζουν το μέρος εκείνο της παραγόμενης δύναμης από τον κινητήρα που είναι διαθέσιμο ως ωφέλιμη δύναμη έλξης $Z_{\omega\phi}$. Η $Z_{\omega\phi}$ είναι απαραίτητη για να αντισταθμίσει τις αντιστάσεις κατά την κίνηση του συρμού και επιπλέον να παράγει δύναμη επιτάχυνσής του.

$$Z_{\omega\phi} \geq \Sigma W$$

Η $Z_{\omega\phi}$ διακρίνεται στην ωφέλιμη δύναμη στην περίμετρο του τροχού Z_T (εφαπτομενικά) και την ωφέλιμη δύναμη στο άγγιστρο Z_e (effektiv). Ισχύει:

$$Z_e = Z_T - W_{\text{ΜΕΛ}} \quad [\text{N}] \quad \text{ή} \quad Z_T = Z_e + W_{\text{ΜΕΛ}} \quad [\text{N}].$$

Η απαραίτητη δύναμη έλξης Z_T στον κινητήριο τροχό για την κίνηση ενός συρμού αποτελείται από τη δύναμη έλξης $Z_{\text{ΚΥΛ}+\Gamma}$ για την υπερνίκηση των αντιστάσεων κύλισης και γραμμής και τη δύναμη έλξης Z_b για την επιτάχυνση του συρμού. Η γενική σχέση κατά την κίνηση με σταθερή ταχύτητα είναι:

$$Z_T = Z_{\text{ΚΥΛ}+\Gamma} + Z_b = W_{\text{ΚΥΛ}} + W_{\Gamma} + W_b \quad [\text{N}]$$

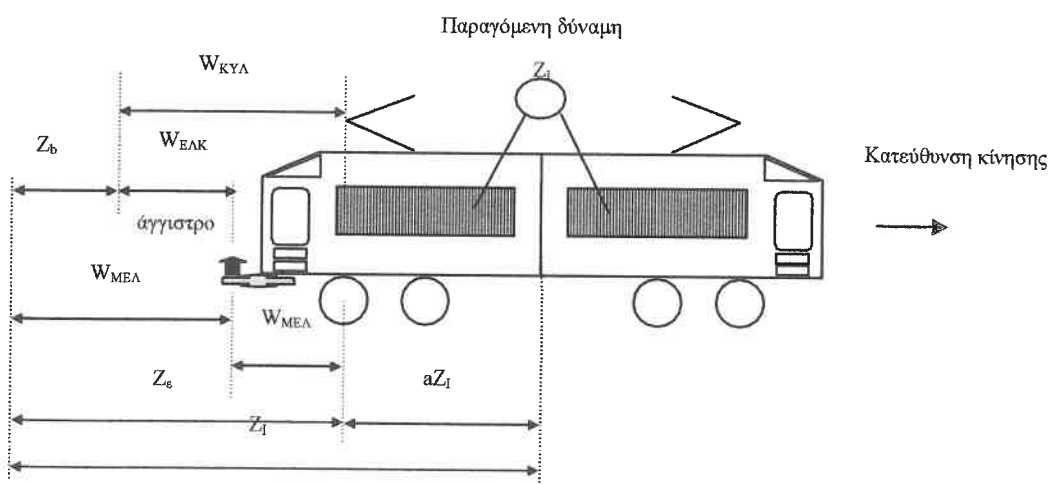
Όπου

$$W_{\text{ΚΥΛ}} = w_{\text{ΚΥΛ}} \cdot G_{\Sigma} \quad [\text{N}] \quad \text{αντίσταση κύλισης (έλκον όχημα + ελκυόμενα οχήματα)}$$

$$W_{\Gamma} = w_{\Gamma} \cdot G_{\Sigma} \quad [\text{N}] \quad \text{αντίσταση γραμμής [καμπύλης, κλίσης (+ για ανηφόρα, - για κατηφόρα), αλλαγών]}$$

$$W_b = w_b \cdot G_{\Sigma} \quad [\text{N}] \quad \text{αντίσταση επιτάχυνσης (αδρανειακή αντίσταση) του συρμού.}$$

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζονται οι δυνάμεις και οι αντιστάσεις κατά την κίνηση του συρμού.



Σχήμα 2 Δυνάμεις και αντιστάσεις κατά την κίνηση του συρμού

Ανάλογα με τη δύναμη έλξης ισχύει για τη δύναμη πέδησης:

$$B_T = B_V - B_{KY\Lambda+\Gamma} = m \cdot b_V - (W_{KY\Lambda} + W_\Gamma) \quad [N]$$

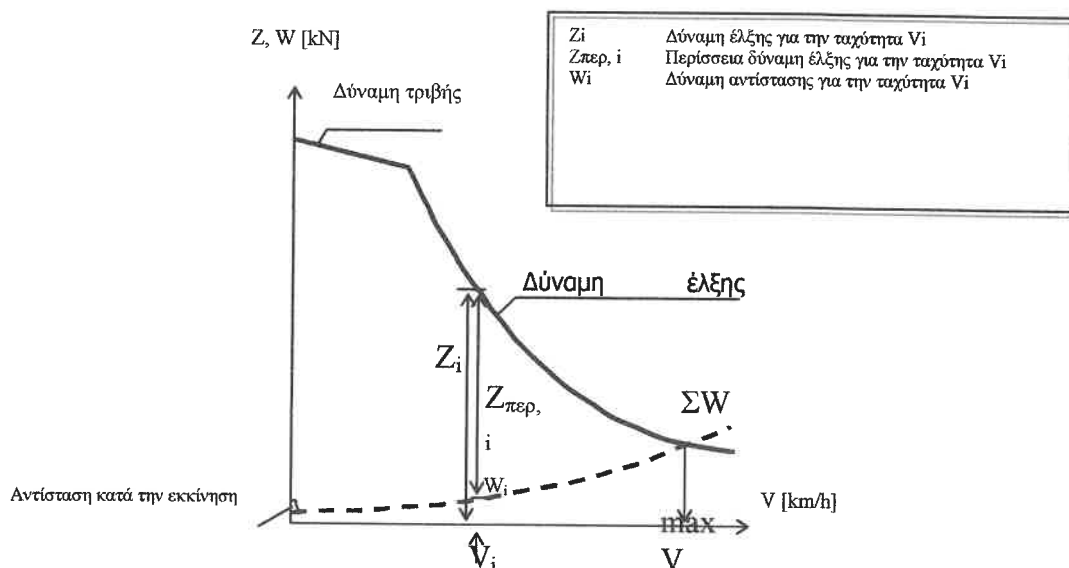
όπου

B_T δύναμη πέδησης του συρμού στον κινητήριο τροχό [N]
 B_V δύναμη πέδησης για την επιβράδυνση του συρμού [N]
 $B_{KY\Lambda+\Gamma}$ επιβράδυνση από αντιστάσεις κύλισης και γραμμής [N].

Αν η δύναμη έλξης κατά την κίνηση του συρμού είναι μεγαλύτερη από το σύνολο των αντιστάσεων, τότε υφίσταται περίσσεια δύναμη έλξης και ο συρμός μπορεί να επιταχύνει. Αν η δύναμη έλξης κατά την κίνηση του συρμού είναι μικρότερη από το σύνολο των αντιστάσεων, τότε ο συρμός μειώνει την ταχύτητά του. Η εναπομένουσα δύναμη έλξης είναι “αρνητική”. Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται κατά την είσοδο του συρμού σε ανωφερική κλίση.

Η σχέση μεταξύ της δύναμης έλξης Z_T ή/και Z_e , αντιστάσεων W [kN] και ταχύτητας V [km/h] απεικονίζεται στο διάγραμμα $Z/W - V$.

Στην περίπτωση σταθερής ταχύτητας, η δύναμη έλξης ισούται με το άθροισμα των αντιστάσεων και η επιτάχυνση ισούται με μηδέν.



Περίσσεια δύναμη έλξης, Διάγραμμα $Z_{περ} - V$

Για την επιτάχυνση ενός συρμού πρέπει κατά την κίνησή του να υπάρχει πάντα περίσσεια δύναμη έλξης $Z_{περ}$ [N]. Η τιμή αυτή προκύπτει, όταν π.χ. από τη δύναμη έλξης στο άγγιστρο της μηχανής έλξης αφαιρεθεί το σύνολο των αντιστάσεων ΣW [N]. Εκτός τούτου, η αντίθετα στην κίνηση του συρμού δρώσα αδρανειακή δύναμη (αντίσταση επιτάχυνσης) είναι πάντα ίση ή μικρότερη της περισσειας δύναμης έλξης. Ισχύει γενικά: $Z_{περ} = Z_e - \Sigma W$ για δεδομένη ταχύτητα V .

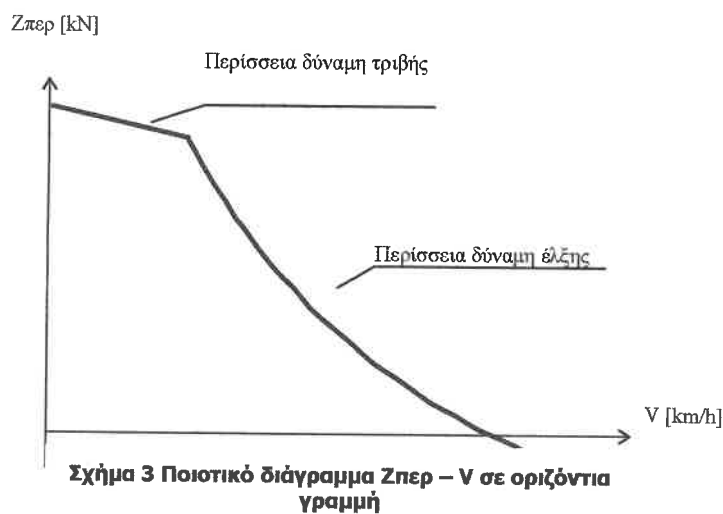
Ειδικά από ένα διάγραμμα $Z_T - V$ προκύπτει για δεδομένη ταχύτητα συρμού:

$$Z_{\text{περ}} = Z_T - W_{\text{ΚΥΛ ΜΕΛ}} - W_{\text{ΚΥΛ ΕΛΚ}} - W_{\Gamma} \geq W_b$$

Όπου

$Z_{\text{περ}}$	περίσσεια δύναμη έλξης [kN]
Z_T	δύναμη έλξης στην περίμετρο των κινητήριων τροχών [kN]
$W_{\text{ΚΥΛ ΜΕΛ}}$	αντίσταση κύλισης του κινητήριου οχήματος [kN]
$W_{\text{ΚΥΛ ΕΛΚ}}$	αντίσταση κύλισης των ελκυσόμενων οχημάτων [kN]
W_{Γ}	αντίσταση γραμμής [kN]
W_b	αντίσταση επιτάχυνσης του συρμού [kN].

Η σχέση μεταξύ της $Z_{\text{περ}}$ [kN] και της ταχύτητας V [km/h] απεικονίζεται στο διάγραμμα $Z_{\text{περ}} - V$.



Από το διάγραμμα αυτό προκύπτει, για δεδομένο συρμό και σταθερή ταχύτητα, η οριακή καμπύλη περίσσειας δύναμης έλξης από την τριβή και αυτής από την ισχύ του κινητήρα. Επιπλέον στο διάγραμμα αυτό μπορεί κανείς να φέρει την ειδική τιμή της $Z_{\text{περ}}$ ως $Z_{\text{περ}}/G_{\Sigma}$ [N/kN], τις προαναφερθείσες οριακές καμπύλες για διαφορετική σύνθεση των συρμών και εξ' αυτών να λάβει την ταχύτητα του συρμού για δεδομένη καθοριστική ανωφερική κλίση s [‰] για κάθε μία σύνθεση.

Ειδική περίσσεια δύναμης έλξης $Z^*_{\text{περ}}$

Συσχετίζοντας την περίσσεια δύναμη έλξης $Z_{\text{περ}}$ με το συνολικό βάρος του συρμού G_{Σ} , προκύπτει η ειδική περίσσεια δύναμη έλξης $Z^*_{\text{περ}}$. Οι τιμές της μπορούν να ληφθούν συγχρόνως και ως ειδικές δυνάμεις επιτάχυνσης κατά την κίνηση του συρμού.

Η σχέση μεταξύ των ειδικών δυνάμεων επιτάχυνσης [N/kN] ή/και των ειδικών αντιστάσεων κλίσης [‰] και της ταχύτητας V [km/h] απεικονίζονται στο

διάγραμμα $Z^*_{περ} - V$. Το διάγραμμα αυτό είναι ξεχωριστό για κάθε συρμό και αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό του χρόνου διαδρομής του. Το διάγραμμα αυτό προκύπτει από το διάγραμμα $Z - V - W$.

Η σχέση της ειδικής περίσσειας δύναμης έλξης $Z^*_{περ}$ [N/kN] είναι:

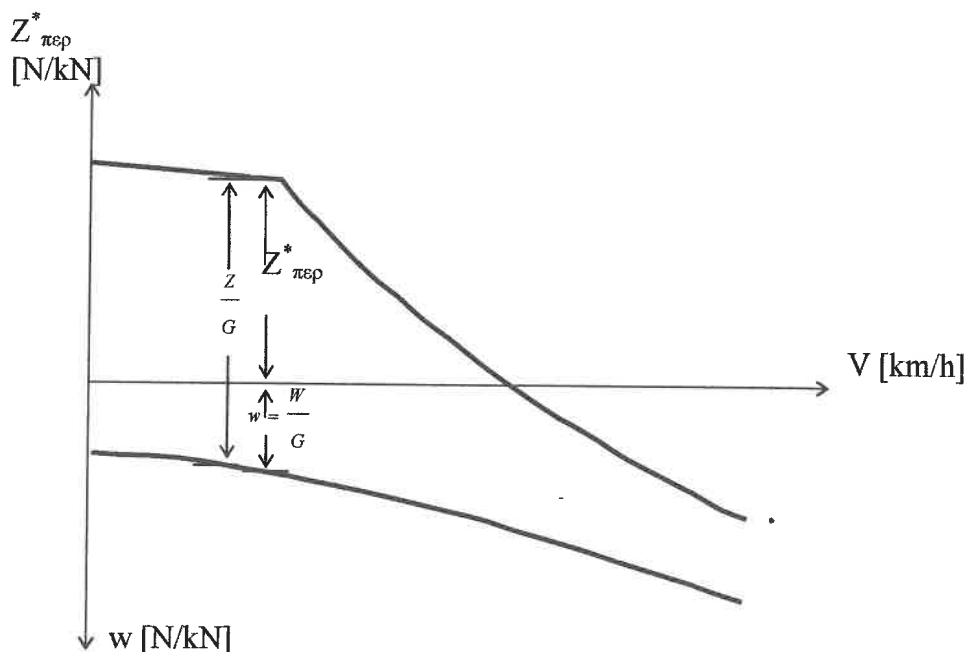
$$Z^*_{περ} = \frac{Z_T - \Sigma W}{G_\Sigma} [N/kN] = \frac{Z_{περ}}{G_\Sigma} [N/kN] \text{ ή } [\%]$$

Αναλύοντας την παραπάνω σχέση προκύπτει $Z^*_{περ} = \frac{Z_{περ} [N]}{m[t] \cdot g[m/sec^2]} [\%]$ και εξ' αυτού

$$Z_{περ} = Z^*_{περ} [\%] \cdot m[t] \cdot g[m/sec^2] = m[kg] \cdot b[m/sec^2] \cdot \rho. \text{ Λύνοντας ως προς } b \text{ λαμβάνουμε}$$

$$b = Z^*_{περ} [\%] \cdot \frac{m[t] \cdot g[m/sec^2]}{m[kg] \cdot \rho} = Z^*_{περ} [\%] \cdot \frac{\cancel{m[kg]} \cdot \frac{1}{1000} \cdot g[m/sec^2]}{\cancel{m[kg]} \cdot \rho} = Z^*_{περ} \cdot \frac{1}{100 \cdot \rho}.$$

Για $\rho \approx 1$ προκύπτει $b = 0,01 \cdot Z^*_{περ} [m/sec^2]$. Η τελευταία αυτή σχέση έχει σημαντική πρακτική σημασία. Δείχνει ότι για κάθε περίσσεια δύναμη έλξης του 1 N/kN έπεται επιτάχυνση $b = 0,01 m/sec^2$.

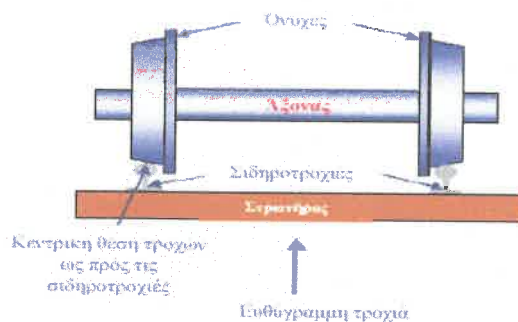


Σχήμα 4 Διάγραμμα $Z^*_{περ} - V$ με ειδικές αντιστάσεις w

3 ΑΣΤΙΚΟΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ-Η.Σ.Α.Π.

3.1 ΠΕΡΙ ΑΣΤΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ

Ο σιδηρόδρομος αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα χερσαία μέσα μαζικής μεταφοράς, όπου οχήματα με τροχούς φέροντες όνυχες στην εσωτερική τους πλευρά, κινούνται (είτε αυτοκινούμενα είτε ελκυσόμενα από κινητήρια μονάδα) σε αποκλειστικά δικό τους διάδρομο κυκλοφορίας (σταθερή τροχιά) που ορίζεται από δύο παράλληλες μεταξύ τους χαλύβδινες σιδηροτροχιές.



Εικόνα 1 Παρουσίαση σιδηροτροχιάς

Ως αστικός χαρακτηρίζεται ο σιδηρόδρομος που κινείται σε αστικό περιβάλλον και του οποίου η ταχύτητα δεν υπερβαίνει τα 80 km/h. Η χάραξη της γραμμής του μπορεί να αναπτύσσεται τόσο σε υπέργειο όσο σε επίγειο και υπόγειο επίπεδο.

Στην Ελλάδα, ως μέσο σταθερής επιδομής, σε αντίθεση με τις προηγούμενες δεκαετίες, η εξέλιξη του μεταφορικού έργου παρουσιάζει ανοδική πορεία διεκδικώντας για τον σιδηρόδρομο τη θέση που του αρμόζει στις αστικές και όχι μόνο, μεταφορές. Η επέκταση του δικτύου του αστικού σιδηρόδρομου στη Αθήνα μέσω του Αττικό Μετρό, η βελτίωση του ήδη υπάρχοντος δικτύου του Η.Σ.Α.Π. με ποικίλους τρόπους καθώς και η εισαγωγή του τραμ στις ζωές μας αποτελούν μόνο την αρχή.

3.2 Ο Η.Σ.Α.Π. ΣΤΟ ΠΕΡΑΣΜΑ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ

Ο Αστικός Σιδηρόδρομος Πειραιά - Κηφισιάς, γνωστός σαν "Ηλεκτρικός" συμπλήρωσε στις 27 Φεβρουαρίου 2007, 138 χρόνια λειτουργίας. Ξεκίνησε ατμοκίνητος αρχικά και ηλεκτροκίνητος αργότερα και συνέδεσε το 1869 την Αθήνα με τον Πειραιά που μέχρι τότε οι άμαξες και τα παμπορεία ήταν το μόνο μέσο συγκοινωνίας μεταξύ τους.



Εικόνα 2 Ατμήλατος συρμός Αθηνών-Πειραιώς το 1891

Ας δούμε ορισμένα χαρακτηριστικά ορόσημα στην πορεία αυτή:

Το 1834 η Αθήνα γίνεται πρωτεύουσα του Ελληνικού Κράτους και ένα χρόνο μετά, το 1835, γίνεται η πρώτη ανεπιτυχής πρόταση στην Ελληνική Κυβέρνηση από τον Φρειδερίκο Φεράλδη για κατασκευή σιδηροδρόμου.

Οκτώ χρόνια αργότερα το 1843 ο Αλέξανδρος Ραγκαβής επαναλαμβάνει δημόσια την πρόταση αλλά πάλι δεν υπήρξε ανταπόκριση.

Το 1855 ο Πρωθυπουργός και Υπουργός Εξωτερικών Αλέξανδρος Μαυροκορδάτος καταθέτει το πρώτο Νομοσχέδιο για Ίδρυση σιδηροδρόμου Αθήνας – Πειραιά που γίνεται νόμος και δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως. Είναι ο Νόμος ΤΖ «περί συστάσεως σιδηροδρόμου Απ' Αθηνών εις Πειραιά» που δίνει το δικαίωμα εκμετάλλευσης στην εταιρία που θ' αναλάμβανε το έργο για 55 χρόνια. Δύο χρόνια αργότερα το δικαίωμα αυτό αυξάνεται σε 75 χρόνια.

Μετά από ανεπιτυχείς προσπάθειες ανάθεσης του έργου το 1867 το έργο κατακυρώνεται στον Άγγλο επιχειρηματία Εδουάρδο Πίκερινγκ, ο οποίος το Νοέμβριο του ίδιου έτους αρχίζει να κατασκευάζει το έργο.

Ένα χρόνο μετά, το 1868, ο Πίκερινγκ μεταβιβάζει τις υποχρεώσεις του στην ιδρυθείσα από όμιλο Ανώνυμη Εταιρία του «Απ' Αθηνών εις Πειραιά Σιδηροδρόμου» - Σ.Α.Π. Α.Ε.

Στις 17 Φεβρουαρίου του 1869 η ως άνω εταιρία έχει τελειώσει το έργο και γίνεται η πρώτη δοκιμή της διαδρομής. Τα επίσημα εγκαίνια γίνονται μέσα σε ατμόσφαιρα γενικής χαράς στις 27 Φεβρουαρίου 1869, με επιβάτες στο πρώτο δρομολόγιο τη Βασίλισσα Όλγα, τον Πρωθυπουργό Ζαΐμη, υπουργούς, στρατιωτικούς, διπλωμάτες και άλλους επισήμους.

Επιτέλους το όνειρο γίνεται πραγματικότητα. Η ατμομηχανή με 6 βαγόνια καλύπτει τη διαδρομή των 8,5 χιλιομέτρων από το Θησείο στον Πειραιά σε 19 περίπου λεπτά. Οι δύο πόλεις Αθήνα και Πειραιάς έχουν πλέον συνδεθεί με σιδερένιες γραμμές. Τα σχόλια του τύπου της εποχής πολλά και καλά. Στις 3 Μαρτίου του 1869 ο «Αιών» γράφει: «Ο σιδηρόδρομος ήρξατο τακτικώς εργαζόμενος από της τελευταίας Παρασκευής. Η συρροή των επιβατών είναι μεγίστη. Οι πάντες δ' ομολογούσι τας μεγίστας ωφελείας, ας η κάταρξις του έργου τούτου υπισχνείται. Ευχόμεθα και αύθις, ίνα η μικρά αύτη γραμμή υπάρξει η αρχή του καθ' όλην την επικράτειαν συμπλέγματος σιδηροδρόμων».

Μεταξύ της χρονολογίας του πρώτου επίσημου δρομολογίου, το 1869, και της 16 Σεπτεμβρίου του 1904 που πραγματοποιήθηκε η Ηλεκτροδότηση του Σιδηροδρόμου, μεσολάβησαν η στρώση διπλής γραμμής και η έναρξη κατασκευής σήραγγας το 1889 από το Θησείο μέχρι την Ομόνοια (Λυκούργου και Αθηνάς), όπου και ο παλιός σταθμός της ΟΜΟΝΟΙΑΣ ο οποίος εγκαινιάζεται το 1895.

Η Υπόγεια σήραγγα και η ηλεκτροδότηση προκάλεσε πάλι πολλά και ποικίλα σχόλια του Τύπου της εποχής. Αξίζει να αναφερθούν μερικά που καταδεικνύουν την αντίδραση του κόσμου της εποχής εκείνης σε κάθε καινοτομία. «Τι να σου πω, αδελφέ, λέγει κάποιος εκ των προσκεκλημένων. Νομίζω ότι πρόκειται να μας κλείσουν «κατά βαρβάρων» με τον Υπόγειον.

Και κύψας εις το αυτί του πλησίον του ισταμένου ηρώτησε σοβαρώς

-Έκαμες την διαθήκην σου;

-Όχι

-Εξωμολογήθης τουλάχιστον;

- Ούτε.

- Εγώ δεν είχα το θάρρος να έλθω απροετοίμαστος. Αυτή η σήραγγά μου φαίνεται σαν καρμανιόλα.» Σε άλλο δημοσίευμα, στις 18 Σεπτεμβρίου του 1904 ο χρονογράφος των «Καιρών» με το ψευδώνυμο «Φαληριώτης», γράφει για τον ηλεκτρικό, πλέον, σιδηρόδρομο:

«- Ένα δια το Φάληρον πρώτης.

- Μετ' επιστροφής;

- Απλούν, απλούν. Δεν μπορώ να είμαι βέβαιος αν θα φθάσω ζωντανός.....»

Το 1926 οι ΣΑΠ, οι ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ ΑΤΤΙΚΗΣ που εκμεταλλεύονται το «ΘΗΡΙΟ» της Κηφισιάς, δηλαδή τη Γραμμή από Πλατεία Αττικής μέχρι Κηφισιά, με διακλάδωση από Ν. Ηράκλειο μέχρι Λαύριο και οι ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΙ ΑΘΗΝΩΝ-ΠΕΙΡΑΙΩΣ που εκμεταλλεύονται τα ΤΡΑΜ, συνεργάζονται με τον Αγγλικό όμιλο ΠΑΟΥΕΡ.



Εικόνα 3 Το Θηρίο στη χιονισμένη Κηφισιά

Από τη συνεργασία αυτή προκύπτουν δύο Εταιρίες: Η ΗΕΜ (Ηλεκτρική Εταιρία Μεταφορών) που αναλαμβάνει την εκμετάλλευση των ΤΡΑΜ και της Γραμμής της Κηφισιάς και οι ΕΗΣ (Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι).

Οι ΕΗΣ αναλαμβάνουν τις υποχρεώσεις της πρώην ΣΑΠ και ταυτόχρονα τη δέσμευση να βελτιώσουν την υπάρχουσα γραμμή και να επεκτείνουν την υπόγεια σήραγγα ως το σταθμό ΑΤΤΙΚΗ με διπλή γραμμή για να ενωθεί ο Ηλεκτρικός με την Κηφισιά, με υπόγειο σταθμό κάτω από την ΟΜΟΝΟΙΑ.

Τα έργα ξεκίνησαν τον Ιανουάριο του 1928 και στις 21/7/1930 εγκαινιάζεται από τον Ελευθέριο Βενιζέλο ο υπόγειος σταθμός ΟΜΟΝΟΙΑ. Αργότερα το 1948 και το 1949 εγκαινιάζονται αντίστοιχα οι σταθμοί ΒΙΚΤΩΡΙΑ και ΑΤΤΙΚΗ.

Το 1937 η ΗΕΜ αναλαμβάνει την Ηλεκτροκίνηση του σιδηροδρόμου Κηφισιάς και το 1938 καταργεί το Θηρίο για την πραγματοποίηση του έργου.

Τα έργα όμως, λόγω της κρίσιμης περιόδου, δεν ολοκληρώνονται και φτάνουμε έτσι στο 1950 οπότε παραχωρείται από την ΗΕΜ στην ΕΗΣ η ολοκλήρωση του έργου Ηλεκτροκίνησης και η εκμετάλλευση του σιδηροδρόμου ΑΘΗΝΩΝ – ΚΗΦΙΣΙΑΣ. Οι ΕΗΣ συνεχίζουν τα έργα που καταλήγουν σταδιακά το 1957 με τη λειτουργία του σταθμού της Κηφισιάς. Έτσι η συγκοινωνία από ΠΕΙΡΑΙΑ μέχρι ΚΗΦΙΣΙΑ με τον Ηλεκτρικό Σιδηρόδρομο είναι πλέον πραγματικότητα.

