



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής

*ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ*

Διπλωματική Εργασία

ΔΟΥΛΟΥΜΠΕΚΗΣ Ε. ΘΟΔΩΡΗΣ

Επιβλέπων

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΗΣ
Λέκτορας Ε.Μ.Π.

Αθήνα
Ιούλιος 2005

ΣΥΝΟΨΗ
Τίτλος : «Επίδραση συρμών υψηλής ταχύτητας στη χωρητικότητα συμβατικής σιδηροδρομικής γραμμής»
Όνομα : Δουλουμπέκης Θεόδωρος
Επόπτης : Λυμπέρης Κωνσταντίνος , Λέκτορας Ε.Μ.Πολυτεχνείου
Στην παρούσα εργασία επιχειρείται αρχικά η δημιουργία ενός θεωρητικού δικτύου αποτελούμενου από διάφορα μεταξύ τους επί μέρους τμήματα, και ο υπολογισμός σε αυτό της χωρητικότητας του ανάλογα με τη σύνθεση του δρομολογίου. Στη συνέχεια συρμοί υψηλής ταχύτητας προστίθενται σε διάφορα ποσοστά σε κάθε μια από τις αρχικές περιπτώσεις σύνθεσης του δρομολογίου και επιδιώκεται η συνάρτηση της μεταβολής της χωρητικότητας με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των επί μέρους τμημάτων , την ταχύτητα διάνυσης της γραμμής και τη σύνθεση του δρομολογίου. Τέλος ,ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση όπου αρχικά κυκλοφορεί μια κλάση συρμών ,όπου με μεγάλη ακρίβεια, η μεταβολή της χωρητικότητας συσχετίζεται ,με τη μέση αρχική ταχύτητα διάνυσης της γραμμής και άλλες παραμέτρους χάραξης της τελευταίας (αντιστάσεις , μήκος) καθώς επίσης και την ταχύτητα των προστιθέμενων συρμών, με τη χρήση ενός αλγορίθμου.
Λέξεις Κλειδιά : Χωρητικότητα , Συρμοί υψηλής ταχύτητας , Σύνθεση δρομολογίου, Ανηγμένες αντιστάσεις γραμμής , Μήκος επί μέρους τμήματος ,Μέση λειτουργική ταχύτητα

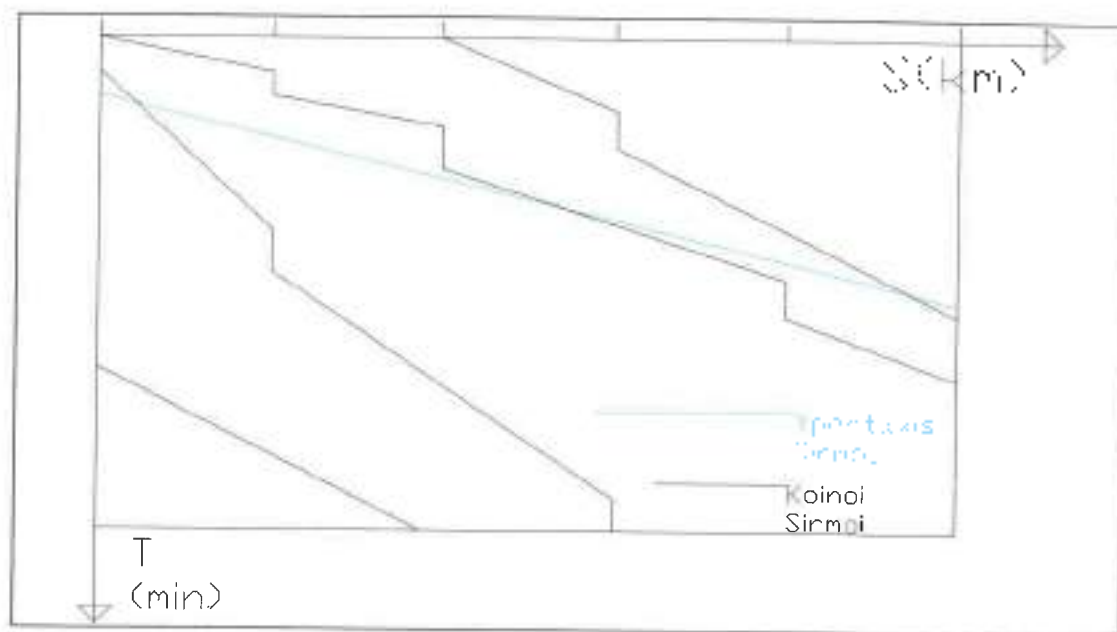
ABSTRACT
Title : «The impact of High Speed trains on the capacity of conventional lines »
Name : Doulobekis Theodore
Supervisor : Liberis Konstantinos
In the present dissertation is taking place an attempt to function the change of capacity of a theoretical network or part of it ,with the operational speed of the trains that use it. Moreover parameters such as composition of itinerary, length and resistances of line and the velocity of added high speed trains are being taken into consideration.
keywords : Capacity , High speed trains , composition of itinerary ,line resistance , length of line , operational velocity

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικειμενικός στόχος της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι να διερευνηθεί η μεταβολή της χωρητικότητας σε μια συμβατική γραμμή, όπου δεν κυκλοφορούν συρμοί ή λειτουργική ταχύτητα των οποίων να υπερβαίνει τα 160 Km/h., μετά την προσθήκη συρμών υψηλής ταχύτητας.

Σε πρώτο στάδιο δημιουργείται ένα θεωρητικό δίκτυο επί του οποίου θα πραγματοποιηθεί η εργασία. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από επί μέρους τμήματα διαφορετικών γεωμετρικών χαρακτηριστικών (μήκους, αντιστάσεων), από διαφορετικούς σταθμούς και οι συρμοί που το χρησιμοποιούν επιλέγονται ώστε να είναι αντιπροσωπευτικοί συρμών που κυκλοφορούν ανά τον κόσμο. Υπολογίζεται εν συνεχεία, η χωρητικότητα των τμημάτων για δέκα διαφορετικές περιπτώσεις σύνθεσης του δρομολογίου και για δεδομένο σύστημα σηματοδότησης (πλευρική σηματοδότηση -σύστημα πολλαπλών ενδείξεων).

Εν συνεχεία προστίθενται συρμοί υψηλής ταχύτητας, ο αριθμός των οποίων εκφράζεται ως ποσοστό επί του συνόλου των αρχικών συρμών.



Παρατηρούμε στο παραπάνω σχέδιο ότι η προσθήκη ενός υπερταχύ συρμού μεταβάλλει τόσο το δρομολόγιο όσο και τη χωρητικότητα της γραμμής. Η μεταβολή αυτή και οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται είναι το αντικείμενο του δεύτερου και του τρίτου τμήματος της εργασίας.

Στο τρίτο μέρος ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην περίπτωση κυκλοφορίας μιας μόνο κατηγορίας συρμού.

Α' ΜΕΡΟΣ



ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^Α

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η ΑΝΑΓΚΗ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

- Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ (ΕΚΤΙΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ)

1.1 ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Οι σιδηρόδρομοι στα παλαιότερα της Ευρωπαϊκής Ένωσης μπορούν να θεωρηθούν ως οργανωμένες επιχειρήσεις δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου οι οποίες

- ο ως συγκοινωνιακές επιχειρήσεις προσφέρουν μεταφορικό έργο (επιβατικό ή μεταφορικό).
- ο ως επιχειρήσεις υποδομής κατασκευάζουν ,συντηρούν και λειτουργούν έργα σιδηροδρομικής υποδομής (γραμμές ,συστήματα σηματοδότησης, κτίρια ,εμπορευματικές εγκαταστάσεις)

Η Ευρωπαϊκή ένωση σύμφωνα με την οδηγία 91/440 που εξέδωσε το 1991, απαιτεί τόσο την ανεξαρτησία των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων στα κράτη – μέλη ,όσο και το διαχωρισμό μεταξύ λειτουργίας και υποδομής.Αυτό σημαίνει ότι διάδρομος και συρμοί πρέπει να λειτουργούν με διαφορετικές επιχειρήσεις [1].

Η ανεξαρτησία,βέβαια, λειτουργίας και κατασκευής δε συνεπάγεται τη μη αλληλεξάρτηση των δύο αυτών τομέων, καθότι η μία (λειτουργία) δρα επί του αποτελέσματος της άλλης (κατασκευή).

Το « επιχειρείν » ,λοιπόν, ως αιτία δημιουργίας κάθε επιχείρησης ,περιορίζεται από την ανάγκη για θετικό ισολογισμό προκύπτων από τη διακίνηση των προϊόντων (ή άλλως υπηρεσιών) της παραγωγής της τελευταίας. Απλουστεύοντας κανείς την πραγματικότητα, θα μπορούσε να θεωρήσει ως βάση για την επένδυση ενός θετικά προσχημασμένου ισολογισμού, για ότι αφορά τουλάχιστον τις σιδηροδρομικές επιχειρήσεις , τον ορθό υπολογισμό της μελλοντικής μεταφορικής ζήτησης.

Η κατασκευή ,λοιπόν, μιας νέας σιδηροδρομικής γραμμής και η λειτουργία αυτής ,μπορεί να αποτελεί άμεση συνέπεια της μελλοντικής μεταφορικής ζήτησης μεταξύ δύο ή και περισσότερων σημείων-πόλεων.Το ενδεχόμενο, μάλιστα, οι μεταφορές αυτές να είναι επιβατικές σε συνδυασμό με την ανάγκη των ημερών για υψηλό επίπεδο παροχής υπηρεσιών , δηλαδή υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης παρεχόμενο από το δίκτυο στους χρήστες του , μπορεί να θεωρηθεί ως η αναγκαία προϋπόθεση για τη δημιουργία δικτύων υψηλής ταχύτητας.

Τι γίνεται όμως στην περίπτωση όπου η ανάγκη για βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης δε συνάδει με τη δημιουργία επιπρόσθετων μετακινήσεων από τη γεννέτηρα αυτών?

1.2 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

Το κόστος κατασκευής ενός νέου σιδηροδρομικού δικτύου υψηλών ταχυτήτων όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 1^Α), είναι ιδιαίτερα υψηλό και κυμαίνεται από 11 έως και 50 εκατομμύρια Δολλάρια ανά χιλιόμετρο.

Railway	Date	Type of System	Cost per km(US\$)	Distance	Notes
Australia - Brisbane Airport Link	1996	Airport Line	\$16.2 million	8.6 kms	Surface
Norway - Oslo/Gardemoen	1998	Express Airport Line	\$11.3 million	68 kms	21 % tunnel
West Rail - Hong Kong	1999	Heavy Metro	\$220 million	39.5 kms	38% tunnel
Taiwan High Speed	1998	High Speed Passenger	\$49 million	345 kms	Mostly surface
Singapore North East Line	1998	Heavy Metro	\$150 million	20 kms	100% tunnel
Caracas, Venezuela	1998	Suburban	\$31.6 million	9.3 kms	No intermediate stations
Meteor Paris	1998	Metro	\$130 million	6.5 kms	100% tunnel
Hamburg - Wurzburg	1999	High Speed Passenger	\$47.5 million		Mostly surface
TGV Est Phase 1, France	1999	High Speed Passenger	\$ 11 million	310 kms	Surface
BAK - SFO Extension	1999	Heavy Metro	\$112 million	14 kms	70 % tunnel
Shanghai China	1999	Heavy Metro	\$91 million	15.5 kms	100% tunnel
Kuala Lumpur, Malaysia	1999	Airport/suburban Link	\$14 million	67 kms	100% surface
Manila Line 3 Extension	1999	Light Metro	\$60 million	5.2 kms	Elevated
Porto Portugal	1999	Light Rail	\$13 million	70 kms	10% tunnel. Part existing
Kaoshiung Taiwan	1999	Heavy Metro	\$140 million	43 kms	85% tunnel
Salt Lake City Utah US	1998	Light Rail	\$13 million	24 kms	At grade
Hudson-Bergen NJ, USA	1999	Light Rail	\$72 million	15.3 kms	Part elevated, incl 15 year concession
Bangkok Thailand	1999	Metro	\$73.6 million	23.1 kms	100% elevated
Bangkok Thailand	1999	Metro	\$139 million	20 kms	100% tunnel
Jubilee Line, London, UK	1999	Heavy Metro	\$336 million	16 kms	100% tunnel
Lewisham Extension, DLR, London, UK	1999	Light Rail	\$76 million	4.2 kms	25% tunnel, 75% elevated
Hanover, Germany Line D Estn	1999	Light Rail	\$20.0 million	9.8 kms	At grade
Cali, Colombia	2000	Light Rail	\$31.3 million	18.8 kms	
Seoul-Pusan, Korea	1999	High Speed Passenger	\$37.3 million	412 kms	46% tunnel, 26% viaducts
Tripoli-Ras Jedir, Libya	2000	Main line	\$2.5 million	191 kms	Surface

Πίνακας 1^Α
Δίκτυο Υψηλής ταχύτητας
Πηγή : U.I.C.

Σε περίπτωση, λοιπόν, όπου η μελλοντική μεταφορική ζήτηση δεν απαιτεί τη δημιουργία νέας σιδηροδρομικής γραμμής, η βελτίωση της στάθμης εξυπηρέτησης επιτυγχάνεται με τη βελτίωση της υποδομής των ήδη υπάρχουσων δικτύων και την προσθήκη επί αυτών συρμών υψηλής ταχύτητας.

Το φαινόμενο αυτό, λαμβάνει χώρα ολοένα και περισσότερο σε πολλά ευρωπαϊκά δίκτυα ως συνέπεια μάλλον της έλλειψης χρηματοδότησης για τη δημιουργία νέων δικτύων καθώς το κόστος αναβάθμισης ανέρχεται το πολύ σε 10 εκατομμύρια δολάρια ανά χιλιόμετρο αυξάνοντας τοιςυπολοίπων την πιθανότητα τα έσοδα από τη λειτουργία του νέου δικτύου να υπερβαίνουν τα έξοδα ανά-κατασκευής του.

Ποιές όμως μπορεί να είναι οι επιπτώσεις από την προσθήκη συρμών υψηλής ταχύτητας σε συμβατικά αναβαθμισμένα δίκτυα?

Αρχικά μπορεί να αναφέρει κανείς τη βελτίωση του επιπέδου εξυπηρέτησης το οποίο παρέχεται στους του δικτύου χρήστες, μεταφέροντας τους ταχύτερα στον προορισμό τους και με μεγαλύτερη άνεση καθώς μπορεί να θεωρηθεί ως δεδομένη η καλύτερη ποιότητα των παρεχομένων υπηρεσιών από τους καινούριους συρμούς.

Το υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας που απολαμβάνουν οι χρήστες, μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως άμεση συνέπεια της αναβάθμισης ενός συμβατικού δικτύου, καθ'ότι αποτελεί και άμεση προϋπόθεση για την κυκλοφορία συρμών υψηλής ταχύτητας. Το αυτό επίπεδο ασφάλειας εξασφαλίζεται μέσω συστημάτων αυτόματης προστασίας συρμών (Automatic Train Protection – ATP) και άλλων συστημάτων που επίσης βασίζονται στη μετάδοση πληροφοριών (μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας, καμπύλη πέδησης κ.α.) στο συρμό δια μέσου της σιδηροτροχιάς που λειτουργεί σαν ένα ηλεκτρο-μηχανικό σύστημα κι έχουν ως απότερο στόχο την κίνηση των συρμών με απόλυτη ασφάλεια χωρίς καν τη χρήση μηχανοδηγού (driverless trains) και παράπλευρης σηματοδότησης (trackside signaling).

Τα σιδηροδρομικά δίκτυα μη όντας απεριόριστου χωρητικότητας (νοώντας το μέγιστο αριθμό συρμών που μπορεί ένα δίκτυο να εξυπηρετήσει την ημέρα με απόλυτη ασφάλεια και για δεδομένο επίπεδο εξυπηρέτησης -) δίκτυα θα δεχτούν σαφώς μια μεταβολή στο μέγιστο αριθμό συρμών που πυκνωστικά θα μπορούν να υποδεχτούν μετά την προσθήκη νέων υπερταχέων συρμών. Αυτή είναι ακόμη μια επίπτωση της προσθήκης συρμών.

Πόσο, όμως, και κυρίως πώς μεταβάλλεται η χωρητικότητα? Αυτό είναι ένα ερώτημα που απασχολεί ιδιαίτερα τους ενδιαφέροντες και αποτελεί αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας στα Ευρωπαϊκά και όχι μόνο, Ινστιτούτα. Αυτό αποτελεί και το αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας, σε μια προσπάθεια συμβολής στην απάντηση ενός θεμελιώδους προβλήματος της σύγχρονης σιδηροδρομικής τεχνικής.

1.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

Το πώς και το πόσο μεταβάλλεται η χωρητικότητα, λοιπόν, ενός δικτύου από την προσθήκη σε αυτό υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων μπορεί να διερευνηθεί μέσα από δύο «οδούς» :

- ο Τη θεωρητική οδό ,που έχει ως στόχο την εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων ,πλήρως εξαρτημένων από την εκάστοτε αρχική και μεταγενέστερη κύρια χρήση του δικτύου , και
- ο Την πρακτική οδό , που έχει στόχο την εξαγωγή συμπερασμάτων εξαρτημένων από τη συγκεκριμένη αρχική και τελική χρήση του δικτύου και βασίζεται σε πραγματικές συνθήκες.

Η επίλυση του προβλήματος βρίσκεται σύμφωνα με Ινσπτούτα Μεταφορών ,στη σύνθεση λύσεων που προκύπτουν δια μέσου της πρακτικής οδού ,ώστε να παρακαμφθούν όσο το δυνατόν περισσότερες θεωρήσεις που είναι αναγκαίο να γίνουν σε θεωρητικές επιλύσεις.

Η εργασία αυτή ,λοιπόν, στοχεύοντας στο να αποτελέσει τμήμα του «ψηφιδωτού» των λύσεων που θα αντιπροσωπεύει τη γενικευμένη λύση του προαναφερθέντος προβλήματος , θα προσπαθήσει να το απεικονίσει και να το επιλύσει δια της «πρακτικής» οδού.

Η διαδικασία είναι απλή και βασίζεται είτε στη χρήση πραγματικών δικτύων είτε σε αυτή θεωρητικών δικτύων ,κατασκευασμένων ειδικά για την περίπτωση.Στην παρούσα εργασία και λόγω της δυσκολίας στην εύρεση γεωμετρικών και άλλων στοιχείων πραγματικών δικτύων ,επιλέχθηκε σε πρώτο στάδιο η κατασκευή ενός θεωρητικού δικτύου χαρακτηριστικού μήκους και με διάφορα μεταξύ τους γεωμετρικά χαρακτηριστικά και μήκη από τμήμα σε τμήμα.Στη συνέχεια αντιπροσωπευτικό των συρμών, που κυκλοφορούν σε Ευρωπαϊκά δίκτυα , τροχαίο υλικό επιλέχθηκε για να χρησιμοποιεί το δίκτυο ,συνοδευόμενο και από τα διαγράμματα έλξης ,όπως αυτά προκύπτουν από τη βιβλιογραφία, και αντιστάσεων ,όπως αυτά προκύπτουν από το δίκτυο.Η χρήση της περισσείας δύναμης για επιτάχυνση των συρμών σε συνδυασμό με το σύστημα σηματοδότησης του δικτύου θα συμβάλει στον υπολογισμό της ελάχιστης χρονοαπόστασης μεταξύ των συρμών, η οποία εξασφαλίζει την ασφάλεια των μετακινήσεων.Τέλος, για ότι αφορά τουλάχιστον το πρώτο στάδιο ,υπολογίζεται η χωρητικότητα των επι μέρους τμημάτων του δικτύου για διαφορετικές περιπτώσεις ποσοτών συμμετοχής των διαφορετικών κατηγοριών των συρμών.

Στο δεύτερο στάδιο, επιδιώκεται ο εκ νέου υπολογισμός της χωρητικότητας των επί μέρους τμημάτων ,αφ'ότου όμως προστεθούν υπερταχείς συρμοί μεγάλων αποστάσεων.Επιδιώκεται ο αριθμός των προστιθέμενων συρμών να εκφράζεται ως μέρος του συνόλου των συρμών που έκαναν χρήση του

δικτύου στο πρώτο μέρος και να λαμβάνει διαφορετικές τιμές καθώς επίσης και οι υπέρταχες συρμαί να λαμβάνουν διαφορετικές ταχύτητες σε διαφορετικές περιπτώσεις. Η διαδικασία αυτή έχει ως σκοπό τη συνάρτηση της μεταβολής της χωρητικότητας, σε δεδομένων χαρακτηριστικών τμήμα, με την ταχύτητα και τον αριθμό των προστιθέμενων συρμών.

Η προαναφερθείσα διαδικασία , με τη μορφή διαγράμματος ροής εμφανίζεται παρακάτω :



Διάγραμμα ροής (Διάγραμμα 1^α)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Α

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

- ΣΤΑΘΜΟΙ
- ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
- ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

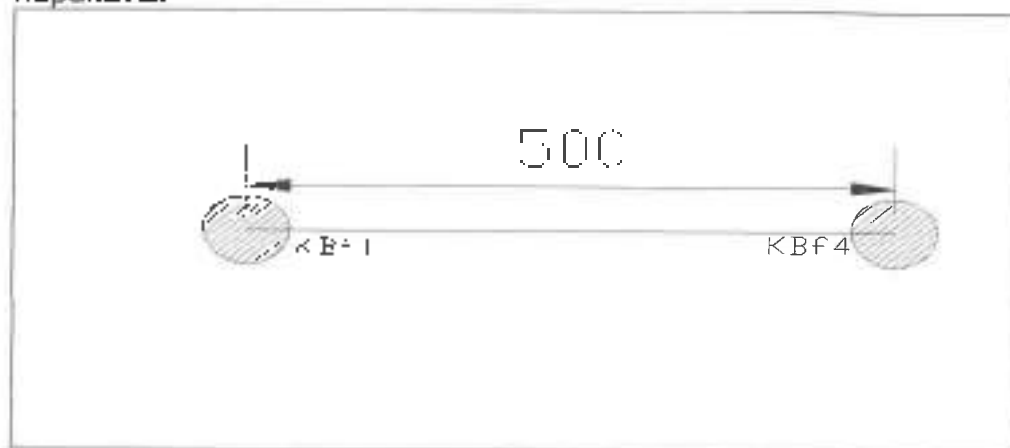
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επίδραση των συρμών υψηλής ταχύτητας στη χωρητικότητα αναβαθμισμένων δικτύων θα πραγματοποιηθεί σε ένα τυχαίο δίκτυο τα χαρακτηριστικά του οποίου θα εκλέξουμε προσπαθώντας, με την κατάλληλη εκλογή αυτών, να περιορίσουμε το βαθμό τυχαιότητας ώστε το δίκτυο να μην απέχει πολύ από ένα πραγματικό ανταγωνιστικό δίκτυο.

Σύμφωνα με μελέτες Ευρωπαϊκών πανεπιστημιακών Ιδρυμάτων και της Διεθνούς Ένωσης Σιδηροδρόμων (U.I.C.) για μεταφορές μέχρι δύο ώρες διαδρομής (~ 400 km) το τρένο κατέχει μεγαλύτερο μερίδιο στην "πίτα" των μεταφορών, για μεταφορές από 2 έως 4 ώρες το τρένο ανταγωνίζεται με ειδικές προσφορές αεροπορικών εταιριών [2], ενώ για χρόνους διαδρομής μεγαλύτερους των έξι ωρών (~ 1200 km) υπερέχει το αεροπλάνο. Επιπλέον αυτού, στα Ευρωπαϊκά Δίκτυα Υψηλής Ταχύτητας και για αποστάσεις 450 – 550 km υπερέχει το τρένο σε ότι αφορά τους χρόνους διαδρομής "door to door"[3].

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό, λοιπόν, ότι δίκτυα μήκους περί τα 500 km είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικά και ένα τέτοιο μήκος (500 km) μπορεί να θεωρηθεί ως χαρακτηριστικό και ως βάση για ένα ευρύ πεδίο ερευνών. Εξ άλλου σε δίκτυα σημαντικά μικρότερου μήκους π.χ. 300 km συρμοί μέσης ταχύτητας 180 kmh την καλύπτουν σε χρόνους μικρότερους των 2 ωρών καθιστώντας συρμούς υψηλής ταχύτητας μάλλον μη αναγκαίους.

Συνεπώς επιλέγουμε δίκτυο συμβατικών γραμμών συνολικού μήκους 500 km που συνδέουν δύο σταθμούς κόμβους Bf1 και Bf4 όπως φαίνεται συμβολικά παρακάτω.

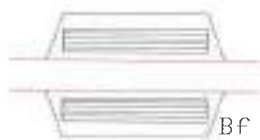


Σχήμα 1^Α

Μεταξύ των δύο αυτών σταθμών κόμβων θα τοποθετήσουμε, τυχαία, τους υπόλοιπους σταθμούς, σταθμούς κόμβους και τους σταθμούς υπέρβασης που ορίζουν τα τμήματα και τα επι μέρους τμήματα γραμμής.

ΟΡΙΣΜΟΣ 1^Α

Σταθμός (Bf) σιδηροδρομική εγκατάσταση με μια τουλάχιστον αλλαγή τροχιάς , όπου οι συρμαί εκκινούν ,τερματίζουν ,σταθμεύουν ,διασταυρώνονται , προσπερνούν ,αλλάζουν κατεύθυνση ή αναστρέφουν.

.....Σχήμα 2^Α

Σταθμός Κόμβος (KB ή) σταθμός με μεγάλη ικανότητα υποδοχής κι εξυπηρέτησης συρμών ώστε να μην επηρεάζονται οι επόμενες γραμμές.

.....Σχήμα 3^Α

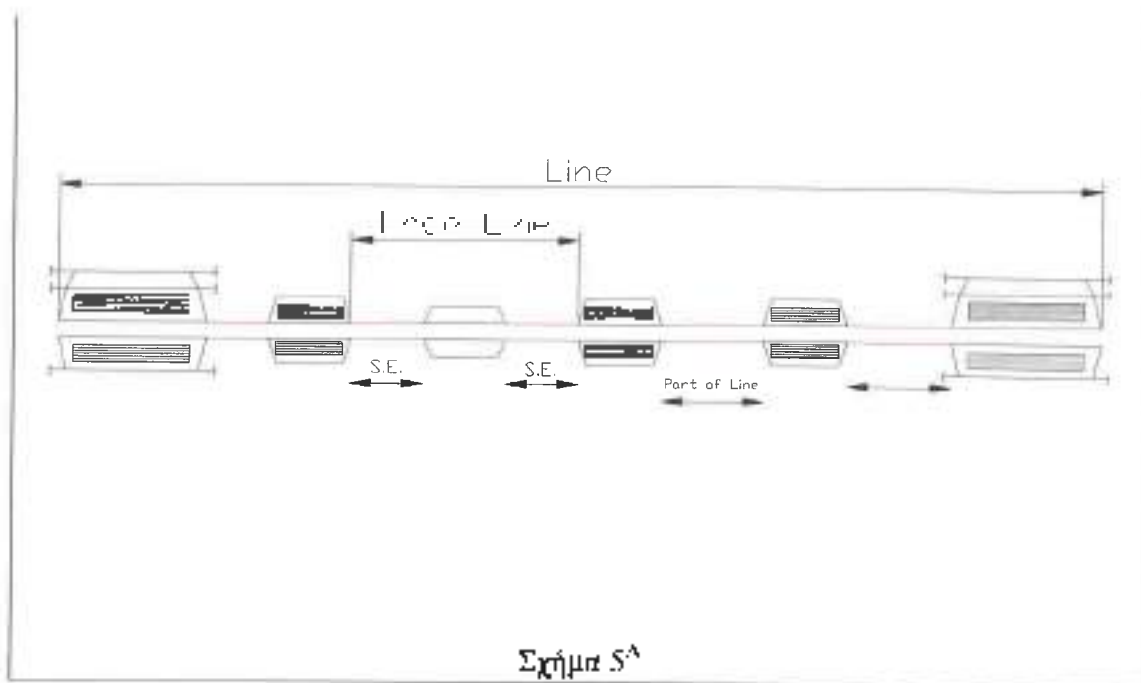
Σταθμός Υπέρβασης (YBf) Σταθμός με την ελάχιστη δυνατή ικανότητα υποδοχής εντός του οποίου πραγματοποιείται η υπέρβαση προηγούμενων συρμών από επόμενους.

.....Σχήμα 4^Α

Ελεύθερη γραμμή(Free Line) Κάθε γραμμή που βρίσκεται εκτός περιοχής σταθμών και συνδέει αυτούς.

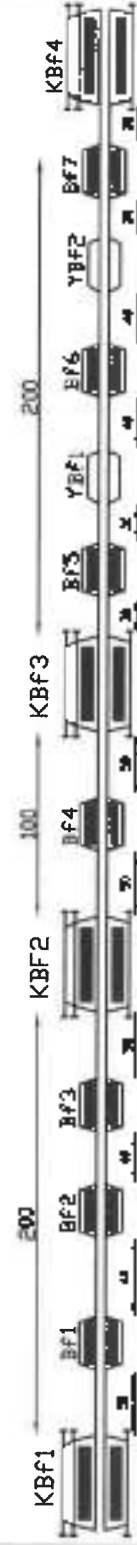
Τμήμα γραμμής(Part of Line) Τμήμα μεταξύ δύο σταθμών υπέρβασης εντός του οποίου το πλήθος των συρμών καθώς και το ποσοστό συμμετοχής των διαφόρων συρμών στο σύνολο των συρμών δε μεταβάλλεται περισσότερο του 10 % . Ένα τμήμα γραμμής μπορεί να αποτελείται από ένα ή περισσότερα τμήματα.

Επι μέρους τμήμα (S.E.) Τμήμα μεταξύ δύο γεγονικών σταθμών υπέρβασης καθώς και μεταξύ ενός τμήματος υπέρβασης και μίας θέσης διακλάδωσης .



Μεταξύ των δύο ακραίων σταθμών κόμβων KBf1 και KBf4 επιλέγουμε να υπάρχουν άλλοι δυο σταθμοί κόμβοι, οι KBf2 και KBf3, και πλήθος άλλων σταθμών Bf και σταθμών υπέρβασης YBf όπως φαίνεται παρακάτω στο Σχέδιο 1^Α. Μεταξύ των σταθμών KBf2 και KBf3 θα επιδιώξουμε την πύκνωση των δρομολογίων με προστασιακούς συρμούς οπότε είναι απαραίτητο οι σταθμοί αυτοί να είναι κόμβοι ώστε να επιτρέπεται η αναστροφή και η αναδιόταξη των συρμών. (Στα εξής το δίκτυο του σχεδίου1 θα καλείται Δίκτυο 1)

Το σχέδιο 1^Α φαίνεται στην επόμενη σελίδα.



2.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (κατά μήκος κλίση και οριζοντογραφική καμπύλη) επιλέγονται προφανώς τυχαία καθώς πρόκειται περί υποθετικού δικτύου.

Λόγω του μεγάλου μήκους του δικτύου κρίνεται σκόπιμο τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που δίνονται στον παρακάτω πίνακα να αποτελούν τις συνισταμένες τιμές των κατα τόπους γεωμετρικών χαρακτηριστικών εντός των επι μέρους τμημάτων ή των επιλεγμένων γεωμετρικών θέσεων.

Έτσι για παράδειγμα , όταν γραφουμε ότι η συνισταμένη ακτίνα καμπυλότητας μεταξύ των χιλιομετρικών θέσεων 0+100 και 0+900 είναι 600 m νοείται ότι η συνολική ειδική αντίσταση γραμμής ανηγμένη στη μονάδα μήκους από τις διάφορες ακτίνες καμπυλότητας που εμφανίζονται στο τμήμα αυτό ισούται με την ειδική αντίσταση που θα υπήρχε αν σε όλο το μήκος αυτό υπήρχε καμπύλη ακτίνας 600 m .

Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά εμφανίζονται παρακάτω στο πίνακα 2^α συγκεντρωτικά.

Τμήμα Δικτύου	Μήκος (σε km.)	Συνισταμένη Ακτίνα Καμπυλότητας (σε m)	Συνισταμένη Κλίση (σε ‰/km)
Έναρξη→Τέλος			
KBf1→Bf1	50	2500	10
Bf1→Bf2	60	1750	15
Bf2→Bf3	40	1500	10
Bf3→KBf2	50	2000	0
KBf2→Bf4	50	1800	10
Bf4→KBf3	50	2000	15
KBf3→Bf5	30	2000	20
Bf5→YBf1	30	2200	0
YBf1→Bf6	40	1700	5
Bf6→YBf2	40	1750	20
YBf2→Bf7	30	2250	15
Bf7→KBf4	30	2250	10

Πίνακας 2^α

2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ - ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Τα συνηθέστερα συστήματα με τα οποία εξασφαλίζεται η ασφαλής κυκλοφορία των συρμών στο δίκτυο βασίζονται σε μια από τις τρεις τεχνικές οδήγησης που αναφέρονται παρακάτω :

- Α) οδήγηση σε απόλυτη απόσταση χώρου
- Β) οδήγηση με «ηλεκτρική ορατότητα»
- Γ) οδήγηση με «ηλεκτρική ορατότητα» σε απόσταση μεταβαλλόμενη ανάλογα με την ταχύτητα.

Κατά την οδήγηση σε απόλυτη απόσταση χώρου η ελάχιστη χρονοαπόσταση εξασφαλίζεται από πλευρική σταθερή σηματοδότηση, η οποία οριοθετεί τα τμήματα αποκλεισμού εντός των οποίων επιτρέπεται να βρίσκεται το πολύ ένας συρμός.

Κατά την οδήγηση με «ηλεκτρική ορατότητα» απαιτείται η συνεχής μέτρηση και αξιολόγηση όλων των παραμέτρων που είναι απαραίτητα για την ασφαλή ακολουθία ενός επόμενου συρμού από έναν αμέσως προηγούμενο (εξασφάλιση μη πρόπτωσης). Αυτό εξασφαλίζεται με τη συνεχή δήλωση της θέσης του μέσω ενός γραμμικού αγωγού και λαμβάνοντας από το κέντρο ελέγχου κυκλοφορίας συρμών εντολές πορείας ή πέδησης. Στην περίπτωση αυτή η πλευρική σηματοδότηση, αν υφίσταται, είναι απενεργοποιημένη.

2.3.1 Πλευρική Σηματοδότηση [4]

Η πλευρική σηματοδότηση περιλαμβάνει εγκαταστάσεις που σκοπό έχουν να διαβιβάζουν στο μηχανοδηγό πληροφορίες για την κατάσταση (ελεύθερο άλλοι συρμού ή όχι) των τμημάτων γραμμής στα οποία πρόκειται να εισέλθει. Οι συρμοί, όντας μια σειρά από ελκόμενες μονάδες, παρουσιάζουν σημαντικό μήκος (από 200m έως και 800m στην Ευρώπη) και βάρος που καθιστούν το μήκος πέδησης ιδιαίτερα μεγάλο. Το μήκος αυτό (μήκος πέδησης) για κάθε μια από τις κατηγορίες συρμών πρέπει να εξασφαλίζεται από ανάλογο μήκος εντός της απόστασης αποκλεισμού, έτσι ώστε ένας επόμενος συρμός να μην εισέρχεται σε ένα αμέσως επόμενο κατειλημμένο τμήμα αποκλεισμού. Τα μήκη αυτά, που εφαρμόζονται στην ελεύθερη γραμμή και στη γραμμή διέλευσης στην περιοχή σταθμών, εξασφαλίζονται από το πρόσημα, το οποίο τοποθετείται σε απόσταση μέγιστου μήκους πέδησης πριν από το επόμενο κύριο σήμα.

Τα δύο συστήματα πλευρικής σηματοδότησης που υπάρχουν σήμερα είναι :

- Α) Το **σύστημα H/V** ή σύστημα πρόσημα – κύριο σήμα με αυτόματο τμήμα αποκλεισμού, και
- Β) Το **σύστημα M.A.S.** ή σύστημα με ένδειξη κατάστασης περισσότερων τμημάτων αποκλεισμού.

ΟΡΙΣΜΟΣ 2^Α

Σύστημα Αποκλεισμού Η/Υ πλευρική σηματοδότηση με κύριο σήμα – πρόσημα όπου το πρόσημα τοποθετείται σε απόσταση ίση με το μέγιστο μήκος πέδησης.

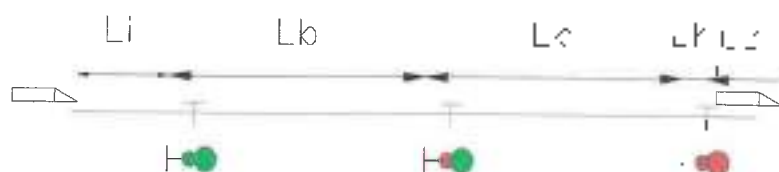
Σύστημα Αποκλεισμού Μ.Α.Σ. (προέρχεται από το γερμανικό όρο MehrAbschnittssignalSystem) σύστημα με με ένδειξη κατάστασης περισσοτέρων τμημάτων αποκλεισμού, όπου τα κύρια σήματα τοποθετούνται σε ίση απόσταση μεταξύ τους τα δε πρόσηματα αντικαθίστανται με επί πλέον φωτεινές ενδείξεις επί των ιστών των κυρίων σημάτων.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής θεωρείται σα σύστημα σηματοδότησης το σύστημα με ένδειξη κατάστασης περισσοτέρων τμημάτων αποκλεισμού (στο εξής Μ.Α.Σ.) το οποίο κρίνεται κατάλληλο για κίνηση συρμών με ταχύτητα που δεν υπερβαίνει το 160 kph και εφαρμόζεται σήμερα τόσο από τον Ο.Σ.Ε. όσο και σε πολλά Ευρωπαϊκά δίκτυα συμβατικών γραμμών.

2.3.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ Μ.Α.Σ.[4]

Μέσω ενός σήματος επιδίδεται η προαναγγελία της κατάστασης περισσοτέρων του ενός τμημάτων με αποτέλεσμα να καταργούνται τα πρόσηματα και το σύστημα να ονομάζεται και σύστημα μόνο κυρίων σημάτων.Την απλούστερη περίπτωση αποτελεί το σύστημα δύο τμημάτων (3- aspects) . Στο σύστημα αυτό απαιτείται

- ο Η ένδειξη «απαγόρευση εισόδου» (Σ)
- ο Η ένδειξη «άδεια εισόδου στο επόμενο τμήμα , απαγόρευση εισόδου στο μεθεπόμενο τμήμα» (Π σ)
- ο Η ένδειξη «άδεια εισόδου και στα δύο τμήματα» (Π π)



Σχήμα 6^Α – Σύστημα Δύο Τμημάτων (3 aspects)
Δουλουμπάκης Θεόδωρος

Η πιο πυκνή ακολουθία προκύπτει όταν το μήκος L_b είναι ίσο με το μεγαλύτερο μήκος πέδησης L_e .

Στον Ο.Σ.Ε. στα πλαίσια εκσυγχρονισμού του δικτύου έχει εγκατασταθεί σύστημα Μ.Α.Σ. 3 ενδείξεων (πράσινο , κίτρινο , κόκκινο) με αποστάσεις μεταξύ κυρίων σημάτων περίπου 1700 m .

Για το δίκτυο 1 ,επί του οποίου γίνεται η αρχική μελέτη, η σταθερή απόσταση L_b θα υπολογιστεί αφ'ότου υπολογιστεί το μέγιστο μήκος πέδησης στο επόμενο κεφάλαιο.

2.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

2.4.1 Είδη Ενέργειας που Χρησιμοποιούνται

- Από υγρό καύσιμο
- Ηλεκτρική
- Από Βιοκαύσιμο (υπο μελέτη)

Αποκλειστικά ενεργειακοί και λειτουργικοί λόγοι αποτελούν τα κριτήρια για την χρησιμοποίηση του ενός ή του άλλου είδους . Στις μέρες μας κύρια χρήση έχει η ηλεκτρική ενέργεια και αυτό γίνεται εμφανές αν δούμε ότι στους Γερμανικούς Σιδηροδρόμους την περασμένη χρονιά το 99% των συρμών Intercity το 95% των υπερταχέων συρμών το 70 % των προστακκών συρμών και το 90% των διερχόμενων εμπορικών συρμών χρησιμοποίησαν ως βάση κίνησης την ηλεκτρική ενέργεια.

Γίνεται σαφές , λοιπόν , ότι για το υπό μελέτην δίκτυο επιλέγουμε κίνηση με σύστημα ηλεκτροδότησης.

2.4.2 Συστήματα Ηλεκτροδότησης

Σήμερα υφίστανται στον υπεραστικό σιδηρόδρομο τέσσερα συστήματα ηλεκτρικού ρεύματος για την κίνηση συρμών

- Συνεχές ρεύμα 1500 και 3000 V
- Συνεχές ρεύμα κατω των 1500 V
- Μονοφασικού – Εναλλασσόμενου ρεύματος
- Τριφασικού ρεύματος

Κυρίαρχη θέση στα Ευρωπαϊκά Δίκτυα κυριαρχεί το μονοφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα των 25 kV και 50 Hz το οποίο θα χρησιμοποιηθεί και στο θεωρητικό δίκτυο επειδή κρίνεται κατάλληλο και για υψηλές ταχύτητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^Α

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΡΟΧΑΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΞΗΣ - ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ - ΠΕΡΙΣΣΕΙΑΣ ΔΥΝΑΜΗΣ
 - ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ
 - ΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα δρομολόγιο περιέχει συρμούς διαφόρων χαρακτηριστικών και ταχυτήτων , οι οποίοι κατ' αρχήν διακρίνονται σε

- ο Επιβατικούς , και
- ο Εμπορευματικούς

και στη συνέχεια σε υποκατηγορίες ανάλογα με τη σύνθεση και το σκοπό που εξυπηρετούν.

Έτσι αναφέρονται

- ο Υπερταχείς επιβατικοί συρμοί μεγάλων αποστάσεων
- ο Ταχείς επιβατικοί συρμοί μεγάλων αποστάσεων
- ο Κοινοί επιβατικοί συρμοί μεσαίων αποστάσεων
- ο Προαστιακοί συρμοί
- ο Ταχείς διερχόμενοι εμπορευματικοί συρμοί
- ο Κοινοί εμπορευματικοί συρμοί
- ο Στρατιωτικοί συρμοί

Οι μέγστες ταχύτητες που εμφανίζονται στα συμβατικά δίκτυα κυμαίνονται από 50 κph έως 160 κph και τα μήκη των συρμών ποικίλουν από 200 m έως 800 m.[4]

3.2 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά που μας ενδιαφέρουν για τις ανάγκες της διπλωματικής αυτής έρευνας είναι

- ο Το μήκος του συρμού
- ο Η ισχύς της μηχανής έλξης
- ο Το συνολικό βάρος του συρμού
- ο Ο συντελεστής πρόσφυσης

ώστε μέσω αυτών να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα με τη οποία ο συρμός της κάθε κατηγορίας θα διανύει τα επι μέρους τμήματα της ελεύθερης γραμμής.

3.2.1 Θεωρητικά Στοιχεία

Η μετάδοση της δύναμης μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς ορίζεται από το βάρος τριβής και τη δύναμη πρόσφυσης . Και οι δύο παράμετροι ορίζουν ποιά 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 κινητήριων αξόνων.

Η δύναμη τριβής Z_T ορίζεται από τη σχέση :

$$Z_T = G_{\text{κ.α.}} * \mu \quad (1)$$

Όπου

$G_{\text{κ.α.}}$ βάρος στους κινητήριους άξονες
 μ συντελεστής πρόσφυσης

Ο συντελεστής πρόσφυσης εξαρτάται από την ταχύτητα, την κατάσταση της σιδηροτροχιάς και το είδος της ενέργειας που χρησιμοποιούν οι μηχανές έλξης.

Η χαρακτηριστική καμπύλη της δύναμης έλξης Z_H του κινητήρα προκύπτει από τη σχέση :

$$Z_H = \frac{\eta * 270 * N * 10}{V} \dots\dots\dots [\text{N}] \quad (2)$$

Όπου ,

η : βαθμός απόδοσης μηχανής
 V : ταχύτητα [Kph]
 N : Ισχύς μηχανής [PS]

Χρήσιμα μεγέθη για τον υπολογισμό των τεχνικών χαρακτηριστικών των συρμών είναι οι ειδικές δυνάμεις έλξης Z_H και τριβής Z_T που είναι οι ως άνω δυνάμεις ανηγμένες στο συνολικό βάρος [σε KN] των συρμών.

Από την εξίσωση της ειδικής δύναμης έλξης Z_H και της ειδικής δύναμης τριβής Z_T προκύπτει η ταχύτητα V_a από την οποία και για κάθε μεγαλύτερη ταχύτητα περιοριστικός παράγοντας για την επιτάχυνση του συρμού αποτελεί η δύναμη του κινητήρα. Για κάθε ταχύτητα μικρότερη της V_a περιοριστικός παράγοντας είναι η δύναμη της τριβής Z_T .

Όσον αφορά τις αντιστάσεις που πρέπει να υπερνικήσει ο συρμός κατά την κίνηση του αναλύονται όπως φαίνεται παρακάτω :



Σχήμα 7^α

Η ειδική αντίσταση Οχήματος προκύπτει από το Γενικευμένο τύπο :

$$w = 1.3 + \frac{l^{1.7}}{1300} \quad [N / KN] \quad (3)$$

Η ειδική αντίσταση γραμμής αναλύεται σε αυτές των

A. Ειδική Αντίσταση Καμπύλης W_k

B. Ειδική Αντίσταση Κλίσης W_s

Η W_k υπολογίζεται από τη σχέση του Roeckl ως εξής :

$$W_k = \frac{650}{R - 55} \quad [N / KN] \quad \text{για } R \geq 300 \text{ m} \quad (4)$$

$$W_k = \frac{500}{R - 30} \quad [N / KN] \quad \text{για } R < 300 \text{ m} \quad (5)$$

Η ειδική αντίσταση κλίσης ταυτίζεται με την κλίση του εδάφους εκπεφρασμένη σε μονάδες ‰

Η **μέγιστη ταχύτητα $V_{\max}$** ενός συρμού είναι αυτή που προκύπτει από την εξίσωση της εξίσωσης της καμπύλης της ειδικής δύναμης έλξης με αυτήν της συνολικής ειδικής αντίστασης.

3.3.ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΡΜΩΝ

Για το θεωρητικό δίκτυο της εργασίας αυτής θα επιλέξουμε τις ακόλουθες κατηγορίες συρμών

- Ταχύ επιβατικό συρμό μεγάλων αποστάσεων (I.C.) για σύνδεση των σταθμών κόμβων KBf 1 και KBf 4 με μια ενδιάμεση στάση στον KBf 3 ο οποίος θα έχει και προτεραιότητα έναντι όλων των άλλων συρμών.
- Ταχύ επιβατικό συρμό μεσαίων αποστάσεων (E) με στάση σε κάθε σταθμό μεταξύ των KBf 1 και KBf 4.
- Προαστιακό συρμό (N) για πυκνώση των δρομολογίων μεταξύ KBf 2 και KBf 3
- Ταχύ διερχόμενο εμπορευματικό συρμό (Dg)

Για κάθε κατηγορία συρμών θα γίνει τυχαία επιλογή για την ισχύ της μηχανής έλξης ,τον συντελεστή πρόσφυσης (μια σταθερή μέση τιμή ανεξάρτητη της ταχύτητας) και τη σύνθεση (αριθμός και βάρος βαγονιών) αυτού. Από αυτά τα τεχνικά χαρακτηριστικά και με τη χρήση ειδικού αλγόριθμου που

κατασκευάζουμε στο Microsoft Excel θα υπολογίσουμε την ταχύτητα του συρμού ανάλογα με τις αντιστάσεις της γραμμής.

3.3.1 Ταχύς επιβατικός συρμός μεγάλων αποστάσεων

Ο ταχύς επιβατικός συρμός Ι.Σ. επιλέγουμε να αποτελείται από ηλεκτρική μηχανή έλξης με συνεχή ισχύ στους τροχούς 7300 KW και βάρους 80 τόνων ή 800 KN. Το μήκος της μηχανής έλξης είναι 25 m . Ο συντελεστής πρόσφυσης ορίζεται ίσος με 0.375 και προκύπτει από τη βιβλιογραφία για παρόμοιους συρμούς.

Επίσης ο συρμός θα αποτελείται και από 6 βαγόνια τύπου BMZ[5] μήκους 30 m και βάρους 500 KN έκαστο

Άρα ο συρμός έχει συνολικό βάρος 3800 KN και συνολικό μήκος 200m.

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω στοιχεία εμφανίζονται στον πίνακα 3^α :

ΤΑΧΥΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ					
Βάρος Κιν.Οχήμ. (ΚΝ)	800	Συν.Προσ.	0.375	Δύναμη Τριβής (ΚΝ)	300
Αρ. Βαγονίων	6	Συνολικό Βάρος (ΚΝ)	3800	Δύναμη Τριβής (Ν)	300000
Βάρος Βαγονιού (ΚΝ)	500			Ειδική Δύναμη Τρ. (Ν/ΚΝ)	78.94737
Μήκος Συρμού (m)	200				

Πίνακας 3^α

Η χαρακτηριστική καμπύλη της δύναμης έλξης Z_M θα προκύψει για το δεδομένο συρμό για βαθμό απόδοσης της μηχανής 0.8 και ισχύς 7300 KW .

Οπότε προκύπτει

$$Z_M = \frac{21453060}{V} \dots\dots\dots [N] \quad (6)$$

Ενώ η ειδική δύναμη έλξης είναι ζ_M

$$\zeta_M = \frac{5645.5}{V} \dots\dots\dots [N / KN] \quad (7)$$

Η Ειδική Δύναμη Τριβής ζ_T όπως φαίνεται παραπάνω (πίνακας 3^α) είναι σταθερή και ίση με

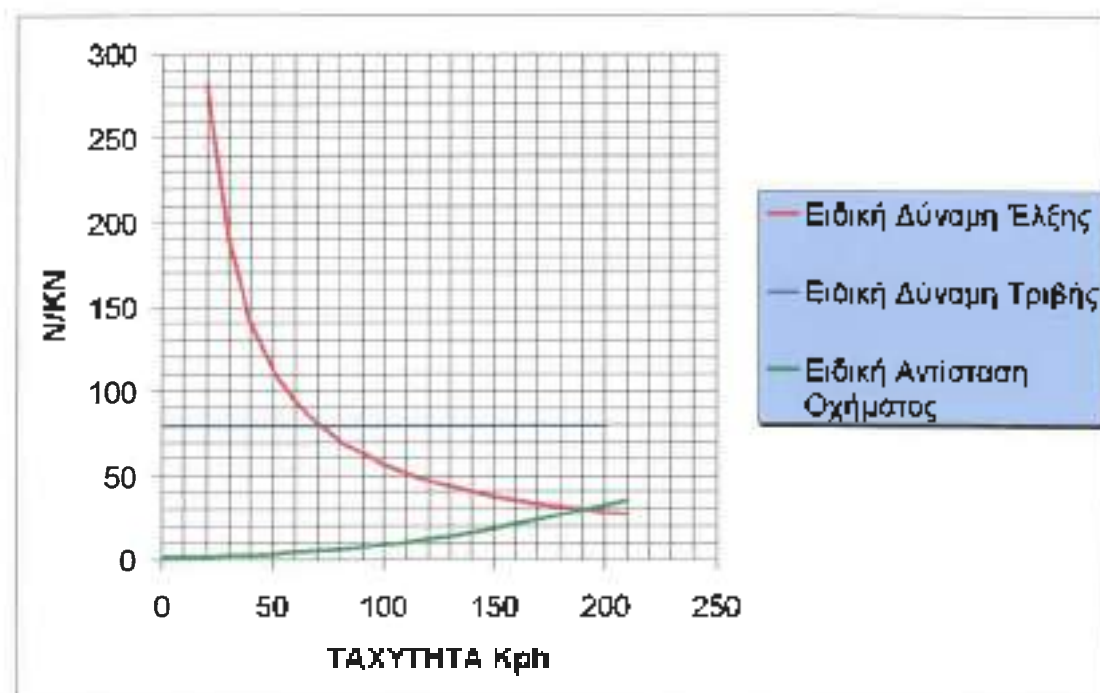
$$\zeta_T = 78.94 \dots\dots\dots [N/KN] \quad (8)$$

Η ειδική αντίσταση οχήματος προκύπτει από τη σχέση (3) για κάθε ταχύτητα όπως φαίνεται στον πίνακα

Ταχύτητα [Kph]	Αντίσταση Οχήματος [N/KN]
0 1	1 300007692
10	1.376923077
20	1 607692308
30	1 992307692
40	2 530769231
50	3.223076923
60	4 069230769
70	5.069230769
80	6 223076923
90	7.530769231
100	8 992307692
110	10.60769231
120	12 37692308
130	14.3
140	16 37692308
150	18.60769231
160	20 99230769
170	23.53076923

Πίνακας 4^Α

Η σχέση μεταξύ της ειδικής δύναμης έλξης, της ειδικής δύναμης τριβής και της ειδικής αντίστασης γραμμής εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα



Διάγραμμα 2^Α

Από το Διάγραμμα 2^α προκύπτει για τον ταχύ υπεραστικό συρμό μεγάλων αποστάσεων το διάγραμμα της περίσσειας δύναμης επιτάχυνσης σε σχέση με την ταχύτητα V του συρμού και φαίνεται παρακάτω



Διάγραμμα 3^α

Περίσσεια Δύναμη για Επιτάχυνση

Από το διάγραμμα της περίσσειας δύναμης για επιτάχυνση προκύπτει ότι η μέγιστη ταχύτητα του συρμού για μηδενικές αντιστάσεις γραμμής είναι $V_{max} = 190$ Km/h. Επίσης από το διάγραμμα αυτό μπορεί να προκύψει η μέγιστη ταχύτητα κίνησης του συρμού για κάθε τιμή της αντίστασης γραμμής από την τομή της ευθείας με εξίσωση $Y = W$ (γραμμής) και της καμπύλης της περίσσειας δύναμης για επιτάχυνση.

Στη συνέχεια από τον πίνακα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του δικτύου υπολογίζουμε τις αντιστάσεις της γραμμής για το κάθε τμήμα αυτής και στη συνέχεια με χρήση του διαγράμματος 3^α τη μέση ταχύτητα κίνησης του συρμού στο τμήμα αυτό όπως φαίνεται στους πίνακες 5^α και 6^α στην επόμενη σελίδα.

Τμήμα Δικτύου	Μήκος (σε km.)	Αντίσταση από ακτίνα καμπυλότητας (‰)	Αντίσταση από κατά μήκος κλίση (‰)	Συνολική Αντίσταση Γραμμής (‰)
KB1 → B1	50	0.26	10	10.26
B1 → B2	60	0.38	15	15.38
B2 → B3	40	0.44	10	10.44
B3 → KB2	50	0.33	0	0.33
KB2 → B4	50	0.37	10	10.37
B4 → KB3	50	0.33	15	15.33
KB3 → B5	30	0.33	20	20.33
B5 → YB1	30	0.30	0	0.3
YB1 → B6	40	0.40	5	5.4
B6 → YB2	40	0.38	20	20.38
YB2 → B7	30	0.29	15	15.29
B7 → KB4	30	0.29	10	10.29

Πίνακας 5^Α
Μήκος – Αντιστάσεις Γραμμής

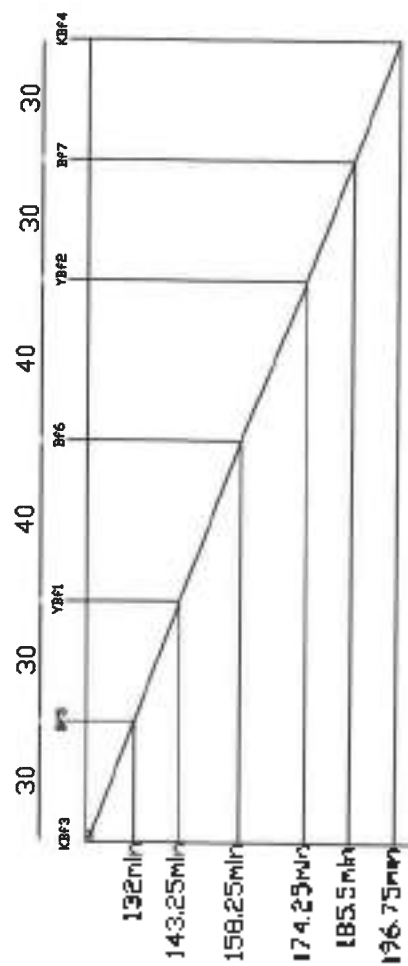
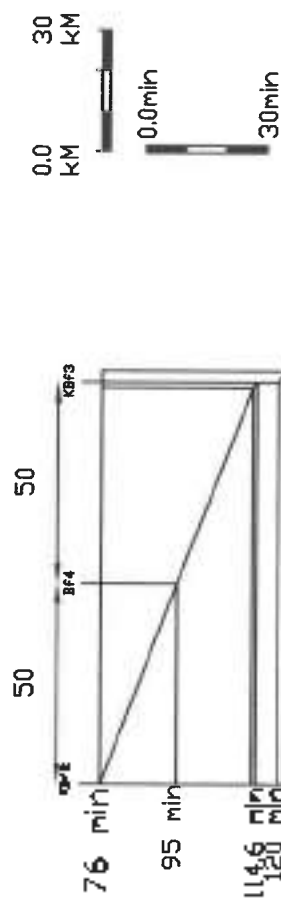
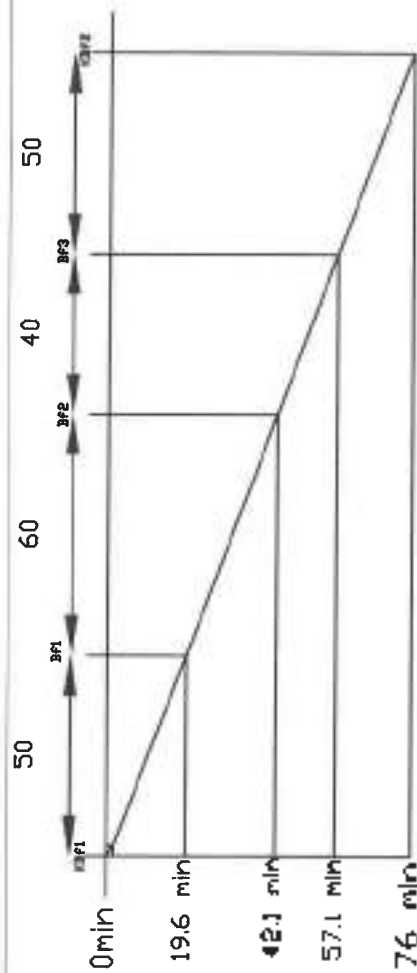
Με δεδομένο ότι η ταχύτητα του συρμού δεν μπορεί να υπερβαίνει το 160 kph λόγω του συστήματος σηματοδότησης προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας ταχυτήτων

Τμήμα Δικτύου	Ταχύτητα (σε kph.)
KB1 → B1	160
B1 → B2	160
B2 → B3	160
B3 → KB2	160
KB2 → B4	160
B4 → KB3	160
KB3 → B5	150
B5 → YB1	160
YB1 → B6	160
B6 → YB2	150
YB2 → B7	160
B7 → KB4	160

Πίνακας 6^Α

Επίσης με χρήση των νόμων της φυσικής προκύπτει ότι ο συρμός επιταχύνει από τα 0 kph στα 160 kph σε χρόνο 107 sec ή άλλως η μέση επιτάχυνση του συρμού είναι $a_{\text{μέση}} = 0.4 \text{ m / sec}^2$.

Η μέση επιβράδυνση του συρμού θεωρείται ίση με $d_{\text{μέση}} = 0.7 \text{ m / sec}^2$ το οποίο σημαίνει ότι ο συρμός απαιτεί περίπου 1500 m για στάση από τη μέγιστη ταχύτητα.



Grammi Taxitax I.C.

3.3.2 Ταχύς επιβατικός συρμός μεσαίων αποστάσεων

Ο συρμός μεσαίων αποστάσεων έχει το χαρακτηριστικό της στάσης σε κάθε σταθμό πρόγραμμα που αυξάνει το χρόνο διαδρομής. Ο ταχύς επιβατικός συρμός Ε εκλέγουμε να αποτελείται από ηλεκτρική μηχανή έλξης με συνεχή ισχύ στους τροχούς 6000 KW και βάρους 80 τόνων ή 800 KN. Το μήκος της μηχανής έλξης είναι 25 m . Ο συντελεστής πρόσφυσης ορίζεται ίσος με 0.375.

Επίσης ο συρμός θα αποτελείται και από 8 βαγόνια τύπου ΒΜΖ όπως αυτά εμφανίζονται στο Παράρτημα μήκους 30 m και βάρους 500 KN έκαστο

Άρα ο συρμός έχει συνολικό βάρος 4800 KN και συνολικό μήκος 270m.

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω στοιχεία εμφανίζονται στον πίνακα 8^Α :

ΤΑΧΥΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ ΜΕΣΑΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ					
Βάρος Κύν. Οχήμ. (KN)	800	Συν. Προσ.	0.375	Δύναμη Τριβής (KN)	300
Αρ. Βαγονιών	8	Συνολικό		Δύναμη Τριβής (N)	300000
Βάρος Βαγονιού (KN)	500	Βάρος (KN)	4800	Ειδική Δύναμη Τρ. (N/KN)	62.5
Μήκος Συρμού (m)	200				

Πίνακας 8^Α

Η χαρακτηριστική καμπύλη της δύναμης έλξης Z_M θα προκύψει για το δεδομένο συρμό για βαθμό απόδοσης της μηχανής 0.8 και ισχύς 6000 KW .

Οπότε προκύπτει

$$Z_M = \frac{17632653}{V} \dots\dots\dots [N] \quad (9)$$

Ενώ η ειδική δύναμη έλξης είναι ζ_M

$$\zeta_M = \frac{3673}{V} \dots\dots\dots [N / KN] \quad (10)$$

Η Ειδική Δύναμη Τριβής ζ_T όπως φαίνεται παραπάνω [8^Α] είναι σταθερή και ίση με

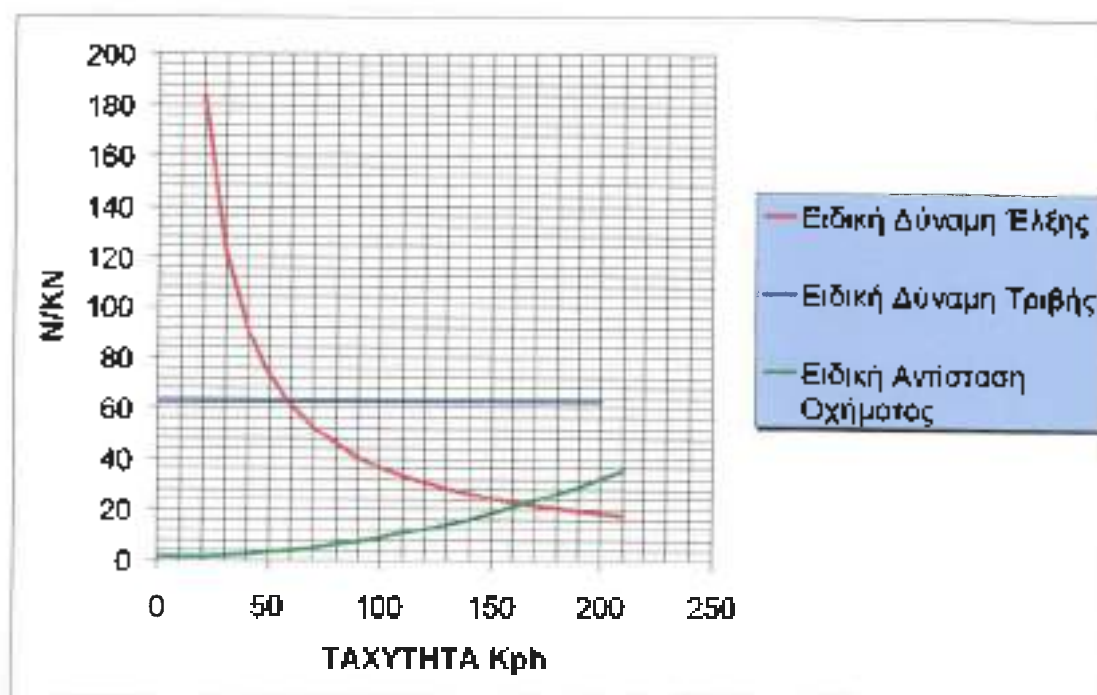
$$\zeta_T = 62.5 \dots\dots\dots [N/KN] \quad (11)$$

Η ειδική αντίσταση οχήματος προκύπτει από τη σχέση (3) για κάθε ταχύτητα όπως φαίνεται στον πίνακα 9^Α

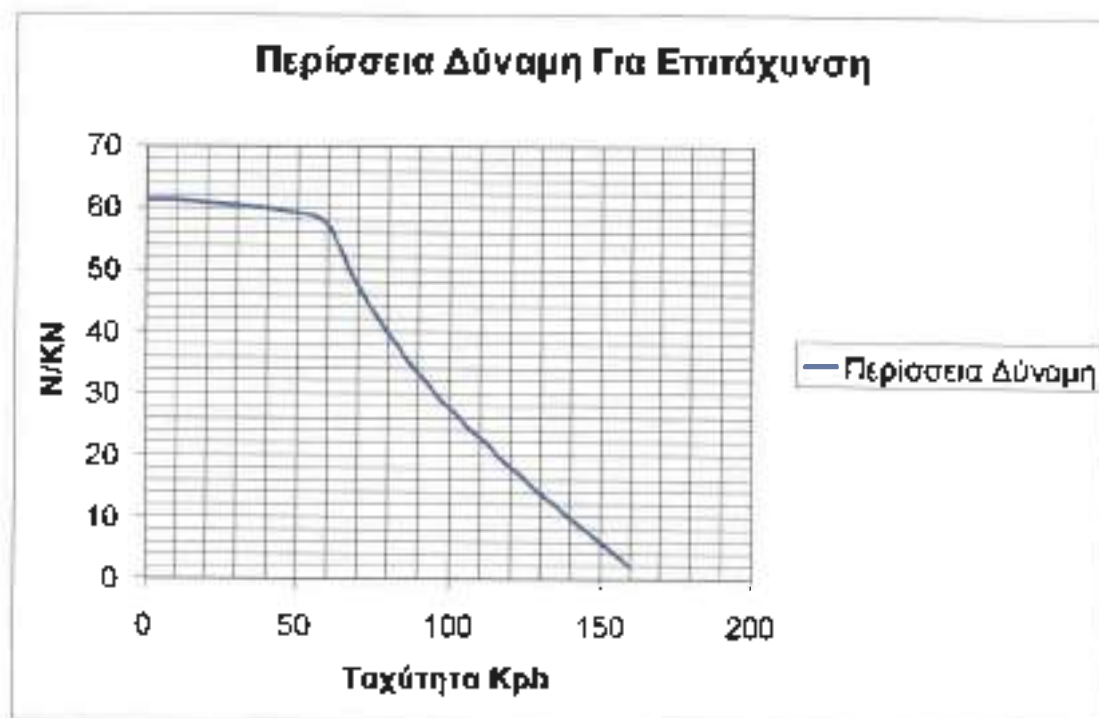
Ταχύτητα [Kph]	Αντίσταση Οχήματος [N/KN]
0.1	1.300007692
10	1.376923077
20	1.607692308
30	1.992307692
40	2.530769231
50	3.223076923
60	4.069230769
70	5.069230769
80	6.223076923
90	7.530769231
100	8.992307692
110	10.60769231
120	12.37692308
130	14.3
140	16.37692308
150	18.60769231
160	20.99230769
170	23.53076923

Πίνακας 9^Α

Η σχέση μεταξύ της ειδικής δύναμης έλξης, της ειδικής δύναμης τριβής και της ειδικής αντίστασης γραμμής εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα

Διάγραμμα 4^Α

Από το Διάγραμμα 4^Α προκύπτει για τον ταχύ υπεραστικό συρμό μεσαίων αποστάσεων το διάγραμμα της περίσσειας δύναμης επιτάχυνσης σε σχέση με την ταχύτητα V του συρμού και φαίνεται παρακάτω



Διάγραμμα 5^Α
Περίσσεια Δύναμη για επιτάχυνση

Για τις αντιστάσεις γραμμής που εμφανίζονται και στον πίνακα 5^Α προκύπτει η ταχύτητα του συρμού από το διάγραμμα 5^Α για το κάθε επι μέρους τμήμα της γραμμής

Τμήμα Διευθύνσεως	Ταχύτητα (σε kph.)
KBf1 → Bf1	140
Bf1 → Bf2	125
Bf2 → Bf3	140
Bf3 → KBf2	160
KBf2 → Bf4	140
Bf4 → KBf3	125
KBf3 → Bf5	115
Bf5 → YBf1	160
YBf1 → Bf6	150
Bf6 → YBf2	115
YBf2 → Bf7	125
Bf7 → KBf4	140

Πίνακας 10^Α

Τέλος για να προκύψει η επιτάχυνση του συρμού από οποιαδήποτε ταχύτητα Α σε οποιαδήποτε ταχύτητα Β διαμορφώνουμε τον πίνακα 11^Α στον οποίο φαίνεται η τιμή της επιτάχυνσης, η απόσταση και ο χρόνος μέσα στον οποίο λαμβάνει χώρα η μεταβολή της ταχύτητας.