Την 1 Ιανουαρίου του 1976 οι ΕΗΣ περιέρχονται στο Ελληνικό Δημόσιο μετονομάζονται σε Η.Σ.Α.Π. Α.Ε. (Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς).

Ο εκσυγχρονισμός, η εξέλιξη και η μέριμνα για καλύτερη ταχύτερη και αξιόπιστη εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού σε καθαρό περιβάλλον συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Σε ολόκληρη αυτή τη διαδρομή του, ο σιδηρόδρομος έζησε στιγμές μεγαλείου και συμφορές. Μετέφερε Βασιλείς, υψηλούς επισκέπτες, έδωσε το παρόν στους πρώτους Ολυμπιακούς αγώνες της Αθήνας του 1896 και τους πρόσφατους του

2004, μετέφερε στρατιώτες του πολέμου 1912-1913. Βομβαρδίστηκε και επέζησε μέχρι σήμερα περήφανος, πραγματοποιώντας εκατομμύρια δρομολόγια που εξυπηρέτησαν δισεκατομμύρια επιβάτες.

Επίσης ο «Ηλεκτρικός» από τις 11 Ιουνίου του 1955 εκμεταλλευόταν μέχρι και τις 31.12.2001 τα Πράσινα λεωφορεία που τροφοδοτούσαν τις γραμμές του ηλεκτρικού με επιβάτες. Τα Πράσινα ήταν μια πρωτότυπη και αξιόπιστη συγκοινωνία αλλά η τάση για εξειδίκευση των φορέων σε συγκεκριμένα συγκοινωνιακά μέσα και η ανάγκη δημιουργίας μιας ενιαίας Εταιρίας για τις γραμμές 2 και 3 οδήγησαν τον Δεκέμβριο του 1998 στην απόφαση για σταδιακό τερματισμό αυτής της δραστηριότητας μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2001. Έτσι από τον Φεβρουάριο του 1999 άρχισε η απόδοση της σταδιακής απόδοσης των γραμμών των Πράσινων Λεωφορείων στην ΕΘΕΛ (Εταιρία Θερμικών Λεωφορείων).

Έργα επίσης πολύ σημαντικά υπήρξαν :

- α) η λειτουργία του TRAM της παραλίας του ΠΕΙΡΑΙΑ (1910-1960)
- β) η λειτουργία του TRAM ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ (1936-1977)

Σε όλη αυτήν την αναπτυξιακή πορεία βασικός παράγων υπήρξε ο εργαζόμενος στο σιδηρόδρομο που τον αγάπησε ιδιαίτερα αφού είναι δικό του δημιούργημα. Οι σημαντικές χρονολογίες στην Ιστορία του Σιδηρόδρομου Πειραιά - Κηφισιάς

1869: Τα εγκαίνια του Ατμοκίνητου Σιδηροδρόμου Θησείο – Πειραιά από την Α.Ε. ΣΑΠ

1889: Κατασκευή της Υπόγεια σήραγγας Θησείου – Ομόνοιας

1904: ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ

1926: Μετονομασία από Α.Ε. ΣΑΠ σε Α.Ε. ΕΗΣ: Η εξαγορά από το Ελληνικό Δημόσιο και μετονομασία σε Α.Ε. ΗΣΑΠ

3.3 ΓΡΑΜΜΟΛΟΓΙΑ Η.Σ.Α.Π.

Η γραμμή των ΗΣΑΠ εκτείνεται σήμερα από το λιμάνι του Πειραιά (Ακτή Καλλιμασιώτη) μέχρι την Κηφισιά. Περιέχει συνολικά 24 σταθμούς, συμπεριλαμβανομένων και των τερματικών: του Πειραιά και της Κηφισιάς .

Το μήκος της κυρίας γραμμής είναι 25,6 km. Από αυτά ένα μικρό ποσοστό (3,2 km) είναι υπόγειο, μεταξύ των σταθμών Μοναστηράκι-Αττική, ενώ το υπόλοιπο είναι επίγειο.

Η γεωμετρική σύνθεση της γραμμής οριζοντιογραφικά συνίσταται σε 60% ευθυγραμμία και 40 % κυκλικές οι ακτίνες των οποίων κυμαίνονται από 160 m μέχρι 1000 m .

Οι καμπύλες με ακτίνες μικρότερες των 300 m επιβάλλουν περιορισμό της ταχύτητας .Μεταξύ των ευθυγραμμιών και των κυκλικών καμπυλών παρεμβάλλονται τόξα συναρμογής τύπου κυβικής παραβολής .

Η κυκλοφορία των συρμών γίνεται σε διπλή γραμμή με την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας με μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα 70 km/h. Η γραμμή έχει συμβατική επιδομή. Οι σιδηροτροχιές εδράζονται επί ξύλινων στρωτήρων και αυτοί επί έρματος .Μία τρίτη σιδηροτροχιά ,παράλληλη σε κάθε γραμμή ,τροφοδοτεί τους συρμούς με ηλεκτρική ενέργεια.(τάση 700 V).

ΚΩΣΤΑΡΑ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι χιλιομετρικές θέσεις και οι αποστάσεις μεταξύ των σταθμών

Α/Α	ΣΤΑΘΜΟΙ	Χ.Θ.	ΕΓΚΑΙΝΙΑ	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΣΤΑΘΜΩΝ
1.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ	0+045	1869	
	Σημερινός Σταθμός		Ιούνιος 1928	
2.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΦΑΛΗΡΟΥ	2+114	1882	Π-Φ 2.110 μ.
	Σημερινός Σταθμός		1887	
3.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΣΧΑΤΟΥ	3+982	1882	Φ-Μ 1.870 μ.
4.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	5+558	1.7.1928	Μ-Κ 1.580 μ.
5.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΤΑΥΡΟΥ	6+146	6.2.1989	Κ-Τ 588 μ.
6.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΤΡΑΛΩΝΩΝ	7+016	22.11.1954	Τ-Π 870 μ.
7.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΘΗΣΕΙΟΥ	8+603	27.2.1869	Π-Θ 1.565 μ.
8.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΙΟΥ	9+069	17.5.1895	Θ-Μ 490 μ.
9.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΟΜΟΝΟΙΑΣ	9+981	17.5.1895 (*)	
	Σημερινός Σταθμός		21.7.1930 (**)	Μ-Ο 915 μ.
10.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΒΙΚΤΩΡΙΑΣ	10+995	1.3.1948	Ο-Β 1.015 μ.
11.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	12+243	30.6.1949	Β-Α 1.245 μ.
12.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ	13+164	12.2.1956	Α-ΑΝ 918 μ.
13.	ΣΤΑΘΜΟΣ Κ. ΠΑΤΗΣΙΩΝ	13+722	12.2.1956	ΑΝ-ΚΠ 563 μ.
14.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΓ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ	14+668	4.8.1961	ΚΠ-ΑΕ 942 μ.
15.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΝΩ ΠΑΤΗΣΙΩΝ	15+269	12.2.1956	ΑΕ-ΑΠ 594 μ.
16.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΡΙΣΣΟΥ	16+556	14.3.1956	ΑΠ-Π 1.292 μ.
17.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΕΥΚΑΚΙΩΝ	17+231	5.7.1956	Π-Π 676 μ.
18.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	17+923	14.3.1956	Π-ΝΙ 688 μ.
19.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	19+246	4.3.1957	ΝΙ-Η 1.330 μ.
20.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΕΙΡΗΝΗΣ	20+850	3.9.1982	Η-Ε 1.600 μ.
21.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΝΕΡΑΤΣΙΩΤΙΣΣΑ	21+900	2004	Ε-Ν 1.050 μ.
22.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	23+457	1.9.1957	Ε-Α 1.550 μ.
23.	ΣΤΑΘΜΟΣ Κ.Α.Τ	24+631	27.3.1989	Α-Κ 1.142 μ.
24.	ΣΤΑΘΜΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑΣ	25+655	10.8.1957	Κ-Κ 1.024 μ.

Πίνακας 2 Πίνακας 2 Χιλιομετρικές θέσεις και αποστάσεις μεταξύ των σταθμών

Χ.Θ. = Χιλιομετρική Θέση

(*) = Ο πρώτος, μη υπόγειος Σταθμός Ομοנוίας

(**) = Ο σημερινός, υπόγειος Σταθμός Ομοנוίας

Ολοκληρώθηκε η παραλαβή 120 νέων οχημάτων (11η παραλαβή) και διασκευάστηκαν οχήματα παλαιότερων παραλαβών. Έτσι, η υπάρχουσα κατάσταση περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα.

		ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΩΝ	από
ΜΗΚΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ		490 έως 2110 μέτρα	
25,6 χιλιόμετρα		ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	
ΤΥΠΟΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ		1435 ΜΜ	
και UIC 60	S 49	ΤΥΠΟΣ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ	
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ		ΞΥΛΙΝΟΙ (ΑΖΟΒΕ)- ΟΛΟΣΩΜΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	
Μ.	0,67	ΤΥΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ	Κ, W
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΘΟΥΡΥΒΟΥ		ΤΥΠΟΙ ΑΛΛΑΓΩΝ	S 49
ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑ		UIC 60 και UIC 50	
ΡΕΥΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ		ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	Σε
750V		όλους τους σταθμούς	
συνεχές με διακύμανση από +20% έως -30%		ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	1284
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ		(Φεβρουάριος 2006)	
243			
(8 ης παραλαβής 73 βαγόνια)			
(10 ης παραλαβής 50 βαγόνια)			
(11 ης παραλαβής 120 βαγόνια)			

Πίνακας 3 Υπάρχουσα κατάσταση ΗΣΑΠ

3.4 ΣΥΡΜΟΙ Η.Σ.Α.Π.

Ο στόλος των Η.Σ.Α.Π. αποτελείται από συρμούς διαφορετικών εποχών και επομένως και τεχνολογιών τα στοιχεία των οποίων παρατίθενται στο αντίστοιχο παράρτημα.

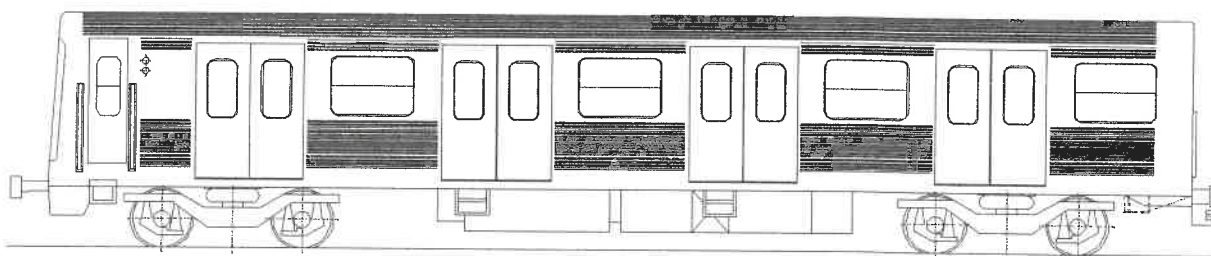
Τα παλαιότερα οχήματα είναι τα «ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ», παραλαβής 1958-1968 και κατασκευής SIEMENS-MAN.

Πιο νέα είναι αυτά της παραλαβής 1983, κατασκευής SIEMENS-MAN (Δυτικής Γερμανίας) και LEW.

Νεότερα είναι τα οχήματα παραλαβής 1995-1996, τύπου SIEMENS-MAN που κατασκευάστηκαν στον Σκαρμαγκά.

Οι υπό μελέτη συρμοί αποτελούν τους πλέον σύγχρονους (ενδέκατης παραλαβής) που απαρτίζουν τον στόλο του Η.Σ.Α.Π. Αποτελούνται από 6 οχήματα:

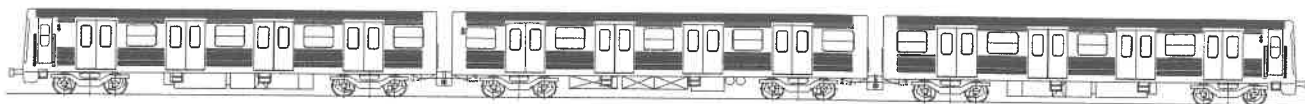
- Τέσσερα κινητήρια-ιθυντήρια (ΚΙΟ 1) με χειριστήριο ,
- Δύο ρυμουλκούμενα (ΡΟ)



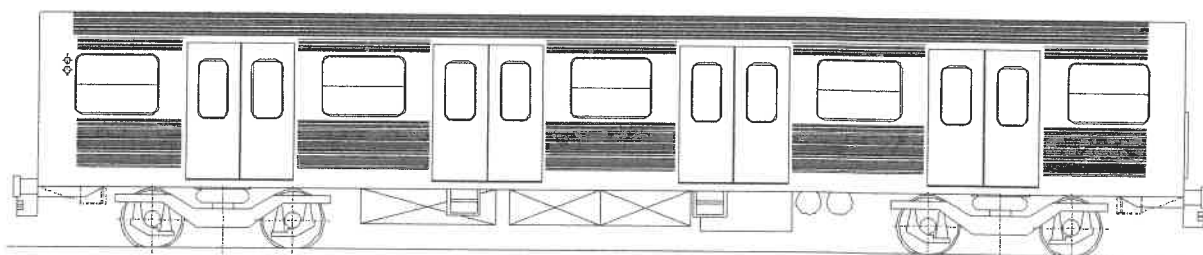
Εικόνα 5 Ιθυντήριο όχημα

Ένας συρμός των έξι οχημάτων (6Σ) αποτελείται από δύο ημισυρμούς των τριών οχημάτων (ημισυρμός). Ένας τέτοιος ημισυρμός (3Σ) είναι λειτουργικά αυτόνομος και μπορεί να κινηθεί και προς τις δύο διευθύνσεις. Τα χειριστήρια είναι εγκατεστημένα στα άκρα (μέτωπα) του ημισυρμού.

Ομοίως με τον ημισυρμό, ο συρμός 6Σ μπορεί να κινηθεί αυτόνομα και προς τις δύο κατευθύνσεις και σε ειδικές περιπτώσεις να ενωθεί με έναν όμοιο του ώστε να σχηματίσει έναν συρμό με δώδεκα οχήματα.



Εικόνα 6 ημισυρμός 3Σ



Εικόνα 7 ρυμουλκούμενο όχημα

4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

4.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εξαγωγή του επιθυμητού αποτελέσματος ήταν τα εξής :

1. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν στην ταχύτητα και στον χρόνο κίνησης του εκάστοτε συρμού ,ώστε να υλοποιηθούν τα αντίστοιχα διαγράμματα πορείας συρμού.(πρακτικά διαγράμματα πορείας συρμού)
2. Υλοποιήθηκαν τα πρακτικά διαγράμματα πορείας συρμού
3. Αναπτύχθηκε αλγόριθμος στην Visual Basic ώστε να υπολογίζει τα διαγράμματα πορείας συρμού εξαντλώντας τις μέγιστες ικανότητες του υπάρχοντος δικτύου.(θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού)
4. Εφαρμόστηκε ο αλγόριθμος δύο φορές (μία για την άνοδο και μία για την κάθοδο) επιλέγοντας μια τυχαία διαδρομή του συρμού (Κ.Πατήσια – Αγ.Ελευθέριος)
5. Συγκρίθηκαν τα εξαγόμενα από τα βήματα 2. και 3. διαγράμματα με συγκριτική μέθοδο που περιγράφεται παρακάτω.

4.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

1. Για να πραγματοποιηθούν οι προαναφερθείσες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε ψηφιακή κάμερα με τρίποδο ,προσανατολισμένη στο ταχύμετρο ,ώστε να καταγράφεται η στιγμιαία ταχύτητα του συρμού. Στην κάμερα ενεργοποιήθηκε και το χρονόμετρο ώστε η καταγραφή να είναι διπλή και να καταγράφεται εκτός από την ταχύτητα και ο χρόνος .
2. Η γλώσσα προγραμματισμού Visual Basic χρησιμοποιήθηκε για την σύνταξη του αλγορίθμου από τον οποίο θα προέκυπταν τα θεωρητικά διαγράμματα.
3. Χρησιμοποιήθηκαν τα Office 2003: το microsoft word για τη συγγραφή της παρούσας εργασίας και το excel για την πραγματοποίηση των πρακτικών διαγραμμάτων πορείας συρμού.

5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

5.1 ΠΟΡΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις φάσεις :

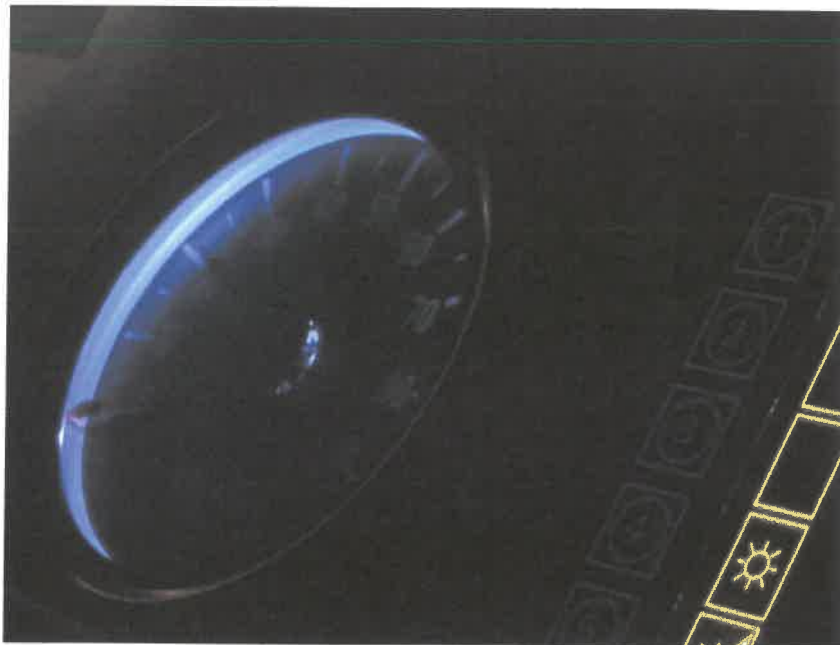
1. **Φάση Πρώτη:** Στις 5/5/2006, ημέρα Παρασκευή και ώρα 9.00πμ, άρχισε η διεξαγωγή ενός κύκλου δοκιμαστικών μετρήσεων ώστε να διαπιστωθούν τυχούσες ατέλειες στον τρόπο μέτρησης .Οι εν λόγω μετρήσεις άρχισαν από τον Πειραιά κάμερα, ούσα στην καμπίνα του μηχανοδηγού, τοποθετήθηκε προσανατολισμένη προς το ταχύμετρο ,ώστε να καταγράφεται η στιγμιαία ταχύτητα του συρμού. Ακολούθηθηκε η διαδρομή Πειραιάς – Κηφισιά (άνοδος). Η κάμερα κατέγραφε μέχρι και την ακινητοποίηση του συρμού στον τερματικό σταθμό της Κηφισιάς .Τότε ήταν που χρειάστηκε να μεταφερθεί τον εν λόγω όργανο μετρήσεις από το ένα ακραίο διαμέρισμα του μηχανοδηγού στο άλλο μιας και ο συρμός θα άλλαζε διεύθυνση κίνησης .Οι μετρήσεις έγιναν όμοια και για την κατεύθυνση Κηφισιά- Πειραιά (κάθοδο) όπου και έλαβαν τέλος .

Οι ατέλειες που διαπιστώθηκαν αρχικά ήταν οι εξής :

- Υπήρχε αστάθεια του οργάνου μέτρησης (κάμερας), εξαιτίας της κίνησης του συρμού. Κάποιες φορές ήταν τόσο μεγάλη που δυσχεραινόταν ακόμα και η καταγραφή του ταχυμέτρου. Για να αντιμετωπιστεί το εν λόγω πρόβλημα χρησιμοποιήθηκε τρίποδο πάνω στο οποίο στερεώθηκε το όργανο της μέτρησης .
- Ενώ αρχικά είχε χρησιμοποιηθεί ξεχωριστό χρονόμετρο για την καταγραφή του χρόνου, διαπιστώθηκε ότι κάτι τέτοιο θα εισήγαγε στους υπολογισμούς λάθη ,εξαιτίας της αδυναμίας της ταυτόχρονης παρακολούθησης και των δύο οργάνων(κάμερας και χρονομέτρου). Για να αντιμετωπιστεί το εν λόγω πρόβλημα ενεργοποιήθηκε το ενσωματωμένο χρονόμετρο της κάμερας .
- Τέλος διαπιστώθηκε ότι η κασέτα της κάμερας έπρεπε να αλλάζει κάθε φορά που ο συρμός έφτανε στον τερματικό σταθμό ,είτε αυτός ήταν ο Πειραιάς , είτε η Κηφισιά, ώστε να μην εξαντλείται κατά την διαδρομή και δεν πραγματοποιείται πλήρης καταγραφή.

2. **Φάση Δεύτερη:** Στις 9/5/2006, ημέρα Τρίτη και ώρα 9.00 πμ, άρχισε η διεξαγωγή των κανονικών πια μετρήσεων, δηλαδή των μετρήσεων τα αποτελέσματα των οποίων θα χρησιμοποιούνταν στην επεξεργασία. Τώρα τα προηγούμενα προβλήματα είχαν διορθωθεί και έτσι η καταγραφή των δύο μεγεθών (χρόνου –ταχύτητας) κύλισε ομαλά ,όπως και είχε προγραμματιστεί. Οι μετρήσεις άρχισαν από τον σταθμό του Πειραιά και έλαβαν τέλος εκεί με το ταυτόχρονο τέλος του κύκλου Πειραιάς –Κηφισιά – Πειραιάς .
3. **Φάση Τρίτη:** Στις 18/5/2006, ημέρα Πέμπτη και ώρα 15.00 μμ , πραγματοποιήθηκε ο δεύτερος κύκλος των κανονικών μετρήσεων, δηλαδή των μετρήσεων τα αποτελέσματα των οποίων θα χρησιμοποιούνταν στην επεξεργασία. Η δεύτερη αυτή καταγραφή, όπως και οι άλλες δύο άλλωστε,

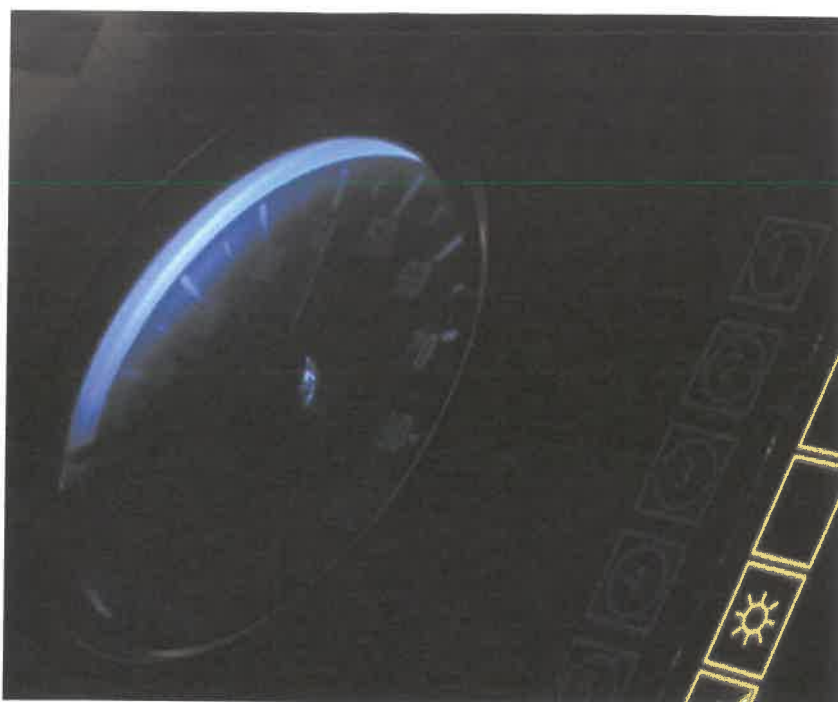
άρχισαν από τον σταθμό του Πειραιά και έλαβαν τέλος εκεί με το ταυτόχρονο τέλος του κύκλου Πειραιάς –Κηφισιά –Πειραιάς .



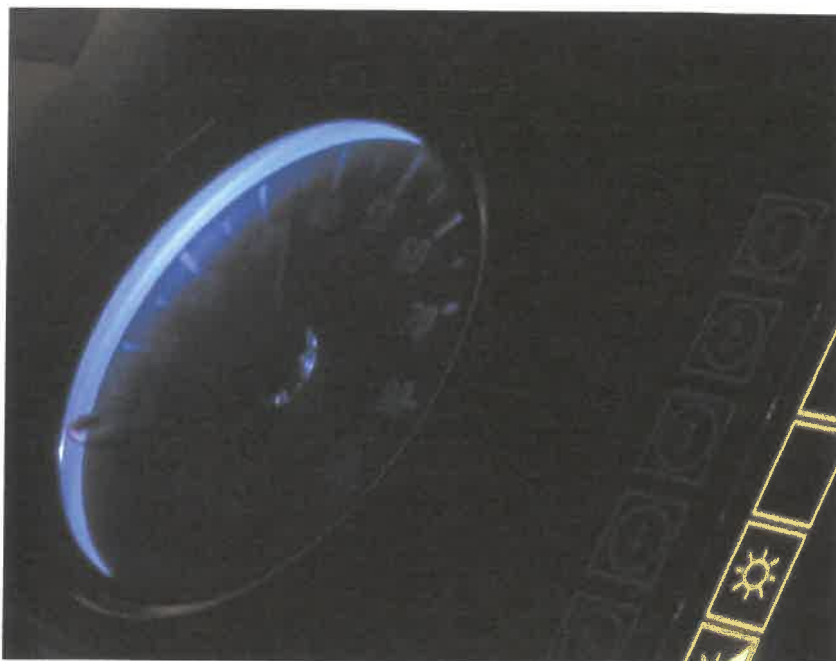
Εικόνα 8 ,ταχύμετρο με ένδειξη 20 km/h



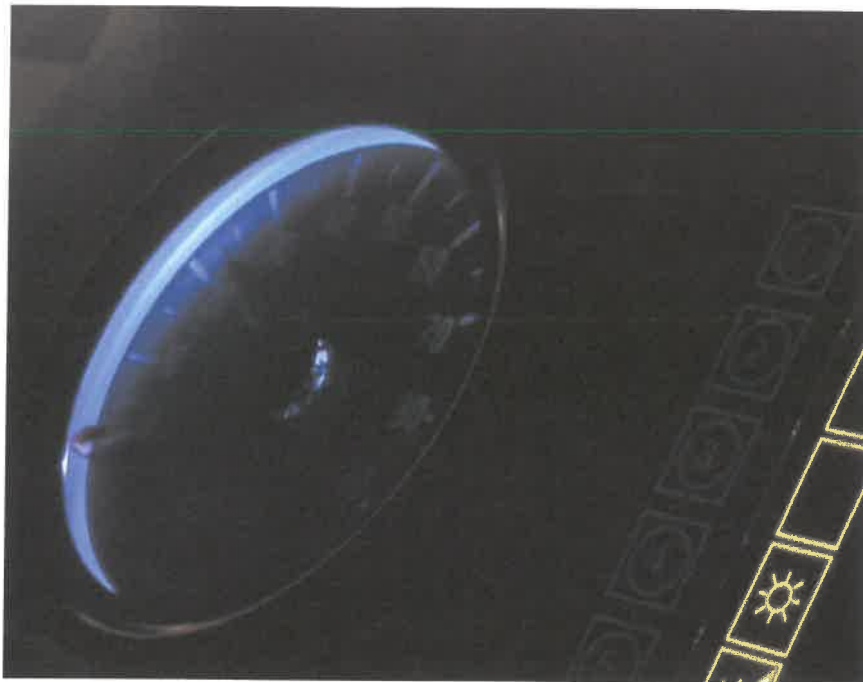
Εικόνα 9 ,ταχύμετρο με ένδειξη 30 km/h



Εικόνα 10 ,ταχύμετρο με ένδειξη 40 km/h



Εικόνα 11 ,ταχύμετρο με ένδειξη 35 km/h



Εικόνα 12 ,ταχύμετρο με ένδειξη 25 km/h

5.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Με το πέρας τη διαδικασίας των μετρήσεων αναπτύχθηκε βάση με τα δεδομένα που προέκυψαν από τις εν λόγω μετρήσεις .Τούτο έγινε σε λογιστικό φύλλο excel. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η επεξεργασία των καταγεγραμμένων κασετών ως εξής : για κάθε 10 δευτερόλεπτα πάγωνε το στιγμιότυπο και καταγραφόταν η ταχύτητα. Έτσι καταχωρήθηκαν τα καταγεγραμμένα μεγέθη του χρόνου και της ταχύτητας από τα οποία προέκυπτε κάθε φορά το διάστημα.