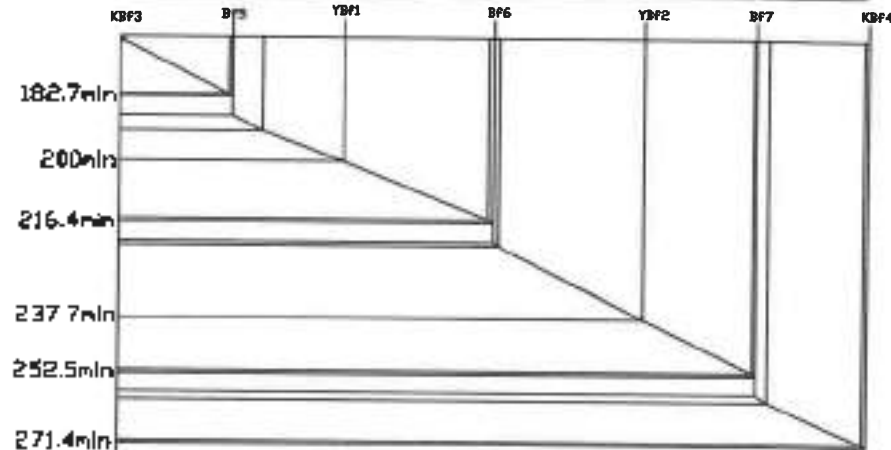
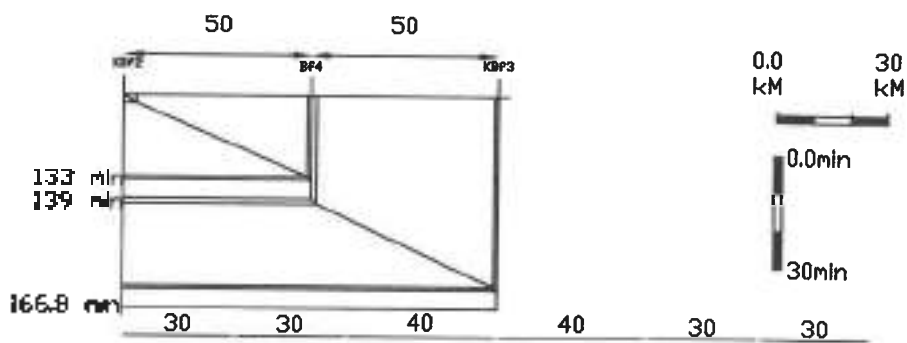
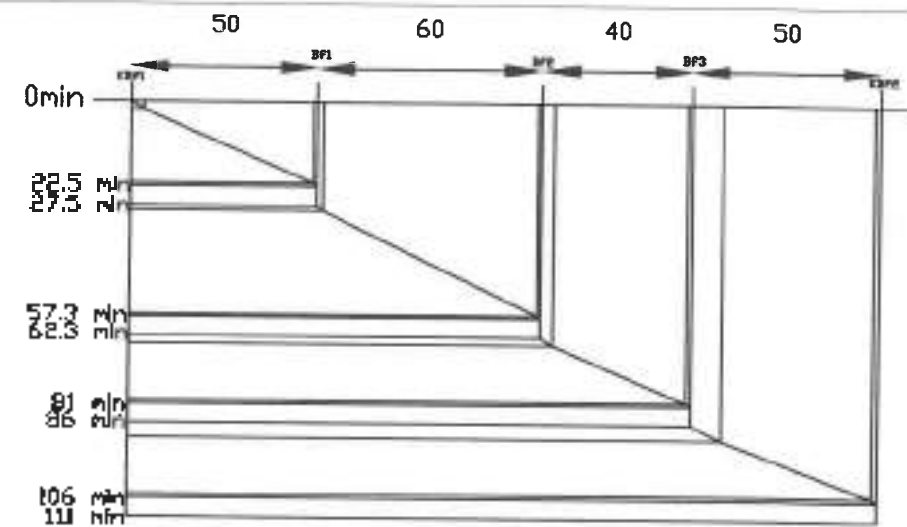
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ m/sec ²			Απόσταση	Χρόνος
ΑΠΟ (m/s)	ΕΩΣ (m/s)		σε μέτρα	σε sec
0	10	0.612	6.850711033	4.932512
10	20	0.61	20.60395815	4.94495
20	30	0.607	34.51400329	4.970018
30	40	0.602	48.6898225	5.008096
40	50	0.596	63.24732293	5.059788
50	60	0.582	79.1705508	5.182072
60	70	0.523	104.184835	5.770237
70	80	0.436	144.3099288	6.926877
80	90	0.365	195.2018981	8.287375
90	100	0.305	260.8968792	9.886619
100	110	0.253	348.2692605	11.94088
110	120	0.205	469.8362201	14.70792
120	130	0.161	650.7670626	18.74209
130	140	0.119	949.8899744	25.3304
140	150	0.079	1543.547881	38.32257
150	160	0.039	3309.728589	76.87114

Πίνακας 11^Α

Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων του παραπάνω πίνακα 11^Α προκύπτει ότι η μέση επιτάχυνση του συρμού είναι $a_{\text{μέση}} = 0.18 \text{ m/sec}^2$. Με τη δεδομένη αυτή μέση τιμή απαιτείται μήκος 5500 m ή χρόνος 250 sec. για να αναπτύξει ο συρμός μέγιστη ταχύτητα 160 Km από την ακινησία.

Η μέση επιβράδυνση του συρμού θεωρείται ίση με $a_{\text{μέση}} = 0.7 \text{ m/sec}^2$ το οποίο σημαίνει ότι ο συρμός απαιτεί περίπου 1300 m για στάση από τη μέγιστη ταχύτητα.

Το προφίλ της ταχύτητας του συρμού μεσαίων αποστάσεων φαίνεται παρακάτω στο σχέδιο 3^Α.



Grammi Taxititas E

3.3.3 Προαστιακός Συρμός

Ο προαστιακός συρμός εκλέγεται για την πύκνωση των δρομολογίων μεταξύ ΚΒf 2 και ΚΒf 3. Η μέγιστη λειτουργική ταχύτητα του συρμού θεωρείται στα 120 Κph ενώ η ταχύτητα του συρμού θα υπολογιστεί ως άνω για τις αντιστάσεις στο τμήμα ΚΒf2 – ΚΒf3 από το διάγραμμα της περίπτωσης δύναμης.

Ο προαστιακός συρμός N εκλέγουμε να αποτελείται από 2 ηλεκτρικές μηχανές έλξης με συνολική συνεχή ισχύ στους τροχούς 3200 ΚW και συνολικού βάρους 60τόνων ή 600 ΚN. Το αθροιστικό μήκος των μηχανών έλξης είναι 50 m . Ο συντελεστής πρόσφυσης ορίζεται ίσος με 0.25.

Επίσης ο συρμός θα αποτελείται και από 4 βαγόνια μήκους 25 m και βάρους 450 ΚN έκαστο.

Άρα ο συρμός έχει συνολικό βάρος 2400 ΚN και συνολικό μήκος 150m.

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω στοιχεία εμφανίζονται στον πίνακα 12^Α :

ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ					
Βάρος Κιν Οχήμ. (ΚΝ)	600	Συν.Προσ.	0.25	Δύναμη Τριβής (ΚΝ)	150
Αρ. Βαγονιών	4	Συνολικό Βάρος (ΚΝ)	2400	Δύναμη Τριβής (Ν)	150000
Βάρος Βαγονιού (ΚΝ)	450			Ειδική Δύναμη Τρ (Ν/ΚΝ)	62.5
Μήκος Συρμού (m)	150				

Πίνακας 12^Α

Η χαρακτηριστική καμπύλη της δύναμης έλξης Z_M θα προκύψει για το δεδομένο συρμό με τη χρήση της σχέσης (2) για βαθμό απόδοσης της μηχανής 0.8 και ισχύς 3200 ΚW .

Οπότε προκύπτει

$$Z_M = \frac{9404081.6}{V} \dots\dots\dots [N] \quad (12)$$

Ενώ η ειδική δύναμη έλξης είναι z_M

$$z_M = \frac{3918}{V} \dots\dots\dots [N / ΚN] \quad (13)$$

Η Ειδική Δύναμη Τριβής ζ_T όπως φαίνεται παραπάνω (πίνακας 12^Α) είναι σταθερή και ίση με

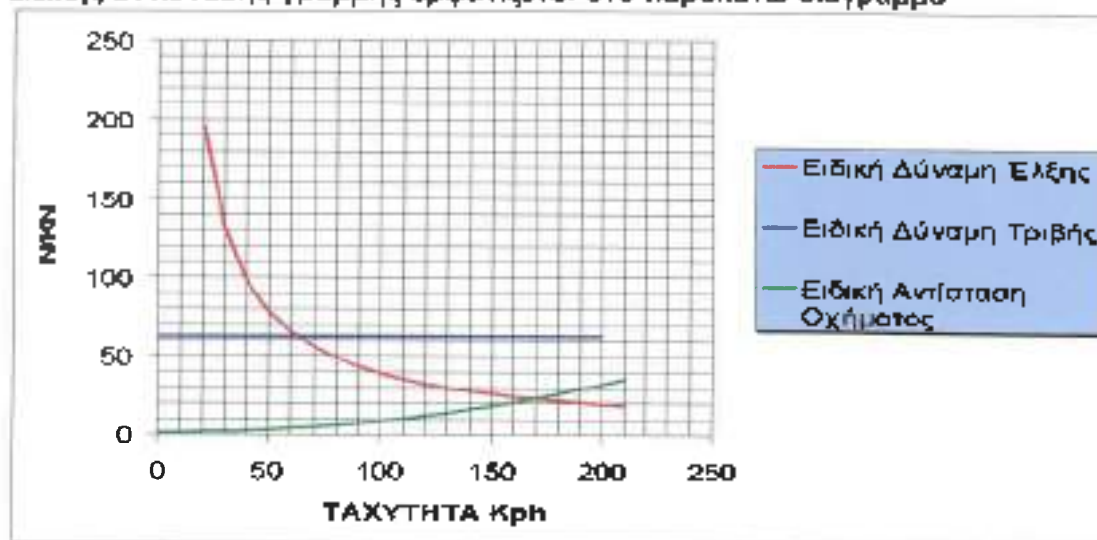
$$\zeta_T = 62.5 \dots\dots\dots [N/KN] \quad (14)$$

Η ειδική αντίσταση οχήματος προκύπτει από τη σχέση (3) για κάθε ταχύτητα όπως φαίνεται στον πίνακα 13^Α

Ταχύτητα [Kph]	Αντίσταση Οχήματος [N/KN]
0 1	1.300007692
10	1.376923077
20	1.607692308
30	1.992307692
40	2.530769231
50	3.223076923
60	4.069230769
70	5.069230769
80	6.223076923
90	7.530769231
100	8.992307692
110	10.60769231
120	12.37692308
130	14.3
140	16.37692308
150	18.60769231
160	20.99230769
170	23.53076923

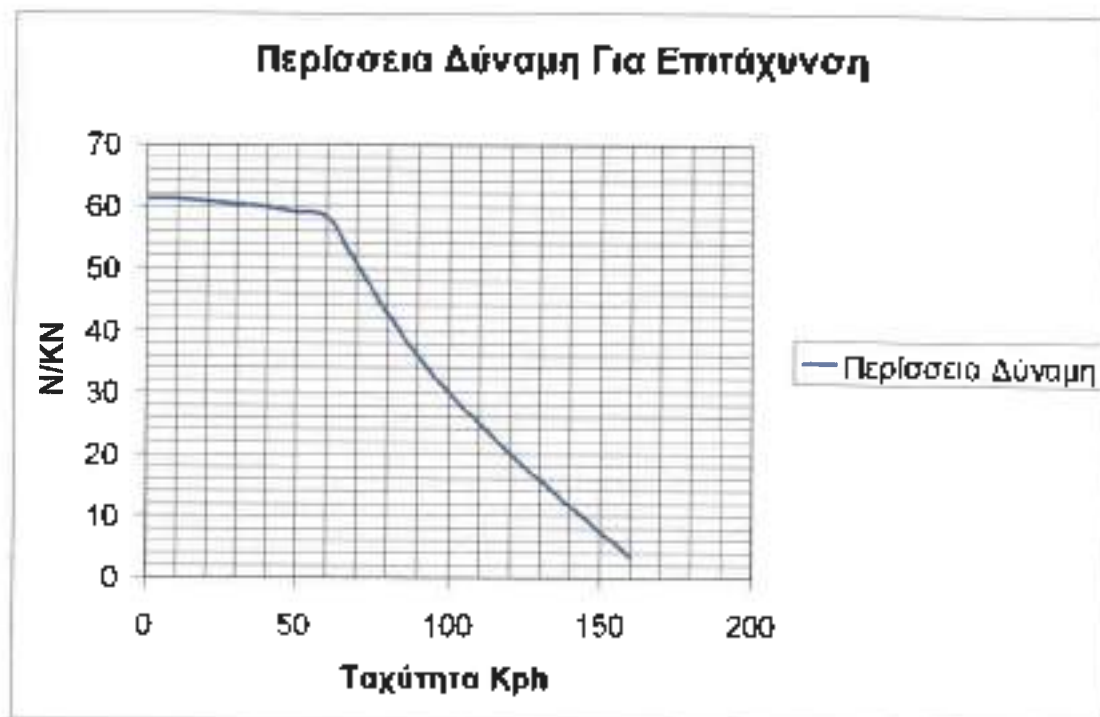
Πίνακας 13^Α

Η σχέση μεταξύ της ειδικής δύναμης έλξης, της ειδικής δύναμης τριβής και της ειδικής αντίστασης γραμμής εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα



Διάγραμμα 6^Α

Από το Διάγραμμα 5^Α προκύπτει για τον προστατικό συρμό το διάγραμμα της περίσσειας δύναμης επιτάχυνσης σε σχέση με την ταχύτητα V του συρμού και φαίνεται παρακάτω



Διάγραμμα 7^Α
Προστατικός Συρμός

Για τις αντιστάσεις γραμμής που εμφανίζονται και στον πίνακα 5^Α και με δεδομένο ότι η ταχύτητα του συρμού δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 120 Kph προκύπτει η ταχύτητα του συρμού από το διάγραμμα 6^Α για το κάθε επιμέρους τμήμα της γραμμής

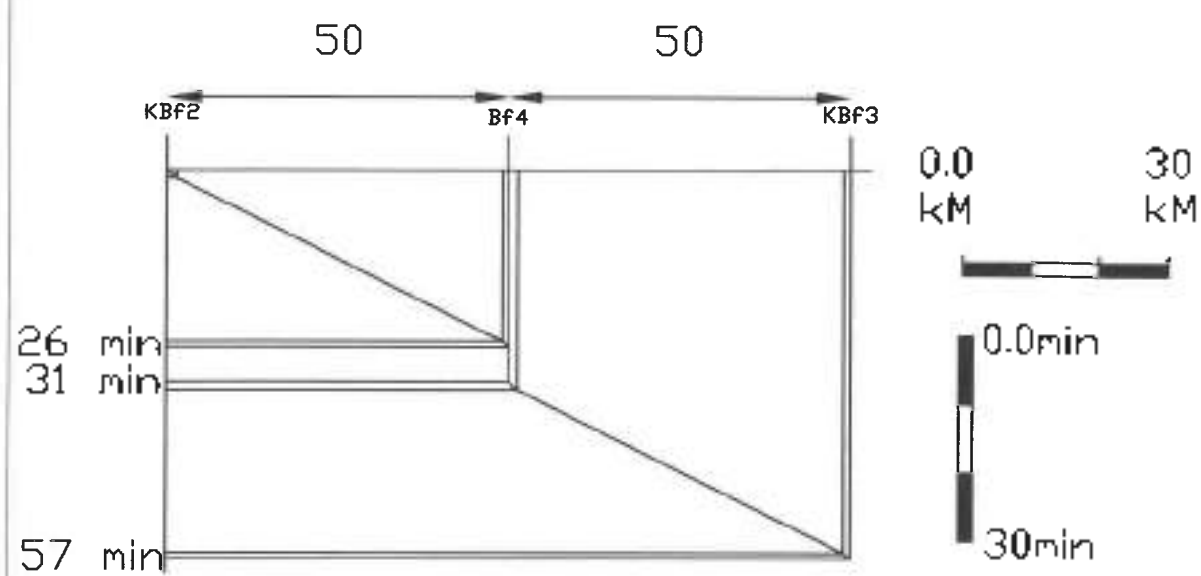
Τμήμα Δικτύου	Ταχύτητα (σε kph.)
KBf1 → Bf1	-
Bf1 → Bf2	-
Bf2 → Bf3	-
Bf3 → KBf2	-
KBf2 → Bf4	120
Bf4 → KBf3	120
KBf3 → Bf5	-
Bf5 → YBf1	-
YBf1 → Bf6	-
Bf6 → Bf7	-
Bf7 → KBf4	-

Πίνακας 14^Α

Η μέση επιτάχυνση του συρμού για μεταβολή της ταχύτητας από 0 Kph σε 120 Kph είναι όπως προκύπτει από διάγραμμα 2.3.3.2 και είναι $a_{\mu\epsilon\sigma\eta} = 0.4 \text{ m/sec}^2$. Με τη δεδομένη αυτή τιμή της επιτάχυνσης ο συρμός απαιτεί 1400 m ή 83.25 sec για να αναπτύξει τη μέγιστη ταχύτητα των 120 Kph.

Η μέση επιβράδυνση του συρμού θεωρείται ίση με $a_{\mu\epsilon\sigma\eta} = 0.6 \text{ m/sec}^2$ το οποίο σημαίνει ότι ο συρμός απαιτεί περίπου 920 m για στάση από τη μέγιστη ταχύτητα.

Το προφίλ της ταχύτητας του προαστιακού συρμού φαίνεται παρακάτω στο σχέδιο 4^η.



Grammi Taxititas N

3.3.4 Εμπορικός Διερχόμενος Συρμός

Ο εμπορικός συρμός επιλέγεται για να ενώσει τους σταθμούς ΚΒf1 και ΚΒf4. Το γεγονός ότι είναι διερχόμενος ,σημαίνει ότι δε θα σταθμεύει στις ενδιάμεσες στάσεις , παρά μόνο όταν πρόκειται για να πραγματοποιηθεί η υπέρβαση του. Η μέγιστη ταχύτητα του συρμού θα προκύψει από τα διαγράμματα έλξης του και από τον περιορισμό ότι τα βαγόνια του συρμού έχουν , όπως συμβαίνει στην πλειονότητα των εμπορικών βαγονιών , μέγιστη ταχύτητα 100 Kph.

Ο εμπορικός διερχόμενος συρμός Og εκλέγουμε να αποτελείται από δύο ηλεκτρικές μηχανές έλξης με συνολική συνεχή ισχύ στους τροχούς 9000 KW και συνολικού βάρους 100 τόνων ή 1000 KN. Το συνολικό μήκος των μηχανών έλξης είναι 40 m . Ο συντελεστής πρόσφυσης ορίζεται ίσος με 0.55 .

Επίσης ο συρμός θα αποτελείται και από 20 βαγόνια 4 αξόνων και μέγιστου αξονικού φορτίου 22.5 t μήκους 28 m έκαστο . Άρα τα βάρος του καθενός είναι 90 τόννοι ή 900 KN .

Άρα ο συρμός έχει συνολικό βάρος 19000 KN και συνολικό μήκος 600 m.

Συγκεντρωτικά τα παραπάνω στοιχεία εμφανίζονται στον πίνακα 15^A :

ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟΣ ΣΥΡΜΟΣ					
ΒάροςΚιν.Οχήμ. (ΚΝ)	1000	Συν.Προσ.	0.55	Δύναμη Τριβής (ΚΝ)	550
Αρ. Βαγονιών	20	Συνολικό Βάρος (ΚΝ)	19000	Δύναμη Τριβής (Ν)	550000
Βάρος Βαγονιού (ΚΝ)	900			Ειδική Δύναμη Τρ. (Ν/ΚΝ)	28.94737
Μήκος Συρμού (m)	600				

Πίνακας 15^A

Η χαρακτηριστική καμπύλη της δύναμης έλξης Z_H θα προκύψει για το δεδομένο συρμό με τη χρήση της σχέσης (2) για βαθμό απόδοσης της μηχανής 0.8 και ισχύς 9000 KW .

Οπότε προκύπτει

$$Z_H = \frac{26448970}{V} \dots\dots\dots [\text{ N }] \quad (15)$$

Ενώ η ειδική δύναμη έλξης είναι ζ_M

$$\zeta_M = \frac{1390}{\gamma} \dots\dots\dots [\text{ N /KN}] \quad (16)$$

Η Ειδική Δύναμη Τριβής ζ_T όπως φαίνεται παραπάνω (πίνακας 15^Α) είναι σταθερή και ίση με

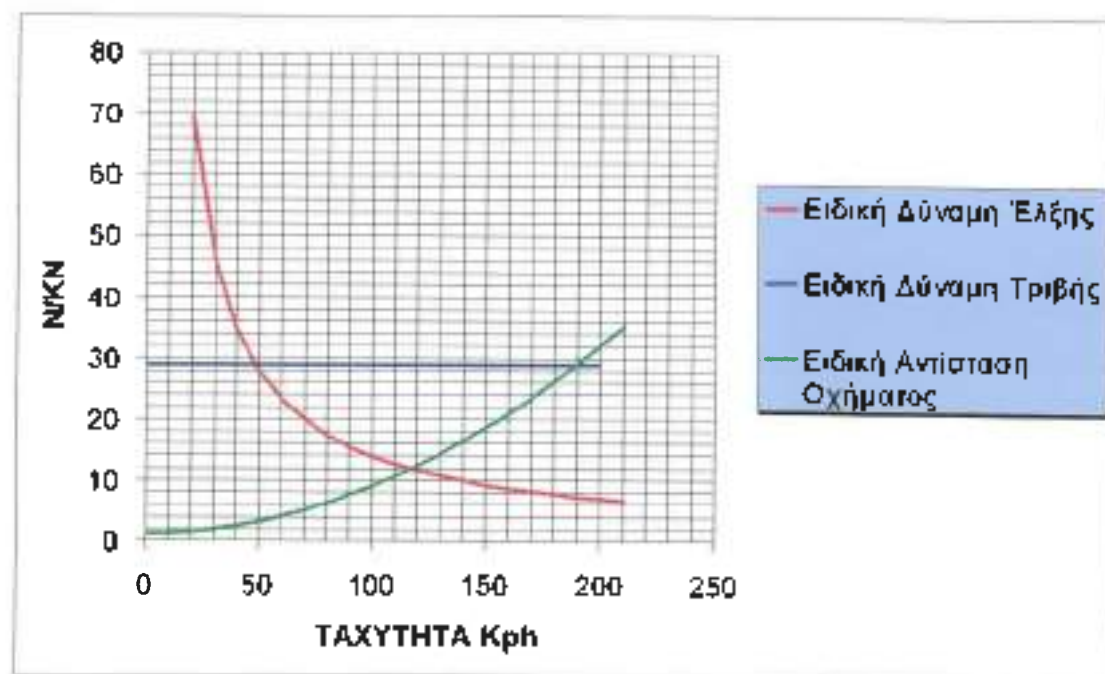
$$\zeta_T = 28.9 \dots\dots\dots [\text{ N/KN}] \quad (17)$$

Η ειδική αντίσταση οχήματος προκύπτει από τη σχέση (3) για κάθε ταχύτητα όπως φαίνεται στον πίνακα 16^Α

Ταχύτητα [Kph]	Αντίσταση Οχήματος [N/KN]
0.1	1.300007692
10	1.376923077
20	1.607692308
30	1.992307692
40	2.530769231
50	3.223076923
60	4.069230769
70	5.069230769
80	6.223076923
90	7.530769231
100	8.992307692
110	10.60769231
120	12.37692308
130	14.3
140	16.37692308
150	18.60769231
160	20.99230769
170	23.53076923

Πίνακας 16^Α

Η σχέση μεταξύ της ειδικής δύναμης έλξης, της ειδικής δύναμης τριβής και της ειδικής αντίστασης γραμμής εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα (7^Α)

Διάγραμμα 8^Α

Από το Διάγραμμα 7^Α προκύπτει για τον εμπορικό συρμό το διάγραμμα της περίσσειας δύναμης επιτάχυνσης σε σχέση με την ταχύτητα V του συρμού και φαίνεται παρακάτω



Διάγραμμα 9^Α
Εμπορικός Διερχόμενος Συρμός

Λαμβάνοντας υπόψη τις αντιστάσεις γραμμής που εμφανίζονται και στον πίνακα 5^Α και με δεδομένο ότι η ταχύτητα του συρμού δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 100 kph προκύπτει η ταχύτητα του συρμού από το διάγραμμα 8^Α για το κάθε επιμέρους τμήμα της γραμμής

Τμήμα Δικτύου	Ταχύτητα (σε kph.)
KBf1→Bf1	85
Bf1→Bf2	70
Bf2→Bf3	85
Bf3→KBf2	100
KBf2→Bf4	85
Bf4→KBf3	70
KBf3→Bf5	60
Bf5→YBf1	100
YBf1→Bf6	100
Bf6→YBf2	60
YBf2→Bf7	70
Bf7→KBf4	85

Πίνακας 17^Α

Τέλος για να προκύψει η επιτάχυνση του συρμού από οποιαδήποτε ταχύτητα Α σε οποιαδήποτε ταχύτητα Β διαμορφώνουμε τον πίνακα 18^Α στον οποίο φαίνεται η τιμή της επιτάχυνσης η απόσταση και ο χρόνος μέσα στον οποίο λαμβάνει χώρα η μεταβολή της ταχύτητας.

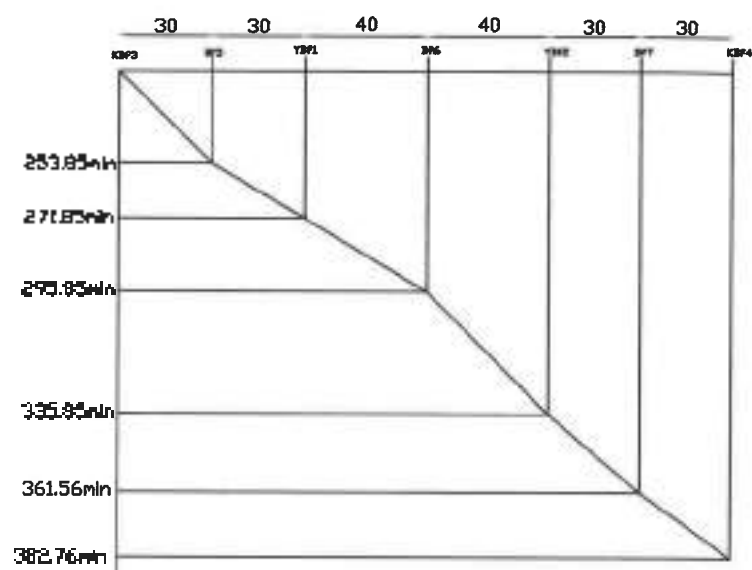
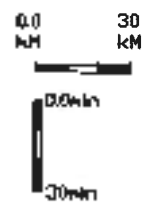
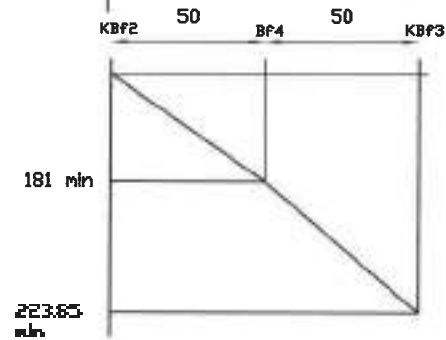
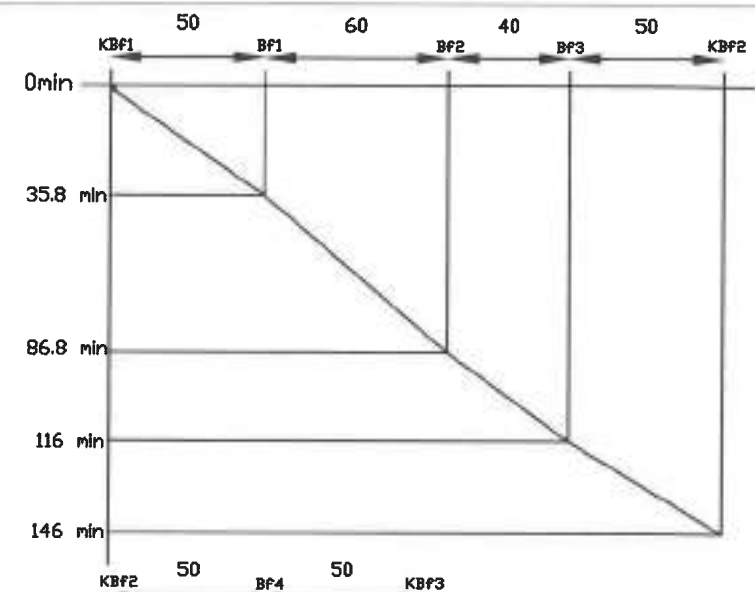
ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ m/sec ²			Απόσταση	Χρόνος
ΑΠΟ (m/s)	ΕΩΣ (m/s)		σε μέτρα	σε sec
0	10	0.276	15.17828398	10.92691
10	20	0.275	45.78390893	10.98814
20	30	0.271	77.17138426	11.11268
30	40	0.267	108.9085172	11.30488
40	50	0.255	147.7822278	11.82258
50	60	0.219	210.6991523	13.79122
60	70	0.17	320.8945357	17.77262
70	80	0.13	483.5584808	23.21081
80	90	0.096	745.3160927	31.56833
90	100	0.064	1237.652414	48.90051

Πίνακας 18^Α

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει η μέση τιμή της επιτάχυνσης του συρμού ίση με $a_{\mu\sigma\eta} = 0.15 \text{ m/sec}^2$ ενώ η μεταβολή της ταχύτητας από 0 Kph σε 100 Kph πραγματοποιείται μέσα σε χρόνο 190 sec και απόσταση 3400 m.

Η μέση επιβράδυνση του συρμού θεωρείται ίση με $a_{\mu\epsilon\sigma\eta} = 1 \text{ m/sec}^2$ το οποίο σημαίνει ότι ο συρμός απαιτεί περίπου 400 m για στάση από τη μέγιστη ταχύτητα.

Το προφίλ της ταχύτητας του εμπορικού συρμού φαίνεται παρακάτω στο σχέδιο 5^A.



Grammi Taxititas Dg

3.4 ΣΥΝΟΨΗ

Συναψίζοντας τα παραπάνω , προκύπτει ο πίνακας 19^Α , στον οποίο φαίνονται οι χρόνοι διαδρομής του κάθε συρμού σε κάθε επι μέρους τμήμα.

	Συρμός IC	Συρμός E	Συρμός N	Συρμός Dg
Τμήμα Δικτύου	Χρόνος Διαδρομής (min)			
KBf1 → Bf1	19.6	22.5	-	35.8
Bf1 → Bf2	22.5	29.8	-	51
Bf2 → Bf3	15	18.7	-	29.2
Bf3 → KBf2	18.9	20	-	30
KBf2 → Bf4	19	22	26	35
Bf4 → KBf3	19.6	22.8	26	42
KBf3 → Bf5	12	15.9	-	30
Bf5 → YBf1	11.25	12.2	-	18
YBf1 → Bf6	15	16.4	-	24
Bf6 → YBf2	16	21.3	-	40
YBf2 → Bf7	11.25	14.8	-	25.71
Bf7 → KBf4	11.25	13.9		21.2

Πίνακας 19^Α
Χρόνοι Διαδρομής Συρμών

Στον πίνακα 20^Α φαίνονται οι αποστάσεις στάσης του κάθε συρμού από τη μέγιστη ταχύτητα από όπου θα προκύψει και το μήκος του τμήματος αποκλεισμού.

	Συρμός IC	Συρμός E	Συρμός N	Συρμός Dg
Μήκος Πέδησης (m)	1500	1300	920	400

Πίνακας 20^Α
Μήκος Πέδησης

Προκύπτει , λοιπόν , από τον παραπάνω πίνακα ότι το μέγιστο μήκος πέδησης συρμού είναι **1500 m** .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^Α

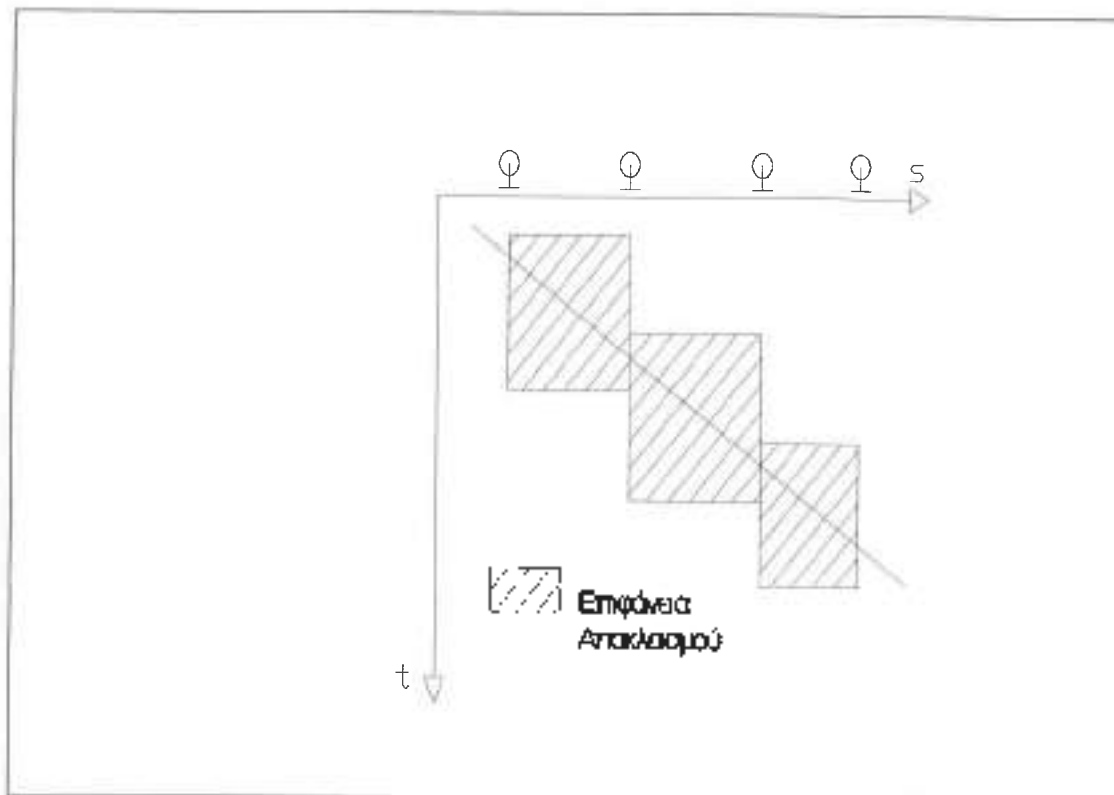
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

- ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
- ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Πριν οριστεί με ακρίβεια η έννοια της ελάχιστης χρονοαπόστασης, χρήσιμο θα ήταν να διασαφηνιστεί με χρήση κατάλληλων σχημάτων η έννοια των, χρόνος αποκλεισμού, κλίμακα χρόνων αποκλεισμού τόσο σε σύστημα σηματοδότησης Η/Υ όσο και σε σύστημα Μ.Α.Σ..

4.1.1 Κλίμακα χρόνων αποκλεισμού



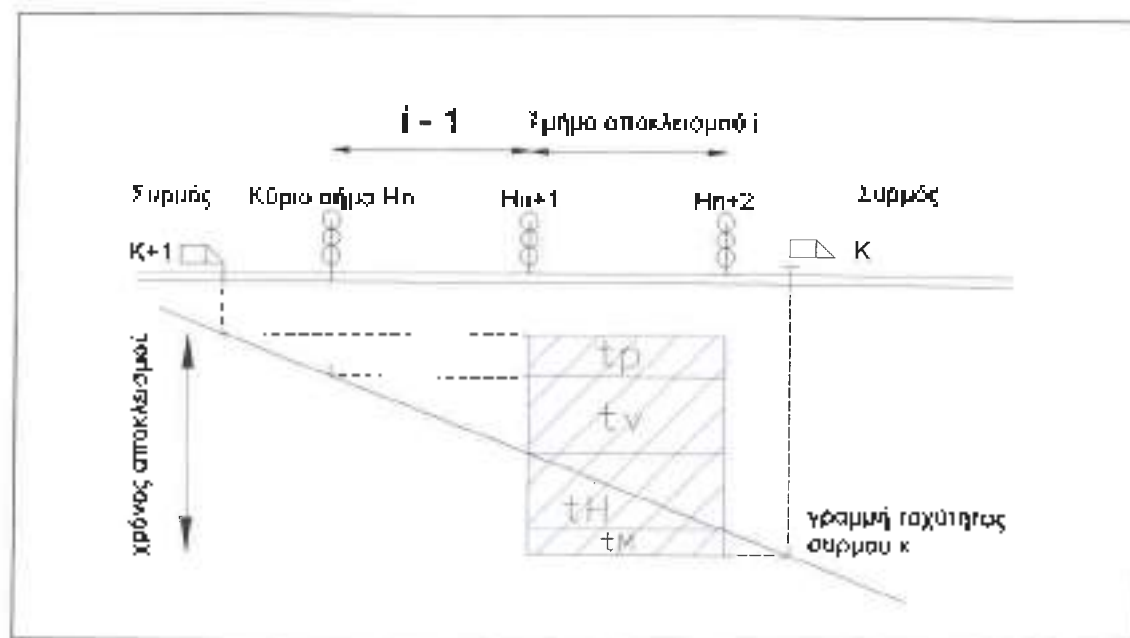
Σχήμα 8^Α

4.1.2 Χρόνος Αποκλεισμού σε σύστημα σηματοδότησης Μ.Α.Σ.

Στο σύστημα σηματοδότησης Μ.Α.Σ. ή σύστημα μόνο κύριων σημάτων το ρόλο του προσήματος του τμήματος αποκλεισμού Ι έχει το κύριο σήμα εισόδου του τμήματος αποκλεισμού Ι - 1 όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.1.2.1. Στο σχήμα αυτό απεικονίζεται γραφικά το τμήμα αποκλεισμού για συρμό σε ελεύθερη γραμμή και σύστημα σηματοδότησης Μ.Α.Σ. τριών ενδείξεων (Σ , $\pi\Sigma$, $\pi\eta$). Οι χρόνοι σχηματισμού λαμβάνονται μηδενικοί και επιδίωξη είναι το μηδενικό κράτημα του επόμενου συρμού.

ΟΡΙΣΜΟΣ 3^Α

Κράτημα απώλεια χρόνου που δημιουργείται όταν κατά τη διάρκεια πέδησης ενός αμέσως επόμενου συρμού πρό ενός κατειλημμένου τμήματος αποκλεισμού, το τμήμα αυτό απελευθερωθεί και ο συρμός αυτός συνεχίσει από την ταχύτητα που είχε κατά τη χρονική στιγμή της απελευθέρωσης

σχήμα 9^Α -

Χρόνος αποκλεισμού σε σύστημα σηματοδότησης M.A.S. -3 aspects.

4.1.3 Χρονοαπόσταση – Ελάχιστη Χρονοαπόσταση – Μέση Ελάχιστη Χρονοαπόσταση

ΟΡΙΣΜΟΣ 4^Α

Χρονοαπόσταση Z η χρονική απόσταση των συρμών μιας ακολουθίας στη θέση παρατήρησης

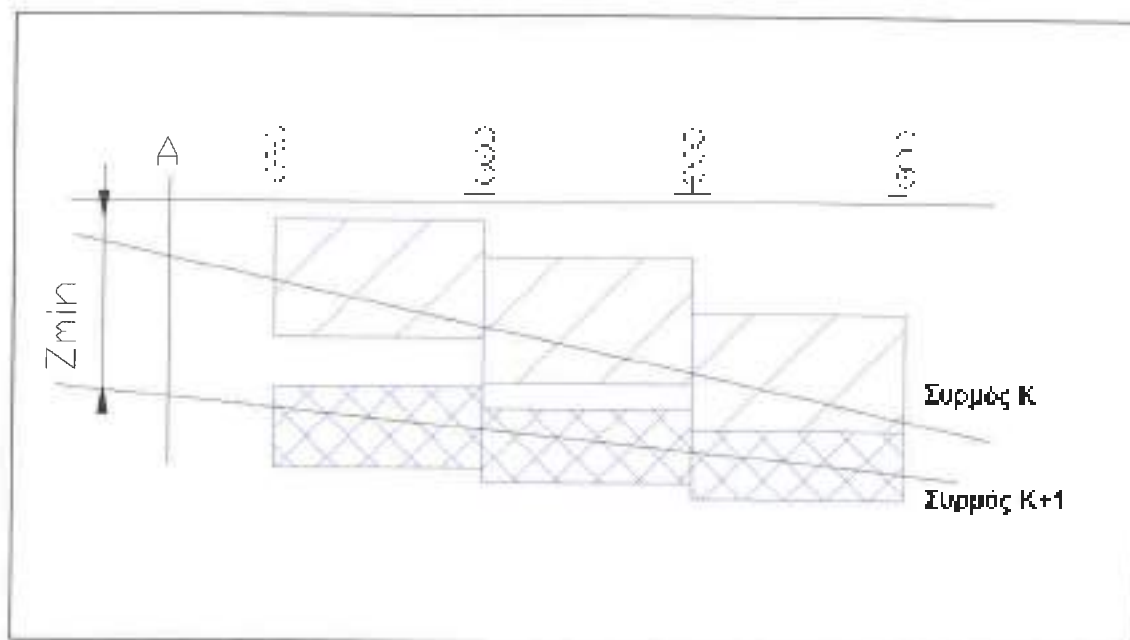
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση Z_{min} χρονικό διάστημα από την αρχή του πρώτου χρόνου αποκλεισμού της κλίμακας αποκλεισμού ενός προηγούμενου συρμού μέχρι την αρχή του πρώτου χρόνου αποκλεισμού της κλίμακας αποκλεισμού ενός αμέσως επόμενου συρμού, όταν οι δύο κλίμακες αποκλεισμού εφάπτονται.

Μέση Ελάχιστη Χρονοαπόσταση Z_{min} το άθροισμα των γινομένων των ελάχιστων χρονοαποστάσεων επί το αντίστοιχο πλήθος των ακολουθιών, διαιρούμενο με το σύνολο των ακολουθιών.

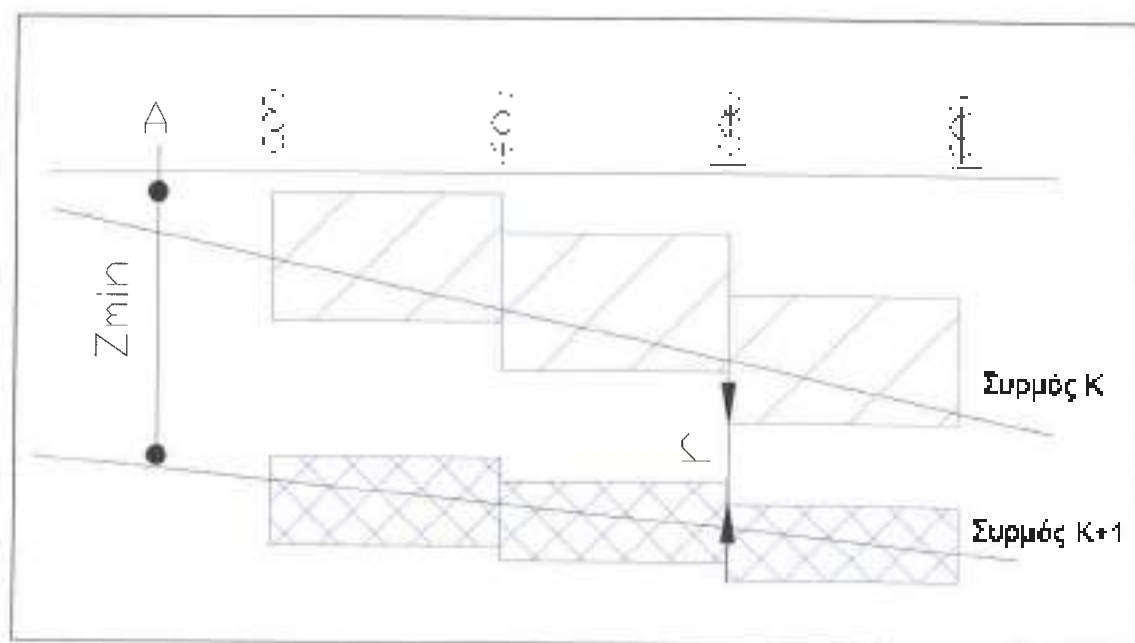
Γραφικά η έννοια της ελάχιστης χρονοαπόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών συρμών απεικονίζεται στο παρακάτω σχέδιο 6Α για μηδενικό περιθώριο άνεσης και για δεδομένο περιθώριο άνεσης στο σχέδιο 7Α.

ΟΡΙΣΜΟΣ 5^Α

Περιθώριο Άνεσης r χρονικό διάστημα που παρεμβάλεται μεταξύ δύο κλιμάκων αποκλυσμού στη θέση επαφής των και προστίθεται στην ελάχιστη χρονοαπόσταση.



σχέδιο 6^Α
Μηδενικό περιθώριο άνεσης



σχέδιο 7^Α
Δεδομένο περιθώριο άνεσης

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις υπολογίζονται για όλες τις περιπτώσεις ακολουθιών. Υπάρχουν 3 περιπτώσεις ακολουθιών :

- ο Ταχύς συρμος ακολουθεί βραδύ συρμό (B/T)
- ο Προηγούμενος και επόμενος συρμός έχουν την ίδια ταχύτητα (B/B) ή (T/T)
- ο Βραδύς συρμός ακολουθεί ταχύ συρμό (T/B)

Για τον υπολογισμό των ελαχίστων χρονοαποστάσεων , κατασκευάζονται οι κλίμακες αποκλεισμού για κάθε ένα συρμό στο υπόψιν τμήμα γραμμής.

Με τη θεώρηση ότι η απόσταση μεταξύ

- ο Σημείου ορατότητας – προσήματος
- ο Προσήματος – Κυρίου σήματος
- ο Κυρίου σήματος – θέση τέλους συρμού

λαμβάνεται ίδια σε όλες τις αποστάσεις αποκλεισμού , το μήκος του τμήματος αποκλεισμού μπορεί να θεωρηθεί μεταξύ δυο διαδοχικών σημείων ορατότητας.

Για σύστημα σηματοδότησης M.A.S. τη θέση του προσήματος έχει το κύριο σήμα του προηγούμενου τμήματος αποκλεισμού.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι ο χρόνος αποκλεισμού μπορεί να απεικονισθεί στο επίπεδο χρόνου – διαστήματος σε ράβδος κάτω από τη θέση του σημείου ορατότητας επί της γραμμής ταχύτητας του συρμού.

Επίσης η ελάχιστη χρονοαπόσταση μπορεί να υπολογιστεί απ'ευθείας από το δρομολόγιο.

Η μαθηματική ανάλυση και ο υπολογισμός της ελάχιστης χρονοαπόστασης μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους :

- ο Κατά Dilli
- ο Κατά Pottthoff
- ο Κατά DB AG
- ο Κατά AREA
- ο Κατά U.I.C.

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας θα αναλυθεί η μέθοδος υπολογισμού της ελάχιστης χρονοαπόστασης κατά U.I.C. .

4.2.1 Υπολογισμός Ελάχιστης Χρονοαπόστασης κατά U.I.C.

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση ,είναι η ελάχιστη απαιτούμενη χρονική απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών συρμών.

Η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση t_{im} , είναι μια μέση τιμή που λαμβάνει υπ' όψιν της όλες τις εμφανιζόμενες ακολουθίες στο υποψη τμήμα γραμμής.

Για τον καθορισμό των ακολουθιών μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος

- ο Με υφιστάμενο δρομολόγιο
- ο Με πιθανό δρομολόγιο

Για τη διευκόλυνση των υπολογισμών γίνεται ομαδοποίηση των συρμών σε κατηγορίες με βάση τους χρόνους διαδρομής των.Προτείνεται η ομαδοποίηση των συρμών σε 2 κατηγορίες με μέγιστο περιθώριο τις 5 κατηγορίες.

4.2.1.1 με υφιστάμενο δρομολόγιο

Η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση των συρμών για κυκλοφορία των συρμών σε μία κατεύθυνση ισούται με

$$t_{im} = \frac{\sum (N_{ij} * T_{ij})}{\sum N_{ij}} \quad [\text{min/συρμό}] \quad (18)$$

όπου

N_{ij} το πλήθος των ακολουθιών και
 T_{ij} η ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ δύο κατηγοριών

Κατασκευάζεται μητρώο ακολουθιών

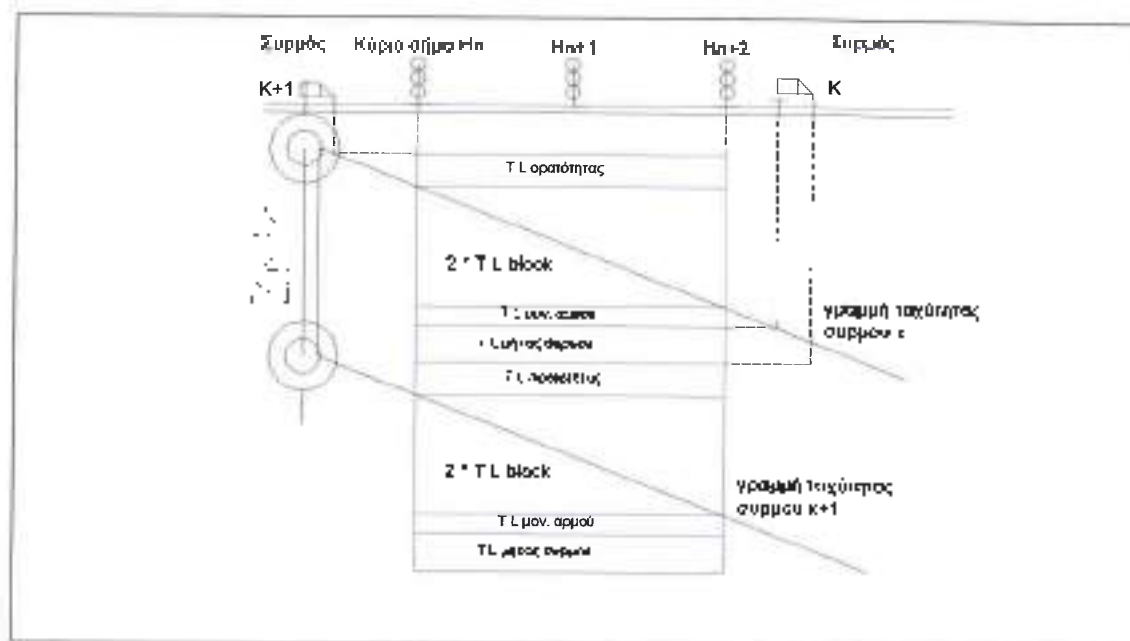
Ο υπολογισμός της ελάχιστης χρονοαπόστασης γίνεται με βάση το χρόνο διαδρομής T_i και το μήκος συρμού L_i που αντιστοιχεί σε κάθε κατηγορία.Χρόνοι παραμονής από προγραμματισμένες στάσεις που βρίσκονται εντός της υπόψιν κρίσιμης διατομής ,περιέχονται στο χρόνο διαδρομής.

Για κάθε ακολουθία που περιέχεται στο μητρώο των ακολουθιών ,υπολογίζεται η αντίστοιχη ελάχιστη χρονοαπόσταση.

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις υπολογίζονται με βάση τους χρόνους αποκλεισμού.

Στα παρακάτω σχέδια αναλύονται όλες οι περιπτώσεις ακολουθιών για σύστημα σηματοδότησης Μ.Α.Σ.

Α' Περίπτωση – Ακολουθία ίδιας κλάσης συρμών



σχέδιο 8^Α
Ίδια κλάση συρμών

Παρατηρούμε, λοιπόν ότι σε αυτή την περίπτωση και με δεδομένο ότι ο συρμός K+1 βρίσκεται σε σταθμό ότι

$$Z_{\min} = 2 * T(L \text{ block}) + T_a(L \text{ μονωτικού αρμού}) + T_a(L \text{ μήκος συρμού}) + T_a(L \text{ ορατότητας})$$

(18)

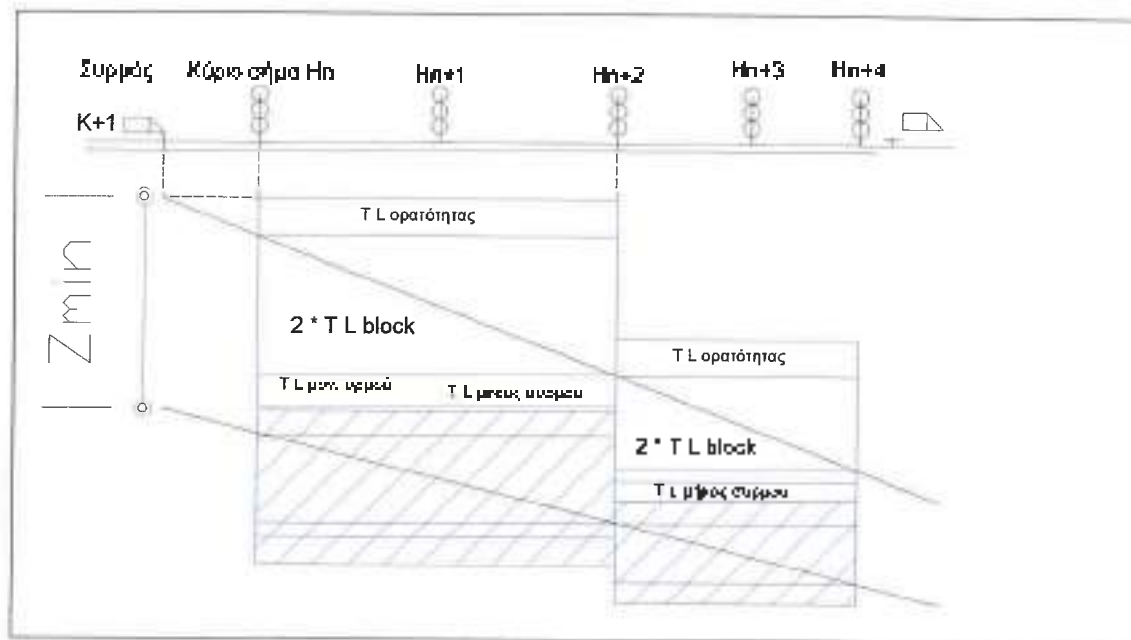
Β' Περίπτωση – Ακολουθία Ταχύ / Βραδύ

Η ίδια τιμή τα ελάχιστης χρονοαπόστασης καλύπτει και την περίπτωση ακολουθίας Ταχύ – Βραδύ συρμού καθώς $V_{\text{βραδύ}} < V_{\text{ταχύ}}$ και συνεπώς ο βραδύς συρμός δε θα φτάσει ποτέ τον ταχύ που προπορεύεται. Άρα

$$Z_{\min} = 2 * T(L \text{ block}) + T_a(L \text{ μονωτικού αρμού}) + T_a(L \text{ μήκος συρμού}) + T_a(L \text{ ορατότητας})$$

(19)

Γ. Περίπτωση – Ακολουθία Βραδύ – Ταχύ συρμού



σχέδιο 9^Α
Ακολουθία Βραδύ/Ταχύ συρμού

Στην περίπτωση αυτή κρίσιμο τμήμα είναι αυτό των δύο τελευταίων Block. Μόνο όταν αυτά τα δύο εκκενωθούν πλήρως από τον προπορευόμενο αργό συρμό μπορεί ο επόμενος ταχύς συρμός να ξεκινήσει με την απαίτηση μηδενικού κρατήματος. Προκύπτει ,λοιπόν ,

$$Z_{min} = T_{\text{Βραδύ}} L (\text{επί μέρους τμήματος}) + T_{\text{Βραδύ}} L (\text{μον.αρμού}) + T_{\text{Βραδύ}} L (\text{μήκος συρμού}) - [T_{\text{Ταχύ}} L (\text{επί μέρους τμήμα} - 2 * \text{Block} - \text{ορατ.})] \quad (19)$$

Για δύο ή περισσότερα Block σ'ένα τμήμα γραμμής πρέπει να σχηματισθούν ανάλογοι τύποι υπολογισμού της χρονικής απόστασης στο σταθμό Α σε σχέση με αντίστοιχα σχήματα.

Στις παραπάνω εξισώσεις ,οι τιμές T_i για το υπόψιν τμήμα γραμμής ,λαμβάνονται από το δρομολόγιο.

Όταν οι επί μέρους χρόνοι διαδρομής για υπάρχοντα τμήματα αποκλεισμού δεν απορρέουν από το δρομολόγιο, γίνεται ενδιάμεση παρεμβόλη με βάση το χρόνο διαδρομής του τμήματος γραμμής.

$$T_i(ab) = T_i(ac) * l(ab)/l(ac) \quad [\text{min}]$$

Στην περίπτωση που ένας συρμός διέρχεται την ώρα του από μια θέση παρατήρησης στην αρχή ενός τμήματος γραμμής ή ενός τμήματος αποκλεισμού, πρέπει να είναι εξασφαλισμένο, ότι το πρόσημα θα δείχνει «ελεύθερο» προτού ο μηχανοδηγός προβεί σε διαδικασίες επιβράδυνσης του συρμού (κράτημα).

Η απόσταση του προσήματος στο σύστημα σηματοδότησης H/V αποτελείται από

- ο Την απόσταση του σημείου ορατότητας μέχρι το πρόσημα όπου

Για συρμούς με $V < 80$ Kph είναι 200 m

Για συρμούς με $V > 80$ Kph είναι 500 m

- ο Και την απόσταση του προσήματος από την επόμενη θέση παρατήρησης η οποία λαμβάνεται από τα στοιχεία της γραμμής

Το τμήμα απελευθέρωσης αποτελείται από

- ο Την απόσταση ασφαλείας μετά το κύριο σήμα, η οποία λαμβάνεται από τα στοιχεία της γραμμής
- ο Και από το μήκος του συρμού

Επειδή όλοι οι υπολογισμοί γίνονται με αναφορά την κεφαλή του συρμού, πρέπει ολόκληρο το μήκος του συρμού να έχει περάσει την απόσταση ασφαλείας L μ.

Οι χρόνοι σχηματισμού και αποκατάστασης των εγκαταστάσεων σηματοδότησης φαίνονται στον πίνακα 21^A [4]

ΣΤΑΘΜΟΣ	Μηχανικό Σύστημα	Ηλεκτρονικό Σύστημα	Γεωγραφικό Σύστημα
μεγάλος	1.5 min	1.0 min	0.3 min
μικρός	1.0 min	0.5 min	0.0 min
Block	0.5 min	0.0 min	0.0 min

Πίνακας 21^A

Χρόνοι Χειρισμού και ανταπόκρισης εγκαταστάσεων σηματοδότησης

Επίσης όταν οι συρμοί σταθμίζουν στους σταθμούς, πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν και ένας πρόσθετος χρόνος, ο οποίος καλύπτει το διάστημα από τη στιγμή που το σήμα εξόδου δείξει «πρόσημο» μέχρι την εκκίνηση του συρμού. Ο χρόνος αυτός εκτιμάται με άμεση παρατήρηση κατά τη διάρκεια λειτουργίας. Αποδεκτή τιμή είναι τα 0.4 min.

4.2.1.2 με πιθανό δρομολόγιο

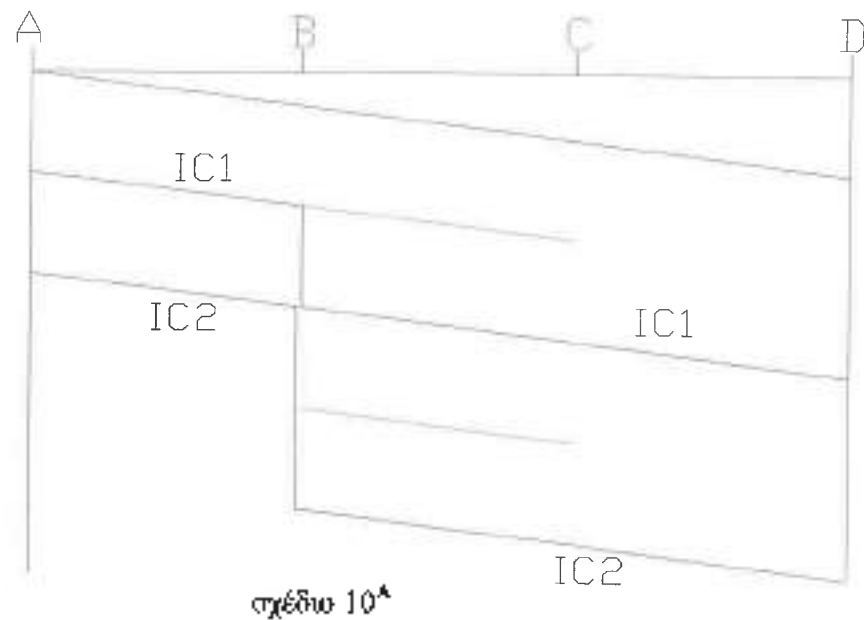
Αν για μια υπό έρευνα γραμμή δεν υφίσταται δρομολόγιο, που να αντιστοιχεί στη σχεδιασμένη κατάσταση, πρέπει να υποθέσουμε ότι οι διάφορες περιπτώσεις ακολουθιών εμφανίζονται τυχαία. Σ' αυτήν την περίπτωση αρκεί να είναι γνωστό το πλήθος των συρμών ανά κατηγορία. Τότε η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση είναι ο σταθμισμένος μέσος όρος όλων των ελάχιστων χρονοαποστάσεων σύμφωνα με

$$T_{im} = \frac{\sum_{i,j=1}^n N_i \cdot N_j \cdot T_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n N_i \cdot N_j} \quad [\text{min/συρμό}] \quad (20)$$

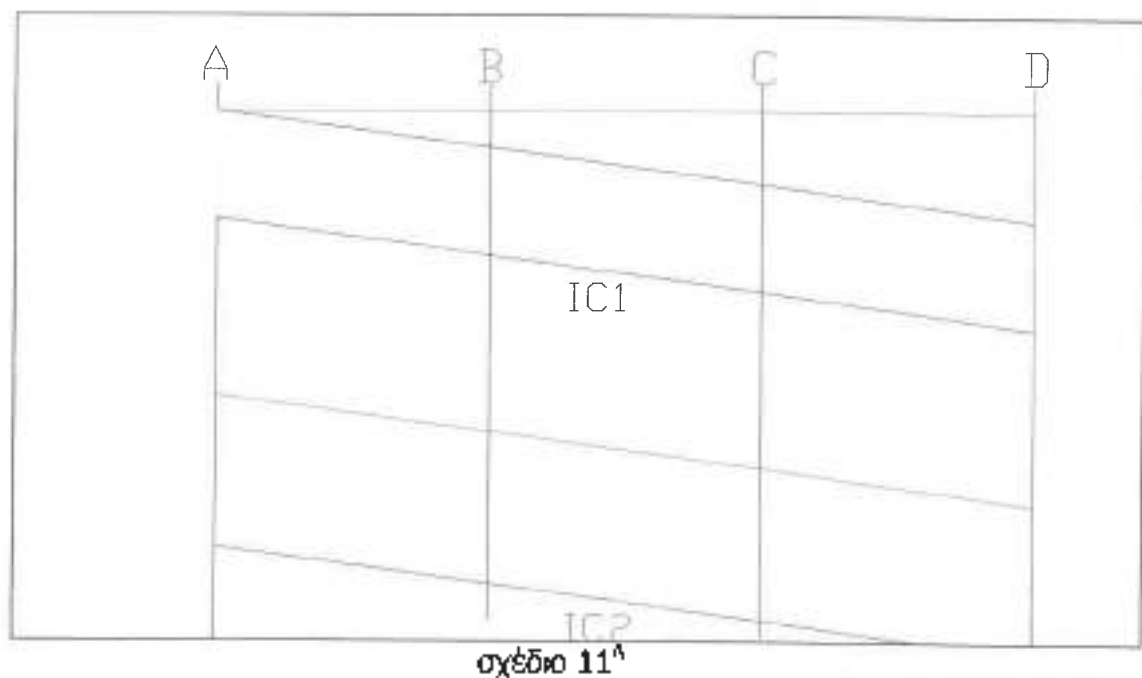
4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Ο υπολογισμός των ελάχιστων χρονοαποστάσεων μεταξύ των συρμών γίνεται στο Παράρτημα Α', λόγω της επαναληπτικότητας του χαρακτήρα των υπολογισμών, για κάθε επί μέρους τμήμα ξεχωριστά. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών. Αξίζει να σημειωθεί ότι :

1. Η βάση για τους υπολογισμούς προκύπτει από τα σχέδια 8^Α και 9^Α που είναι η γραφική απεικόνιση της ελάχιστης χρονοαπόστασης μεταξύ των συρμών.
2. Η ελάχιστη χρονοαπόσταση υπολογίζεται και για τις ακολουθίες που περιλαμβάνουν προαστιακούς συρμούς ακόμη και σε επί μέρους τμήματα στα οποία οι τελευταίοι δεν κυκλοφορούν. Αυτό καθιστά το μοντέλο ακόμη πιο ρεαλιστικό καθώς σε περίπτωση που δε λαμβάνονταν υπ' όψιν οι προαστιακοί συρμοί θα είχαμε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ουρών αναμονής των υπολοίπων συρμών στους σταθμούς πριν και μετά τα τμήματα στα οποία κυκλοφορούν οι προαστιακοί συρμοί. Η δημιουργία ουρών αναμονής φαίνεται στο παρακάτω σχέδιο



Ευκολά ,λοιπόν,γίνονται αντιληπτές οι ουρές αναμονής που σχηματίζονται στο σταθμό Β από τους συρμούς Ι.Σ. 1 και Ι.Σ. 2. Σε περίπτωση όμως που λαμβάναμε υπόψιν και κίνηση συρμών προαστιακών στο τμήμα Α-Β θα είχαμε ομαλή κίνηση των συρμών όπως φαίνεται παρακάτω :



Τα αποτελέσματα εμφανίζονται για κάθε τμήμα ξεχωριστά παρακάτω ,ενώ σε παρένθεση βρίσκονται οι ακολουθίες που περιλαμβάνουν προαστιακούς συρμούς σε τμήματα όπου αυτοί δεν κυκλοφορούν.

1. Τμήμα ΚΒf1-Bf1

Μήκος	50 Km	[22 ^A]			
Μέση	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19.6
Ταχύτητα	E	140		E	22.5
Συρμού	N	(120)		N	(25)
	Dg	85		Dg	35.8

[23 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		2.5	2.5	(2.5)	2.5
E		5.28	2.16	(2.16)	2.16
N		(7.86)	(5.4)	(2.3)	(2.3)
Dg		18.6	16.14	(12.78)	4.1

2. Τμήμα Βf1-Bf2

Μήκος	80 Km	[24 ^A]			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	22.5
Ταχύτητα	E	125		E	29.8
Συρμού	N	(120)		N	(120)
	Dg	70		Dg	51

[25 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		8.82	2.7	(2.7)	2.7
N		(9.12)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		30.48	24.6	(23.3)	3.8

3. Τμήμα Βf2-Bf3

Μήκος	40 Km	[26 ^A]			
Μέση	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	15
Ταχύτητα	E	140		E	18.7
Συρμού	N	(120)		N	(20)
	Dg	85		Dg	29.2

[27 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		5.22	2.7	(2.7)	2.7
N		(6.6)	(4.68)	(2.3)	(2.3)
Dg		16.62	14.7	(12.12)	3.4

4. Τμήμα Bf3-KBf2

Μήκος	50 Km	[28 ^A]			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	18.9
	E	160		E	20
	N	(120)		N	(25)
	Dg	100		Dg	30

[29 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		2.88	2.2	(2.2)	2.2
N		(7.86)	(7.86)	(2.3)	(2.3)
Dg		13.5	13.5	(7.86)	2.8

5. Τμήμα KBf2-Bf4

Μήκος	50 Km	[30 ^A]			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19
	E	140		E	22
	N	120		N	26
	Dg	85		Dg	35

[31 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	1.8	1.8
E		4.5	2.7	2.7	2.7
N		8.7	6.24	2.8	2.8
Dg		18.54	16.08	12.78	3.2

6. Τμήμα Βf4-ΚΒf3

Μήκος	50 Km	[32 ^A]			
Μέση	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19.6
Ταχύτητα	E	125		E	24.3
Συρμού	N	120		N	28
	Dg	70		Dg	42.85

[33 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	1.8	1.8
E		7.14	2.7	2.7	2.7
N		8.7	3.84	2.8	2.8
Dg		26.64	21.78	20.88	3.9

7. Τμήμα ΚΒf3-Βf5

Μήκος	30 Km	[34 ^A]			
Μέση	I.C.	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	12
Ταχύτητα	E	115		E	15.9
Συρμού	N	115		N	(15.9)
	Dg	80		Dg	30

[35 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		2.6	2.6	(2.6)	2.6
E		5.7	2.7	(2.7)	2.7
N		(5.7)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		20.82	17.7	(17.4)	4.5

8. Τμήμα Βf5-ΥΒf1

Μήκος	30 Km	[36 ^A]			
Μέση	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	180		E	12.2
Συρμού	N	(120)		N	(15)
	Dg	100		Dg	18

[37 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		2.58	2.3	(2.3)	2.3
N		(5.4)	(5.4)	(2.3)	(2.3)
Dg		9	9	(5.76)	2.9

9. Τμήμα YBf1-Bf6

Μήκος	40 Km	[38 ^A]			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	15
	E	150		E	18.4
	N	(120)		N	(20)
	Dg	100		Dg	24

[39 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		3	1.9	(1.9)	1.9
N		(6.6)	(5.7)	(2.3)	(2.3)
Dg		11.22	10.32	(6.72)	2.6

10. Τμήμα Bf6-YBf2

Μήκος	40 Km	[40 ^A]			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	16
	E	115		E	21.3
	N	(115)		N	(21.3)
	Dg	60		Dg	40

[41 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.9	1.9	(1.9)	1.9
E		7.2	2.9	(2.9)	2.9
N		(7.2)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		26.16	21.72	(21.72)	4.2

11. Τμήμα ΥΒf2-Bf7

Μήκος	30 Km	[42 ^A]			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	125		E	14.8
Συρμού	N	120		N	(15)
	Dg	70		Dg	25.71

[43 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		5.28	2.2	(2.2)	2.2
N		(5.34)	(2.64)	(2.3)	(2.3)
Dg		16.44	13.74	(13.2)	3.6

12. Τμήμα Βf7-KBf4

Μήκος	30 Km	[44 ^A]			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	140		E	13.9
Συρμού	N	(120)		N	(15)
	Dg	85		Dg	21.2

[45 ^A]	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		4.26	2.7	(2.7)	2.7
N		(5.34)	(3.96)	(2.3)	(2.3)
Dg		11.88	10.5	(8.64)	3

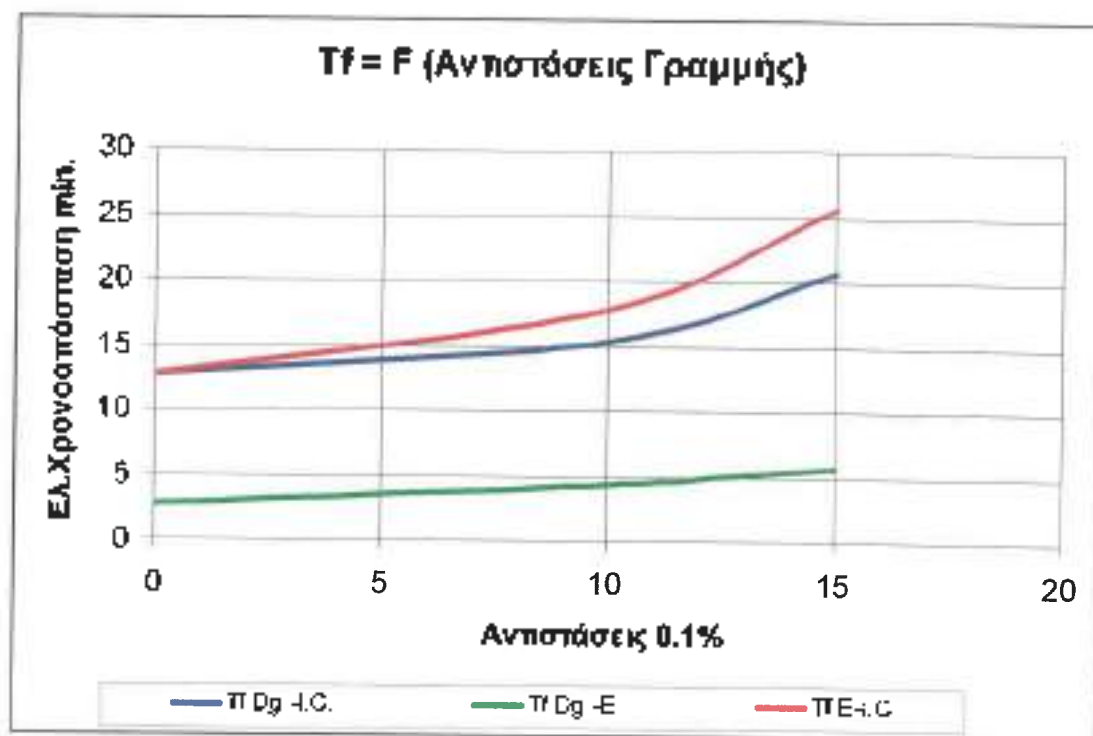
4.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η κύρια χρήση των τιμών των ελάχιστων χρονοαποστάσεων που εξαγάγαμε από το προηγούμενο κεφάλαιο δεν είναι άλλη από τον υπολογισμό της χωρητικότητας των επιμέρους τμημάτων του δικτύου. Παρ'όλαυτά, όμως, μπορούν να εξαχθούν και χρήσιμα συμπεράσματα για τις τιμές της ελάχιστης χρονοαπόστασης σε σχέση με το μήκος και τις αντιτάσεις των επιμέρους τμημάτων.