5.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Η επεξεργασία των μετρήσεων είχε ως εξής :

Έχοντας κάθε φορά καταγεγραμμένα τα μεγέθη του χρόνου και της ταχύτητας προέκυπτε το διάστημα και η επιτάχυνση του συρμού.

Οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για αυτό το βήμα ήταν οι παρακάτω:

$$\gamma = \Delta u / \Delta t \text{ και } \Delta s = 0,5 \cdot \gamma \cdot \Delta t^2$$

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί το εξής :

Έχοντας κάνει δύο μετρήσεις υπολογίστηκε ο μέσος όρος όλων των μεγεθών αυτών ώστε να προκύψουν αποτελέσματα που να προσομοιώνουν πιο καλά τη πραγματικότητα.

Οι παραδοχές που έγιναν κατά την επεξεργασία των μετρήσεων ήταν οι εξής :

- θεωρείται ότι στο επόμενο τμήμα αποκλεισμού της γραμμής δεν υπάρχει άλλος συρμός
- επισημαίνεται η τυχαία φύση των πρακτικών μετρήσεων που τις καθιστά ενίοτε και στοχαστικές καθώς αναγνωρίζεται η επιρροή του ανθρώπινου παράγοντα (ηλεκτροδηγού)
- θεωρείται ότι ο μέσος όρος των 2 μετρήσεων είναι αντιπροσωπευτικός
- ο συντελεστής πρόσφυσης είναι μεταβλητός

6. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Αφού είχε εκπονηθεί το πρακτικό μέρος της εργασίας έπρεπε να κατασκευαστεί θεωρητικό μοντέλο το οποίο να προσομοίωνε την οδήγηση στο δίκτυο.

Αυτή η προσομοίωση θα λάμβανε υπόψη το συγκεκριισμό δύο παραγόντων: της εξάντλησης των δυνατοτήτων γραμμής –συρμού και της εξοικονόμησης ενέργειας.

Οι δυνατότητες της γραμμής για την ανάπτυξη μέγιστων ταχυτήτων είναι πολύ συγκεκριμένες και δίνονται από τα αντίστοιχα προφίλ ταχυτήτων του Η.Σ.Α.Π.

Ακόμη και οι δυνατότητες των υπό μελέτη συρμών για την ανάπτυξη μέγιστων ταχυτήτων είναι συγκεκριμένες μιας και δεν δύναται να υπερβούν τα 80 km/h σύμφωνα με τα στοιχεία από την κατασκευάστρια εταιρεία.

Τέλος η εξοικονόμηση ενέργειας που συνδέεται άμεσα με τον τρόπο οδήγησης στο δίκτυο, εξασφαλίζεται με την ομαλοποίηση των διαγραμμάτων που προκύπτουν αν διαπιστωθεί σε αυτά άσκοπη επιτάχυνση και αμέσως μετά άμεση επιβράδυνση του συρμού.

Η ιδεατή οδήγηση στο δίκτυο είναι αυτή κατά την οποία ο συρμός περνάει από φάσεις επιτάχυνσης ,με ίδιο ή και διαφορετικό ρυθμό επιτάχυνσης ,ανάμεσα στις οποίες μπορεί να παρεμβάλλονται και διαστήματα τα οποία καθορίζουν οι μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες στο εκάστοτε τμήμα ,στα οποία ο συρμός να διατηρεί σταθερή ταχύτητα ,ώστε να εκμεταλλεύεται την υπάρχουσα ορμή του. Έπειτα από αυτή τη φάση κίνησης και πριν αρχίσει να πεδύει ώστε να σταματήσει στο επιθυμητό σημείο αν το μήκος επαρκεί ο συρμός διατηρεί σταθερή ταχύτητα ,ώστε να εκμεταλλεύεται την υπάρχουσα από την επιτάχυνση ορμή του, όπως και πριν, κατά τη διαδικασία της επιτάχυνσης.

Η μορφή του αρχικά παρουσιαζόμενου πίνακα, που αποτελεί ουσιαστικά το σημείο καταχώρησης των δεδομένων, παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.

Εικόνα 13, μορφή αρχικής σελίδας προγράμματος elxis

6.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Αναπτύχθηκε αλγόριθμος στην Visual Basic ώστε να υπολογίζει τα διαγράμματα πορείας συρμού εξαντλώντας τις μέγιστες ικανότητες του υπάρχοντος δικτύου. (θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού). Οι τύποι υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι από τη Γερμανική βιβλιογραφία και είναι αυτοί που χρησιμοποιεί ο Η.Σ.Α.Π. και που περιγράφηκαν ενδελεχώς στο θεωρητικό υπόβαθρο της έλξης στο κεφάλαιο 2. Πιο συγκεκριμένα το μαθηματικό μοντέλο περιλαμβάνει τα εξής :

1. Υπολογισμός της χαρακτηριστικής καμπύλης δύναμης έλξης Z_M της μηχανής :

$$Z_M = n * 270 * N/V * 10 \text{ (N)}$$

Όπου :

N , η ισχύς της μηχανής

V (km/h) , η ταχύτητα

$n = 0.94$, ο βαθμός απόδοσης της μηχανής

Υπολογισμός της ειδικής δύναμης έλξης z_M (‰) της μηχανής :

$$z_M = Z_M / G \text{ (‰) ή (kg / t) ή (N/kN)}$$

Όπου :

Z_M , η χαρακτηριστική δύναμη έλξης της μηχανής

$$G = G_a + G_e$$

Όπου :

G , το συνολικό βάρος του συρμού

G_e το βάρος των επιβατών σε όλο τον συρμό

G_a το βάρος του άφορτου συρμού

2. Υπολογισμός της δύναμης τριβής Z_T :

$$Z_T = \mu * G_{KA} \text{ (KN)}$$

Όπου :

$\mu = 0.16$, ο συντελεστής πρόσφυσης

G_{KA} το βάρος επί των κινητήριων αξόνων

Υπολογισμός της ειδικής δύναμης τριβής z_T (‰):

$$z_T = Z_T / G \text{ (‰)} \text{ ή } (\text{kg} / \text{t}) \text{ ή } (\text{N} / \text{KN})$$

3. Υπολογισμός της ειδικής αντίστασης w_o :

$$w_o = 1.3 + V^2 / 1300 \text{ (‰)} \text{ ή } (\text{N} / \text{KN})$$

Όπου :

V (km/h) , η ταχύτητα

4. Υπολογισμός της ειδικής αντίστασης γραμμής w_γ :

Ως αντίσταση γραμμής , νοείται η αντίσταση που προκαλεί η γεωμετρία γραμμής (οι κλίσεις και οι οριζοντιογραφικές καμπύλες).

Η ειδική αντίσταση γραμμής εκφράζεται σε(‰) και δίνεται από το τύπο:

$$w_\gamma = w_s + w_k \text{ (‰)} \text{ ή } (\text{N} / \text{KN}) \text{ , όπου}$$

$$w_k = 500 / (R - 30) \text{ (‰)} \text{ ή } (\text{N} / \text{KN}) \text{ για } R < 300 \text{ m}$$

$$w_k = 650 / (R - 55) (\%) \text{ ή } (N / KN) \text{ για } R \geq 300 \text{ m}$$

και

$$w_s = s (\%) \text{ ή } (N / KN)$$

5. Υπολογισμός της εναπομένουσας δύναμης P επιτάχυνσης του συρμού:

Από το διάγραμμα έλξης – ταχύτητας – αντιστάσεων, προκύπτει η εναπομένουσα δύναμη επιτάχυνσης $P(\%)$, ως εξής :

$$P = \min(z_M - w_o, z_T - w_o).$$

6. Υπολογισμός στοιχείων για τον πίνακα του διαγράμματος πορείας του συρμού:

- υπολογίζεται το:
 - $k = 1000 \cdot \rho / 9,81 / 26$
 - $\rho = 1.06$ (όπου ρ ο συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών)
- $z_b = 1000 \cdot \rho \cdot b / 9.81$, $z_b = P - w_\gamma$
- $\Delta l = k \cdot (V_2^2 - V_1^2) \cdot 1 / z_b \text{ (m)}$
- $\Delta t = \Delta l / V_m = 7.2 \cdot \Delta l / (V_2 + V_1) \text{ (sec)}$
- $L_{\pi\epsilon\delta} = V^2 / (26 \cdot b) \text{ (m)}$
- $t_{\pi\epsilon\delta} = V / (3.6 \cdot b) \text{ (sec)}$

6.3 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα δεδομένα που υπήρχαν ήταν:

- οι μέγιστες ταχύτητες που μπορούν να αναπτυχθούν στο δίκτυο και που εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά της γραμμής .Αυτές οι ταχύτητες για το ίδιο τμήμα γραμμής μπορεί να είναι διαφορετικές ανάλογα με την κατεύθυνση κίνησης του συρμού.
- η χάραξη της γραμμής .Πιο συγκεκριμένα, απαραίτητη ήταν η κατάτμηση της γραμμής σε τμήματα στα οποία η μέγιστη ταχύτητα, η κατά μήκος κλίση και η ακτίνα των καμπυλών θα ήταν σταθερή. Αν και υπήρχε η «Μελέτη Διερεύνησης Χωρητικότητας Στη Γραμμή ΗΣΑΠ» (1997-Μελετητές κ.Λυμπερήs ,κ.Μπαλλής) η διαδικασία της κατάτμησης έπρεπε να ξαναγίνει μιας και η χάραξη έχει τροποποιηθεί έκτοτε.
- Οι αποστάσεις μεταξύ των στάσεων και
- τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υπό μελέτη συρμών.

6.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

Οι παραδοχές σύμφωνα με τις οποίες έγιναν οι θεωρητικοί υπολογισμοί ήταν οι εξής :

- Οι τύποι υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι από τους Γερμανικούς κανονισμούς και είναι αυτοί που χρησιμοποιεί ο Η.Σ.Α.Π.
- Η απόσταση δύο διαδοχικών αποβάθρων μετρείται από εκεί που σταματάει η καμπύνα του οδηγού
- Γίνεται εξάντληση των δυνατοτήτων γραμμής –συρμού (η μέγιστη επιτάχυνση είναι 1m/sec^2 και η μέγιστη επιβράδυνση είναι $1,1\text{m/sec}^2$)
- ο τρόπος οδήγησης λαμβάνει υπόψη τον παράγοντα ενέργεια
- θεωρείται ότι στο επόμενο τμήμα αποκλεισμού της γραμμής δεν υπάρχει άλλος συρμός
- το μ λαμβάνεται 0,16 εξαιτίας των καιρικών συνθηκών και των δύο ημερών των μετρήσεων
- το θεωρητικό διάγραμμα προκύπτει ως συνάρτηση πολλών μεταβλητών. Άλλες από αυτές είναι σταθερές και θεωρούνται a priori μοναδικές (όπως τα φορτία από τα ίδια βάρη συρμού) ,ενώ άλλες υποθετικές. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται η υπόθεση πως το μέσο βάρος των επιβατών είναι 65 Kg, όπως επίσης και ο συγκεκριμένος αριθμός επιβατών (στα θεωρητικά επιλέχτηκε μια δυσμενέστερη περίπτωση των 1224 ατόμων),

6.5 ΣΕΝΑΡΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Σενάριο πρώτο: κατασκευάζονται τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού θεωρώντας ότι εξαντλούνται οι δυνατότητες του δικτύου.

Σενάριο δεύτερο: κατασκευάζονται τα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού ,εισάγοντας αυτή τη φορά στον υπολογισμό του χρόνου ταξιδιού την έννοια της επιτάχυνσης ελεύθερης κύλισης .Αυτή η έννοια έχει νόημα μόνο κατά τη διεύθυνση Πειραιάς –Κηφισιά (άνοδος) όπου η γραμμή είναι στο μεγαλύτερο μέρος της ανωφερική. Η χειροκίνητη οδήγηση των συρμών του Η.Σ.Α.Π. δεν ευνοεί τη «συνεχή ρύθμιση» (τρόπος οδήγησης). Στην περίπτωση αυτή ,η οδήγηση απαιτεί την επιτάχυνση του συρμού κατά την έξοδό του από το σταθμό μέχρι την επίτευξη μιας ταχύτητας κατά την οποία η αντίσταση επιτάχυνσης του συρμού ελαχιστοποιείται και στην συνέχεια επιβάλλεται απορρύθμιση .Κατά την απορρύθμιση εμφανίζονται τιμές επιβράδυνσης του συρμού πολύ μικρότερες της επιβράδυνσης κατά την πέδηση.

Αυτές υπολογίζονται από τη σχέση:

$$b_a = -(g \cdot (s + w_0)) / (\rho \cdot 1000)$$

όπου

b_a , η απορρύθμιση

g , η επιτάχυνση της βαρύτητας

s , η κατά μήκος κλίση

w_0 , η ειδική αντίσταση

ρ , ο συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών

7 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΡΕΙΑΣ

7.1 Διαγράμματα από μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο

Για να επιτευχθεί ο στόχος της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε η διαδρομή Κάτω Πατήσια – Αγ.Ελευθέριος (Άνοδος) και Αγ.Ελευθέριος – Κάτω Πατήσια (Κάθοδος), για να παρουσιαστούν τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Το συγκεκριμένο τμήμα της γραμμής κρίνεται ως αντιπροσωπευτικό, τόσο κατά την άνοδο (Κ.Πατήσια – Αγ.Ελευθέριος), όσο κατά την κάθοδο (Αγ.Ελευθέριος – Κ.Πατήσια).

Το τμήμα Αγ. Ελευθέριος – Κ. Πατήσια χαρακτηρίζεται από μάλλον ομαλή κλίση, ενώ εντοπίζεται και μια καμπύλη κατά μήκος του. Το εν λόγω τμήμα επιλέχθηκε με γνώμονα την αντιπροσωπευτικότητα των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του, δηλαδή της κλίσης και της καμπύλης, ώστε να μπορεί να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν καλύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων, για όλη τη διαδρομή.

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας δηλαδή η χιλιομετρική θέση (Position), η κατά μήκος κλίση S, η ακτίνα R και η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στα αντίστοιχα τμήματα.

ID	Position	S	R	Vmax
1	13738	0,001209	0	60
2	13805	0,002221	0	60
3	13928	0,025435	0	60
4	14102	0,024893	0	60
5	14177	0,024893	598	60
6	14260	0,011316	598	60
7	14292	0,011316	0	60
8	14629	0,005194	0	60

Πίνακας 4 Στοιχεία Χάραξης Άνοδος

ID	Position	S	R	Vmax
1	14550	-0,004885	0	60
2	14308	-0,004885	0	70
3	14264	-0,010974	0	70
4	14176	-0,010974	601	70
5	14105	-0,02529	601	70
6	13809	-0,02529	0	70
7	13785	-0,001798	0	70

Πίνακας 5 Στοιχεία Χάραξης Κάθοδος



Εικόνα 14 Σταθμός Κάτω Πατησίων

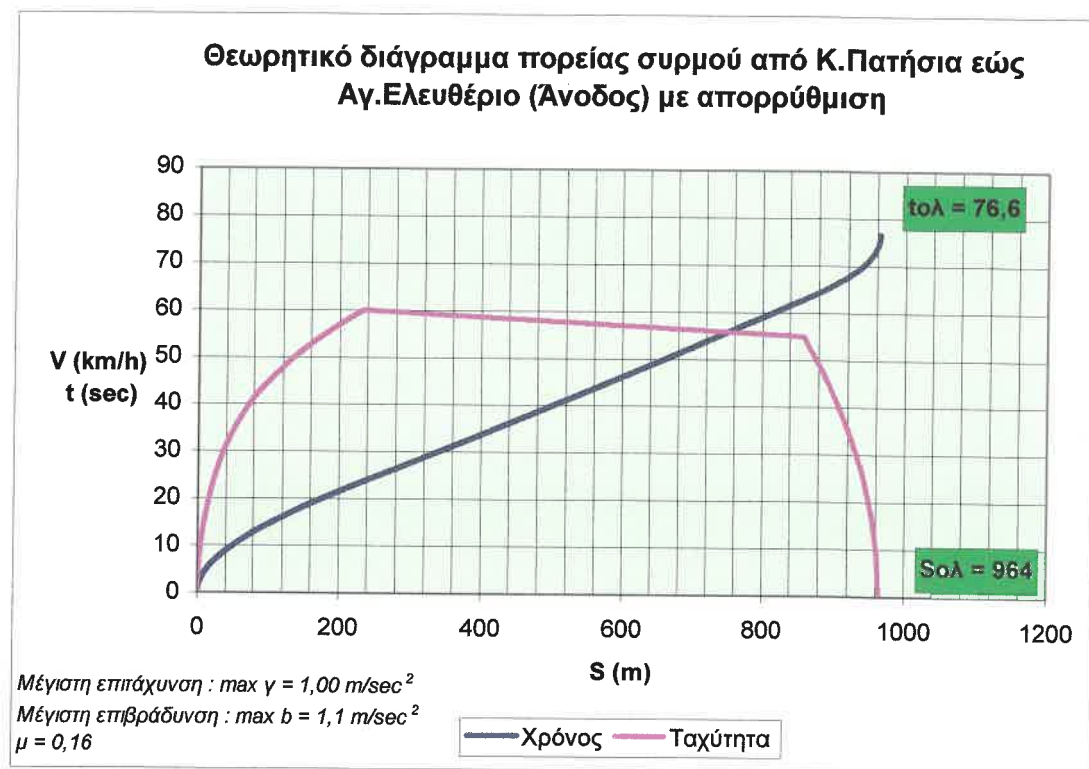


Εικόνα 15 Σταθμός Αγ.Ελευθερίου

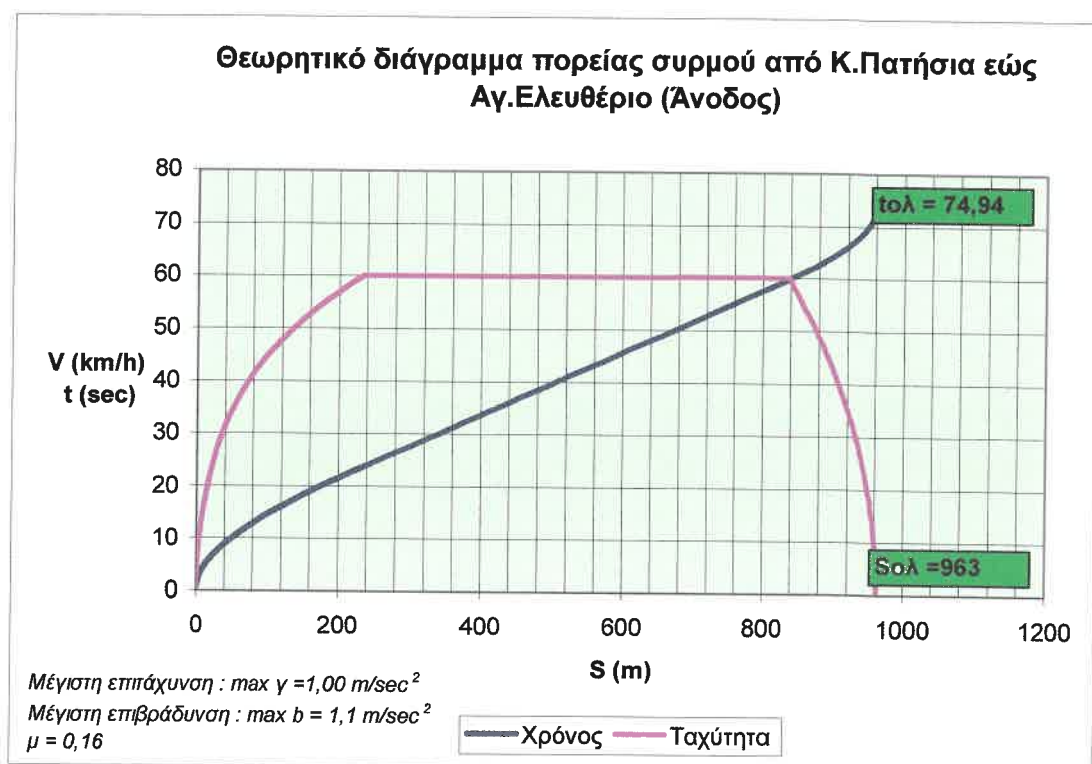
7.2 ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ –ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ (ΑΝΟΔΟΣ)

7.2.1 Διαγράμματα από θεωρητικό μοντέλο

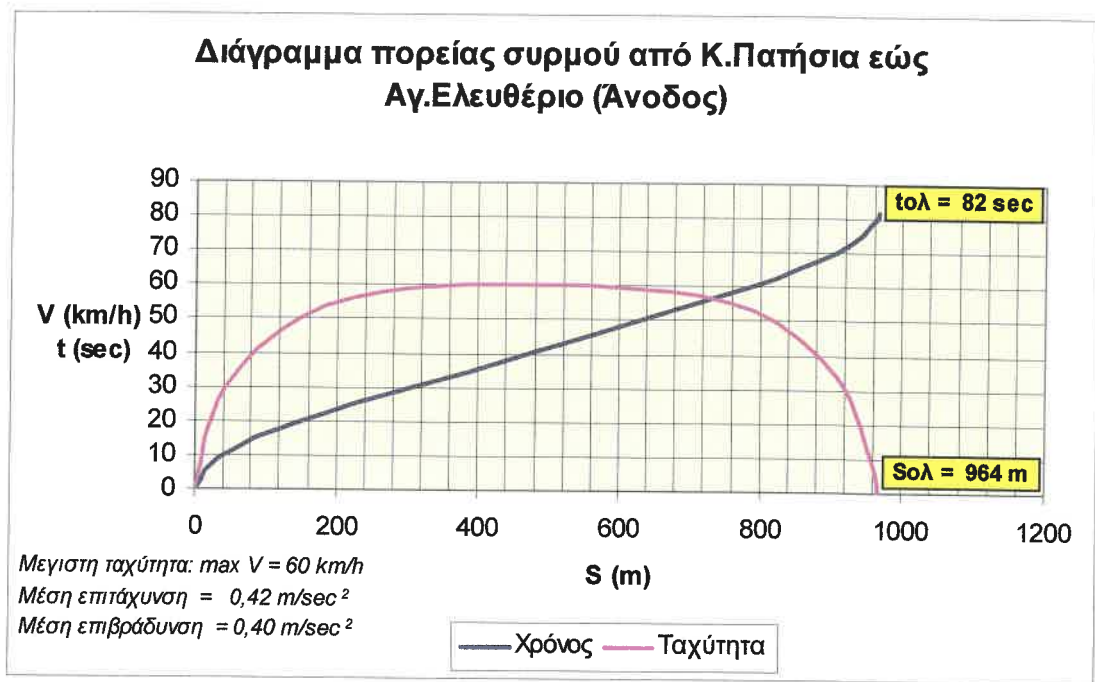
Διάγραμμα με απορρύθμιση



Διάγραμμα χωρίς απορρύθμιση

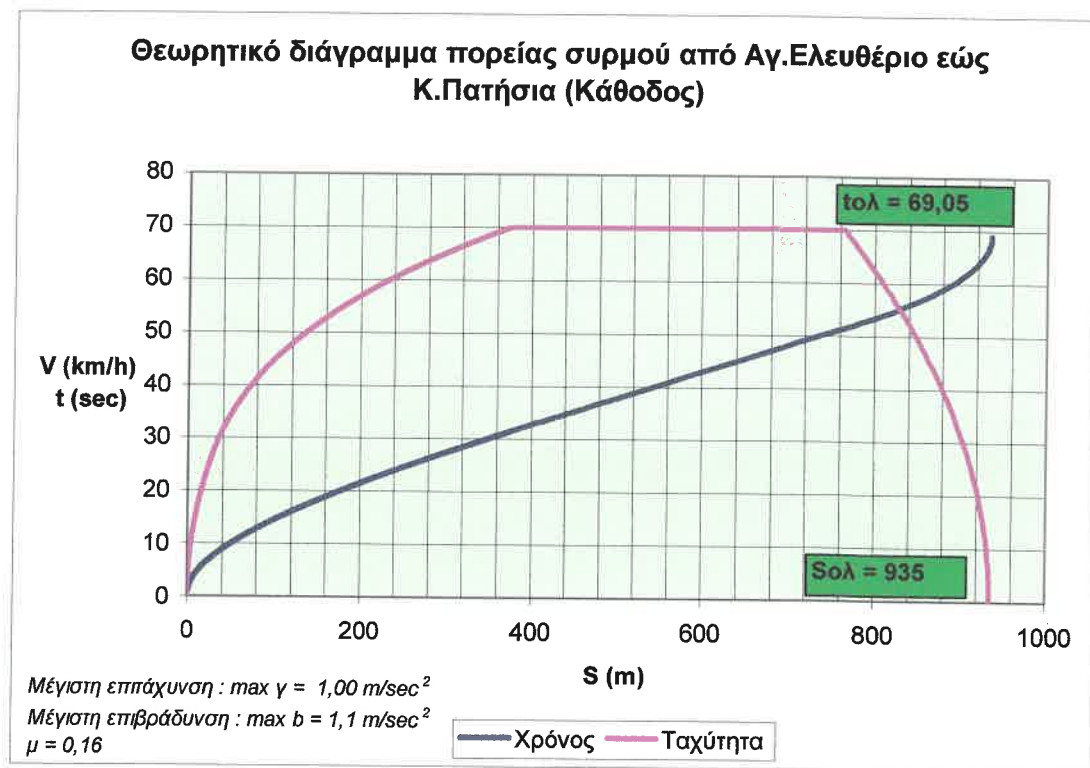


7.2.2 Διάγραμμα από μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο

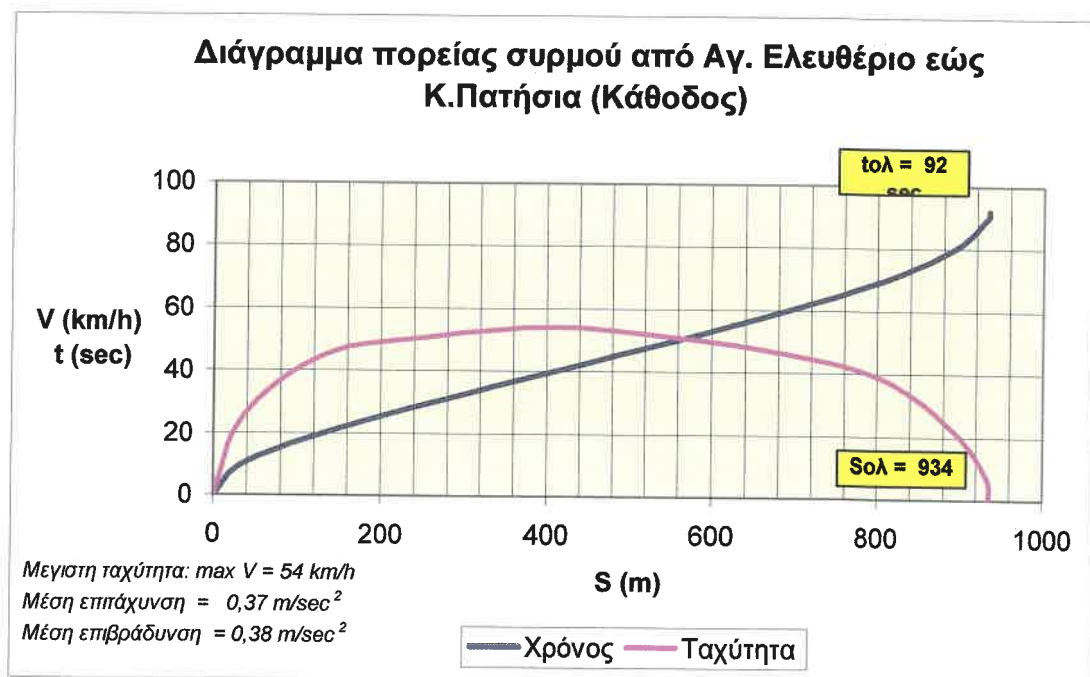


7.3 ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ– ΚΑΤΩ ΠΑΤΗΣΙΑ (ΚΑΘΟΔΟΣ)