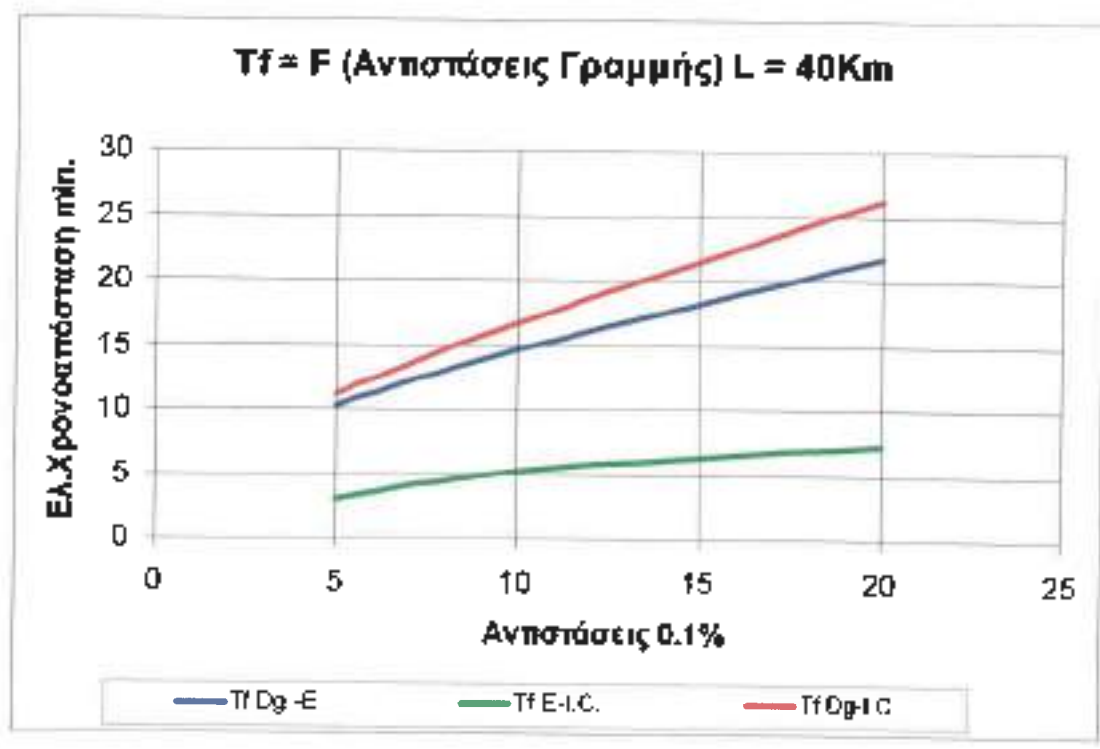
Συντάσσουμε τους πίνακες 46^Α, 47^Α και 48^Α με τις αντιστάσεις των τμημάτων με μήκος 50, 40 και 30 Km αντίστοιχα και τις ελάχιστες χρονοαποστάσεις για ακολουθίες συρμών τύπου Βραδύς – Ταχύς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 46 ^Α					
			ΕΛ.ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	Dg - I.C.	Dg - E	E - I.C.
Bf3 → KBf2	50	0	13.5	12.24	2.88
KBf2 → Bf4	50	10	18.54	16.08	4.5
Bf4 → KBf3	50	15	26.64	21.76	7.14
ΠΙΝΑΚΑΣ 47 ^Α					
			ΕΛ.ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	Dg - I.C.	Dg - E	E - I.C.
YBf1 → Bf6	40	5	11.22	10.32	3
Bf2 → Bf3	40	10	16.62	14.7	5.28
Bf6 → YBf2	40	20	26.16	21.72	7.2
ΠΙΝΑΚΑΣ 48 ^Α					
			ΕΛ.ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	Dg - I.C.	Dg - E	E - I.C.
Bf5 → YBf1	30	0	9	9	2.58
Bf7 → KBf4	30	10	11.88	10.05	4.26
YBf2 → Bf7	30	15	16.44	13.74	5.28
KBf3 → Bf5	30	20	20.82	17.7	5.7

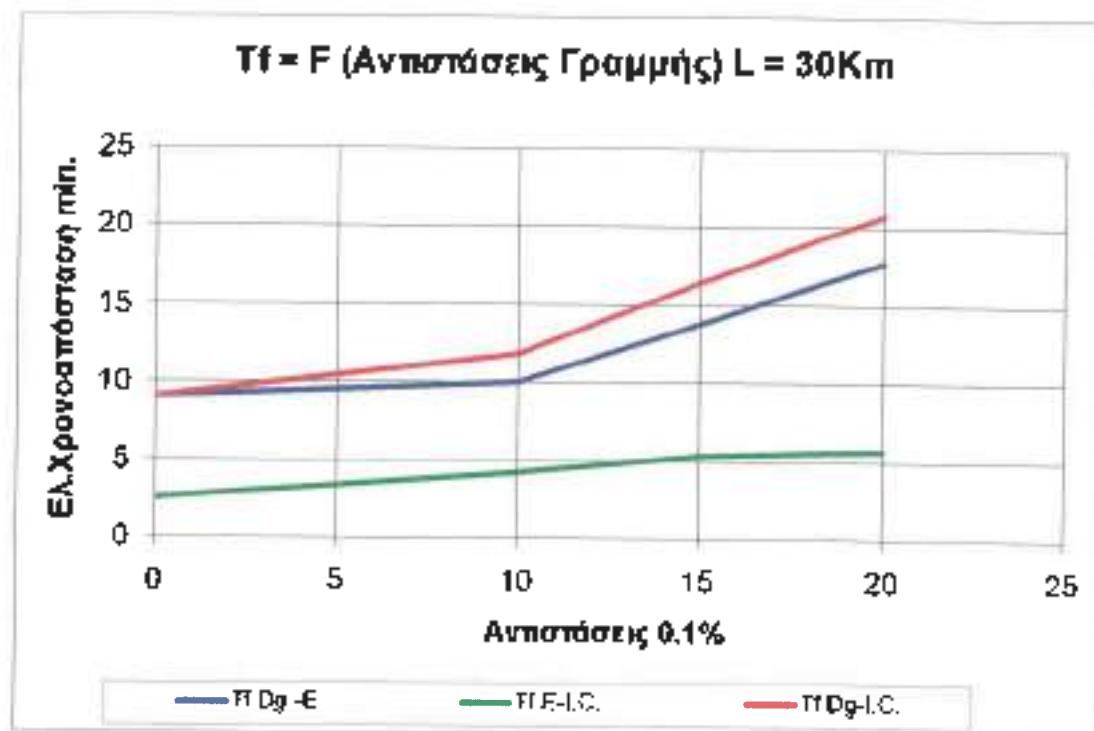
Στη συνέχεια χαράσσουμε τα διαγράμματα 8^Α, 9^Α και 10^Α στα οποία φαίνεται η αύξηση της ελάχιστης χρονοαπόστασης όσο αυξάνουν οι αντιστάσεις της γραμμής σε σταθερό μήκος επι μέρους τμήματος και για διαφορετικές ακολουθίες.

Διάγραμμα 10^Α

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 50 ΚΜ

Διάγραμμα 11^Α

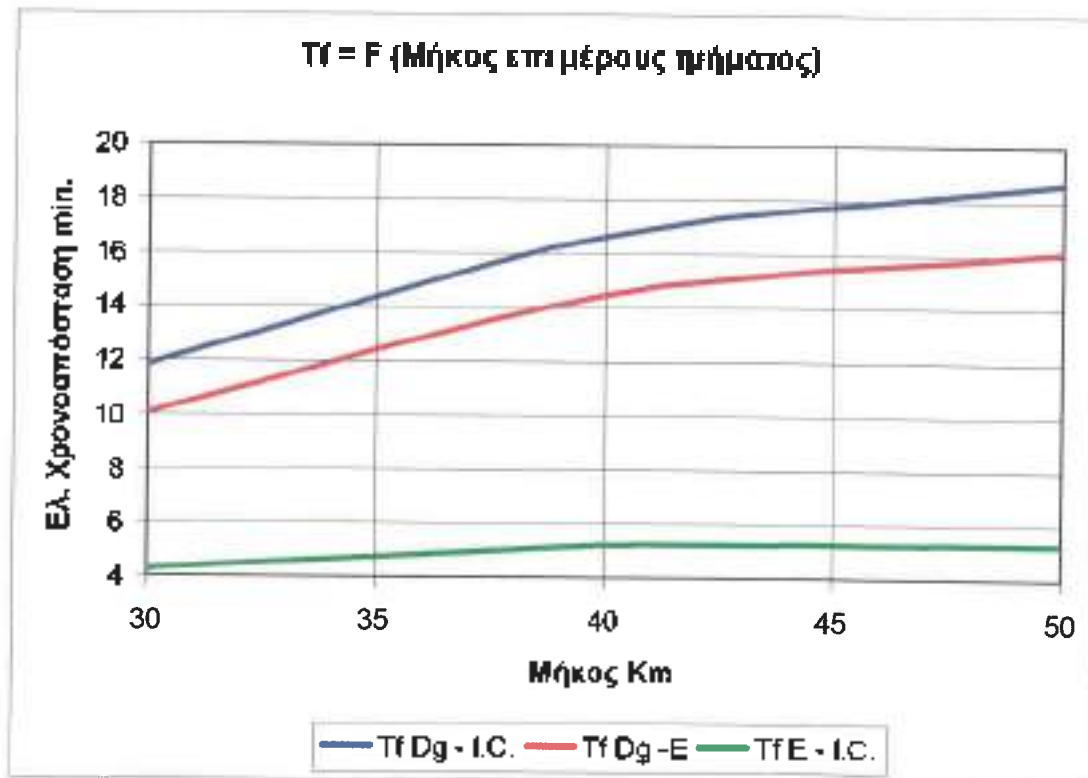
Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 40 ΚΜ

Διάγραμμα 12^Α

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 30 KM

Στο διάγραμμα 11^Α που ακολουθεί φαίνεται η επίδραση του μήκους του επί μέρους τμήματος στην ελάχιστη χρονοαπόσταση για σταθερές αντιστάσεις γραμμής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 49 ^Α			ΕΛ.ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ		
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	Dg - I.C.	Dg - E	E - I.C.
Bf7→KBf4	30	10	11.88	10.05	4.26
Bf2→Bf3	40	10	16.62	14.47	5.22
KBf1→Bf1	50	10	18.6	16.14	5.28



Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με το μήκος για σταθερές
αντιστάσεις γραμμής

Επομένως συμπεραίνουμε :

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ μιας ακολουθίας Βραδύ/Ταχύ συρμού αυξάνεται όταν αυξάνεται η διαφορά ταχύτητας μεταξύ προηγούμενου – επόμενου συρμού.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ μιας ακολουθίας Βραδύ/Ταχύ συρμού είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το επιμέρους τμήμα ήτοι ο χρόνος διαδρομής του κάθε συρμού, σε περίπτωση πάντα που οι αντιστάσεις παραμένουν σταθερές.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 3

Σε ισομήκη επιμέρους τμήματα, η ελάχιστη χρονοαπόσταση αυξάνεται με την αύξηση των αντιστάσεων της γραμμής ήτοι με τη μείωση της μέσης ταχύτητας κίνησης των συρμών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση για ακολουθίες ταχύ/βραδύ ,βραδύ/βραδύ και ταχύ/ταχύ συρμού όντας εξαρτώμενη μόνο από το μήκος των δύο πρώτων Block δεν μεταβάλλεται από το μήκος του επι μέρους τμήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ξανά ότι όλα τα παραπάνω ισχύουν για συστημα σηματοδότησης M.A.S. και σταθερές κατά μήκος του επι μέρους τμήματος ,αντιστάσεις γραμμής.

Ειδικότερα λοιπόν ,μπορεί κανείς να πει ότι για ακολουθίες τύπου Βραδύς /Ταχύς συρμός, τμήματα με μεγάλο μήκος και μεγάλες αντιστάσεις γραμμής αποτελούν μελανά σημεία για ότι αφορά τις τιμές της ελάχιστης χρονοαπόστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^Α

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

- ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
- ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

5.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Με τον όρο **χωρητικότητα** στη σιδηροδρομική τεχνική, νοείται το πλήθος N των συρμών το οποίο δύναται να διέλθει με απόλυτη ασφάλεια από μια γραμμή σε διάστημα 24 ωρών, υπό ορισμένες τεχνικές και λειτουργικές προϋποθέσεις, διατηρούμενου συγχρόνως ενός επιπέδου ποιότητας λειτουργίας.[6] Στην παρούσα εργασία, η χωρητικότητα θα αναφέρεται στην ικανότητα της γραμμής να δεχθεί ένα πλήθος συρμών και όχι στη χωρητικότητα των ίδιων των συρμών.

Επειδή η κυκλοφορία σε μια γραμμή στη διάρκεια των 24 ωρών υπόκειται σε διακυμάνσεις (ανάλογα με τη ζήτηση), το χρονικό διάστημα εντός του οποίου υπολογίζεται η χωρητικότητα μπορεί να είναι 1 ώρα, 4-ώρο και άλλα. Ως εκ τούτου και για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, η χωρητικότητα μπορεί να διαιρεθεί σε 2, γενικά, κατηγορίες:

A. στη **μέγιστη θεωρητική**, όπου κατά το χρονικό διάστημα παρατήρησης οι συρμοί διαδέχονται ο ένας τον άλλο στην ελάχιστη δυνατή χρονοαπόσταση (υπό συνθήκες μέγιστης ζήτησης)

B. στην **πρακτική** (χωρητικότητα καθημερινής πράξης) η οποία λαμβάνει υπόψιν και παράγοντες επιρροής της.

Ο όρος που χρησιμοποιείται προέρχεται από τη μεταφορά της λέξης «Capacity» ενώ στους Γερμανικούς σιδηροδρόμους η λέξη «Kapazität» εμπεριέχεται στην ευρύτερη έννοια «Systemleistungsfähigkeit = ικανότητα απόδοσης συστήματος»

Σε μια νέα σειρά εκδόσεων των Γερμανικών Σιδηροδρόμων που αφορά την έρευνα της ικανότητας των σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων και γενικότερα στην απόδοση συστημάτων, η χωρητικότητα αναφέρεται επίσης ως «μεταφορική ικανότητα» όταν πρόκειται για συρμούς και ως «συγκοινωνιακή ικανότητα» αν πρόκειται για επιβάτες ή αγαθά.

Επειδή ένα δίκτυο για πρακτικούς λόγους, δε μπορεί να είναι ομοιόμορφο, αν και έχει στην παρούσα εργασία θεωρηθεί σαν τέτοιο, σε όλα του τα τμήματα, είναι προφανές ότι τα πιο δυσμενή του τμήματα περιορίζουν την απόδοση του. Έτσι, ο υπολογισμός της χωρητικότητας μιας γραμμής γίνεται για τις δυσμενέστερες θέσεις, οι οποίες στην ελεύθερη γραμμή, όπως έχει προναφερθεί, ονομάζονται κρίσιμες διατομές και μπορεί να είναι από ένα επι μέρους τμήμα γραμμής μέχρι και ένα τμήμα αποκλεισμού.

Η κρίσιμη διατομή αποτελεί μια στένωση για τη ροή της κυκλοφορίας. Η βελτίωση μιας στένωσης οδηγεί ως επί το πλείστον στη μεταφορά της κρισιμότητας σε άλλη διατομή, δημιουργώντας το πρόβλημα της **κυλιόμενης στένωσης** όπως αυτή διερευνήθηκε διεξοδικά από τον Dilli.[4]

Στο υπόλοιπο δίκτυο οι δυσμενείς θέσεις εμφανίζονται στις θέσεις σύγκλισης ή απόκλισης γραμμών καθώς και σε σταθμούς οι οποίοι δεν μπορούν να

προσφέρουν ικανοποιητικό αριθμό γραμμών υποδοχής συρμών. Γενικά όμως οι σταθμοί πρέπει να λειτουργούν «αναληπτικά» για την ελεύθερη γραμμή προσφέροντας ανάλογο πλήθος και μήκος γραμμών.

Η εκάστοτε κρίσιμη θέση είναι στην ουσία η θέση στο τμήμα γραμμής, η οποία καθορίζει το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται να παρέλθει για να ακολουθήσει ένας επόμενος συρμός έναν προηγούμενο στη θέση αυτή. Επομένως, η κρίσιμη διατομή καθορίζει την ελάχιστη χρονοαπόσταση σε μια ακολουθία συρμών και κατ'επέκταση για διάφορες ακολουθίες προκύπτει μια μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ των συρμών. Σύμφωνα όμως με τον ορισμό της χωρητικότητας θα πρέπει να εξασφαλίζεται και η απαραίτητη ποιότητα λειτουργίας, η οποία πλύν της βασικής συνιστώσας που είναι η ασφάλεια κυκλοφορίας, περιλαμβάνει και την αξιοπιστία με την οποία υλοποιείται το υφιστάμενο δρομολόγιο για τη δεδομένη γραμμή. Συνεπώς στο δρομολόγιο πρέπει να προβλέπεται σε ποία χρονική θέση πρέπει να χαράσσεται η πορεία κάθε συρμού, έτσι ώστε να προσεγγίζεται στο μέγιστο δυνατόν η πραγματική του θέση. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνονται υπ'όψιν οι πιθανές ανωμαλίες οι οποίες προκαλούν τις διάφορες καθυστερήσεις. Περαιτέρω σημαίνει, τη διερεύνηση του τυχαίου της εμφάνισης των καθυστερήσεων αυτών καθώς και την ποσοτική εκτίμηση τους, έτσι ώστε στο δρομολόγιο να είναι προβλέψιμα τα περιθώρια άνεσης που απαιτούνται για τη μείωση ή την απόσβεση τους. Σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή έχει η χάραξη της γραμμής, το διαθέσιμο τροχαίο υλικό, οι εγκαταστάσεις κυκλοφορίας συρμών καθώς και η οργάνωση του ίδιου του Οργανισμού, στοιχεία τα οποία διαφέρουν από Οργανισμό σε Οργανισμό.

Συνεπώς, πλύν της μέσης ελάχιστης χρονοαπόστασης προκύπτει άλλος ένας χρονικός παράγοντας ο οποίος καλείται περιθώριο άνεσης και προστίθεται στη μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση ως μέσο περιθώριο άνεσης.

Έτσι η χωρητικότητα μπορεί να εκφραστεί από τη γενική σχέση

$$C = \frac{\text{ΧΡΟΝΙΚΟ...ΔΙΑΣΤΗΜΑ...ΜΕΤΡΗΣΗΣ}}{\text{ΜΕΣΗ...ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ...ΜΕΤΑΞΥ...ΔΥΟ...ΣΥΡΜΩΝ}} \quad [\text{συρμοί/χρ.διάσ.}]$$

(21)

Επομένως μετράται κάθε πόσα λεπτά διέρχεται ένας συρμός από μια θέση μέτρησης.

Επειδή το χρονικό διάστημα μέτρησης είναι ένα μέγεθος που καθορίζεται ανάλογο με τον επιθυμητό στόχο, επικεντρώνεται η διερεύνηση της χωρητικότητας μιας γραμμής εκάστοτε, στον καθορισμό της μέσης χρονοαπόστασης μεταξύ των διαδοχικών συρμών.

Η χρονοαπόσταση περιλαμβάνει δύο επί μέρους χρόνους

A) την ελάχιστη ή τη μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση Z μεταξύ δύο διαδοχικών συρμών ,η οποία εξαρτάται από

- ο Την ταχύτητα των συρμών εκπεφρασμένη από την διαφορά του χρόνου διαδρομής (ΔT) δύο διαδοχικών συρμών από την αρχή του τμήματος γραμμής μέχρι την κρίσιμη διατομή
- ο Το χρόνο αποκλεισμού ή το χρόνο κατάληψης του υπόψιν τμήματος αποκλεισμού που αποτελεί την κρίσιμη διατομή.
- ο Το ποσοστό των συρμών κάθε κατηγορίας στο σύνολο των συρμών
- ο Την τεχνική και τεχνολογία της σηματοδότησης

B) το μέσο περιθώριο άνεσης r

Από τις παραπάνω δύο παραμέτρους ,μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση και περιθώριο άνεσης ,υπολογίζεται η χωρητικότητα της γραμμής

$$C = \frac{T}{z+r} \text{ [συρμοί ανά χρονικό διάστημα παρατήρησης]} \quad (22)$$

Όπου

T = χρονικό διάστημα παρατήρησης [min.]

C = χωρητικότητα γραμμής [συρμοί / χρον.διασ.]

Z = μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση [min.]

r = μέσο περιθώριο άνεσης [min.]

Στη συνέχεια περιγράφονται μέθοδοι υπολογισμού χωρητικότητας γραμμής ,έτσι όπως αυτές υιοθετούνται από τα αναφερόμενα δίκτυα. Επίσης παρατίθεται και η μέθοδος της Διεθνούς Ένωσης Σιδηροδρόμων (U.I.C.) .Η αναφορά αυτή ,σκοπό έχει, να δείξει πώς υπεισέρχεται ο παράγων «ελάχιστη χρονοαπόσταση» στον υπολογισμό της χωρητικότητας και πώς αυτή εκτιμάται.

4.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Περιγράφονται οι εξής μέθοδοι

1. Διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων (παρ.4.2.1)
2. Γερμανικών Σιδηροδρόμων DB AG (παρ.4.2.2)

Οι μέθοδοι αυτές επιλέχσαν διότι

- ο Εφαρμόζονται σε προηγμένα δίκτυα
- ο Διαφοροποιούνται στη μαθηματική σχέση υπολογισμού της χωρητικότητας

Οι μέθοδοι αναφέρονται στην περίπτωση κυκλοφορίας των συρμών σε μια κατεύθυνση αλλά σε διπλή γραμμή.

Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι ο Ο.Σ.Ε. χρησιμοποιεί τη μέθοδο UIC.

4.2.1 ΜΕΘΟΔΟΣ U.I.C.,

Όπως συνάγεται από τις παραπάνω περιγραφές ,οι μέθοδοι υπολογισμού της χωρητικότητας της ελεύθερης γραμμής που χρησιμοποιούνται από τα πιο γνωστά δίκτυα δε διαφοροποιούνται σημαντικά ως προς τη βασική τους φιλοσοφία. Οι μέθοδοι αυτές περιέχουν κοινές παραμέτρους οι οποίες συμβάλλουν στην ποιότητα λειτουργίας. Όμως η διαφορετική αντιμετώπιση των παραμέτρων αυτών από τους Σιδηροδρομικούς Οργανισμούς ,δεν επιτρέπει την εξαγωγή συγκρίσιμων μεταξύ των συμπερασμάτων και κατά συνέπεια γενικευμένων συμπερασμάτων. Για το λόγο αυτό η Διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων έχει εκδώσει μια οδηγία ,την 405 E/1978 ,στην οποία προτείνεται μια μέθοδος υπολογισμού της χωρητικότητας της ελεύθερης γραμμής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα περισσότερα δίκτυα και να δώσει τη δυνατότητα σε κάθε δίκτυο να αναγνωρίζει εγκαίρα τις δυσμενείς θέσεις και ως εκ τούτου τις κρίσιμες διατομές.

Για την αντιμετώπιση των διαφοροποιήσεων αυτών η U.I.C. λαμβάνει υπόψην της μια ποσοτική λειτουργία δικτύου όπου η μέγιστη κατάληψη της κρίσιμης διατομής λαμβάνεται ίση με 60% .Αυτό αντιστοιχεί σε ένα περιθώριο άνεσης ίσο με το 67% της μέσης ελάχιστης χρονοαπόστασης.

Μέσα σε αυτές τις τιμές συμπεριλαμβάνονται όλες εκείνες οι παράμετροι που διαφέρουν από Οργανισμό σε Οργανισμό.

Αναλυτικότερα η μέθοδος περιγράφει τον υπολογισμό των μεγεθών «μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση» και «περιθώριο άνεσης» .Η χωρητικότητα υπολογίζεται από τη σχέση

$$C = \frac{T}{z + r + t_w} \quad [\text{συρμοί} / \text{ημέρα}] \quad (23)$$

Όπου

$$r = 0.67 * z \text{ (μέσο περιθώριο άνεσης) [min]} \quad (24)$$

$$t_w = a * 0.25 \text{ (πρόσθετος χρόνος) με } a = \text{πλήθος τμημάτων γραμμής [min.]} \quad (25)$$

5.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΓΕΡΜΑΝΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ

Βασικοί παράγοντες που διέπουν από λειτουργικής πλευράς τον υπολογισμό της χωρητικότητας της γραμμής κατά τη μέθοδο αυτή είναι

- ο Η ελάχιστη χρονοαπόσταση
- ο Η σύνθεση του δρομολογίου
- ο Η κατανομή συχνότητας και το μέγεθος των πρωτογενών καθυστερήσεων
- ο Η κατανομή συχνότητας και το μέγεθος των περιθωρίων άνεσης
- ο Το απαιτούμενο επίπεδο εξυπηρέτησης
- ο Το χρονικό διάστημα για επεμβάσεις στο δίκτυο.

ΟΡΙΣΜΟΣ 6^Α

Καθυστέρηση χρονική απόκλιση συρμού από την προκαθορισμένη χρονική του θέση στο δρομολόγιο

Μεταφερόμενη Καθυστέρηση καθυστέρηση που μεταφέρει ένας συρμός στον αμέσως επόμενο (διαφορά της προγραμματισμένης από την πραγματοποιημένη είσοδο του συρμού στο επόμενο τμήμα γραμμής θ)

Πρωτογενής Καθυστέρηση καθυστέρηση που είναι απρόβλεπτη κι εμφανίζεται τυχαία (π.χ. βλάβη μηχανής)

Συνεπακόλουθη Καθυστέρηση καθυστέρηση προερχόμενη από μεταφερόμενες καθυστερήσεις συμπεριλαμβανόμενων και των πρωτογενών.

Συντελεστής μεταφερόμενης καθυστέρησης σχέση της μέσης ελάχιστης χρονοαπόστασης προς τη μέση μεταφερόμενη καθυστέρηση. Δηλώνει το τυχαίο που επικρατεί κατά τη λειτουργία.

Ο υπολογισμός μπορεί να γίνει είτε αριθμητικά είτε γραφικά μέσω των επιφανείων αποκλεισμού.

Εξετάζονται δύο περιπτώσεις

- ο Υπολογισμός σε σχέση με υφιστάμενο δρομολόγιο
- ο Υπολογισμός με πιθανό δρομολόγιο

Καταγράφονται ή πιθανολογούνται τα πλήθος των διαφόρων ακολουθιών n_{ij}

Υπολογίζεται η χρονική διάρκεια κατάληψης T_B του τμήματος γραμμής από τις σχέσεις

$$T_s = \sum_{i,j=1}^n \pi_{ij} * Z_{ij} \quad \text{όπου } \pi = \text{πλήθος κατηγοριών συρμών (26^A)}$$

Υπολογίζεται η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση

A) με υφιστάμενο δρομολόγιο

$$Z = \frac{T_B}{N} \quad [\text{min} / \text{συρμό}] \quad (27^A)$$

B) με πιθανό δρομολόγιο

$$Z = \frac{\sum_{i,j=1}^n \pi_i * \pi_j * z_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n \pi_i * \pi_j} \quad [\text{min.} / \text{συρμό}] \quad (28^A)$$

Υπολογίζεται το μέσο περιθώριο άνεσης

$$r = \frac{T - T_B}{N} \quad [\text{min} / \text{συρμό}] \quad (29A)$$

Λόγω της τυχαίας θέσης των συρμών σ' ένα δρομολόγιο, τα περιθώρια άνεσης ακολουθούν μια αρνητική εκθετική κατανομή. Η παραπάνω τιμή r λαμβάνεται ως η μέση τιμή της κατανομής αυτής.

Επειδή όμως υπεισέρχεται ο παράγων «επίπεδο εξυπηρέτησης», το περιθώριο άνεσης εκτιμάται με το κριτήριο των επιτρεπόμενων συνεπακόλουθων καθυστερήσεων. Επομένως η τιμή r ανάγεται σε r_{on} (απατούμενο περιθώριο άνεσης).

Το μέγεθος του απατούμενου μέσου περθωρίου άνεσης r_{on} εξορτάται από

- ο Τη μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση
- ο Την πιθανότητα Wg εμφάνισης ακολουθιών με συρμούς ίδιας κατηγορίας
- ο Την πιθανότητα We της εμφάνισης πρωτογενών καθυστερήσεων
- ο Της επιτρεπόμενης τιμής Pf των συνεπακόλουθων καθυστερήσεων η οποία καθορίζει το επίπεδο της προσφερόμενης εξυπηρέτησης

A) με υφιστάμενο δρομολόγιο

$$Wg = \frac{Ng}{N} \quad (30^a)$$

Β) με πιθανό δρομολόγιο

$$Wg = \frac{\sum_{i=1}^n \pi i^2}{\sum_{i,j=1}^n \pi i * \pi j} \quad (31^a)$$

$$Pm = \frac{P}{Ne} \quad (32^a)$$

$$We = \frac{Ne}{d} \quad (33^a)$$

Γ) Βαθμός Ροής

$$H = \frac{Pf}{1440(We - \frac{We^2}{2})} \quad (34^a)$$

Δ) Συντελεστής μετάδοσης

$$u = \frac{z}{Pm} \quad (35^a)$$

από το νομογράφημα με τα μεγέθη Wg , H και u , λαμβάνεται ο συντελεστής περιθωρίου άνεσης q . Το απαιτούμενο περιθώριο άνεσης είναι

$$r = q * z \text{ [min / συρμό]} \quad (36^a)$$

Τέλος η χωρητικότητα υπολογίζεται από

$$C = \frac{T}{z+r} \text{ [min / συρμό]} \quad (37^a)$$

Παρατηρήσεις

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις υπολογίζονται για αντιπροσωπευτικούς συρμούς. Σ'ένα ειδικό φύλλο καταγράφονται όλοι οι συρμοί με τους αντίστοιχους χρόνους διαδρομής των για το συγκεκριμένο τμήμα γραμμής. Κατηγορίες συρμών οι οποίες αθροισμένες αποτελούν ποσοστό επί του συνόλου μικρότερο

του 5% και οι μέσοι χρόνοι διαδρομής διαφέρουν μεταξύ των λιγότερο του 10% ομαδοποιούνται.

Για κάθε ακολουθία υπολογίζεται η ελάχιστη χρονοαπόσταση για κάθε τμήμα αποκλεισμού. Η μέγιστη τιμή των λαμβάνεται ως ελάχιστη χρονοαπόσταση της συγκεκριμένης ακολουθίας.

5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Όταν όλοι οι συρμοί είναι υποχρεωμένοι να διέλθουν από ένα κοινό διάδρομο κυκλοφορίας, τότε οι συρμοί κινούνται εναλλάξ και συνήθως παρατηρούνται όλες οι πιθανές ακολουθίες. Μια από τις πιθανές ακολουθίες είναι να διέλθουν διαδοχικά συρμοί ίδιων χαρακτηριστικών. Τότε γίνεται λόγος για κίνηση συρμών σε δέσμες που εκφράζεται από το βαθμό δεσμοποίησης ρ . Οι τιμές του ρ κυμαίνονται από -1 έως +1 ανάλογα με τη σειρά που εμφανίζονται και διαδέχονται οι συρμοί μεταξύ τους.

Συχνά σε ένα δρομολόγιο παρατηρείται μια ακανόνιστη κατανομή των ακολουθιών, η οποία εκφράζεται μαθηματικά ως τυχαία κατανομή και αριθμητικά από το συντελεστή συσχέτισης ρ , ο οποίος στην περίπτωση αυτή καλείται και συντελεστής δεσμοποίησης. Ο συντελεστής ρ εκφράζεται γενικά από τη σχέση

$$\rho = \frac{\sum xy - \sum x \times \sum y}{\sqrt{\frac{[\sum x^2 - (\sum x)^2] \times [\sum y^2 - (\sum y)^2]}{N}}} \quad (38^a)$$

όπου x και y είναι οι τιμές απόκλισης από έναν προσωρινό μέσο όρο. Επειδή στην περίπτωση ακολουθιών των συρμών υπάρχει αυτοσυσχέτιση έπεται ότι $\sum x = \sum y$ και $\sum x^2 = \sum y^2$. Ως εκ τούτου

$$\rho = \frac{\sum xy - (\sum x)^2 / N}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N} \quad (39^a)$$

Στην εντονότερη δεσμοποίηση ο συντελεστής ρ τείνει στο +1 στη χαλαρότερη στο -1 ενώ στην τυχαία περίπτωση στο 0. Η δεσμοποίηση των συρμών, αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό δόμησης ενός δρομολογίου, ενώ ο συντελεστής ρ ένα κριτήριο για την υφιστάμενη ποιότητα λειτουργίας καθώς και για το μέγεθος της χωρητικότητας.

Ως γνωστό, η χωρητικότητα είναι το αντίστροφο της χρονοαπόστασης. Το

$\rho = +1$ σημαίνει ότι η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση μεταξύ των συρμών είναι η ελάχιστη δυνατή που μπορεί να επιτευχθεί, ενώ στο $\rho = -1$ αντιστοιχεί η μέγιστη δυνατή.

Στην πραγματικότητα οι εμφανιζόμενες περιπτώσεις δεσμοποίησης χαρακτηρίζονται από συντελεστή ρ που η τιμή κυμαίνεται γύρω στο 0. Μια από όλες αυτές τις περιπτώσεις έχει τα χαρακτηριστικά αυτής που προκύπτει από τον υπολογισμό με τη θεωρία πιθανοτήτων. Στην περίπτωση των τιμών αυτών η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση κυμαίνεται μεταξύ των δύο άλλων περιπτώσεων ($\rho=1$ και $\rho=-1$). Φαίνεται λοιπόν ότι και η χωρητικότητα ως αντίστροφο μέγεθος της ελάχιστης χρονοαπόστασης μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή που παίρνει το ρ .

Για μακροπρόθεσμες διερευνήσεις, δεν είναι δυνατόν να υπολογιστεί ακριβώς εξ αρχής ο βαθμός δεσμοποίησης των μελλοντικών ακολουθιών. Για το λόγο αυτό θεωρείται σκόπιμο να υπολογιστεί η συχνότητα κάθε ακολουθίας σύμφωνα με τους κανόνες των πιθανοτήτων. Αν π.χ. υφίστανται δύο κατηγορίες συρμών Τ και Β τότε

$$f_{TT} = \frac{N_T \times N_T}{N} \quad (40^A)$$

$$f_{BB} = \frac{N_B \times N_B}{N} \quad (41^A)$$

$$f_{TB} = f_{BT} = \frac{N_T \times N_B}{N} \quad (42^A)$$

Επομένως σχηματίζεται ο πίνακας των ακολουθιών

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός		N
	T	B	
T	f_{TT}	f_{TB}	N_T
B	f_{BT}	f_{BB}	N_B
	N_T	N_B	N

Και με τον πίνακα των χρονοαποστάσεων

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός
---------------------	-----------------

	T	B
T	Z_{TT}	Z_{TB}
B	Z_{BT}	Z_{BB}

Προκύπτει ο συνολικός χρόνος κατάληψης

$$B = f_{TT} * Z_{TT} + f_{BB} * Z_{BB} + f_{TB} * Z_{TB} + f_{BT} * Z_{BT} \quad (43^a)$$

Και η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση

$$\bar{Z}_{\min} = \frac{B}{N} \text{ [min.]} \quad (44^a)$$

Για διερεύνηση σε υφιστάμενα δρομολόγια δεν είναι πάντα σίγουρο ότι η παρατηρηθείσα τιμή ρ αποκλίνει από την τιμή $\rho = 0$. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ως κριτήριο, το τεστ κατανομής Student.

5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Στην παρούσα εργασία η χωρητικότητα του κάθε επι μέρους τμήματος θα υπολογιστεί με τη **μέθοδο της U.I.C.** και πάντα σε συνάρτηση με τον αριθμό N του συνόλου των συρμών που είναι άγνωστος και μπορεί να λάβει οποιαδήποτε τιμή ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε Οργανισμού.

Θα γίνει υπολογισμός της χωρητικότητας κάθε επι μέρους τμήματος ξεχωριστά, για διάφορα μεταξύ τους ποσοστά συμμετοχής της κάθε κατηγορίας συρμού, ώστε να καταστεί σαφές σε επόμενο στάδιο της εργασίας αυτής, ποια είναι η επίδραση των συρμών υψηλής ταχύτητας στη χωρητικότητα δικτύων με διαφορετική χρήση. Ουσιαστικά θα γίνει υπολογισμός για διαφορετικές τιμές του συντελεστή δεσμοποίησης.

Οι περιπτώσεις που θα μελετηθούν είναι οι εξής :

Δουλουμπέκτης Θεοδωράκης

Κύρια Χρήση	Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας (%)			
	I.C.	E	N	Dg
A)Μόνο Εμπορική	0	0	0	100
B)Συνήθη**	20	20	20	40
Γ)Μικτή χωρίς πύκνωση*	33	33	0	33
Δ)Κυρίως Επιβατική	30	30	30	10
Ε)Μόνο επιβατική				
(E1)	33.3	33.3	33.3	0
(E2)	25	50	25	0
(E3)	50	50	0	0
(E4)	0	100	0	0
(E5)	100	0	0	0

Πίνακος 50^Α

Ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας – Αρχική Κατάσταση

*Η πύκνωση αναφέρεται στο τμήμα γραμμής KBf2 – KBf3

** Στα Γερμανικά δίκτυα το ποσοστό συμμετοχής των συρμών Dg στα δίκτυα σε μια συνήθη περίπτωση είναι 38%

Υπενθυμίζουμε ότι

$$\bar{r} = 0.67 \times \bar{z} \quad (\text{μέσο περιθώριο άνεσης})$$

και

(45^Α)

$$t_{zm} = a * 0.25 \quad (\text{προσθετος χρόνος}) \quad \text{με } a = \text{πλήθος τμημάτων γραμμής}$$

5.4.1 ΜΟΝΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Το σύνολο (100%) των συρμών που κυκλοφορούν στο δόκτυο είναι εμπορικοί διερχόμενοι συρμοί (Dg).

$$\text{Άρα } f_{Dg-Dg} = \frac{N_{Dg} \times N_{Dg}}{N} = N \quad (46^A)$$

Καθώς $N_{Dg} = N$

Διαμορφώνεται λοιπόν ο πίνακας των ακολουθιών (50^A) που φαίνεται παρακάτω

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	
	Dg	
Dg	N	NDg
	NDg	N

Ενώ από τους πίνακες των ελάχιστων χρονοαποστάσεων που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο προκύπτει η χωρητικότητα του κάθε επι μέρους τμήματος ως εξής :

Τμήμα Kβf1-Bf1

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός
	Dg
Dg	4.1 min.

Πίνακας 51^A

Και

$$B = 4.1 \times N \text{ (κατάληψη)} \quad (47^A)$$

$$\bar{z}_{min} = \frac{4.1 \times N}{N} = 4.1 \text{ min. (μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση)} \quad (48^A)$$

Άρα ,καθώς

$$C = \frac{I}{z + r + t_{av}} \text{ [συρμοί / ημέρα]} \quad (49^A)$$

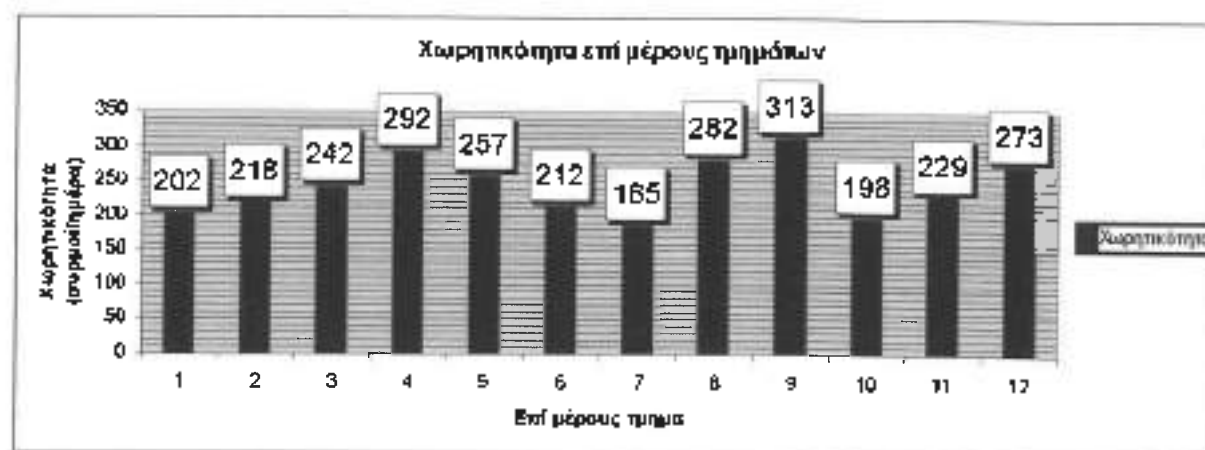
$$C = \frac{1440}{4.1 + 2.747 + 0.25} = \frac{1440}{7.097} = 202 \text{ συρμοί/ημέρα} \quad (50^A)$$

Ομοίως γίνονται και οι υπολογισμοί για τα υπόλοιπα επι μέρους τμήματα :

Επί μέρους Τμήμα	Κατάληψη (°N)	Μέση Ελ. Χρον. (min)	Περιθώριο άνεσης (min)	Τζυ	Χωρητικότητα (συρμοί /ώρα)	Τελική
KBf1Bf1	4.1	4.1	2.747	0.25	202.902	202
Bf1 - Bf2	3.8	3.8	2.546	0.25	218.314	218
Bf2 - Bf3	3.4	3.4	2.278	0.25	242.914	242
Bf3- KBf2	2.8	2.8	1.876	0.25	292.326	292
KBf2- Bf4	3.2	3.2	2.144	0.25	257.418	257
Bf4- KBf3	3.9	3.9	2.613	0.25	212.923	212
KBf3- Bf5	4.5	4.5	3.015	0.25	185.447	185
Bf5- YBf1	2.9	2.9	1.943	0.25	282.741	282
YBf1- Bf6	2.6	2.6	1.742	0.25	313.588	313
Bf6- YBf2	4.2	4.2	2.814	0.25	198.237	198
YBf2- Bf7	3.6	3.6	2.412	0.25	229.958	229
Bf7- KBf4	3	3	2.01	0.25	273.764	273

Πίνακας 52^Α

Χωρητικότητα Μονο εμπορική Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Ιστόγραμμα 1^Α

Χωρητικότητα Μονο εμπορική Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Από τον πίνακα 52^Α προκύπτει το ιστόγραμμα 1^Α με τη χωρητικότητα του κάθε επί μέρους τμήματος για αμιγώς εμπορική χρήση του δικτύου.

Η κρίσιμη διατομή είναι εμφανές ότι είναι η διατομή 7 (KBf3 – Bf5) η οποία αποτελεί και τον περιοριστικό παράγοντα για τη χωρητικότητα του δικτύου, η οποία είναι 185 συρμοί ανά ημέρα. Το τμήμα αυτό αν και παρουσιάζει τις ίδιες αντιστάσεις γραμμής όπως και το τμήμα Bf6 – YBf2, έχει μικρότερη χωρητικότητα καθ' ότι παρουσιάζει μεγαλύτερη μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση οφειλόμενη στο γεγονός ότι το μήκος των τμημάτων αποκλεισμού είναι μεγαλύτερο και συνεπώς ο χρόνος διάνυσής των 2 πρώτων θα είναι μεγαλύτερος.

5.4.2 ΣΥΝΗΘΗ ΧΡΗΣΗ

Τα ποσοστά με τα οποία συμμετέχουν οι διάφορες κατηγορίες συρμών σε αυτή τη χρήση του δικτύου είναι όπως φαίνεται και στον πίνακα 4.4.1 , 40% εμπορικοί διερχόμενοι συρμοί ,20% συρμοί I.C. ,20% συρμοί E και 20% συρμοί N.

Προκύπτει ,λοιπόν,

$$F_{IC-IC} = 0.2N * 0.2N / N = 0.04 * N$$

$$F_{IC-E} = 0.2N * 0.2N / N = 0.04 * N$$

$$F_{IC-N} = 0.2N * 0.2N / N = 0.04 * N$$

$$F_{IC-Dg} = 0.2N * 0.4N / N = 0.08 * N$$

Ομοίως και για τις άλλες κατηγορίες συρμών προκύπτει ο πίνακας των ακολουθιών 53^α

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός				N
	IC	E	N	Dg	
IC	0.04N	0.04N	0.04N	0.08N	0.2N
E	0.04N	0.04N	0.04N	0.08N	0.2N
N	0.04N	0.04N	0.04N	0.08N	0.2N
Dg	0.08N	0.08N	0.08N	0.16N	0.4N
	0.2N	0.2N	0.2N	0.4N	N

Πίνακας 53^α

Στη συνέχεια με χρήση κατάλληλου προγράμματος (αλγορίθμου) που δημιουργείται στο πρόγραμμα Microsoft Excel , λόγω της πολυπλοκότητας των πράξεων, υπολογίζεται η κατάληψη του δικτύου από τους συρμούς .Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση ,το περιθώριο άνεσης και ο πρόσθετος χρόνος ώστε να προκύψει η χωρητικότητα κάθε τμήματος για τη δεδομένη κύρια χρήση του δικτύου. Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 54^α που ακολουθεί καθώς και στο Ιστόγραμμα 2^α .

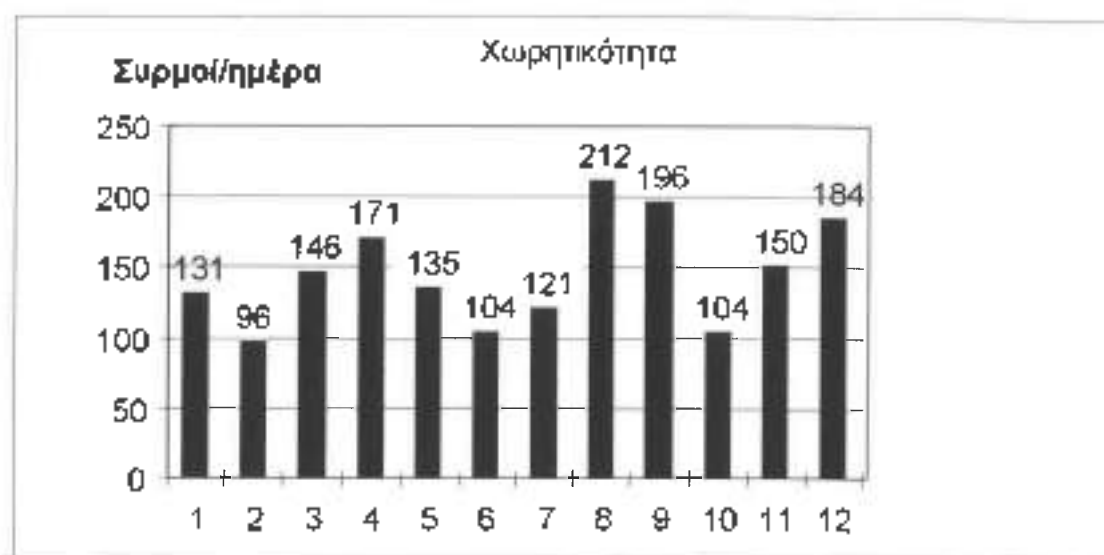
Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
-------	---------------	----------	------------------	-----	--------------	--------

		Χρον.				
KBf1 - Bf1	6.3912	6.3912	4.282104	0.25	131.8282454	131
Bf1 - Bf2	8.756	8.756	5.86652	0.25	96.82286526	96
Bf2 - Bf3	5.7472	5.7472	3.850624	0.25	146.2251966	146
Bf3 - KBf2	4.868	4.868	3.26156	0.25	171.8467318	171
KBf2 - Bf4	6.2096	6.2096	4.160432	0.25	135.5928118	135
Bf4 - KBf3	8.0832	8.0832	5.415744	0.25	104.7353164	104
KBf3 - Bf5	6.9696	6.9696	4.669632	0.25	121.1179999	121
Bf5 - YBf1	3.904	3.904	2.61568	0.25	212.7131563	212
YBf1 - Bf6	4.2288	4.2288	2.833296	0.25	196.9339571	196
Bf6 - YBf2	8.076	8.076	5.41092	0.25	104.8269918	104
YBf2 - Bf7	5.5648	5.5648	3.728416	0.25	150.8925293	150
Bf7 - KBf4	4.536	4.536	3.03912	0.25	184.022737	184

Πίνακας 55^A

Χωρητικότητα Συνήθη Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 2^A

Χωρητικότητα Συνήθη Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Η κρίσιμη διατομή είναι η διατομή 2 (Bf1 – Bf2) η οποία αποτελεί και τον περιοριστικό παράγοντα για τη χωρητικότητα του δικτύου, η οποία είναι 96 συρμοί ανά ημέρα.

5.4.3 ΜΙΚΤΗ (ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ) ΧΡΗΣΗ

Στην περίπτωση αυτή κάθε κατηγορία συρμού συμμετέχει στο σύνολο με ίδιο ποσοστό με κάθε άλλη, ήτοι το ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας είναι 25%.

Προκύπτει λοιπόν ο Πίνακας ακολουθιών 56^Α που φαίνεται παρακάτω :

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός				N
	IC	E	N	Dg	
IC	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.25N
E	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.25N
N	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.25N
Dg	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.0625N	0.25N
	0.25N	0.25N	0.25N	0.25N	N

Πίνακας 56^Α

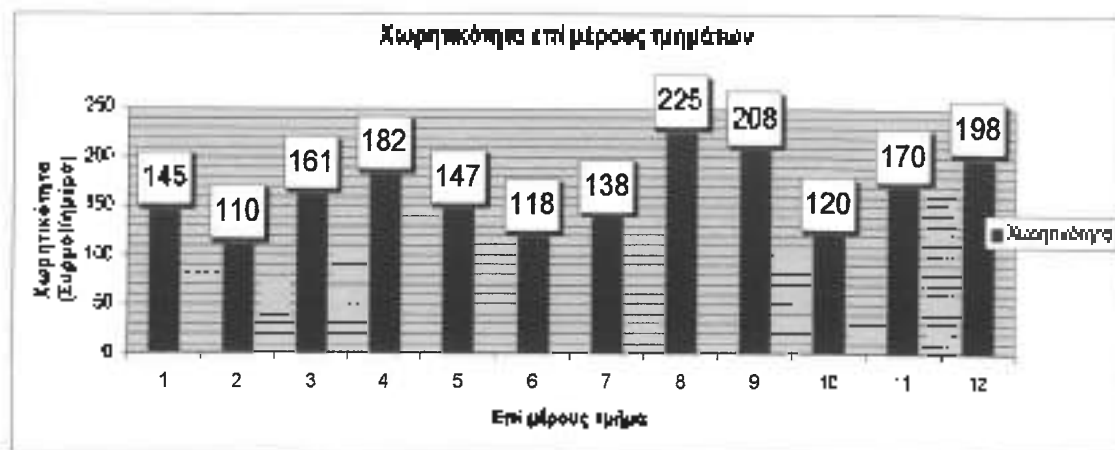
Στη συνέχεια και πάλι με χρήση του προγράμματος Excel σχηματίζουμε τον Πίνακα 57^Α και το Ιστόγραμμα 3^Α με τη χωρητικότητα των τμημάτων για την κύρια αυτή χρήση.

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	5.785	5.785	3.87595	0.25	145.2938417	145
Bf1 - Bf2	7.645	7.645	5.12215	0.25	110.6232931	110
Bf2 - Bf3	5.2025	5.2025	3.485675	0.25	161.1067136	161
Bf3 - KBf2	4.5875	4.5875	3.073625	0.25	182.0221523	182
KBf2 - Bf4	5.68375	5.68375	3.808113	0.25	147.8156769	147
Bf4 - KBf3	7.11125	7.11125	4.764538	0.25	118.7551736	118
KBf3 - Bf5	6.07625	6.07625	4.071088	0.25	138.496995	138
Bf5 - YBf1	3.67125	3.67125	2.459738	0.25	225.6703998	225
YBf1 - Bf6	3.97875	3.97875	2.665763	0.25	208.8617578	208
Bf6 - YBf2	7	7	4.69	0.25	120.6030151	120
YBf2 - Bf7	4.915	4.915	3.29305	0.25	170.2520084	170
Bf7 - KBf4	4.189375	4.189375	2.806881	0.25	198.7233063	198

Πίνακας 57^Α

Χωρητικότητα Μικτή Ισορροπημένη Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 3^Α

Χωρητικότητα Μικτή Ισορροπημένη Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Κρίσιμη διατομή για το δίκτυο στην περίπτωση αυτή αποτελεί το επί μέρους τμήμα Bf1 – Bf2 με χωρητικότητα 110 συρμούς /ημέρα. Το τμήμα αυτό έχει το μεγαλύτερο μήκος.

5.4.4 ΜΙΚΤΗ (ΧΩΡΙΣ ΠΥΚΝΩΣΗ) ΧΡΗΣΗ

Κατά την περίπτωση αυτή δεν επιδιώκεται να πυκνωθούν τα δρομολόγια μεταξύ των σταθμών KBf2 – KBf3. Τα ποσοστά συμμετοχής των άλλων τριών κατηγοριών θεωρούνται ίσα μεταξύ τους, άρα ίσα και με 33.3%.

Προκύπτει λοιπόν ο Πίνακας ακολουθιών 58^Α που φαίνεται παρακάτω :

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός			
	IC	E	Dg	
IC	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
E	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
Dg	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
	0.33N	0.33N	0.33N	N

Πίνακας 58^Α

Στη συνέχεια διαμορφώνονται ο Πίνακας 59^Α και το ιστόγραμμα 4^Α με τη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων.

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περίθωρια άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.2502	6.2502	4.187634	0.25	134.7326315	134
Bf1 - Bf2	8.635	8.635	5.78545	0.25	98.15649827	98
Bf2 - Bf3	5.5814	5.5814	3.739538	0.25	150.4554726	150
Bf3 - KBf2	4.5342	4.5342	3.037914	0.25	184.0934561	184
KBf2 - Bf4	5.8432	5.8432	3.914944	0.25	143.8828218	143
Bf4 - KBf3	7.7286	7.7286	5.178162	0.25	109.4494223	109
KBf3 - Bf5	6.8112	6.8112	4.563504	0.25	123.8741219	123
Bf5 - YBf1	3.6828	3.6828	2.467476	0.25	224.9902973	224
YBf1 - Bf6	3.9974	3.9974	2.678258	0.25	207.9224819	207
Bf6 - YBf2	7.8518	7.8518	5.260706	0.25	107.7642173	107
YBf2 - Bf7	5.3746	5.3746	3.600982	0.25	156.0877135	156
Bf7 - KBf4	4.3989	4.3989	2.947263	0.25	189.5693918	189

Πίνακας 59^Α

Χωρητικότητα Μικτή χωρίς πυκνωση Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 4^Α

Χωρητικότητα Μικτή Ισορροπημένη Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Κρίσιμη διατομή αυτή τη φορά αποτελεί το τμήμα Bf1-Bf2(τμήμα με το μεγαλύτερο μήκος) του δικτύου με χωρητικότητα 98 συρμούς .

5.4.5 ΚΥΡΙΩΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (ΜΕ ΠΥΚΝΩΣΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΩΝ)

Η περίπτωση αυτή αποτελεί μια συνηθισμένη περίπτωση στα Ευρωπαϊκά δίκτυα με κοινό για τα εμπορικά και επιβατικά τρέινα, διάδρομο κυκλοφορίας. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 4.4.1.2 τα ποσοστά συμμετοχής των συρμών στην περίπτωση αυτή είναι 30% για τους συρμούς I.C., 30% για τους συρμούς E, 30% για τους συρμούς N και 10% για εμπορικούς διερχομένους συρμούς.

Ο πίνακας 60^Α των ακολουθιών διαμορφώνεται ως εξής :

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός				N
	IC	E	N	Dg	
IC	0.09N	0.09N	0.09N	0.03N	0.3N
E	0.09N	0.09N	0.09N	0.03N	0.3N
N	0.09N	0.09N	0.09N	0.03N	0.3N
Dg	0.03N	0.03N	0.03N	0.01N	0.1N
	0.3N	0.3N	0.3N	0.1N	N

Ο πίνακας 61^Α και το ιστόγραμμα 5^Α με τη χωρητικότητα των επι μέρους τμημάτων φαίνεται παρακάτω :

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	4.7072	4.7072	3.153824	0.25	177.5361533	177
Bf1 - Bf2	5.594	5.594	3.74798	0.25	150.1254173	150
Bf2 - Bf3	4.2052	4.2052	2.817484	0.25	198.0011781	198
Bf3 - KBf2	3.988	3.988	2.67196	0.25	208.3948388	208
KBf2 - Bf4	4.6466	4.6466	3.113222	0.25	179.779276	179
Bf4 - KBf3	5.3322	5.3322	3.572574	0.25	157.2949807	157
KBf3 - Bf5	4.5786	4.5786	3.067662	0.25	182.3647696	182
Bf5 - YBf1	3.245	3.245	2.17415	0.25	254.0063325	254
YBf1 - Bf6	3.4658	3.4658	2.322086	0.25	238.494069	238
Bf6 - YBf2	5.106	5.106	3.42102	0.25	164.0647965	164
YBf2 - Bf7	3.8088	3.8088	2.551896	0.25	217.8288035	217
Bf7 - KBf4	3.5505	3.5505	2.378835	0.25	233.0347845	233

Πίνακας 61^Α

Χωρητικότητα Κυρίως επιβατική Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Και



Ιστόγραμμα 5^α
Χωρητικότητα Κυρίως επιβατική Χρήση – Αρχική Κατάσταση

Οι 150 συρμοί/ημέρα που μπορούν να διέλθουν με ασφάλεια από τη διατομή 2 (Bf1 – Bf2) είναι και η χωρητικότητα του δικτύου.

5.4.6 ΑΜΙΓΩΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Α) ΠΛΗΡΩΣ ΙΣΟΡΡΟΠΗΜΕΝΗ

Σε αυτή την περίπτωση τόσο οι ταχείς συρμοί μεγάλων αποστάσεων όσο και αυτοί των μεσαίων αποστάσεων και οι προαστιακοί συμμετέχουν με το ίδιο ποσοστό επί του συνόλου των συρμών , ήτοι με 33.3% η κάθε κατηγορία.

Άρα ο πίνακας 62^α των ακολουθιών διαμορφώνεται ως εξής :

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός			
	IC	E	N	
IC	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
E	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
N	0.11N	0.11N	0.11N	0.33N
	0.33N	0.33N	0.33N	N

Πίνακας 62^α

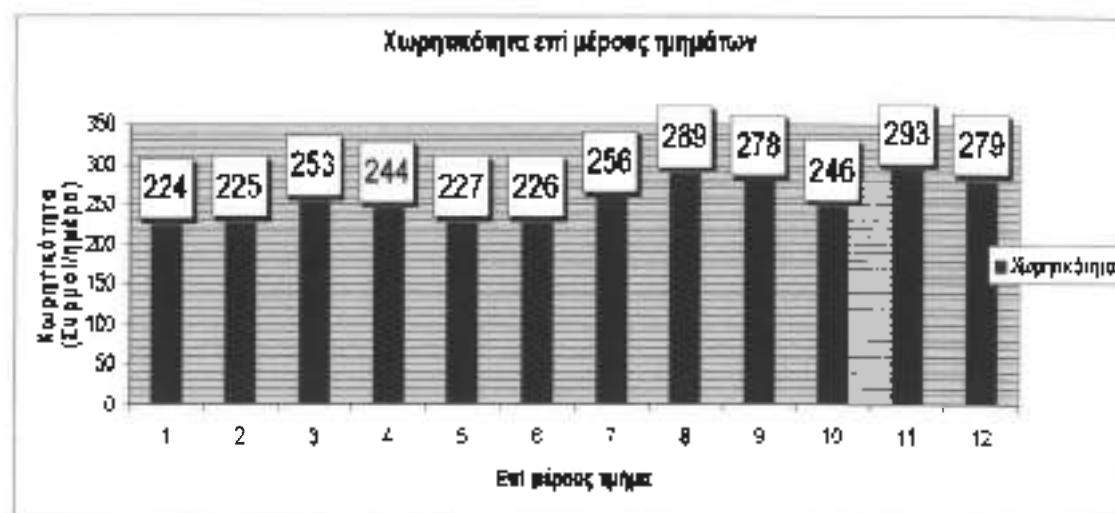
Η χωρητικότητα του κάθε τμήματος φαίνεται στον πίνακα 63^α και στο ιστόγραμμα 6^α παρακάτω

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Τζυ	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.6894	3.6894	2.471898	0.25	224.6035046	224
Bf1 - Bf2	3.6674	3.6674	2.457158	0.25	225.8980152	225
Bf2 - Bf3	3.256	3.256	2.18152	0.25	253.1859229	253
Bf3 - KBf2	3.377	3.377	2.26259	0.25	244.4991926	244
KBf2 - Bf4	3.6344	3.6344	2.435048	0.25	227.8680037	227
Bf4 - KBf3	3.6608	3.6608	2.452736	0.25	226.2892832	226
KBf3 - Bf5	3.212	3.212	2.15204	0.25	256.4997756	256
Bf5 - YBf1	2.8248	2.8248	1.892616	0.25	289.8891496	289
YBf1 - Bf6	2.948	2.948	1.97516	0.25	278.359842	278
Bf6 - YBf2	3.355	3.355	2.24785	0.25	246.0339834	246
YBf2 - Bf7	2.7896	2.7896	1.869032	0.25	293.3607571	293
Bf7 - KBf4	2.9326	2.9326	1.964842	0.25	279.7506023	279

Πίνακας 63^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση Ισορροπημένη – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 6^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση Ισορροπημένη – Αρχική Κατάσταση

Το τμήμα στο οποίο γίνεται η πυκνώση είναι ως αναμένετο το κρίσιμο τμήμα με χωρητικότητα 226 συρμούς / ημέρα.

Β) ΚΥΡΙΩΣ ΣΥΡΜΟΙ ΜΕΣΑΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ (ΜΕ ΠΥΚΝΩΣΗ)

Στην περίπτωση αυτή οι ταχείς συρμοί μεσαίων αποστάσεων αποτελούν το 50% του συνόλου, ενώ τόσο οι συρμοί μεγάλων αποστάσεων όσο και οι προαστιακοί αποτελούν το 25% του συνόλου.

Ο πίνακας 64^Α με τις ακολουθίες των συρμών είναι ο εξής:

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός			
	IC	E	N	
IC	0.0625N	0.125N	0.0625N	0.25N
E	0.125N	0.25N	0.125N	0.5N
N	0.0625N	0.125N	0.0625N	0.25N
	0.25N	0.5N	0.25N	N

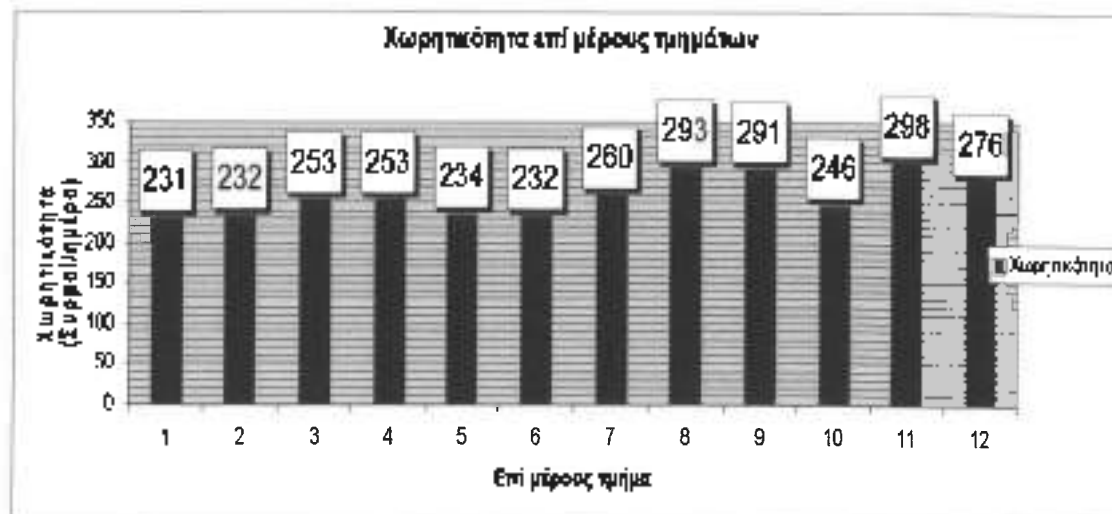
Παρακάτω παρατίθενται ο πίνακας 65^Α και το ιστόγραμμα 6^Α με τη χωρητικότητα, για τη δεδομένη χρήση του δικτύου, των επι μέρους τμημάτων.

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περσώρια άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.57	3.57	2.3919	0.25	231.8131329	231
Bf1 - Bf2	3.56625	3.56625	2.389388	0.25	232.0470701	232
Bf2 - Bf3	3.25625	3.25625	2.181688	0.25	253.1673388	253
Bf3 - KBf2	3.2525	3.2525	2.179175	0.25	253.4463868	253
KBf2 - Bf4	3.52375	3.52375	2.360913	0.25	234.7317395	234
Bf4 - KBf3	3.55375	3.55375	2.381013	0.25	232.8302825	232
KBf3 - Bf5	3.1625	3.1625	2.118875	0.25	260.3330998	260
Bf5 - YBf1	2.79125	2.79125	1.870138	0.25	293.1961691	293
YBf1 - Bf6	2.80625	2.80625	1.880188	0.25	291.7083423	291
Bf6 - YBf2	3.34375	3.34375	2.240313	0.25	246.8262896	246
YBf2 - Bf7	2.7425	2.7425	1.837475	0.25	298.1381891	298
Bf7 - KBf4	2.9675	2.9675	1.988225	0.25	276.6185306	276

Πίνακας 65^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση κυρίως Ε – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 7^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση κυρίως Ε – Αρχική Κατάσταση

Η χωρητικότητα του δικτύου περιορίζεται από την κρίσιμη διατομή 6 (Bf4-KBf3) και είναι 232 συρμοί/ημέρα.

Γ) Μόνο ταχείς συρμοί μεγάλων και μεσαίων αποστάσεων

Στην περίπτωση αυτή το 50% των συρμών είναι ταχείς συρμοί μεγάλων αποστάσεων και το υπόλοιπο 50% ταχείς συρμοί μεσαίων αποστάσεων. Είναι προφανές ότι δεν υφίσταται πύκνωση δρομολογίου μεταξύ των KBf2-KBf3.

Ο πίνακας των ακολουθιών 66^A είναι

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός		
	IC	E	
IC	0.25N	0.25N	0.5N
E	0.25N	0.25N	0.5N
	0.5N	0.5N	N

Πίνακας 66^A

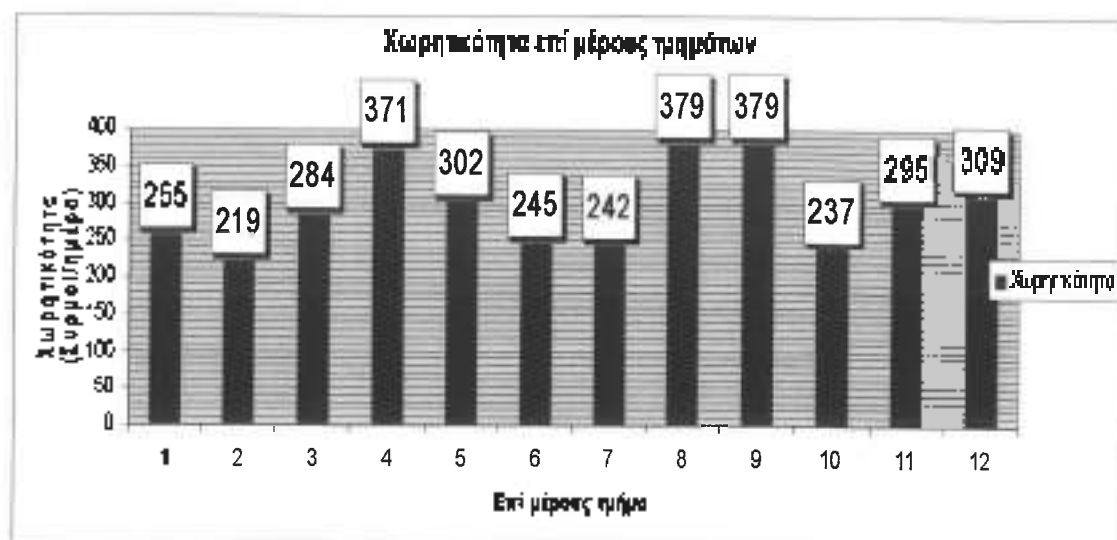
Κατ'αντίστοιχίαν με τις προηγούμενες περιπτώσεις που μελετήθηκαν παρακάτω παρουσιάζονται ο πίνακας 67^A και το ιστόγραμμα 8^A με τη χωρητικότητα των του δικτύου επι μέρους τμημάτων.

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Τζυ	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.22	3.22	2.1574	0.25	255.8908199	255
Bf1 - Bf2	3.78	3.78	2.5326	0.25	219.4252278	219
Bf2 - Bf3	2.88	2.88	1.9296	0.25	284.6074789	284
Bf3 - KBf2	2.17	2.17	1.4539	0.25	371.7184233	371
KBf2 - Bf4	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
Bf4 - KBf3	3.36	3.36	2.2512	0.25	245.6834778	245
KBf3 - Bf5	3.4	3.4	2.278	0.25	242.9149798	242
Bf5 - YBf1	2.12	2.12	1.4204	0.25	379.9071338	379
YBf1 - Bf6	2.125	2.125	1.42375	0.25	379.0720632	379
Bf6 - YBf2	3.475	3.475	2.32825	0.25	237.8887375	237
YBf2 - Bf7	2.77	2.77	1.8559	0.25	295.3300929	295
Bf7 - KBf4	2.64	2.64	1.7688	0.25	309.0924702	309

Πίνακας 67^A

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο E και IC – Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 8^α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο Ε και Ι.Σ. – Αρχική Κατάσταση

Κρίσιμη διατομή αποτελεί το 2^ο τμήμα με χωρητικότητα 219 συρμούς ανά ημέρα

Δ) ΜΟΝΟ ΣΥΡΜΟΙ ΜΕΣΑΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Το σύνολο (100%) των συρμών που κυκλοφορούν στο δίκτυο είναι ταχείς συρμοί μεσάλων αποστάσεων (Ε).

Άρα

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	
	Ε	
Ε	Ν	NE
	NE	Ν

Πίνακας 68^α

Και η χωρητικότητα του δικτύου παρίσταται παρακάτω :

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	2.6	2.6	1.742	0.25	313.5888502	313
Bf1 - Bf2	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
Bf2 - Bf3	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
Bf3 - KBf2	2.2	2.2	1.474	0.25	366.9724771	366
KBf2 - Bf4	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
Bf4 - KBf3	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
KBf3 - Bf5	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302
Bf5 - YBf1	2.3	2.3	1.541	0.25	351.992178	351
YBf1 - Bf6	1.9	1.9	1.273	0.25	420.6836109	420
Bf6 - YBf2	2.9	2.9	1.943	0.25	282.7410171	282
YBf2 - Bf7	2.2	2.2	1.474	0.25	366.9724771	366
Bf7 - KBf4	2.7	2.7	1.809	0.25	302.5845766	302

Πίνακας 69^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο Ε.- Αρχική Κατάσταση

Και

Ιστόγραμμα 9^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο Ε.- Αρχική Κατάσταση

Όπως φαίνεται παραπάνω η χωρητικότητα του δικτύου είναι αυτή της κρίσιμης διατομής 10 και είναι 282 συρμοί/ημέρα.

Ε) ΜΟΝΟ ΣΥΡΜΟΙ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Το σύνολο (100%) των συρμών που κυκλοφορούν στο δίκτυο είναι ταχείς συρμοί μεγάλων αποστάσεων (I.C.).

Άρα παρακάτω φαίνεται ο πίνακας των ακολουθιών 70^Α για τη συγκεκριμένη χρήση του δικτύου και ο πίνακας 71Α και το ιστόγραμμα 10^Α με τη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	
	I.C.	
I.C.	N	N i.c.
	N i.c.	N

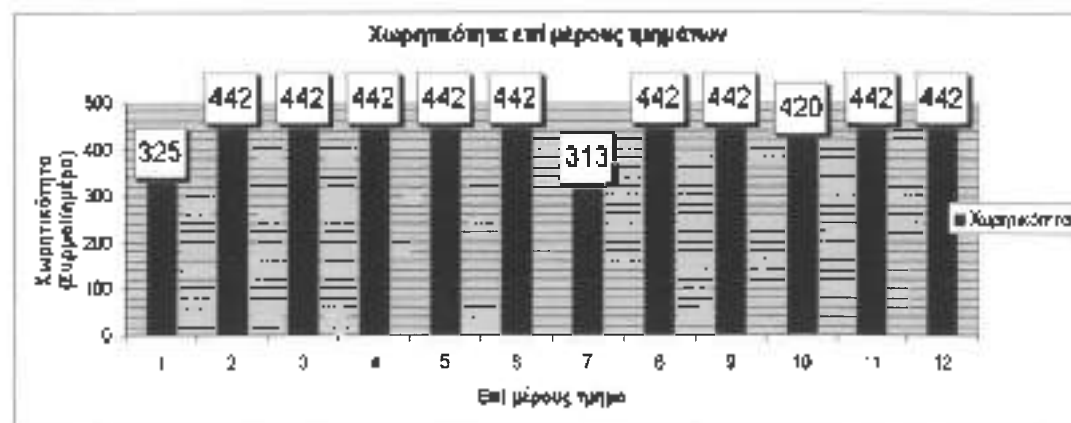
Πίνακας 70^Α

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περθώρα άνεσης	Τζυ	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	2.5	2.5	1.675	0.25	325.4237288	325
Bf1 - Bf2	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
Bf2 - Bf3	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
Bf3 - KBf2	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
KBf2 - Bf4	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
Bf4 - KBf3	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
KBf3 - Bf5	2.6	2.6	1.742	0.25	313.5888502	313
Bf5 - YBf1	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
YBf1 - Bf6	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
Bf6 - YBf2	1.9	1.9	1.273	0.25	420.6836109	420
YBf2 - Bf7	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442
Bf7 - KBf4	1.8	1.8	1.206	0.25	442.2604423	442

Πίνακας 71^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο I.C.– Αρχική Κατάσταση

Και

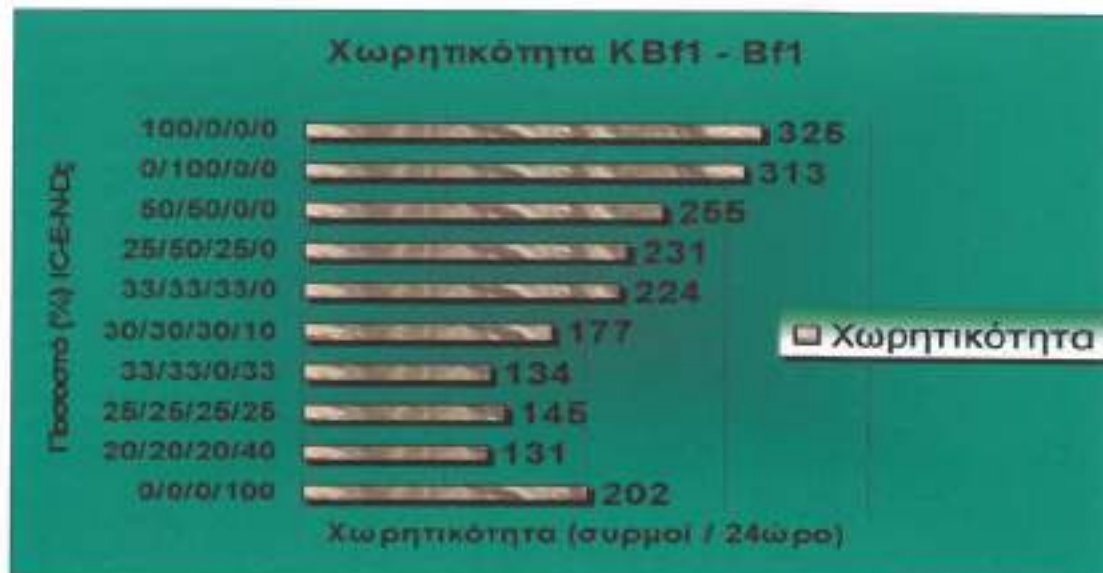
Ιστόγραμμα 10^Α

Χωρητικότητα επιβατική Χρήση μόνο I.C.– Αρχική Κατάσταση

Η χωρητικότητα στην περίπτωση αυτή είναι 313 συρμοί ανά ημέρα περιοριζόμενη από το κρίσιμο τμήμα 7.

5.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

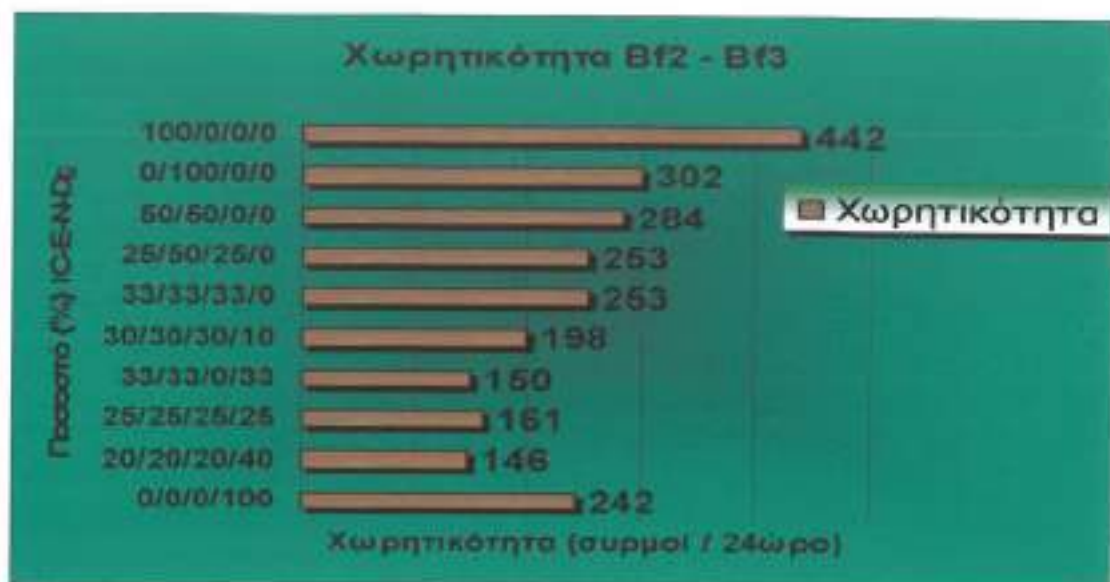
Στα διαγράμματα που ακολουθούν παρουσιάζεται με παραστατικό τρόπο η χωρητικότητα του κάθε επί μέρους τμήματος ξεχωριστά για κάθε ένα από τους προηγούμενους συνδυασμούς.

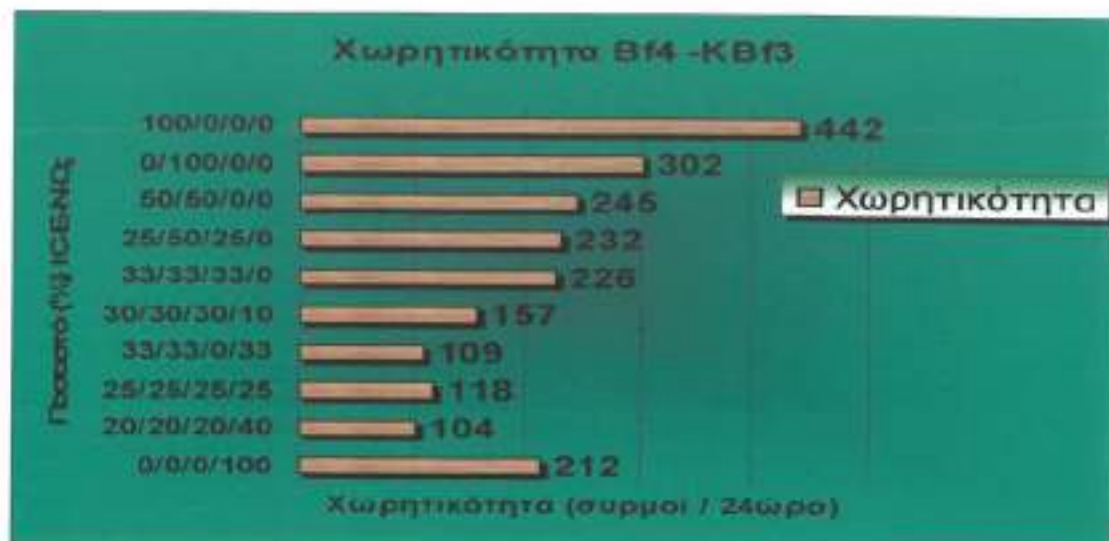


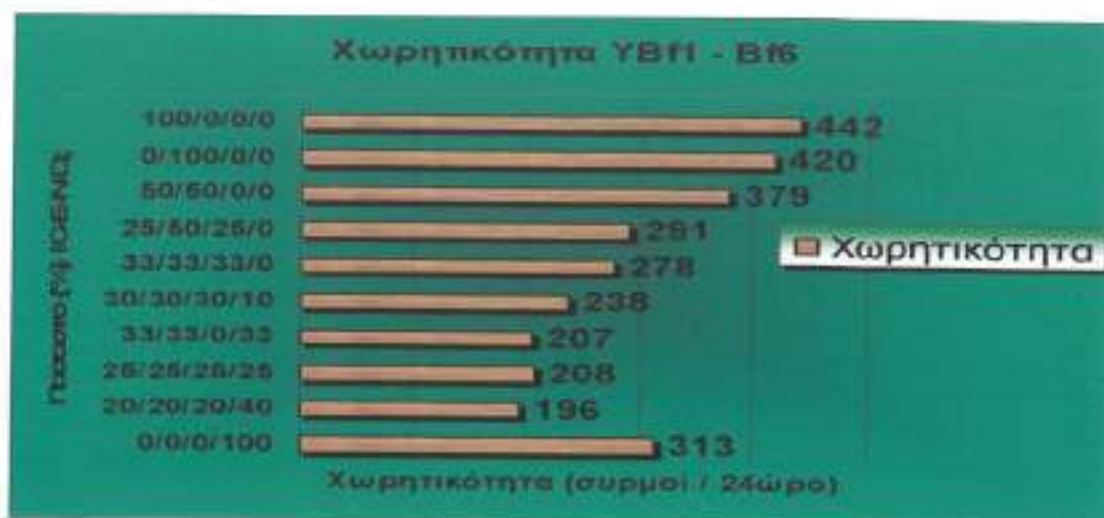
Διάγραμμα 12^Α

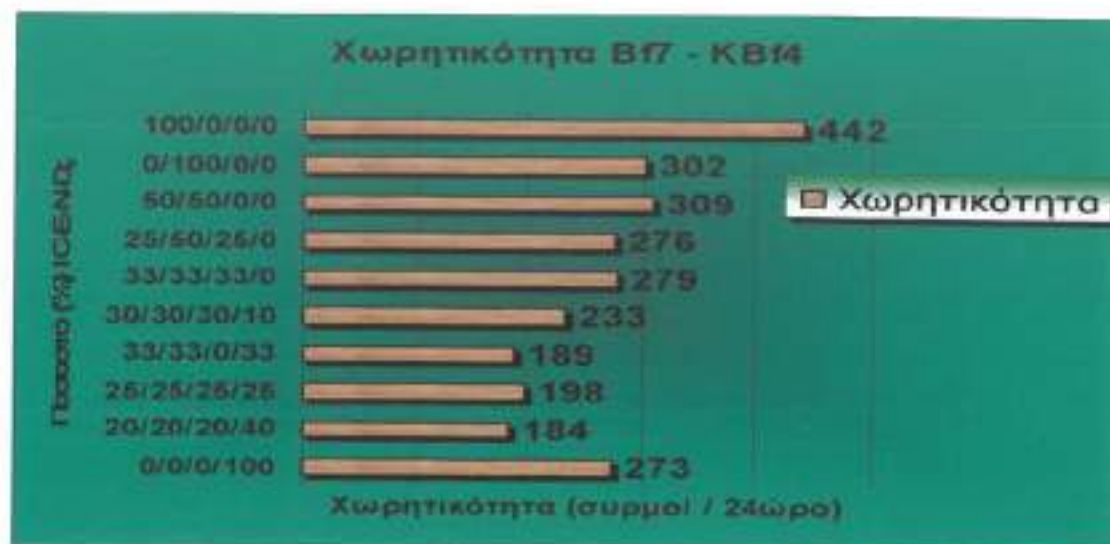


Διάγραμμα 13^Α

Διάγραμμα 14^ΑΔιάγραμμα 15^ΑΔιάγραμμα 16^Α

Διάγραμμα 17^ΑΔιάγραμμα 18^ΑΔιάγραμμα 19^Α

Διάγραμμα 20^ΑΔιάγραμμα 21^ΑΔιάγραμμα 22^Α

Διάγραμμα 23^α

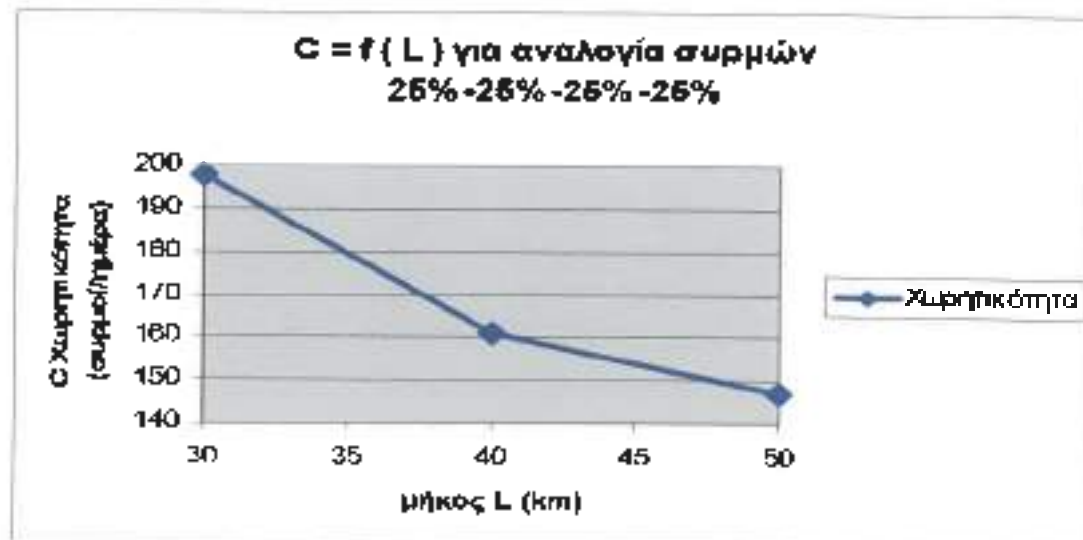
5.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επίδραση του μήκους ενός επί μέρους τμήματος στη χωρητικότητα του είναι αυτό που θα διερευνηθεί παρακάτω. Έστω τα τμήματα Bf7-KBf4, Bf2-Bf3 και KBf1-Bf1 με μήκη 30, 40 και 50 χιλιόμετρα αντίστοιχα που παρουσιάζουν κοινές αντιστάσεις γραμμής και ίσες με 10 τοις χιλίοις :

Για αναλογία συρμών 25% I.C., 25% E, 25% N και 25% Dg έχουμε

ΠΙΝΑΚΑΣ 72 ^Α			Χωρητικότητα
ΤΜΗΜΑ	ΜΗΚΟΣ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ	
Bf7→KBf4	30	10	198
Bf2→Bf3	40	10	161
KBf1→Bf1	50	10	145

και



Διάγραμμα 24^Α

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1

Για σταθερό αριθμό συρμών η χωρητικότητα ενός επί μέρους τμήματος μειώνεται όπως αναμενόταν , με την αύξηση του μήκους ενός επί μέρους τμήματος.

Από τα διαγράμματα της προηγούμενης παραγράφου γίνεται σαφές ότι στις περιπτώσεις όπου το δίκτυο χρησιμοποιείται αποκλειστικά από μια κατηγορία συρμών η χωρητικότητα του τμήματος είναι ανεξάρτητη από το μήκος του και εξαρτάται απλώς από την επιτάχυνση του συρμού (όταν αυτός εκκινεί από τον προηγούμενο σταθμό) ή την ταχύτητα (όταν αυτός διέρχεται από τον

προηγούμενο σταθμό) και από το μήκος των δύο πρώτων τμημάτων αποκλεισμού για σύστημα σηματοδότησης M.A.S. .

Σε μια γενικότερη περίπτωση ,λοιπόν, μπορεί κανείς να αναφέρει ότι

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2

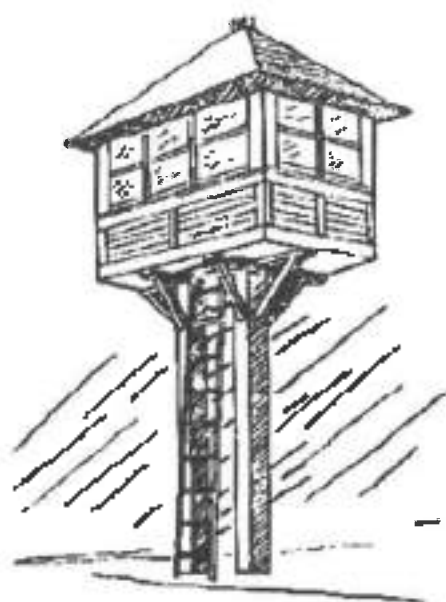
Για σύστημα σηματοδότησης M.A.S. , η χωρητικότητα ενός επι μέρους τμήματος από το οποίο διέρχονται συρμοί μιας κλάσης ,είναι **ανεξάρτητη** από το μήκος του.

Παρατηρούμε ότι η ελάχιστη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων προκύπτει για μια από τις τρεις ακόλουθες περιπτώσεις ποσοστών συμμετοχής των συρμών : I.C. / E / N / Dg [%] 33 /33/ 0 /33 ή 25 /25 /25 /25 ή και 20 /20 / 20 / 40. Αυτό συμβαίνει γιατί στην περίπτωση αυτή ο αριθμός των ακολουθιών τύπου Βραδύς / Ταχύς συρμός ,ήτοι Dg / I.C. ,είναι μεγάλος αυξάνοντας τη μέση ελάχιστη χρονοαπόσταση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 3

Η χωρητικότητα μιας γραμμής μειώνεται με την αύξηση των ακολουθιών τύπου Βραδύς / Ταχύς συρμός.

Β' ΜΕΡΟΣ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΤΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^Β

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

- ο ΔΙΚΤΥΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

1.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ

Η έννοια “δίκτυα υψηλών ταχυτήτων” δεν επιδέχεται ενός σαφή ορισμού. Ο ορισμός ποικίλει ανάλογα με τα κατά τόπους κριτήρια που χρησιμοποιούνται καθώς τα “δίκτυα υψηλών ταχυτήτων” ανταποκρίνονται σε μια σύνθετη πραγματικότητα. [7]

Η Ευρωπαϊκή ένωση μέσω της οδηγίας 96/48 [7] προσπαθεί να συμπεριλάβει ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων κάτω από τον ορισμό της υψηλής ταχύτητας στα σιδηροδρομικά δίκτυα. Η επιδομή, το τροχαίο υλικό, τα συστήματα μετάδοσης πληροφοριών αλλά και αυτά που καθορίζουν την ασφάλεια κατά την κίνηση των συρμών αποτελούν τις βασικότερες των παραμέτρων.

Παρ’ ολ’ αυτά όμως είναι απαραίτητο να λαμβάνουμε υπ’ όψιν παράγοντες που ανταποκρίνονται στις συνθήκες που χαρακτηρίζουν το κάθε δίκτυο, όπως για παράδειγμα τις αξιοσημειωτές προσπάθειες που κάνουν οργανισμοί για ανάπτυξη υψηλών ταχυτήτων σε συμβατικές γραμμές ή ακόμη και τον περιορισμό της μέγιστης ταχύτητας σε σύγχρονα δίκτυα, κοντά σε πόλεις ή πυκνοκατοικημένες περιοχές για λόγους μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων όπως η ηχορύπανση.

Από εμπορικής άποψης θα μπορούσε κανείς να αναφέρει ότι το επιβατικό κοινό θεωρεί δίκτυα υψηλών ταχυτήτων τα δίκτυα εκείνα στα οποία οι συρμοί μπορούν να αναπτύξουν ταχύτητες από 200 km/h έως 300 km/h ή και μεγαλύτερες που συμβαδίζουν όμως και με υπηρεσίες όπως

- ο Συχνότητα παροχής υπηρεσιών (δρομολογίων)
- ο Υψηλής ποιότητας εξυπηρέτηση
- ο Συμβατότητα και ανταπόκριση με άλλα μεταφορικά δίκτυα
- ο Περισσότερες υπηρεσίες εντός του τρένου αλλά και εντός των σταθμών

Από πολιτικής σκοπιάς, τώρα, η οδηγία 96/48 της Ε.Ε. διακρίνει:

A) την επιδομή σε

- ο Ειδικά σχεδιασμένη για υψηλές ταχύτητες και
- ο Σε ειδικά διαμορφωμένη και αναβαθμισμένη για υψηλές ταχύτητες αλλά και
- ο Στα τμήματα γραμμής που διέρχονται από πόλεις ή περιοχές όπου τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους επιβάλλουν περιορισμό της ταχύτητας.

B) το τροχαίο υλικό σε

αυτό που με εγγυημένη ασφάλεια εγγίζει

- ο την ταχύτητα των 250 km/h σε ειδικά για υψηλές ταχύτητες σχεδιασμένα δίκτυα και κάτω από ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει ή και να ξεπεράσει τα 300km/h.
- ο την ταχύτητα των 200km/h σε υπάρχον και ειδικά διαμορφωμένο για υψηλές ταχύτητες δίκτυο
- ο τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα σε άλλα δίκτυα

ενώ τέλος συναρτά την ασφάλεια του δικτύου με τη συμβατότητα ανάμεσα στα χαρακτηριστικά της επιδομής και του τροχαίου υλικού.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Το πρώτο δίκτυο υψηλής ταχύτητας κάνει την εμφάνισή του το 1964 στην Ιαπωνία για τις ανάγκες των Ολυμπιακών αγώνων του Τόκιο. Σχεδιασμένο με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα (εύρος 1435mm αντί για 1055mm που χρησιμοποιούσαν έως τότε οι Ιαπωνικοί Σιδηρόδρομοι) ένωσε το Τόκιο με την Οζάκα (απόσταση περί τα 515 km) με συρμούς ελάχιστης ταχύτητας 210 km/h σε περίπου 3 ώρες (περιλάμβανε και δύο στασεις σε Ναγκόγια και Κότο). Το 1981 η Γαλλία ακολουθεί το παράδειγμα των Ιαπωνικών Σιδηροδρόμων στη γραμμή Παρίσι – Λυών και μέσα σε 12 χρόνια καταφέρνει να ενώσει σχεδόν όλη τη χώρα με τα τρέινα TGV πετυχαίνοντας μείωση των χρόνων διαδρομής έως και 75%. [8]



Σχήμα 1B

Πηγή U.I.C. 2001

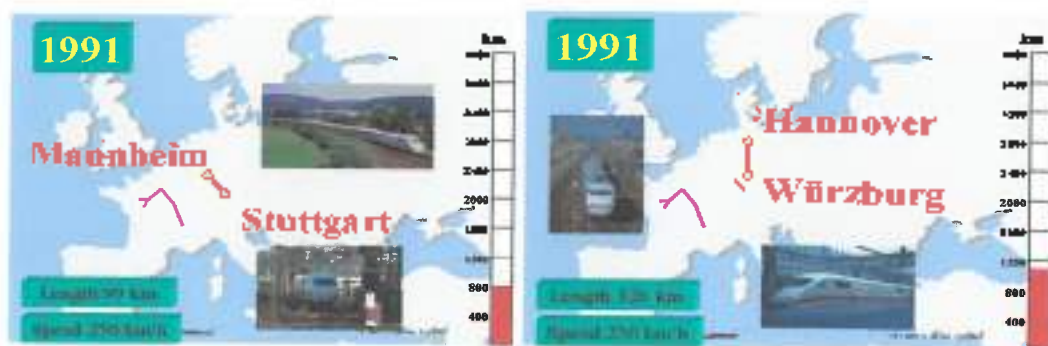
Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή τη στιγμή η απόσταση των 750 km μεταξύ Παρισιού και Μασσαλίας καλύπτεται σε λιγότερο από 3 ώρες. Σημαντική επίσης είναι η διαφοροποίηση που εισαγάζεται από τους γαλλικούς σιδηροδρόμους στα συστήματα ασφαλείας και σηματοδότησης. Οι γαλλικοί σιδηρόδρομοι καταρρίπτουν το 1990 το ρεκόρ ταχύτητας σε συμβατές γραμμές και σε δοκιμαστικό στάδιο εγγίζουν την ταχύτητα των 513 km/h. Το 1992 η Ισπανία θα μπει στο κλάμπ των χωρών με δίκτυα υψηλών ταχυτήτων με τη γραμμή κανονικού εύρους Μαδρίτη – Σεβίλλη (451 km) ενώ την ίδια χρονία εγκαινιάζεται και η πρώτη γραμμή υψηλής ταχύτητας στην Ιταλία. Η μια χώρα

μετα την άλλη στην Ευρώπη επενδύουν στα τρέινα και τα δίκτυα υψηλών ταχυτήτων, με τη Φιλανδία να ενώνει το 1995 το Ελσίνκι με την Τουρκου με τροχίο υλικό νέας τεχνολογίας (tilt-body trains) και τη Σουηδία να αναβαθμίζει το δίκτυό της μέσα στο 1998.



Σχήμα 2B (tilt-body trains Σουηδία)

Η Γερμανία απολαμβάνει ήδη ένα υπερσύγχρονο δίκτυο με τις αποστάσεις (για ό,τι αφορά το ρόνο) μεταξύ των πόλεων της να έχουν μειωθεί στο ελάχιστο έχοντας παράλληλα δίκτυο συνολικού μήκους 800 km μέχρι το 2002. Ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στην εισαγωγή το 1991 από τους γερμανικούς σιδηροδρόμους των γραμμών ICE (Intercity Express) στις γραμμές Αννόβερο - Βουισμπουργκ (326 km) και Μανχάιμ - Στουτγκάρδη (99 km) όπου έχουμε απ' ευθείας ένωση των πόλεων με συρμούς ταχύτητας 250 km/h.



Σχήμα 3B
Πηγή U.I.C. 2001

Το 2002 στη Γερμανία εγκαινιάζεται επίσης η γραμμή που ενώνει την Καλωνία με τη Φρανκφούρτη με ταχύτητα σχεδιασμού 300 km/h.

Τέλος την ίδια περίοδο στις Η.Π.Α.μερικής η Ουάσιγκτον ενώνεται με τη Βοστώνη και τη Νέα Υόρκη με συρμούς νέας τεχνολογίας και ταχύτητας 240km/h, ενώ η Ιαπωνία καταρρίπτει σε δοκιμαστικό πάντα επίπεδο το ρεκόρ ταχύτητας με συρμούς MAGLEV (κινούνται υπό την επίδραση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω σε ειδικές γέφυρες χωρίς ράγες) που μπορούν να κινηθούν πλέον με ταχύτητα 552 km/h.



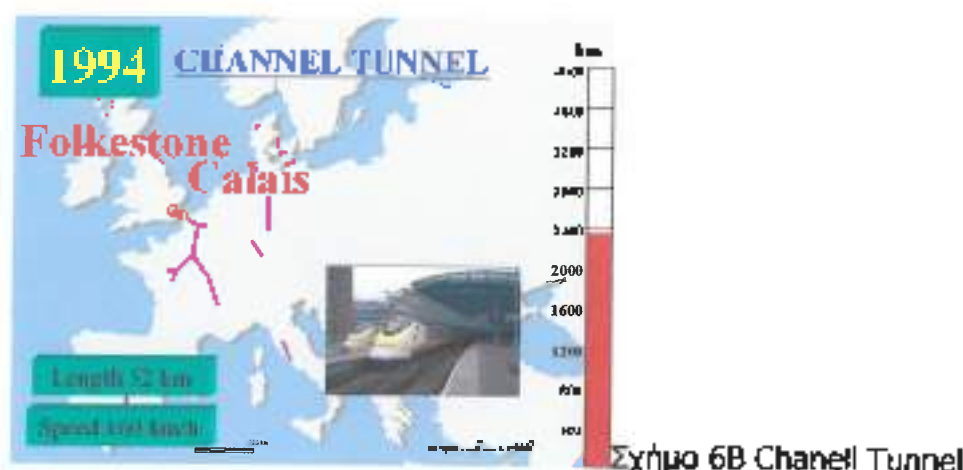
Σχήμα 4B- Τρέινο MAGLEV



Σχήμα 5B – Τραίνο ACELA (Η.Π.Α.)

1.3 ΔΙΑΚΡΑΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ- ΔΙΑΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ

Το 1994 το πρώτο διακρατικό δίκτυο στην Ευρώπη είναι γεγονός. Η Γαλλία ενώνεται με την Αγγλία και πιο συγκεκριμένα το Καλαί με το Φόλκεστροουν μέσω μιας πολυδάπανης υποθαλάσσιας σήραγγας (CHANNEL TUNNEL) μήκους 52 km όπου διανύεται με συρμούς ταχύτητας 160 km/h ενώνοντας το Λονδίνο με το Παρίσι σε 3 ώρες. Το σπουδαίο όμως αυτό επιτευγμα της σύγχρονης μηχανικής θα φέρει στην επιφάνεια την ανάγκη για διαλειτουργικότητα μεταξύ



Σχήμα 6B Chanell Tunnel

των δικτύων των ευρωπαϊκών χωρών καθώς τα διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά των δικτύων των δύο χωρών δημιούργησαν αρκετά προβλήματα και καθυστερήσεις στους συρμούς. Το πρόβλημα σήμερα αντιμετωπίζεται και θα έχει επιλυθεί μέχρι το 2007 οπότε και ο χρόνος διαδρομής μεταξύ των δύο πρωτευουσών θα μειωθεί κατά 40 λεπτά.

Το 1995 ξεκινάει και η ανάπτυξη του δικτύου Παρίσι-Βρυξέλες-Αμστερνταμ - Κολωνία όπου σήμερα έχει ολοκληρωθεί και καλύπτεται από συρμούς Thalys σχεδιασμένους με βάση τα τραίνα TGV.



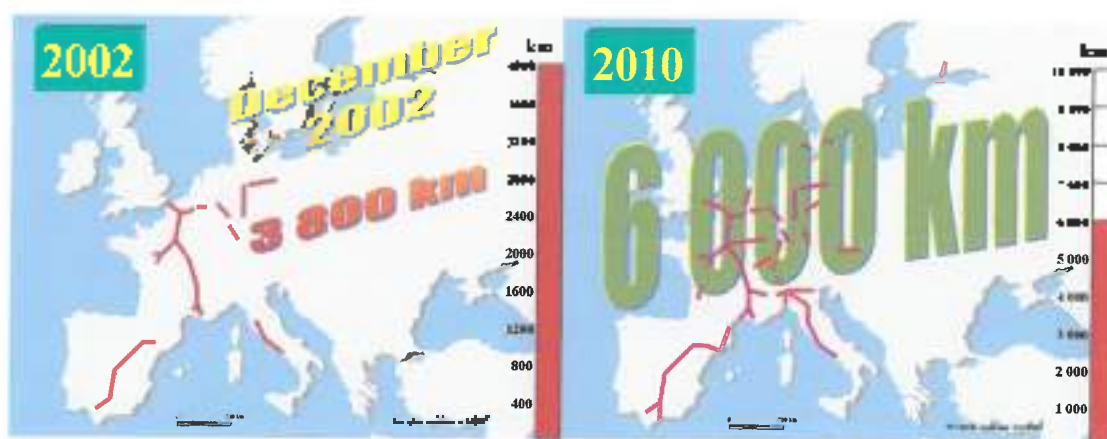
Σχήμα 7B Τραίνο Thalys

Τέλος το 2000 η Δανία και η Σουηδία ενώνονται με μια γέφυρα μήκους 15 km υψηλής τεχνολογίας.

Όλα αυτά όμως αποτέλεσαν και την απαρχή για την ανάπτυξη ενός διαλειτουργικού συστήματος. Με τον όρο διαλειτουργικότητα εννοούμε τη συνδυασμένη προσπάθεια των πολιτικών αρχών των κρατών της Ευρώπης με τους κατά τόπους φορείς – οργανισμούς σιδηροδρόμων που έχει ως σκοπό την εναρμόνιση των χαρακτηριστικών των σιδηροδρομικών συστημάτων ή την επίτευξη συμβατότητας μεταξύ των κατά τόπους συστημάτων. Με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης η U.I.C. (Διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων) σε συνεργασία με μεγάλους Ευρωπαϊκούς οργανισμούς και βιομηχανικές μονάδες ανεπτυξαν και έχουν ήδη θέσει σε εφαρμογή ένα ενοποιημένο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας των συρμών αλλά κι ένα σύστημα ραδιοεπικοινωνίας και ραδιοεντοπισμού γνωστά ως ETCS και GSM-R αντίστοιχα, τα οποία συστήματα επιτρέπουν στους διεθνείς συρμούς να διασχίζουν τα σύνορα απρόσκοπτα (χωρίς αλλαγή οδηγών, βαγονιών και μηχανών)

1.4 ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Τα δίκτυα υψηλών ταχυτήτων στην Ευρώπη από την απαρχή τους (1981) έτυχαν θερμής υποδοχής από τους πολίτες της ηπείρου μας. Κινητήριοι μοχλός για την αλματώδη αυτή ανάπτυξη που παρατηρήθηκε κατά τη δεκαετία του 90 αποτέλεσε η ανταγωνιστικότητα μεταξύ του τρένου και του αεροπλάνου για αποστάσεις μεγαλύτερες των 500 χλμ.. Στις μέρες μας οι μετοχές των σιδηροδρομικών μεταφορών θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι βρίσκονται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Το 75% των μεταφορών με χρόνο ταξιδιού μέχρι και 2.5 ώρες πραγματοποιείται στην Ευρώπη με τα τρένα υψηλών ταχυτήτων όπως επίσης και το 50 % των μεταφορών με χρόνο ταξιδιού μέχρι και 4 ώρες σύμφωνα με τις πηγές της UIC για το έτος 2003. Οι προβλέψεις για το μέλλον, αξίζει να σημειωθεί ότι, είναι μάλλον αισιόδοξες καθώς αναμένεται αύξηση στη Δυτική Ευρώπη των επιβατοχιλιομέτρων έως και 30 % μέχρι το 2010 και έως και 60 % έως το 2020 ενώ στη χώρα μας καθώς και στα Βαλκάνια γενικότερα αναμένεται αντιστοιχη αύξηση έως και 70% μέχρι το 2020. Το συνολικό μήκος των δικτύων υψηλής ταχύτητας το 2004 αθρίζεται στα 4000 χλμ. ενώ το 2010 αναμένεται να είναι 6000 χλμ.. Όλη αυτή όμως η ανάπτυξη που φαίνεται και στα παρακάτω γραφήματα, αξίζει να σημειωθεί ότι βασίζεται κυρίως στην αύξηση του μέσου εισοδήματος και εν συνεχεία στις δημογραφικές μετακινήσεις που αναμένεται να σημειωθούν, στη μείωση των διασυνοριακών προβλημάτων και των επιπτώσεων που προκαλούν αλλά και της βελτίωσης της επιδομής στα δίκτυα. [9]



Σχήμα 8B

Συνολικό μήκος δικτύων υψηλής ταχύτητας 2002 – 2010

Πηγή U.I.C High Speed Division



Σχήμα 9B

Πρόβλεψη για το 2020

Πηγή U.I.C High Speed Division

Δίκτυα Υψηλών ταχυτήτων ανά την Υφήλιο

Γραμμές- Ημερ.Εναρξης Λειτουργίας	Σύνολο	Μήκος σε χιλιόμετρα			Μεγιστή ταχύτητα
		Σε λειτουργία	Σε εργασίες σχεδιασμό	Σε	
Βέλγιο 	221	88	100	33	-
Bruxelles-France	88	88	-	-	300
Leuven-Bierset	62	-	62	-	300
Antwerpen- Nederland	38	-	38	-	300
Liège-Deutschland	33	-	33	-	300
Δανία 	15	15	-	-	-
Storebælt	15	15	-	-	180
Δανία - Σουηδία 	18	18	-	-	-
Øresund	18	18	-	-	180
Γαλλία 	2798	1541	320	937	-
TGV Sud-Est - 1981	410	410	-	-	270
TGV Nord-Europe - 1993	332	332	-	-	300
TGV Atlantique - 1989/90	280	280	-	-	300
TGV Rhône-Alpes - 1992/94	122	122	-	-	300
TGV Jonction - 1995	102	102	-	-	300
TGV Méditerranée - 2001	295	295	-	-	300
TGV Est - 2006	320	-	320	-	350
TGV Aquitaine	301	-	-	301	350
Lyon-Torino	240	-	-	240	300
TGV Rhin-Rhône	190	-	-	190	-
TGV Bretagne	181	-	-	181	350
Perpignan-España	25	-	-	25	350
Γαλλία-Μ. Βρετανία 	52	52	-	-	-



Eurotunnel - 1994	52	52	-	-	160
-------------------	----	----	---	---	-----

Γερμανία		880	577	303	-	-
Hannover-Würzburg		326	326	-	-	250
Hannover-Berlin		152	152	-	-	250
Mannheim-Stuttgart		99	99	-	-	250
Köln-Rhein/Main		215	-	215	-	300
Nürnberg-Ingolstadt		88	-	88	-	-

Ιταλία		1214	246	660	308	-
Firenze-Roma		246	246	-	-	250
Roma-Napoli		220	-	220	-	300
Bologna-Firenze		77	-	77	-	300
Milano-Bologna		196	-	196	-	300
Milano-Torino		143	-	143	-	300
Verona-Venezia		102	-	24	78	300
Milano-Verona		112	-	-	112	300
Verona-Padova		118	-	-	118	300

Ολλανδία		120	-	120	-	-
Schiphol-België		120	-	120	-	300

Ισπανία		1979	471	949	559	-
Madrid-Sevilla - 1992		471	471	-	-	270
Barcelona-Madrid		630	-	600	30	350
Madrid-Valladolid		194		194		350
Cordoue-Málaga		155		155		350
Madrid-Valence / Alicante		359			359	350
Barcelona-France		170	-	-	170	350

Σουηδία		171	31	140	-	-
Flemingsberg-Jarna		31	31	-	-	250
Södertälje-Linköping		140	-	140	-	250

Ελβετία		57	-	57	-	-
----------------	--	----	---	----	---	---

Sankt Gottard	57	-	57	-	-
Ηνωμένο Βασίλειο 	112	-	74	38	-
Channel-London	112	-	74	38	300
Σύνολο Ε.Ε. 	7637	3039	2723	1875	-
Κίνα 	1300	-	-	1300	-
Beijing-Shanghai	1300	-	-	1300	300
Ιαπωνία 	2739	2175	215	349	-
Osaka-Hakata	554	554	-	-	300
Tokyo-Osaka	515	515	-	-	270
Omiya-Morioka	466	466	-	-	240
Omiya-Niigata	270	270	-	-	275
Morioka-Akita	127	127	-	-	-
Takasaki-Nagano	125	125	-	-	260
Fukushima-Yamagata	87	87	-	-	-
Tokyo-Omiya	31	31	-	-	240
Yatsuhira-Kagoshima	125	-	125	-	-
Morioka-Aomori	194	-	90	104	-
Hakata-Yatsuhira	145	-	-	145	-
Hakata-Nagasaki	100	-	-	100	-
Νότιο Κορέα 	432	-	58	374	-
Seul-Pusan	432	-	58	374	300
Ταϊβάν 	340	-	-	340	-
Taipeh-Kaohsiung	340	-	-	340	300
Σύνολο Ασίας	4811	2175	273	2363	-
Συνολο κόσμου	12448	5214	2996	4238	-

Πίνακας 1B - Ανα τον κόσμο δίκτυα υψηλών ταχυτήτων-UIC

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^B

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

- ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
- ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

2.1.1 ΤΥΠΟΣ ΜΙΞΗΣ

Η κατασκευή γραμμής υψηλών ταχυτήτων είναι ένα θέμα που απασχολεί αυτή την περίοδο πολλούς επιστήμονες στην Ευρώπη και τον υπόλοιπο κόσμο. Δίκτυα που θα μπορούν να αναλάβουν με ασφάλεια ταχύτητες 300-350 χλμ/ώρα κατασκευάζονται σε διαφορετικές περιοχές και για τις ανάγκες αυτής της εργασίας θα πρέπει να γίνει αναφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά των δικτύων αυτών.

Προτού όμως αναφερθούμε στα τεχνικά χαρακτηριστικά που παρατηρούνται στα δίκτυα της Ευρώπης, αλλά και σε αυτά που κρίνεται σκόπιμο να χαρακτηρίζουν το δίκτυο της αυτής εργασίας σκόπιμο είναι να αναφέρουμε τους τύπους μίξης που εμφανίζονται στο διαφορά δίκτυα.

ΟΡΙΣΜΟΣ 1B : Ο τύπος μίξης αφορά τον τρόπο λειτουργίας του δικτύου και δηλώνει ποιες κατηγορίες συρμών (ταχείς, υπερταχείς, εμπορευματικοί) κυκλοφορούν/χρησιμοποιούν το δίκτυο

Τύπος Μίξης 1 : Αποκλειστικά υπερταχείς συρμοί. Αυτός ο τύπος εμφανίζεται στη Γαλλία και στο Βέλγιο και ήδη και σε κάποιες γραμμές στη Γερμανία (π.χ. Φρανκφούρτη – Κολωνία)

Τύπος Μίξης 2 : Ταχείς και υπερταχείς επιβατικοί συρμοί. Εμφανίζεται στην Ισπανία και στο άμεσο μέλλον σε δίκτυα της Ολλανδίας και του Βελγίου.

Τύπος Μίξης 3 : Υπερταχείς και ταχείς επιβατικοί συρμοί και βραδείς εμπορευματικοί συρμοί. Αυτός ο τύπος εμφανίζεται στην Ιταλία και σε κάποια τμήματα γραμμών στη Γερμανία ενώ θα υπάρχει και στην Ελλάδα και θα είναι και ο Τύπος Μίξης που θα επιλεγεί στη διπλωματική αυτή για να γίνει σαφής η επίδραση των υπερταχέων συρμών στη χωρητικότητα του δικτύου. [10]

Το είδος του τύπου μίξης είναι, θα έλεγε κανείς, αποφασιστικής σημασίας για το σχεδιασμό ενός δικτύου. Το μέγιστο αξονικό φορτίο, ο απαραίτητος εξοπλισμός για τη συντήρηση και τη λειτουργία της γραμμής και η γεωμετρία της χάραξης αποτελούν μερικούς μόνο από τους παράγοντες που επηρεάζονται από τον τύπο που θα επιλεγεί. Η συνύπαρξη βραδέων εμπορευματικών συρμών και υπερταχέων συρμών ταχύτητας ανω των 300 χλμ/ώρα μάλλον δε συνίσταται λόγω των προβλημάτων που παρατηρούνται στην υπέρψωση αλλά και στον περιορισμό της χωρητικότητας, που παρ'όλα αυτά όμως, διερευνάται.

2.1.2 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Στον πίνακα που παρατίθεται παρακάτω εμφανίζονται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που εφαρμόζονται στα βασικότερα δίκτυα της Ευρώπης και για διαφορετικού τύπου μίξης.

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ								
	ΧΩΡΑ - ΤΑΧΥΤΗΤΑ (ΧΛΜ/ΩΡΑ)								
	ΓΑΛΛΙΑ		ΓΕΡΜΑΝΙΑ			ΙΤΑΛΙΑ		ΙΣΠΑΝΙΑ	
	300	350	300	300	350	300	350	300	350
Τύπος μίξης	2	1	3	2	1	3	3	2	1
Μέγιστο αξονικό φορτίο για ταχείς συρμούς και κίνηση με μέγιστη ταχύτητα (t)	17	17	17	17	<16	17	17	17	18
Μέγιστο αξονικό φορτίο για μηχανές εμπορευματικών συρμών (t)	-	-	20	-	-	22.5	22.5	22.5	22.5
Μέγιστο αξονικό φορτίο για βαγόνια εμπορευματικών συρμών (t)	-	-	22.5	-	-	22.5	22.5	22.5	22.5
Ταχύτητα Σχεδιασμού(χλμ/ώρα)	300	350	300	300	350	250-300	350	270	350
Ταχύτητα λειτουργίας (χλμ/ώρα)	300	320	300	300	330	300	350	270	300

Ελάχιστη οριζοντιογραφική ακτίνα (km)	4	6.25	4	3.35	5.12	5.45	7	4	6.5
Μέγιστη κατασκευαστική υπερύψωση (mm)	180	180	160	170	170	105	130	150	150
Μέγιστη κατά μήκος κλίση (mm/m)	35	35	20	40	40	12	12	12.5	25
Ελάχιστη κατακόρυφη ακτίνα (km)	16	21	14	14	20	25	25	24	25
Πρόσθετη υπερύψωση στην ταχύτητα σχεδιασμού (mm)	85	65 (85)	105	130	112	90	75	100	65
Μήκος τόξου συναρμογής που αντιστοιχεί στην ελάχιστη ακτίνα	300	350	384	408	476	330	330	360	460

Πίνακας 2B

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Πηγή : Design of New Lines for speeds of 300-350 Kph. State of the art [11]

Η έντονη διαφοροποίηση που παρατηρείται είναι σαφής και γίνεται εντονότερη σε κατηγορίες όπως η μέγιστη κατά μήκος κλίση, η πρόσθετη υπερύψωση και το μήκος του τόξου συναρμογής. Αξίζει εδώ να σημειωθεί, όσον αφορά τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις ότι καθορίζονται από τη δυνατότητα επανεκκίνησης ενός σταθμευμένου συρμού επί της κλίσης αυτής και επίσης ότι πρέπει να αποφεύγονται κλίσεις ανώ των 3.5% για συνεχόμενο μήκος 6 χιλιομέτρων και η μέση κλίση σε μήκος 10 χιλιομέτρων δε θα πρέπει να υπερβαίνει το 2.5%. Επίσης, η ακτίνα κατακόρυφου συναρμογής μεταξύ δυο διαφορετικών κατά μήκος κλίσεων καθορίζεται για λόγους άνεσης επιβατών, από τον περιορισμό της μεταβολής της κατακόρυφου επιταχυνσης Δa_v . Η τιμή Δa_v κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και 0.6 m/sec² με πιο συνήθη τιμή 0.2 m/sec². Έτσι η συνήθης ακτίνα κατακόρυφου συναρμογής υπολογίζεται ως $0.4 * επτρ. V^2 \geq 2000m$.

Στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 2), φαίνεται η διαφοροποίηση σε κάποιες από τις παραμέτρους ενός δικτύου για διάφορες ταχύτητες σχεδιασμού σύμφωνα με αυτά που εφαρμόζονται στους γαλλικούς σιδηροδρόμους (SNCF).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3Β	ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ		
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ (ΧΛΜ/ΩΡΑ)		
	270	300	350
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (m)			
-συνιστάται	3846	4545	7143
-κανονικά	3226	4000	6250
-καθ' εξαίρεσιν	3125	4000	5556
ΜΕΓΙΣΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ (mm)			
-κανονικά	180	180	180
-καθ' εξαίρεσιν	180	180	180
ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ (mm)			
-κανονικά	100	85	65
-καθ' εξαίρεσιν	130	100	85
ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΓΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥΣ ΣΥΡΜΟΥΣ (mm)			
-κανονικά	100	100	-
-καθ' εξαίρεσιν	100	110	-

Πίνακας 3Β

ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Πηγή : Design of New Lines for speeds of 300-350 Kph. State of the art [11]

Συνεπώς , ο καθορισμός των τυπου μίξης και της μέγιστης λειτουργικής ταχύτητας αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά για τον καθορισμό των παραμέτρων σχεδίασης ενός δικτύου . Η αύξηση όμως της ταχύτητας λειτουργίας των δικτύων έχει μεταβάλει και άλλες παραμέτρους εκτός από τις γεωμετρικές και τις με την υπερύψωση συσχετιζόμενες όπως η απόσταση μεταξύ των κέντρων των γραμμών , το είδος των στρωτήρων, τον τύπο και το πάχος του έρματος και άλλες που θα διερευνηθούν παρακάτω.

2.1.3 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

Το τμήμα το υπεύθυνο για τη διαλειτουργικότητα των δικτύων της UIC καθορίζει ως ελάχιστη απόσταση αυτή των 4,5 m αλλά η εφαρμοζόμενες πμές ποικίλουν από χώρα σε χώρα κι αυτό κυρίως λόγω οικονομικών παραμέτρων. Έχει υπολογιστεί από έρευνες της UIC ότι αύξηση της απόστασης κατά 10 cm μεταξύ δύο γραμμών συνεπάγεται ελάχιστο κόστος 40.000 ευρώ ανα χιλιόμετρο ανα γραμμή σε ,ελευθερο κτηρίων, περιβαλλον χώρο.

Η απόσταση μεταξύ κυρίων γραμμών που εφαρμόζεται σε διάφορα δίκτυα έχει ως εξής [12]:

- 4.5 μέτρα στη Γερμανία για ταχύτητα έως 300χλμ/ώρα και 4.7 για 350χλμ/ώρα
- 5.0 μέτρα στην Ιταλία για ταχύτητες ≥ 300 χλμ/ώρα
- 4.5 έως 4.9 μέτρα στις γραμμές TGV στη Γαλλία
- 4.20 έως 4.30 στην Ιαπωνία αν και σύμφωνα με τελευταίες έρευνες θεωρείται μάλλον ανεπαρκής.

2.1.4 ΣΗΡΑΓΓΕΣ

Το μέγεθος της διατομής μιας σήραγγας προκύπτει από θεωρητικές έρευνες αεροδυναμικής . Κατά την είσοδο ενός συρμού στην σήραγγα δημιουργείται κύμα πίεσης το οποίο κινείται προς το άλλο άκρο της σήραγγας με την ταχύτητα του ήχου. Εκεί υφίσταται αντανάκλαση και επιστρέφει ως κύμα υποπίεσης αντίθετα στο συρμό αποξένοντας τον πλευρικό κανοντα αισθητή την παρουσία του στους ,τον συρμό, επιβαίνοντες.

Η επιφάνεια της σήραγγας εξαρτάται από το μήκος του συρμού , την εγκάρσια επικάνεια του συρμού την αχύτητα του τελευταίου και το αν η γραμμή είναι μονή ή διπλή . Επίσης από έρευνες έχει διαπιστωθεί η ανάγκη για μη συνύπαρξη ταχέων επιβατικών συρμών με εμπορευματικούς αργούς συρμούς την ίδια στιγμή εντός της σήραγγας τόσο για προβλήματα αεροδυναμικής που εμφανίζονται στους εμπορευματικούς συρμούς όσο και για λόγους ασφαλείας σε περίπτωση ατυχήματος.

Στη Γερμανία η επικάνεια διανοίξης σιδηροδρόμων με διπλή γραμμή φθάνει περίπου τα 100 m² για σταθερό έδαφος και τα 145 m² για χαλαρό ενώ σε Ιταλία ,Ισπανία και Γαλλία για σταθερό έδαφος και ταχύτητα μέχρι 300km/h η επικάνεια της σήραγγας είναι περίπου 80 m². [13]

2.1.5 ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑ

Υπάρχει μια γενική συμφωνία μεταξύ των σιδηροδρομικών οργανισμών ότι δεν είναι αναγκαία η διαφοροποίηση του τύπου της σιδηροτροχιάς με την αύξηση της ταχύτητας οπότε η χρήση της σιδηροτροχιάς *τύπου UIC 60* συνίσταται για οποιαδήποτε ταχύτητα άνω των 250 χλμ/ώρα.

Συνήθως χρησιμοποιούνται Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές (ΣΣΣ) *τύπου UIC 60* ποιότητας χάλυβα « 900 A » με αντοχή σε εφελκυσμό 90 kg/mm² και κλίση 1:20 ,με εξαίρεση τους Γερμανικού σιδηρόδρομους που χρησιμοποιούν κλίση 1:40.

2.1.6 ΣΤΡΩΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Οι στρωτήρες από σπλισμένο σκυρόδεμα είναι αυτοί που βρίσκουν εφαρμογή στα δίκτυα υψηλών ταχυτήτων κυρίως λόγω του μεγαλύτερου βάρους τους που επιδρά ευνοικά από κάθε άποψη στη σταθερότητα της επιδομής αλλά και λόγω μεγαλύτερης εξασφάλισης της γραμμής έναντι οριζόντιας μετακίνησης της.

Οι Γερμανικοί σιδηρόδρομοι χρησιμοποιούν για ταχύτητες μέχρι και 300χλμ/ώρα ολόσωμους στρωτήρες τύπου monoblock B90 με τεχνικά χαρακτηριστικά που φαίνονται παρακάτω (πίνακας 3B). Οι γαλλικοί σιδηρόδρομοι για τις ίδιες ταχύτητες εκτός από ολόσωμους στρωτήρες χρησιμοποιούν και διμερείς από σπλισμένο σκυρόδεμα. Οι ιταλικοί και οι ισπανικοί τέλος χρησιμοποιούν ομοίους με αυτούς των Γερμανικών και ολόσωμους τύπου monoblock B 70.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3B	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ Πηγή : UIC				
ΤΥΠΟΣ ΣΤΡΩΤΗΡΑ	Βάρος (kg)	Μήκος (mm)	Πλάτος (mm)	Ύψος (mm)	Ενεργή επιφάνεια(cm ²)
Monoblock B90	330	2600	320	180	3340
Monoblock B70	400	2600	300	220	3900
Διμερείς SNCF	245	2415	290	220	2436

Η σύνδεση των στρωτήρων B70 και B90 με τη σιδηροτροχιά UIC 60 πραγματοποιείται με συνδέσμους W που κρίνονται αρκετά επαρκείς.



Σχήμα 10B
σύνδεσμοι W της PANDROL

Η ελαστική πλάκα έδρασης της σιδηροτροχιάς επί του στρωτήρα πρέπει να έχει πάχος 10 mm και δυσκαμψία έναντι κατακόρυφων δυνάμεων 100 KN/mm.

2.1.7 ΕΡΜΑ

Στην πλειοψηφία τους τα Ευρωπαϊκά δίκτυα υψηλών ταχυτήτων χρησιμοποιούν κλασική επιδομή με έρμα αν και υπάρχουν δίκτυα που χρησιμοποιούν και σταθερή επιδομή χωρίς έρμα.

Το ελάχιστο πάχος έρματος που συνιστάται για ταχύτητες μέχρι και 350 χλμ/ώρα είναι για τους Γερμανικούς και τους Ιταλικούς τα 35cm ενώ για τους

γαλλικούς το 30 cm. Το πάχος της στρώσης προστασίας της στέψης (στρώση υπό το έρμα) υπολογίζεται στα 20 cm. Κατάλληλο υλικό για τη στρώση του ερματος κρίνεται το χαλίκι. Είναι θραυστό, διαβαθμισμένο και φυσικό πέτρωμα ενώ οι κόκκοι του δεν πρέπει να έχουν τη μορφή ούτε του θρυψάλλου ούτε του κύβου αλλά διαβαθμώτη μορφή μεταξύ των δυο αυτών ακραίων μορφών. Επιδιώκεται να έχει το έρμα μεγάλη σκληρότητα η οποία προκύπτει από δοκιμές LOS ANGELES και DEVAL ώστε να εξασφαλίζει στους στρωτήρες επαρκή αντίσταση έναντι εγκάρσιας και κατά μήκος μετακίνησης.

Η σταθερή επιδομή χωρίς έρμα αξίζει να σημειωθεί ότι παρουσιάζει μέχρι και πενταπλάσιο κόστος κατασκευής αλλά απαιτεί ελάχιστα έξοδα για συντήρηση και προστασία έναντι αερο- και υδατοδιαπερατότητας. Χρησιμοποιείται μόνο για ταχύτητες άνω των 200 χλμ/ώρα από τους Γερμανικούς σιδηροδρόμους.

2.1.8 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ.

Στον υπεραστικό σιδηρόδρομο η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται μέσω εναέριου αγωγού επαφής που είναι εγκατεστημένος κατά μήκος της γραμμής. Όσο αυξάνεται το ελκόμενο φορτίο και η ταχύτητα τόσο αυξάνεται και η τάση που απαιτείται στον αγωγό. Τα περισσότερα δίκτυα υψηλών ταχυτήτων χρησιμοποιούν σήμερα εναλλασσόμενο ρεύμα τάσης 25 kV και συχνότητας 50Hz.

Όσον αφορά τα συστήματα σηματοδότησης και ελέγχου της κυκλοφορίας η συμβατότητα ως απαίτηση για ένα διευρωπαϊκό δίκτυο και το χαμηλό κόστος, οδήγησαν το 1990 στην τυποποίηση ενός συστήματος ασφάλειας και καθοδήγησης των συρμών με την επωνυμία ETCS (European Train Control System). Το σύστημα αυτό συμπληρώνεται με την ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικών και διεύθυνσης μέσω ενός ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος ERTMS (European Rail Traffic Management System).

Για την εξασφάλιση ασφαλούς κυκλοφορίας των συρμών, ορίζονται τρία επίπεδα [14], [15], [11]:

Επίπεδο 1 ATP – Λειτουργία (Automatic Train Protection)

Σημειακό σύστημα επιρροής συρμών με βάση κατευθυνόμενων ραδιοφάρων EuroBalise (συσκευές γραμμής). Προγραμματισμένες Balise χρησιμοποιούν για τον εντοπισμό των συρμών.

Επίπεδο 2 ATP και ATC (Automatic Train Control) επιρροή συρμού μέσω τηλεπικοινωνίας

Σε περίπτωση αποκλειστικής κυκλοφορίας συρμών με επιρροή τηλεπικοινωνίας, η πλευρική σηματοδότηση θεωρείται περιττή. Σταθερά προγραμματισμένες Balise χρησιμοποιούν ως ηλεκτρονικές χιλιομετρικές σημάνσεις για τον λεπτομερή εντοπισμό των συρμών.

Επίπεδο 3 πλήρης λειτουργία ATC

Οι συρμοί αυτοελέγχουν την ακεραιότητα του μήκους των καθώς και την απόσταση τους από τον προηγούμενο συρμό. Η κίνηση αυτή ή κίνηση με «ηλεκτρική ορατότητα» καταργεί τα φωτοσήματα και τις εγκαταστάσεις δήλωσης ελεύθερης γραμμής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

- ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗΣ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗΣ
 - ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

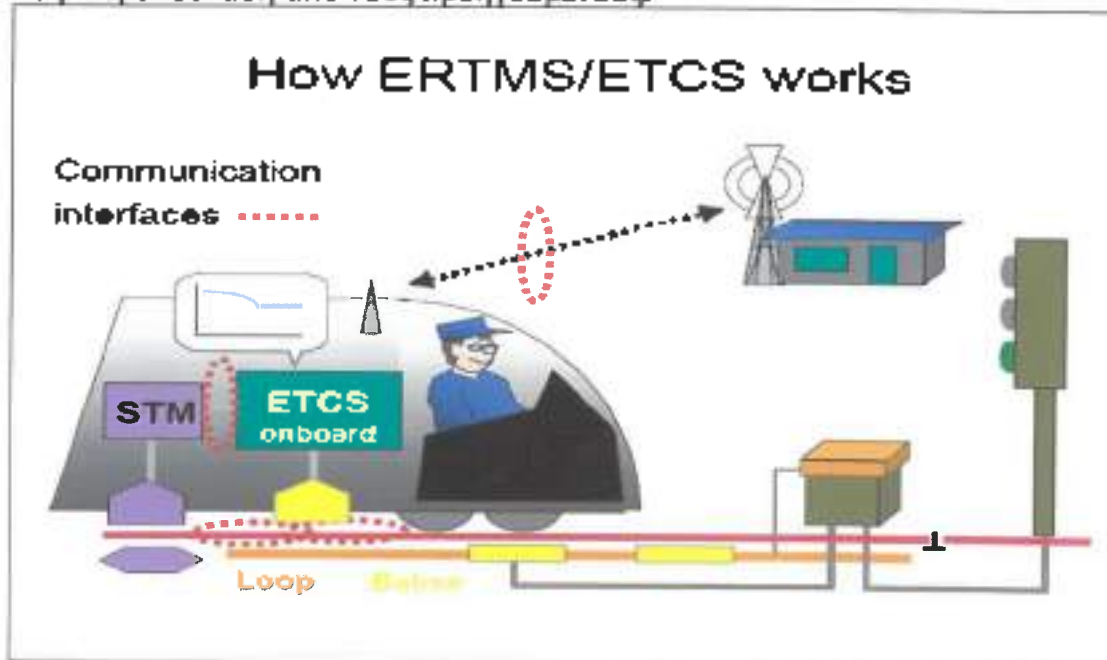
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προσθήκη υπερταχέων επιβατικών συρμών μεγάλων αποστάσεων (InterCity Express) σ' ένα δίκτυο συμβατικών γραμμών απαιτεί, όπως φάνηκε και στο δεύτερο κεφάλαιο, αρκετές τροποποιήσεις τόσο στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά όσο και στο σύστημα σηματοδότησης του δικτύου.

Μη όντας αντικείμενο της διπλωματικής αυτής εργασίας το ποίες τροποποιήσεις αλλά και ο τρόπος με τον οποίο αυτές μπορούν να πραγματοποιηθούν στο δίκτυο που αναλύθηκε διεξοδικά στο πρώτο μέρος, θεωρούμε ως δεδομένο ότι το θεωρητικό δίκτυο μπορεί να εξυπηρετήσει συρμούς με μέγιστη ταχύτητα έως και 270 χλμ./ώρα.

Αυτό είναι εφικτό στην περίπτωση όπου για παράδειγμα η ελάχιστη τιμή της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης δεν είναι μικρότερη της τιμής των 2200 m και η πρόσθετη της κατασκευαστικής υπερύψωση δεν υπερβαίνει τα 100 mm όπως επιβάλλει ο τύπος μίξης 3 των συρμών του δικτύου.

Το σύστημα σηματοδότησης M.A.S. που εφαρμόζεται στο δίκτυο που μελετάμε, δε μπορεί, όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο μέρος, να εξυπηρετήσει συρμούς με ταχύτητες ανω των 160 KPh, χωρίς κάποιο σύστημα προστασίας των συρμών. Κρίνεται απαραίτητη, λοιπόν, η εισαγωγή στο δίκτυο συστήματος αυτόματης προστασίας συρμών A.T.P. (Automatic Train Protection), εξασφαλιζόμενου μέσω του E.R.T.M.S, τουλάχιστον πρώτου επιπέδου. Με τη χρήση του παραπάνω συστήματος οι συρμοί λαμβάνουν στοιχεία, μέσω των Balise, για τη θέση των προηγούμενων σιμών καθώς επίσης και για την ταχύτητα που οι ίδιοι πρέπει να έχουν προκειμένου, με τις δεδομένες καμπύλες πέδησης που χαρακτηρίζουν κάθε συρμό, να κινούνται σε ασφαλή απόσταση από τους προηγούμενους.



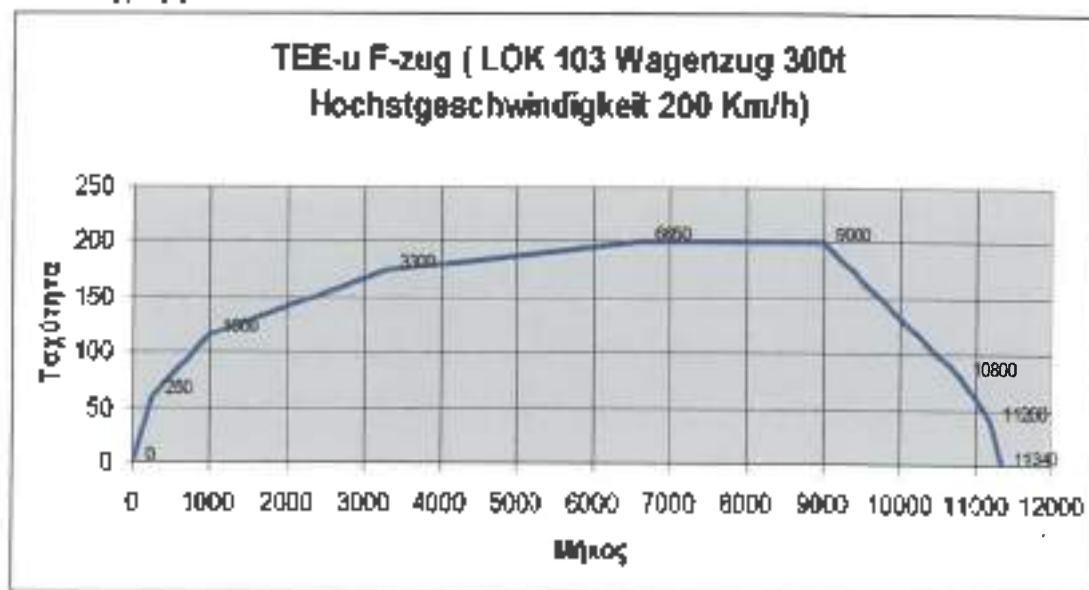
Σχήμα 11B – ERTMS
Πηγή : [14]

3.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΡΜΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V = 200 \text{ Km/h}$

Λόγω του γεγονότος ότι οι υπρταχείς αυτές συρμοί μεγάλων αποστάσεων δε θα σταθμεύουν σε κανέναν σταθμό μεταξύ των ΚΒf 1 και ΚΒf 4 αλλά και του ότι η ταχύτητά τους δεν επηρεάζεται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ,ειδικά για αυτούς αναμορφωμένου, δικτύου, δεν έχει νόημα ο υπολογισμός και η χάραξη του διαγράμματος περίσσειας δύναμης για επιτάχυνση και συνεπώς η διαδικασία του υπολογισμού της έλξης και των αντιστάσεων που έγινε κατ'επανάληψη στο κεφάλαιο 2 του πρώτου τμήματος για τους έτερους του δικτύου χρήστες συρμούς. Απαραίτητο όμως είναι να ορίσουμε το μήκος του συρμού ,την τιμή της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης του τελευταίου και εν συνεχεία τις αντίστοιχες αποστάσεις.

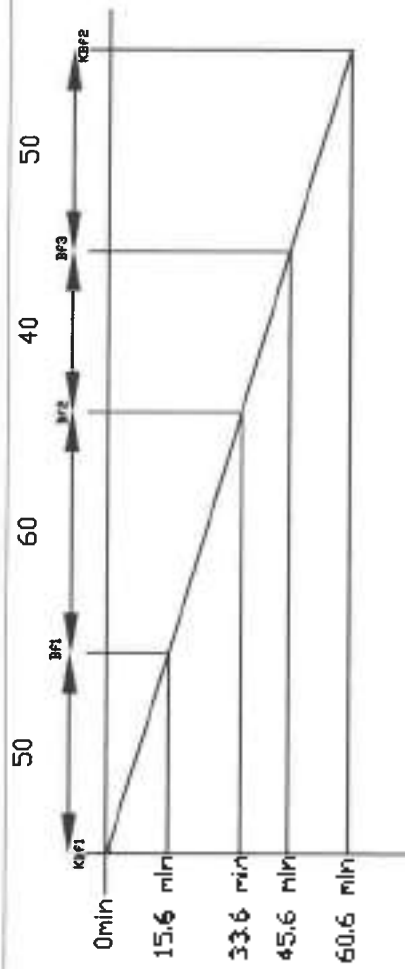
Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε μερικούς χαρακτηριστικούς συρμούς της αυτής ταχύτητας που κυκλοφορούν στα ευρωπαϊκά δίκτυα. Η αναφορά αυτή επειδή δε σχετίζεται άμεσα με τη διπλωματική αυτή εργασία γίνεται στο Παράρτημα.

Το μήκος του συρμού I.C.E. επιλέγεται να είναι 200m , η επιτάχυνση αυτού $a = 0.9 \text{ m/sec}^2$ και η επιβράδυνση χάρη στη χρήση προηγμένων συστημάτων πέδησης (ηλεκτρικά ελεγχόμενα πνευματικά φρένα) μπορεί να φτάνει και την τιμή $d = 1.2 \text{ m/sec}^2$.Το μήκος πέδησης του συρμού λαμβάνεται ίσο με 2340 m. όπως προκύπτει από την παρακάτω καμπύλη που προτείνεται από τον Καθηγητή Dr.-Ing. H.G. Krebs και αντιστοιχεί στο συρμό που αναγράφεται στο διάγραμμα.



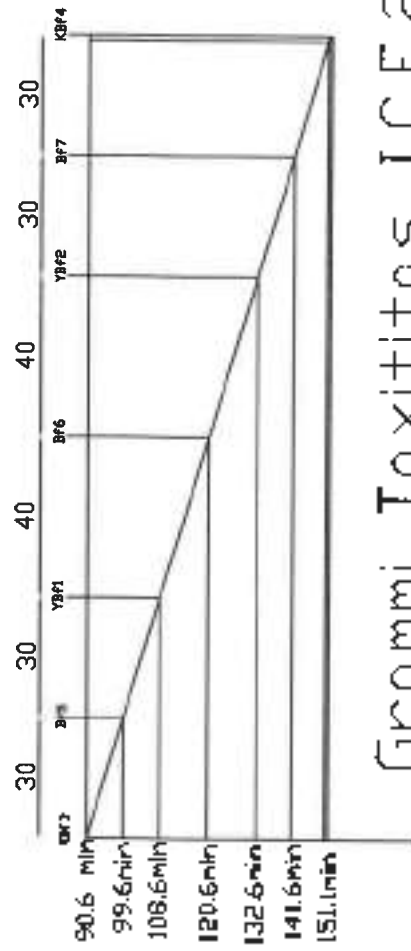
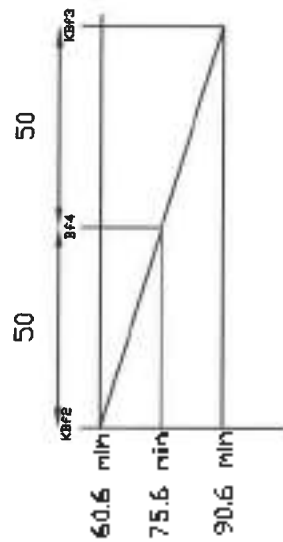
Διάγραμμα 1B
Μήκη Πέδησης – Επιτάχυνσης Συρμών TEE
Πηγή : Dr.-Ing. H.G. Krebs

Υπενθυμίζοντας ότι ο συρμός δε σταθμεύει σε κανένα σταθμό μπορούμε να χαράξουμε το διάγραμμα(2B) πορείας του συρμού που φαίνεται παρακάτω :



0.0 KM
30 KM

0.0 min
30 min



Grammi Taxititas I.C.E.200

Προκύπτει ,λοιπόν, ότι ο συνολικός χρόνος διαδρομής του συρμού I.C.E. 200 είναι 151.1 min. ενώ οι χρόνοι διαδρομής στα επι μέρους τμήματα εμφανίζονται παρακάτω στον πίνακα 4B

Τμήμα	Χρόνος Διαδρομής (min)
KBf1 - Bf1	15.6
Bf1 - Bf2	18
Bf2 - Bf3	12
Bf3 - KBf2	15
KBf2 - Bf4	15
Bf4 - KBf3	15
KBf3 - Bf5	9
Bf5 - YBf1	9
YBf1 - Bf6	12
Bf6 - YBf2	12
YBf2 - Bf7	9
Bf7 - KBf4	9.5
Πίνακας 4B	

3.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις υπολογίζονται στο Παράρτημα Β ,λόγω της επαναληπτικότητας του χαρακτήρα των υπολογισμών.Αξίζει να σημειωθεί ότι το μήκος πέδησης των 2400 m των συρμών I.C.Express δεν αποτελεί από αλλαγής του μήκους των τμημάτων αποκλεισμού ,καθότι εν προκειμένω ,το μήκος των τελευταίων έχει ληφθεί ίσο με 1700 m και η απαίτηση ο επόμενος συρμός να βρίσκεται δυο Block πριν τον προηγούμενο εξασφαλίζει μήκος για στάση του υπερταχύ συρμού 3400m κατ'ελάχιστον.Βέβαια ,το μήκος για στάση είναι παλύ μεγαλύτερο αν κάνουμε χρήση και της 'ηλεκτρικής ορατότητας ' που διαθέτουν οι συρμοί I.C.E. μέσω του συστήματος ERTMS.