7.3.1 Διάγραμμα από θεωρητικό μοντέλο



7.3.2 Διάγραμμα από μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο



8 ΑΝΑΛΥΣΗ-ΣΥΓΚΡΙΣΗ

8.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ

το θεωρητικό και το πρακτικό διάγραμμα συγκρίνονται ως προς τα παρακάτω μεγέθη :

- ◆ Την επιτάχυνση γ ,
- ◆ Την επιβράδυνση b ,
- ◆ Την μέγιστη ταχύτητα του συρμού,
- ◆ Τον χρόνο που διατηρεί την ταχύτητα αυτή,
- ◆ Τον συντελεστή πρόσφυσης μ ,
- ◆ Τον συνολικό χρόνο διαδρομής $t_{ολ}$,
- ◆ Τον χρόνο που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός του θεωρητικού και του πρακτικού διαγράμματος

8.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΟΡΕΙΑΣ

8.2.1 Άνοδος

Στο θεωρητικό διάγραμμα χωρίς απορρύθμιση τα εν λόγω μεγέθη είναι :

- ◆ Μέγιστη επιτάχυνση $\gamma=1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ επιβράδυνση $b=1,1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{max}=60\text{km/h}$,
- ◆ χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή $t=36\text{sec}$,
- ◆ συντελεστή πρόσφυσης $\mu=0,16$,
- ◆ συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{ολ}=74,94 \text{ sec}$,
- ◆ χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός $t=24\text{sec}$

Στο θεωρητικό διάγραμμα με απορρύθμιση τα εν λόγω μεγέθη είναι :

- ◆ Μέγιστη επιτάχυνση $\gamma=1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ επιβράδυνση $b=1,1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{max}=60\text{km/h}$,
- ◆ χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή: **την επιτυγχάνει στιγμιαία**,
- ◆ συντελεστής πρόσφυσης $\mu=0,16$,
- ◆ συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{ολ}=76,6 \text{ sec}$,
- ◆ χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός $t=24\text{sec}$

Στο πρακτικό διάγραμμα τα εν λόγω μεγέθη είναι :

- ◆ Μέση επιτάχυνση $\gamma=0,42 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ Μέση επιβράδυνση $b=0,40 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{max}=60\text{km/h}$,
- ◆ χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή $t=20\text{sec}$,
- ◆ συντελεστής πρόσφυσης μ **μεταβλητό**,
- ◆ συνολικό χρόνο διαδρομής $t_{ολ}=82\text{sec}$,
- ◆ χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός $t=30\text{sec}$

8.2.2 Κάθοδος

Στο θεωρητικό διάγραμμα τα εν λόγω μεγέθη είναι :

- ◆ Μέγιστη επιτάχυνση $\gamma=1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ επιβράδυνση $b=1,1 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{\max}=70 \text{ km/h}$,
- ◆ χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή $t=20 \text{ sec}$,
- ◆ συντελεστή πρόσφυσης $\mu=0,16$,
- ◆ συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{\text{ολ}}=69,05 \text{ sec}$,
- ◆ χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός $t=30 \text{ sec}$

Στο πρακτικό διάγραμμα τα εν λόγω μεγέθη είναι :

- ◆ Μέση επιτάχυνση $\gamma=0,37 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ Μέση επιβράδυνση $b=0,38 \text{ m/sec}^2$,
- ◆ μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{\max}=54 \text{ km/h}$,
- ◆ χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή $t=10 \text{ sec}$,
- ◆ συντελεστής πρόσφυσης μ μεταβλητό,
- ◆ συνολικό χρόνο διαδρομής $t_{\text{ολ}}=92 \text{ sec}$,
- ◆ χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός $t=50 \text{ sec}$

Σε όλα τα θεωρητικά διαγράμματα η μέγιστη επιτάχυνση $\gamma=1 \text{ m/sec}^2$ και η επιβράδυνση $b=1,1 \text{ m/sec}^2$ και στην άνοδο και στην κάθοδο έχουν τις ίδιες τιμές. Η επιβράδυνση b εισάγεται στον αλγόριθμο με αυτή την τιμή, ενώ η επιτάχυνση προκύπτει από την εναπομένουσα δύναμη επιτάχυνσης.

Στην άνοδο στο πρακτικό διάγραμμα τα εν λόγω μεγέθη είναι :

Μέση επιτάχυνση $\gamma=0,42 \text{ m/sec}^2$,
Μέση επιβράδυνση $b=0,40 \text{ m/sec}^2$
ενώ στην κάθοδο:
Μέση επιτάχυνση $\gamma=0,37 \text{ m/sec}^2$
Μέση επιβράδυνση $b=0,38 \text{ m/sec}^2$

Η μέγιστη ταχύτητα του συρμού $V_{\max}$ στην άνοδο είναι 60 km/h και στα τρία διαγράμματα, ενώ στην κάθοδο είναι 70 km/h στο θεωρητικό και 54 km/h στο πρακτικό.

Ο χρόνος που διατηρεί την ταχύτητα αυτή στο θεωρητικό διάγραμμα χωρίς απορρύθμιση στην άνοδο είναι $t=36 \text{ sec}$, στο θεωρητικό διάγραμμα με απορρύθμιση στην άνοδο την επιτυγχάνει στιγμιαία, στο πρακτικό είναι $t=20 \text{ sec}$, ενώ αντίστοιχα στην κάθοδο στο θεωρητικό διάγραμμα είναι $t=20 \text{ sec}$ στο πρακτικό $t=10 \text{ sec}$

Ο συντελεστής πρόσφυσης μ στα θεωρητικά διαγράμματα ελήφθη ίσος με $0,16$ ενώ στα πρακτικά μεταβάλλεται.

άνοδος :

Στο θεωρητικό διάγραμμα χωρίς απορρύθμιση ο συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{ολ}=74,94 \text{ sec}$ η απορρύθμιση κατεβάζει τον χρόνο διαδρομής στα $t_{ολ}=76,6 \text{ sec}$.

Στο πρακτικό διάγραμμα $t_{ολ}=82 \text{ sec}$

κάθοδος :

Στο θεωρητικό διάγραμμα ο συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{ολ}=69,05 \text{ sec}$

Στο πρακτικό διάγραμμα ο συνολικός χρόνος διαδρομής $t_{ολ}=92 \text{ sec}$

άνοδος:

Στα θεωρητικά διαγράμματα ο χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός είναι $t=24 \text{ sec}$, ενώ στο πρακτικό $t=30 \text{ sec}$

κάθοδος :

Στα θεωρητικά διαγράμματα ο χρόνος που απαιτείται για να επιτύχει τη μέγιστη ταχύτητα ο συρμός είναι $t=30 \text{ sec}$

Στο πρακτικό διάγραμμα είναι $t=50 \text{ sec}$

8.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Το εξεταζόμενο τμήμα (Κ.Πατήσια –Αγ.Ελευθέριος) έχει την ιδιαιτερότητα ότι η μέγιστη ταχύτητα που αναπτύσσεται τόσο στο θεωρητικό όσο και στο πρακτικό είναι κοινή και ίση με 60 Km/h . Αυτό καθιστά ακόμα πιο αξιόπιστη την ανάλυση. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα στο τμήμα είναι 60 Km/h και άρα εύκολα συμπεραίνεται πως ο μηχανοδηγός εξάντλησε την παράμετρο αυτή της ταχύτητας. Συνεπώς, οι όποιες διαφορές μεταξύ θεωρητικών δυνατοτήτων και πρακτικών ικανοτήτων, οφείλονται σε άλλες παραμέτρους και όχι στην ταχύτητα.

Κατά την σύγκριση του θεωρητικού και του πρακτικού διαγράμματος παρατηρείται διαφορά στο ρυθμό επιτάχυνσης η οποία οδηγεί στην διαφορετική χρονική άρα και χωρική στιγμή όπου ο συρμός αποκτά την μέγιστη ταχύτητα.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα είναι 70 Km/h όπου στο θεωρητικό διάγραμμα ο συρμός την συντηρεί για ένα διάστημα περίπου 400 μέτρων . Στον αντίποδα, ο μηχανοδηγός είχε ως μέγιστη ταχύτητα 54 Km/h χωρίς να υπάρχει έκτακτος λόγος. Το αποτέλεσμα: η σημαντικότερη χρονική διαφορά των 23 δευτερολέπτων σε ένα μόνο τμήμα. Η σημασία αυτού του ανθρώπινου παράγοντα είναι τέτοια που οποιαδήποτε άλλη αιτιότητα υποβαθμίζεται.

Συνεχίζοντας την ποιοτική πάντα συγκριτική προσέγγιση, πρέπει να επισημανθεί ο παράγοντας συντελεστής πρόσφυσης. Η ντετερμινιστική φύση του συντελεστή είναι δυναμική και συνάρτηση αφενός της ταχύτητας και αφετέρου των καιρικών συνθηκών σε μικροκλίμακα. Αν είναι δυνατή η δυναμική προσομοίωση του συντελεστή πρόσφυσης ως συνάρτηση της ταχύτητας μέσω αποδεδειγμένων μαθηματικών μοντέλων, είναι σχεδόν αδύνατη η προσομοίωση του ως συνάρτηση των καιρικών συνθηκών. Για τον λόγο αυτό επιλέχθηκε ένας σταθερός και συντηρητικός συντελεστής πρόσφυσης. Ο συντελεστής πρόσφυσης παίζει σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό της εναπομένουσας δύναμης.

Ενδελεχής ανάλυση της συμπεριφοράς του συντελεστή πρόσφυσης ακολουθεί, καθώς και πως αυτός συντελεί στο προσδιορισμό της βέλτιστης οδήγησης. Κατά τη διάρκεια υπολογισμού των θεωρητικών διαγραμμάτων ελήφθη συντελεστής πρόσφυσης 0.16 λαμβάνοντας τις βροχερές συνθήκες και των δύο ημερών των μετρήσεων.

Το γεγονός αυτό μειώνει την εναπομένουσα δύναμη επιτάχυνσης σε εύρος ταχυτήτων όπως αυτό επηρεάζεται από την Z , σε ένα διάγραμμα $P-V$.

Τούτο συνεπάγεται πως η έναρξη επιρροής της δύναμης έλξεως για τον προσδιορισμό της P εκκινεί για μεγάλες ταχύτητες (70Km/h). Όμως κατά την διαδρομή Αγ. Ελευθέριος- Κ. Πατήσια η ταχύτητα δεν υπερβαίνει ποτέ τα 60km/h και η P εξαρτάται μόνο από την διαφορά $z_t - w_o$. Κατά την διάρκεια της επιτάχυνσης τα w_o κυμαίνονται από 1.3 σε 4.2. Λαμβάνοντας αυτές τις αντιστάσεις υπολογίζεται η Z_t για διάφορες ταχύτητες και επαληθεύεται η δυναμική συμπεριφορά του μ σαν συνάρτηση της ταχύτητας και σαν συνάρτηση σύζευξης. Ο συντελεστής πρόσφυσης κυμάνθηκε πρακτικά από 0,13 ως 0,18 με μέγιστη τιμή στα 60 km/h. Από την διερεύνηση αυτή επαληθεύεται η σωστή λήψη ενός μέσου όρου του συντελεστή μ με τιμή 0,16.

Ως γνωστό ο συντελεστής πρόσφυσης μ , εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, γεωγραφική θέση σε σχέση με τη θάλασσα, καιρικές συνθήκες). Για παράδειγμα, υπό συνθήκες βροχής το μ μειώνεται με αποτέλεσμα την μείωση του P από τις αρχικές κιόλας ταχύτητες. Όταν το μ μειώνεται μεγαλώνει το εύρος της ταχύτητας για το οποίο το P επηρεάζεται από το Z_t . Έτσι για χαμηλά μ έχουμε δυσμενέστερες συνθήκες αφού δεν μπορεί να επιτευχθεί η βέλτιστη τιμή της P . Έτσι, ενώ η δύναμη έλξης θα μπορούσε να πετύχει καλύτερες επιταχύνσεις ουσιαστικά η οδήγηση επηρεάζεται μόνο από την Z_t . Η επιρροή της από Z_t είναι κάτι μη επιθυμητό και οδηγεί σε μειωμένες ταχύτητες, επιταχύνσεις και αύξηση των χρόνων διαδρομής καθώς και ενέργειας. Άρα αν πρέπει να ληφθεί ένα μέτρο είναι αύξηση του συντελεστή πρόσφυσης κατά τρόπο τέτοιο ώστε να μην υπερβαίνει την Z_{μ} για μεγάλο εύρος ταχύτητας και έτσι να εκμεταλλεύεται στο έπακρον η δύναμη της έλξης. Φυσικά αυτό θα πρέπει να προσαρμοστεί στις ομαλές συνθήκες επιβατικής αίσθησης. Συνοπτικά ο προσδιορισμός του συντελεστή πρόσφυσης βασίζεται στη παρακάτω αλληλουχία συναρτήσεων:

$$Z_b = f(\gamma, \rho, g)$$

$$P = f(Z_b, W_v)$$

$$Z_t = f(P, W_o) \text{ αφού αποδεικνύεται ότι για όλο το εύρος των ταχυτήτων η κίνηση ελέγχεται από } Z_t.$$

$$\mu = f(Z_t, G)$$

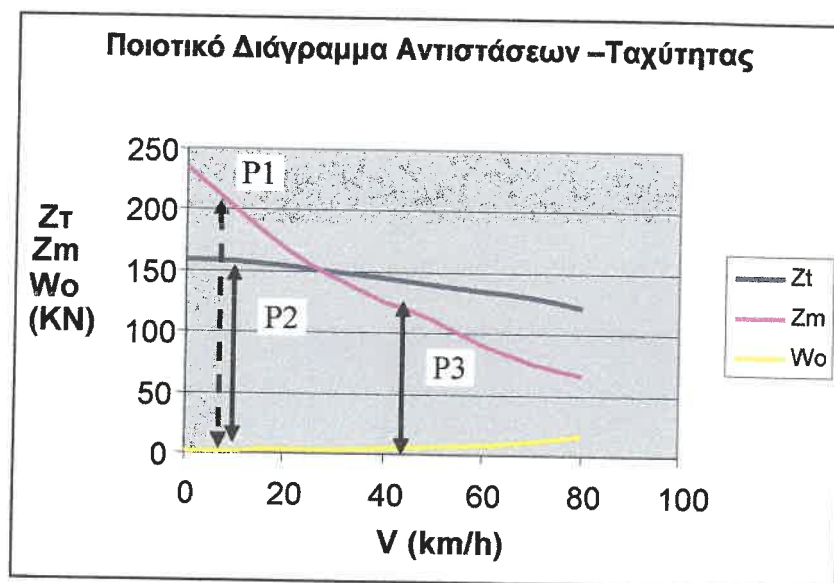
Αναλυτικά παρουσιάζεται η μεταβολή των συντελεστών πρόσφυσης για διάφορες ταχύτητες κατά την επιτάχυνση και για το τμήμα της ανόδου στην εν λόγω διαδρομή.

Εναρκτήριο		Τελικός			
Κ. Πατήσια		Αγ. Ελευθέριος			
Χρόνος (sec)	Ταχύτητα (Km/h)	Ταχύτητα (m/sec)	Επιτάχυνση ως t_{i+1}	Συνολικό Διανυόμενο Μήκος	Συντελεστής πρόσφυσης μ
0	0	0		0	0,181
10	25	6,9	0,69	34,5	0,158
20	41	11,4	0,45	126	0,146
30	56	15,6	0,42	261	0,137
40	60	16,7	0,11	422,5	0,135
50	61	16,9	0,02	590,5	0,134
60	56	15,6	-0,13	753	
70	33	9,2	-0,64	877	
80	5	1,4	-0,78	930	
83	0	0	-0,46	932,1	

Πίνακας 6 μεταβολή των συντελεστών πρόσφυσης για διάφορες ταχύτητες κατά την επιτάχυνση και για το τμήμα της ανόδου

Διάγραμμα αντιστάσεων – ταχύτητας

Η διερεύνηση του αντιστάσεων – ταχύτητας που έχει παρουσιαστεί και στο θεωρητικό υπόβαθρο (κεφάλαιο 2) μπορεί να αποτελέσει ένα άριστο εργαλείο για τον προσδιορισμό και την πρόταση μιας βέλτιστης οδήγησης αναγνωρίζοντας τις δρώσες μεταβλητές σε αυτό. Κρίνεται σκόπιμη σε αυτό το σημείο η θεωρητική διερεύνηση του διαγράμματος για τον εντοπισμό των μεταβλητών καθώς και των συσχετίσεων που σχετίζονται με τη γεωμετρία της χάραξης όπως επίσης και με την πολιτική ως προς τον τρόπο οδήγησης.



Σύμφωνα με τη θεωρία του εναπομένουσας δύναμης έλξης, αυτή ορίζεται από τον τύπο,

$$P = \min (Z_M - W_o, Z_T - W_o)$$

Η εναπομένουσα δύναμη P εκφράζει το μέγεθος της μεταβολής της ταχύτητας και η σχέση με την επιτάχυνση είναι αναλογική. Η παρατήρηση των μεγεθών εξάγει σημαντικά συμπεράσματα. Έτσι, αύξηση των Z_M και Z_T και μείωση των αντιστάσεων κύλισης οδηγεί σε αύξηση του P . Αυτό καταρχήν θεωρείται θεμιτό αλλά πρέπει να ληφθούν και άλλοι παράγοντες σύζευξης οι οποίοι δεν υπολογίζονται σε μια ομαλή λειτουργική χρήση των μέσων του Η.Σ.Α.Π. Χαρακτηριστικά η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας μέσω ρεύματος, η μόλυνση του περιβάλλοντος καθώς και η ευχάριστη αίσθηση μεταφοράς του επιβατικού κοινού είναι υπολογίσιμοι παράμετροι οι οποίοι πάντα πρέπει να υπολογίζονται όπως αυτοί οροθετούνται από την κατασκευάστρια εταιρία.

Συνακόλουθα, η θεωρητική αύξηση του Z_M επιτρέπει άμεση επίτευξη επιθυμητών ταχυτήτων σε γρήγορο χρόνο. Πάντα όμως οποιαδήποτε αύξηση πρέπει να ελέγχεται από τους περιβαλλοντικούς και λειτουργικούς προσδιορισμούς. Επιχειρώντας μια πρώτη εμβάθυνση στη συνάρτηση του Z_M , αύξηση του Z_M επιτυγχάνεται είτε:

- με αλλαγή της ισχύος (αλλαγή μηχανών),
- είτε με συντήρηση του βαθμού απόδοσης (καλή συντήρηση ή ανανέωση στόλου).

Το Z_T έχει σχολιαστεί παραπάνω και πως επιτυγχάνεται η βελτίωση του συντελεστή πρόσφυσης. Παράλληλα, μείωση των συντελεστών αντιστάσεων επιτυγχάνεται :

- μέσω βελτίωσης της αεροδυναμικής (W_0) ,ή
- μέσω του συντελεστή γραμμής (λιγότερες οριζοντιογραφικές καμπύλες και ομαλότερες κλίσεις).

Αν μάλιστα θεωρήσουμε ως δεδομένη την Z_M λόγω κατασκευαστικών χαρακτηριστικών, το κύριο ενδιαφέρον του συγκοινωνιολόγου εστιάζεται στον έλεγχο του Z_T και του W_0 . Το W_0 απαιτεί ομαλές χαράξεις και λίγες οριζοντιογραφίες. Η μέγιστη όμως επιρροή επιτυγχάνεται από το Z_T . Η βέλτιστη συνθήκη έπεται της ταύτισης του διαγράμματος Z_M-V και Z_T-V . Αυτό όμως είναι ουτοπικό αφού αρχικά η Z_T είναι συνάρτηση σχεδόν σταθερή με μεταβαλλόμενη ταχύτητα ενώ η Z_M είναι έντονα καθοδική με μεγάλες τιμές στις αρχικές ταχύτητες και χαμηλές στις μεγάλες. Τελικά θα έπρεπε για όλο το εύρος των ταχυτήτων η P να ελέγχεται από την Z_M . Αυτό γίνεται με μεγάλο συντελεστή πρόσφυσης. Μεγάλος όμως συντελεστής πρόσφυσης δημιουργεί έντονες τριβές, υψηλές θερμοκρασίες, φθορές που συγκρούονται με την αντοχή των υλικών κατασκευής της γραμμής και του συρμού.

Πρακτικά, εξαιτίας του χαμηλού συντελεστή πρόσφυσης κατά την διάρκεια των μετρήσεων ($\mu=0.16$) με την χρήση των αναλυτικών διαδικασιών η κίνηση του συρμού ελέγχεται για όλο το φάσμα των ταχυτήτων από την Z_T . Ανάλυση έδειξε πως μετά τα 70 km/h το Z_M ελέγχει την κίνηση. Στο παρόν τμήμα η μέγιστη επιτρεπόμενη λόγω χάραξης είναι τα 60 Km/h. Αντίθετα, αν επικρατούσαν ξηρές συνθήκες τότε ο έλεγχος του P από την Z_M θα άρχιζε από τα 45 km/h. Άρα ένα μέτρο είναι η υπογειοποίηση των γραμμών του ΗΣΑΠ.

Ένας άλλος παράγοντας είναι η υπόθεση της απόδοσης της μηχανής. Οι συρμοί της 11ης παραλαβής παρελήφθησαν το διάστημα 2000-2003 ενώ η υπόθεση μας απαντάται στα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευάστριας εταιρίας με αποτέλεσμα και η ίδια η χαρακτηριστική καμπύλη δύναμης έλξης της μηχανής να τίθεται σε ερώτημα.

Γίνεται εύκολα αντιληπτό πώς η προσομοίωση της έλξης συρμού είναι ένα αναδιπλούμενο σύστημα με τις μεταβλητές ιδιαίτερα τρωτές σε πολλά σημεία.

Η παραπάνω ανάλυση δεν πρέπει να αμελείται κατά την σύγκριση μεταξύ θεωρητικών και πρακτικών διαγραμμάτων πορείας. Εντούτοις, η χρονική διαφορά των 7 δευτερολέπτων είναι αξιοσημείωτη και ως τέτοια πρέπει να αντιμετωπίζεται. Η ανάλυση του συγκεκριμένου τμήματος προσπάθησε τελικά να επιβεβαιώσει την πολυδιάστατη φύση του προβλήματος και τετελεσμένη παραγωγή συμπερασμάτων μάλλον κρίνεται άστοχη.

Ακόμα και ο παράγοντας εξοικονόμηση ενέργειας ο οποίος εκφράζεται μέσω της απορρύθμισης μειώνει αυτή τη διαφορά κατά 1 δευτερόλεπτο. 6 δευτερόλεπτα απαντώνται ακόμα.

Κατόπιν της παραπάνω ανάλυσης παρατίθενται συγκεντρωτικοί πίνακες που παρουσιάζουν τους χρόνους διαδρομής στην γραμμολογία του ΗΣΑΠ για την άνοδο και την κάθοδο. Παρουσιάζονται τόσο οι σε πραγματικό χρόνο και συνθήκες μετρήσεις όπως επίσης και οι βέλτιστες μετρήσεις χρόνων όπως προκύπτουν από την εφαρμογή του αλγορίθμου.

ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑ

Ημερομηνία:	9/5/2006	18/5/2006			
	Μέτρηση 1 (sec)	Μέτρηση 2 (sec)	Μέσος όρος των 2 μετρήσεων (sec)	Θεωρητικός χρόνος (sec)	Απορρύθμιση
Ωρα εκκίνησης μετρήσεων:	9:00	15:00			
ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ΦΑΛΗΡΟ	184	196	190	165	179
ΦΑΛΗΡΟ - ΜΟΣΧΑΤΟ	140	153	147	119	125
ΜΟΣΧΑΤΟ - ΚΑΛΛΙΘΕΑ	109	108	109	95	105
ΚΑΛΛΙΘΕΑ - ΤΑΥΡΟΣ	65	67	66	50	50
ΤΑΥΡΟΣ - ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	80	80	80	76	77
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ - ΘΗΣΕΙΟ	123	128	126	90	100
ΘΗΣΕΙΟ - ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	58	60	59	60	60
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ - ΟΜΟΝΟΙΑ	100	110	105	86	88
ΟΜΟΝΟΙΑ - ΒΙΚΤΩΡΙΑ	88	90	89	75	83
ΒΙΚΤΩΡΙΑ - ΑΤΤΙΚΗ	129	134	132	116	126
ΑΤΤΙΚΗ - Α. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	87	85	86	72	78
Α. ΝΙΚΟΛΑΟΣ - Κ.ΠΑΤΗΣΙΑ	57	57	57	47	47
Κ. ΠΑΤΗΣΙΑ - ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	83	81	82	75	77
ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ - Α. ΠΑΤΗΣΙΑ	67	67	67	55	58
Α. ΠΑΤΗΣΙΑ - ΠΕΡΙΣΣΟΣ	107	115	111	109	116
ΠΕΡΙΣΣΟΣ - ΠΕΥΚΑΚΙΑ	67	69	68	59	59
ΠΕΥΚΑΚΙΑ - Ν. ΙΩΝΙΑ	70	71	71	67	67
Ν.ΙΩΝΙΑ - ΗΡΑΚΛΕΙΟ	116	124	120	93	105
ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΕΙΡΗΝΗ	128	125	127	115	125
ΕΙΡΗΝΗ - ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΑ	123	88	106	84	84
ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ - ΜΑΡΟΥΣΙ	130	123	127	112	117
ΜΑΡΟΥΣΙ - ΚΑΤ	110	105	108	96	99
ΚΑΤ - ΚΗΦΙΣΙΑ	110	146	128	105	105
Συνολικός Χρόνος (sec)	2331	2382	2357	2018	2128
Συνολικός Χρόνος (min)	38,9	39,7	39,3	33,6	35,5
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού (sec)	313	364	338	-	-
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού με απορρύθμιση (sec)	203	254	228	-	-
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού (min)	5,2	6,1	5,6	-	-
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού με απορρύθμιση (min)	3,4	4,2	3,8	-	-

Πίνακας 7 ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΑΠΟ ΠΕΙΡΑΙΑ ΠΡΟΣ ΚΗΦΙΣΙΑ

ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΑΠΟ ΚΗΦΙΣΙΑ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ

Ημερομηνία:

9/5/2006

18/5/2006

	Μέτρηση 1 (sec)	Μέτρηση 2 (sec)	Μέσος όρος των 2 μετρήσεων (sec)	Θεωρητικός χρόνος (sec)
Ωρα εκκίνησης μετρήσεων:	9:58	15:55		
ΚΗΦΙΣΙΑ - ΚΑΤ	112	122	117	91
ΚΑΤ - ΜΑΡΟΥΣΙ	109	116	113	94
ΜΑΡΟΥΣΙ - ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ	124	140	132	123
ΝΕΡΑΤΖΙΩΤΙΣΣΑ - ΕΙΡΗΝΗ	98	107	103	76
ΕΙΡΗΝΗ - ΗΡΑΚΛΕΙΟ	130	143	137	99
ΗΡΑΚΛΕΙΟ - Ν.ΙΩΝΙΑ	120	137	129	101
Ν.ΙΩΝΙΑ - ΠΕΥΚΑΚΙΑ	72	79	76	66
ΠΕΥΚΑΚΙΑ - ΠΕΡΙΣΣΟΣ	70	70	70	58
ΠΕΡΙΣΣΟΣ - Α.ΠΑΤΗΣΙΑ	113	115	114	93
Α. ΠΑΤΗΣΙΑ - ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ	60	68	64	55
ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ - Κ.ΠΑΤΗΣΙΑ	86	92	89	69
Κ. ΠΑΤΗΣΙΑ - ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ	61	65	63	48
ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΣ - ΑΤΤΙΚΗ	89	89	89	69
ΑΤΤΙΚΗ - ΒΙΚΤΩΡΙΑ	124	128	126	122
ΒΙΚΤΩΡΙΑ - ΟΜΟΝΟΙΑ	96	96	96	75
ΟΜΟΝΟΙΑ - ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ	100	112	106	90
ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ - ΘΗΣΕΙΟ	62	70	66	60
ΘΗΣΕΙΟ - ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ	129	140	135	110
ΠΕΤΡΑΛΩΝΑ - ΤΑΥΡΟΣ	84	96	90	68
ΤΑΥΡΟΣ - ΚΑΛΛΙΘΕΑ	66	74	70	55
ΚΑΛΛΙΘΕΑ - ΜΟΣΧΑΤΟ	110	122	116	107
ΜΟΣΧΑΤΟ - ΦΑΛΗΡΟ	160	190	175	140
ΦΑΛΗΡΟ - ΠΕΙΡΑΙΑΣ	225	247	236	183
Συνολικός Χρόνος (sec)	2400	2618	2509	2051
Συνολικός Χρόνος (min)	40	43,6	41,8	34,2
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού (sec)	349	567	458	-
Χρονική διαφορά από θεωρητικό διάγραμμα πορείας συρμού (min)	5,8	9,4	7,6	-

Πίνακας 8 ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣ ΠΕΙΡΑΙΑ

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων στο κεφάλαιο 8 επιτρέπει την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

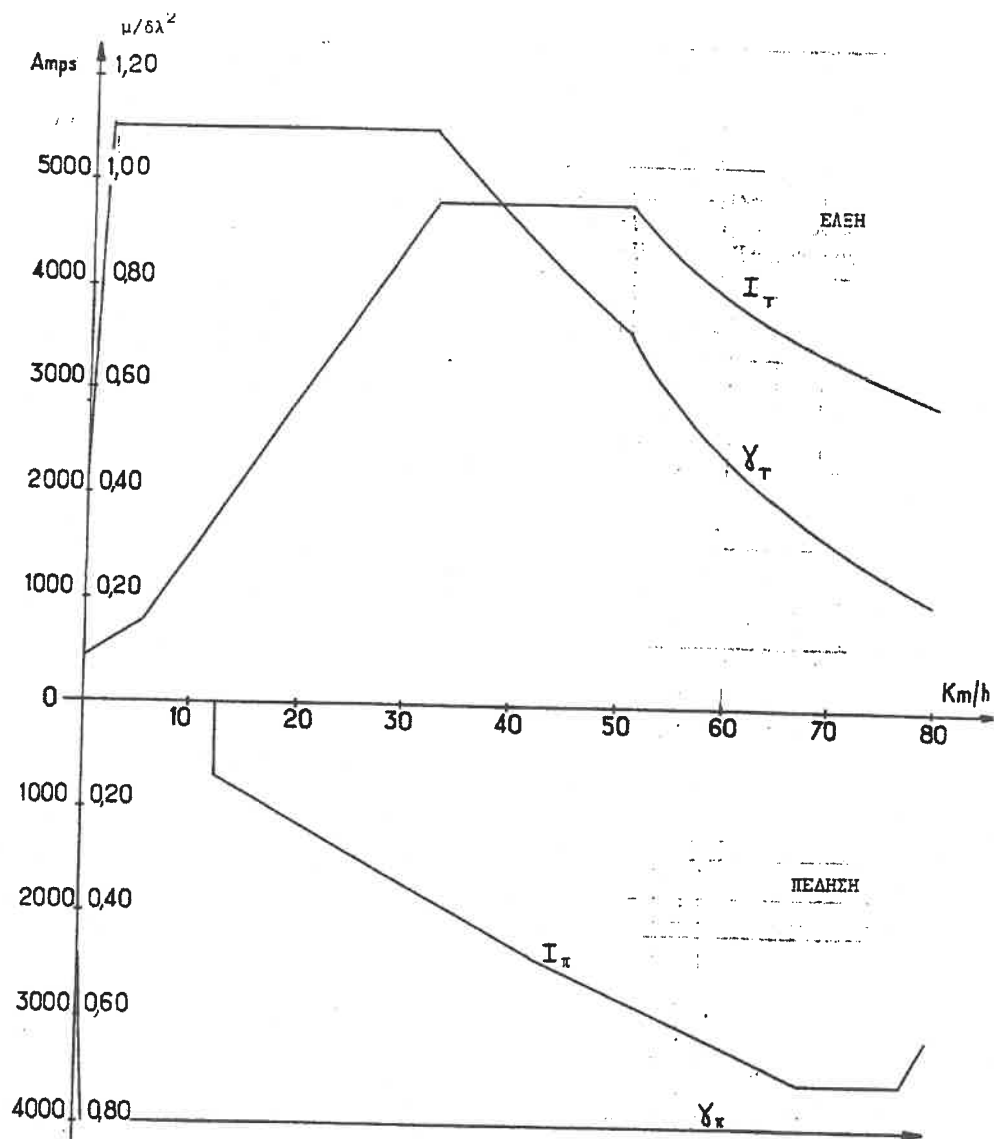
- ▶ Μεταξύ των θεωρητικών και των πρακτικών διαγραμμάτων πορείας παρατηρούνται διαφοροποιήσεις. Αυτές αποδίδονται στις παρακάτω αιτίες:
- Η κατάσταση της γραμμής δεν επιτρέπει την επίτευξη των θεωρητικών ταχυτήτων σε όλο το μήκος της γραμμής. Οι εμφανιζόμενες «στραβάδες» κυρίως στις καμπύλες δίνουν στον ηλεκτροδηγό την αίσθηση μείωσης της ταχύτητας. Η υπερύψωση στις καμπύλες καθώς και οι καμπύλες συναρμογής δεν ανταποκρίνονται στις θεωρητικά υπολογιζόμενες. Η υποδομή σε ορισμένες θέσεις δε παρουσιάζει την απαιτούμενη σταθερότητα που απαιτείται για την συγκράτηση των τιμών βύθισης της επιδομής εντός των ανεκτών ορίων. Η χάραξη από μόνη της σε ορισμένες θέσεις παρουσιάζει οριζοντιογραφικές καμπύλες μικρότερες των 300 μέτρων που και αυτές δεν έχουν τις μέγιστες τιμές υπερύψωσης. Η μέγιστη ταχύτητα λόγω των παραπάνω αιτιών δεν υπερβαίνει τα 80 km/h. Η ταχύτητα αυτή μπορεί να επιτευχθεί σε μικρό μέρος του δικτύου, συγκεκριμένα μεταξύ των στάσεων Πειραιά και Φαλήρου.
- ο ανθρώπινος παράγοντας (ηλεκτροδηγοί) είναι καθοριστικός για την βέλτιστη απόδοση ενός συρμού
- Οι ηλεκτροδηγοί, σχεδόν στην πλειοψηφία τους, οδηγούν κάτω από το όριο ταχύτητας προφασιζόμενοι «ό,τι και να συμβεί φταίνε αυτοί». Δεν εξαντλούν δηλαδή τον παράγοντα ταχύτητα.
- Η είσοδος των συρμών στους σταθμούς γίνεται με μικρή ταχύτητα, διότι σε αντίθετη περίπτωση οι επιβάτες αισθάνονται απειλούμενοι και καταφέρνεται επιθετικά προς τους οδηγούς αλλά και επειδή το μήκος των αποβάθρων σε μερικούς σταθμούς δεν επιτρέπει την απόκλιση του σημείου ακινητοποίησης του συρμού.
- Το μεγαλύτερο μέρος της γραμμής είναι εκτεθειμένο στις καιρικές συνθήκες που επηρεάζουν τη ταχύτητα του συρμού άμεσα, μέσω της ενστικτώδους αντίδρασης του οδηγού, αλλά και έμμεσα μέσω της κατάστασης της γραμμής κατά την έκθεσή της στις συνθήκες αυτές.
- Απροσδόκητα περιστατικά που αναγκάζουν το συρμό να μειώσει ταχύτητα ή ακόμη και να σταματήσει.
- Στα θεωρητικά διαγράμματα δεν λαμβάνεται υπόψη ότι στο επόμενο τμήμα αποκλεισμού της γραμμής πιθανόν να βρίσκεται κάποιος άλλος συρμός, οπότε και ο μηχανοδηγός πρέπει να λάβει υπόψη του την σηματοδότηση.
- Η υπερφόρτωση του συρμού που λαμβάνει χώρα στις ώρες αιχμής και περιορίζει τη ταχύτητα του τραίνου.
- ▶ επαληθεύεται η δυναμική συμπεριφορά του μ σαν συνάρτηση της ταχύτητας
- ▶ το πεδίο των τιμών του μ επηρεάζει την εναπομένουσα δύναμη για επιτάχυνση. Στο εξεταζόμενο δίκτυο υπάρχουν τμήματα της διαδρομής, όπου οι αποστάσεις μεταξύ των στάσεων είναι κοντινές και ο συρμός δεν προλαβαίνει να αναπτύξει μεγάλες ταχύτητες, οπότε και η αποκλειστικά από εναπομένουσα δύναμη για επιτάχυνση εξαρτάται μόνο από το μ .

10. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ - ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

- ▶ Στην παρούσα διπλωματική η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσω της μελέτης του τμήματος Κ. Πατήσια – Αγ. Ελευθέριος). Κρίνεται δε αναγκαία η εφαρμογή του αλγορίθμου για όλα τα τμήματα για την παροχή πιο ενδεδειγμένων εικόνων και συμπεριφοράς. Μία τέτοια ανάλυση θα μπορούσε να λάβει στα πλαίσια μια μελέτης.
- ▶ Συνίσταται η επανάληψη των μετρήσεων στο δίκτυο του ΗΣΑΠ και σε άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες και η κατασκευή των αντίστοιχων πρακτικών και θεωρητικών διαγραμμάτων πορείας.
- ▶ Επέκταση αυτής της διπλωματικής θα μπορούσε να είναι μια εργασία που θα εισήγαγε τον συντελεστή πρόσφυσης μ ως δυναμικό μέγεθος και στα θεωρητικά διαγράμματα πορείας συρμού.
- ▶ Συνίσταται η ανάπτυξη δυναμικών μοντέλων που περιγράφουν καλύτερα τις ασκούμενες δυνάμεις στο δίκτυο οι οποίες επηρεάζουν την κίνηση του συρμού.
- ▶ Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να επεκταθεί και στη γραμμή του ΜΕΤΡΟ που αποτελεί ένα πιο ιδεατό περιβάλλον από πλευράς καιρικών συνθηκών.
- ▶ Μία άλλη εκδοχή είναι η εφαρμογή του μοντέλου σε δίκτυα άλλων χωρών όπου εκεί επικρατούν διαφορετικές συνθήκες οδήγησης και απαιτήσεων. Η καθολικότητα του αλγορίθμου το καθιστά αυτό εφικτό. Με τον τρόπο αυτό δοκιμάζονται εκ νέου οι πειραματικές μετρήσεις.
- ▶ Τέλος θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια πιο ενδεδειγμένη προσέγγιση της ενέργειας ως κριτήριο με το οποίο πραγματοποιείται η οδήγηση σε ένα αστικό σιδηροδρομικό δίκτυο.

11. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

11.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

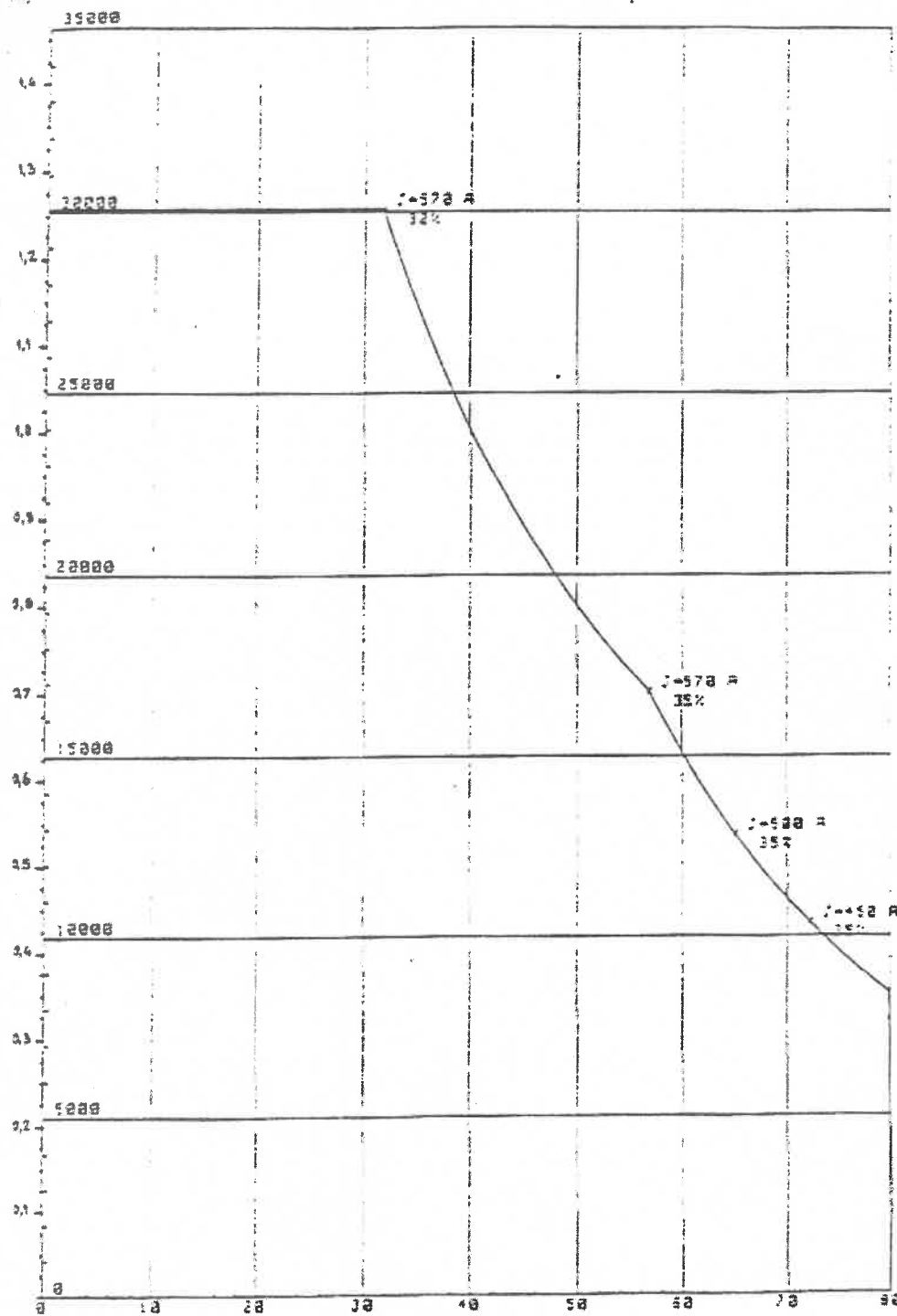


METRO D'ATHENES - MT : 4 ΕΚΗ 2522

Motor voltage : 337.5 V
 Gear ratio : 6.8125:1
 Efficiency : 0.975
 Wheel diameter : 0.82 m
 Train weight : 239 t

TRACTION EFFORT

kN/t tAN



11.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



Γενικές Πληροφορίες

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	1985
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ	6 ΟΧΗΜΑΤΩΝ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ	189 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ 619 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ/m ²) 808 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ



Γενικές Πληροφορίες

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	1985 - 1995
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ	5 ΟΧΗΜΑΤΑ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ	174 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ 656 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ/m ²) 830 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ ΕΠΕΝΔΥΜΕΝΟΣ ΜΕ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑ



Γενικές Πληροφορίες

ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	2000-2003
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ	6 ΟΧΗΜΑΤΩΝ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ	216 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ 786 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 άτομα/m ²) 1002 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ	ΧΑΛΥΒΑΣ ΕΠΕΝΔΥΜΕΝΟΣ ΜΕ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑ

11.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Dim I As Integer
 Dim tax As Integer
 Dim bap As Single
 Dim maxb As Single
 Dim maxb1 As Single
 Dim aep As Single
 Dim epiapor As Single
 Dim s As Single
 Dim woapor As Single
 Dim StoiceiaDiagrammaton() As Single
 Dim arithmos As Integer
 Dim arithmos1 As Integer
 Dim ArithmosDiagrammaton As Integer
 Dim idStasis As Integer
 Dim excel As String
 Dim SinolikiApostasi() As Single
 Dim mesiepitaxinsi As Single
 Dim aSinolikiApostasi() As Single
 Dim SinolikoXrono() As Single
 Dim aSinolikoXrono() As Single
 Dim y As Integer
 Dim SinolikoMikos As Integer
 Dim XiliometrikiThesi As Integer
 Dim miosi As Integer
 Dim ctra As Integer
 Dim Ar As Integer
 Dim Stasis As Integer
 Dim XTH As Integer

Dim TelosTmimatos As Single
Dim Stasi As Single
Dim Sb As Single
Dim Smiosi As Single
Dim d As Integer
Dim bima As Single
Dim b As Single
Dim pTelikouBimatos As Single
Dim ctr As Integer
Dim wg() As Single
Dim r() As Single
Dim ws() As Single
Dim vmax() As Single
Dim aMikosTmimatos() As Single
Dim aTmimata() As String
Dim aTmima() As Single
Dim MikosTmimatos() As Single
Dim Tmimata() As String
Dim Tmima() As Single
Dim telos As Integer
Dim telos1 As Integer
Dim telos2 As Integer
Dim telos3 As Integer
Dim AntistasiGrammisBimatos As Single
Dim ArithmosBimatos As Integer
Dim aTaxitita() As Single
Dim Taxitita() As Single
Dim DiaforaTetragononTaxititas() As Single
Dim aDiaforaTetragononTaxititas() As Single
Dim KDiafora() As Single
Dim PePinaka() As Single
Dim zb() As Single
Dim DI() As Single
Dim SDI() As Single
Dim MesiTaxitita() As Single
Dim Dt() As Single
Dim SDt() As Single
Dim bimab(3) As Single

Dim aKDiafora() As Single
Dim aPePinaka() As Single
Dim azb() As Single
Dim aDI() As Single
Dim aSDI() As Single
Dim aMesiTaxitita() As Single
Dim aDt() As Single
Dim aSDt() As Single

Dim ezm() As Single
Dim ezt As Single

```
Dim wo() As Single
Dim v() As Single
Dim Vepitrepomeni() As Single
Dim p() As Single
Dim Dedomena() As String
Dim aDedomena() As String
```

```
Private Sub Check1_Click()
ReDim StoiceiaDiagrammaton(4, 1) As Single
```

```
StoiceiaDiagrammaton(1, 1) = 1
StoiceiaDiagrammaton(2, 1) = 0
StoiceiaDiagrammaton(3, 1) = 0
StoiceiaDiagrammaton(4, 1) = 0
```

```
If (Check1.Value = 1) Then
    Label10.Visible = True
    Text8.Visible = True
    Frame2.Visible = True
    Frame2.Caption = 1
    Command11.Visible = True
    Command12.Visible = True
    Command13.Visible = False
Else
    Label10.Visible = False
    Text8.Visible = False
    Frame2.Visible = False
    Frame2.Caption = ""
    Command11.Visible = False
    Command12.Visible = False
    Command13.Visible = False
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Check2_Click()
If (Check2.Value = 1) Then
    Check3.Value = 0
    Check3.Enabled = False
Else
```

```
Check3.Value = 0
Check3.Enabled = True
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Check3_Click()
```

```
If (Check3.Value = 1) Then
    Check2.Value = 0
    Check2.Enabled = False
    Text9.Visible = True
Else
    Check2.Value = 0
    Check2.Enabled = True
    Text9.Visible = False
    Text9.Text = ""
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Check5_Click()
```

```
If (Check5.Value = 1) Then
    Text10.Visible = True
Else
    Text10.Visible = False
    Text10.Text = ""
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command10_Click()
```

```
Label9.Visible = True
Check1.Visible = True
Ektelesi.Visible = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command11_Click()
```

```
ArithmosDiagrammaton = 0
arithmos = 0
arithmos1 = 0
Check1.Value = 0
Check1_Click
Text8.Text = ""
Text9.Text = ""
Text10.Text = ""
Check2.Value = 0
```

Check3.Value = 0

Check4.Value = 0

Check5.Value = 0

End Sub

Private Sub Command12_Click()

Label10.Visible = False

Text8.Visible = False

If (Check2.Value = 1) Then

StoixeiaDiagrammaton(1, arithmos + 1) = 1

Else

StoixeiaDiagrammaton(1, arithmos + 1) = 0

End If

If (Check3.Value = 1) Then

If (Text9.Text <> "") Then

StoixeiaDiagrammaton(2, arithmos + 1) = Text9.Text

Else

MsgBox ("Prepei na kataxorithe i to plafon tis taxititas")

arithmos = arithmos - 1

End If

Else

StoixeiaDiagrammaton(2, arithmos + 1) = 0

End If

If (Check4.Value = 1) Then

StoixeiaDiagrammaton(3, arithmos + 1) = 1

Else

StoixeiaDiagrammaton(3, arithmos + 1) = 0

End If

If (Check5.Value = 1) Then

If (Text10.Text <> "") Then

StoixeiaDiagrammaton(4, arithmos + 1) = Text10.Text

Else

MsgBox ("Prepei na kataxorithe i timi tis epitaxinsis")

arithmos = arithmos - 1

End If

Else

StoixeiaDiagrammaton(4, arithmos + 1) = 0

End If

arithmos = arithmos + 1

If (arithmos = ArithmosDiagrammaton) Then

```
MsgBox ("Telos Arithmou Diagrammaton")
Command12.Visible = False
Command13.Visible = True
Command13_Click
Else
    Check2.Value = 0
    Check3.Value = 0
    Check4.Value = 0
    Check5.Value = 0
    Frame2.Caption = arithmos + 1
End If

End Sub

Private Sub Command13_Click()

arithmos1 = arithmos1 + 1
If (arithmos1 <= ArithmosDiagrammaton) Then

    Frame2.Caption = arithmos1

    If (StoixeiaDiagrammaton(1, arithmos1) <> 0) Then
        Check2.Value = 1

    Else
        Check2.Value = 0

    End If

    If (StoixeiaDiagrammaton(2, arithmos1) <> 0) Then
        Check3.Value = 1

        Text9.Text = StoixeiaDiagrammaton(2, arithmos1)
    Else
        Check3.Value = 0

    End If

    If (StoixeiaDiagrammaton(3, arithmos1) <> 0) Then
        Check4.Value = 1

    Else
        Check4.Value = 0

    End If

    If (StoixeiaDiagrammaton(4, arithmos1) <> 0) Then
        Check5.Value = 1
```

```
Text10.Text = StoiceiaDiagrammaton(4, arithmos1)
Else
    Check5.Value = 0

End If
Else
    arithmos1 = 0
    Command13_Click
End If

End Sub

Private Sub Command2_Click()

intFNum = FreeFile
Save = InputBox("which is the name of the file", "Save")

If Save <> "" Then

Open "C:\\" & Save + ".txt" For Output As #intFNum
For ctr = 1 To XTH
    For ctr1 = 1 To 6
        Print #intFNum, Dedomena(ctr1, ctr)
    Next ctr1
Next ctr

Close #intFNum

Open "C:\\" & Save + "_bimabStasis.txt" For Output As #intFNum
Print #intFNum, bima
Print #intFNum, b
Print #intFNum, Stasis
Close #intFNum
Unload Elxis

End If

End Sub

Private Sub Command3_Click()

openf = InputBox("which is the name of the file", "Open")

If (openf <> "") Then
    Label1.Visible = True
    Label2.Visible = True
    Label3.Visible = True
    Label4.Visible = True
```

Label5.Visible = True
Label6.Visible = True
Label7.Visible = True
Label8.Visible = True
Text1.Visible = True
Text2.Visible = True
Text3.Visible = True
Text4.Visible = True
Text5.Visible = True
Text6.Visible = True
Text7.Visible = True
Frame1.Visible = True
Combo1.Visible = True
Command1.Visible = True
Command2.Visible = True
Command3.Visible = True
Command5.Visible = False
Command6.Visible = True
Command7.Visible = True
Command8.Visible = True
Command9.Visible = True
Command4.Visible = False
Combo1.Enabled = True
Text1.Enabled = True
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Command10.Visible = True
Ektelesi.Visible = False

Else

Label1.Visible = False
Label2.Visible = False
Label3.Visible = False
Label4.Visible = False
Label5.Visible = False
Label6.Visible = False
Label7.Visible = False
Label8.Visible = False
Text1.Visible = False
Text2.Visible = False
Text3.Visible = False
Text4.Visible = False
Text5.Visible = False
Text6.Visible = False
Text7.Visible = False
Frame1.Visible = False
Combo1.Visible = False
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Command3.Visible = True
Command5.Visible = False
Command6.Visible = False


```
Command7.Visible = False
Command8.Visible = False
Command9.Visible = False
Command4.Visible = True
Combo1.Enabled = False
Text1.Enabled = False
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Command10.Visible = False
Ektesisi.Visible = False
End If
```

```
If openf <> "" Then
```

```
Open "C:\\" & openf + ".txt" For Input As #1
```

```
Open "C:\\" & openf + "_bimabStasis.txt" For Input As #2
```

```
Ar = 0
```

```
Do Until (EOF(1))
```

```
Line Input #1, gr
```

```
Ar = Ar + 1
```

```
Loop
```

```
Close #1
```

```
X = 0
```

```
Do Until (EOF(2))
```

```
Line Input #2, gr
```

```
X = X + 1
```

```
bimab(X) = gr
```

```
Loop
```

```
bima = bimab(1)
```

```
b = bimab(2)
```

```
Stasis = bimab(3)
```

```
Close #2
```

```
ReDim Dedomena(6, (Ar - 2) / 6)
```

```
y = 0
```

```
Open "C:\\" & openf + ".txt" For Input As #3
```

```
Do Until (EOF(3))
```

```
Line Input #3, gr
```

```
j = ((y Mod 6) + 1)
```

```
i = ((y \ 6) + 1)
```

```
Dedomena(j, i) = gr
```

```
y = y + 1
```

```
Loop
```