3.2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Κατά τον υπολογισμό της χωρητικότητας των επί μέρους τμημάτων του θεωρητικού δικτύου στο πρώτο μέρος της εργασίας ,αναλύθηκαν δέκα διαφορετικοί συνδυασμοί ποσοτών συμμετοχής κάθε ακολουθίας ,ήτοι δέκα διαφορετικές τιμές του βαθμού δεσμοποίησης.Σε κάθε μια από αυτές τις περιπτώσεις θα προστεθεί στο τρέχων τμήμα της εργασίας, ένα **ποσοστό 10%** ,επί του αρχικού συνόλου συρμών ,υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων (τύπου InterCity Express -I.C.E.).

Έτσι για παράδειγμα στο συνδυασμό Στ3 όπως αυτός εμφανίζεται στον πίνακα 50^ο ,όπου έχουμε ποσοστό συμμετοχής 50 % συρμών I.C. και 50 % συρμών Ε μετά την προσθήκη 10% συρμών I.C.E. τα νέα ποσοστά

συμμετοχής θα είναι 45.5% συρμοί I.C. ,45.5% συρμοί E και 9% συρμοί I.C.E..

Με βάση το παραπάνω παράδειγμα θα γίνει η τροποποίηση και στις υπόλοιπες εννέα περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται παρακάτω στον πίνακα 5B :

Αρχική Κύρια Χρήση	Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας (%)					
	Περίπτωση	I.C.	E	N	Dg	I.C.E.
A)Μόνο Εμπορική	A'	0	0	0	90.9	9.1
B)Κυρίως Εμπορική	B'	18.2	18.2	18.2	36.3	9.1
Γ)Μικτή	Γ'	22.725	22.725	22.725	22.725	9.1
Δ)Μικτή χωρίς πύκνωση*	Δ'	30.3	30.3	0	30.3	9.1
Ε)Κυρίως Επιβατική	Ε'	27.27	27.27	27.27	9.1	9.1
Στ) Μόνο επιβατική						
(Στ1)	Στ1'	30.3	30.3	30.3	0	9.1
(Στ2)	Στ2'	22.725	45.45	22.725	0	9.1
(Στ3)	Στ3'	45.45	45.45	0	0	9.1
(Στ4)	Στ4'	0	90.9	0	0	9.1
(Στ5)	Στ5'	90.9	0	0	0	9.1

Πίνακας 5B

Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας

Για κάθε μια περίπτωση υπολογίζεται αρχικό η νέα χωρητικότητα του κάθε επί μέρους τμήματος με τη βοήθεια κατάλληλου προγράμματος που δημιουργείται σε περιβάλλον Excel και αυτή εν συνεχεία παρουσιάζεται και σε ιστογράμμο για παραστατικότερη απεικόνισή της.

Περίπτωση Α' (0/0/0/90.9/9.1)

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.008281	0	0	0	0.082719	0.091*N
IC	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0.082719	0	0	0	0.826281	0.909*N
						1*N

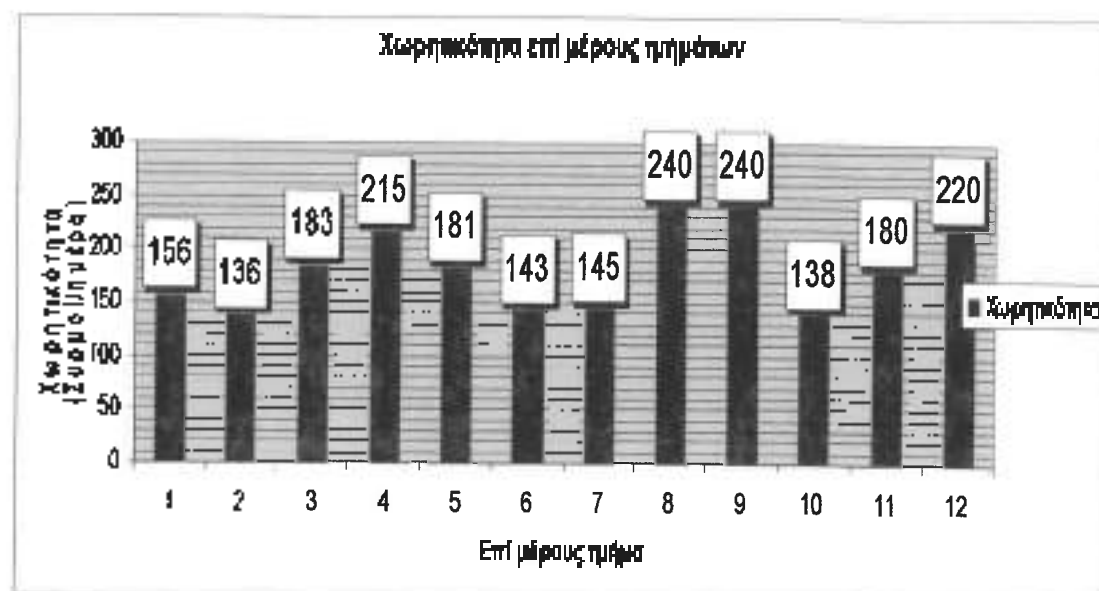
Πίνακας ακολουθικών 6B

Με τη χρήση του προγράμματος που δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Microsoft Excel στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται υπολογισμός της κατάληψης και στη συνέχεια της χωρητικότητας των επιμέρους τμημάτων ,μετά την προσθήκη 10 % συρμών I.C.E. .Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	5.361446	5.361446	3.592169	0.25	156.4602737	156
Bf1 - Bf2	6.145063	6.145063	4.117192	0.25	136.9829818	136
Bf2 - Bf3	4.543986	4.543986	3.044471	0.25	183.7096156	183
Bf3 - KBf2	3.849692	3.849692	2.579294	0.25	215.8015863	215
KBf2 - Bf4	4.597108	4.597108	3.080063	0.25	181.6537051	181
Bf4 - KBf3	5.845529	5.845529	3.916504	0.25	143.8269259	143
KBf3 - Bf5	5.790389	5.790389	3.879561	0.25	145.162025	145
Bf5 - YBf1	3.436006	3.436006	2.302124	0.25	240.4757149	240
YBf1 - Bf6	3.436279	3.436279	2.302307	0.25	240.4574276	240
Bf6 - YBf2	6.068598	6.068598	4.06596	0.25	138.8674321	138
YBf2 - Bf7	4.629832	4.629832	3.101988	0.25	180.4099777	180
Bf7 - KBf4	3.756865	3.756865	2.5171	0.25	220.7246706	220

Πίνακας 7B
Χωρητικότητα

Και διαγραμματικά παρουσιάζεται στην αμέσως επόμενη σελίδα



Ιστόγραμμα 1B

Περίπτωση Β' (18.2/18.2/18.2/36.3/9.1)

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.016562	0.016562	0.016562	0.033033	0.091*N
IC	0.016562	0.033124	0.033124	0.033124	0.066066	0.182*N
E	0.016562	0.033124	0.033124	0.033124	0.066066	0.182*N
N	0.016562	0.033124	0.033124	0.033124	0.066066	0.182*N
Dg	0.033033	0.066066	0.066066	0.066066	0.131769	0.363*N
						1*N

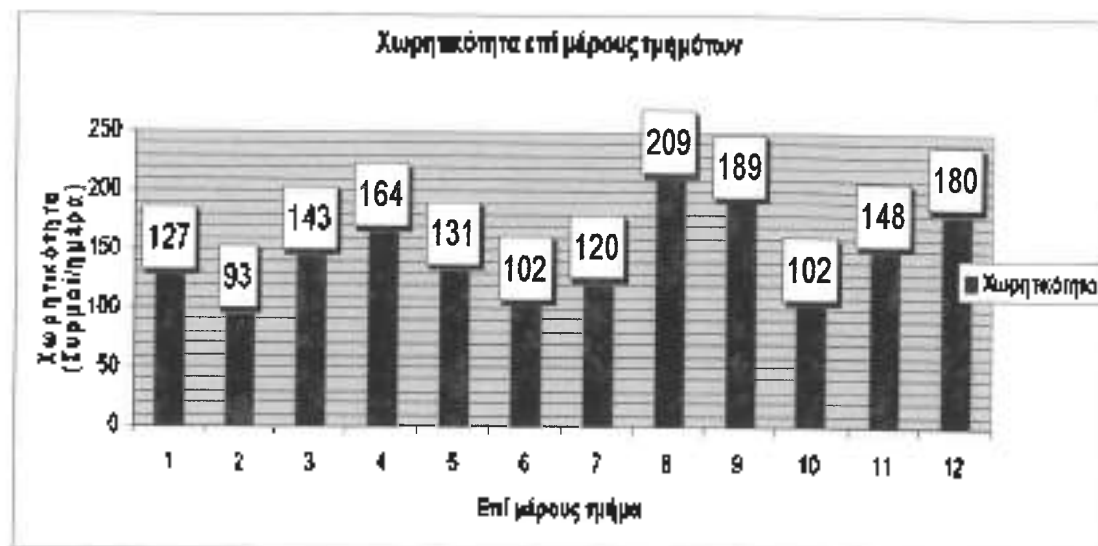
Πίνακας 8B

Η νέα χωρητικότητα γίνεται εμφανής στον πίνακα 9B και το ιστόγραμμα 2B παρακάτω

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.587478	6.587478	4.41361	0.25	127.9876245	127
Bf1 - Bf2	9.04829	9.04829	6.062355	0.25	93.74606441	93
Bf2 - Bf3	5.87809	5.87809	3.93832	0.25	143.0499969	143
Bf3 - KBf2	5.093932	5.093932	3.412934	0.25	164.442396	164
KBf2 - Bf4	6.409155	6.409155	4.294134	0.25	131.4673621	131
Bf4 - KBf3	8.27841	8.27841	5.546535	0.25	102.3094557	102
KBf3 - Bf5	7.005024	7.005024	4.693366	0.25	120.5183227	120
Bf5 - YBf1	3.975924	3.975924	2.663869	0.25	209.0048285	209
YBf1 - Bf6	4.409047	4.409047	2.954062	0.25	189.1474325	189
Bf6 - YBf2	8.224431	8.224431	5.510369	0.25	102.9689355	102
YBf2 - Bf7	5.637654	5.637654	3.777228	0.25	148.9930268	148
Bf7 - KBf4	4.620857	4.620857	3.095974	0.25	180.7493894	180

Πίνακας 9B

Και



Ιστόγραμμα 2B

Περίπτωση Γ' (22.7/22.7/22.7/22.7/9.1)

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.02068	0.02068	0.02068	0.02068	0.091
IC	0.02068	0.051643	0.051643	0.051643	0.051643	0.22725
E	0.02068	0.051643	0.051643	0.051643	0.051643	0.22725
N	0.02068	0.051643	0.051643	0.051643	0.051643	0.22725
Dg	0.02068	0.051643	0.051643	0.051643	0.051643	0.22725
						1

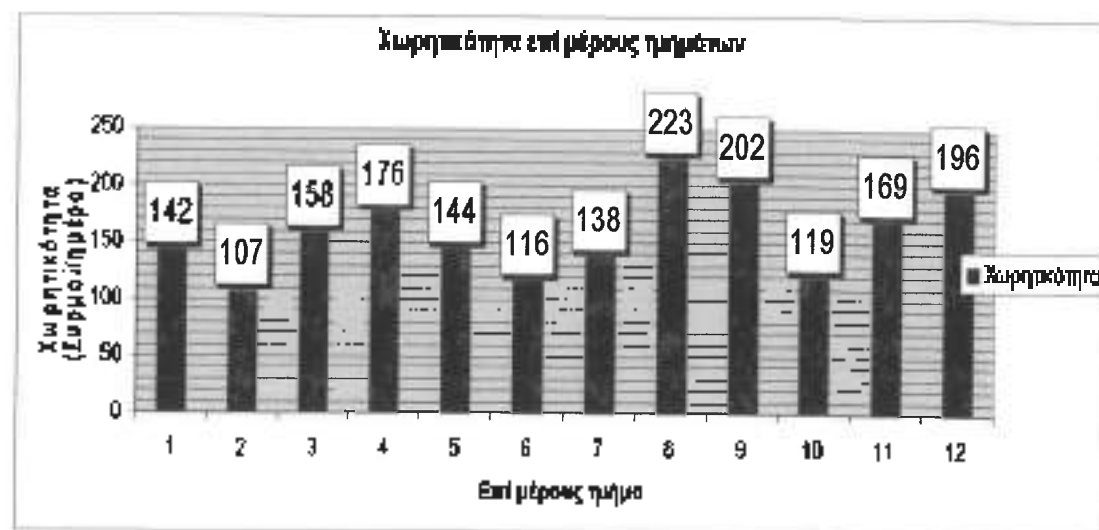
Πίνακας 10B

Η νέα χωρητικότητα γίνεται εμφανής στον πίνακα 11B και το ιστόγραμμα 3B στην επόμενη σελίδα

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	5.922403	5.922403	3.96801	0.25	142.0060462	142
Bf1 - Bf2	7.836894	7.836894	5.250719	0.25	107.9653525	107
Bf2 - Bf3	5.278961	5.278961	3.536904	0.25	158.8375847	158
Bf3 - KBf2	4.747223	4.747223	3.180639	0.25	176.0851352	176
KBf2 - Bf4	5.808132	5.808132	3.891448	0.25	144.7297295	144
Bf4 - KBf3	7.223397	7.223397	4.839676	0.25	116.9488735	116
KBf3 - Bf5	6.064204	6.064204	4.063017	0.25	138.7654845	138
Bf5 - YBf1	3.712207	3.712207	2.487179	0.25	223.2770697	223
YBf1 - Bf6	4.11022	4.11022	2.753847	0.25	202.4158674	202
Bf6 - YBf2	7.078119	7.078119	4.74234	0.25	119.2995189	119
YBf2 - Bf7	4.949587	4.949587	3.316223	0.25	169.0972439	169
Bf7 - KBf4	4.234624	4.234624	2.837198	0.25	196.672371	196

Πίνακας 11B

Και



Ιστόγραμμα 3B

Περίπτωση Δ' (30.3/30.3/0/30.3/9.1)

Στην περίπτωση αυτή τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε συρμού είναι :
 30.3% συρμοί I.C. ,30.3% συρμοί E ,30.3% συρμοί Dg και 9.1 συρμοί I.C.E
 Αρχικό σχηματίζουμε τον πίνακα των ακολουθιών

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.027573	0.027573	0	0.027573	0.091
IC	0.027573	0.091809	0.091809	0	0.091809	0.303
E	0.027573	0.091809	0.091809	0	0.091809	0.303
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0.027573	0.091809	0.091809	0	0.091809	0.303
						1

Πίνακας 12B

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων με τη χρήση του αλγόριθμου που δημιουργήθηκε στο Microsoft Excel

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.37798	6.37798	4.273247	0.25	132.0952199	132
Bf1 - Bf2	8.822522	8.822522	5.91109	0.25	96.10499722	96
Bf2 - Bf3	5.663438	5.663438	3.794504	0.25	148.3321635	148
Bf3 - KBf2	4.703389	4.703389	3.15127	0.25	177.6755779	177
KBf2 - Bf4	5.979552	5.979552	4.0063	0.25	140.6819894	140
Bf4 - KBf3	7.86749	7.86749	5.271219	0.25	107.5533117	107
KBf3 - Bf5	6.812287	6.812287	4.564232	0.25	123.8547827	123
Bf5 - YBf1	3.731395	3.731395	2.500035	0.25	222.1732041	222
YBf1 - Bf6	4.131282	4.131282	2.767959	0.25	201.4199705	201
Bf6 - YBf2	7.952118	7.952118	5.327919	0.25	106.429859	106
YBf2 - Bf7	5.423008	5.423008	3.633415	0.25	154.7318483	154
Bf7 - KBf4	4.454804	4.454804	2.984719	0.25	187.2677807	187



Ιστόγραμμα 4B

Περίπτωση Ε' (27.27/27.27/27.27/9.1/9.1)

Η συμμετοχή των συρμών στην περίπτωση αυτή είναι : 27.27% συρμοί I.C., E, N και 9.1% συρμοί I.C.E. και Dg.

Ο πίνακας των ακολουθιών είναι

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.024816	0.024816	0.024816	0.008281	0.091009
IC	0.024816	0.074365	0.074365	0.074365	0.024816	0.272727
E	0.024816	0.074365	0.074365	0.074365	0.024816	0.272727
N	0.024816	0.074365	0.074365	0.074365	0.024816	0.272727
Dg	0.008281	0.024816	0.024816	0.024816	0.008281	0.091009
						1.000

Πίνακας 14B

Με τον ίδιο τρόπο όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις υπολογίζουμε τη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	4.86736	4.86736	3.261131	0.25	171.8686576	171
Bf1 - Bf2	5.847868	5.847868	3.918072	0.25	143.7708241	143
Bf2 - Bf3	4.305653	4.305653	2.884787	0.25	193.5369473	193
Bf3 - KBf2	4.137285	4.137285	2.771981	0.25	201.1379477	201
KBf2 - Bf4	4.784667	4.784667	3.205727	0.25	174.7489203	174
Bf4 - KBf3	5.500743	5.500743	3.685498	0.25	152.6031334	152
KBf3 - Bf5	4.623043	4.623043	3.097438	0.25	180.6666377	180
Bf5 - YBf1	3.288779	3.288779	2.203482	0.25	250.7722713	250
YBf1 - Bf6	3.594442	3.594442	2.408276	0.25	230.299854	230
Bf6 - YBf2	5.254799	5.254799	3.520715	0.25	159.5476936	159
YBf2 - Bf7	3.883795	3.883795	2.602142	0.25	213.7787146	213
Bf7 - KBf4	3.606946	3.606946	2.416654	0.25	229.5332659	229

Πίνακας 15B

Και το αντίστοιχο ιστόγραμμα



Ιστόγραμμα 5B

Περίπτωση Στ1' (30.3/30.3/30.3/0/9.1)

Ο νέος πίνακας ακολουθιών που προκύπτει από τα ποσοστά συμμετοχής (30.3% I.C. , E , N και 9.1% I.C.E.) των συρμών είναι :

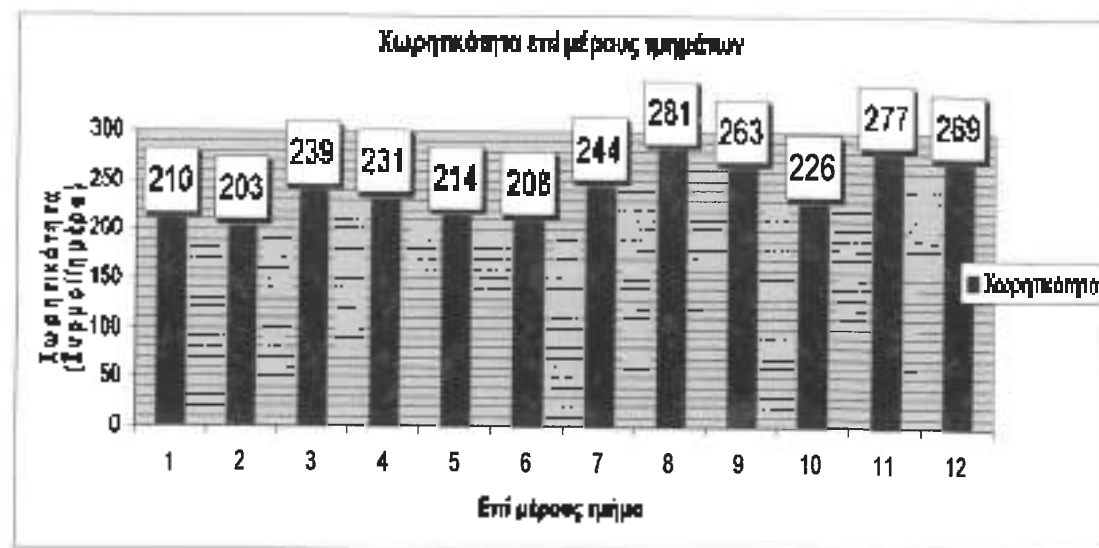
	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.027573	0.027573	0.027573	0	0.091
IC	0.027573	0.091809	0.091809	0.091809	0	0.303
E	0.027573	0.091809	0.091809	0.091809	0	0.303
N	0.027573	0.091809	0.091809	0.091809	0	0.303
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 16B

Οπότε οι χωρητικότητες για το δίκτυο στην περίπτωση αυτή είναι :

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.944533	3.944533	2.642837	0.25	210.6073018	210
Bf1 - Bf2	4.085814	4.085814	2.737495	0.25	203.5822105	203
Bf2 - Bf3	3.446314	3.446314	2.309031	0.25	239.7863857	239
Bf3 - KBf2	3.582046	3.582046	2.399971	0.25	231.0648251	231
KBf2 - Bf4	3.864709	3.864709	2.589355	0.25	214.7950867	214
Bf4 - KBf3	3.977734	3.977734	2.665082	0.25	208.9131697	208
KBf3 - Bf5	3.381466	3.381466	2.265582	0.25	244.189939	244
Bf5 - YBf1	2.916022	2.916022	1.953735	0.25	281.2633615	281
YBf1 - Bf6	3.128037	3.128037	2.095785	0.25	263.0702964	263
Bf6 - YBf2	3.659639	3.659639	2.451958	0.25	226.3582772	226
YBf2 - Bf7	2.96109	2.96109	1.98393	0.25	277.1885009	277
Bf7 - KBf4	3.052317	3.052317	2.045053	0.25	269.2912494	269

Πίνακας 17B



Ιστόγραμμα 6B

Περίπτωση Στ2' (22.7/45.45/22.7/0/9.1)

Η αναλογία συρμών στην περίπτωση αυτή είναι 9.1% συρμοί I.C.E. ,22.725% συρμοί I.C. ,45.45% συρμοί E και 22.725% συρμοί N.

Ο πίνακας των ακολουθιών 18B διαμορφώνεται ως εξής:

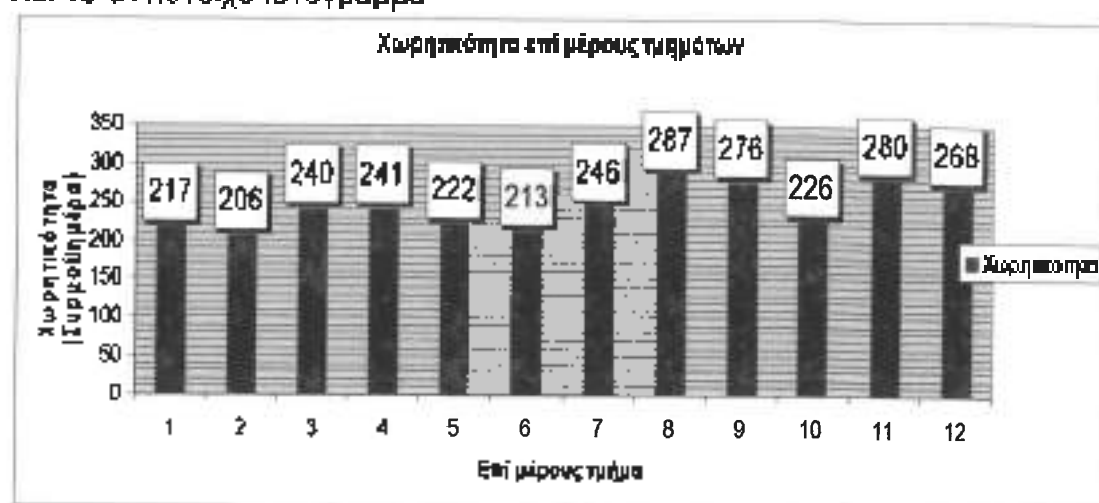
	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.02068	0.04136	0.02068	0	0.091
IC	0.02068	0.051643	0.103285	0.051643	0	0.22725
E	0.04136	0.103285	0.20657	0.103285	0	0.4545
N	0.02068	0.051643	0.103285	0.051643	0	0.22725
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Και η χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων είναι

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο όνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.817977	3.817977	2.558045	0.25	217.3249635	217
Bf1 - Bf2	4.022499	4.022499	2.695074	0.25	206.6716746	206
Bf2 - Bf3	3.435062	3.435062	2.301492	0.25	240.539056	240
Bf3 - KBf2	3.424519	3.424519	2.294428	0.25	241.2486002	241
KBf2 - Bf4	3.733021	3.733021	2.501124	0.25	222.0801643	222
Bf4 - KBf3	3.880647	3.880647	2.600034	0.25	213.9456705	213
KBf3 - Bf5	3.34395	3.34395	2.240446	0.25	246.8121824	246
Bf5 - YBf1	2.852316	2.852316	1.911052	0.25	287.2320828	287
YBf1 - Bf6	2.971418	2.971418	1.99085	0.25	276.27132	276
Bf6 - YBf2	3.664941	3.664941	2.455511	0.25	226.0436079	226
YBf2 - Bf7	2.923705	2.923705	1.958883	0.25	280.5602207	280
Bf7 - KBf4	3.067432	3.067432	2.055179	0.25	268.0260933	268

Πίνακας 19B

Και το αντίστοιχο ιστόγραμμα



Ιστόγραμμα 7B

Περίπτωση Στ3' (45.45/45.45/0/0/9.1)

Οι συρμοί συμμετέχουν στην περίπτωση αυτή με τα εξής ποσοστά : 45.45% συρμοί I.C. ,45.45% συρμοί E και 9.1% συρμοί I.C.E. .Ο πίνακας των ακολουθιών προκύπτων από τα ως άνω ποσοστά παίρνει τη μορφή του πίνακα 20B

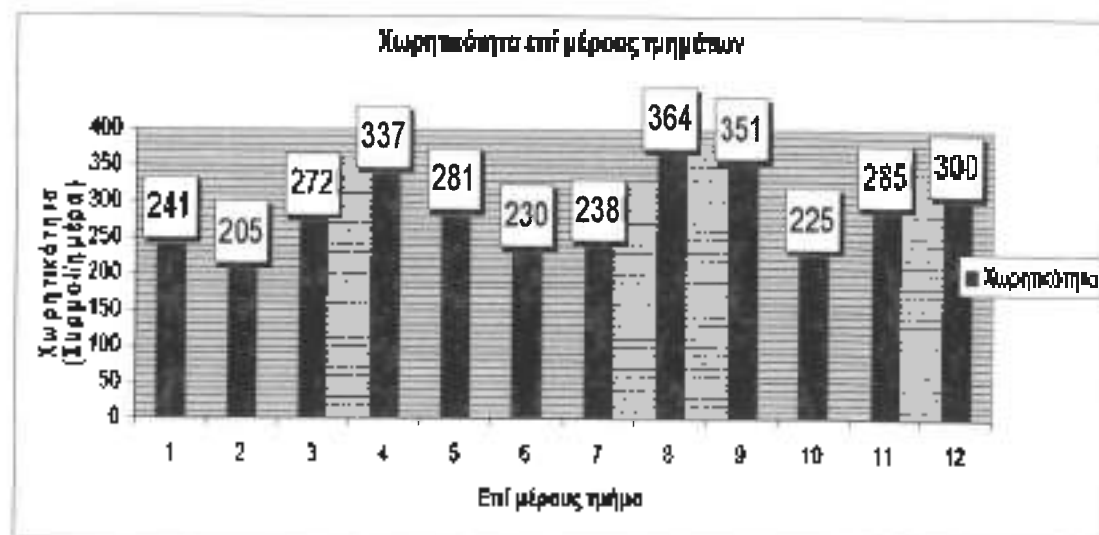
	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.04136	0.04136	0	0	0.091
IC	0.04136	0.20657	0.20657	0	0	0.4545
E	0.04136	0.20657	0.20657	0	0	0.4545
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Και η χωρητικότητα υπολογίζεται εκ νέου με τη χρήση του προγράμματος Excel

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Τζυ	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.415867	3.415867	2.288631	0.25	241.8339596	241
Bf1 - Bf2	4.044018	4.044018	2.709492	0.25	205.6111699	205
Bf2 - Bf3	3.019948	3.019948	2.023365	0.25	272.0413399	272
Bf3 - KBf2	2.40351	2.40351	1.610351	0.25	337.7220708	337
KBf2 - Bf4	2.908441	2.908441	1.948655	0.25	281.9606066	281
Bf4 - KBf3	3.590273	3.590273	2.405483	0.25	230.5565746	230
KBf3 - Bf5	3.464504	3.464504	2.321217	0.25	238.5796204	238
Bf5 - YBf1	2.218265	2.218265	1.486237	0.25	364.141954	364
YBf1 - Bf6	2.304288	2.304288	1.543873	0.25	351.3771576	351
Bf6 - YBf2	3.670406	3.670406	2.459172	0.25	225.7202783	225
YBf2 - Bf7	2.867018	2.867018	1.920902	0.25	285.8322609	285
Bf7 - KBf4	2.717415	2.717415	1.820668	0.25	300.746704	300

Πίνακας 21B

Και το αντίστοιχο ιστόγραμμα ακολουθεί παρακάτω



Ιστόγραμμα 8B

Περίπτωση Στ4' (0/90.9/0/0/9.1)

Η αναλογία συρμών στην περίπτωση αυτή είναι 9.1% συρμοί I.C.E. και 90.9% συρμοί E.

Ο πίνακας των ακολουθών 22B διαμορφώνεται ως εξής:

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0	0.082719	0	0	0.091
IC	0	0	0	0	0	0
E	0.082719	0	0.826281	0	0	0.909
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

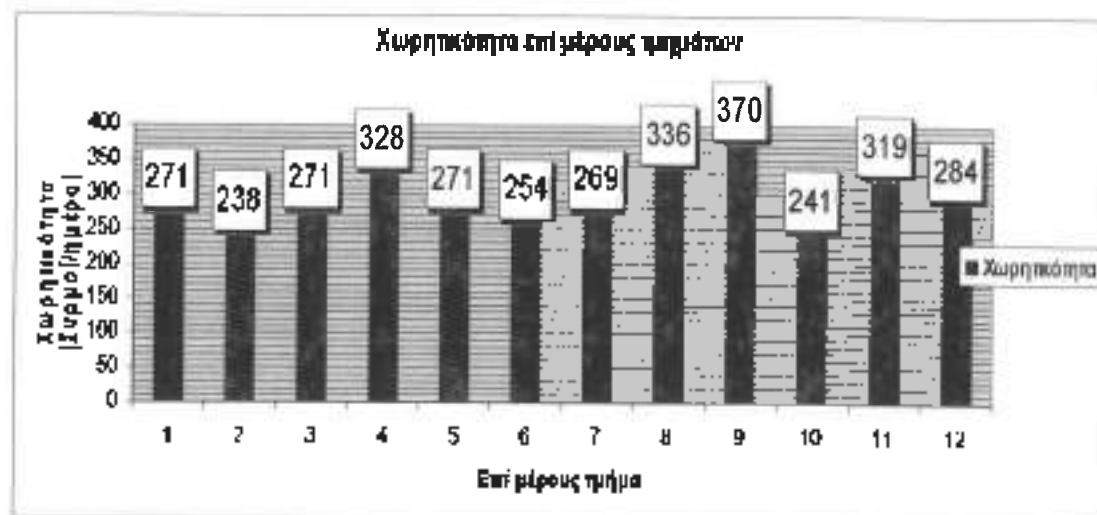
Πίνακας 22B

Και η χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων είναι

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.02517	3.02517	2.026864	0.25	271.5938707	271
Bf1 - Bf2	3.45935	3.45935	2.317764	0.25	238.9203324	238
Bf2 - Bf3	3.022593	3.022593	2.025137	0.25	271.8145006	271
Bf3 - KBf2	2.475448	2.475448	1.65855	0.25	328.4673037	328
KBf2 - Bf4	3.022593	3.022593	2.025137	0.25	271.8145006	271
Bf4 - KBf3	3.240971	3.240971	2.171451	0.25	254.3081326	254
KBf3 - Bf5	3.052372	3.052372	2.045089	0.25	269.2866627	269
Bf5 - YBf1	2.409182	2.409182	1.614152	0.25	336.9734574	336
YBf1 - Bf6	2.177932	2.177932	1.459215	0.25	370.4516664	370
Bf6 - YBf2	3.42608	3.42608	2.295474	0.25	241.1432696	241
YBf2 - Bf7	2.549895	2.549895	1.70843	0.25	319.409118	319
Bf7 - KBf4	2.878662	2.878662	1.928704	0.25	284.7332137	284

Πίνακας 23B

και παραρτήματα



Ιστόγραμμα 9B

Περίπτωση ΣΤ5' (90.9/0/0/0/9.1)

Στην περίπτωση αυτή τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε συρμού είναι :
 90.9% συρμοί I.C. και 9.1% συρμοί I.C.E. Αρχικά σχηματίζουμε τον πίνακα των ακολουθιών 24B

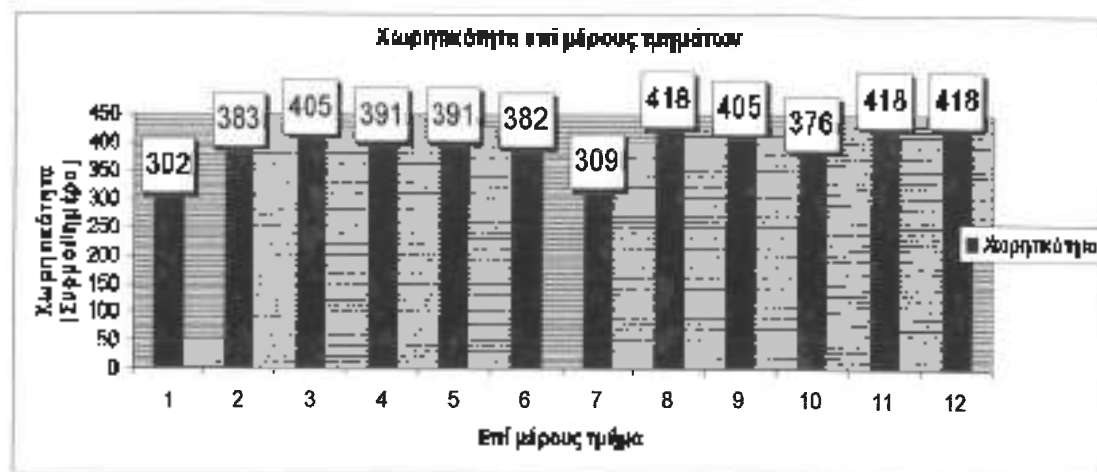
	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.008281	0.082719	0	0	0	0.091
IC	0.082719	0.826281	0	0	0	0.909
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
1						

και στη συνέχεια υπολογίζουμε τη χωρητικότητα των επί μέρους τμημάτων

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	2.699348	2.699348	1.808563	0.25	302.6537971	302
Bf1 - Bf2	2.100267	2.100267	1.407179	0.25	383.2390109	383
Bf2 - Bf3	1.976189	1.976189	1.324046	0.25	405.6069304	405
Bf3 - KBf2	2.050636	2.050636	1.373926	0.25	391.8834565	391
KBf2 - Bf4	2.050636	2.050636	1.373926	0.25	391.8834565	391
Bf4 - KBf3	2.10523	2.10523	1.410504	0.25	382.3954956	382
KBf3 - Bf5	2.637214	2.637214	1.766933	0.25	309.4015123	309
Bf5 - YBf1	1.911668	1.911668	1.280818	0.25	418.3024245	418
YBf1 - Bf6	1.976189	1.976189	1.324046	0.25	405.6069304	405
Bf6 - YBf2	2.138227	2.138227	1.432612	0.25	376.8805531	376
YBf2 - Bf7	1.911668	1.911668	1.280818	0.25	418.3024245	418
Bf7 - KBf4	1.911668	1.911668	1.280818	0.25	418.3024245	418

Πίνακας 25B

και με παραστατικό τρόπο



Ιστόγραμμα 108

3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

3.3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΝΕΟΥ ΔΕΙΚΤΗ

Στην παράγραφο αυτή και για πρακτικούς λόγους γεννιέται η ανάγκη δημιουργίας ενός νέου δείκτη που θα εκφράζει τη μεταβολή της μέγιστης θεωρητικής χωρητικότητας ενός επί μέρους τμήματος από την προσθήκη υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων (I.C.E.).

Σύμβολο : $MX_{a\%}^V$ (Μεταβολή Χωρητικότητας)

Ορισμός : Το μέγεθος $MX_{a\%}^V$ εκφράζει τη μεταβολή (θετική ή αρνητική) στη μέγιστη θεωρητική χωρητικότητα (υπολογισμένη με τη μέθοδο που προτείνει η U.I.C.) τμήματος συμβατικού δικτύου από την προσθήκη $a\%$ επί του συνόλου των αρχικών συρμών, υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων (I.C.E.) λειτουργικής ταχύτητας V Km/h.

Τιμές : Το μέγεθος $MX_{a\%}$ μπορεί να λάβει τόσο θετικές όσο και αρνητικές τιμές. Όταν λαμβάνει θετικές τιμές νοείται αύξηση της χωρητικότητας και όταν αρνητικές μείωση της τελευταίας.

Μαθηματική έκφραση :

$$MX_{a\%}^V = \frac{X_{iel} - X_{arx}}{X_{arx}} * 100 \text{ [\%]} \quad (1B)$$

Παρατηρήσεις:

- Σε περίπτωση κατά την οποία το τμήμα αναφοράς είναι ελεύθερη γραμμή αποτελούμενη από πολλά επί μέρους τμήματα, τότε ο δείκτης θα συμβολίζεται με $MX_{a\%}^V$.
- Σε περίπτωση που είναι επί μέρους τμήμα με $MX_{a\%}^V$.

Για μια ελεύθερη γραμμή, λοιπόν, αναζητείται η μέση τιμή της μεταβολής της χωρητικότητας από την προσθήκη συρμών υψηλής ταχύτητας ενώ σε επί μέρους τμήματα υπερχρόνιστοι το μήκος των και οι αντιστάσεις αυτών μεταβαίνοντας κατ' αὐτὸν τὸν τρόπο ἀπὸ τὴ μέση στὴν πραγματικὴ τιμή.

Δεδομένα :

1. Οι ταχύτητες των αρχικών συρμών δε μεταβάλλονται μετὰ τὴν ἀναβάθμιση τοῦ δικτύου ὥστε νὰ εἶναι ἰκανὸ νὰ δεχθεῖ τοὺς ὑπερταχείς συρμούς.
2. Οἱ ὑπερταχείς συρμοὶ δὲν πραγματοποιοῦν ἐνδιάμεσες στάσεις
3. Οἱ ἐμπορικὸι διερχόμενοι συρμοὶ δὲ μειώνουν τὴν ταχύτητά τοὺς κατὰ τὴ διάρκεια τῆς ὑπέρβασής των.

3.3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ $MX_{10\%}^{200}$

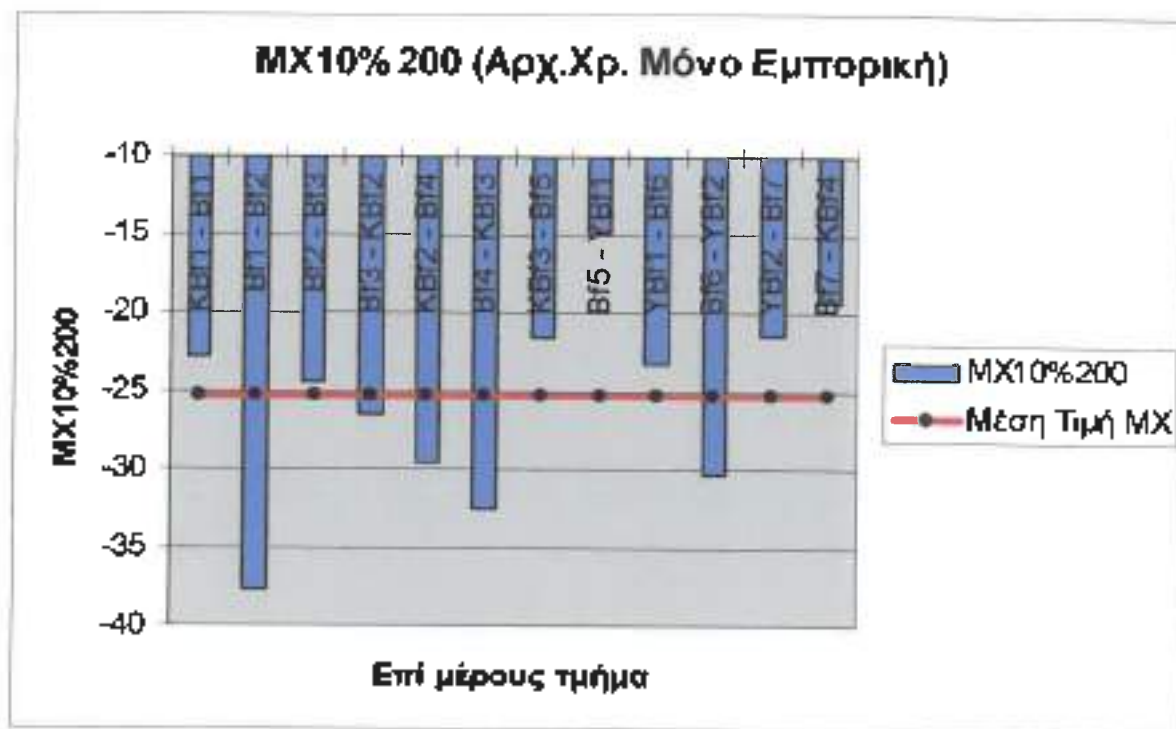
1. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο Εμπορική

Επί μέρους τμήμα	Μήκος (Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	%
KBf1 - Bf1	50	10.26	202	156	-0.2277227	-22.8
Bf1 - Bf2	60	15.38	218	138	-0.3761467	-37.6
Bf2 - Bf3	40	10.44	242	183	-0.2438016	-24.4
Bf3 - KBf2	50	0.33	292	215	-0.2636988	-26.4
KBf2 - Bf4	50	10.37	257	181	-0.2957198	-29.6
Bf4 - KBf3	50	15.33	212	143	-0.3254717	-32.5
KBf3 - Bf5	30	20.33	185	145	-0.2162162	-21.6
Bf5 - YBf1	30	0.3	282	240	-0.1489361	-14.9
YBf1 - Bf6	40	5.4	313	240	-0.2332268	-23.3
Bf6 - YBf2	40	20.38	198	136	-0.3030303	-30.3
YBf2 - Bf7	30	15.29	229	180	-0.2139738	-21.4
Bf7 - KBf4	30	10.29	273	220	-0.1941391	-19.4

Πίνακας 26B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο Εμπορική

Και



Ιστόγραμμα 11B

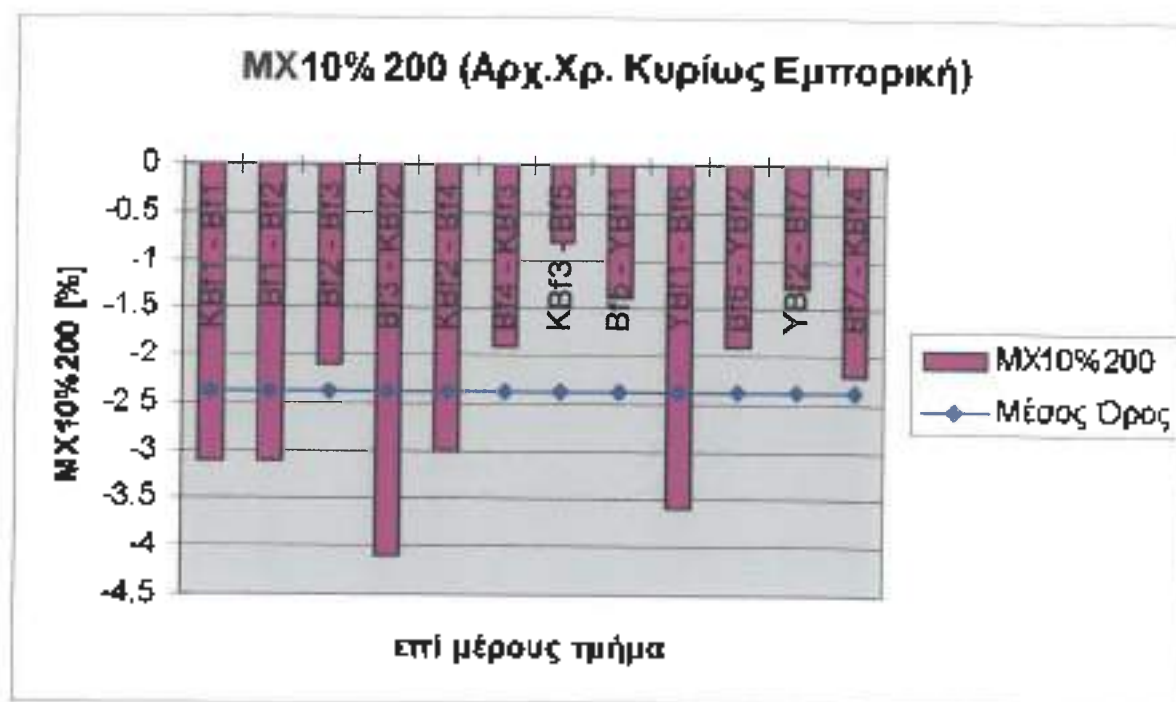
2. Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως Εμπορική

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	131	127	-0.03053435	-3.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	98	93	-0.03125	-3.1
Bf2 - Bf3	40	10.44	146	143	-0.02054795	-2.1
Bf3 - KBf2	50	0.33	171	164	-0.04093567	-4.1
KBf2 - Bf4	50	10.37	135	131	-0.02962963	-3
Bf4 - KBf3	50	15.33	104	102	-0.01923077	-1.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	121	120	-0.00826446	-0.8
Bf5 - YBf1	30	0.3	212	209	-0.01415094	-1.4
YBf1 - Bf6	40	5.4	199	189	-0.03571429	-3.6
Bf6 - YBf2	40	20.38	104	102	-0.01923077	-1.9
YBf2 - Bf7	30	15.29	150	148	-0.01333333	-1.3
Bf7 - KBf4	30	10.29	184	180	-0.02173913	-2.2

Πίνακας 27B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως Εμπορική

Και



Ιστογράμμο 12B

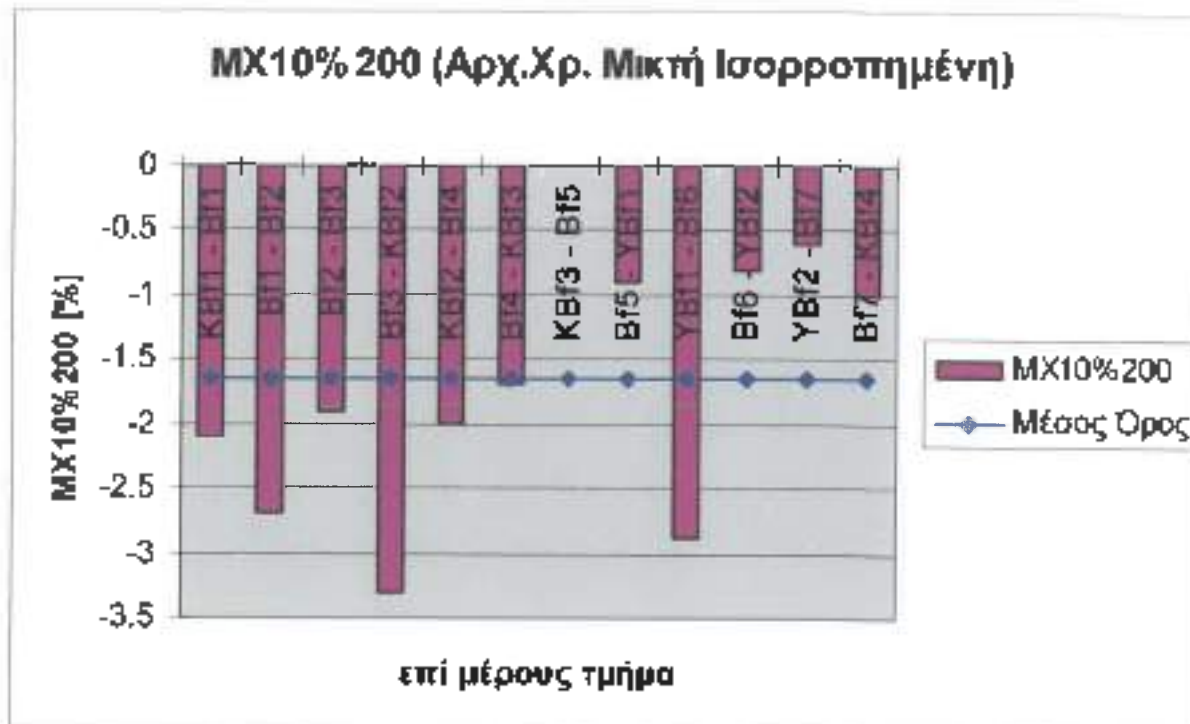
3. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μικτή (απόλυτα ισορροπημένη)

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KB11 - Bf1	50	10.26	145	142	-0.02068966	-2.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	110	107	-0.02727273	-2.7
Bf2 - Bf3	40	10.44	161	156	-0.01863354	-1.9
Bf3 - KBf2	50	0.33	182	176	-0.03293703	-3.3
KBf2 - Bf4	50	10.37	147	144	-0.02040816	-2
Bf4 - KBf3	50	15.33	118	116	-0.01694915	-1.7
KBf3 - Bf5	30	20.33	138	138	0	0
Bf5 - YBf1	30	0.3	225	223	-0.00888889	-0.9
YBf1 - Bf6	40	5.4	208	202	-0.02834615	-2.9
Bf6 - YBf2	40	20.38	120	119	-0.00833333	-0.8
YBf2 - Bf7	30	15.29	170	169	-0.00588235	-0.6
Bf7 - KBf4	30	10.29	196	196	-0.01010101	-1

Πίνακας 28B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μικτή (απόλυτα ισορροπημένη)

Και



Ιστόγραμμα 13B

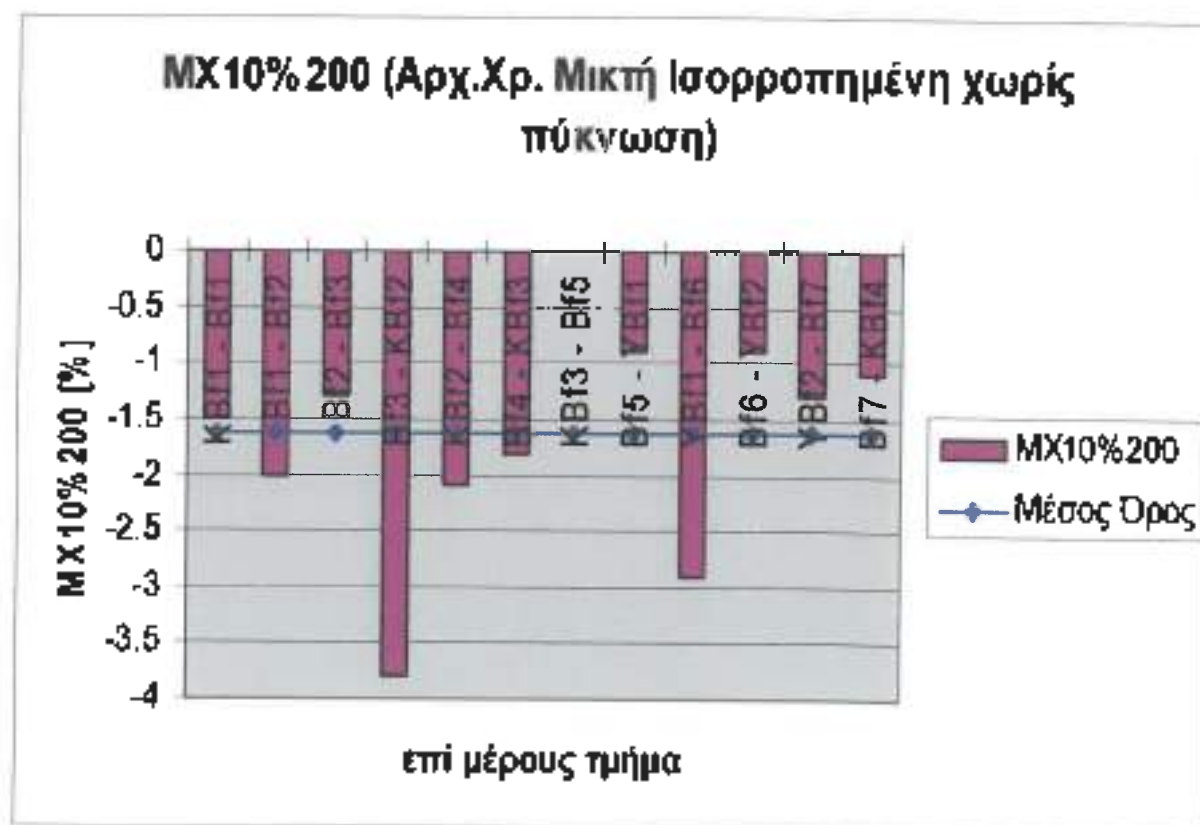
4. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μικτή (χωρίς πύκνωση)

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	134	132	-0.01492537	-1.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	98	96	-0.02040816	-2
Bf2 - Bf3	40	10.44	150	148	-0.01333333	-1.3
Bf3 - KBf2	50	0.33	184	177	-0.03804348	-3.8
KBf2 - Bf4	50	10.37	143	140	-0.02097802	-2.1
Bf4 - KBf3	50	15.33	109	107	-0.01834862	-1.8
KBf3 - Bf5	30	20.33	123	123	0	0
Bf5 - YBf1	30	0.3	224	222	-0.00892857	-0.9
YBf1 - Bf6	40	5.4	207	201	-0.02898551	-2.9
Bf6 - YBf2	40	20.38	107	106	-0.00834579	-0.9
YBf2 - Bf7	30	15.29	156	154	-0.01282051	-1.3
Bf7 - KBf4	30	10.29	188	187	-0.01058201	-1.1

Πίνακας 29B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μικτή (χωρίς πύκνωση)

Και



Ιστόγραμμα 14B

5. Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως επιβατική

Επί μέρους τμήμα	Μήκος (Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	177	171	-0.03388831	-3.4
Bf1 - Bf2	60	15.38	150	143	-0.04668887	-4.7
Bf2 - Bf3	40	10.44	198	193	-0.02525253	-2.5
Bf3 - KBf2	50	0.33	208	201	-0.03365385	-3.4
KBf2 - Bf4	50	10.37	179	174	-0.02793296	-2.8
Bf4 - KBf3	50	15.33	157	152	-0.03184713	-3.2
KBf3 - Bf5	30	20.33	182	180	-0.01098901	-1.1
Bf5 - YBf1	30	0.3	254	250	-0.01574803	-1.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	238	230	-0.03361345	-3.4
Bf6 - YBf2	40	20.38	164	159	-0.0304878	-3
YBf2 - Bf7	30	15.29	217	213	-0.01843318	-1.8
Bf7 - KBf4	30	10.29	233	229	-0.01716738	-1.7

Πίνακας 30B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως επιβατική

Και



Ιστόγραμμα 15B

6. Αρχική Χρήση Δικτύου : Πλήρως Ισορροπημένη-αμιγώς επιβατική

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ ΤΕΛ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	224	210	-0.0625	-6.3
Bf1 - Bf2	60	15.38	225	203	-0.097777778	-9.8
Bf2 - Bf3	40	10.44	253	239	-0.05533597	-5.5
Bf3 - KBf2	50	0.33	244	231	-0.05327889	-5.3
KBf2 - Bf4	50	10.37	227	214	-0.05726872	-5.7
Bf4 - KBf3	50	15.33	226	208	-0.07964802	-8
KBf3 - Bf5	30	20.33	256	244	-0.046875	-4.7
Bf5 - YBf1	30	0.3	289	281	-0.02768166	-2.8
YBf1 - Bf6	40	5.4	276	263	-0.05395683	-5.4
Bf6 - YBf2	40	20.38	246	226	-0.08130081	-8.1
YBf2 - Bf7	30	15.29	293	277	-0.05460751	-5.5
Bf7 - KBf4	30	10.29	279	269	-0.03584229	-3.6

Πίνακας 31B

$MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Πλήρως Ισορροπημένη-αμιγώς επιβατική

Και



Ιστόγραμμα 16B

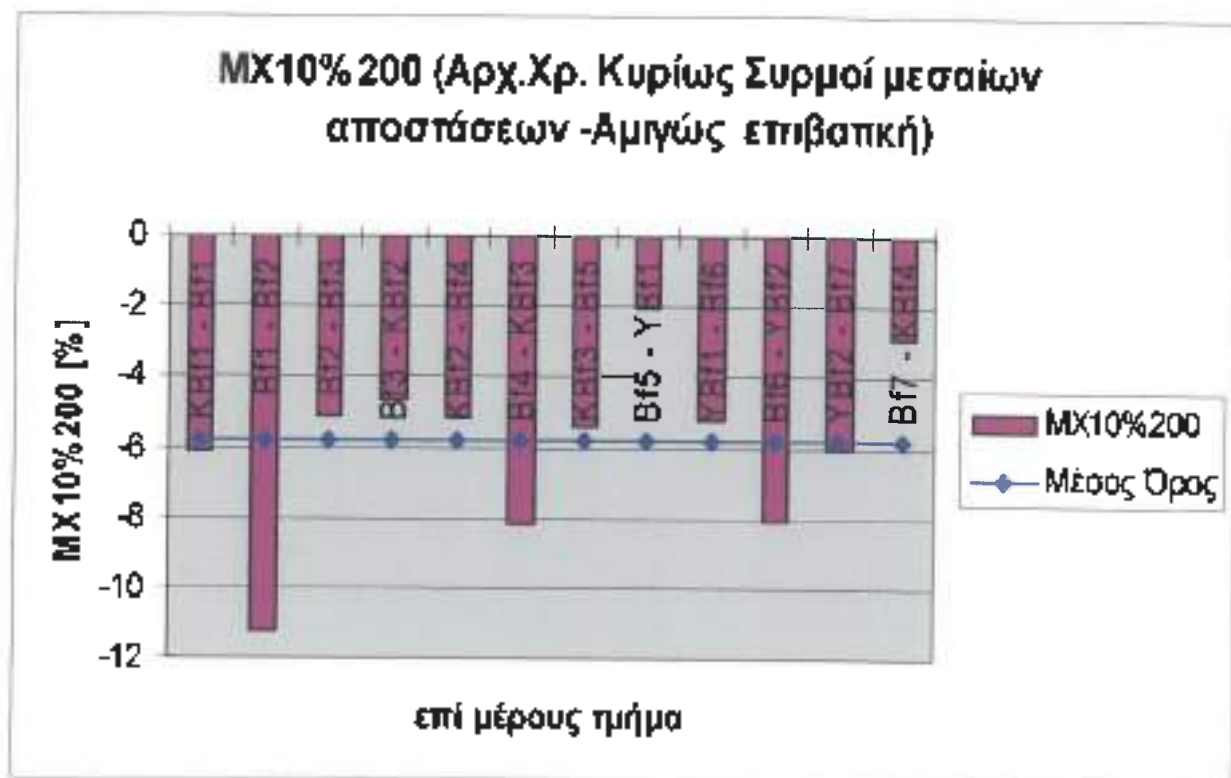
7. Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως συρμοί μεσαίων αποστάσεων-αμιγώς επιβατική

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αποστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	231	217	-0.060606061	-6.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	232	206	-0.112068966	-11.2
Bf2 - Bf3	40	10.44	253	240	-0.051383399	-5.1
Bf3 - KBf2	50	0.33	253	241	-0.04743083	-4.7
KBf2 - Bf4	50	10.37	234	222	-0.051282051	-5.1
Bf4 - KBf3	50	15.33	232	213	-0.081898552	-8.2
KBf3 - Bf5	30	20.33	260	246	-0.053846154	-5.4
Bf5 - YBf1	30	0.3	293	287	-0.020477818	-2
YBf1 - Bf6	40	5.4	291	276	-0.051546392	-5.2
Bf6 - YBf2	40	20.38	246	226	-0.081300813	-8.1
YBf2 - Bf7	30	15.29	298	280	-0.060402685	-6
Bf7 - KBf4	30	10.29	276	268	-0.028985507	-2.9

Πίνακας 32B

$MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Κυρίως συρμοί μεσαίων αποστάσεων-αμιγώς επιβατική

Και



Ιστόγραμμα 17B

8. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεγάλων και μεσαίων αποστάσεων

Επί μέρους τμήμα	Μήκος (Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	255	241	-0.054901961	-5.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	219	205	-0.063926941	-6.4
Bf2 - Bf3	40	10.44	284	272	-0.042253521	-4.2
Bf3 - KBf2	50	0.33	371	337	-0.091644205	-9.2
KBf2 - Bf4	50	10.37	302	281	-0.069536424	-7
Bf4 - KBf3	50	15.33	245	230	-0.06122449	-6.1
KBf3 - Bf5	30	20.33	242	236	-0.016526925	-1.7
Bf5 - YBf1	30	0.3	379	384	-0.039577836	-4
YBf1 - Bf6	40	5.4	379	351	-0.073878628	-7.4
Bf6 - YBf2	40	20.38	237	225	-0.050632911	-5.1
YBf2 - Bf7	30	15.29	295	285	-0.033898305	-3.4
Bf7 - KBf4	30	10.29	309	300	-0.029126214	-2.9

Πίνακας 33B

$MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεγάλων και μεσαίων αποστάσεων

Και



Ιστόγραμμα 18B

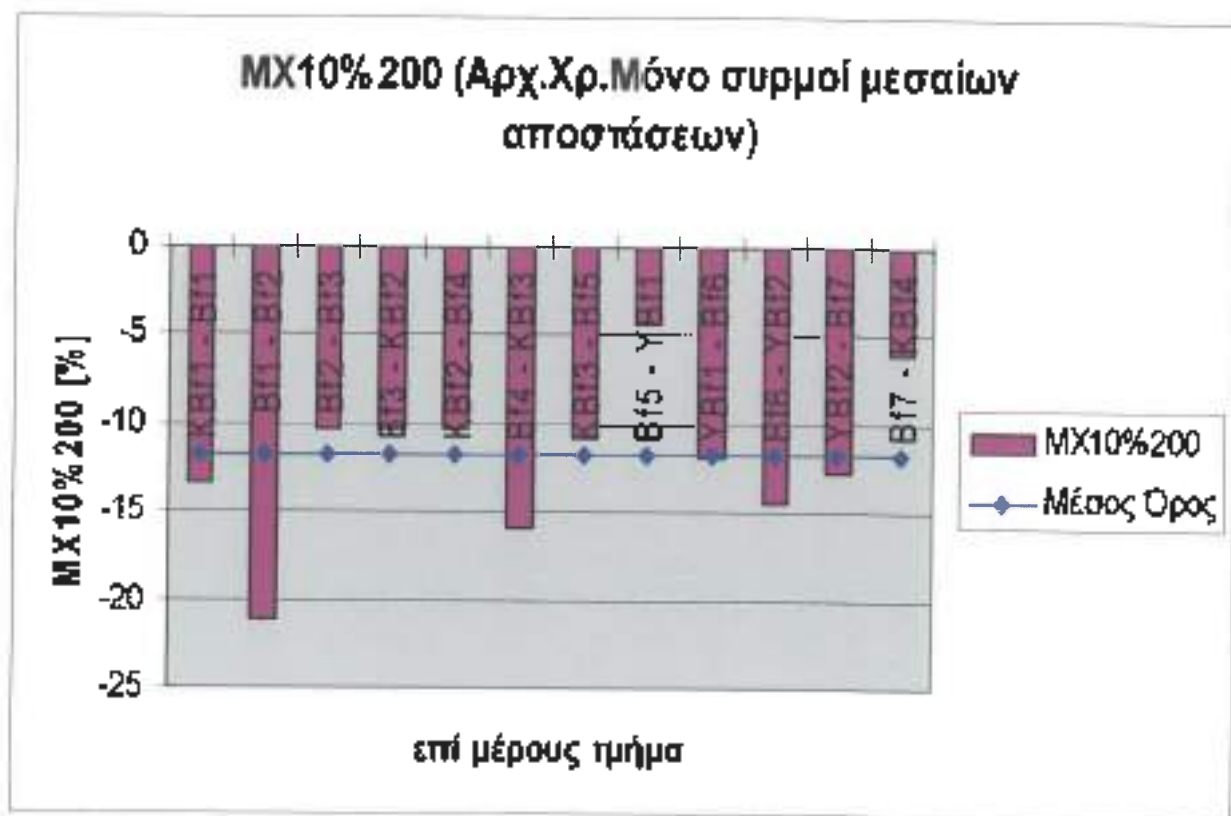
9. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Επί μέρους τμήμα	Μήκος (Κm)	Αντιστάσεις (Ω 1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	319	271	-0.134185304	-13.4
Bf1 - Bf2	60	15.38	302	238	-0.21192053	-21.2
Bf2 - Bf3	40	10.44	302	271	-0.102649007	-10.3
Bf3 - KBf2	50	0.33	386	328	-0.103825137	-10.4
KBf2 - Bf4	50	10.37	302	271	-0.102649007	-10.3
Bf4 - KBf3	50	15.33	302	254	-0.158940397	-15.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	302	269	-0.109271523	-10.9
Bf5 - YBf1	30	0.3	351	336	-0.042735043	-4.3
YBf1 - Bf6	40	5.4	420	370	-0.119047619	-11.9
Bf6 - YBf2	40	20.38	282	241	-0.145390071	-14.5
YBf2 - Bf7	30	15.29	386	319	-0.128415301	-12.8
Bf7 - KBf4	30	10.29	302	284	-0.059602649	-6

Πίνακας 34B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Και



Ιστόγραμμα 19B

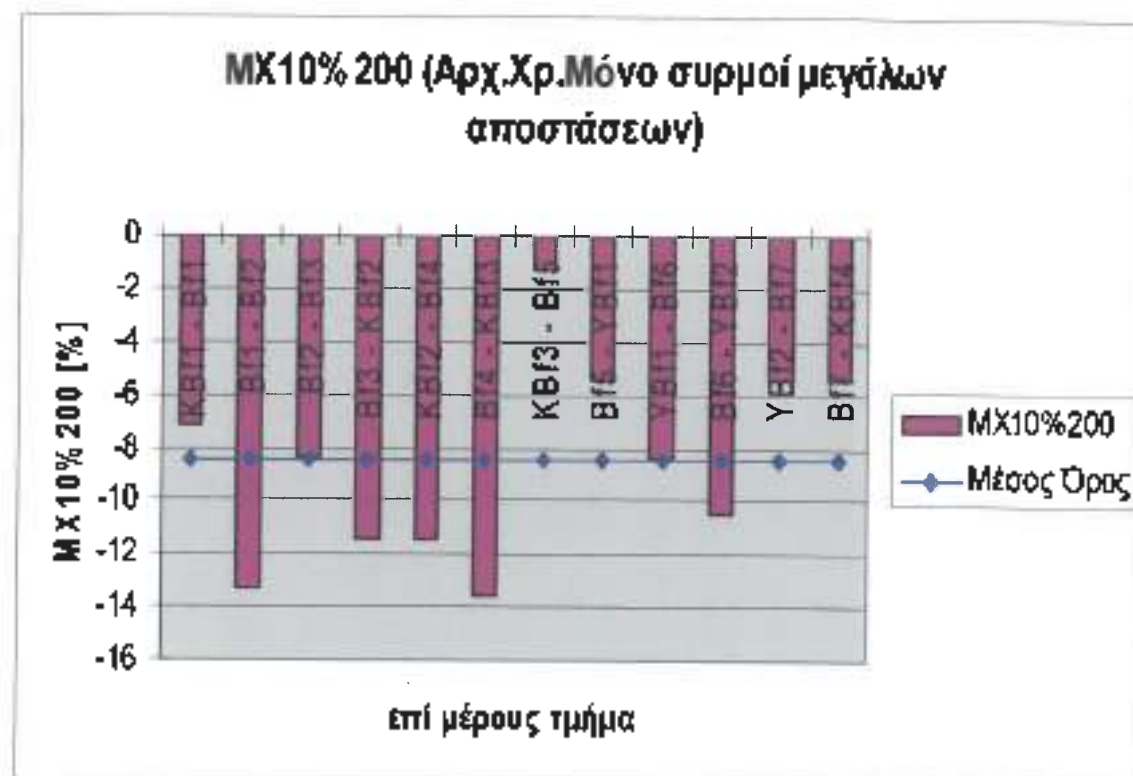
10. Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Επί μέρους τμήμα	Μήκος (Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{10\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	325	302	-0.070769231	-7.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	442	383	-0.133484163	-13.3
Bf2 - Bf3	40	10.44	442	405	-0.083710407	-8.4
Bf3 - KBf2	50	0.33	442	391	-0.115384615	-11.5
KBf2 - Bf4	50	10.37	442	391	-0.115384615	-11.5
Bf4 - KBf3	50	15.33	442	382	-0.135746606	-13.6
KBf3 - Bf5	30	20.33	313	309	-0.012779553	-1.3
Bf5 - YBf1	30	0.3	442	418	-0.054298643	-5.4
YBf1 - Bf6	40	5.4	442	405	-0.083710407	-8.4
Bf6 - YBf2	40	20.38	420	376	-0.104761905	-10.5
YBf2 - Bf7	30	15.29	442	418	-0.054298643	-5.4
Bf7 - KBf4	30	10.29	442	418	-0.054298643	-5.4

Πίνακας 35B

 $MX_{10\%}^{200}$ - Αρχική Χρήση Δικτύου : Μόνο συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Και



Ιστόγραμμα 20B

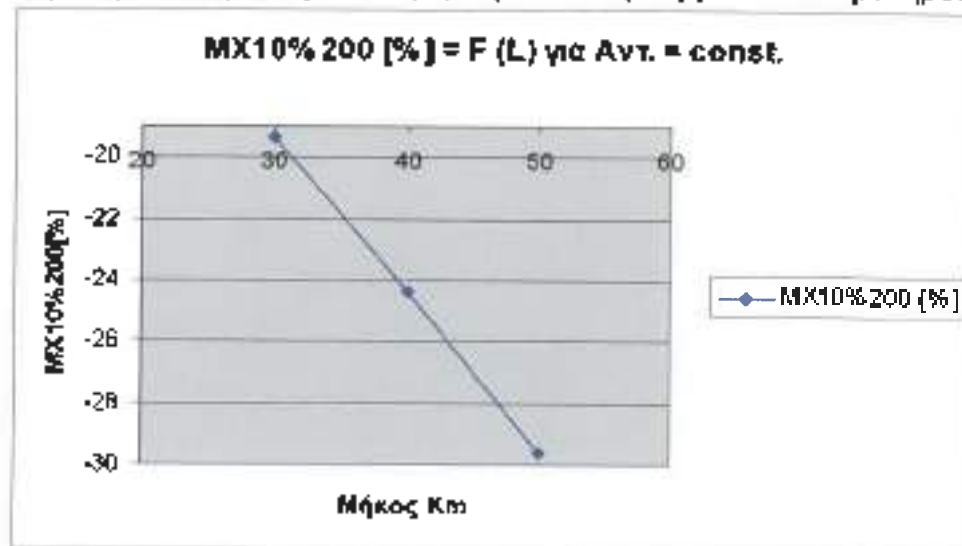
3.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικότερα συμπεράσματα για το δείκτη $MX_{10\%}^{200}$ θα εξαχθούν στο τέλος της εργασίας αυτής αλλά κάποια επί μέρους συμπεράσματα θα μπορούσαν και θα ήταν χρήσιμο να πραγματοποιηθούν σε αυτή τη φάση.