Close #3

Text2.Text = bima

Text3.Text = b

End If

End Sub

Private Sub Command5_Click()

Stasis = Stasis + 1

Combo1.Text = ""

Text1.Text = ""

Combo1.Enabled = True

Text1.Enabled = True

End Sub

Private Sub Command6_Click()

For ctr = 1 To (Ar / 6)

If Dedomena(1, ctr) = Combo1.Text Then

Text1.Text = Dedomena(2, ctr)

Text7.Text = Dedomena(3, ctr)

Text4.Text = Dedomena(4, ctr)

Text5.Text = Dedomena(5, ctr)

Text6.Text = Dedomena(6, ctr)

y = ctr

ctr = Ar / 6 + 1

Else

Text1.Text = ""

Text7.Text = ""

Text4.Text = ""

Text5.Text = ""

Text6.Text = ""

End If

Next ctr

End Sub

```
Private Sub Command7_Click()
```

```
If y + 1 <= Ar / 6 Then
    If Dedomena(1, y + 1) = Combo1.Text Then
        y = y + 1
        Text1.Text = Dedomena(2, y)
        Text7.Text = Dedomena(3, y)
        Text4.Text = Dedomena(4, y)
        Text5.Text = Dedomena(5, y)
        Text6.Text = Dedomena(6, y)
    Else
        Combo1.Text = ""
        Text1.Text = ""
        Text7.Text = ""
        Text4.Text = ""
        Text5.Text = ""
        Text6.Text = ""
    End If
Else
    Combo1.Text = ""
    Text1.Text = ""
    Text7.Text = ""
    Text4.Text = ""
    Text5.Text = ""
    Text6.Text = ""
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command8_Click()
```

```
bima = Text2.Text
b = Text3.Text
```

```
Dedomena(1, y) = Combo1.Text
Dedomena(2, y) = Text1.Text
Dedomena(3, y) = Text7.Text
Dedomena(4, y) = Text4.Text
Dedomena(5, y) = Text5.Text
Dedomena(6, y) = Text6.Text
```

```
Combo1.Text = Dedomena(1, y)
Text1.Text = Dedomena(2, y)
```

End Sub

Private Sub Command9_Click()

intFNum = FreeFile

Save = InputBox("which is the name of the file", "Save")

If Save <> "" Then

Open "C:\\" & Save + ".txt" For Output As #intFNum

For ctr = 1 To Ar / 6

For ctr1 = 1 To 6

Print #intFNum, Dedomena(ctr1, ctr)

Next ctr1

Next ctr

Close #intFNum

Open "C:\\" & Save + "_bimabStasis.txt" For Output As #intFNum

Print #intFNum, bima

Print #intFNum, b

Print #intFNum, Stasis

Close #intFNum

Unload Elxis

End If

End Sub

Private Sub Form_Load()

Stasis = 1

XTH = 0

ctra = 1

arithmos = 0

arithmos1 = 0

Combo1.AddItem "ΔάεñάέÜò"

Combo1.AddItem "ÖÜëçñĩ"

Combo1.AddItem "İıó÷Üôĩ"

Combo1.AddItem "ÊáëëëëËÝá"

Combo1.AddItem "Ôáyñïò"

Combo1.AddItem "ĐáôñÜëùíá"

Combo1.AddItem "Ėçóâßĩ"

Combo1.AddItem "İıíáóôçñÜêé"

Combo1.AddItem "İiüıííéá"

Combo1.AddItem "Âéëôþñéá"

```

Combo1.AddItem "Άδôέέê"
Combo1.AddItem "Άã.Íéêüëáïò"
Combo1.AddItem "Έ.ΔάôÞóéá"
Combo1.AddItem "Άã.ΆëãðèÝñéï"
Combo1.AddItem "Ά.ΔάôÞóéá"
Combo1.AddItem "Δãñéóóüò"
Combo1.AddItem "ΔãðêÛëéá"
Combo1.AddItem "Í.Éùíßá"
Combo1.AddItem "ÇñÛëëáéï"
Combo1.AddItem "ΆéñÞíç"
Combo1.AddItem "Íãñáðæépðéóóá"
Combo1.AddItem "Íãñíýóé"
Combo1.AddItem "ΈΆΌ"
Combo1.AddItem "Έçöéóßá"

```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```

bima = Text2.Text
b = Text3.Text

```

```
XTH = XTH + 1
```

```
ReDim Dedomena(6, XTH) As String
```

```

For ctr = 1 To XTH - 1
    For ctr1 = 1 To 6
        Dedomena(ctr1, ctr) = aDedomena(ctr1, ctr)
    Next ctr1
Next ctr

```

```

Dedomena(1, XTH) = Combo1.Text
Dedomena(2, XTH) = Text1.Text
Dedomena(3, XTH) = Text7.Text
Dedomena(4, XTH) = Text4.Text
Dedomena(5, XTH) = Text5.Text
Dedomena(6, XTH) = Text6.Text

```

```

Combo1.Text = Dedomena(1, XTH)
Text1.Text = Dedomena(2, XTH)
Combo1.Enabled = False
Text1.Enabled = False

```

```
ReDim aDedomena(6, XTH) As String
```

```

For ctr = 1 To XTH
    For ctr1 = 1 To 6

```

```
aDedomena(ctr1, ctr) = Dedomena(ctr1, ctr)
```

```
Next ctr1
```

```
Next ctr
```

```
Text7.Text = ""
```

```
Text4.Text = ""
```

```
Text5.Text = ""
```

```
Text6.Text = ""
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
Label1.Visible = True
```

```
Label2.Visible = True
```

```
Label3.Visible = True
```

```
Label4.Visible = True
```

```
Label5.Visible = True
```

```
Label6.Visible = True
```

```
Label7.Visible = True
```

```
Label8.Visible = True
```

```
Text1.Visible = True
```

```
Text2.Visible = True
```

```
Text3.Visible = True
```

```
Text4.Visible = True
```

```
Text5.Visible = True
```

```
Text6.Visible = True
```

```
Text7.Visible = True
```

```
Frame1.Visible = True
```

```
Combo1.Visible = True
```

```
Command1.Visible = True
```

```
Command2.Visible = True
```

```
Command3.Visible = False
```

```
Command5.Visible = False
```

```
Command4.Visible = False
```

```
Command10.Visible = False
```

```
Ektelesi.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Ektelesi_Click()
```

```
Label1.Visible = False
```

```
Label2.Visible = False
```

```
Label3.Visible = False
```

```
Label4.Visible = False
```

```
Label5.Visible = False
```

```
Label6.Visible = False
```

```
Label7.Visible = False
```

```
Label8.Visible = False
Text1.Visible = False
Text2.Visible = False
Text3.Visible = False
Text4.Visible = False
Text5.Visible = False
Text6.Visible = False
Text7.Visible = False
Frame1.Visible = False
Combo1.Visible = False
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Command3.Visible = False
Command5.Visible = False
Command6.Visible = False
Command7.Visible = False
Command8.Visible = False
Command9.Visible = False
Command4.Visible = False
Combo1.Enabled = False
Text1.Enabled = False
Command1.Visible = False
Command2.Visible = False
Command10.Visible = False
Ektesesi.Visible = False
Label10.Visible = False
Frame2.Visible = False
Command11.Visible = False
Command13.Visible = False
```

ReDim Vepitrepmeni(1) As Single

```
For ctr = ctra To Ar / 6
  If ctr <> ctra Then
    If Dedomena(1, ctr) = Dedomena(1, ctr - 1) Then
      XiliometrikiThesi = Dedomena(3, ctr)
      For ctr1 = ctr2 To XiliometrikiThesi
        r(ctr1) = Dedomena(4, ctr)
        ws(ctr1) = Dedomena(5, ctr)
        vmax(ctr1) = Dedomena(6, ctr)
      Next ctr1
      ctr2 = ctr1
    Else
      ctr = Ar / 6 + 1
    End If
  End If
Next ctr
```

```
        ctra = ctr
    End If
Else
    l = Dedomena(2, ctr)

    ReDim wg(l) As Single
    ReDim r(l) As Single
    ReDim ws(l) As Single
    ReDim vmax(l + 1) As Single

    vmax(l + 1) = 0

    XiliometrikiThesi = Dedomena(3, ctr)
    For ctr2 = 1 To XiliometrikiThesi
        r(ctr2) = Dedomena(4, ctr)
        ws(ctr2) = Dedomena(5, ctr)
        vmax(ctr2) = Dedomena(6, ctr)
    Next ctr2
End If
Next ctr
```

```
d = 80 / bima
ReDim ezm(d) As Single
Dim ezt As Single
ReDim wo(d) As Single
ReDim v(d) As Single
ReDim p(d) As Single
```

```
v(1) = 0
ezm(1) = 0
wo(1) = 1.3
```

```
For ctr = 2 To (80 / bima)
    v(ctr) = Round(v(ctr - 1) + bima, 2)
Next ctr
```

```
For ctr = 2 To (80 / bima)
    ezm(ctr) = 214885.4 / v(ctr)
    ezt = 145.195
    wo(ctr) = 1.3 + (v(ctr) ^ 2) / 1300
Next ctr
```



```

For ctr = 1 To I
  If Sqr(r(ctr) ^ 2) <> 0 Then
    If (Sqr(r(ctr) ^ 2) < 300) Then
      wg(ctr) = ((r(ctr) / Sqr(r(ctr) ^ 2)) * 500 / (Sqr(r(ctr) ^ 2) - 30)) +
ws(ctr)
    Else
      wg(ctr) = ((r(ctr) / Sqr(r(ctr) ^ 2)) * 650 / (Sqr(r(ctr) ^ 2) - 55)) +
ws(ctr)
    End If
  Else
    wg(ctr) = ws(ctr)
  End If
Next ctr

maxb = 0

```

```

For ctr = 1 To (80 / bima)
  If ezm(ctr) <> 0 Then
    p1 = ezm(ctr) - wo(ctr)
    p2 = ezm(ctr) - wo(ctr)
    If p1 > p2 Then
      p(ctr) = p2
    Else
      p(ctr) = p1
    End If
  Else
    p(ctr) = ezm(ctr) - wo(ctr)
  End If
Next ctr

```

```

tm = 1
tmt = 0
ArithmosTmimatou = 0

```

```

For ctr = 2 To I

```

```

  If r(ctr) <> r(ctr - 1) Or ws(ctr) <> ws(ctr - 1) Or vmax(ctr) <> vmax(ctr - 1)
Then

```

```

  ArithmosTmimatou = ArithmosTmimatou + 1
  ReDim MikosTmimatou(ArithmosTmimatou) As Single
  ReDim Tmimatou(ArithmosTmimatou) As String
  ReDim Tmima(ArithmosTmimatou) As Single
  If (ArithmosTmimatou - 1) <> 0 Then

```

```

    For ctr1 = 1 To ArithmosTmimaton - 1
        Tmimata(ctr1) = aTmimata(ctr1)
        Tmima(ctr1) = aTmima(ctr1)
        MikosTmimatos(ctr1) = aMikosTmimatos(ctr1)
    Next ctr1
End If
Tmimata(ArithmosTmimaton) = tm - 1 & "-" & tm + tmt
Tmima(ArithmosTmimaton) = tm + tmt
MikosTmimatos(ArithmosTmimaton) = (tmt + 1)
ReDim aTmimata(ArithmosTmimaton) As String
ReDim aTmima(ArithmosTmimaton) As Single
ReDim aMikosTmimatos(ArithmosTmimaton) As Single
For ctr1 = 1 To ArithmosTmimaton
    aTmimata(ctr1) = Tmimata(ctr1)
    aTmima(ctr1) = Tmima(ctr1)
    aMikosTmimatos(ctr1) = MikosTmimatos(ctr1)
Next ctr1
tm = ctr
tmt = 0
Else
    tmt = tmt + 1
End If

```

```
Next ctr
```

```

ArithmosTmimaton = ArithmosTmimaton + 1
ReDim MikosTmimatos(ArithmosTmimaton) As Single
ReDim Tmimata(ArithmosTmimaton) As String
ReDim Tmima(ArithmosTmimaton) As Single
If (ArithmosTmimaton - 1) <> 0 Then
    For ctr1 = 1 To ArithmosTmimaton - 1
        Tmimata(ctr1) = aTmimata(ctr1)
        Tmima(ctr1) = aTmima(ctr1)
        MikosTmimatos(ctr1) = aMikosTmimatos(ctr1)
    Next ctr1
End If
Tmimata(ArithmosTmimaton) = (tm - 1) & "-" & (tm + tmt)
Tmima(ArithmosTmimaton) = tm + tmt
MikosTmimatos(ArithmosTmimaton) = (tmt + 1)

```

```
For arx = 1 To ArithmosDiagrammaton
```

```

If (StoixeiaDiagrammaton(2, arx) <> 0) Then
    Vepitrepomeni(1) = StoixeiaDiagrammaton(2, arx)
    plafon = 1
Else
    Vepitrepomeni(1) = 120
    plafon = 0

```

End If

If (StoixeiaDiagrammaton(3, arithmos1) <> 0) Then
 aporithmisi = 1

Else

 aporithmisi = 0

End If

If (StoixeiaDiagrammaton(4, arithmos1) <> 0) Then
 mesiepitaxinsi = StoixeiaDiagrammaton(4, arithmos1)
 epitaxinsi = 1

Else

 epitaxinsi = 0

End If

If epitaxinsi = 1 Then
 b = mesiepitaxinsi

End If

telos = 0

telos1 = 0

telos2 = 0

Stasi = 1

ArithmosBimatos = 1

SinolikoMikos = 0

ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

Taxitita(1) = bima

DiaforaTetragononTaxititas(1) = (Taxitita(1) ^ 2) - ((Taxitita(1) - bima) ^ 2)

KDiafora(1) = 4.1552 * DiaforaTetragononTaxititas(1)

PePinaka(1) = (p(2) + p(1)) / 2

zb(1) = PePinaka(1) - wg(1)

DI(1) = 0

SDI(1) = 0

MesiTaxitita(1) = 0.694

Dt(1) = DI(1) / MesiTaxitita(1)

SDt(1) = Dt(1)

SinolikiApostasi(1) = 0

SinolikoXrono(1) = 0

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

aTaxitita(1) = Taxitita(1)
aDiaforaTetragononTaxititas(1) = DiaforaTetragononTaxititas(1)
aKDiafora(1) = KDiafora(1)
aPePinaka(1) = PePinaka(1)
azb(1) = zb(1)
aDI(1) = DI(1)
aSDI(1) = SDI(1)
aMesiTaxitita(1) = MesiTaxitita(1)
aDt(1) = Dt(1)
aSDt(1) = SDt(1)
aSinolikiApostasi(1) = SinolikiApostasi(1)
aSinolikoXrono(1) = SinolikoXrono(1)

miositaxititas = 0

tax = 0
For ctrv1 = 1 To I
 If vmax(ctrv1) > tax Then
 tax = vmax(ctrv1)
 arxi = ctrv1
 End If
Next ctrv1

For ctr = 1 To ArithmosTmimatou

 If ctr = 18 Then
 dsds = 1
 End If
 telos = 0
 telos1 = 0
 telos2 = 0

telos3 = 0

telos4 = 0

Sb = -5000

XiliometrikiThesi = Tmima(ctr)

For ctrv = arxi To l

 If vmax(ctrv) < vmax(arxi) Then

 miosi = ctrv

 ctrv = l + 1

 End If

Next ctrv

If vmax(XiliometrikiThesi + 1) >= vmax(XiliometrikiThesi) And Stasi > 0
Then

 Do

 If Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi) Or
(miositaxititas = 1) Then

 If (aporithmisi = 0) Or (Taxitita(ArithmosBimatos) <= vmax(arxi -
1) And (miositaxititas = 0)) Then

 ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

 ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As

Single

 ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

 ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

 For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

 Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

 DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

 KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

```

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)
zb(ctr1) = azb(ctr1)
DI(ctr1) = aDI(ctr1)
SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)
MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)
Dt(ctr1) = aDt(ctr1)
SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)
SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)
SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)
Next ctr1

```

```

Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi)
DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = 0
AntistasiGrammisBimatos = 0
zb(ArithmosBimatos) = 0
DI(ArithmosBimatos) = MikosTmimatos(ctr) -
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

```

```

Sb0 = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)
Stasi = (1 - SinolikoMikos - Sb0) - SDI(ArithmosBimatos)
Smiosi = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) /
(26 * b)

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(arxi) Then
If (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) <=
Round(Smiosi, 2)) And (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2)
> 0) Then
DI(ArithmosBimatos) = miosi - Smiosi - SinolikoMikos
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
arxi = miosi
telos = 1
epibradinsi = 1
End If
End If

```

```

If Stasi <= 0 Then
DI(ArithmosBimatos) = 1 - SinolikoMikos - Sb0 -
SDI(ArithmosBimatos - 1)

```

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

telos = 1

telos1 = 1

End If

MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) +
(Taxitita(ArithmosBimatos) - bima)) / 7.2

Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) /
MesiTaxitita(ArithmosBimatos)

SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) +
SDt(ArithmosBimatos - 1)

SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =
SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then

maxb = maxb1

End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As

Single

ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos

aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)

aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)

aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)

aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)

azb(ctr2) = zb(ctr2)

aDI(ctr2) = DI(ctr2)

aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)

```

aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2
If sinolikiaporithmisi = 1 Then
    aporithmisi = 1
End If
telos = 1

Else
    If (vmax(XiliometrikiThesi) >= vmax(arxi - 1) + 1) Or
(miositaxititas = 1) Then
        miositaxititas = 1
        ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

        ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As
Single
        ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
        ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

        For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1
            Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)
            DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)
            KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)
            PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)
            zb(ctr1) = azb(ctr1)
            DI(ctr1) = aDI(ctr1)
            SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)
            MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)
            Dt(ctr1) = aDt(ctr1)
            SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)
            SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)
            SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)
        Next ctr1

        Dt(ArithmosBimatos) = 0.05
        SDt(ArithmosBimatos) = SDt(ArithmosBimatos - 1) +
Dt(ArithmosBimatos)

```


woapor = $1.3 + (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1) ^ 2) / 1300$
 $s = \text{ws}(\text{XiliometrikiThesi})$
 $\text{bap} = -(9.81 / (1.06 * 1000)) * (s + \text{woapor})$

$\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) = ((\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1) / 3.6) + \text{bap} * \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})) * 3.6$

$\text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) = (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1) / 3.6) * \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos}) + (1 / 2) * \text{bap} * (\text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})) ^ 2$

$\text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})$

If $(\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) < 0)$ Then

$\text{vmax}(\text{XiliometrikiThesi}) = 50$

$\text{Vepitrepomeni}(\text{Stasis}) = 50$

$\text{sinolikiaporithmisi} = 1$

$\text{aporithmisi} = 0$

$\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) = 50$

$\text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1) * \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos}) + (1 / 2) * \text{bap} * (\text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})) ^ 2$

$\text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})$

End If

$\text{Vepitrepomeni}(\text{Stasis}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{Sb0} = (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) ^ 2) / (26 * b)$

$\text{Stasi} = \text{Round}((1 - \text{SinolikoMikos} - \text{Sb0}) - \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}), 2)$

$\text{Smiosi} = (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) ^ 2 - \text{vmax}(\text{miosi}) ^ 2) / (26 * b)$

If $\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) \geq \text{vmax}(\text{arxi})$ Then

If $(\text{miosi} - \text{Round}(\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}), 2) \leq \text{Round}(\text{Smiosi}, 2))$ And $(\text{miosi} - \text{Round}(\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}), 2) > 0)$ Then

$\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1)$

$\text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{miosi} - \text{SinolikoMikos} - \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1) - \text{Smiosi}$

```

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
arxi = miosi
telos = 1
epibradinsi = 1
End If
End If

If Stasi <= 0 Then
Taxitita(ArithmosBimatos) = Taxitita(ArithmosBimatos - 1)
DI(ArithmosBimatos) = I - SinolikoMikos -
SDI(ArithmosBimatos - 1) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b))
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
telos = 1
telos1 = 1
End If

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = 0
AntistasiGrammisBimatos = 0
zb(ArithmosBimatos) = 0
MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = 0

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then
maxb = maxb1
End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As
Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single

```

ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos

aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)

aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =

DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)

aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)

aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)

azb(ctr2) = zb(ctr2)

aDI(ctr2) = DI(ctr2)

aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)

aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)

aDt(ctr2) = Dt(ctr2)

aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)

aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)

aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)

Next ctr2

TelosTmimatos = Round((SDI(ArithmosBimatos) -
MikosTmimatos(ctr)), 2)

If TelosTmimatos >= 0 Then

telos = 1

End If

Else

End If

End If

End If

If Taxitita(ArithmosBimatos) < vmax(XiliometrikiThesi) And
(miositaxititas <> 1) Then

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =

aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)

zb(ctr1) = azb(ctr1)

DI(ctr1) = aDI(ctr1)

SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)

Dt(ctr1) = aDt(ctr1)

SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)

SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)

SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)

Next ctr1

If epitaxinsi = 1 Then

Dt(ArithmosBimatos) = 0.05

SDt(ArithmosBimatos) = SDt(ArithmosBimatos - 1) +

Dt(ArithmosBimatos)

aep = mesiepitaxinsi

Taxitita(ArithmosBimatos) =

Round((((Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6) + aep * Dt(ArithmosBimatos)) *
3.6), 2)

DI(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6) *

Dt(ArithmosBimatos) + (1 / 2) * aep * (Dt(ArithmosBimatos)) ^ 2

SDI(ArithmosBimatos) = SDI(ArithmosBimatos - 1) +

DI(ArithmosBimatos)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =

SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0

KDiafora(ArithmosBimatos) = 0

PePinaka(ArithmosBimatos) = 0

AntistasiGrammisBimatos = 0

zb(ArithmosBimatos) = 0

MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = 0

Else

Taxitita(ArithmosBimatos) = Round(Taxitita(ArithmosBimatos -
1) + bima, 2)

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) =

(Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) - bima) ^ 2)

KDiafora(ArithmosBimatos) = 4.1552 *

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos)

```

PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)
AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = KDiafora(ArithmosBimatos) /
zb(ArithmosBimatos)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) +
(Taxitita(ArithmosBimatos) - bima)) / 7.2
Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) /
MesiTaxitita(ArithmosBimatos)
SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) +
SDt(ArithmosBimatos - 1)
SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =
SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)
End If

Sb0 = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)
Stasi = (1 - SinolikoMikos - Sb0) - SDI(ArithmosBimatos)

Smiosi = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 *
b)
If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(arxi) Then
If (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) <=
Round(Smiosi, 2)) And (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2)
> 0) Then
Taxitita(ArithmosBimatos) =
Round(Taxitita(ArithmosBimatos - 1), 2)
DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)
AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = miosi - SinolikoMikos -
((Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 * b)) -
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
arxi = miosi
telos = 1
epibradinsi = 1
End If

```

End If

If Stasi <= 0 Then

1), 2)
Taxitita(ArithmosBimatos) = Round(Taxitita(ArithmosBimatos) -
DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)
AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = I - SinolikoMikos -
((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)) - SDI(ArithmosBimatos - 1)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
telos = 1
telos1 = 1
End If

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then

maxb = maxb1

End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos

aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)

aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)

aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)

```

aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
azb(ctr2) = zb(ctr2)
aDI(ctr2) = DI(ctr2)
aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) = 60 Then
skdsdskd = 1
End If

```

```

TelosTmimatos = Round((SDI(ArithmosBimatos) -
MikosTmimatos(ctr)), 2)

```

```

If TelosTmimatos >= 0 Then

```

```

    telos = 1
End If
End If

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) > vmax(XiliometrikiThesi) Then

```

```

    Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi)
    aTaxitita(ArithmosBimatos) = Taxitita(ArithmosBimatos)

```

```

End If

```

```

TelosTmimatos = Round((SDI(ArithmosBimatos) -
MikosTmimatos(ctr)), 2)

```

```

If TelosTmimatos >= 0 Then

```

```

    telos1 = 1
End If

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) >= Vepitrepomeni(Stasis) Then

```

```

    For vep = 1 To I

```

```

        If vmax(vep) > Vepitrepomeni(Stasis) Then
            vmax(vep) = Vepitrepomeni(Stasis)

```

```

        End If

```

```

    Next vep

```

```

End If

```

```

Loop Until telos = 1
End If

```

If (vmax(XiliometrikiThesi + 1) < vmax(XiliometrikiThesi) And Stasi > 0)
Or (epibradinsi = 1) Then

Do

If epibradinsi = 0 Then

If Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi) Or
(miositaxititas = 1) Then

If aporithmisi = 0 Or (Taxitita(ArithmosBimatos) <= vmax(arxi - 1)
And (miositaxititas = 1)) Then

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)

zb(ctr1) = azb(ctr1)

DI(ctr1) = aDI(ctr1)

SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)

Dt(ctr1) = aDt(ctr1)

SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)

SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)

SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)

Next ctr1

Sb = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) -
(vmax(XiliometrikiThesi + 1) ^ 2)) / (26 * b), 2)

If Sb < 0 Then

Sb = 0

End If

Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi)

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0

KDiafora(ArithmosBimatos) = 0

PePinaka(ArithmosBimatos) = 0

AntistasiGrammisBimatos = 0

zb(ArithmosBimatos) = 0

DI(ArithmosBimatos) = MikosTmimatos(ctr) -

SDI(ArithmosBimatos - 1) - Sb

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

Sb0 = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)

Stasi = (I - SinolikoMikos - Sb0) - SDI(ArithmosBimatos)

Smiosi = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 *

b)

If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(arxi) Then

If (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) <=

Round(Smiosi, 2)) And (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2)

> 0) Then

DI(ArithmosBimatos) = miosi - SinolikoMikos - Smiosi -

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

arxi = miosi

telos1 = 1

epibradinsi = 1

End If

End If

If Stasi <= 0 Then

DI(ArithmosBimatos) = I - SinolikoMikos - Sb0 -

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

telos = 1

telos1 = 1

End If

MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) +
(Taxitita(ArithmosBimatos) - bima)) / 7.2

```

Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) /
MesiTaxitita(ArithmosBimatos)
SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) +
SDt(ArithmosBimatos - 1)
SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =
SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then
    maxb = maxb1
End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
    aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
    aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
    aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
    aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
    azb(ctr2) = zb(ctr2)
    aDI(ctr2) = DI(ctr2)
    aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
    aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
    aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
    aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
    aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
    aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2

If sinolikiaporithmisi = 1 Then
    aporithmisi = 1
End If
Else

```

If (vmax(XiliometrikiThesi) >= vmax(arxi - 1) + 1) Or
(miositaxititas = 1) Then

miositaxititas = 1

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =

aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)

zb(ctr1) = azb(ctr1)

DI(ctr1) = aDI(ctr1)

SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)

Dt(ctr1) = aDt(ctr1)

SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)

SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)

SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)

Next ctr1

Dt(ArithmosBimatos) = 0.05

SDt(ArithmosBimatos) = SDt(ArithmosBimatos - 1) +

Dt(ArithmosBimatos)

woapor = 1.3 + (Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / 1300

s = ws(XiliometrikiThesi)

bap = -(9.81 / (1.06 * 1000)) * (s + woapor)

Taxitita(ArithmosBimatos) = ((Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6)
+ bap * Dt(ArithmosBimatos)) * 3.6

DI(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6) *
Dt(ArithmosBimatos) + (1 / 2) * bap * (Dt(ArithmosBimatos)) ^ 2

SDI(ArithmosBimatos) = SDI(ArithmosBimatos - 1) +
DI(ArithmosBimatos)

$\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}) =$
 $\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$
 $\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos}) =$
 $\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})$

If $(\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) < 0)$ Then
 $\text{vmax}(\text{XiliometrikiThesi}) = 50$
 $\text{Vepitreponeni}(\text{Stasis}) = 50$
 $\text{sinolikiaporithmisi} = 1$
 $\text{aporithmisi} = 0$
 $\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) = 50$
 $\text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1) * \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos}) + (1 / 2) * \text{bap} * (\text{Dt}(\text{ArithmosBimatos}))^2$
 $\text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$
 $\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}) =$
 $\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{DI}(\text{ArithmosBimatos})$
 $\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos}) =$
 $\text{SinolikoXrono}(\text{ArithmosBimatos} - 1) + \text{Dt}(\text{ArithmosBimatos})$
 End If

$\text{Vepitreponeni}(\text{Stasis}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})$

$\text{Sb} = \text{Round}(((\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})^2) - (\text{vmax}(\text{XiliometrikiThesi} + 1)^2)) / (26 * b), 2)$
 If $\text{Sb} < 0$ Then
 $\text{Sb} = 0$
 $\text{miositaxititas} = 1$
 Else

End If

$\text{Sb0} = (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})^2) / (26 * b)$
 $\text{Stasi} = \text{Round}((1 - \text{SinolikoMikos} - \text{Sb0}) - \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}), 2)$

2)

$\text{Smiosi} = (\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})^2 - \text{vmax}(\text{miosi})^2) / (26 * b)$

b)

If $\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) \geq \text{vmax}(\text{arxi})$ Then
 If $(\text{miosi} - \text{Round}(\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}), 2) \leq \text{Round}(\text{Smiosi}, 2))$ And $(\text{miosi} - \text{Round}(\text{SinolikiApostasi}(\text{ArithmosBimatos}), 2) > 0)$ Then

$\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos} - 1)$
 $\text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{miosi} - \text{SinolikoMikos} - \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1) - ((\text{Taxitita}(\text{ArithmosBimatos})^2 - \text{vmax}(\text{miosi})^2) / (26 * b))$

$\text{SDI}(\text{ArithmosBimatos}) = \text{DI}(\text{ArithmosBimatos}) + \text{SDI}(\text{ArithmosBimatos} - 1)$

```

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
    arxi = miosi
    telos1 = 1
    epibradinsi = 1
End If
End If

```

```

If Stasi <= 0 Then
    Taxitita(ArithmosBimatos) = Taxitita(ArithmosBimatos - 1)
    DI(ArithmosBimatos) = 1 - SinolikoMikos -
SDI(ArithmosBimatos - 1) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b))
    SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
    SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
    telos = 1
    telos1 = 1
End If

```

```

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = 0
AntistasiGrammisBimatos = 0
zb(ArithmosBimatos) = 0
MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = 0

```

```

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

```

```

If maxb1 > maxb Then
    maxb = maxb1
End If

```

```

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

```

```

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
    aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
    aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
    aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
    aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
    azb(ctr2) = zb(ctr2)
    aDI(ctr2) = DI(ctr2)
    aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
    aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
    aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
    aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
    aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
    aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2
Else

    End If
End If

End If

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) < vmax(XiliometrikiThesi) And
(miositaxititas <> 1) Then

```

```

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1
ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

```

```

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1
    Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)
    DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)
    KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)
    PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)
    zb(ctr1) = azb(ctr1)
    DI(ctr1) = aDI(ctr1)
    SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

```

$MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)$
 $Dt(ctr1) = aDt(ctr1)$
 $SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)$
 $SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)$
 $SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)$

Next ctr1

If epitaxinsi = 1 Then

$Dt(ArithmosBimatos) = 0.05$

$SDt(ArithmosBimatos) = SDt(ArithmosBimatos - 1) +$

$Dt(ArithmosBimatos)$

$aep = mesiepitaxinsi$

$Taxitita(ArithmosBimatos) = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6) + aep * Dt(ArithmosBimatos)) * 3.6), 2)$

$DI(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos - 1) / 3.6) * Dt(ArithmosBimatos) + (1 / 2) * aep * (Dt(ArithmosBimatos)) ^ 2$

$SDI(ArithmosBimatos) = SDI(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)$

$SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =$

$SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)$

$SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =$

$SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)$

$DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0$

$KDiafora(ArithmosBimatos) = 0$

$PePinaka(ArithmosBimatos) = 0$

$AntistasiGrammisBimatos = 0$

$zb(ArithmosBimatos) = 0$

$MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = 0$

Else

$Taxitita(ArithmosBimatos) = Round(Taxitita(ArithmosBimatos - 1) + bima, 2)$

$DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) - bima) ^ 2)$

$KDiafora(ArithmosBimatos) = 4.1552 *$

$DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos)$

$PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) / bima) + 1)$

$AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)$

$zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) - wg(AntistasiGrammisBimatos)$

$DI(ArithmosBimatos) = KDiafora(ArithmosBimatos) / zb(ArithmosBimatos)$

$SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) + SDI(ArithmosBimatos - 1)$

$SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =$

$SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)$

$MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) + (Taxitita(ArithmosBimatos) - bima)) / 7.2$

```

Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) /
MesiTaxitita(ArithmosBimatos)
SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) +
SDt(ArithmosBimatos - 1)
SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =
SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)
End If

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) = 69.56 Then
sksdskd = 1
End If

```

```

Sb0 = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)
Stasi = Round((1 - SinolikoMikos - Sb0) - SDI(ArithmosBimatos), 2)

```

```

Smiosi = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 * b)
If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(arxi) Then
If (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) <=
Round(Smiosi, 2)) And (miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2)
> 0) Then

```

```

Taxitita(ArithmosBimatos) =
Round(Taxitita(ArithmosBimatos - 1), 2)
DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)
AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = miosi - SinolikoMikos -
SDI(ArithmosBimatos - 1) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2)
/ (26 * b))
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
arxi = miosi

```

```

telos1 = 1
epibradinsi = 1
End If
End If

```

```

If Stasi <= 0 Then
Taxitita(ArithmosBimatos) = Round(Taxitita(ArithmosBimatos - 1),

```

2)

```

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)

```



```

AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = I - SinolikoMikos - SDI(ArithmosBimatos -
1) - ((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b))
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
telos = 1
telos1 = 1
End If

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

```

```

If maxb1 > maxb Then
    maxb = maxb1
End If

```

```

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

```

```

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
    aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
    aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
    aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
    aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
    azb(ctr2) = zb(ctr2)
    aDI(ctr2) = DI(ctr2)
    aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
    aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
    aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
    aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
    aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)

```

aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2

If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(XiliometrikiThesi + 1) And
Stasi > 0 Then
Sb = ((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) - (vmax(XiliometrikiThesi +
1) ^ 2)) / (26 * b)
End If

End If

If Taxitita(ArithmosBimatos) > vmax(XiliometrikiThesi) Then

Taxitita(ArithmosBimatos) = vmax(XiliometrikiThesi)
aTaxitita(ArithmosBimatos) = Taxitita(ArithmosBimatos)

End If

TelosTmimatos = Round((MikosTmimatos(ctr) - SDI(ArithmosBimatos)
- Sb), 2)

End If

If (TelosTmimatos <= 0 And Stasi > 0) Or (epibradinsi = 1) Then

Do

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1
ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)

zb(ctr1) = azb(ctr1)

DI(ctr1) = aDI(ctr1)

SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

```

MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)
Dt(ctr1) = aDt(ctr1)
SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)
SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)
SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)
Next ctr1

```

```

Taxitita(ArithmosBimatos) = Round((Taxitita(ArithmosBimatos -
1) - bima), 2)

```

```

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = 0
AntistasiGrammisBimatos = 0
zb(ArithmosBimatos) = 0
DI(ArithmosBimatos) = ((Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) -
(Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2)) / (26 * b)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

```

```

Sb0 = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)
Stasi = Round((I - SinolikoMikos - Sb0) - SDI(ArithmosBimatos),
2)

```

```

b) Smiosi = (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 *
If Taxitita(ArithmosBimatos) >= vmax(arxi) Then
If (Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) >= miosi) And
(miosi - Round(SinolikiApostasi(ArithmosBimatos), 2) > 0) Then
Taxitita(ArithmosBimatos) =
Round(Taxitita(ArithmosBimatos - 1), 2)
DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0
KDiafora(ArithmosBimatos) = 0
PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /
bima) + 1)
AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)
zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -
wg(AntistasiGrammisBimatos)
DI(ArithmosBimatos) = miosi - SinolikoMikos -
((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 - vmax(miosi) ^ 2) / (26 * b)) -
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +
SDI(ArithmosBimatos - 1)
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =
SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)
arxi = miosi
telos4 = 1
telos1 = 1
epibradinsi = 0

```

End If

End If

If Stasi <= 0 Then

1), 2)

Taxitita(ArithmosBimatos) = Round(Taxitita(ArithmosBimatos) -

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0

KDiafora(ArithmosBimatos) = 0

PePinaka(ArithmosBimatos) = p((Taxitita(ArithmosBimatos) /

bima) + 1)

AntistasiGrammisBimatos = Tmima(ctr)

zb(ArithmosBimatos) = PePinaka(ArithmosBimatos) -

wg(AntistasiGrammisBimatos)

DI(ArithmosBimatos) = I - SinolikoMikos -

((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)) - SDI(ArithmosBimatos - 1)

SDI(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) +

SDI(ArithmosBimatos - 1)

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) =

SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)

telos = 1

telos1 = 1

telos4 = 1

End If

MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) +
(Taxitita(ArithmosBimatos) + bima)) / 7.2

Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) /

MesiTaxitita(ArithmosBimatos)

SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) +

SDt(ArithmosBimatos - 1)

SinolikoXrono(ArithmosBimatos) =

SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then

maxb = maxb1

End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single

```

ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

```

```

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
    aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
    aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
    aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
    aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
    azb(ctr2) = zb(ctr2)
    aDI(ctr2) = DI(ctr2)
    aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
    aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
    aDt(ctr2) = Dt(ctr1)
    aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
    aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
    aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2

```

```

If (Round(Taxitita(ArithmosBimatos), 2) <=
vmax(XiliometrikiThesi + 1)) And Round((SDI(ArithmosBimatos) -
MikosTmimatos(ctr)), 2) >= 0 Then
    telos4 = 1
End If

```

```

Loop Until telos4 = 1

```

```

End If

```

```

TelosTmimatos = Round((SDI(ArithmosBimatos) -
MikosTmimatos(ctr)), 2)

```

```

If TelosTmimatos >= 0 Then

```

```

    telos1 = 1
End If

```

```

If Taxitita(ArithmosBimatos) >= Vepitrepomeni(Stasis) Then
    For vep = 1 To I

```

```

        If vmax(vep) > Vepitrepomeni(Stasis) Then
            vmax(vep) = Vepitrepomeni(Stasis)
        End If

```

```

    Next vep

```

```

End If

```

$$DI(ArithmosBimatos) = ((Taxitita(ArithmosBimatos) - 1) ^ 2) - (Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2) / (26 * b)$$

$$SDI(ArithmosBimatos) = SDI(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)$$

$$MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = (Taxitita(ArithmosBimatos) + Taxitita(ArithmosBimatos - 1)) / 7.2$$

$$Dt(ArithmosBimatos) = DI(ArithmosBimatos) / MesiTaxitita(ArithmosBimatos)$$

$$SDt(ArithmosBimatos) = Dt(ArithmosBimatos) + SDt(ArithmosBimatos - 1)$$

$$SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) = SinolikiApostasi(ArithmosBimatos - 1) + DI(ArithmosBimatos)$$

$$SinolikoXrono(ArithmosBimatos) = SinolikoXrono(ArithmosBimatos - 1) + Dt(ArithmosBimatos)$$

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
 ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

```
For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
  aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
  aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
  aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
  aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
  azb(ctr2) = zb(ctr2)
  aDI(ctr2) = DI(ctr2)
  aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
  aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
  aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
  aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
  aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
  aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2
```

```
If Taxitita(ArithmosBimatos) <= 0 Then
  telos3 = 1
End If
```

Loop Until telos3 = 1

ctr = ArithmosTmimatou

telos = 1

telos1 = 1

telos2 = 1

End If

If Stasi > 0 Then

ArithmosBimatos = ArithmosBimatos + 1

ReDim Taxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single

ReDim KDiafora(ArithmosBimatos) As Single

ReDim PePinaka(ArithmosBimatos) As Single

ReDim zb(ArithmosBimatos) As Single

ReDim DI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDI(ArithmosBimatos) As Single

ReDim MesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single

ReDim Dt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SDt(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single

ReDim SinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr1 = 1 To ArithmosBimatos - 1

Taxitita(ctr1) = aTaxitita(ctr1)

DiaforaTetragononTaxititas(ctr1) =
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr1)

KDiafora(ctr1) = aKDiafora(ctr1)

PePinaka(ctr1) = aPePinaka(ctr1)

zb(ctr1) = azb(ctr1)

DI(ctr1) = aDI(ctr1)

SDI(ctr1) = aSDI(ctr1)

MesiTaxitita(ctr1) = aMesiTaxitita(ctr1)

Dt(ctr1) = aDt(ctr1)

SDt(ctr1) = aSDt(ctr1)

SinolikiApostasi(ctr1) = aSinolikiApostasi(ctr1)

SinolikoXrono(ctr1) = aSinolikoXrono(ctr1)

Next ctr1

Taxitita(ArithmosBimatos) = Taxitita(ArithmosBimatos - 1)

DiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) = 0

KDiafora(ArithmosBimatos) = 0

PePinaka(ArithmosBimatos) = 0

AntistasiGrammisBimatos = 0

zb(ArithmosBimatos) = 0

DI(ArithmosBimatos) = 0

SDI(ArithmosBimatos) = 0

MesiTaxitita(ArithmosBimatos) = 0

Dt(ArithmosBimatos) = 0

SDt(ArithmosBimatos) = 0

- 1) SinolikiApostasi(ArithmosBimatos) = SinolikiApostasi(ArithmosBimatos

1) SinolikoXrono(ArithmosBimatos) = SinolikoXrono(ArithmosBimatos -

maxb1 = Round((((Taxitita(ArithmosBimatos) ^ 2 -
Taxitita(ArithmosBimatos - 1) ^ 2) / (2 * (3.6 ^ 2) * (SDI(ArithmosBimatos) -
SDI(ArithmosBimatos - 1))))), 4)

If maxb1 > maxb Then
maxb = maxb1
End If

ReDim aTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDiaforaTetragononTaxititas(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aKDiafora(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aPePinaka(ArithmosBimatos) As Single
ReDim azb(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDI(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aMesiTaxitita(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSDt(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikiApostasi(ArithmosBimatos) As Single
ReDim aSinolikoXrono(ArithmosBimatos) As Single

For ctr2 = 1 To ArithmosBimatos
aTaxitita(ctr2) = Taxitita(ctr2)
aDiaforaTetragononTaxititas(ctr2) =
DiaforaTetragononTaxititas(ctr2)
aKDiafora(ctr2) = KDiafora(ctr2)
aPePinaka(ctr2) = PePinaka(ctr2)
azb(ctr2) = zb(ctr2)
aDI(ctr2) = DI(ctr2)
aSDI(ctr2) = SDI(ctr2)
aMesiTaxitita(ctr2) = MesiTaxitita(ctr2)
aDt(ctr2) = Dt(ctr2)
aSDt(ctr2) = SDt(ctr2)
aSinolikiApostasi(ctr2) = SinolikiApostasi(ctr2)
aSinolikoXrono(ctr2) = SinolikoXrono(ctr2)
Next ctr2
End If
SinolikoMikos = SinolikoMikos + MikosTmimatos(ctr)
Next ctr

MsgBox ("I megisti b einai" & maxb & " m/sec2")
MsgBox ("Arxi excel")

Dim obExcelApp As Object
Dim obWorkSheet As Object
Dim blnRunning As Boolean

On Error Resume Next

Set obExcelApp = CreateObject("Excel.Application")

obExcelApp.workbooks.Add

Set obWorkSheet = obExcelApp.ActiveSheet

obWorkSheet.Cells(1, 1).Value = "Όιβιά"
obWorkSheet.Cells(1, 2).Value = "Văđéôñ (km/h)"
obWorkSheet.Cells(1, 3).Value = "İ̇ṗēi̇ò òi̇βi̇áôĩ̇ò L (m)"
obWorkSheet.Cells(1, 4).Value = "Áíôβóóáóc ãñáìi̇bò Wã (N/KN)"
obWorkSheet.Cells(1, 5).Value = "Âβi̇á ôá+ýôçôáò (km/h)"
obWorkSheet.Cells(1, 6).Value = "V2*V2-V1*V1 "
obWorkSheet.Cells(1, 7).Value = "K(V2*V2-V1*V1)"
obWorkSheet.Cells(1, 8).Value = "p (N/KN)"
obWorkSheet.Cells(1, 9).Value = "Zb=P - wã (N/KN)"
obWorkSheet.Cells(1, 10).Value = "ÄÉ (m)"
obWorkSheet.Cells(1, 11).Value = "ÓÄÉ (m)"
obWorkSheet.Cells(1, 12).Value = "(V1+V2)/2/3, 6 (m/sec)"
obWorkSheet.Cells(1, 13).Value = "Ät (sec)"
obWorkSheet.Cells(1, 14).Value = "ÓÄt (sec)"
obWorkSheet.Cells(1, 15).Value = "Óõĩĩëëê̇ṗ áđi̇óóáóc (m)"
obWorkSheet.Cells(1, 16).Value = "Óõĩĩëëê̇i̇ò xñüĩĩ̇ò (sec)"

obWorkSheet.Cells(2, 1).Value = Tmimata(1)
obWorkSheet.Cells(2, 2).Value = vmax(1)
obWorkSheet.Cells(2, 3).Value = MikosTmimatos(1)
obWorkSheet.Cells(2, 4).Value = wg(1)
obWorkSheet.Cells(2, 5).Value = Taxitita(1)
obWorkSheet.Cells(2, 6).Value = DiaforaTetragononTaxititas(1)
obWorkSheet.Cells(2, 7).Value = KDiafora(1)
obWorkSheet.Cells(2, 8).Value = PePinaka(1)
obWorkSheet.Cells(2, 9).Value = zb(1)
obWorkSheet.Cells(2, 10).Value = DI(1)
obWorkSheet.Cells(2, 11).Value = SDI(1)
obWorkSheet.Cells(2, 12).Value = MesiTaxitita(1)
obWorkSheet.Cells(2, 13).Value = Dt(1)
obWorkSheet.Cells(2, 14).Value = SDt(1)
obWorkSheet.Cells(2, 15).Value = SinolikiApostasi(1)
obWorkSheet.Cells(2, 16).Value = SinolikoXrono(1)

kati = 3

For ctr1 = 1 To ArithmosTmimatōn
For ctr = kati To ArithmosBimatōs