- ο Αρχικά μελετάται η επίδραση του μήκους ενός επί μέρους τμήματος και των αντιστάσεων αυτού στο δείκτη $MX_{10\%}^{200}$.

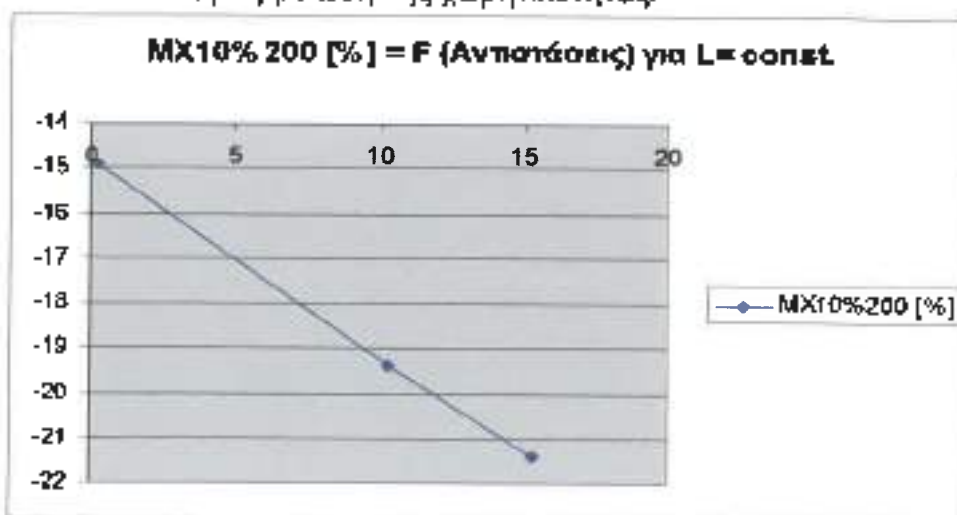
Περίπτωση Α - Μόνο εμπειρική αρχική χρήση

Στην περίπτωση αυτή κυκλοφορεί μια κλάση συρμών και παρατηρούμε ότι



Διάγραμμα 2B

- ο αύξηση του μήκους ενός επί μέρους τμήματος συνεπάγεται και αναλογική μείωση της χωρητικότητας.

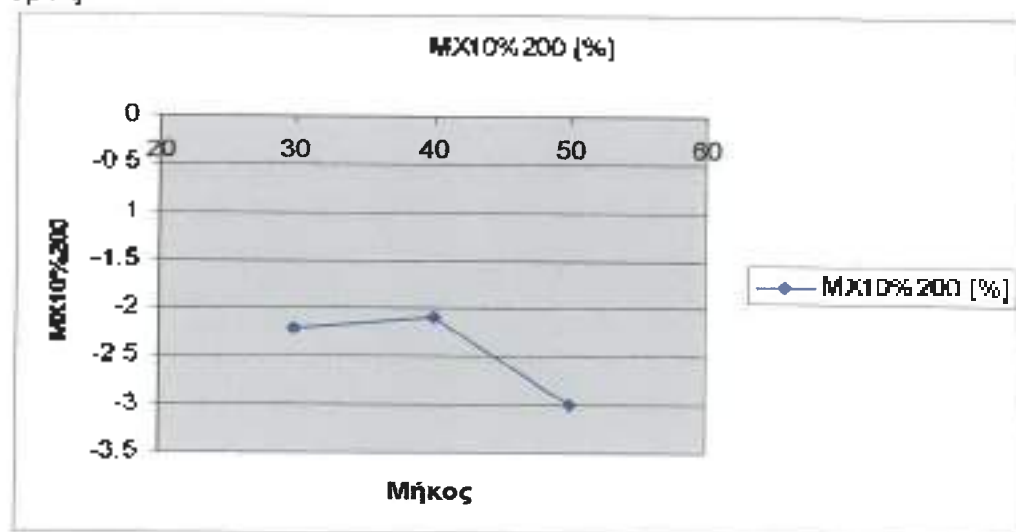


Διάγραμμα 3B

- ο αύξηση των αντιστάσεων σημαίνει και αναλογική μείωση της χωρητικότητας

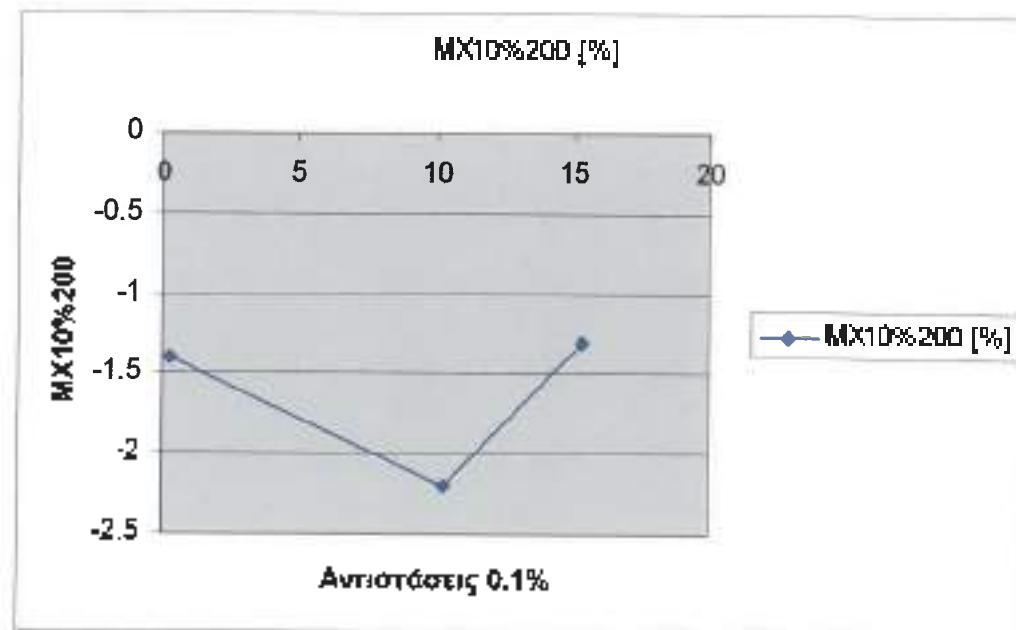
ο Περίπτωση Β – Κυρίως εμπορική ανοικτή χρήση

Στην περίπτωση αυτή κυκλοφορούν αρχικά 4 κλάσεις συρμών ,παρατηρούμε όμως



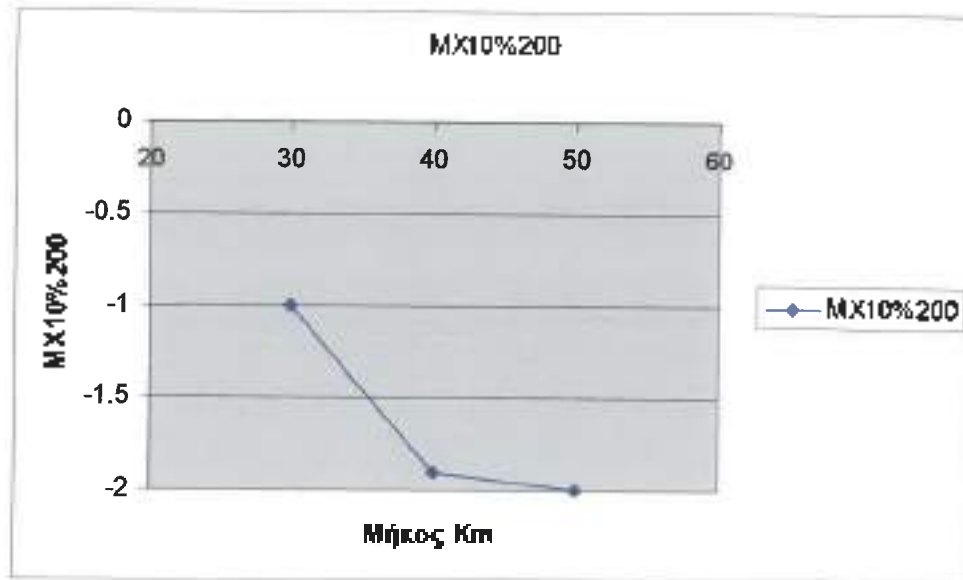
Διάγραμμα 4B

και



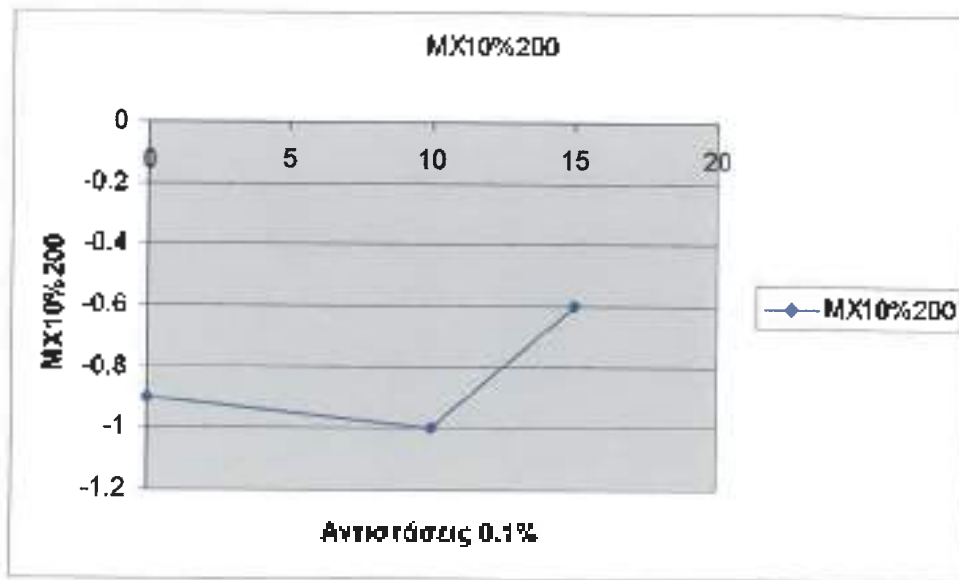
Διάγραμμα 5B

ότι συμπεράσματα ειδικότερα δε μπορούν να εξαχθούν ,καθώς το τμήμα από το οποίο λαμβάνουμε τιμή για αντιστάσεις 15%₀ είναι τμήμα στην αρχή του οποίου δεν σταθμεύει και δεν εκκινεί κανένας συρμός καθώς όλοι διέρχονται από το δεδομένο σταθμό υπέρβασης.Μη λαβάνοντας υπόψιν αυτή την τιμή παρατηρούμε και πάλι μείωση της χωρητικότητας με την αύξηση των αντιστάσεων αλλά και του μήκους ενός επί μέρους τμήματος.

Περίπτωση Γ – Μικτή ορυκλή χρήση

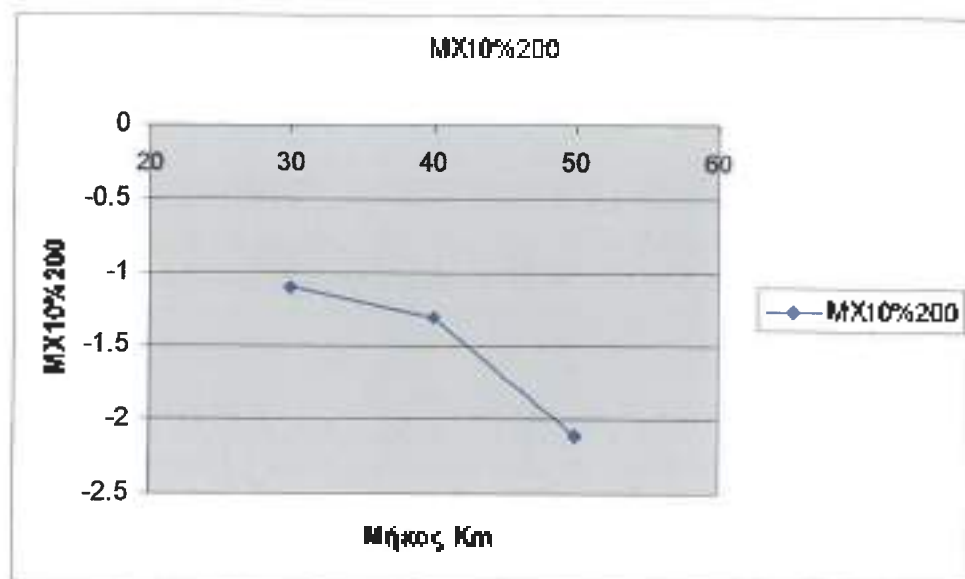
Διάγραμμα 6B

και



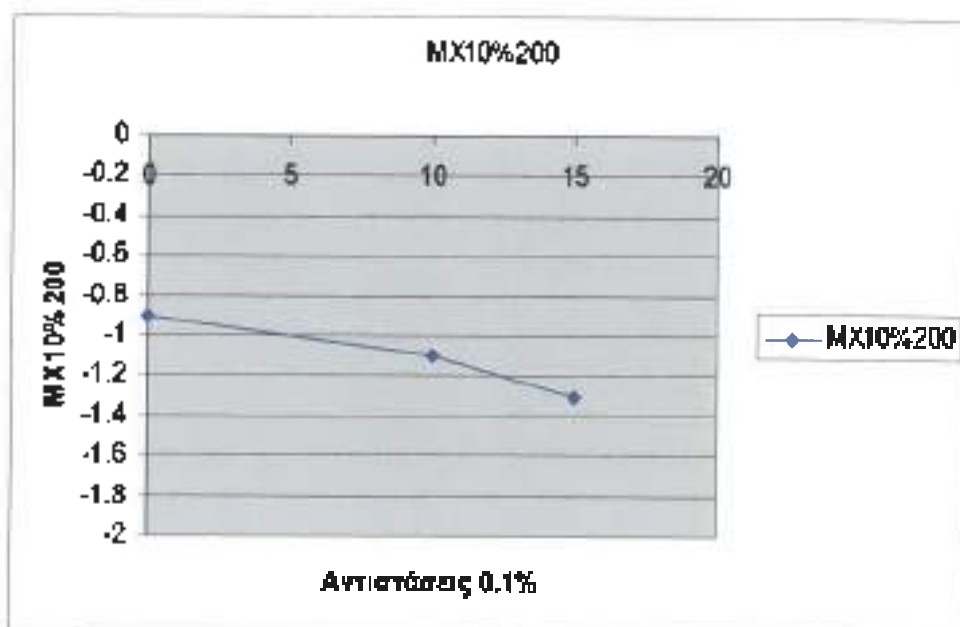
Διάγραμμα 7B

Ομοίως αφαιρώντας τις τιμές από τις όποιες ανωμαλίες προκύπτει το προηγούμενο συμπέρασμα.

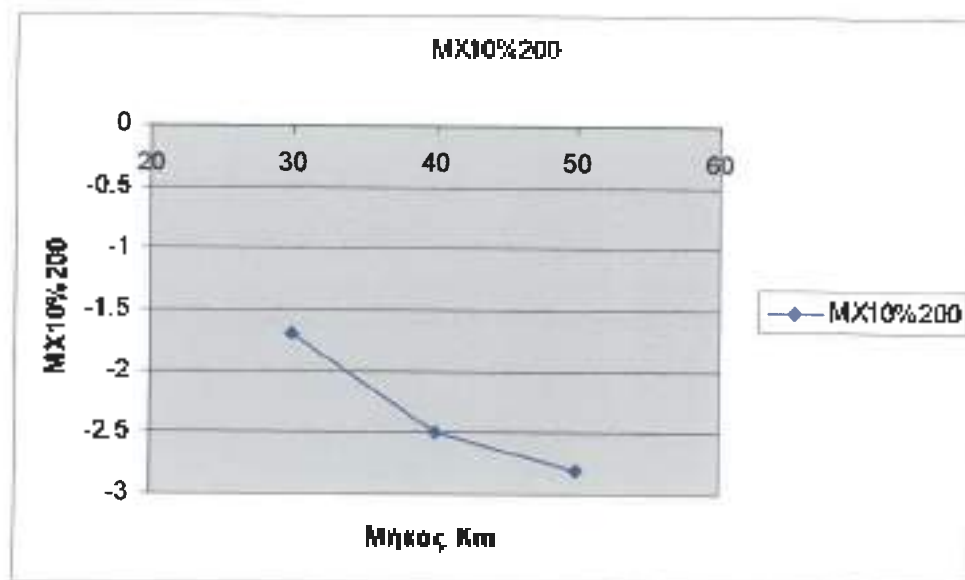
Περίπτωση Δ – Μικτή αρχική χρήση χωρίς προστακούς συρμούς

Διάγραμμα 8B

και

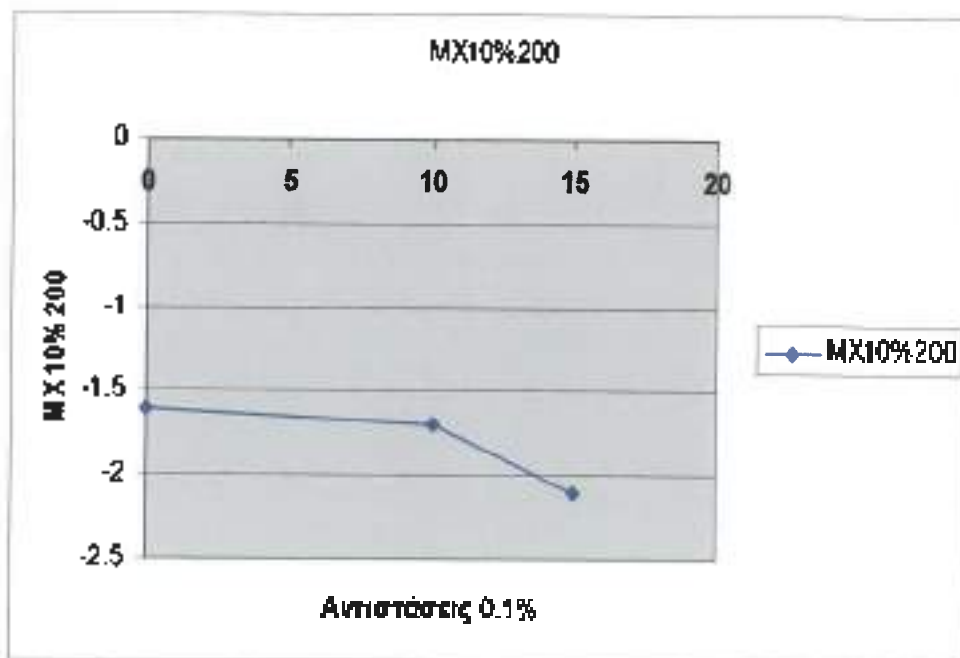


Διάγραμμα 9B

Περίπτωση Ε - Κυρίως επιβατική αρχική χρήση

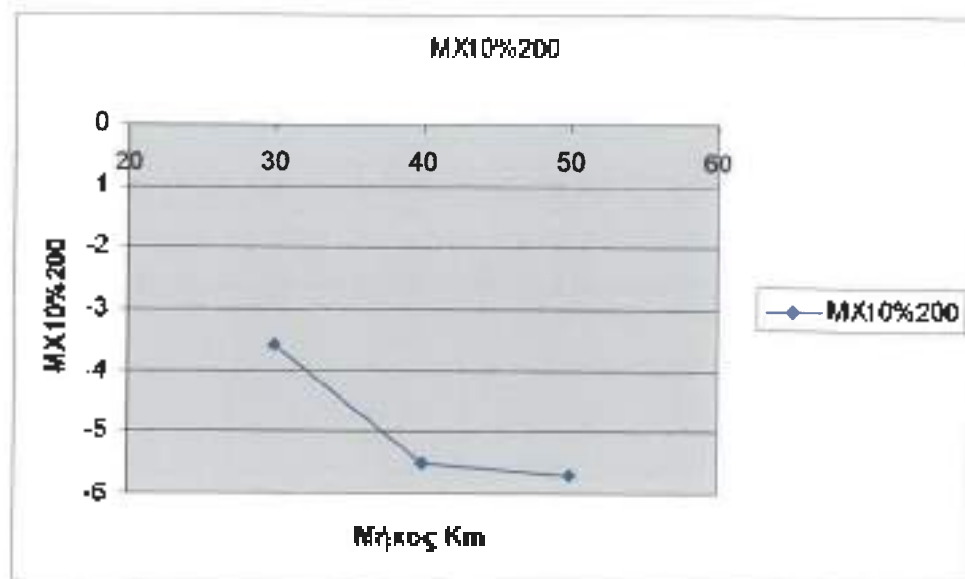
Διάγραμμα 10B

και



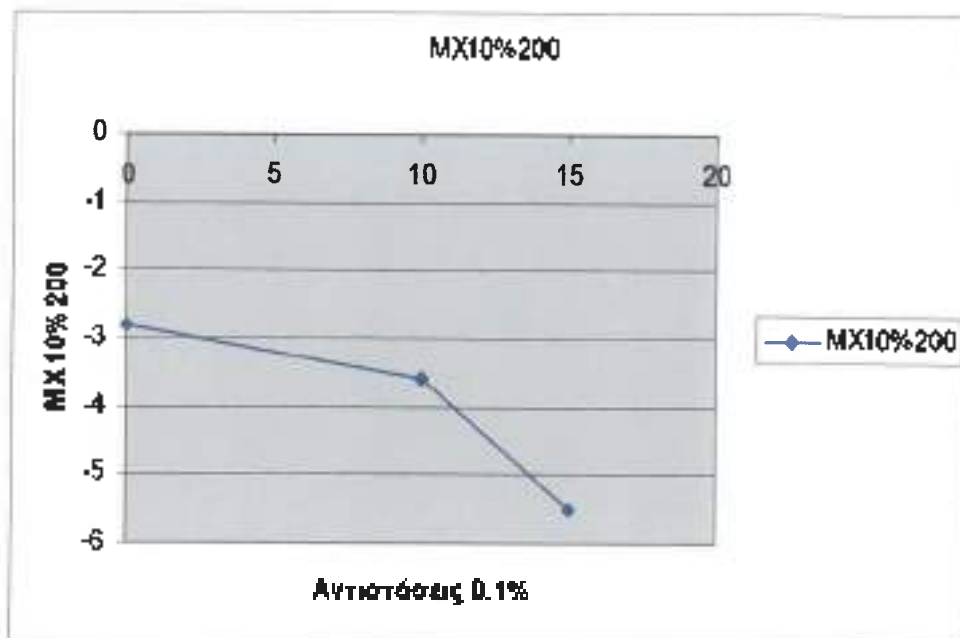
Διάγραμμα 11B

Περίπτωση ΣΤ – Μόνο επιβατική οδική χρήση (πλήρως ισορροπημένη)

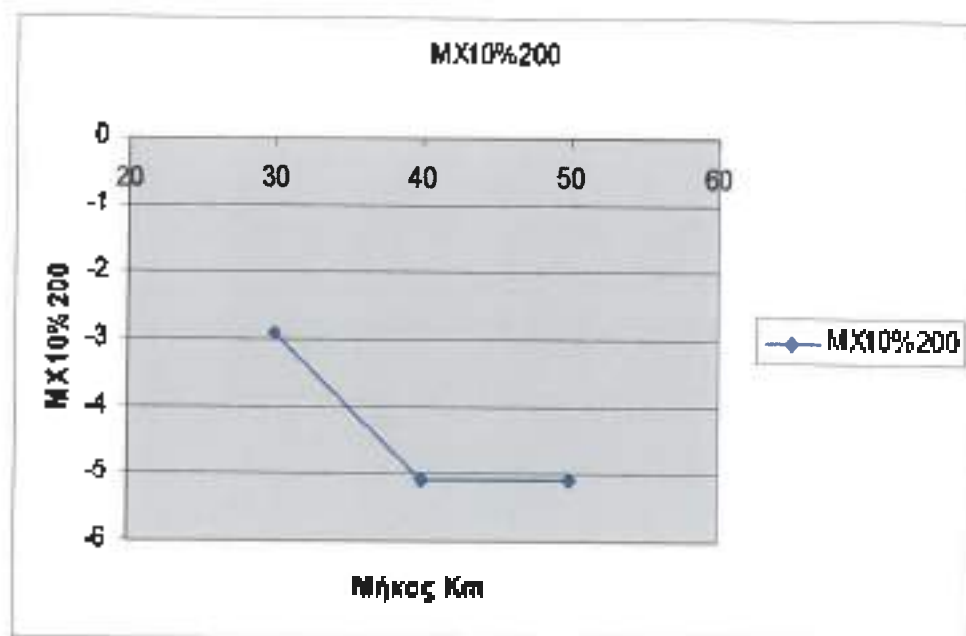


Διάγραμμα 12B

και

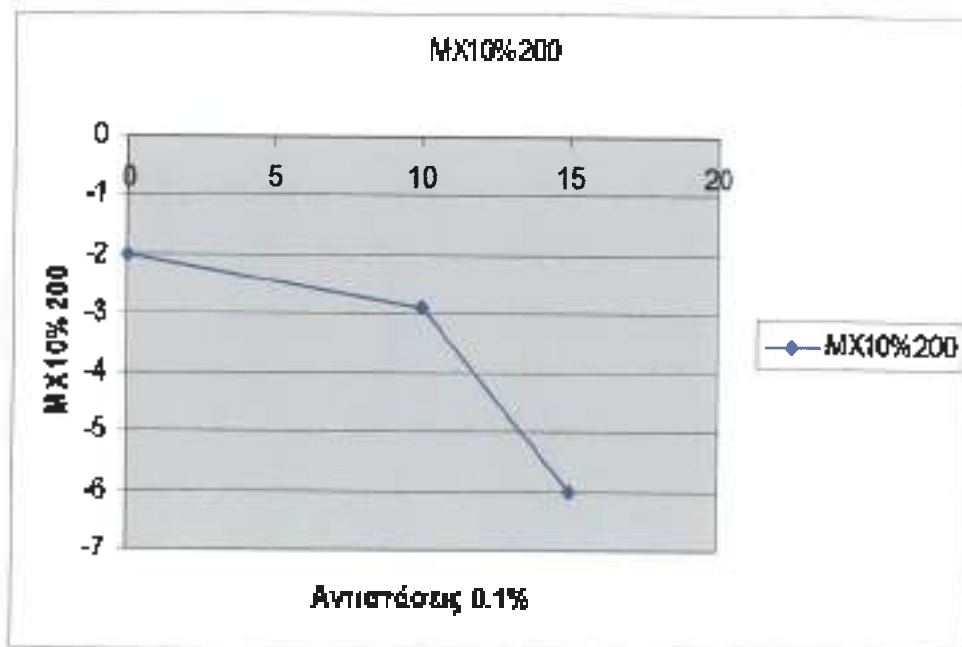


Διάγραμμα 13B

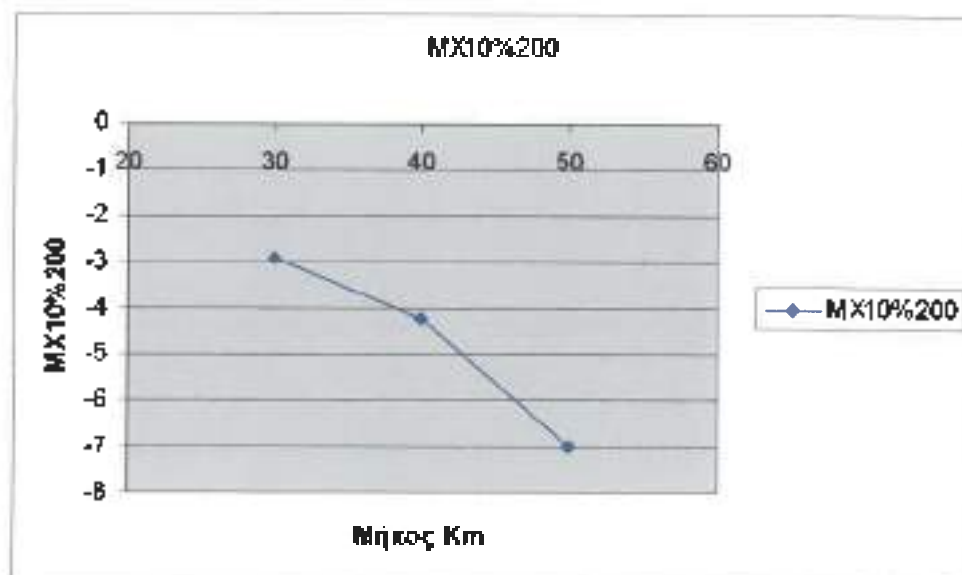
Περίπτωση Ζ – Κυρίως συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Διάγραμμα 14B

και

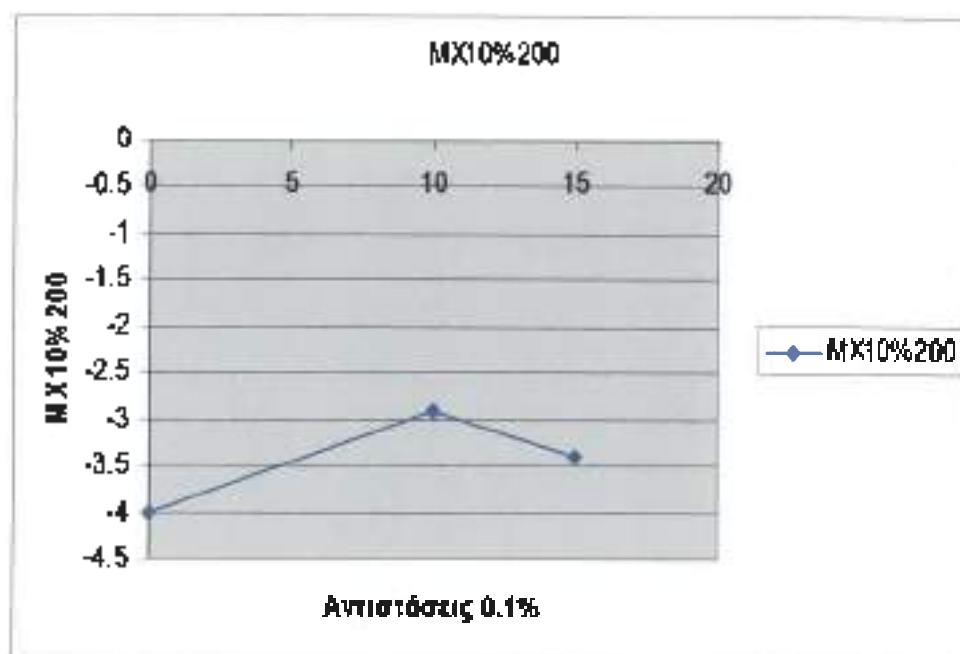


Διάγραμμα 15B

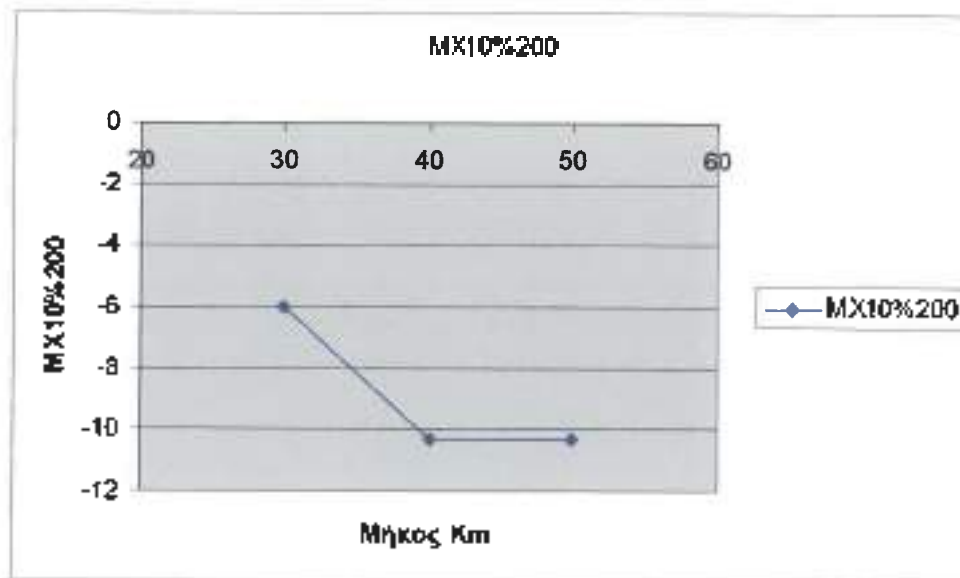
Περίπτωση Η - Μόνο συρμοί μεγάλων και μεσαίων αποστάσεων

Διάγραμμα 16B

και

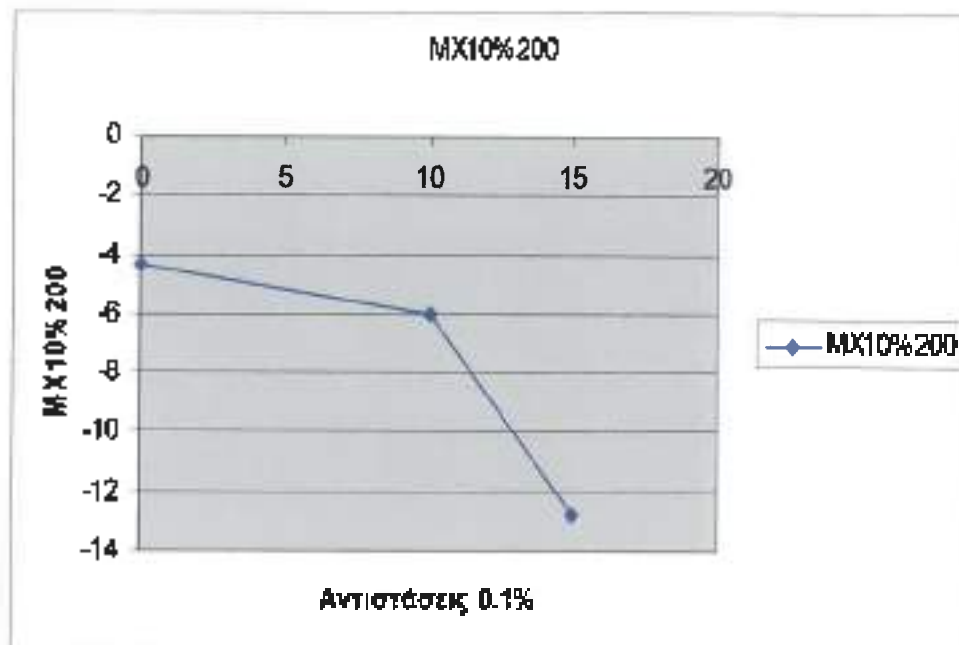


Διάγραμμα 17B

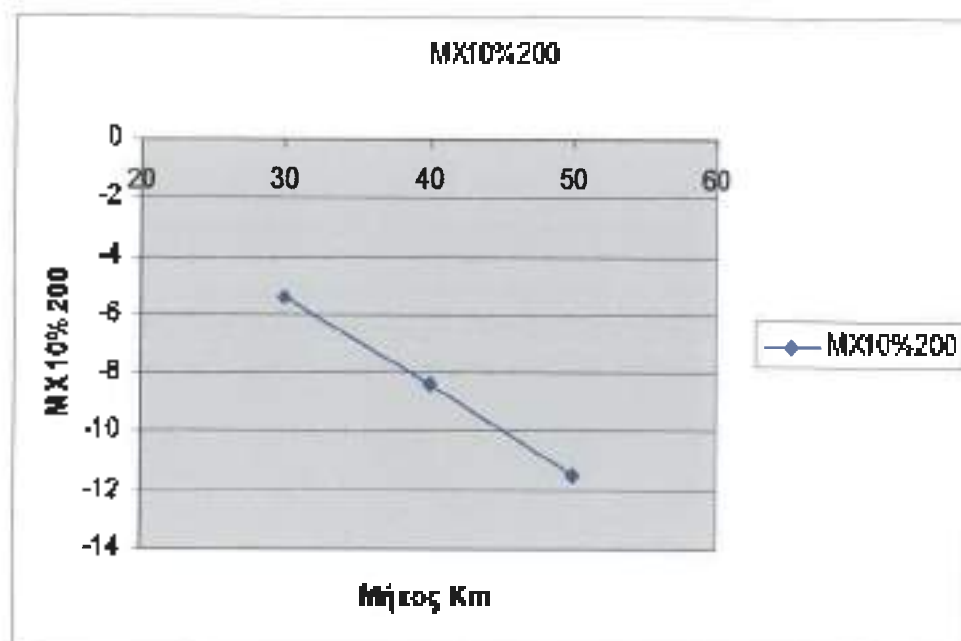
Περίπτωση Θ – Μόνο συρμοί μεσαίων αποστάσεων

Διάγραμμα 188

και

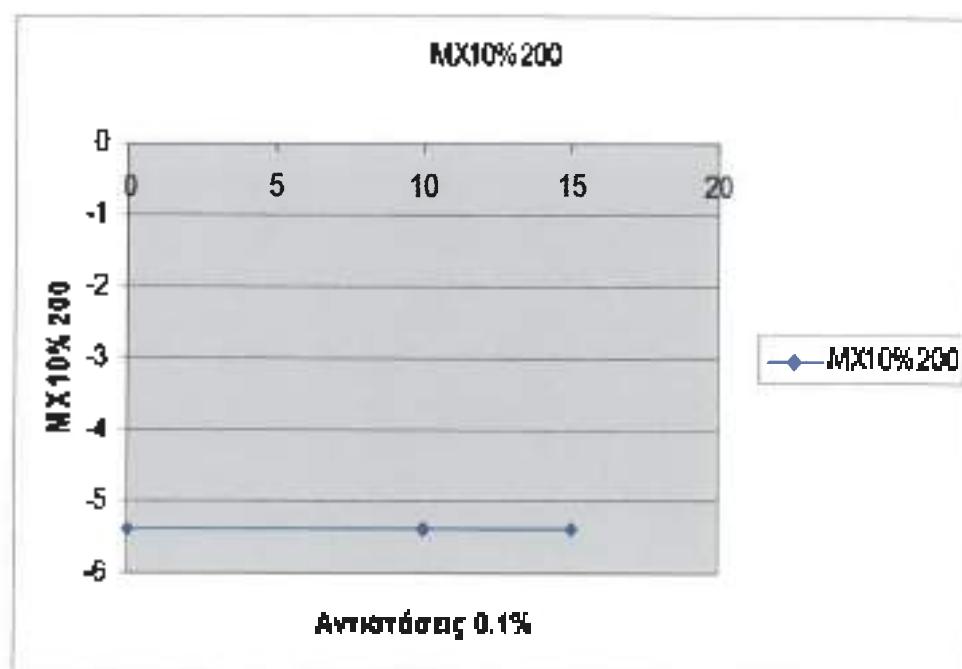


Διάγραμμα 198

Περίπτωση Ι – Μόνο συρμολι μέγανων αποστάσεων

Διάγραμμα 20B

και



Διάγραμμα 21B

Υποσημειώσεις

1. Στα διαγράμματα όπου το μήκος είναι η μεταβλητή θεωρούμε ότι οι αντιστάσεις γραμμής παραμένουν σταθερές και ίσες με 1%.
2. Στα διαγράμματα όπου μεταβλητή είναι οι αντιστάσεις γραμμής θεωρούμε ότι το μήκος παραμένει σταθερό και ίσο με 30 Km.

Η διαφορετικότητα της μορφής των διαγραμμάτων δεν επιτρέπει την εξαγωγή κάποιου συγκεκριμένου αλγορίθμου που να συνδέει το μήκος ή τις αντιστάσεις γραμμής ενός επί μέρους τμήματος με την τιμή του δείκτη $MX10\%200$. Δεν ήταν εξ'άλλου κάτι τέτοιο αναμενόμενο καθ'ότι η εργασία αυτή δεν είναι ένα θεωρητικό μοντέλο προσομοίωσης αλλά ένα ρεαλιστικό και υπεκδύχονται σε αυτό πολλοί διαφορετικοί παράμετροι από τμήμα σε τμήμα και από περίπτωση σε περίπτωση. Αναφέρεται χαρακτηριστικά το γεγονός ότι σε κάποιους εκ των σταθμών ορισμένοι συρμοί πεδίζουν ενώ άλλοι απλώς διέρχονται.

Παρ'όλα αυτά, όμως, μπορούμε από τη γενικότερη μορφή των διαγραμμάτων να εξάγαγουμε τα παρακάτω πολύ χρήσιμα συμπεράσματα :

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1B

Επί μέρους τμήματα που έχουν μεγαλύτερο μήκος άλλων, αναμένεται να παρουσιάζουν και μικρότερη τιμή του δείκτη $MX10\%200$, ήτοι μεγαλύτερη μείωση της χωρητικότητάς τους μετά την προσθήκη υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 2B

Επί μέρους τμήματα που παρουσιάζουν μεγαλύτερες σπηγμένες στο μήκος των αντιστάσεις, αναμένεται να παρουσιάζουν και μικρότερη τιμή του δείκτη $MX10\%200$, ήτοι μεγαλύτερη μείωση της χωρητικότητας τους από την προσθήκη συρμών I.C.Express ταχύτητας 200 Km/h.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1. Προτείνεται, λοιπόν, σε τμήματα γραμμής που παρουσιάζουν μεγάλο μήκος (άνω των 40 Km), πριν προστεθούν συρμοί υψηλής ταχύτητας να παρεμβάλεται εντός αυτών σταθμός υπέρβασης, ώστε να μειωθεί το μήκος των και να επιτραπεί η υπέρβαση των βραδύτερων συρμών από τους ταχύτερους, γεγονός που θα οδηγήσει και σε αύξηση της χωρητικότητας.
2. Επίσης, σε τμήματα με μεγάλες αντιστάσεις γραμμής, η μείωση της χωρητικότητας θα ήταν μικρότερη αν εξασφαλιζόταν η επανασχεδίασή

τους με μικρότερες ανηγμένες αντιστάσεις πριν την προσθήκη υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων.

- ο Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μια προσπάθεια σύνδεσης της μέσης αρχικής ταχύτητας της γραμμής ,ανά περίπτωση ποσοτών συμμετοχής της κάθε κατηγορίας συρμού, με το δείκτη $MX10\%200$.

1. Αρχικά υπολογίζουμε τη μέση ταχύτητα με την οποία διανύει τη γραμμή ο κάθε συρμός με τη χρήση του προγράμματος Excel.

Πίνακας 26B - Dg			
	Μήκος	Ταχύτητα	Γινόμενο
1	50	85	4250
2	60	70	4200
3	40	85	3400
4	50	100	5000
5	50	85	4250
6	50	70	3500
7	30	60	1800
8	30	100	3000
9	40	100	4000
10	40	60	2400
11	30	70	2100
12	30	85	2550
			40450
ΜΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ			80.9

Πίνακας 27B - N			
	Μήκος	Ταχύτητα	Γινόμενο
1	50	120	6000
2	60	120	7200
3	40	120	4800
4	50	120	6000
5	50	120	6000
6	50	120	6000
7	30	115	3450
8	30	120	3600
9	40	120	4800
10	40	115	4600
11	30	120	3600
12	30	120	3600
			59850
ΜΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ			119.3

Πίνακας 28B - I C.			
	Μήκος	Ταχύτητα	Γινόμενο
1	50	160	8000
2	60	160	9600
3	40	160	6400
4	50	160	8000
5	50	160	8000
6	50	160	8000
7	30	150	4500
8	30	160	4800
9	40	160	6400
10	40	150	6000
11	30	160	4800
12	30	160	4800
			79300
ΜΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ			158.6

Πίνακας 29B - E			
	Μήκος	Ταχύτητα	Γινόμενο
1	50	140	7000
2	60	125	7500
3	40	140	5600
4	50	160	8000
5	50	140	7000
6	50	125	6250
7	30	115	3450
8	30	160	4800
9	40	150	6000
10	40	115	4600
11	30	125	3750
12	30	140	4200
			68150
ΜΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ			136.3

2. Στο επόμενο βήμα υπολογίζεται η μέση αρχική ταχύτητα διάνυσης της γραμμής, ανάλογα με τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε συρμού σε κάθε περίπτωση και επίσης υπολογίζεται και η μέση τιμή του δείκτη $MX10\%200$. Αντικαθίστανται, λοιπόν, όλοι οι συρμοί από έναν ταχύτητας ίσης με αυτή που υπολογίζεται παρακάτω για κάθε περίπτωση σε μια προσπάθεια διερεύνησης αν η μεταβολή της χωρητικότητας είναι ανεξάρτητη της σύνθεσης του δρομολογίου.

Περίπτωση1 - IC / E / N / Dg (%) 0/0/0/100					30B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0	Ταχύτητα	158.6	0
	E	0	Συρμών	136.3	0
	N	0	(Kph.)	119.3	0
	Dg	1		80.9	80.9
Μέση ταχύτητα Συρμών					80.9
Μέση Τιμή $MX10\%200$					-26.36

Περίπτωση2 - IC / E / N / Dg (%) 20/20/20/40					31B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.2	Ταχύτητα	158.6	31.72
	E	0.2	Συρμών	136.3	27.26
	N	0.2	(Kph.)	119.3	23.86
	Dg	0.4		80.9	32.36
Μέση ταχύτητα Συρμών					115.2
Μέση Τιμή $MX10\%200$					-2.375

Περίπτωση3 - IC / E / N / Dg (%) 25/25/25/25					32B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.25	Ταχύτητα	158.6	39.65
	E	0.25	Συρμών	136.3	34.075
	N	0.25	(Kph.)	119.3	29.825
	Dg	0.25		80.9	20.225
Μέση ταχύτητα Συρμών					123.775
Μέση Τιμή $MX10\%200$					-1.858

Περίπτωση4 - IC / E / N / Dg (%) 33/33/0/33					33B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.333	Ταχύτητα	158.6	52.8138
	E	0.333	Συρμών	136.3	45.3879
	N	0	(Kph.)	119.3	0
	Dg	0.333		80.9	26.9397
Μέση ταχύτητα Συρμών					125.141
Μέση Τιμή $MX10\%200$					-1.633

Περίπτωση5 - IC / E / N / Dg (%) 30/30/30/10					34B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.3	Ταχύτητα	158.6	47.58
	E	0.3	Συρμών	136.3	40.89
	N	0.3	(Kph.)	119.3	35.79
	Dg	0.1		80.9	8.09
Μέση ταχύτητα Συρμών					132.35
Μέση Τιμή MX10%200					-2.71

Περίπτωση6 - IC / E / N / Dg (%) 33/33/33/0					35B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.333	Ταχύτητα	158.6	52.8138
	E	0.333	Συρμών	136.3	45.3879
	N	0.333	(Kph.)	119.3	39.7269
	Dg	0		80.9	0
Μέση ταχύτητα Συρμών					137.929
Μέση Τιμή MX10%200					-5.89

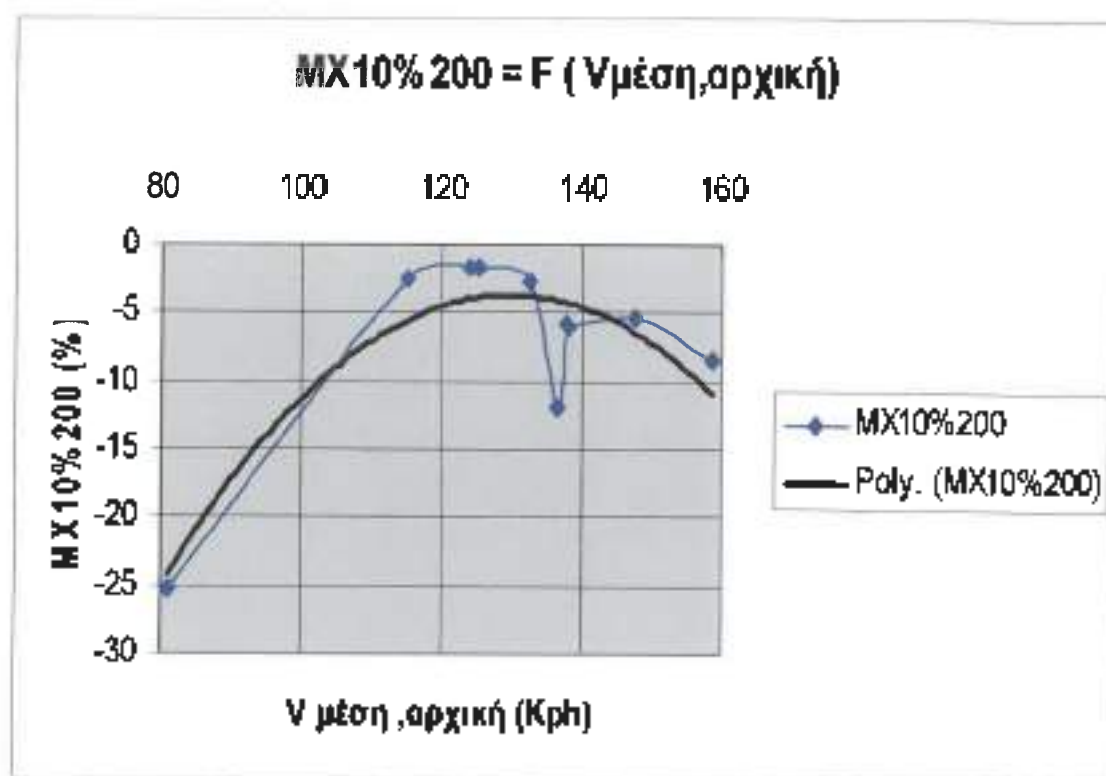
Περίπτωση7 - IC / E / N / Dg (%) 25/50/25/0					36B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.25	Ταχύτητα	158.6	39.65
	E	0.5	Συρμών	136.3	68.15
	N	0.25	(Kph.)	119.3	29.825
	Dg	0		80.9	0
Μέση ταχύτητα Συρμών					137.625
Μέση Τιμή MX10%200					-5.83

Περίπτωση8 - IC / E / N / Dg (%) 50/50/0/0					37B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0.5	Ταχύτητα	158.6	79.3
	E	0.5	Συρμών	136.3	68.15
	N	0	(Kph.)	119.3	0
	Dg	0		80.9	0
Μέση ταχύτητα Συρμών					147.45
Μέση Τιμή MX10%200					-5.24

Περίπτωση9 - IC / E / N / Dg (%) 0/100/0/0					38B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	0	Ταχύτητα	158.6	0
	E	1	Συρμών	136.3	136.3
	N	0	(Kph.)	119.3	0
	Dg	0		80.9	0
Μέση ταχύτητα Συρμών					136.3
Μέση Τιμή MX10%200					-11.82

Περίπτωση 10 - IC / E / N / Dg (%) 100/0/0/0					39B
Ποσοστά Συμμετοχής Συρμών	I.C.	1	Ταχύτητα Συρμών (Kph.)	158.6	158.6
	E	0		136.3	0
	N	0		119.3	0
	Dg	0		80.9	0
Μέση ταχύτητα Συρμών					158.6
Μέση Τιμή MX10%200					-8.5

3. Χαράσσουμε το διάγραμμα που συσχετίζει τη μέση ταχύτητα διάνυσης με το δείκτη MX10%200 ,το οποίο φαίνεται στην επόμενη σελίδα,



[Διάγραμμα 22B]
[Θοδωρής Δουλουμπέκης]

Σημείωση Η , με μαύρο χρώμα, σχεδιασμένη γραμμή αποτελεί την βέλτιστη γραμμή, προκύπτουσα από αυτή τη γραμμή που ενώνει τα πραγματικά σημεία στο επίπεδο Ταχύτητα – MX. Η διακύμανση της περί την πραγματική γραμμή είναι ,εκπεφρασμένη μέσω του r^2 , 0.8 ,φανερώνοντας μια καλή προσέγγιση.

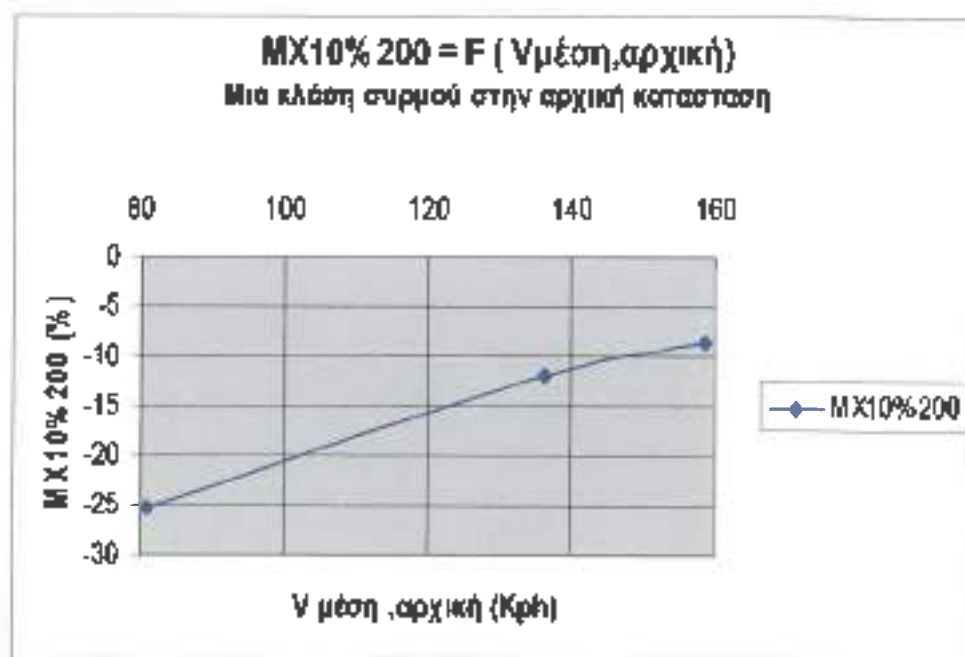
Το παραπάνω διάγραμμα εμφανίζει γραμμές με μέση ταχύτητα διάνυσης των ,περί τα 130 Kph. να υπόκειντο στις μικρότερες δυνατές μειώσεις χωρητικότητας, άμα την προσθήκη 10% ,επί του συνόλου των αρχικών συρμών,συρμών τύπου I.C.E.. Αυτό ,όμως ,μάλλον ανακόλουθο με την πραγματικότητα ,μπορεί να χαρακτηριστεί, παρὰ συμβατό με αυτήν καθ'ότι

από υπολογισμούς προκύπτει ότι για διάνυση της δεδομένης γραμμής από ένα συρμό μέσης ταχύτητας 120 Κρ/μ, παραμένοντας σταθερή σε όλα τα επί μέρους τμήματα, ο δείκτης $MX10\%200$ λαμβάνει τιμές περί αυτής του -15%. Συνεπώς σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του παραπάνω διαγράμματος παίζει ο συνδιασμός των ποσοστών συμμετοχής της κάθε κλάσης συρμών εκφρασμένης μέσω του πλήθους των ακολουθιών που προκύπτουν από τον εκάστοτε συνδιασμό. Συμπαράινουμε, λοιπόν ότι,

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 3B

Η μεταβολή της χωρητικότητας για ότι αφορά την τιμή της, σε ένα επί μέρους τμήμα ή σε μια ελεύθερη γραμμή, άμα την προσθήκη υπερταχέων συρμών εξαρτάται από τη σύνθεση του δρομολογίου αρχικά.

Χρήσιμό, λοιπόν, θα ήταν η χάραξη ενός διαγράμματος που να παριστά τη σχέση μέσης αρχικής ταχύτητας διάνυσης με το δείκτη $MX10\%200$ με την προϋπόθεση ότι στην αρχική κατάσταση κυκλοφορεί μόνο μια κλάση συρμού. Οι περιπτώσεις από τις οποίες θα προκύψουν τα δεδομένα για τη χάραξη του διαγράμματος είναι οι : Α, Στ4 και Στ5. Το διάγραμμα 23B παρουσιάζεται παρακάτω.



(Διάγραμμα 23B)
(Δουλουμπέκης Θεόδωρος)

Παρατηρούμε, λοιπόν τη σχεδόν αναλογική σχέση μεταξύ του δείκτη $MX10\%200$ και της μέσης ταχύτητας της μοναδικής κατηγορίας συρμού που διανύει το δίκτυο αρχικά.

Συμπεραίνουμε ,λοιπόν,

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 4B

Σε γραμμές όπου στην αρχική κατάσταση τους κυκλοφορεί μόνο μια κλάση συρμού ,όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα της τελευταίας τόσο μικρότερη η μείωση της χωρητικότητας από την προσθήκη συρμών I.C.E.,

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προτείνεται ,λοιπόν, σε γραμμές ή δίκτυα όπου κυκλοφορούν μόνο εμπορευματικοί συρμοί χαμηλών ταχυτήτων να μην προστίθεται συρμοί υψηλών ταχυτήτων αλλά να κατασκευάζονται νέες γραμμές για να τους εξυπηρετήσουν,

Εκτενέστερη αναφορά για αυτή την περίπτωση γίνεται στο Μέρος Γ αυτής της εργασίας,

3.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ $MX_{20\%}$ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟΝ $MX_{10\%}^{200}$

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει προσπάθεια να συσχετισθεί ο δείκτης $MX_{20\%}^{200}$ με τον $MX_{10\%}^{200}$. Για το λόγο αυτό θα υπολογισθεί το μέγεθος $MX_{20\%}^{200}$ για τους 10 συνδυασμούς ποσοστών συμμετοχής συρμών και στη συνέχεια θα συγκριθεί με το δείκτη $MX_{10\%}^{200}$ στις ανάλογες περιπτώσεις. Για μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων εκλέγουμε τις περιπτώσεις με μηδενική συμμετοχή προσπακών συρμών.

Αρχική Κύρια Χρήση	Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας (%)					
	Περίπτωση	I.C.	E	N	Dg	I.C.E.
Α) Μόνο Εμπορική	A''	0	0	0	83.4	16.6
Β) Κυρίως Εμπορική	B''	16.6	16.6	16.6	33.3	16.6
Γ) Μικτή	Γ''	20.85	20.85	20.85	20.85	16.6
Δ) Μικτή χωρίς πύκνωση*	Δ''	27.8	27.8	0	27.8	16.6
Ε) Κυρίως Επισιτική	Ε''	25	25	25	8.3	16.6
Στ) Μόνο επισιτική						
(Στ1)	Στ1''	27.8	27.8	27.8	0	16.6
(Στ2)	Στ2''	20.85	41.7	20.85	0	16.6
(Στ3)	Στ3''	41.7	41.7	0	0	16.6
(Στ4)	Στ4''	0	83.4	0	0	16.6
(Στ5)	Στ5''	83.4	0	0	0	16.6

Πίνακας 40B

Ακολουθεί ο υπολογισμός της χωρητικότητας και ο υπολογισμός του δείκτη $MX_{20\%}^{200}$ σε κάθε περίπτωση. Στη συνέχεια υπολογίζουμε ένα πολλαπλασιαστή τέτοιο που να ικανοποιεί τη σχέση

$$MX_{20\%}^{200} = a * MX_{10\%}^{200} \quad (2B)$$

σε κάθε περίπτωση και επί μέρους τμήμα

Περίπτωση Α''

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0	0	0	0.138444	0.166
IC	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0.138444	0	0	0	0.695556	0.834
						1

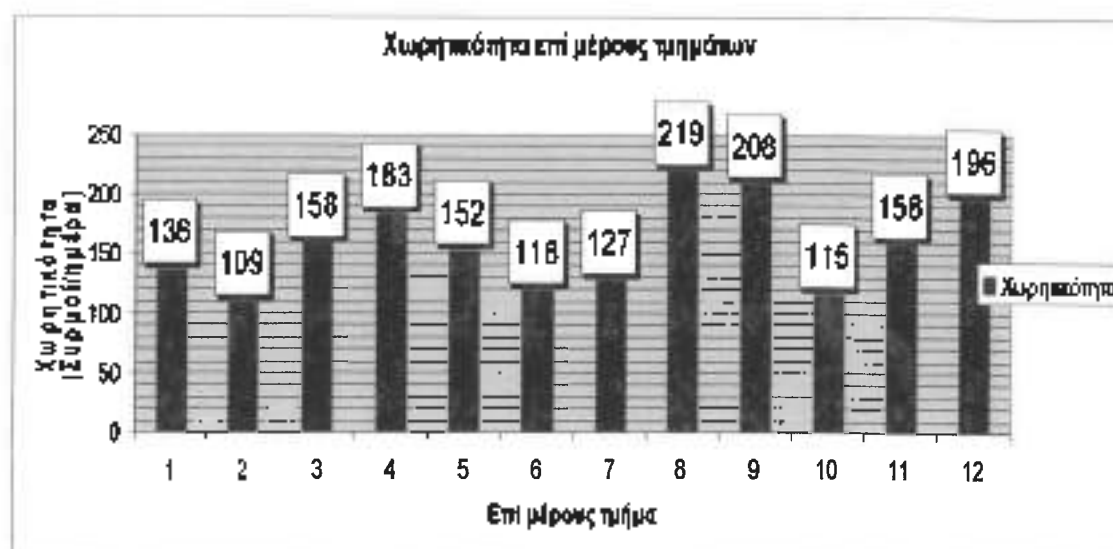
Πίνακας 41B

Και με χρήση του προγράμματος Excel

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άντασης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.182477	6.182477	4.142259	0.25	136.1736124	136
Bf1 - Bf2	7.693351	7.693351	5.154545	0.25	109.9413244	109
Bf2 - Bf3	5.288628	5.288628	3.543381	0.25	158.5552173	158
Bf3 - KBf2	4.539029	4.539029	3.04115	0.25	183.9038442	183
KBf2 - Bf4	5.515009	5.515009	3.695056	0.25	152.2188149	152
Bf4 - KBf3	7.123295	7.123295	4.772608	0.25	118.5584994	118
KBf3 - Bf5	6.618592	6.618592	4.434456	0.25	127.3992647	127
Bf5 - YBf1	3.777921	3.777921	2.531207	0.25	219.5413824	219
YBf1 - Bf6	3.984586	3.984586	2.669673	0.25	208.5669224	208
Bf6 - YBf2	7.290429	7.290429	4.884587	0.25	115.8952246	115
YBf2 - Bf7	5.294833	5.294833	3.547538	0.25	158.3745171	158
Bf7 - KBf4	4.246195	4.246195	2.844951	0.25	196.1546607	196

Πίνακας 42B

Και διαγραμματικά



Γράφημα 21B

Στη συνέχεια υπολογίζουμε το δείκτη $MX_{20\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{20\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	202	136	-0.32673267	-32.7
Bf1 - Bf2	60	15.38	218	109	-0.5	-50
Bf2 - Bf3	40	10.44	242	158	-0.34710744	-34.7
Bf3 - KBf2	50	0.33	292	183	-0.37328767	-37.3
KBf2 - Bf4	50	10.37	257	152	-0.40856031	-40.9
Bf4 - KBf3	50	15.33	212	118	-0.44339623	-44.3
KBf3 - Bf5	30	20.33	185	127	-0.31351351	-31.4
Bf5 - YBf1	30	0.3	282	219	-0.22340426	-22.3
YBf1 - Bf6	40	5.4	313	208	-0.33546326	-33.5
Bf6 - YBf2	40	20.38	198	115	-0.41919192	-41.9
YBf2 - Bf7	30	15.29	229	158	-0.31004367	-31
Bf7 - KBf4	30	10.29	273	186	-0.28205128	-28.2

Πίνακας 43B

Παρακάτω γίνεται σύγκριση με τον δείκτη $MX_{10\%200}$ για τον ίδιο συνδυασμό ποσοστών συμμετοχής.