```

obWorkSheet.Cells(ctr, 1).Value = Tmimata(ctr1)
obWorkSheet.Cells(ctr, 2).Value = vmax(Tmima(ctr1))
obWorkSheet.Cells(ctr, 3).Value = MikosTmimatōs(ctr1)
obWorkSheet.Cells(ctr, 4).Value = wg(ctr1)
obWorkSheet.Cells(ctr, 5).Value = Taxitita(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 6).Value = DiaforaTetragononTaxititas(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 7).Value = KDiafora(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 8).Value = PePinaka(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 9).Value = zb(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 10).Value = DI(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 11).Value = SDI(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 12).Value = MesiTaxitita(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 13).Value = Dt(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 14).Value = SDt(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 15).Value = SinolikiApostasi(ctr)
obWorkSheet.Cells(ctr, 16).Value = SinolikoXrono(ctr)

```

If SDI(ctr) = 0 Then

kati = ctr + 1

ctr = ArithmosBimatōs + 1

End If

Next ctr

Next ctr1

obExcelApp.SaveAs "C:\Elxis.xls"

obExcelApp.Quit

MsgBox ("Telos " & arx & "ou diagrammatos")

Next arx

MsgBox ("Telos Diergasias")

End Sub

Private Sub Text8_Change()

If (Text8.Text <> "") Then

ArithmosDiagrammaton = Text8.Text

ReDim StoiceiaDiagrammaton(4, ArithmosDiagrammaton) As Single

End If

End Sub

11.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 ΦΥΛΛΑ EXCEL ΓΙΑ ΑΓ.ΕΛΕΥΘΕΡΙΟ-Κ.ΠΑΤΗΣΙΑ

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
7453 802-935	67	133	-0,00489	46,5423	0	0	0	0	3,28967	353,26	13,0673	0,25175	19,635	859,599243	57,87132
7454 802-935	67	133	-0,00489	45,5423	0	0	0	0	3,21974	356,48	12,7895	0,25175	19,887	862,81897	58,12307
7455 802-935	67	133	-0,00489	44,5423	0	0	0	0	3,14981	359,63	12,5118	0,25175	20,139	865,968811	58,37481
7456 802-935	67	133	-0,00489	43,5423	0	0	0	0	3,07988	362,71	12,234	0,25175	20,39	869,048706	58,62656
7457 802-935	67	133	-0,00489	42,5423	0	0	0	0	3,00995	365,72	11,9562	0,25175	20,642	872,058655	58,87831
7458 802-935	67	133	-0,00489	41,5423	0	0	0	0	2,94002	368,66	11,6784	0,25175	20,894	874,998657	59,13005
7459 802-935	67	133	-0,00489	40,5423	0	0	0	0	2,87009	371,53	11,4006	0,25175	21,146	877,868774	59,3818
7460 802-935	67	133	-0,00489	39,5423	0	0	0	0	2,80016	374,33	11,1229	0,25175	21,397	880,868945	59,63356
7461 802-935	67	133	-0,00489	38,5423	0	0	0	0	2,73023	377,06	10,8451	0,25175	21,649	883,39917	59,8863
7462 802-935	67	133	-0,00489	37,5423	0	0	0	0	2,6603	379,72	10,5673	0,25175	21,901	886,059448	60,13704
7463 802-935	67	133	-0,00489	36,5423	0	0	0	0	2,59037	382,31	10,2895	0,25175	22,153	888,649841	60,38879
7464 802-935	67	133	-0,00489	35,5423	0	0	0	0	2,52044	384,83	10,0118	0,25175	22,404	891,170288	60,64054
7465 802-935	67	133	-0,00489	34,5423	0	0	0	0	2,45051	387,28	9,73397	0,25175	22,656	893,620789	60,89228
7466 802-935	67	133	-0,00489	33,5423	0	0	0	0	2,38058	389,66	9,4562	0,25175	22,908	896,001343	61,14403
7467 802-935	67	133	-0,00489	32,5423	0	0	0	0	2,31065	391,97	9,17842	0,25175	23,16	898,312012	61,39678
7468 802-935	67	133	-0,00489	31,5423	0	0	0	0	2,24072	394,21	8,90064	0,25175	23,411	900,552734	61,64753
7469 802-935	67	133	-0,00489	30,5423	0	0	0	0	2,17079	396,38	8,62286	0,25175	23,663	902,723511	61,89927
7470 802-935	67	133	-0,00489	29,5423	0	0	0	0	2,10086	398,48	8,34509	0,25175	23,915	904,824341	62,15102
7471 802-935	67	133	-0,00489	28,5423	0	0	0	0	2,03093	400,52	8,06731	0,25175	24,166	906,855286	62,40277
7472 802-935	67	133	-0,00489	27,5423	0	0	0	0	1,961	402,48	7,78953	0,25175	24,418	908,816284	62,65451
7473 802-935	67	133	-0,00489	26,5423	0	0	0	0	1,89107	404,37	7,51175	0,25175	24,67	910,707336	62,90626
7474 802-935	67	133	-0,00489	25,5423	0	0	0	0	1,82114	406,19	7,23397	0,25175	24,922	912,528503	63,15801
7475 802-935	67	133	-0,00489	24,5423	0	0	0	0	1,75121	407,94	6,9562	0,25175	25,173	914,279724	63,40976
7476 802-935	67	133	-0,00489	23,5423	0	0	0	0	1,68128	409,62	6,67842	0,25175	25,425	915,960999	63,6615
7477 802-935	67	133	-0,00489	22,5423	0	0	0	0	1,61135	411,23	6,40064	0,25175	25,677	917,572327	63,91325
7478 802-935	67	133	-0,00489	21,5423	0	0	0	0	1,54142	412,77	6,12286	0,25175	25,929	919,11377	64,165
7479 802-935	67	133	-0,00489	20,5423	0	0	0	0	1,47149	414,25	5,84508	0,25175	26,18	920,585266	64,41675
7480 802-935	67	133	-0,00489	19,5423	0	0	0	0	1,40156	415,65	5,56731	0,25175	26,432	921,986816	64,6685
7481 802-935	67	133	-0,00489	18,5423	0	0	0	0	1,33163	416,98	5,28953	0,25175	26,684	923,31842	64,92024
7482 802-935	67	133	-0,00489	17,5423	0	0	0	0	1,2617	418,24	5,01175	0,25175	26,936	924,580139	65,17199
7483 802-935	67	133	-0,00489	16,5423	0	0	0	0	1,19177	419,43	4,73397	0,25175	27,187	925,771912	65,42374
7484 802-935	67	133	-0,00489	15,5423	0	0	0	0	1,12184	420,55	4,4562	0,25175	27,439	926,893738	65,67548
7485 802-935	67	133	-0,00489	14,5423	0	0	0	0	1,05191	421,61	4,17842	0,25175	27,691	927,945618	65,92723
7486 802-935	67	133	-0,00489	13,5423	0	0	0	0	0,98198	422,59	3,90064	0,25175	27,943	928,927612	66,17898
7487 802-935	67	133	-0,00489	12,5423	0	0	0	0	0,91205	423,5	3,62286	0,25175	28,194	929,839661	66,43073
7488 802-935	67	133	-0,00489	11,5423	0	0	0	0	0,84212	424,34	3,34508	0,25175	28,446	930,681763	66,68247
7489 802-935	67	133	-0,00489	10,5423	0	0	0	0	0,77219	425,11	3,06731	0,25175	28,698	931,453979	66,93422
7490 802-935	67	133	-0,00489	9,542305	0	0	0	0	0,70226	425,82	2,78953	0,25175	28,95	932,15625	67,18597
7491 802-935	67	133	-0,00489	8,542305	0	0	0	0	0,63233	426,45	2,51175	0,25175	29,201	932,788574	67,43771
7492 802-935	67	133	-0,00489	7,542305	0	0	0	0	0,5624	427,01	2,23397	0,25175	29,453	933,350952	67,68946
7493 802-935	67	133	-0,00489	6,542305	0	0	0	0	0,49247	427,5	1,9562	0,25175	29,705	933,843445	67,94121
7494 802-935	67	133	-0,00489	5,542305	0	0	0	0	0,42254	427,93	1,67842	0,25175	29,957	934,265991	68,19296
7495 802-935	67	133	-0,00489	4,542305	0	0	0	0	0,35261	428,28	1,40064	0,25175	30,208	934,618591	68,4447
7496 802-935	67	133	-0,00489	3,542305	0	0	0	0	0,28268	428,56	1,12286	0,25175	30,46	934,901245	68,69645
7497 802-935	67	133	-0,00489	2,542305	0	0	0	0	0,21275	428,77	0,84508	0,25175	30,712	935,114014	68,9482
7498 802-935	67	133	-0,00489	1,542305	0	0	0	0	0,14282	428,92	0,56731	0,25175	30,964	935,256836	69,19994
7499 802-935	67	133	-0,00489	0,542305	0	0	0	0	0,07289	429,99	0,28953	0,25175	31,215	935,329712	69,45169
7500 802-935	67	133	-0,00489	0	0	0	0	0	0,00295	429,99	0,01175	0,25175	31,467	935,332642	69,70344

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Τμήμα	Μήκος (km/h)	Αντίσταση vwy (N/KN)	Βήμα ταχύτητας (km/h)	V2-V1 V1-V1	KV2-V2- V1-V1	p (N/KN)	Zb=P - wy (N/KN)	Δl (m)	ΣΔl (m)	(V1+V2)/ 2/3, 6 (m/sec)	Δt (sec)	ΣΔt (sec)	Συνολική απόσταση (m)	Συνολικός Χρόνος (sec)
1	0-61	60	61	0.01	1E-04	0.000416	108.7	108.7049	0	0	0.694	0	0	3.058E-05	0.005604
2	0-61	60	61	0.03	0.0005	0.002078	108.7	108.7049	1.9E-05	3E-05	0.00694	0.00275	0.0055	5.7337E-05	0.008267
3	0-61	60	61	0.04	0.0007	0.002903	108.7	108.7049	2.7E-05	6E-05	0.00972	0.00275	0.0083	9.1739E-05	0.011009
4	0-61	60	61	0.05	0.0009	0.00374	108.7	108.7049	3.4E-05	9E-05	0.0125	0.00275	0.011	0.00013379	0.013761
5	0-61	60	61	0.06	0.0011	0.004571	108.7	108.7049	4.2E-05	0.0001	0.01528	0.00275	0.0138	0.00018348	0.016513
6	0-61	60	61	0.07	0.0013	0.005402	108.7	108.7049	5E-05	0.0002	0.01806	0.00275	0.0165	0.00024081	0.019265
7	0-61	60	61	0.08	0.0015	0.006233	108.7	108.7049	5.7E-05	0.0002	0.02083	0.00275	0.0193	0.0003058	0.022017
8	0-61	60	61	0.09	0.0017	0.007064	108.7	108.7049	6.5E-05	0.0003	0.02361	0.00275	0.022	0.00037842	0.02477
9	0-61	60	61	0.1	0.0019	0.007895	108.7	108.7049	7.3E-05	0.0004	0.02639	0.00275	0.0248	0.0004587	0.027522
10	0-61	60	61	0.11	0.0021	0.008726	108.7	108.7049	8E-05	0.0005	0.02917	0.00275	0.0275	0.0005461	0.030274
11	0-61	60	61	0.12	0.0023	0.009557	108.7	108.7049	8.8E-05	0.0005	0.03194	0.00275	0.0303	0.00064217	0.033026
12	0-61	60	61	0.13	0.0025	0.010388	108.7	108.7049	9.6E-05	0.0006	0.03472	0.00275	0.0338	0.00074538	0.035778
13	0-61	60	61	0.14	0.0027	0.011219	108.7	108.7049	0.0001	0.0007	0.0375	0.00275	0.0358	0.00085623	0.03853
14	0-61	60	61	0.15	0.0029	0.01205	108.7	108.7049	0.0001	0.0009	0.04028	0.00275	0.0413	0.00097473	0.041283
15	0-61	60	61	0.16	0.0031	0.012881	108.7	108.7049	0.00012	0.0011	0.04306	0.00275	0.044	0.00110087	0.044035
16	0-61	60	61	0.17	0.0033	0.013712	108.7	108.7049	0.00013	0.0012	0.04583	0.00275	0.0468	0.00123465	0.046787
17	0-61	60	61	0.18	0.0035	0.014543	108.7	108.7049	0.00014	0.0014	0.04861	0.00275	0.0496	0.00137609	0.049539
18	0-61	60	61	0.19	0.0037	0.015374	108.7	108.7049	0.00015	0.0015	0.05139	0.00275	0.0523	0.00152516	0.052291
19	0-61	60	61	0.2	0.0039	0.016205	108.7	108.7049	0.00016	0.0017	0.05417	0.00275	0.055	0.00168188	0.055043
20	0-61	60	61	0.21	0.0041	0.017036	108.7	108.7049	0.00017	0.0018	0.05694	0.00275	0.0578	0.00184625	0.057796
21	0-61	60	61	0.22	0.0043	0.017867	108.7	108.7049	0.00018	0.002	0.05972	0.00275	0.0605	0.00201826	0.060548
22	0-61	60	61	0.23	0.0045	0.018698	108.7	108.7049	0.00019	0.0022	0.0625	0.00275	0.0633	0.00219791	0.0633
23	0-61	60	61	0.24	0.0047	0.019529	108.7	108.7049	0.0002	0.0024	0.06528	0.00275	0.0661	0.00238522	0.066052
24	0-61	60	61	0.25	0.0049	0.02036	108.7	108.7049	0.00021	0.0026	0.06806	0.00275	0.0688	0.00258016	0.068804
25	0-61	60	61	0.26	0.0051	0.021192	108.7	108.7049	0.00022	0.0028	0.07083	0.00275	0.0716	0.00278275	0.071556
26	0-61	60	61	0.27	0.0053	0.022023	108.7	108.7049	0.00023	0.003	0.07361	0.00275	0.0743	0.00299299	0.074309
27	0-61	60	61	0.28	0.0055	0.022854	108.7	108.7049	0.00024	0.0032	0.07639	0.00275	0.0771	0.00321087	0.077061
28	0-61	60	61	0.29	0.0057	0.023685	108.7	108.7049	0.00025	0.0034	0.07917	0.00275	0.0798	0.00343639	0.079813
29	0-61	60	61	0.3	0.0059	0.024516	108.7	108.7049	0.00026	0.0037	0.08194	0.00275	0.0826	0.00369566	0.082565
30	0-61	60	61	0.31	0.0061	0.025347	108.7	108.7049	0.00027	0.0039	0.08472	0.00275	0.0853	0.00391038	0.085317
31	0-61	60	61	0.32	0.0063	0.026178	108.7	108.7049	0.00028	0.0042	0.0875	0.00275	0.0881	0.00415884	0.088069
32	0-61	60	61	0.33	0.0065	0.027009	108.7	108.7049	0.00029	0.0044	0.09028	0.00275	0.0908	0.00441494	0.090822
33	0-61	60	61	0.34	0.0067	0.02784	108.7	108.7049	0.0003	0.0047	0.09306	0.00275	0.0936	0.00467869	0.093574
34	0-61	60	61	0.35	0.0069	0.028671	108.7	108.7049	0.00031	0.005	0.09583	0.00275	0.0963	0.00495009	0.096326
35	0-61	60	61	0.36	0.0071	0.029502	108.7	108.7049	0.00032	0.0052	0.09861	0.00275	0.0991	0.00522913	0.099078
36	0-61	60	61	0.37	0.0073	0.030333	108.7	108.7049	0.00033	0.0055	0.10139	0.00275	0.1018	0.00551581	0.10183
37	0-61	60	61	0.38	0.0075	0.031164	108.7	108.7049	0.00034	0.0058	0.10417	0.00275	0.1046	0.00581014	0.104582
38	0-61	60	61	0.39	0.0077	0.031995	108.7	108.7049	0.00035	0.0061	0.10694	0.00275	0.1073	0.00611212	0.107336
39	0-61	60	61	0.4	0.0079	0.032826	108.7	108.7049	0.00036	0.0064	0.10972	0.00275	0.1101	0.0064174	0.110087
40	0-61	60	61	0.41	0.0081	0.033657	108.7	108.7049	0.00037	0.0067	0.1125	0.00275	0.1128	0.006739	0.112839
41	0-61	60	61	0.42	0.0083	0.034488	108.7	108.7049	0.00038	0.0071	0.11528	0.00275	0.1156	0.00706391	0.115591
42	0-61	60	61	0.43	0.0085	0.035319	108.7	108.7049	0.00039	0.0074	0.11806	0.00275	0.1183	0.007391	0.118339
43	0-61	60	61	0.43	0.0085	0.035319	108.7	108.7049	0.00039	0.0074	0.11806	0.00275	0.1183	0.007391	0.118339

Φύλλο 1 / Φύλλο 2 / Φύλλο 3

Τμήμα	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Verm (km/h)	Μήκος μήματος L (m)	Αντίσταση γραμμής WV (N/KN)	Βήμα ταχύτητας (km/h)	V2 ² -V1 ² V1 ² -V1	K(V2 ² -V2- V1 ² -V1)	p (N/KN)	Zb=P - wγ (N/KN)	Δl (m)	ΣΔl (m)	(V1+V2)/ 2β,6 (m/sec)	Δt (sec)	ΣΔt (sec)	Συνολική απόσταση (m)	Συνολικός Χρόνος (sec)
1	0-40	60	40	0,01	1E-04	0,000416	108,7000	108,6978	0	0	0,694	0,00275	0,0055	3,058E-05	0,005505
2	0-40	60	40	0,03	0,0005	0,002078	108,7000	108,6978	1,9E-05	3,06E-05	0,00694	0,00275	0,0055	3,058E-05	0,005505
3	0-40	60	40	0,04	0,0007	0,002909	108,7000	108,6978	2,7E-05	5,17E-05	0,00972	0,00275	0,0083	5,734E-05	0,008257
4	0-40	60	40	0,05	0,0009	0,00374	108,7000	108,6978	3,4E-05	9,17E-05	0,0125	0,00275	0,011	9,175E-05	0,011009
5	0-40	60	40	0,06	0,0011	0,004571	108,7000	108,6978	4,2E-05	0,000134	0,01528	0,00275	0,0138	0,0001338	0,013762
6	0-40	60	40	0,07	0,0013	0,005402	108,7000	108,6978	5,0E-05	0,000183	0,01806	0,00275	0,0165	0,0001835	0,016514
7	0-40	60	40	0,08	0,0015	0,006233	108,7000	108,6978	5,7E-05	0,000241	0,02083	0,00275	0,0193	0,0002408	0,019266
8	0-40	60	40	0,09	0,0017	0,007064	108,7000	108,6978	6,5E-05	0,000306	0,02361	0,00275	0,022	0,0003058	0,022019
9	0-40	60	40	0,1	0,0019	0,007895	108,7000	108,6978	7,3E-05	0,000378	0,02639	0,00275	0,0248	0,0003784	0,024771
10	0-40	60	40	0,11	0,0021	0,008726	108,7000	108,6978	8,1E-05	0,000459	0,02917	0,00275	0,0275	0,0004587	0,027524
11	0-40	60	40	0,12	0,0023	0,009557	108,7000	108,6978	8,9E-05	0,000547	0,03194	0,00275	0,0303	0,0005466	0,030276
12	0-40	60	40	0,13	0,0025	0,010388	108,7000	108,6978	9,6E-05	0,000642	0,03472	0,00275	0,033	0,0006422	0,033028
13	0-40	60	40	0,14	0,0027	0,011219	108,7000	108,6978	0,0001	0,000745	0,0375	0,00275	0,0358	0,0007454	0,035781
14	0-40	60	40	0,15	0,0029	0,01205	108,7000	108,6978	0,00011	0,000856	0,04028	0,00275	0,0385	0,0008563	0,038533
15	0-40	60	40	0,16	0,0031	0,012881	108,7000	108,6978	0,00012	0,000975	0,04306	0,00275	0,0413	0,0009748	0,041285
16	0-40	60	40	0,17	0,0033	0,013712	108,7000	108,6978	0,00013	0,001101	0,04583	0,00275	0,0446	0,0011009	0,044038
17	0-40	60	40	0,18	0,0035	0,014543	108,7000	108,6978	0,00014	0,001235	0,04861	0,00275	0,0468	0,0012347	0,04679
18	0-40	60	40	0,19	0,0037	0,015374	108,7000	108,6978	0,00015	0,001376	0,05139	0,00275	0,0495	0,0013762	0,049542
19	0-40	60	40	0,2	0,0039	0,016205	108,7000	108,6977	0,00016	0,001525	0,05417	0,00275	0,0523	0,0015253	0,052295
20	0-40	60	40	0,21	0,0041	0,017036	108,7000	108,6977	0,00017	0,001682	0,05694	0,00275	0,055	0,001682	0,055047
21	0-40	60	40	0,22	0,0043	0,017867	108,7000	108,6977	0,00018	0,001846	0,05972	0,00275	0		

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
6024	864-963	60	99	0,002221	47	0	0	0	0	3,32168	358,7623	13,1944	0,25175	21,882	885,79602	63,10918
6025	864-963	60	99	0,002221	46	0	0	0	0	3,25175	362,014	12,9167	0,25175	22,385	889,04779	63,36093
6026	864-963	60	99	0,002221	45	0	0	0	0	3,18182	365,1958	12,6399	0,25175	22,385	892,22961	63,61267
6027	864-963	60	99	0,002221	44	0	0	0	0	3,11189	368,3077	12,3611	0,25175	22,637	895,34149	63,86442
6028	864-963	60	99	0,002221	43	0	0	0	0	3,04196	371,3497	12,0833	0,25175	22,889	898,38342	64,11617
6029	864-963	60	99	0,002221	42	0	0	0	0	2,97203	374,3217	11,8056	0,25175	23,141	901,35547	64,36792
6030	864-963	60	99	0,002221	41	0	0	0	0	2,9021	377,2238	11,5278	0,25175	23,392	904,25757	64,61967
6031	864-963	60	99	0,002221	40	0	0	0	0	2,83217	380,0559	11,25	0,25175	23,644	907,08972	64,87141
6032	864-963	60	99	0,002221	39	0	0	0	0	2,76224	382,8182	10,9722	0,25175	23,896	909,85199	65,12316
6033	864-963	60	99	0,002221	38	0	0	0	0	2,69231	385,5105	10,6944	0,25175	24,148	912,54431	65,37491
6034	864-963	60	99	0,002221	37	0	0	0	0	2,62238	388,1329	10,4167	0,25175	24,399	915,16669	65,62666
6035	864-963	60	99	0,002221	36	0	0	0	0	2,55245	390,6853	10,1389	0,25175	24,651	917,71912	65,8784
6036	864-963	60	99	0,002221	35	0	0	0	0	2,48252	393,1678	9,86111	0,25175	24,903	920,20166	66,13015
6037	864-963	60	99	0,002221	34	0	0	0	0	2,41269	395,5804	9,58333	0,25175	25,155	922,61426	66,3819
6038	864-963	60	99	0,002221	33	0	0	0	0	2,34266	397,9231	9,30556	0,25175	25,406	924,95691	66,63364
6039	864-963	60	99	0,002221	32	0	0	0	0	2,27273	400,1968	9,02778	0,25175	25,658	927,22961	66,88539
6040	864-963	60	99	0,002221	31	0	0	0	0	2,2028	402,3986	8,75	0,25175	25,91	929,43243	67,13714
6041	864-963	60	99	0,002221	30	0	0	0	0	2,13287	404,5315	8,47222	0,25175	26,162	931,58531	67,38889
6042	864-963	60	99	0,002221	29	0	0	0	0	2,06294	406,5944	8,19444	0,25175	26,413	933,62823	67,64063
6043	864-963	60	99	0,002221	28	0	0	0	0	1,99301	408,5874	7,91667	0,25175	26,665	935,62122	67,89238
6044	864-963	60	99	0,002221	27	0	0	0	0	1,92308	410,5105	7,63889	0,25175	26,917	937,54431	68,14413
6045	864-963	60	99	0,002221	26	0	0	0	0	1,85315	412,3636	7,36111	0,25175	27,169	939,39746	68,39587
6046	864-963	60	99	0,002221	25	0	0	0	0	1,78322	414,1469	7,08333	0,25175	27,42	941,18066	68,64762
6047	864-963	60	99	0,002221	24	0	0	0	0	1,71329	415,8601	6,80556	0,25175	27,672	942,89392	68,89937
6048	864-963	60	99	0,002221	23	0	0	0	0	1,64336	417,5035	6,52778	0,25175	27,924	944,53729	69,15112
6049	864-963	60	99	0,002221	22	0	0	0	0	1,57343	419,0769	6,25	0,25175	28,176	946,11072	69,40286
6050	864-963	60	99	0,002221	21	0	0	0	0	1,5035	420,5804	5,97222	0,25175	28,427	947,6142	69,65461
6051	864-963	60	99	0,002221	20	0	0	0	0	1,43357	422,014	5,69444	0,25175	28,679	949,04779	69,90636
6052	864-963	60	99	0,002221	19	0	0	0	0	1,36364	423,3777	5,41667	0,25175	28,931	950,41144	70,1581
6053	864-963	60	99	0,002221	18	0	0	0	0	1,29371	424,6714	5,13889	0,25175	29,183	951,70514	70,40985
6054	864-963	60	99	0,002221	17	0	0	0	0	1,22378	425,8951	4,86111	0,25175	29,434	952,92889	70,6616
6055	864-963	60	99	0,002221	16	0	0	0	0	1,15385	427,049	4,58333	0,25175	29,686	954,08276	70,91335
6056	864-963	60	99	0,002221	15	0	0	0	0	1,08392	428,1329	4,30556	0,25175	29,938	955,16669	71,16509
6057	864-963	60	99	0,002221	14	0	0	0	0	1,01399	429,1469	4,02778	0,25175	30,19	956,18066	71,41684
6058	864-963	60	99	0,002221	13	0	0	0	0	0,94406	430,0909	3,75	0,25175	30,441	957,12469	71,66859
6059	864-963	60	99	0,002221	12	0	0	0	0	0,87413	430,9651	3,47222	0,25175	30,693	957,99884	71,92033
6060	864-963	60	99	0,002221	11	0	0	0	0	0,8042	431,7693	3,19444	0,25175	30,945	958,80304	72,17208
6061	864-963	60	99	0,002221	10	0	0	0	0	0,73427	432,5035	2,91667	0,25175	31,197	959,53729	72,42383
6062	864-963	60	99	0,002221	9	0	0	0	0	0,66434	433,1678	2,63889	0,25175	31,448	960,2016	72,67558
6063	864-963	60	99	0,002221	8	0	0	0	0	0,59441	433,7622	2,36111	0,25175	31,7	960,79602	72,92732
6064	864-963	60	99	0,002221	7	0	0	0	0	0,52448	434,2867	2,08333	0,25175	31,962	961,3205	73,17907
6065	864-963	60	99	0,002221	6	0	0	0	0	0,45455	434,7413	1,80556	0,25175	32,204	961,77502	73,43082
6066	864-963	60	99	0,002221	5	0	0	0	0	0,38462	435,1259	1,52778	0,25175	32,455	962,15967	73,68256
6067	864-963	60	99	0,002221	4	0	0	0	0	0,31469	435,4406	1,25	0,25175	32,707	962,47437	73,93431
6068	864-963	60	99	0,002221	3	0	0	0	0	0,24476	435,6853	0,97222	0,25175	32,959	962,71912	74,18606
6069	864-963	60	99	0,002221	2	0	0	0	0	0,17483	435,8602	0,69444	0,25175	33,211	962,89392	74,43781
6070	864-963	60	99	0,002221	1	0	0	0	0	0,1049	436,9651	0,41667	0,25175	33,462	962,99884	74,68955
6071	864-963	60	99	0,002221	0	0	0	0	0	0,03497	436	0,13889	0,25175	33,714	963,03381	74,9413

Η παύλα / Φύλλο 1 / Φύλλο 3 /
 Η παύλα / Φύλλο 1 / Φύλλο 3 /

12 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

α	απόσταση αξόνων στο φορείο [m]
$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$	συντελεστές εξαρτώμενοι από το είδος της μηχανής έλξης
b	επιτάχυνση του συρμού [m/sec ²]
C_1	συντελεστής για τις αντιστάσεις τριβής κατά την έδραση και περιστροφή [%]
C_2	συντελεστής αέρα σε σχέση με την εγκάρσια επιφάνεια του συρμού F , την πυκνότητα του αέρα ρ και την ταχύτητα του συρμού
C_M	συντελεστής μορφής
γ	ειδικό βάρος του αέρα
e	απόσταση μεταξύ των μέσων κεφαλών των σιδηροτροχιών [m]
F	εγκάρσια επιφάνεια οχήματος [m ²]
g	επιτάχυνση της βαρύτητας [m/sec ²]
$Z_{ελ}$	δύναμη έλξης στην περίμετρο των κινητήριων τροχών [kN]
Z_{KA}	δύναμη έλξης στην περίμετρο των τροχών [kN]
Z_M	δύναμη έλξης [N]
z_M	ειδική δύναμη έλξης της μηχανής(‰)
Z_T	δύναμη τριβής [kN]
z_T	ειδική δύναμη τριβής (‰) ή (kg / t) ή (N/kN)
$Z_{περ}$	περίσσεια δύναμη έλξης [kN]
$Z_{ωφ}$	ωφέλιμη δύναμη έλξης [N]
G	συνολικό βάρος του συρμού[t]
G_a	βάρος του άφορτου συρμού[t]
G_e	βάρος των επιβατών σε όλο τον συρμό[t]
$G_{ελκ}$	βάρος ελκυσόμενων οχημάτων [kN]

$G_{κ,Α}$	βάρος στους κινητήριους άξονες [kN]
$G_{κΟ}$	βάρος κινητήριου οχήματος [kN]
$G_{Μ, ΕΛΞ.}$	βάρος μηχανής έλξης [kN]
$G_{ΟΧ}$	βάρος των ελκυόμενων οχημάτων [kN]
$G_{Σ}$	συνολικό βάρος συρμού [kN]
$m_{Σ}$	μάζα του συρμού [kg]
μ	συντελεστής τριβής μεταξύ τροχού – σιδηροτροχιάς [N/kN]
$\mu_{ΕΔΡ}$	συντελεστής τριβής στην έδραση του άξονα
n	πλήθος οχημάτων
n	ο βαθμός απόδοσης της μηχανής
N	η ισχύς της μηχανής (hp)
Q	φορτίο τροχού [N]
ρ	συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών
$\rho_{συν}$	συνολικός συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών
$\rho_{κΟ}$	συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών κινητήριου οχήματος
$\rho_{ΕΛΚ}$	συντελεστής περιστρεφόμενων μαζών ελκομένων οχημάτων (βαγονιών)
r	ακτίνα του άξονα στη θέση έδρασης [cm]
R	ακτίνα τροχού [cm]
R	η οριζοντιογραφική ακτίνα [m].
U_{rel}	σχετική ταχύτητα μεταξύ συρμού και ρέοντος αέρα [m/sec]
V	ταχύτητα συρμού [km/h]
W	αντιστάσεις [N]
W_b	αντίσταση επιτάχυνσης [N]
$W_b, ΕΛΚ$	ειδική αντίσταση επιτάχυνσης ελκυόμενων οχημάτων [N/kN]
$W_b, ΚΟ$	ειδική αντίσταση επιτάχυνσης κινητήριου οχήματος [N/kN]

W_{Γ}	αντίσταση γραμμής [kN]
$W_{ΕΔΡ}$	αντίσταση στην περίμετρο του τροχού [N]
$W_{ΕΔΡ}$	ειδική αντίσταση από την έδραση των αξόνων για τριβείς κύλισης διά κυλινδρίσκων [N/kN]
$W_{ΕΛΚ ΟΧ}$	αντίσταση ελκυόμενων οχημάτων [N]
W_K	αντίσταση καμπύλης [N]
$W_{ΚΥΛ}$	αντίσταση κύλισης [N]
$W_{ΚΥΛ, ΕΛΚ}$	ειδική αντίσταση κύλισης ελκυόμενων οχημάτων [N/kN]
$W_{ΚΥΛ, ΚΟ}$	ειδική αντίσταση κύλισης κινητήριου οχήματος [N/kN]
$W_{ΚΥΛ ΜΕΛ}$	αντίσταση κύλισης του κινητήριου οχήματος [kN]
$W_{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΠ}$	ειδική αντίσταση κύλισης των ελκυόμενων οχημάτων για επιβατικούς συρμούς [N/KN]
$W_{ΚΥΛ, ΟΧ, ΕΜΠ}$	ειδική αντίσταση κύλισης των ελκυόμενων οχημάτων για εμπορικούς συρμούς [N/kN]
$W_{ΜΕΛ}$	αντίσταση μηχανής έλξης [N]
$W_{Μ. ΕΛΞ.}$	ειδική αντίσταση του κινητήριου οχήματος [N/KN]
W_{Γ}	ειδική αντίσταση γραμμής (καμπύλης, κλίσης, αλλαγών τροχιάς) [N/kN]
w_o	ειδική αντίσταση αεροδυναμικής [N/kN]
W_s	αντίσταση κλίσης [N]

13 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Wende D., **Fahrdynamik**, Transpress Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1990
- [2] Schiemann W., **Schienenverkehrstechnik, Grundlagen der Gleistrassierung**, Teubner, 2002
- [3] Potthoff G., **Verkehrsströmungslehre**, Transpress Verlag für Verkehrswesen, Berlin 1968
- [4] DB Richtlinie 405, **Fahrwegkapazität**, 2002
- [5] Lehrstuhl und Prüfamnt für Bau von Landverkehrswegen der TU München, **Umdrucke zur Grundvorlesung, Teil III**, 2002/2003
- [6] DB, **Richtlinien für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken**, 1974
- [7] DB, **Richtlinien für die Ermittlung von Sperrzeiten**, 1972
- [8] Διεύθυνση έλξεως και αποκλεισμού , **ΟΧΗΜΑΤΑ 11ης ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ**, Χρ. Γεωργίου Αρχ/κός ΔΕΑ
- [9] **Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς**, Κ.Λυμπέρης – Μ.Καρλαύτης
- [10] www.isap.gr
- [11] www.ametro.gr
- [12] **Σιδηροδρομική** ,Κ.Αμπακούμκιν ,1986
- [13] **Σιδηροδρομική**, Α.Γιώτης ,1981
- [14] «**Μελέτη Διερεύνησης Χωρητικότητας Στη Γραμμή ΗΣΑΠ**» , Κ.Λυμπέρης , Μπαλλής 1997

14 ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τα παρακάτω άτομα συνέβαλαν ουσιαστικά στην περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και κρίνεται επιτακτική η απόδοση ευχαριστιών στα πρόσωπά τους. Ευχαριστώ:

Τον λέκτορα κύριο **Κωνσταντίνο Λυμπέρη**, επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την πλήρη καθοδήγηση και την ουσιαστική υποστήριξη που μου παρείχε σε όλη την πορεία της διπλωματικής εργασίας

Τον κύριο **Χρήστο Γεωργίου**, διευθυντή Έλεξης και Αποκλεισμού, για τη άδεια που παραχωρήθηκε για συλλογή δεδομένων που εισήχθησαν για την περάτωση των εφαρμογών καθώς και για όλες τις πληροφορίες που μου παρείχε,

Την κυρία **Κατερίνα Λυμπέρη** για την διευκόλυνση κατά τη συλλογή πληροφοριών,

Τους **μηχανοδηγούς του Η.Σ.Α.Π.** για την συνεργασία κατά τη συλλογή των στοιχείων και τη πολύτιμη βοήθειά τους,

Τον κύριο **Μανώλη Διαμαντάκη** και την οικογένειά του για την υποστήριξη για την συνεχή ενημέρωση σε θέματα ανάπτυξης μαθηματικών μοντέλων και χρήσης του software,

Και **τέλος την οικογένεια και τους φίλους** μου, που ηθικά πάντα στέκονται δίπλα και στηρίζουν αποφάσεις και δράσεις μου.