Επί μέρους τμήμα	$MX_{10\%200}$ [%]	$MX_{20\%200}$ [%]	α
KBf1 - Bf1	-22.8	-32.7	1.4
Bf1 - Bf2	-37.6	-50	1.3
Bf2 - Bf3	-24.4	-34.7	1.4
Bf3 - KBf2	-26.4	-37.3	1.4
KBf2 - Bf4	-29.6	-40.9	1.4
Bf4 - KBf3	-32.5	-44.3	1.4
KBf3 - Bf5	-21.6	-31.4	1.5
Bf5 - YBf1	-14.9	-22.3	1.5
YBf1 - Bf6	-23.3	-33.5	1.4
Bf6 - YBf2	-30.3	-41.9	1.4
YBf2 - Bf7	-21.4	-31	1.4
Bf7 - KBf4	-19.4	-28.2	1.5

Πίνακας 44B

Περίπτωση Β'

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.027689	0.027689	0.027689	0.065378	0.166
IC	0.027689	0.027822	0.027822	0.027822	0.055644	0.1668
E	0.027689	0.027822	0.027822	0.027822	0.055644	0.1668
N	0.027689	0.027822	0.027822	0.027822	0.055644	0.1668
Dg	0.065378	0.055644	0.055644	0.055644	0.111289	0.3336
						1

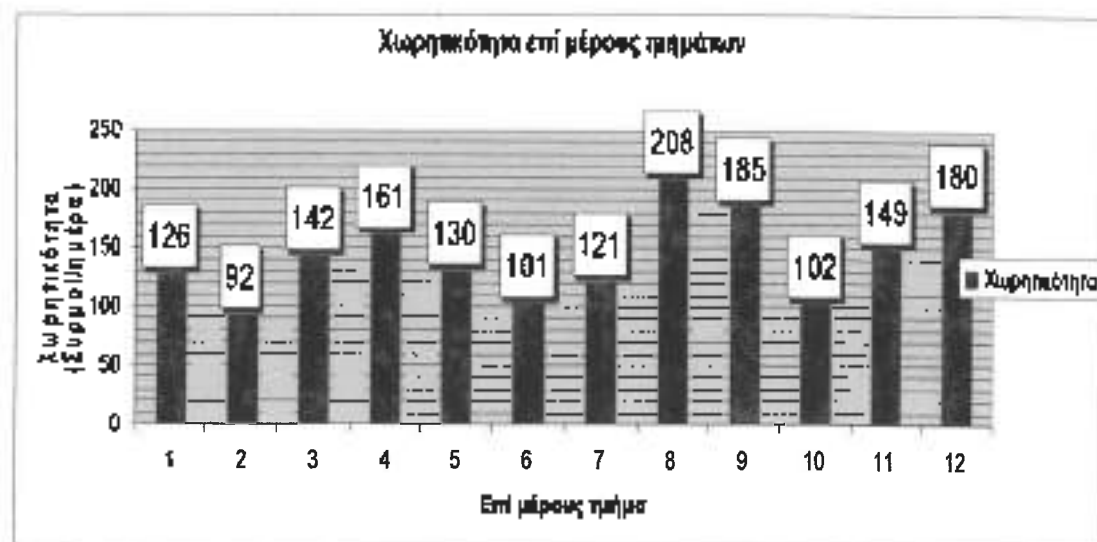
Πίνακας 45B

Με τη βοήθεια του Excel προκύπτει

τμήμα	Κοτάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.663045	6.663045	4.46424	0.25	126.567984	126
Bf1 - Bf2	9.151917	9.151917	6.131784	0.25	92.70166972	92
Bf2 - Bf3	5.91115	5.91115	3.960471	0.25	142.2697064	142
Bf3 - KBf2	5.201599	5.201599	3.485071	0.25	161.1338419	161
KBf2 - Bf4	6.481974	6.481974	4.342923	0.25	130.0237798	130
Bf4 - KBf3	8.3251	8.3251	5.577817	0.25	101.7458131	101
KBf3 - Bf5	6.959096	6.959096	4.662594	0.25	121.2969682	121
Bf5 - YBf1	3.992813	3.992813	2.675184	0.25	208.1527315	208
YBf1 - Bf6	4.49451	4.49451	3.011321	0.25	185.6667539	185
Bf6 - YBf2	8.240348	8.240348	5.521033	0.25	102.7735945	102
YBf2 - Bf7	5.634761	5.634761	3.77529	0.25	149.0675337	149
Bf7 - KBf4	4.638409	4.638409	3.107734	0.25	180.0868342	180

Πίνακας 46B

Και διαγραμματικά



Ιστόγραμμα 22B

Ο δείκτης $MX_{20\%200}$ υπολογίζεται στον αμέσως επόμενο πίνακα

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{20\%200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	131	126	-0.0361679	-3.8
Bf1 - Bf2	60	15.38	96	92	-0.04166867	-4.2
Bf2 - Bf3	40	10.44	146	142	-0.02739726	-2.7
Bf3 - KBf2	50	0.33	171	161	-0.05847953	-5.8
KBf2 - Bf4	50	10.37	135	130	-0.03703704	-3.7
Bf4 - KBf3	50	15.33	104	101	-0.02884615	-2.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	121	121	0	0
Bf5 - YBf1	30	0.3	212	208	-0.01886792	-1.9
YBf1 - Bf6	40	5.4	196	185	-0.05612245	-5.6
Bf6 - YBf2	40	20.38	104	102	-0.01923077	-1.9
YBf2 - Bf7	30	15.29	150	149	-0.00666667	-0.7
Bf7 - KBf4	30	10.29	184	180	-0.02173913	-2.2

Πίνακας 47B

Και ακολουθεί η σύγκριση με το δείκτη $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	$MX_{10\%200}$ [%]	$MX_{20\%200}$ [%]	a
KBf1 - Bf1	-3.1	-3.8	1.2
Bf1 - Bf2	-3.1	-4.2	1.4
Bf2 - Bf3	-2.1	-2.7	1.3
Bf3 - KBf2	-4.1	-5.8	1.4
KBf2 - Bf4	-3	-3.7	1.2
Bf4 - KBf3	-1.9	-2.9	1.5
KBf3 - Bf5	-0.8	0	0
Bf5 - YBf1	-1.4	-1.9	1.4
YBf1 - Bf6	-3.6	-5.6	1.6
Bf6 - YBf2	-1.9	-1.9	1
YBf2 - Bf7	-1.3	-0.7	0.5
Bf7 - KBf4	-2.2	-2.2	1

Πίνακας 48B

Περίπτωση Γ"

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.034583	0.034583	0.034583	0.034583	0.165889
IC	0.034583	0.043403	0.043403	0.043403	0.043403	0.208194
E	0.034583	0.043403	0.043403	0.043403	0.043403	0.208194
N	0.034583	0.043403	0.043403	0.043403	0.043403	0.208194
Dg	0.034583	0.043403	0.043403	0.043403	0.043403	0.208194
						1

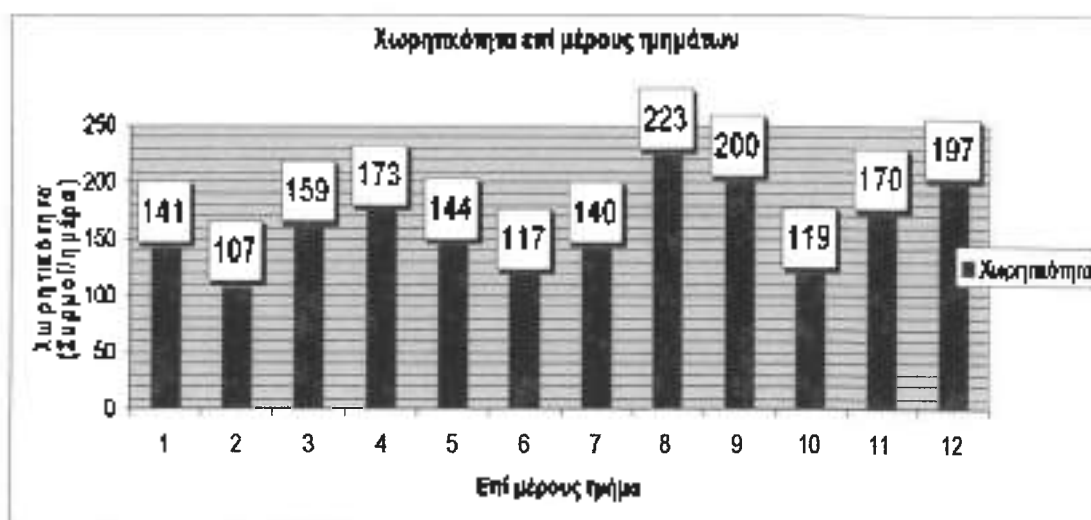
Πίνακας 49B

Υπολογίζεται στη συνέχεια η χωρητικότητα

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	5.955174	5.955174	3.989967	0.25	141.2437631	141
Bf1 - Bf2	7.871466	7.871466	5.273882	0.25	107.5000082	107
Bf2 - Bf3	5.272667	5.272667	3.532687	0.25	159.0219442	159
Bf3 - KBf2	4.80616	4.80616	3.220127	0.25	173.9910562	173
KBf2 - Bf4	5.826817	5.826817	3.903967	0.25	144.2772366	144
Bf4 - KBf3	7.212383	7.212383	4.832296	0.25	117.123838	117
KBf3 - Bf5	5.985261	5.985261	4.010125	0.25	140.5510799	140
Bf5 - YBf1	3.705078	3.705078	2.482402	0.25	223.6899932	223
YBf1 - Bf6	4.159319	4.159319	2.786744	0.25	200.1094366	200
Bf6 - YBf2	7.045901	7.045901	4.720754	0.25	119.833682	119
YBf2 - Bf7	4.919465	4.919465	3.296042	0.25	170.1020418	170
Bf7 - KBf4	4.222586	4.222586	2.829133	0.25	197.2138512	197

Πίνακας 50B

Και διαγραμματικά



Ιστόγραμμα 23B

Ο δείκτης $MX_{20\%200}$ υπολογίζεται όπως και σε προηγούμενες περιπτώσεις

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	$MX_{20\%200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	145	141	-0.02758621	-2.8
Bf1 - Bf2	60	15.38	110	107	-0.02727273	-2.7
Bf2 - Bf3	40	10.44	161	159	-0.01242236	-1.2
Bf3 - KBf2	50	0.33	182	173	-0.04945055	-4.9
KBf2 - Bf4	50	10.37	147	144	-0.02040816	-2
Bf4 - KBf3	50	15.33	118	117	-0.00847458	-0.8
KBf3 - Bf5	30	20.33	138	140	0.014492754	1.4
Bf5 - YBf1	30	0.3	225	223	-0.00888889	-0.9
YBf1 - Bf6	40	5.4	208	200	-0.03846154	-3.8
Bf6 - YBf2	40	20.38	120	119	-0.008333333	-0.8
YBf2 - Bf7	30	15.29	170	170	0	0
Bf7 - KBf4	30	10.29	198	197	-0.00505051	-0.5

Πίνακας 51B

Και ακολουθεί η σύγκρισή του με το δείκτη $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	$MX_{10\%200}$ [%]	$MX_{20\%200}$ [%]	α
KBf1 - Bf1	-2.1	-2.8	1.3
Bf1 - Bf2	-2.7	-2.7	1
Bf2 - Bf3	-1.9	-1.2	0.6
Bf3 - KBf2	-3.3	-4.9	1.5
KBf2 - Bf4	-2	-2	1
Bf4 - KBf3	-1.7	-0.8	0.5
KBf3 - Bf5	0	1.4	-
Bf5 - YBf1	-0.9	-0.9	1
YBf1 - Bf6	-2.9	-3.8	1.3
Bf6 - YBf2	-0.8	-0.8	1
YBf2 - Bf7	-0.8	0	0
Bf7 - KBf4	-1	-0.5	0.5

Πίνακας 52B

Περίπτωση Α''

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.046148	0.046148	0	0.046148	0.166
IC	0.046148	0.077284	0.077284	0	0.077284	0.278
E	0.046148	0.077284	0.077284	0	0.077284	0.278
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0.046148	0.077284	0.077284	0	0.077284	0.278
						1

Πίνακας 53B

Υπολογίζεται η χωρητικότητα από τον παρακάτω πίνακα και παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.362454	6.362454	4.262844	0.25	132.4101658	132
Bf1 - Bf2	8.791173	8.791173	5.890086	0.25	96.44197142	96
Bf2 - Bf3	5.624052	5.624052	3.768115	0.25	149.3440203	149
Bf3 - KBf2	4.744327	4.744327	3.178699	0.25	176.1893412	176
KBf2 - Bf4	5.971352	5.971352	4.000806	0.25	140.8704525	140
Bf4 - KBf3	7.822087	7.822087	5.240798	0.25	108.1658841	108
KBf3 - Bf5	6.692984	6.692984	4.4843	0.25	126.0141961	126
Bf5 - YBf1	3.708666	3.708666	2.484806	0.25	223.4820187	223
YBf1 - Bf6	4.159515	4.159515	2.786875	0.25	200.100336	200
Bf6 - YBf2	7.878187	7.878187	5.278386	0.25	107.4100004	107
YBf2 - Bf7	5.365234	5.365234	3.594707	0.25	156.3527923	156
Bf7 - KBf4	4.422219	4.422219	2.962887	0.25	188.6024864	188

Πίνακας 54B



Ιστόγραμμα 24B

Ο δείκτης MX20%200 υπολογίζεται στο αμέσως επόμενο βήμα

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κμ)	Αποστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X ΤΕΛ.	MX20% ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	134	132	-0.01492537	-1.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	98	96	-0.02040816	-2
Bf2 - Bf3	40	10.44	150	149	-0.00668867	-0.7
Bf3 - KBf2	50	0.33	184	176	-0.04347826	-4.3
KBf2 - Bf4	50	10.37	143	140	-0.02097902	-2.1
Bf4 - KBf3	50	15.33	108	108	-0.00817431	-0.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	123	126	0.024390244	2.4
Bf5 - YBf1	30	0.3	224	223	-0.00446429	-0.4
YBf1 - Bf6	40	5.4	207	200	-0.03381643	-3.4
Bf6 - YBf2	40	20.38	107	107	0	0
YBf2 - Bf7	30	15.29	156	156	0	0
Bf7 - KBf4	30	10.29	189	188	-0.00529101	-0.5

Πίνακας 55B

Και η σχέση του με το δείκτη MX10%200 φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-1.5	-1.5	1
Bf1 - Bf2	-2	-2	1
Bf2 - Bf3	-1.3	-0.7	0.5
Bf3 - KBf2	-3.8	-4.3	1.1
KBf2 - Bf4	-2.1	-2.1	1
Bf4 - KBf3	-1.8	-0.9	0.5
KBf3 - Bf5	0	2.4	-
Bf5 - YBf1	-0.9	-0.4	0.4
YBf1 - Bf6	-2.9	-3.4	1.2
Bf6 - YBf2	-0.9	0	0
YBf2 - Bf7	-1.3	0	0
Bf7 - KBf4	-1.1	-0.5	0.5

Πίνακας 56B

Περίπτωση Ε''

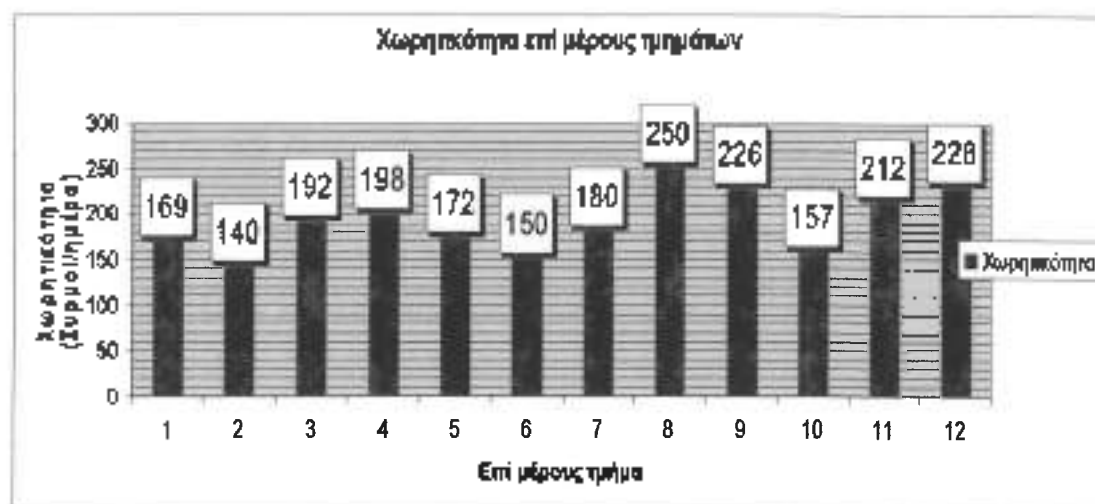
	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.0415	0.0415	0.0415	0.013944	0.166
IC	0.0415	0.0625	0.0625	0.0625	0.021	0.25
E	0.0415	0.0625	0.0625	0.0625	0.021	0.25
N	0.0415	0.0625	0.0625	0.0625	0.021	0.25
Dg	0.013944	0.021	0.021	0.021	0.007056	0.084
						1

Πίνακας 57B

Και

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Τzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	4.940897	4.940897	3.310401	0.25	169.3859107	169
Bf1 - Bf2	5.969051	5.969051	3.999264	0.25	140.9234342	140
Bf2 - Bf3	4.338848	4.338848	2.907028	0.25	192.1056078	192
Bf3 - KBf2	4.205049	4.205049	2.817383	0.25	198.008031	198
KBf2 - Bf4	4.837289	4.837289	3.240984	0.25	172.9049873	172
Bf4 - KBf3	5.567025	5.567025	3.729907	0.25	150.8337996	150
KBf3 - Bf5	4.615052	4.615052	3.092085	0.25	180.9696314	180
Bf5 - YBf1	3.295041	3.295041	2.207677	0.25	250.3164474	250
YBf1 - Bf6	3.655196	3.655196	2.448981	0.25	226.6225661	226
Bf6 - YBf2	5.311289	5.311289	3.558563	0.25	157.8972987	157
YBf2 - Bf7	3.905693	3.905693	2.616815	0.25	212.6243321	212
Bf7 - KBf4	3.618285	3.618285	2.424251	0.25	228.8425422	228

Πίνακας 58B



Ισόγραμμα 25B

Στην επόμενη σελίδα υπολογίζεται ο δείκτης $MX_{20\%200}$ για αυτή την περίπτωση και η σχέση του με τον αντίστοιχο $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	MX _{20%} ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	177	169	-0.04519774	-4.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	150	140	-0.06666667	-6.7
Bf2 - Bf3	40	10.44	198	192	-0.03030303	-3
Bf3 - KBf2	50	0.33	208	198	-0.04807692	-4.8
KBf2 - Bf4	50	10.37	179	172	-0.03910615	-3.9
Bf4 - KBf3	50	15.33	157	150	-0.04458599	-4.5
KBf3 - Bf5	30	20.33	182	180	-0.01088901	-1.1
Bf5 - YBf1	30	0.3	254	250	-0.01574603	-1.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	238	226	-0.05042017	-5
Bf6 - YBf2	40	20.38	164	157	-0.04268293	-4.3
YBf2 - Bf7	30	15.29	217	212	-0.02304147	-2.3
Bf7 - KBf4	30	10.29	233	228	-0.02145923	-2.1

Πίνακας 598

Και

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-3.4	-4.5	1.3
Bf1 - Bf2	-4.7	-6.7	1.4
Bf2 - Bf3	-2.5	-3	1.2
Bf3 - KBf2	-3.4	-4.8	1.4
KBf2 - Bf4	-2.8	-3.9	1.4
Bf4 - KBf3	-3.2	-4.5	1.4
KBf3 - Bf5	-1.1	-1.1	1
Bf5 - YBf1	-1.6	-1.6	1
YBf1 - Bf6	-3.4	-5	1.5
Bf6 - YBf2	-3	-4.3	1.4
YBf2 - Bf7	-1.8	-2.3	1.3
Bf7 - KBf4	-1.7	-2.1	1.2

Πίνακας 608

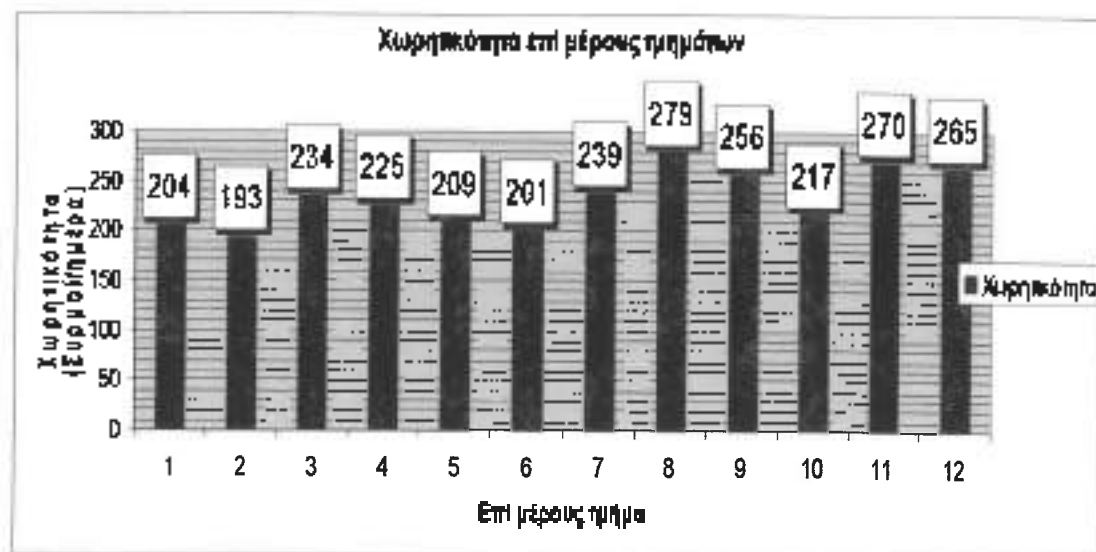
Περίπτωση Στ1"

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027566	0.046148	0.046148	0.046148	0	0.160
IC	0.046148	0.077284	0.077284	0.077284	0	0.278
E	0.046148	0.077284	0.077284	0.077284	0	0.278
N	0.046148	0.077284	0.077284	0.077284	0	0.278
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 61B

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περσώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	4.067653	4.067653	2.725327	0.25	204.4589029	204
Bf1 - Bf2	4.312537	4.312537	2.8894	0.25	193.2383489	193
Bf2 - Bf3	3.527865	3.527865	2.36367	0.25	234.4690592	234
Bf3 - KBf2	3.671024	3.671024	2.459586	0.25	225.6837295	225
KBf2 - Bf4	3.965393	3.965393	2.656813	0.25	209.539695	209
Bf4 - KBf3	4.13623	4.13623	2.771274	0.25	201.1874728	201
KBf3 - Bf5	3.449881	3.449881	2.31142	0.25	239.548807	239
Bf5 - YBf1	2.939718	2.939718	1.969611	0.25	279.1061022	279
YBf1 - Bf6	3.209022	3.209022	2.150045	0.25	256.7272247	256
Bf6 - YBf2	3.816163	3.816163	2.556829	0.25	217.4244079	217
YBf2 - Bf7	3.039586	3.039586	2.036523	0.25	270.3662269	270
Bf7 - KBf4	3.092984	3.092984	2.0723	0.25	265.9140275	265

Πίνακας 62B



Ιστόγραμμα 26B

Ο δείκτης MX20%200 υπολογίζεται στην επόμενη σελίδα και εν συνεχεία συγκρίνεται με τον αντίστοιχο MX10%200

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Ανισοπλάσις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	MX _{20%} ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	224	204	-0.08928571	-8.9
Bf1 - Bf2	60	15.38	225	193	-0.14222222	-14.2
Bf2 - Bf3	40	10.44	253	234	-0.07509881	-7.5
Bf3 - KBf2	50	0.33	244	225	-0.07786885	-7.8
KBf2 - Bf4	50	10.37	227	209	-0.07929515	-7.9
Bf4 - KBf3	50	15.33	226	201	-0.11061947	-11.1
KBf3 - Bf5	30	20.33	256	239	-0.06640625	-6.6
Bf5 - YBf1	30	0.3	289	279	-0.03480208	-3.5
YBf1 - Bf6	40	5.4	278	256	-0.07913869	-7.9
Bf6 - YBf2	40	20.38	248	217	-0.11788618	-11.8
YBf2 - Bf7	30	15.29	293	270	-0.07849829	-7.8
Bf7 - KBf4	30	10.29	279	265	-0.05017921	-5

Πίνακας 63B

Και από τη σύγκριση

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-6.3	-8.9	1.4
Bf1 - Bf2	-9.8	-14.2	1.4
Bf2 - Bf3	-5.5	-7.5	1.4
Bf3 - KBf2	-5.3	-7.8	1.5
KBf2 - Bf4	-5.7	-7.9	1.4
Bf4 - KBf3	-8	-11.1	1.4
KBf3 - Bf5	-4.7	-6.6	1.4
Bf5 - YBf1	-2.8	-3.5	1.3
YBf1 - Bf6	-5.4	-7.9	1.5
Bf6 - YBf2	-8.1	-11.8	1.5
YBf2 - Bf7	-5.5	-7.8	1.4
Bf7 - KBf4	-3.6	-5	1.4

Πίνακας 64B

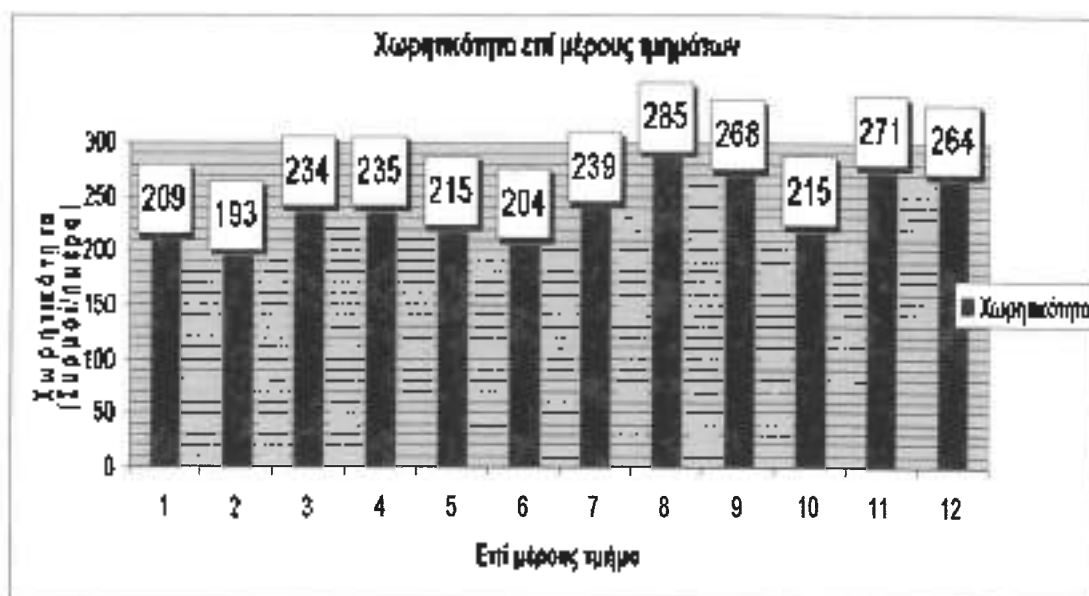
Περίπτωση ΣΤ2"

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.034611	0.069222	0.034611	0	0.186
IC	0.034611	0.043472	0.086945	0.043472	0	0.2085
E	0.069222	0.086945	0.173889	0.086945	0	0.417
N	0.034611	0.043472	0.086945	0.043472	0	0.2085
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 65B

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.963528	3.963528	2.655564	0.25	209.6347065	209
Bf1 - Bf2	4.301558	4.301558	2.882044	0.25	193.7149663	193
Bf2 - Bf3	3.531468	3.531468	2.366083	0.25	234.2396209	234
Bf3 - KBf2	3.516399	3.516399	2.355988	0.25	235.2023856	235
KBf2 - Bf4	3.846282	3.846282	2.577009	0.25	215.7855987	215
Bf4 - KBf3	4.072738	4.072738	2.728734	0.25	204.2126773	204
KBf3 - Bf5	3.443416	3.443416	2.307089	0.25	239.9798136	239
Bf5 - YBf1	2.875768	2.875768	1.926765	0.25	285.0055397	285
YBf1 - Bf6	3.064795	3.064795	2.053412	0.25	268.2459919	268
Bf6 - YBf2	3.856065	3.856065	2.583563	0.25	215.2586104	215
YBf2 - Bf7	3.02876	3.02876	2.029269	0.25	271.2871687	271
Bf7 - KBf4	3.114653	3.114653	2.086818	0.25	264.1488959	264

Πίνακας 66B



Ιστόγραμμα 27B

Ο δείκτης MX20%200 υπολογίζεται παρακάτω και εν συνεχεία συγκρίνεται με τον αντίστοιχο MX10%200

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	MX _{20%} ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	231	209	-0.095238095	-9.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	232	193	-0.168103448	-16.8
Bf2 - Bf3	40	10.44	253	234	-0.075098814	-7.5
Bf3 - KBf2	50	0.33	253	235	-0.071146245	-7.1
KBf2 - Bf4	50	10.37	234	215	-0.081198581	-8.1
Bf4 - KBf3	50	15.33	232	204	-0.120689955	-12.1
KBf3 - Bf5	30	20.33	260	239	-0.080769231	-8.1
Bf5 - YBf1	30	0.3	283	285	-0.027303754	-2.7
YBf1 - Bf6	40	5.4	291	268	-0.079037801	-7.9
Bf6 - YBf2	40	20.38	246	215	-0.12601626	-12.6
YBf2 - Bf7	30	15.29	298	271	-0.090604027	-9.1
Bf7 - KBf4	30	10.29	276	264	-0.043478261	-4.3

Πίνακας 67B

Και από τη σύγκριση

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-8.1	-9.5	1.6
Bf1 - Bf2	-11.2	-16.8	1.5
Bf2 - Bf3	-5.1	-7.5	1.5
Bf3 - KBf2	-4.7	-7.1	1.5
KBf2 - Bf4	-5.1	-8.1	1.6
Bf4 - KBf3	-8.2	-12.1	1.5
KBf3 - Bf5	-5.4	-8.1	1.5
Bf5 - YBf1	-2	-2.7	1.4
YBf1 - Bf6	-5.2	-7.9	1.5
Bf6 - YBf2	-8.1	-12.6	1.6
YBf2 - Bf7	-6	-9.1	1.5
Bf7 - KBf4	-2.9	-4.3	1.5

Πίνακας 68B

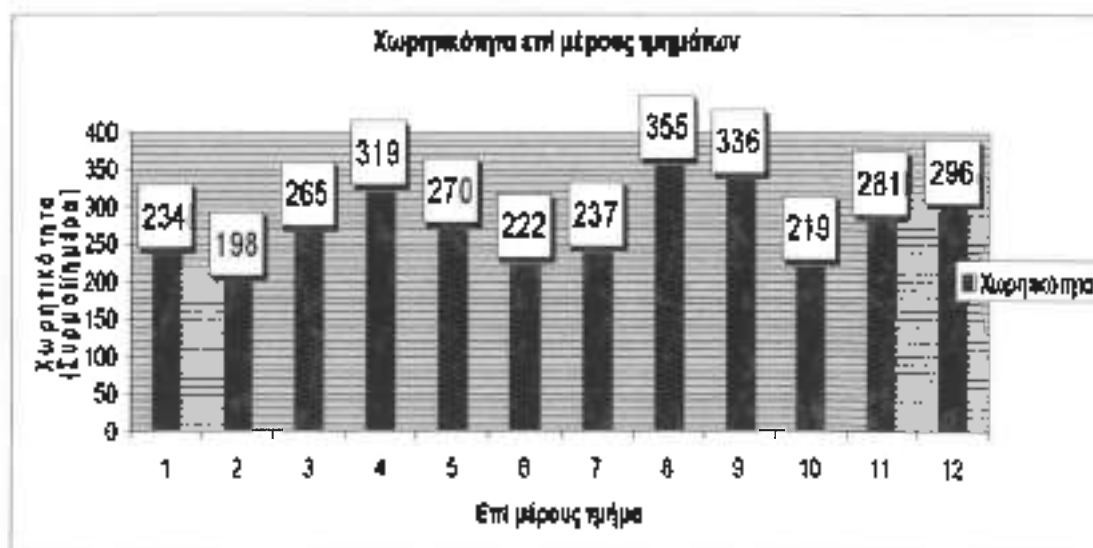
Περίπτωση ΣΤ3''

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0.069222	0.069222	0	0	0.166
IC	0.069222	0.173889	0.173889	0	0	0.417
E	0.069222	0.173889	0.173889	0	0	0.417
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 69B

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.531107	3.531107	2.365842	0.25	234.2625551	234
Bf1 - Bf2	4.190651	4.190651	2.807736	0.25	198.6648937	198
Bf2 - Bf3	3.095325	3.095325	2.073868	0.25	265.7222136	265
Bf3 - KBf2	2.551641	2.551641	1.709599	0.25	319.2027119	319
KBf2 - Bf4	3.032425	3.032425	2.031725	0.25	270.9746781	270
Bf4 - KBf3	3.719925	3.719925	2.492349	0.25	222.831779	222
KBf3 - Bf5	3.481934	3.481934	2.332896	0.25	237.4345103	237
Bf5 - YBf1	2.27597	2.27597	1.5249	0.25	355.4791611	355
YBf1 - Bf6	2.416508	2.416508	1.61906	0.25	336.0114907	336
Bf6 - YBf2	3.774994	3.774994	2.529246	0.25	219.7051333	219
YBf2 - Bf7	2.914981	2.914981	1.953037	0.25	281.3588945	281
Bf7 - KBf4	2.753952	2.753952	1.845148	0.25	296.9622959	296

Πίνακας 70B



Ιστόγραμμα 28B

Ο δείκτης MX20%200 υπολογίζεται παρακάτω και εν συνεχεία συγκρίνεται με τον αντίστοιχο MX10%200

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ	Χ τελ.	MX20% ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	255	234	-0.082352941	-8.2
Bf1 - Bf2	60	15.38	219	198	-0.095890411	-9.6
Bf2 - Bf3	40	10.44	284	265	-0.066901408	-6.7
Bf3 - KBf2	50	0.33	371	319	-0.140161725	-14
KBf2 - Bf4	50	10.37	302	270	-0.105960285	-10.6
Bf4 - KBf3	50	15.33	245	222	-0.093877561	-9.4
KBf3 - Bf5	30	20.33	242	237	-0.020861157	-2.1
Bf5 - YBf1	30	0.3	379	355	-0.063324538	-6.3
YBf1 - Bf6	40	5.4	379	336	-0.113456464	-11.3
Bf6 - YBf2	40	20.38	237	219	-0.075949367	-7.6
YBf2 - Bf7	30	15.29	295	281	-0.047457627	-4.7
Bf7 - KBf4	30	10.29	309	296	-0.042071197	-4.2

Πίνακας 71B

Και από τη σύγκριση

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-5.5	-8.2	1.5
Bf1 - Bf2	-6.4	-9.6	1.5
Bf2 - Bf3	-4.2	-6.7	1.6
Bf3 - KBf2	-9.2	-14	1.5
KBf2 - Bf4	-7	-10.6	1.5
Bf4 - KBf3	-6.1	-9.4	1.5
KBf3 - Bf5	-1.7	-2.1	1.2
Bf5 - YBf1	-4	-6.3	1.6
YBf1 - Bf6	-7.4	-11.3	1.5
Bf6 - YBf2	-5.1	-7.6	1.5
YBf2 - Bf7	-3.4	-4.7	1.4
Bf7 - KBf4	-2.9	-4.2	1.4

Πίνακας 72B

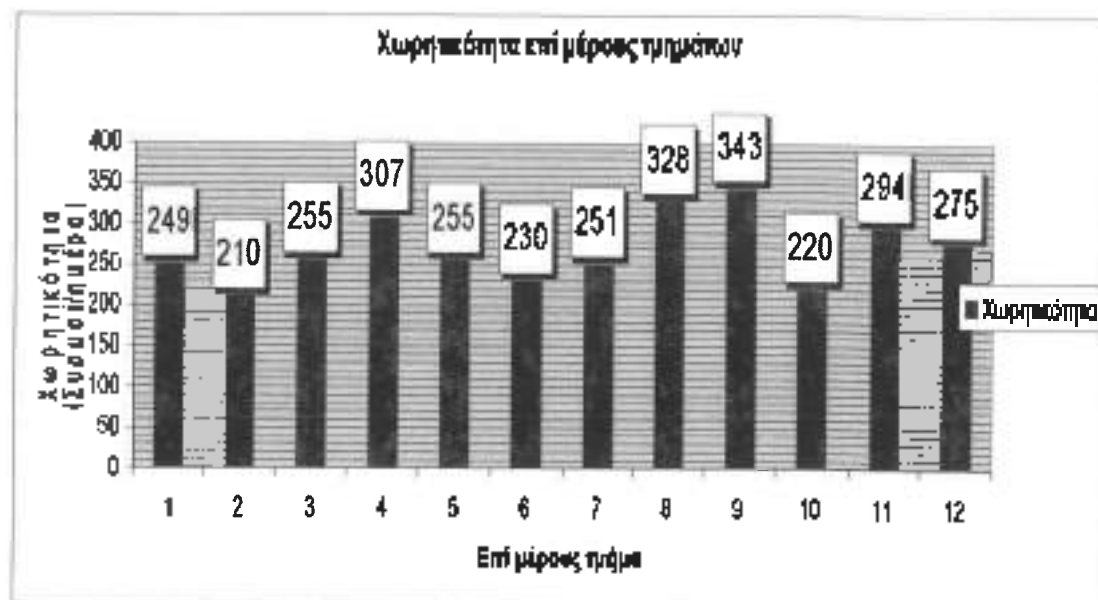
Περίπτωση ΣΤ4''

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027556	0	0.138444	0	0	0.186
IC	0	0	0	0	0	0
E	0.138444	0	0.695556	0	0	0.834
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 73B

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.303375	3.303375	2.213261	0.25	249.7122853	249
Bf1 - Bf2	3.954462	3.954462	2.64949	0.25	210.0977796	210
Bf2 - Bf3	3.223478	3.223478	2.15973	0.25	255.6270015	255
Bf3 - KBf2	2.65142	2.65142	1.776452	0.25	307.8322748	307
KBf2 - Bf4	3.223478	3.223478	2.15973	0.25	255.6270015	255
Bf4 - KBf3	3.58897	3.58897	2.40461	0.25	230.6369238	230
KBf3 - Bf5	3.273318	3.273318	2.193123	0.25	251.9050204	251
Bf5 - YBf1	2.471777	2.471777	1.65609	0.25	328.9272871	328
YBf1 - Bf6	2.359687	2.359687	1.58099	0.25	343.619846	343
Bf6 - YBf2	3.761308	3.761308	2.520076	0.25	220.4739559	220
YBf2 - Bf7	2.77602	2.77602	1.859933	0.25	294.7224179	294
Bf7 - KBf4	2.982585	2.982585	1.998332	0.25	275.2863329	275

Πίνακας 74B



Ιστόγραμμα 29B

Ο δείκτης $MX_{20\%200}$ υπολογίζεται παρακάτω και εν συνεχεία συγκρίνεται με τον αντίστοιχο $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{20\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	313	249	-0.204472843	-20.4
Bf1 - Bf2	60	15.38	302	210	-0.304635762	-30.5
Bf2 - Bf3	40	10.44	302	255	-0.155629139	-15.6
Bf3 - KBf2	50	0.33	366	307	-0.161202186	-16.1
KBf2 - Bf4	50	10.37	302	255	-0.155629139	-15.6
Bf4 - KBf3	50	15.33	302	230	-0.238410596	-23.6
KBf3 - Bf5	30	20.33	302	251	-0.168874172	-16.8
Bf5 - YBf1	30	0.3	351	328	-0.055527086	-6.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	420	343	-0.183333333	-18.3
Bf6 - YBf2	40	20.38	282	220	-0.219858156	-22
YBf2 - Bf7	30	15.29	366	294	-0.198721311	-19.7
Bf7 - KBf4	30	10.29	302	275	-0.089403974	-8.9

Πίνακας 75B

Και από τη σύγκριση

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-13.4	-20.4	1.5
Bf1 - Bf2	-21.2	-30.5	1.4
Bf2 - Bf3	-10.3	-15.8	1.5
Bf3 - KBf2	-10.4	-16.1	1.5
KBf2 - Bf4	-10.3	-15.8	1.5
Bf4 - KBf3	-15.9	-23.8	1.5
KBf3 - Bf5	-10.9	-18.9	1.6
Bf5 - YBf1	-4.3	-6.6	1.5
YBf1 - Bf6	-11.8	-18.3	1.5
Bf6 - YBf2	-14.5	-22	1.5
YBf2 - Bf7	-12.8	-19.7	1.5
Bf7 - KBf4	-8	-8.9	1.5

Πίνακας 76B

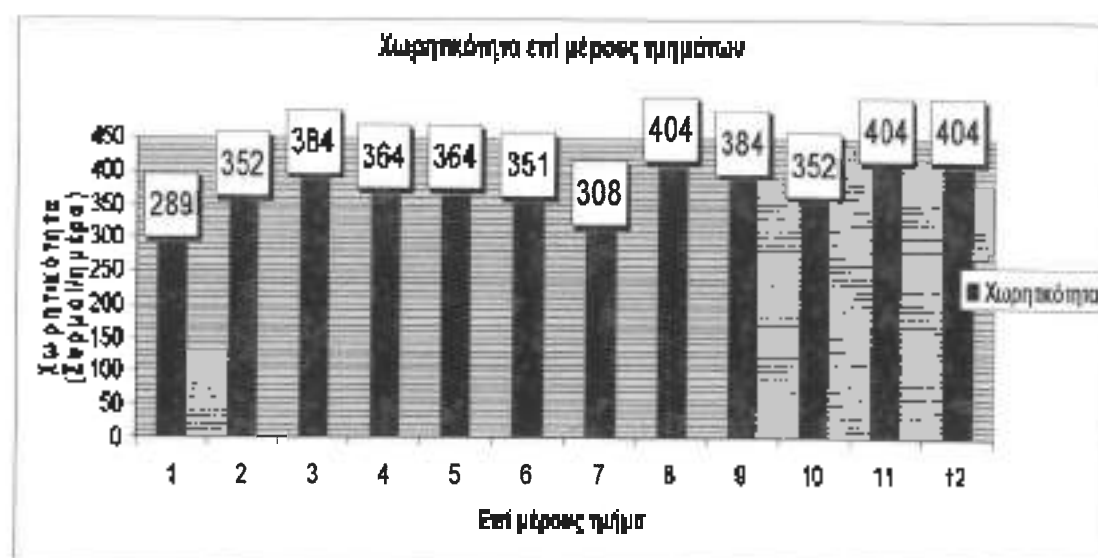
Περίπτωση ΣΤ5''

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.027558	0.138444	0	0	0	0.166
IC	0.138444	0.695556	0	0	0	0.834
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 77B

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περσθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	2.826794	2.826794	1.893952	0.25	289.694925	289
Bf1 - Bf2	2.298438	2.298438	1.539954	0.25	352.216727	352
Bf2 - Bf3	2.090772	2.090772	1.400817	0.25	384.8631566	384
Bf3 - KBf2	2.215372	2.215372	1.484299	0.25	364.5873314	364
KBf2 - Bf4	2.215372	2.215372	1.484299	0.25	364.5873314	364
Bf4 - KBf3	2.306745	2.306745	1.545519	0.25	351.0256818	351
KBf3 - Bf5	2.647217	2.647217	1.773635	0.25	308.2949019	308
Bf5 - YBf1	1.982786	1.982786	1.328467	0.25	404.352122	404
YBf1 - Bf6	2.090772	2.090772	1.400817	0.25	384.8631566	384
Bf6 - YBf2	2.293234	2.293234	1.536467	0.25	352.9670509	352
YBf2 - Bf7	1.982786	1.982786	1.328467	0.25	404.352122	404
Bf7 - KBf4	1.982786	1.982786	1.328467	0.25	404.352122	404

Πίνακας 78B



Ιστόγραμμα 30B

Ο δείκτης $MX_{20\%200}$ υπολογίζεται παρακάτω και εν συνεχεία συγκρίνεται με τον αντίστοιχο $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αποστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ ΤΕΛ	$MX_{20\%}^{200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	325	289	-0.110789231	-11.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	442	352	-0.20361991	-20.4
Bf2 - Bf3	40	10.44	442	384	-0.131221719	-13.1
Bf3 - KBf2	50	0.33	442	364	-0.176470588	-17.6
KBf2 - Bf4	50	10.37	442	364	-0.176470588	-17.6
Bf4 - KBf3	50	15.33	442	351	-0.205882353	-20.6
KBf3 - Bf5	30	20.33	313	308	-0.015974441	-1.6
Bf5 - YBf1	30	0.3	442	404	-0.085972851	-8.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	442	384	-0.131221719	-13.1
Bf6 - YBf2	40	20.38	420	352	-0.181904762	-18.2
YBf2 - Bf7	30	15.29	442	404	-0.085972851	-8.6
Bf7 - KBf4	30	10.29	442	404	-0.085972851	-8.6

Πίνακας 79B

Και από τη σύγκριση

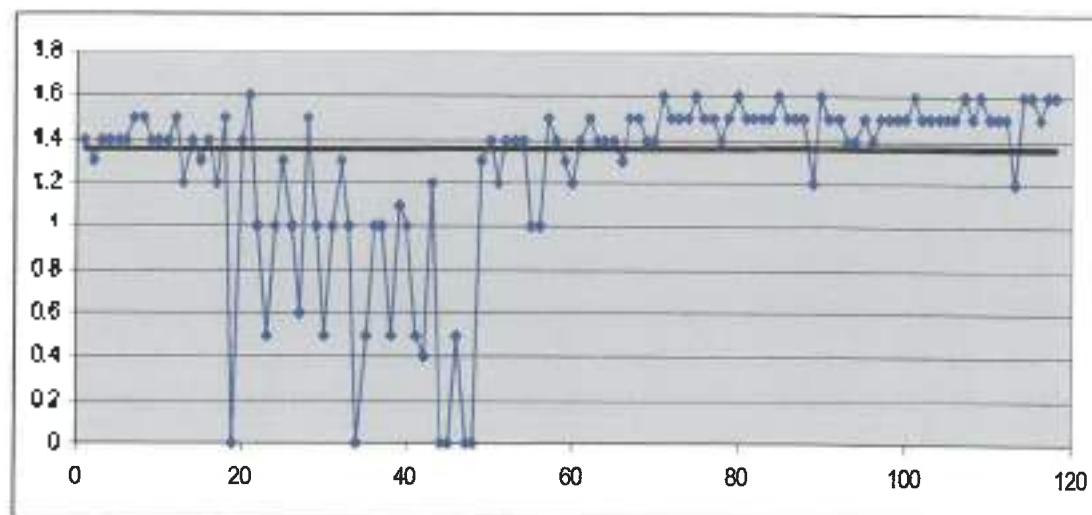
Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX20%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-7.1	-11.1	1.6
Bf1 - Bf2	-13.3	-20.4	1.5
Bf2 - Bf3	-8.4	-13.1	1.6
Bf3 - KBf2	-11.5	-17.8	1.5
KBf2 - Bf4	-11.5	-17.6	1.5
Bf4 - KBf3	-13.6	-20.6	1.5
KBf3 - Bf5	-1.3	-1.6	1.2
Bf5 - YBf1	-5.4	-8.6	1.6
YBf1 - Bf6	-8.4	-13.1	1.6
Bf6 - YBf2	-10.5	-16.2	1.5
YBf2 - Bf7	-5.4	-8.6	1.6
Bf7 - KBf4	-5.4	-8.6	1.6

Πίνακας 80B

3.4.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Από τη σύγκριση των δεικτών MX10%200 και MX20%200 επιδιώκεται να προκύψει μια μέση τιμή του **συντελεστή α** (σχέση 2B) ,ήτοι του συντελεστή με τον οποίο αν πολλαπλασιάσουμε το δείκτη MX10%200 θα προκύπτει στις περισσότερες των περιπτώσεων ο δείκτης MX20%200.

Στη συνέχεια τοποθετούμε στο επίπεδο τις τιμές που λαμβάνει ο συντελεστής α και φέρουμε η βέλτιστη ευθεία που εκφράζει και τη μέση τιμή του .



Διάγραμμα 24B-Τιμές Συντελεστή α

Η μέση τιμή του συντελεστή α είναι :

$$\alpha_{\text{μέση}} = 1.3 \quad (3B)$$

ενώ στις περισσότερες των περιπτώσεων λαμβάνει την τιμή

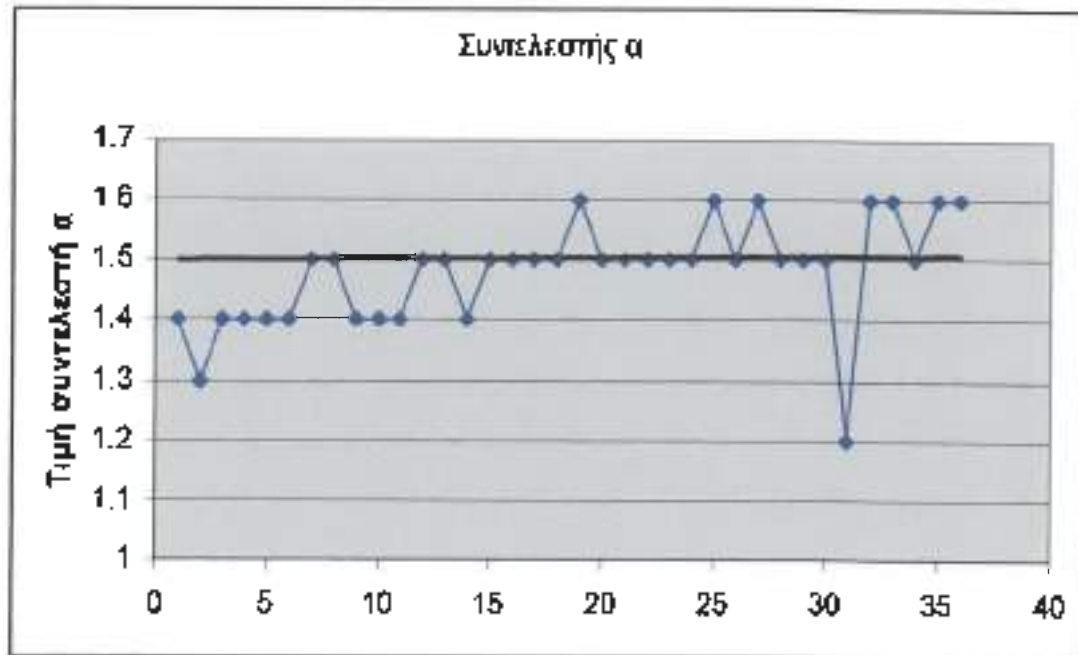
$$\alpha_c = 1.5 \quad (4B)$$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 5B

Σε περίπτωση προσθήκης σε γραμμή 20% συρμών I.C.Express ταχύτητας 200 Kph. η μείωση της χωρητικότητας αναμένεται να είναι κατά 50% μεγαλύτερη από ότι αν σε αυτή προσθέταμε 10% συρμούς ίδιας κατηγορίας.

ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ : ΜΙΑ ΚΛΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΜΕΣΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ $V_{\text{μεσ.}}$

Στη συνέχεια διερευνάται η τιμή α_c για τις περιπτώσεις όπου η γραμμή διανύεται στην αρχική κατάσταση της από μόνο μία κλάση συρμών.



Διάγραμμα 25B

Στις περιπτώσεις λοιπόν όπου αρχικά η γραμμή διανύεται από μια κλάση συρμών ισχύει

$$\alpha_{\text{μέση}} = \alpha_c = 1.5 \quad (5B)$$

Άρα και σε αυτή την περίπτωση ισχύει το συμπέρασμα 4B.

3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ $MX_{30\%}^{200}$ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΟΝ $MX_{10\%}^{200}$

Στην παράγραφο αυτή θα γίνει προσπάθεια να συσχετισθεί ο δείκτης $MX_{30\%}^{200}$ με τον $MX_{10\%}^{200}$. Για το λόγο αυτό θα υπολογισθεί το μέγεθος $MX_{30\%}^{200}$ για 4 συνδυασμούς ποσοστών συμμετοχής συρμών και στη συνέχεια θα συγκριθεί με το δείκτη $MX_{10\%}^{200}$ στις ανάλογες περιπτώσεις. Οι συνδυασμοί που εκλέγονται είναι οι τρεις που έχουν ως δεδομένο την ύπαρξη μόνο μιας κλάσης συρμών στην αρχική χρήση του δικτύου και η συνήθης, για ότι αφορά τουλάχιστον τους Γερμανικούς σιδηροδρόμους, περίπτωση η οποία εκφράζει τον κυρίως εμπορικό χαρακτήρα ενός δικτύου ή μιας γραμμής.

Αρχική Κύρια Χρήση		Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας (%)				
		I.C.	E	N	Dg	I.C.E.
Α) Μόνο Εμπορική	A'''	0	0	0	77	23
Δ) Μικτή χωρίς πύκνωση*	B'''	15	15	15	32	23
Στ) Μόνο επιβατική						
(Στ2)	Στ4'''	0	77	0	0	23
(Στ3)	Στ5'''	77	0	0	0	23

Πίνακας 81B

Περίπτωση A'''

Ο πίνακας ακολουθών είναι

	ICE	IC	E	N	Dg	(*N)
ICE	0.0529	0	0	0	0.1771	0.23
IC	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0.1771	0	0	0	0.5929	0.77
						1

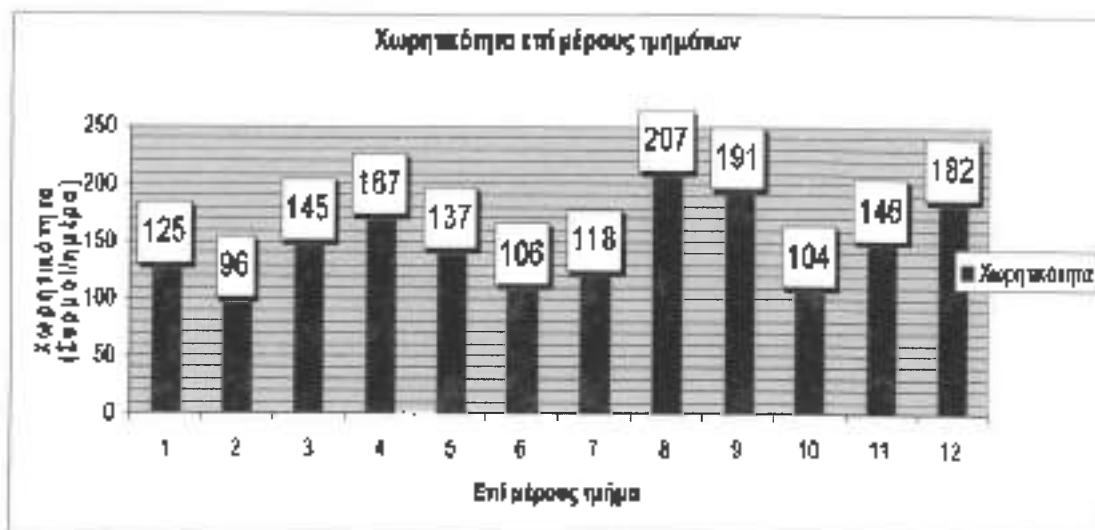
Πίνακας 82B

Και με τη χρήση του ειδικά διαμορφωμένου αλγόριθμου στο Microsoft Excel υπολογίζεται η χωρητικότητα

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Τzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.726876	6.726876	4.507007	0.25	125.3931279	125
Bf1 - Bf2	8.739848	8.739848	5.855698	0.25	96.99878903	96
Bf2 - Bf3	5.782432	5.782432	3.874229	0.25	145.3567389	145
Bf3 - KBf2	5.001652	5.001652	3.351107	0.25	167.3881631	167
KBf2 - Bf4	6.131396	6.131396	4.108035	0.25	137.2810361	137
Bf4 - KBf3	7.980936	7.980936	5.347227	0.25	106.0526367	106
KBf3 - Bf5	7.15719	7.15719	4.795317	0.25	118.0085342	118
Bf5 - YBf1	3.998342	3.998342	2.678889	0.25	207.8752637	207
YBf1 - Bf6	4.351772	4.351772	2.915687	0.25	191.5540815	191
Bf6 - YBf2	8.105676	8.105676	5.430803	0.25	104.4501651	104
YBf2 - Bf7	5.730996	5.730996	3.839767	0.25	146.6281136	146
Bf7 - KBf4	4.56768	4.56768	3.060346	0.25	182.7869155	182

Πίνακας 83B

Και παρόστατικά



Ιστόγραμμα 31B

Ακολουθεί ο υπολογισμός του δείκτη $MX_{30\%200}$ και η σύγκρισή του με τον $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Κm)	Αντιστάσεις (0.1%)	Χ αρχ.	Χ τελ.	$MX_{30\%200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	202	125	-0.38118812	-38.1
Bf1 - Bf2	60	15.38	218	96	-0.55963303	-56
Bf2 - Bf3	40	10.44	242	145	-0.40082845	-40.1
Bf3 - KBf2	50	0.33	292	167	-0.42808219	-42.8
KBf2 - Bf4	50	10.37	257	137	-0.46682807	-46.7
Bf4 - KBf3	50	15.33	212	106	-0.5	-50
KBf3 - Bf5	30	20.33	185	118	-0.36218218	-36.2
Bf5 - YBf1	30	0.3	282	207	-0.26595745	-26.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	313	191	-0.38977638	-39
Bf6 - YBf2	40	20.38	198	104	-0.47474747	-47.5
YBf2 - Bf7	30	15.29	229	148	-0.36244541	-36.2
Bf7 - KBf4	30	10.29	273	182	-0.33333333	-33.3

Πίνακας 84B

Και η σύγκριση

Επί μέρους τμήμα	$MX_{10\%200}$ [%]	$MX_{30\%200}$ [%]	α
KBf1 - Bf1	-22.8	-38.1	1.7
Bf1 - Bf2	-37.6	-56	1.5
Bf2 - Bf3	-24.4	-40.1	1.6
Bf3 - KBf2	-26.4	-42.8	1.6
KBf2 - Bf4	-29.6	-46.7	1.6
Bf4 - KBf3	-32.5	-50	1.5
KBf3 - Bf5	-21.6	-36.2	1.7
Bf5 - YBf1	-14.9	-26.6	1.8
YBf1 - Bf6	-23.3	-39	1.7
Bf6 - YBf2	-30.3	-47.5	1.6
YBf2 - Bf7	-21.4	-36.2	1.7
Bf7 - KBf4	-19.4	-33.3	1.7

Πίνακας 85B

Περίπτωση Β''

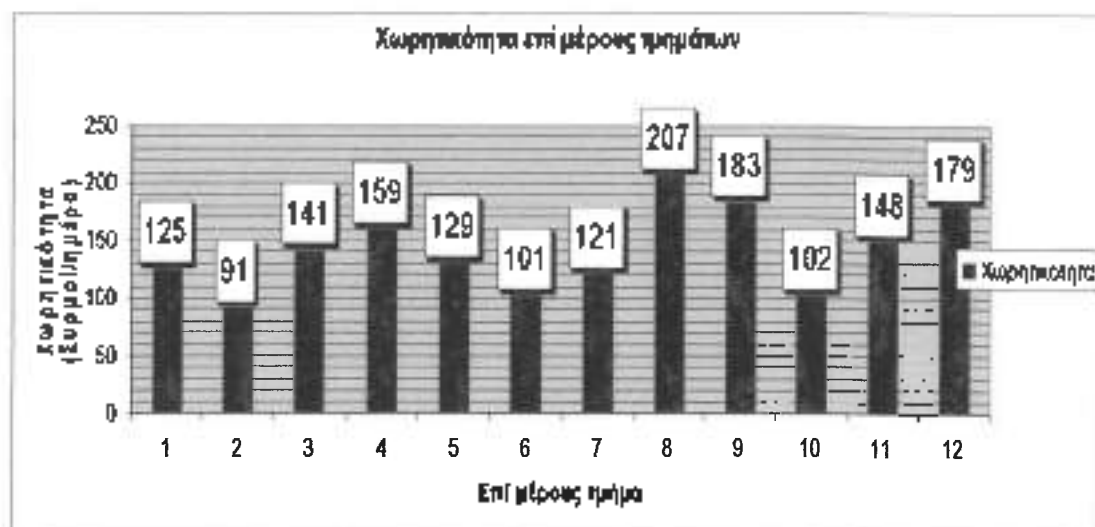
Ακολουθεί ο πίνακας των ακολουθιών , ο υπολογισμός της χωρητικότητας και η παράσταση αυτής γραφικά.

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.0529	0.0345	0.0345	0.0345	0.0736	0.23
IC	0.0345	0.0225	0.0225	0.0225	0.048	0.15
E	0.0345	0.0225	0.0225	0.0225	0.048	0.15
N	0.0345	0.0225	0.0225	0.0225	0.048	0.15
Dg	0.0736	0.048	0.048	0.048	0.1024	0.32
						1

Πίνακας 86B

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	6.719736	6.719736	4.502223	0.25	125.5234598	125
Bf1 - Bf2	9.236948	9.236948	6.188755	0.25	91.8619079	91
Bf2 - Bf3	5.933692	5.933692	3.975574	0.25	141.7425285	141
Bf3 - KBf2	5.267512	5.267512	3.529233	0.25	159.173271	159
KBf2 - Bf4	6.527336	6.527336	4.373315	0.25	129.1404407	129
Bf4 - KBf3	8.365626	8.365626	5.604969	0.25	101.2615828	101
KBf3 - Bf5	6.93987	6.93987	4.649713	0.25	121.6259063	121
Bf5 - YBf1	3.999002	3.999002	2.679331	0.25	207.8421937	207
YBf1 - Bf6	4.547702	4.547702	3.04696	0.25	183.5643062	183
Bf6 - YBf2	8.266656	8.266656	5.53866	0.25	102.4523425	102
YBf2 - Bf7	5.641176	5.641176	3.779588	0.25	148.9024044	148
Bf7 - KBf4	4.6473	4.6473	3.113691	0.25	179.7530418	179

Πίνακας 87B



Ιστόγραμμα 32B

Στη συνέχεια υπολογίζεται το μέγεθος $MX_{30\%200}$ και συγκρίνεται με το αντίστοιχο $MX_{10\%200}$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (Ω 1%)	X αρχ.	X τελ.	$MX_{30\%200}$	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	131	125	-0.04580153	-4.6
Bf1 - Bf2	60	15.38	98	91	-0.05208333	-5.2
Bf2 - Bf3	40	10.44	146	141	-0.03424559	-3.4
Bf3 - KBf2	50	0.33	171	159	-0.07017544	-7
KBf2 - Bf4	50	10.37	135	129	-0.04444444	-4.4
Bf4 - KBf3	50	15.33	104	101	-0.02884615	-2.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	121	121	0	0
Bf5 - YBf1	30	0.3	212	207	-0.02358491	-2.4
YBf1 - Bf6	40	5.4	196	183	-0.06632853	-6.6
Bf6 - YBf2	40	20.38	104	102	-0.01923077	-1.9
YBf2 - Bf7	30	15.29	150	146	-0.01333333	-1.3
Bf7 - KBf4	30	10.29	184	179	-0.02717391	-2.7

Πίνακας 88B

Και

Επί μέρους τμήμα	$MX_{10\%200}$ [%]	$MX_{30\%200}$ [%]	α
KBf1 - Bf1	-3.1	-4.6	1.5
Bf1 - Bf2	-3.1	-5.2	1.7
Bf2 - Bf3	-2.1	-3.4	1.6
Bf3 - KBf2	-4.1	-7	1.7
KBf2 - Bf4	-3	-4.4	1.5
Bf4 - KBf3	-1.9	-2.9	1.5
KBf3 - Bf5	-0.8	0	0
Bf5 - YBf1	-1.4	-2.4	1.7
YBf1 - Bf6	-3.6	-6.6	1.8
Bf6 - YBf2	-1.9	-1.9	1
YBf2 - Bf7	-1.3	-1.3	1
Bf7 - KBf4	-2.2	-2.7	1.2

Πίνακας 89B

Περίπτωση ΣΤ4'''

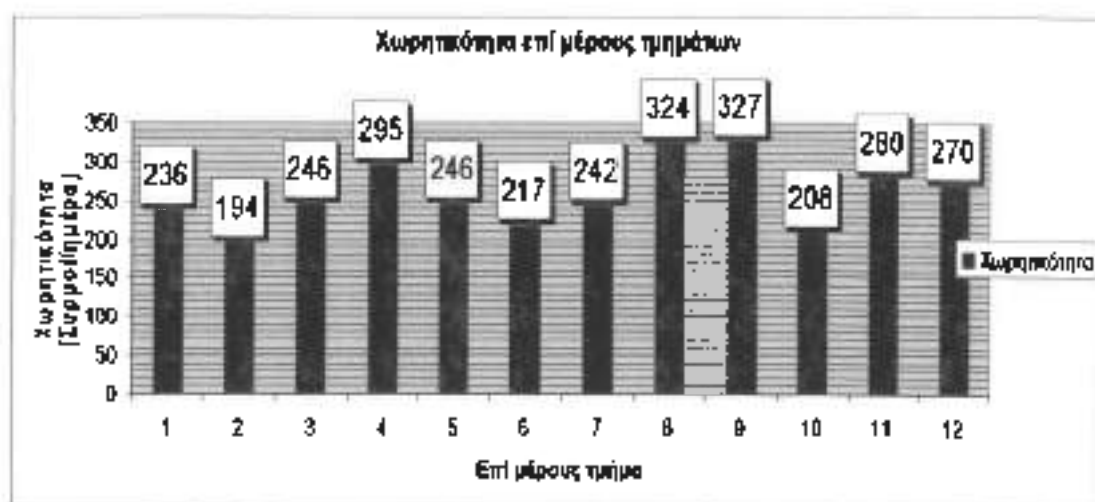
Ο πίνακας των ακολουθιών και ο υπολογισμός της χωρητικότητας εμφανίζονται παρακάτω

	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.0529	0	0.1771	0	0	0.23
IC	0	0	0	0	0	0
E	0.1771	0	0.5929	0	0	0.77
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 90B

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	3.48918	3.48918	2.337751	0.25	236.961732	236
Bf1 - Bf2	4.28355	4.28355	2.869979	0.25	194.5018514	194
Bf2 - Bf3	3.348462	3.348462	2.24347	0.25	246.4938163	246
Bf3 - KBf2	2.76511	2.76511	1.852624	0.25	295.8255502	295
KBf2 - Bf4	3.348462	3.348462	2.24347	0.25	246.4938163	246
Bf4 - KBf3	3.816006	3.816006	2.556724	0.25	217.4329915	217
KBf3 - Bf5	3.412218	3.412218	2.286186	0.25	242.0817391	242
Bf5 - YBf1	2.50562	2.50562	1.678765	0.25	324.7349678	324
YBf1 - Bf6	2.48098	2.48098	1.662257	0.25	327.7765645	327
Bf6 - YBf2	3.97709	3.97709	2.66465	0.25	208.9457724	208
YBf2 - Bf7	2.9245	2.9245	1.959415	0.25	280.487698	280
Bf7 - KBf4	3.040308	3.040308	2.037006	0.25	270.3050548	270

Πίνακας 91B



Ιστόγραμμα 33B

Υπολογίζεται το μέγεθος MX30%200 για την περίπτωση ΣΤ4'''

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	MX30% ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	313	236	-0.24600639	-24.6
Bf1 - Bf2	60	15.38	302	194	-0.35781589	-35.8
Bf2 - Bf3	40	10.44	302	246	-0.18543046	-18.5
Bf3 - KBf2	50	0.33	386	295	-0.19398907	-19.4
KBf2 - Bf4	50	10.37	302	246	-0.18543046	-18.5
Bf4 - KBf3	50	15.33	302	217	-0.28145695	-28.1
KBf3 - Bf5	30	20.33	302	242	-0.19867555	-19.9
Bf5 - YBf1	30	0.3	351	324	-0.07692308	-7.7
YBf1 - Bf6	40	5.4	420	327	-0.22142857	-22.1
Bf6 - YBf2	40	20.38	282	208	-0.26241135	-26.2
YBf2 - Bf7	30	15.29	386	280	-0.23497268	-23.5
Bf7 - KBf4	30	10.29	302	270	-0.10595028	-10.6

Πίνακας 92B

Και συγκρίνεται με το MX10%200

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX30%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-13.4	-24.6	1.8
Bf1 - Bf2	-21.2	-35.8	1.7
Bf2 - Bf3	-10.3	-18.5	1.8
Bf3 - KBf2	-10.4	-19.4	1.9
KBf2 - Bf4	-10.3	-18.5	1.8
Bf4 - KBf3	-15.9	-28.1	1.8
KBf3 - Bf5	-10.9	-19.9	1.8
Bf5 - YBf1	-4.3	-7.7	1.8
YBf1 - Bf6	-11.9	-22.1	1.9
Bf6 - YBf2	-14.5	-26.2	1.8
YBf2 - Bf7	-12.8	-23.5	1.8
Bf7 - KBf4	-6	-10.6	1.8

Πίνακας 93B

Περίπτωση ΣΤ5'''

Μια ακόμη επανάληψη της διαδικασίας οδηγεί στον υπολογισμό της χωρητικότητας των επί μέρους τμημάτων για αυτή την περίπτωση

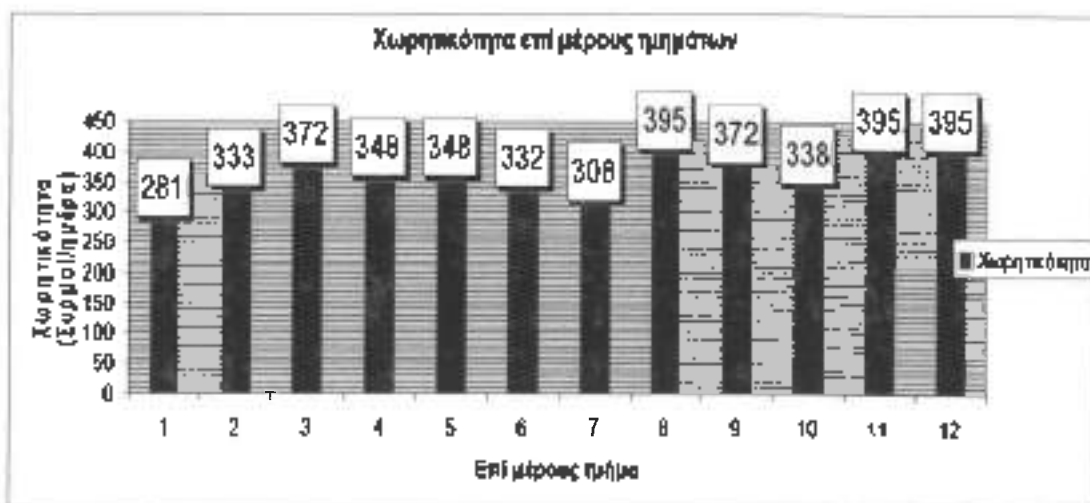
	ICE	IC	E	N	Dg	
ICE	0.0529	0.1771	0	0	0	0.23
IC	0.1771	0.5929	0	0	0	0.77
E	0	0	0	0	0	0
N	0	0	0	0	0	0
Dg	0	0	0	0	0	0
						1

Πίνακας 94B

Και:

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
KBf1 - Bf1	2.909216	2.909216	1.949175	0.25	281.8891661	281
Bf1 - Bf2	2.432316	2.432316	1.629652	0.25	333.9542625	333
Bf2 - Bf3	2.166666	2.166666	1.451666	0.25	372.2534462	372
Bf3 - KBf2	2.326056	2.326056	1.558458	0.25	348.2876505	348
KBf2 - Bf4	2.326056	2.326056	1.558458	0.25	348.2876505	348
Bf4 - KBf3	2.442942	2.442942	1.636771	0.25	332.585544	332
KBf3 - Bf5	2.640986	2.640986	1.769461	0.25	308.9832622	308
Bf5 - YBf1	2.028528	2.028528	1.359114	0.25	395.8608612	395
YBf1 - Bf6	2.166666	2.166666	1.451666	0.25	372.2534462	372
Bf6 - YBf2	2.395972	2.395972	1.605301	0.25	338.7220531	338
YBf2 - Bf7	2.028528	2.028528	1.359114	0.25	395.8608612	395
Bf7 - KBf4	2.028528	2.028528	1.359114	0.25	395.8608612	395

Πίνακας 95B



Ιστόγραμμα 34B

και ακολουθεί ο υπολογισμός του $MX30\%200$

Επί μέρους τμήμα	Μήκος(Km)	Αντιστάσεις (0.1%)	X αρχ.	X τελ.	MX30% ²⁰⁰	[%]
KBf1 - Bf1	50	10.26	325	281	-0.13538462	-13.5
Bf1 - Bf2	60	15.38	442	333	-0.24660633	-24.7
Bf2 - Bf3	40	10.44	442	372	-0.15837104	-15.8
Bf3 - KBf2	50	0.33	442	348	-0.21266968	-21.3
KBf2 - Bf4	50	10.37	442	348	-0.21288988	-21.3
Bf4 - KBf3	50	15.33	442	332	-0.24886878	-24.9
KBf3 - Bf5	30	20.33	313	308	-0.01597444	-1.6
Bf5 - YBf1	30	0.3	442	395	-0.10633484	-10.6
YBf1 - Bf6	40	5.4	442	372	-0.15837104	-15.8
Bf6 - YBf2	40	20.38	420	338	-0.1952361	-19.5
YBf2 - Bf7	30	15.29	442	395	-0.10633484	-10.6
Bf7 - KBf4	30	10.29	442	395	-0.10633484	-10.6

Πίνακας 96B

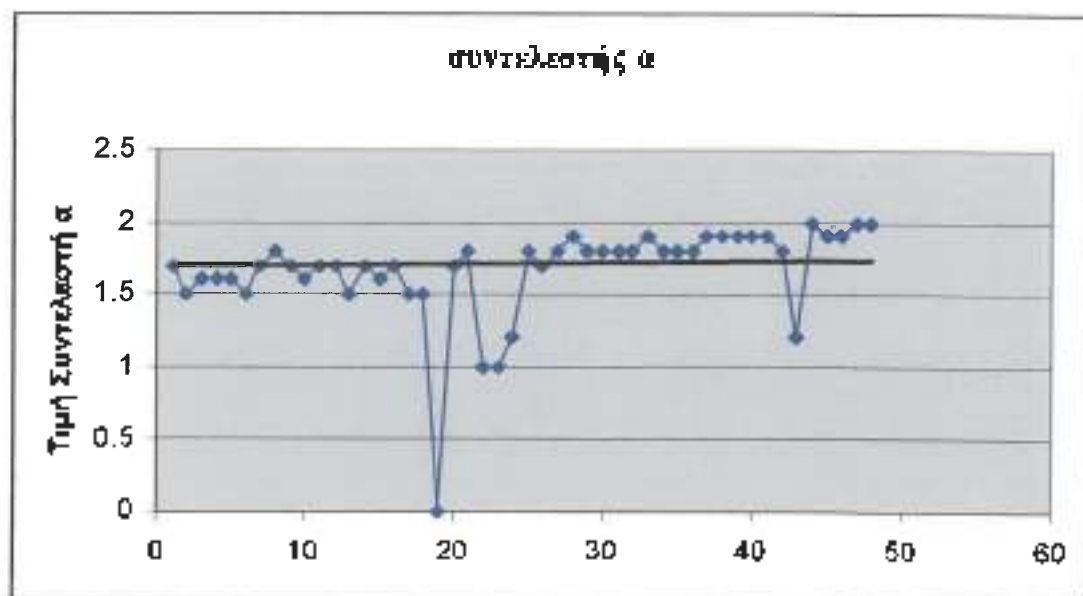
Ενώ τέλος συγκρίνεται με το MX10%200

Επί μέρους τμήμα	MX10%200 [%]	MX30%200 [%]	α
KBf1 - Bf1	-7.1	-13.5	1.9
Bf1 - Bf2	-13.3	-24.7	1.9
Bf2 - Bf3	-8.4	-15.8	1.9
Bf3 - KBf2	-11.5	-21.3	1.9
KBf2 - Bf4	-11.5	-21.3	1.9
Bf4 - KBf3	-13.6	-24.9	1.8
KBf3 - Bf5	-1.3	-1.6	1.2
Bf5 - YBf1	-5.4	-10.6	2
YBf1 - Bf6	-8.4	-15.8	1.9
Bf6 - YBf2	-10.5	-19.5	1.9
YBf2 - Bf7	-5.4	-10.6	2
Bf7 - KBf4	-5.4	-10.6	2

Πίνακας 97B

3.5.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ

Παριστάνουμε ξάνα στο επίπεδο τα σημεία που εκφράζουν το συντελεστή α για να προκύψει τόσο η μέση όσο και η συνήθη τιμή του.



Διάγραμμα 25B

Προκύπτει ,λοιπόν, ότι για προσθήκη 30% επί του συνόλου των αρχικών συρμών ,συρμών I.C.Express , το α από τη σχέση 2B έχει την τιμή

$$\alpha_{\text{μέση}} = \alpha_c = 1.7 \text{ (6B)}$$

Η τιμή αυτή εκφράζει και τα δίκτυα στα οποία αρχικά κυκλοφορεί μια κλάση συρμών.

Μπορεί να πει κανείς συμπερασματικά ,ότι

$$MX_{30\%}^{200} = 1.7 * MX_{10\%}^{200}$$

Και ότι

(7B)
Δουλουμπέκης Θεόδωρος

$$MX_{20\%}^{200} = 1.5 * MX_{10\%}^{200}$$

σε μία συνήθη περίπτωση επί μέρους τμήματος για οποιαδήποτε ποσοστά συμμετοχής των συρμών στην αρχική κατάσταση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 68

Σε περίπτωση προσθήκης σε γραμμή 30% συρμών I.C.Express ταχύτητας 200 Κmh, η μείωση της χωρητικότητας αναμένεται να είναι κατά 70% μεγαλύτερη από ότι αν σε αυτή προσθέταμε 10% συρμούς ίδιας κατηγορίας.

Γενικότερο, η σχέση

$$MX_{(\beta * 10\%)}^{200} = a_c * MX_{10\%}^{200}$$

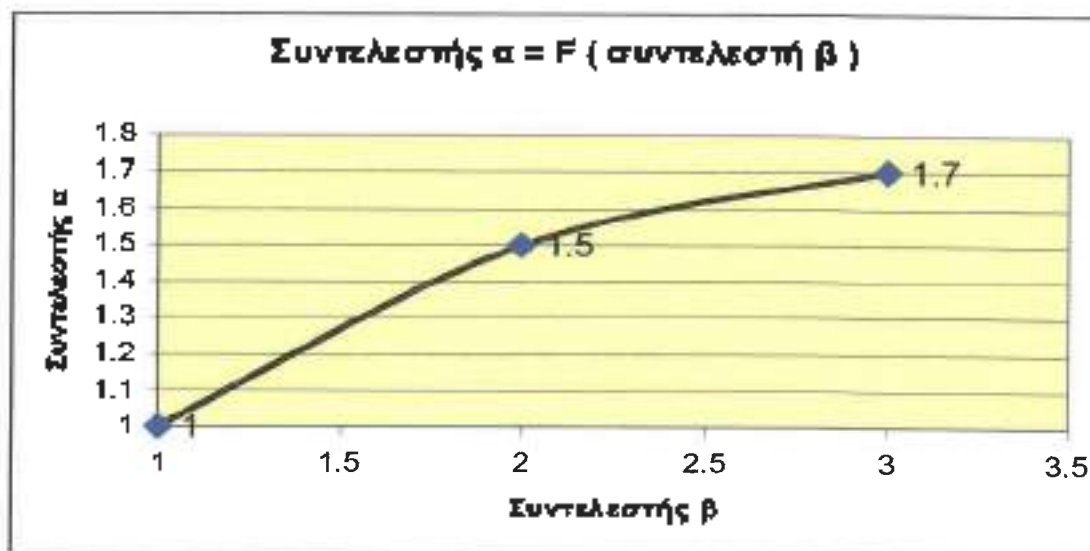
δίνει για

$$\beta = 1 \rightarrow a = 1$$

$$\beta = 2 \rightarrow a = 1.5$$

$$\beta = 3 \rightarrow a = 1.7$$

και παριστάνεται στο επίπεδο όπως φαίνεται παρακάτω :



Διάγραμμα 26B

Ισχύει ,λοιπόν,ότι

$$a_c = -0.15 * \beta^2 + 0.95 * \beta + 0.2$$

Σχέση 8B

(Δουλουμπέκης Θεόδωρος)

Η μεταβολή χωρητικότητας από την προσθήκη 20 ή 30 % συρμών I.C.E. σε σχέση με τη μεταβολή από την προσθήκη 10%

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Πρέπει να αναφέρουμε ότι τα παραπάνω είναι μάλλον ενδεικτικά παρά ικανά για να αποτελέσουν κανόνα της σιδηροδρομικής τεχνικής. Δεν πρέπει παρόλαυτὸ να παραμερίσουμε το γεγονός ότι η προσέγγιση είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη.

Η σχέση 8B καλύει ανεξάρτητα τα ποσοστά συμμετοχής των συρμών και την ταχύτητα αυτών.

Γ' ΜΕΡΟΣ



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ
ΤΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΟΤΑΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΕΙ ΜΙΑ
ΚΛΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΠΟΣΟΣΤΟΥ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΤΑΧΕΩΝ ΣΥΡΜΩΝ ΣΤΗ
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

- **Εύρεση κατάλληλου αλγόριθμου αναγνώρισης ποσοστού συμμετοχής
και μέσης οριζικής τοχύτητας**

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

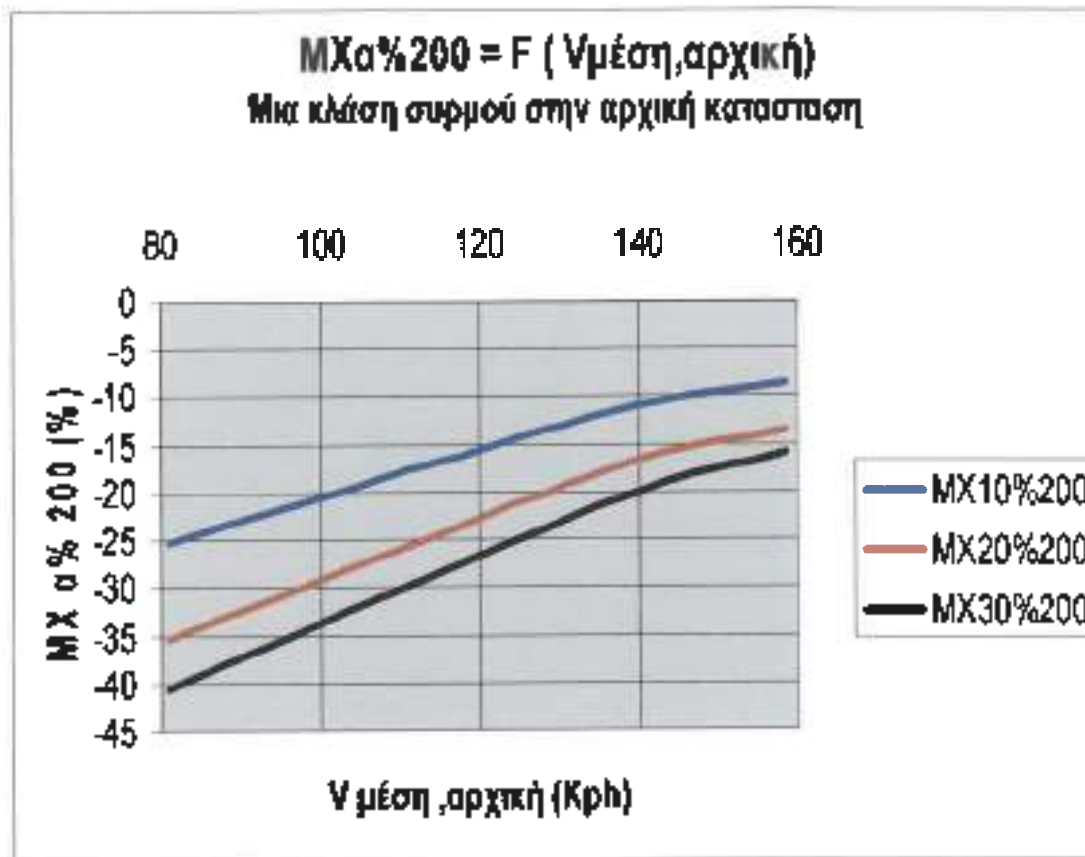
Στο Μέρος Β' της εργασίας αυτής έγινε σαφές το γεγονός ότι ,η μεταβολή της χωρητικότητας συμβατικού δικτύου από την προσθήκη συρμών υψηλής ταχύτητας ,είναι συνάρτηση της σύνθεσης του δρομολογίου ,εκφρασμένης μέσω των ποσοτών συμμετοχής κάθε συρμού, πριν την προαναφερθείσα προσθήκη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση κατά την οποία αρχικά στο δίκτυο ή στη γραμμή ,κυκλοφορεί μια μόνο κατηγορία συρμών .Μάλιστα ,έντονο πρακτικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η περίπτωση όπου σε μια προστακτική γραμμή προστίθενται συρμοί υψηλής ταχύτητας ,όντας αναγκασμένοι να διέλθουν από κοινό με τους προστασιακούς συρμούς ,διάδρομο.

Στο Γ' μέρος γίνεται προσπάθεια να συσχετισθεί η μεταβολή της χωρητικότητας με την ταχύτητα των αρχικά κινούμενων συρμών αλλά και εν συνεχεία με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της γραμμής και την ταχύτητα καθώς και το ποσοστό των προστιθέμενων συρμών.

1.2 Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΜΕΩ. ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΙΚΗΣ ΚΛΑΣΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙ ΑΡΧΙΚΑ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Κάνοντας χρήση του διαγράμματος 23B και των πινάκων 43B, 75B, 79B, αλλά και των 84B , 92B ,96B , μπορεί να προκύψει ο υπολογισμός της αναμενόμενης μέσης μείωσης της χωρητικότητας σε περιπτώσεις όπου αρχικά χρησιμοποιεί το δίκτυο μια μόνο κατηγορία συρμού ,σε συνάρτηση με τη μέση ταχύτητα διάνυσης της γραμμής. Το διάγραμμα αυτό χαρακτηρίζεται από μικρή απόκλιση από την πραγματικότητα και είναι αυτό που ακολουθεί.



(Διάγραμμα 1Γ)
(Δουλουμπέκης Θοδωρής)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 1Γ

Για γραμμές όπου αρχικά διατρέχονται από μια μόνο κλάση συρμού μέσης ταχύτητας $V_{\text{μέσ.}}$ (όπου $V_{\text{μέσ.}} < 160 \text{ Kph.}$) ισχύει, με ικανοποιητική ακρίβεια, ότι

$$\overline{MX}_{10\%}^{200} = -12 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\text{μέσ.}}^2 + 5,078 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\text{μέσ.}} - 58,483 \quad (1\Gamma)$$

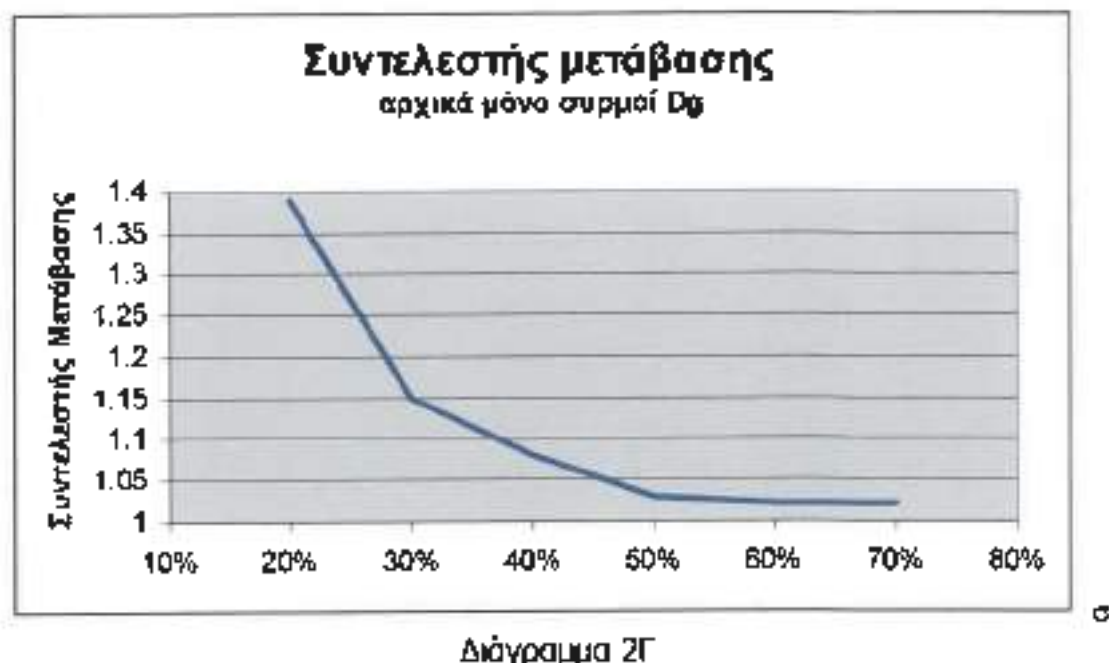
$$\overline{MX}_{20\%}^{200} = -16 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\text{μέσ.}}^2 + 6,608 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\text{μέσ.}} - 78,363 \quad (2\Gamma)$$

$$\overline{MX}_{30\%}^{200} = -15 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\text{μέσ.}}^2 + 6,778 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\text{μέσ.}} - 85,617 \quad (3\Gamma)$$

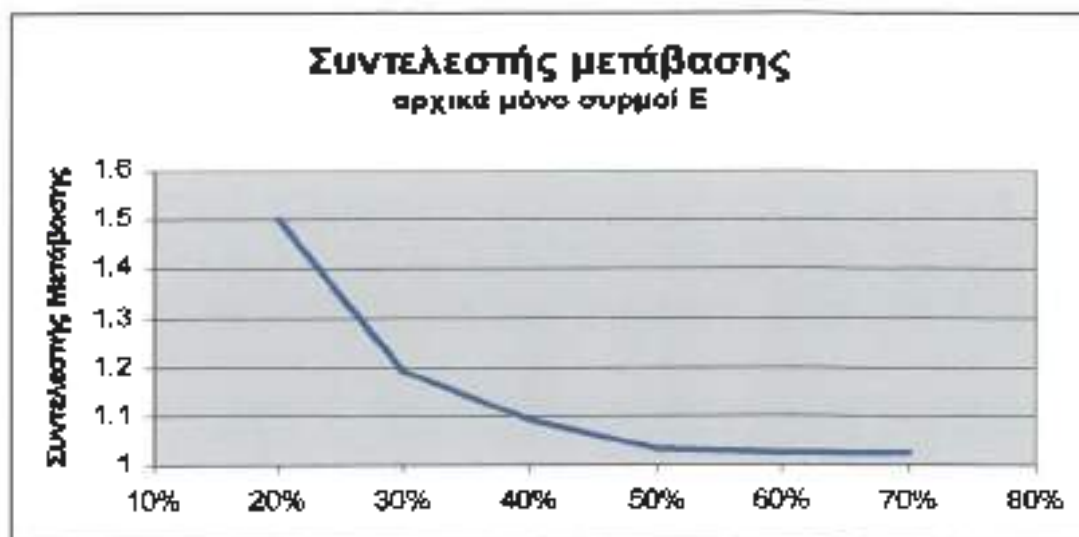
Δουλουμπέκης Θοδωρής.

Στη συνέχεια επιδιώκεται η πρόβλεψη, για την περίπτωση πάντα της κυκλοφορίας μιας κλάσης συρμού στην αρχική κατάσταση, των καμπυλών που θα συναρτούν την ταχύτητα κίνησης με τους δείκτες $MX_{40\%}$, 50% , $70\% 200$. Η πρόβλεψη επιδιώκεται με τον ακόλουθο τρόπο :

Αρχικά γνωρίζουμε τις τιμές των συντελεστών με τους οποίους μεταβαίνουμε από από το MX10% στο MX20% και από το MX20% στο MX30% για την περίπτωση της αποκλειστικής κυκλοφορίας συρμών Dg. Υπολογίζουμε τη μέση τιμή του δείκτη MX40%200 που είναι -44% και στη συνέχεια του συντελεστή με τον οποίο μεταβαίνουμε από την τιμή MX30% σε αυτή της MX40%. Μεταφέρουμε τους συντελεστές αυτούς στο επίπεδο και από εκεί υπολογίζουμε τις τιμές των συντελεστών για μετάβαση από MX40% σε MX50% και από MX50% σε MX70%. Το διάγραμμα φαίνεται παρακάτω :

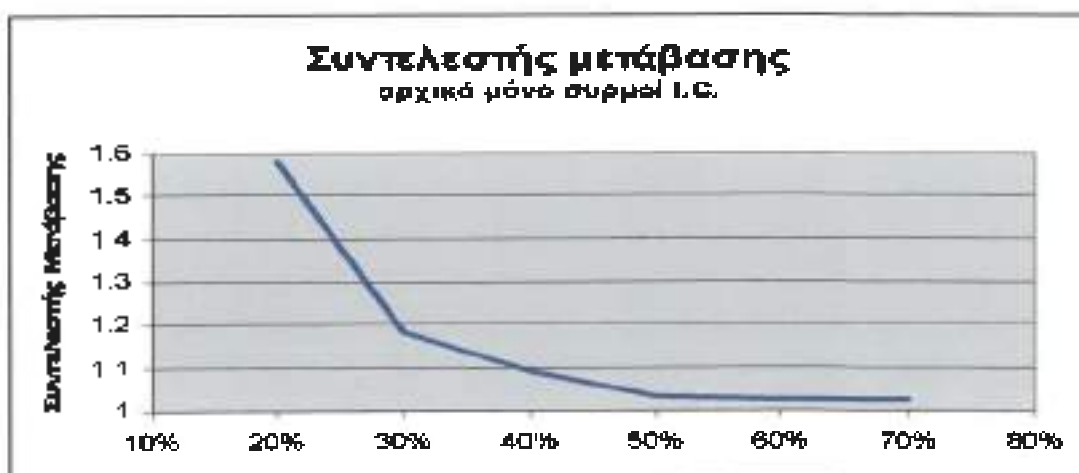


Με τη χρήση του παραπάνω διαγράμματος και των συντελεστών μετάβασης από τις τιμές MX20% και MX30% για συρμούς Dg σε αυτές των MX20% και 30% για συρμούς E και I.C. και στη συνέχεια σε τιμές μέχρι και 70% για σμρότερες των προαναφερθέντων περιπτώσεων.



Διάγραμμα 3Γ

και



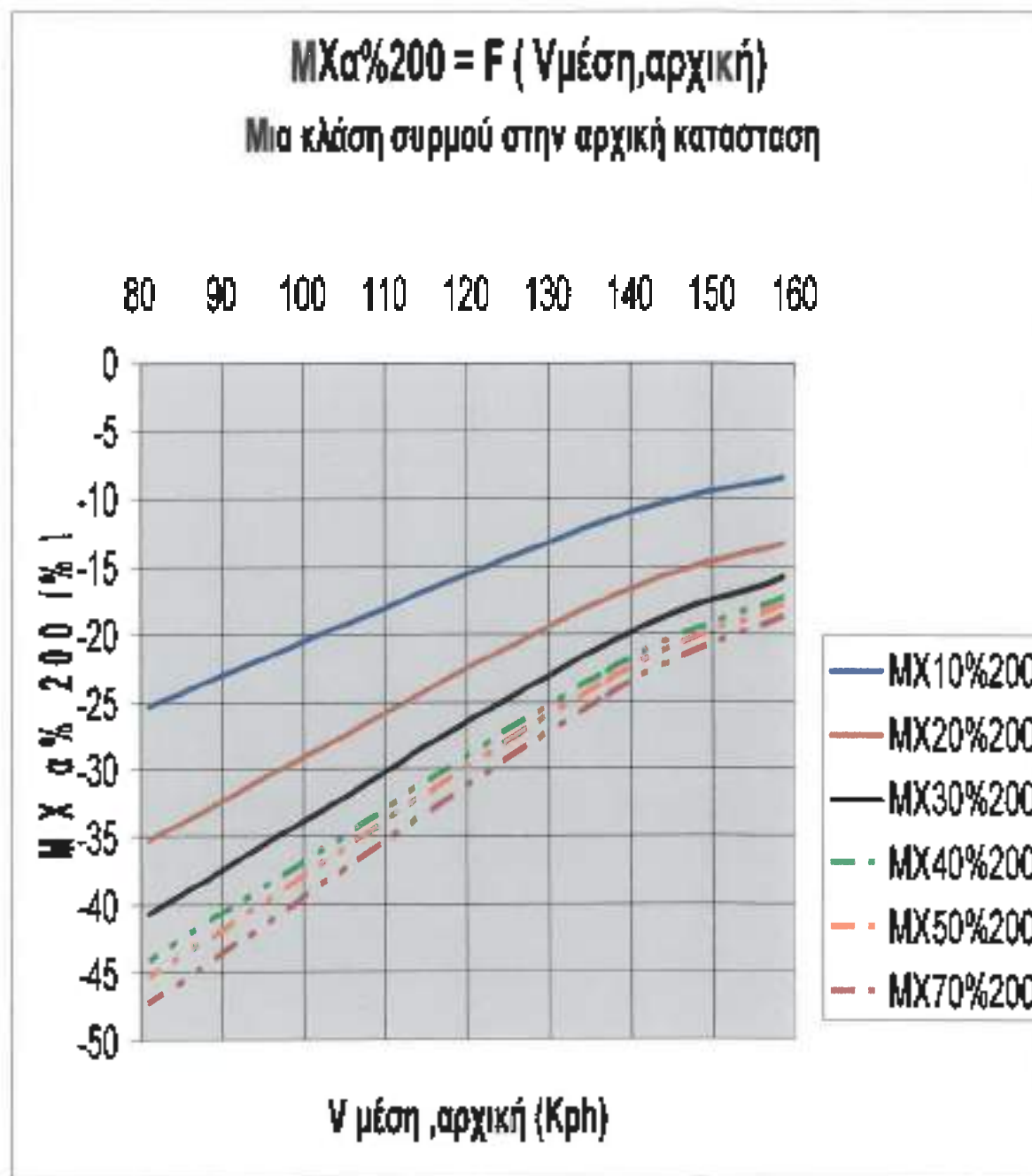
Διάγραμμα 4Γ

Οι τιμές των συντελεστών μετάβασης καθώς και οι τιμές της μέσης χωρητικότητας εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα :

	10%		20%		30%		40%		50%	70%
Ι.Σ.	-8.5	1.58	-13.43	1.18	-15.84	1.09	-17.27	1.03	-17.79	-18.6
Ε	-11.8	1.5	-17.7	1.19	-21.063	1.09	-22.95	1.03	-23.64	-24.9
Dg	25.35	1.39	-35.2	1.15	-40.522	1.08	-44	1.03	-45.3	47.25

Πίνακας 1Γ

Και ακολουθούν διαγραμματικά οι προβλέψεις



(Διάγραμμα 5Γ)
(Δουλουμπέκης Θεόδωρος)

Υποσημείωση

Η μέση τιμή του δείκτη $MX\alpha\%200$ που εμφανίζεται παραπάνω αντιστοιχεί σε μήκος επι μέρους τμήματος 40Km και ανηγμένες αντιτάσεις γραμμής 5 %.

Σε περίπτωση ,λοιπόν ,που χρησιμοποιείται για τμήμα ελεύθερης γραμμής, θεωρείται αυτή ως ως αποτελούμενη από επί μέρους τμήματα ανηγμένων αντιστάσεων 5% ενώ προσεγγιστικό μπορεί να έχει οποιοδήποτε μήκος.

Οι ακραίες τιμές του δείκτη $\overline{MX}$ α% 200 είναι περίπου $\pm 50\%$ της μέσης τιμής και αντιστοιχούν

1. Η ελάχιστη τιμή της μείωσης (+50%) σε τμήμα μήκους 30Km και ανηγμένων αντιστάσεων 0 %
2. Η μέγιστη τιμή της μείωσης (-50%) σε τμήμα μήκους 50Km και ανηγμένων στο παραπάνω μήκος αντιστάσεων 20%.

Στη συνέχεια υπολογίζονται και οι εξισώσεις των δεικτών $\overline{MX}$ 40%,50%,70% 200 και παρατίθενται παρακάτω

$$\overline{MX}_{40\%}^{200} = -16 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\mu\sigma\sigma}^2 + 7,289 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\mu\sigma\sigma} - 92,448 \quad (4\Gamma)$$

$$\overline{MX}_{50\%}^{200} = -17 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\mu\sigma\sigma}^2 + 7,494 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\mu\sigma\sigma} - 95,121 \quad (5\Gamma)$$

$$\overline{MX}_{70\%}^{200} = -15 \cdot 10^{-4} \cdot V_{\mu\sigma\sigma}^2 + 7,653 \cdot 10^{-1} \cdot V_{\mu\sigma\sigma} - 98,215 \quad (6\Gamma)$$

Δουλουμπέκης Θεόδωρος

Όλες οι παραπάνω εξισώσεις που συσχετίζουν τη μεταβολή της χωρητικότητας ενός τμήματος γραμμής ή τη μέση τιμή της μεταβολής της χωρητικότητας για μια γραμμή ,μπορούν να συγκεντρωθούν σε μια εξίσωση με τη χρήση κατάλληλων συντελεστών.

******* Εισαγωγή νέων συντελεστών *******

Οι συντελεστές αυτοί θα ονομάζονται στο εξής **συντελεστές μετάβασης S,T,D**, και θα είναι αδιάστατοί σε συντελεστές. Αναλυτικότερα θα ονομάζονται ο

Συντελεστής S συντελεστής μετάβασης *δεύτερης δύναμης*

Συντελεστής T συντελεστής μετάβασης *πρώτης δύναμης*, και

Συντελεστής D συντελεστής μετάβασης *μηδενικής δύναμης*

και αυτό καθώς ο S θα αποτελεί πολλαπλασιαστή της δεύτερης δύναμης της μέσης ταχύτητας , ο T της πρώτης δύναμης και τέλος ο D της μηδενικής δύναμης της ταχύτητας στις σχέσεις του υπολογισμού της μέσης τιμής του δείκτη $\overline{MX}$ α%200.

Μπορεί, λοιπόν, σε αυτή τη φάση της εργασίας να παρουσιαστεί η γενικότερη μορφή της σχέσης που συνδέει τη μέση τιμή της μεταβολής της χωρητικότητας σε μία γραμμή που αρχικά κυκλοφορεί μια κατηγορία συρμών με τη μέση ταχύτητα ταχύτητα κίνησης των συρμών με τη χρήση των συντελεστών μετάβασης S,T,D.

Συμπερασμα 2Γ
Δουλουμπέκης Θεωρής

$$MX_{(b * 10\%)}^{200} = - S * 12 * V^2 + T * 5,078 * V - D * 58,483 \quad (7B)$$

Όπου

b	S	T	D
	(* 0.0001)	(* 0.1)	(* 1)
1	1	1	1
2	1.33	1.3	1.34
3	1.25	1.33	1.46
4	1.33	1.435	1.58
5	1.42	1.475	1.63
7	1.25	1.5	1.68

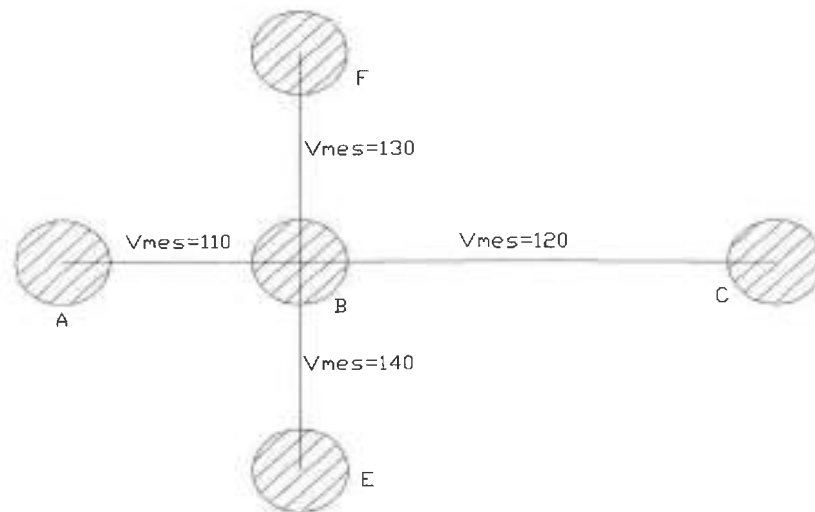
(Πίνακας 2Γ)
(Δουλουμπέκης Θεωρής)

V : μέση ταχύτητα κίνησης της μοναδικής κατηγορίας συρμών σε μια γραμμή, μετρούμενη σε Kph. (ή χιλιόμετρα ανά ώρα)

$MX_{(b * 10\%)}^{200}$: Η μέση τιμή της μεταβολής της χωρητικότητας σε μια γραμμή προκύπτουσα από την προσθήκη $b * 10\%$ επί του συνόλου των αρχικών συρμών ,συρμών I.C.Express ταχύτητας 200 Kph.

Παράδειγμα – Εφαρμογή.....1Γ

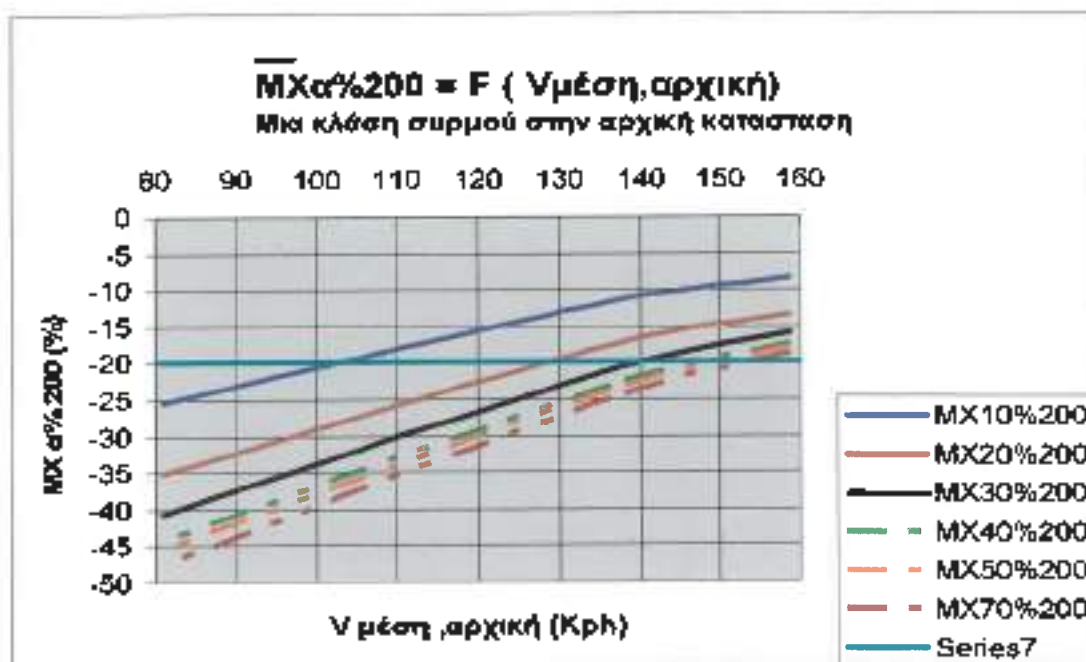
Ας υποθέσουμε μια σιδηροδρομική επιχείρηση υπεύθυνη για τη λειτουργία ενός δικτύου. Παραδείγματος χάριν του παρακάτω:



Επιπλέον της παραπάνω υπόθεσης, θεωρούμε ότι σε κάθε τμήμα του δικτύου υπάρχουν μόνο συρμαί μεσαίων αποστάσεων με μέση ταχύτητα κίνησης ίση με αυτή που φαίνεται στον παραπάνω διάγραμμα. Η επιχείρηση σκοπεύει στην προσθήκη συρμών 1.C.Express ταχύτητας 200 Kph. Αλλά δεν επιθυμεί μέση μείωση της χρησιμότητας πάνω από 20% της αρχικής σε κάθε τμήμα. Αρχικά το σύνολο των συρμών είναι 20 σε κάθε τμήμα.

Μέχρι πόσους συρμούς μπορεί να προσθέσει σε κάθε τμήμα του δικτύου ?

Η απάντηση έρχεται με τη χρήση του παρακάτω διαγράμματος :



1. Μπορούμε να προσθέσουμε 10% ήτοι 2 συρμούς I.C.E. σε όλα τα τμήματα με μέση αρχική ταχύτητα διάνυσης των ίση ή μεγαλύτερη των 100 Kph. , εν προκειμένω δηλαδή, σε όλα.
2. Μπορούμε να προσθέσουμε 20% ήτοι 4 συρμούς σε τμήματα που διανύονται με μέση ταχύτητα μεγαλύτερη ή ίση με 130 Kph. δηλαδή στα B-F και B-E.
3. Τέλος ,μπορούμε ,οριακά στο τμήμα B-E να προσθέσουμε και 30% δηλαδή 6 συρμούς I.C.E. λόγω της μέσης ταχύτητας των συρμών μεσαίων αποστάσεων που είναι ίση με 140 Kph.

Προκύπτει λοιπόν ,ταχύτητα και με μεγάλη ακρίβεια ότι στα τμήματα A-B και B-C μπορούμε να προσθέσουμε 2 συρμούς ,στο B-F 4 συρμούς και στο B-E 6 συρμούς I.C.E.,

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΝΗΓΜΕΝΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

- *Ευρεση κατάλληλου αλγόριθμου*

2.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΕΝΟΣ ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΜΧα%200.

(Μετάβαση από τη μέση στην πραγματική τιμή του ΜΧα%200)

Τα διαγράμματα και οι συναρτήσεις που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αφορούν τη μέση τιμή του δείκτη που εκφράζει τη μεταβολή της χωρητικότητας από την προσθήκη ποσοστού συρμών I.C.Express ταχύτητας 200 Κρη..Οι τιμές αυτές που προέκυψαν βρίσκουν εφαρμογή σε τμήματα ελεύθερης γραμμής με ευσύνοπτου μεγέθους μήκος. Ποία είναι όμως η επίδραση του μήκους και των ανηγμένων σε αυτό αντιστάσεων ενός επί μέρους τμήματος στη μέση τιμή του δείκτη ΜΧ ?

Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα η τιμή $\overline{ΜΧ} α\%200$ αντιστοιχεί στην πραγματική μεταβολή της χωρητικότητας σε ένα επί μέρους τμήμα μήκους 40 Km και ανηγμένων αντιστάσεων 5% ενώ μπορεί να λάβει τιμές ακόμη και $\pm 50\%$ για τμήματα διαφορετικών χαρακτηριστικών.

******* Εισαγωγή νέων συντελεστών *******

Εισάγουμε ,λοιπόν δύο νέα μεγέθη-συντελεστές με σκοπό αυτοί να εκφράσουν τον τρόπο που επιδρά το μήκος και οι αντιστάσεις ενός επί μέρους τμήματος στη μέση τιμή της μεταβολής χωρητικότητας.

Οι συντελεστές αυτοί είναι :

1. ο L ,συντελεστής επίδρασης μήκους και
2. ο R ,συντελεστής επίδρασης αντιστάσεων

Έτσι για ένα επί μέρους τμήμα προκύπτει ότι

$$\boxed{ΜΧα\%200 = L * R * \overline{ΜΧ} α\%200} \quad (7Γ)$$

Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια υπολογισμού μιας ενδεικτικής τιμής των δύο συντελεστών ,η οποία θα εξασφαλίζει μια κανονιστική προσέγγιση της πραγματικότητας.

Συντελεστής Επίδρασης Μήκους L

- ο Για μήκος 40 χιλιομέτρων ,L = 1 καθότι η μέση τιμή αφορά τμήμα μήκους 40 Km
- ο Για μήκος 50 χιλιομέτρων αναμένεται $ΜΧ α\% < \overline{ΜΧ} α\%$ όπως αυτό φάνηκε σε προηγούμενα διαγράμματα
- ο Για μήκος 30 χιλιομέτρων αναμένεται $ΜΧα\% > \overline{ΜΧ} α\%$

Συντάσσουμε τον παρακάτω πίνακα με τιμές που προκύπτουν από τα προηγούμενα αποτελέσματα :

Συνδιασμός Ποσοστών	Επί μέρους τμήμα με μήκος (km) / αντιστάσεις (‰)		
	30 / 5	40 / 5	50 / 5
	($M\chi\sigma\%200 / M\chi\sigma\%200$)		
A'	0.8	1	1.25
ΣΤ4'	0.7	1	1.35
ΣΤ5'	1	1	1
A''	0.75	1	1.1
ΣΤ4''	0.7	1	1
ΣΤ5''	0.7	1	1.2
A'''	0.7	1	1.1
ΣΤ4'''	0.5	1	1
ΣΤ5'''	0.7	1	1.4
Μέση Ενδεικτική Τιμή	0.7	1	1.2

Πίνακας 3Γ

Άρα οι τιμές που λαμβάνει ο συντελεστής L είναι

Μήκος επί μέρους τμήματος (Km)	30	40	50
Τιμή συντελεστή L	0.7	1	1.2

Πίνακας 4Γ

Συντελεστής Επίδρασης Αντιστάσεων R

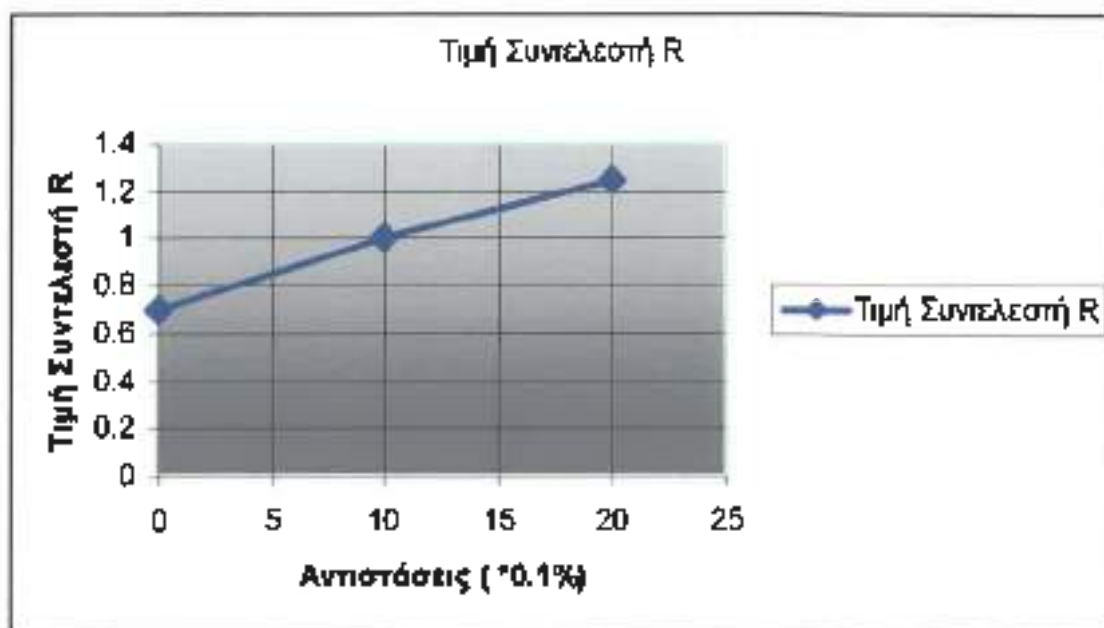
- Για ανηγμένες αντιστάσεις 5-10‰ ,R = 1 καθότι η μέση τιμή αφορά τμήματα με αυτές τις αντιστάσεις
- Για ανηγμένες αντιστάσεις 0‰ η τιμή του R είναι ίση με 0.7 προκύπτουσα από τους αντίστοιχους πίνακες και η τιμή είναι ενδεικτική
- Τέλος για ανηγμένες αντιστάσεις 20‰ η τιμή που προτείνεται είναι 1.25 για το συντελεστή R.

Συγκεντρωτικά :

Αντιστάσεις (Ανηγμένες στο μήκος επί μέρους τμήματος)	0‰	10‰	20‰
Τιμή συντελεστή R	0.7	1	1.25

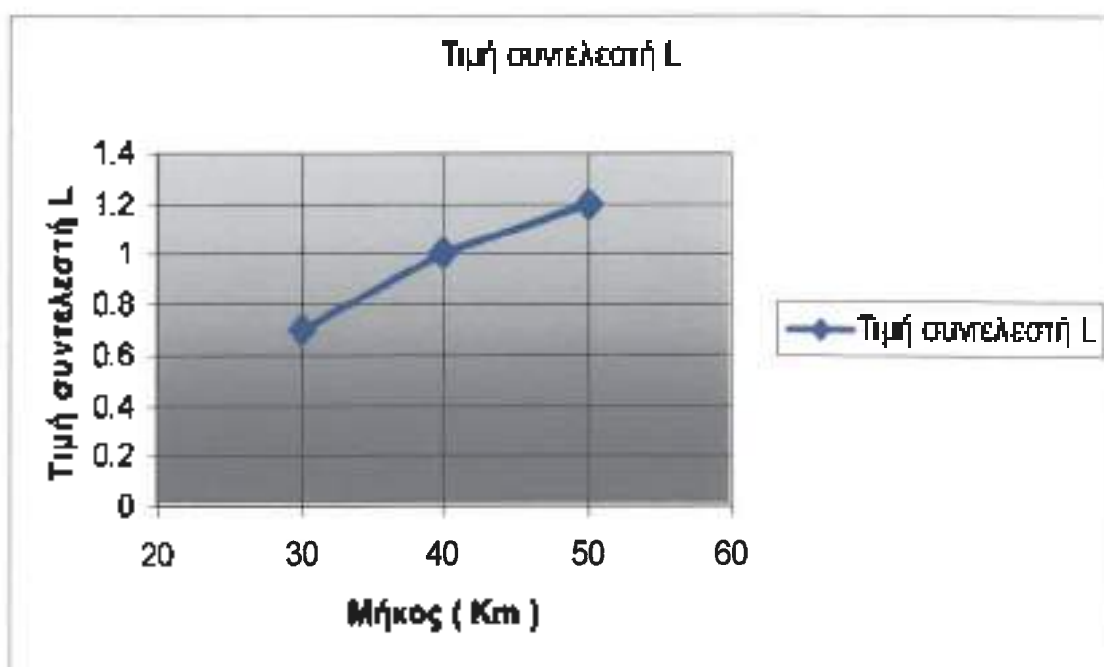
Πίνακας 5Γ

Άρα οι τιμές που λαμβάνουν οι δείκτες L και R φαίνονται και παραστατικά παρακάτω:



Διάγραμμα 6Γ

και



Διάγραμμα 7Γ

(ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ 3Γ)
(Δουλουμπέκης Θεόδωρος)

Συμπεραίνοντας, λοιπόν, όλα τα παραπάνω, για ότι αφορά τις περιπτώσεις όπου αρχικά τη γραμμή χρησιμοποιεί μια κλάση μόνο σιμακών μέσης ταχύτητας V_{med}, προκύπτει το ακόλουθο συμπέρασμα :

Η μεταβολή της χωρικότητας από την προσθήκη α% επί του συνόλου των αρχικών συρμών, υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων υπολογίζεται για τμήμα γραμμής με τη χρήση του παρακάτω αλγόριθμου με αρκετή ακρίβεια :

$$MX_{(b * 10\%)}^{200} = L * R * [-S * 12 * V^2 + T * 5,078 * V - D * 58,483]$$

Όπου

b	S (* 0.0001)	T (* 0.1)	D (* 1)
1	1	1	1
2	1.33	1.3	1.34
3	1.25	1.33	1.46
4	1.33	1.435	1.58
5	1.42	1.475	1.63
7	1.25	1.5	1.68

Και

Μήκος επί μέρους τμήματος (Km)	30	40	50
Τιμή συντελεστή L	0.7	1	1.2

Αντιστάσεις (Ανηγμένες στο μήκος επί μέρους τμήματος)	0‰	10‰	20‰
Τιμή συντελεστή R	0.7	1	1.25

Παράδειγμα – Εφαρμογή

Ζητείται, σε στάδιο προμελέτης σιδηροδρομικής επιχείρησης, η αναμενόμενη μείωση της χωρητικότητας σε επι μέρους τμήμα δικτύου μήκους 30 Km και μηκοτομικής κλίσης 30‰, εφαρμοζόμενης σε μήκος 10 Km, που αρχικά διατρέχεται από 20 συρμούς μεσαίων αποστάσεων μέσης ταχύτητας 130 Kph., μετά την προσθήκη 4συρμών I.C.Express.

1. Υπολογισμός ανηγμένων στο μήκος αντιστάσεων

$$\text{Ανηγμένες αντιστάσεις γραμμής} = \frac{3\% \cdot 10}{30} = 1\% = 10 \text{ ‰}$$

2. Υπολογισμός συντελεστών μετάβασης S, T, D.

$$\begin{aligned} \text{Για } b=2 \Rightarrow S &= 1.33 \cdot 10^{-4} \\ T &= 1.3 \cdot 10^{-1} \\ D &= 1.34 \end{aligned}$$

3. Υπολογισμός συντελεστών επίδρασης L και R

$$\text{Για μήκος 30 Km} \Rightarrow L = 0.7$$

$$\text{Για αντιστάσεις 10 ‰ (από βήμα 1)} \Rightarrow R = 1$$

Άρα

$$MX_{(2 \cdot 10\%) }^{200} = 0.7 \cdot 1 \cdot [-1.33 \cdot 10^{-4} \cdot 12 \cdot V^2 + 1.3 \cdot 10^{-1} \cdot 5,078 \cdot V - 1.34 \cdot 58,483]$$

$$(\text{για } V = 130) \Rightarrow$$

$$MX_{20\% }^{200} = 0.7 \cdot (-26.97 + 85.8 - 78.36) = -13.671 \text{ ‰}$$

$\Rightarrow$

$$MX_{20\% }^{200} = -13.671 \text{ ‰}$$

Η αναμενόμενη μείωση της χωρητικότητας είναι 14%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΠΡΟΣΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΣΥΡΜΩΝ ΣΤΗ
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

- Εύρεση κατάλληλου αλγόριθμου για ταχύτητα προστιθέμενων συρμών 220 Kph.
- Εύρεση κατάλληλου αλγόριθμου για ταχύτητα προστιθέμενων συρμών 240 Kph.

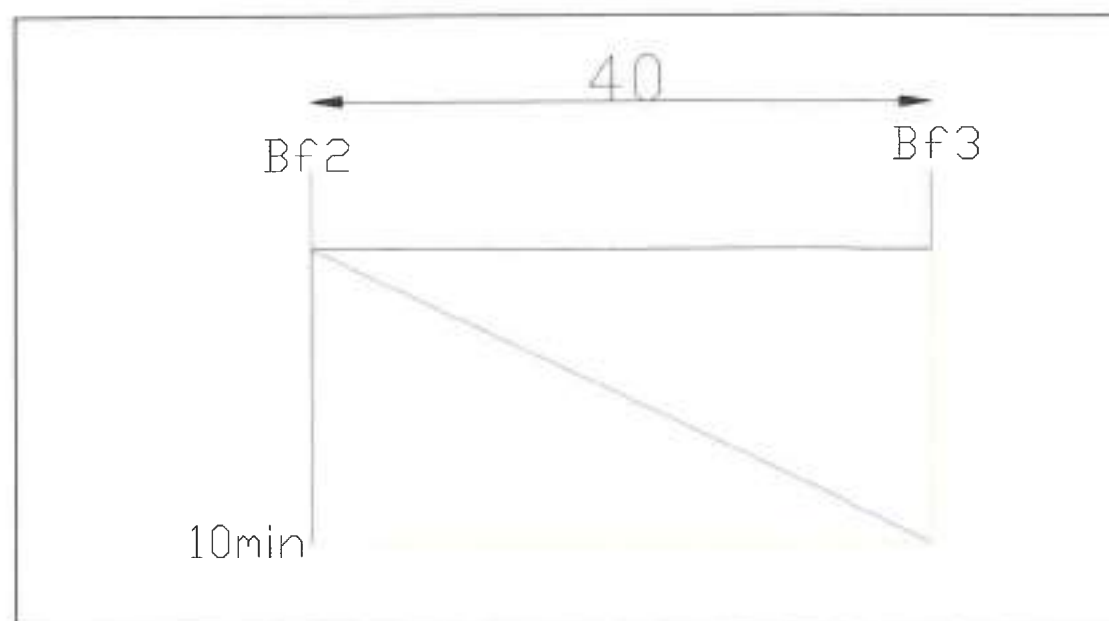
3.1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΩΝ ΣΥΡΜΩΝ I.C.Express

Σε όλη τη διάρκεια του τρίτου τμήματος αυτής της εργασίας, διερευνήθηκε η επίδραση υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων ταχύτητας 200 Kph, στη χωρητικότητα συμβατικής γραμμής που αρχικά διατρέχεται από συρμούς μιας κλάσης. Η μεταβολή της χωρητικότητας και πιο συγκεκριμένα η μείωση αυτής, εκπεφρασμένη μέσω του δείκτη $M\chi\alpha\%200$ για ότι αφορά ελεύθερες γραμμές και $M\chi\alpha\%200$ για επι μέρους τμήματα γραμμής, συναρτήθηκε με το ποσοστό των προστιθέμενων συρμών. Παρατηρήσαμε ότι για επί μέρους τμήμα μήκους 40km και ανηγμένων αντιστάσεων 10‰ ισχύει:

$M\chi\alpha\%200 = M\chi\alpha\%200$. Στο κεφάλαιο αυτό θα διατηρήσουμε σταθερό το μήκος και τις αντιστάσεις, αλλά και το ποσοστό συμμετοχής των προστιθέμενων συρμών μεταβάλλοντας μόνο την ταχύτητα τους. Απομωνώνουμε, λοιπόν το τμήμα Bf2 – Bf3 το οποίο έχει μήκος 40 Km και αντιστάσεις 10‰ και θα υπολογίσουμε γι' αυτό τις νέες ελάχιστες χρονοαποστάσεις για προσθήκη συρμών I.C.Express ταχύτητας 220Kph, και 240 Kph, και εν συνεχεία τη μεταβολή της χωρητικότητας από την προσθήκη 10% συρμών της προαναφερθείσας κατηγορίας.

Προσθήκη συρμών I.C.E. σταθερής ταχύτητας 220 Kph,

Το προφίλ της ταχύτητας για το συρμό αυτό θα είναι για ότι αφορά το τμήμα **Bf2 – Bf3** ως φαίνεται παρακάτω :



Σχέδιο 1Γ

Θεωρήσεις

- ο Ο συρμός I.C.E.220 δε σταθμεύει ούτε στον προηγούμενο ούτε στον επόμενο σταθμό και διατηρεί σε όλο το μήκος του τμήματος σταθερή ταχύτητα όντας ικανός να υπερνικήσει κάθε αντίσταση.
- ο Το σύστημα σηματοδότησης πολλαπλών ενδείξεων που εφαρμόζεται επαρκεί για να εξασφαλίσει τους συρμούς, το οποίο σημαίνει ότι το μήκος πέδησης του συρμού I.C.E.220 είναι μικρότερο των 3400 m που ισοδυναμεί με το μήκος 2 block. Ακόμη όμως και αυτό αν δε συνέβαινε, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι για τέτοιες ταχύτητες οι συρμοί είναι εφοδιασμένοι με σύστημα ηλεκτρικής ορατότητας γνωρίζοντας ο μηχανοδηγός, εάν υπάρχει, την κατάσταση των επόμενων block 1500m πριν φτάσει σε αυτά.

Η αρχική χωρητικότητα του τμήματος Bf2 - Bf3 πριν την προσθήκη των συρμών I.C.E. είναι κατά περίπτωση :

Ποσοστά συμμετοχής συρμών στην αρχική κατάσταση [%]			Χωρητικότητα [συρμοί / 24h.]
I.C.	E	Dg	
100	0	0	442
0	100	0	302
0	0	100	242

Πίνακας 4Γ

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις μεταξύ των συρμών σε αυτό το τμήμα είναι :

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)			
I.C		1.8	1.8	1.8
E		5.22	2.7	2.7
Dg		16.62	14.7	3.4

Πίνακας 5Γ

Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις των ακολουθιών που εμπεριέχουν συρμούς I.C.E.220 υπολογίζονται παρακάτω :

Ακολουθία I.C.E.220 - I.C. , E , Dg

$$T_f = T | (3730) + T_a$$

Όπου $T | (3730) = 1.01 \text{ min}$

Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$Tf \text{ I.C.E.220} - \text{I.C.}, E, Dg = 1.41 \text{ min}$$

Ακολουθία I.C.– I.C.E.220

$$Tf = T | \text{I.C.} (40250) - T | \text{ICE220} (36020) = 0.251 - 0.164 = 0.087 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ IC-ICE220} = 5.22 \text{ min}$$

Ακολουθία E– I.C.E.220

$$Tf = T | E (40250) - T | \text{I.C.E.220} (36020) = 0.312 - 0.164 = 0.148 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE220} = 8.9 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg– I.C.E.220

$$Tf = T | Dg (40650) - T | \text{ICE220} (36020) = 0.502 - 0.164 = 0.338 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-E} = 20.28 \text{ min}$$

Άρα για την περίπτωση όπου αρχικά

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ εμπορικοί συρμοί

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.220

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	4.6152	4.6152	3.0922	0.25	180,96374	180

Πίνακας 6Γ

μετά την προσθήκη 20% συρμών I.C.E.220

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	5.4066	5.4066	3.6224	0.25	155.188916	155

Πίνακας 7Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{220} = -25.6 \%$$

Και (9Γ)

$$MX_{20\%}^{220} = -35.9\%$$

Συγκρίνοντας το δείκτη $MX_{10\%}^{220}$ με τον $MX_{10\%}^{200}$ προκύπτει

$$MX_{10\%}^{220} = 1.05 * MX_{10\%}^{200} \quad (10Γ)$$

Και

$$MX_{20\%}^{220} = 1.04 * MX_{20\%}^{200}$$

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ ταχείς συρμοί μεσίων αποστάσεων

μετά την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.220

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	3.0955	3.0955	2.074	0.25	265.71054	265

Πίνακας 8Γ

μετά την προσθήκη 20% συρμών I.C.E.220

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	3.3442	3.3442	2.2406	0.25	246.793595	246

Πίνακας 9Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{220} = -12.25 \% \quad (11Γ)$$

Και

$$MX_{20\%}^{220} = -18.54\%$$

και από τη σύγκριση προκύπτει

$$MX_{10\%}^{220} = 1.19 * MX_{10\%}^{200} \quad (12Γ)$$

Και

$$MX_{20\%}^{220} = 1.18 * MX_{20\%}^{200}$$

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ τυχείς σιωμοί μεγάλων αποστάσεων

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.220

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	2.0474	2.0474	1.3718	0.25	392.45901	392

Πίνακας 10Γ

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.220

Τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2 - Bf3	2.2087	2.2087	1.4799	0.25	365.612772	365

Πίνακας 11Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{220} = -11.3 \%$$

Και (13Γ)

$$MX_{20\%}^{220} = -17.4\%$$

και από τη σύγκριση προκύπτει

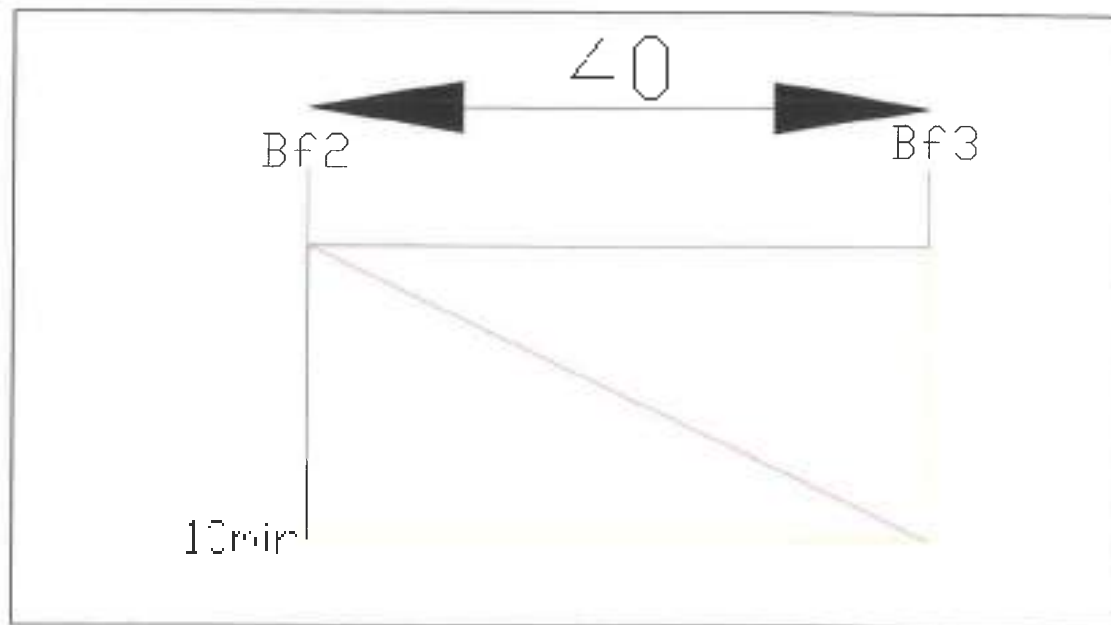
$$MX_{10\%}^{220} = 1.34 * MX_{10\%}^{200}$$

Και (14Γ)

$$MX_{20\%}^{220} = 1.32 * MX_{20\%}^{200}$$

Προσθήκη συρμών Ι.Σ.Ε. σταθερής ταχύτητας 240 Κρη.

Το προφίλ της ταχύτητας για το συρμό αυτό θα είναι για ότι αφορά το τμήμα **Bf2 – Bf3** ως φαίνεται παρακάτω :



Οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις των ακολουθιών που περιέχουν συρμούς Ι.Σ.Ε.220 υπολογίζονται παρακάτω :

Ακολουθία Ι.Σ.Ε.240 – Ι.Σ. , Ε , Dg

$$T_f = T_I(3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I(3730) = 0.93 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ Ι.Σ.Ε.240 – Ι.Σ. , Ε , Dg} = 1.33 \text{ min}$$

Ακολουθία Ι.Σ. – Ι.Σ.Ε.220

$$T_f = T_I \text{ Ι.Σ. (40250)} - T_I \text{ Ι.Σ.Ε.240 (36020)} = 0.251 - 0.15 = 0.101 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Ι.Σ. – Ι.Σ.Ε.240} = 6.06 \text{ min}$$

Ακολουθία E-I.C.E.240

$$Tf = T | E (40250) - T | I.C.E240 (36020) = 0.312 - 0.15 = 0.162 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE240} = 9.72 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg-I.C.E.240

$$Tf = T | Dg (40650) - T | ICE240 (36020) = 0.502 - 0.15 = 0.352 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-E} = 21.12 \text{ min}$$

Άρα για την περίπτωση όπου αρχικά

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ εμπορικοί συρμοί

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.240

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2	-					
Bf3	4.6774	4.6774	3.1339	0.25	178.631774	178

Πίνακας 12Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{240} = -26.4 \%$$

Και (15Γ)

$$MX_{10\%}^{240} = 1.09 * MX_{10\%}^{200} = (1.045)^2 * MX_{10\%}^{200}$$

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ ταχείς συρμοί μεσαίων αποστάσεων

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.240

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2	-					
Bf3	3.156	3.156	2.1145	0.25	260.843621	260

Πίνακας 13Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{240} = -13.9 \%$$

Και

(16Γ)

$$MX_{10\%}^{240} = 1.4 * MX_{10\%}^{200} = (1.185)^2 * MX_{10\%}^{200}$$

- ο Κυκλοφορούν ΜΟΝΟ ταχείς συρμοί μεσαίων αποστάσεων

μέτα την προσθήκη 10% συρμών I.C.E.240

τμήμα	Κατάληψη (*N)	Μέση Ελ. Χρον.	Περιθώριο άνεσης	Tzu	Χωρητικότητα	Τελική
Bf2	-					
Bf3	2.1096	2.1096	1.4134	0.25	381.653734	381

Πίνακας 14Γ

Άρα

$$MX_{10\%}^{240} = -13.8 \%$$

Και

(17Γ)

$$MX_{10\%}^{240} = 1.7 * MX_{10\%}^{200} = (1.3)^2 * MX_{10\%}^{200}$$

Μπορούμε ,λοιπόν ,πλέον να συσχετίσουμε τους δείκτες $MX_{\sigma\%}^{200}$ και $MX_{\sigma\%}^{220}$ και 240 με τη χρήση κατάλληλου συντελεστή .

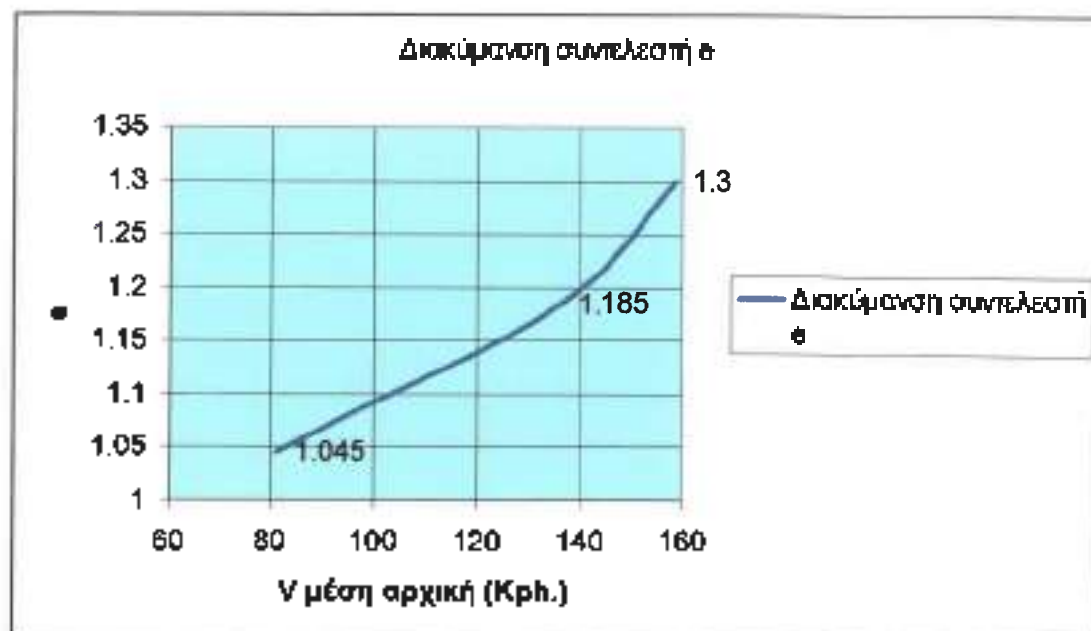
***** Εισαγωγή νέου μεγέθους *****

Είναι αυτός ο συντελεστής που στο εξής θα ονομάζεται συντελεστής επίδοσης ταχύτητας προστιθέμενων συρμών I.C.Express και θα συμβολίζεται με e .

Προκύπτει από τα προηγούμενα ότι :

$$MX_{\sigma\%}^{(200+c*20)} = e^c * MX_{\sigma\%}^{200} \quad (18\Gamma)$$

Όπου το e παίρνει τιμές από το παρακάτω διάγραμμα ανάλογο με τη μέση ταχύτητα κίνησης των συρμών στην αρχική κατάσταση :



Διάγραμμα 8Γ
Δουλουμπέκης Θεόδωρος

ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

(όλοι οι μαθηματικοί τύποι, οι πίνακες, τα διαγράμματα και οι συντελεστές που ακολουθούν προέκυψαν από την εργασία αυτή)

Η μεταβολή της χωρητικότητας σε ένα επί μέρους τμήμα στο οποίο κυκλοφορεί μόνο μια κλάση συρμού (αρχικοί συρμοί) μέσης ταχύτητας κίνησης V , μετά την προσθήκη α% επί του συνόλου των αρχικών συρμών, υπερταχέων συρμών μεγάλων αποστάσεων ταχύτητας V_2 Κρη. προκύπτει προσεγγιστικά από τον ακόλουθο τύπο :

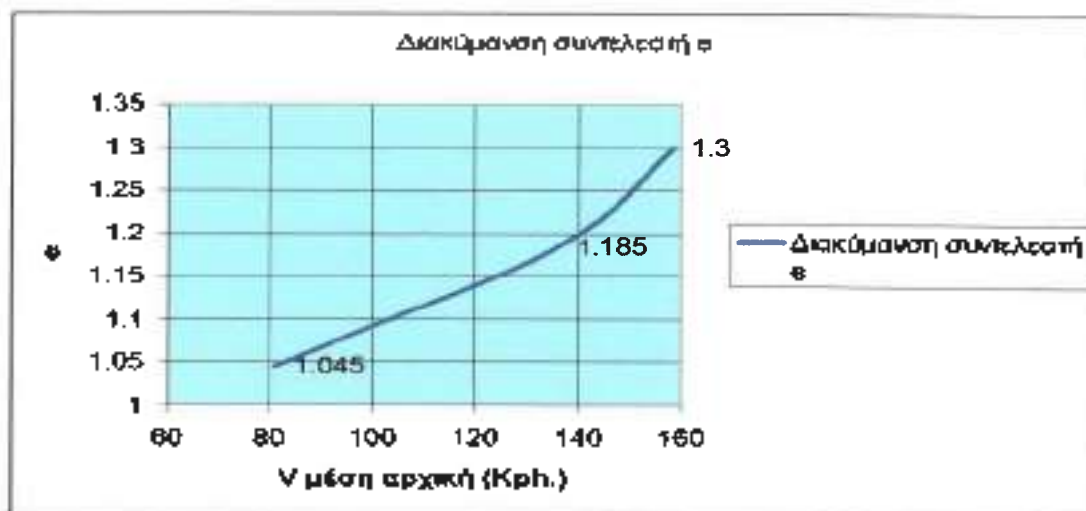
$$MX_{(b \cdot 10\%)}^{(200 + c \cdot 20)} = e^c \cdot L \cdot R \cdot [-S \cdot 12 \cdot V^2 + T \cdot 5,078 \cdot V - D \cdot 58,483]$$

όπου ,

$b = 1, 2, 3 \dots$

$c = 1, 2, 3 \dots$

e : συντελεστής επίδρασης ταχύτητας προστιθέμενων συρμών I.C.Express και λαμβάνει τιμές από το παρακάτω διάγραμμα



L : συντελεστής επίδρασης μήκους και λαμβάνει τιμές ανάλογα με το μήκος του επί μέρους τμήματος, ως φαίνεται παρακάτω

Μήκος επί μέρους τμήματος (Km)	30	40	50
Τιμή συντελεστή L	0.7	1	1.2

R: συντελεστής επίδρασης ανηγμένων στο μήκος αντιτάσεων επί μέρους τμήματος και παίρνει τις τιμές από τον παρακάτω πίνακα :

Αντιτάσεις (Ανηγμένες στο μήκος επί μέρους τμήματος)	0‰	10‰	20‰
Τιμή συντελεστή R	0.7	1	1.25

Ενώ τέλος οι :

Συντελεστής S συντελεστής μετάβασης *δεύτερης δύναμης*

Συντελεστής T συντελεστής μετάβασης *πρώτης δύναμης*, και

Συντελεστής D συντελεστής μετάβασης *μηδενικής δύναμης*

παίρνουν τιμές ανάλογα με την τιμή του **b** και φαίνονται στον κάτωθι πίνακα

b	S (* 10 ⁻⁴)	T (* 10 ⁻¹)	D (* 10 ⁰)
1	1	1	1
2	1.33	1.3	1.34
3	1.25	1.33	1.46
4	1.33	1.435	1.58
5	1.42	1.475	1.63
7	1.25	1.5	1.68

Υποσημείωση

Η μέση τιμή της μεταβολής της χωρητικότητας για ελεύθερη γραμμή είναι

$$\overline{MX}_{(b \pm 10\%)}^{(200+c \pm 20)} = MX_{(b \pm 10\%)}^{(200+c \pm 20)} \text{ για } (L = R = 1)$$

Θεωρήσεις – Προϋποθέσεις εφαρμογής

- ο Αρχικά στη γραμμή κυκλοφορεί μια μόνο κλάση συρμού
- ο Το σύστημα σηματοδότησης είναι παράπλευρο σύστημα 3- ενδείξεων και με μήκος τμήματος αποκλεισμού 1700m σταθερό.
- ο Ισχύει ακόμη και αν οι προστιθέμενοι συρμοί δεν είναι εφοδιασμένοι με σύστημα «ηλεκτρονικής ορατότητας»
- ο Οι συρμοί I.C.E. δε σταματούν ούτε σε κανένα σταθμό
- ο Οι συρμοί E σταματούν σε κάθε σταθμό
- ο Οι συρμοί Dg απλά διέρχονται από κάθε σταθμό χωρίς να σταθμεύουν

- ο Οι συρμοί I.C. δε στοθμεύουν σε κανένα σταθμό
- ο Το μήκος των σταθμών υπερβάσσης είναι τέτοιο που επιτρέπει την υπέρβαση των βραδέων συρμών χωρίς αυτοί να μειώνουν την ταχύτητά τους.

ΜΕΡΟΣ Δ'



**ΤΕΛΙΚΑ
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Κεφάλαιο 1Δ

Τελικά Συμπεράσματα

- Συμπεράσματα
- Προτάσεις

1.1 Τελικά Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής μπορούμε να αναφέρουμε ότι :

- Η προσθήκη υπερταχέων συρμών σε συμβατικές γραμμές ή δίκτυα προκαλεί σημαντική μείωση στη χωρητικότητά τους. Μάλιστα σε γραμμές όπου κυκλοφορούν αρχικά εμπορικοί συρμοί η μείωση της χωρητικότητας είναι τόσο μεγάλη (πάνω από 25% σε κάθε περίπτωση) που η προσθήκη συρμών I.C.Express είναι απαγορευτική.
- Η μείωση της χωρητικότητας σε ένα επί μέρους τμήμα από την προσθήκη υπερταχέων συρμών είναι συνάρτηση των :
 - i. Αρχική σύνθεση του δρομολογίου
 - ii. Λειτουργική ταχύτητα συρμών
 - iii. Αριθμός προστιθέμενων υπερταχέων συρμών
 - iv. Μήκος επί μέρους τμήματος
 - v. Αντιστάσεις γραμμής επί μέρους τμήματος
 - vi. Ταχύτητα προστιθέμενων υπερταχέων συρμών
- Πιο συγκεκριμένα μέσα από την εργασία προκύπτει με καλή προσέγγιση ότι ανεξάρτητα από τη αρχική σύνθεση του δρομολογίου
 - i. η μείωση της χωρητικότητας από την προσθήκη 20% επί του συνόλου των αρχικών συρμών ,συρμών I.C.Express είναι 1.5 φορές μεγαλύτερη από ότι αν προσθέταμε 10% υπερταχείς συρμούς
 - ii. η μείωση από την προσθήκη 30% επί του συνόλου των αρχικών συρμών ,συρμών I.C.Express είναι 1.7 φορές μεγαλύτερη από ότι αν προσθέταμε 10% υπερταχείς συρμούς
- Σε περιπτώσεις όπου αρχικά το δίκτυο ή τη γραμμή χρησιμοποιεί μια μόνο κλάση συρμού τότε :
 - i. Η μείωση της χωρητικότητας είναι μικρότερη όταν αυξάνει η μέση λειτουργική ταχύτητα της αρχικής κλάσης συρμών. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η μείωση σε περίπτωση που η μέση ταχύτητα αρχικά είναι 80 Kph. είναι 25% ενώ σε περίπτωση όπου αρχικά η μέση ταχύτητα είναι 160 Kph. είναι μόλις 9%.
(Διάγραμμα 1Γ- Δουλουμπέκης Θεωдорής)
 - ii. Η μείωση της χωρητικότητας αυξάνεται όταν αυξάνουν και οι προστιθέμενοι συρμοί I.C.Express.
(Διάγραμμα 5Γ- Δουλουμπέκης Θεωдорής)

iii. Η μείωση της χωρητικότητας είναι μεγαλύτερη σε επι μέρους τμήματα με μεγάλο μήκος και μεγάλες αντιστάσεις γραμμής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σε τμήμα με μήκος 50 km η μείωση μπορεί να είναι και 1.7 φορές μεγαλύτερη από ότι σε τμήμα 30 Km .

iv. Η μείωση της χωρητικότητας είναι μεγαλύτερη όταν αυξάνει η ταχύτητα των προστιθέμενων συρμών. (σ.225-226)

Όλα τα παραπάνω συσχετίζονται στην παράγραφο «Τελικό Συμπέρασμα» σελ.227-229 με κατάλληλους αλγορίθμους και πίνακες.

1.2 Προτάσεις

Προτείνεται για περαιτέρω διερεύνηση η

- Συσχέτιση της μεταβολής της χωρητικότητας με τη σύνθεση του δρομολογίου
- Συσχέτιση της μεταβολής της χωρητικότητας με το σύστημα σηματοδότησης και το μήκος των τμημάτων αποκλεισμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ
ΑΡΧΙΚΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Η ανάγκη για τη προσθήκη της διαδικασίας του υπολογισμού των ελάχιστων χρονοαποστάσεων μεταξύ των συρμών που κυκλοφορούν στην αρχική θεωρητική γραμμή, προκύπτει από το γεγονός ότι η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε ένα ξεχωριστό επί μέρους τμήμα. Θα ήταν λοιπόν, μάλλον άσκοπο και σίγουρα κουραστικό για τον αναγνώστη η διαδικασία αυτή να εμπεριέχεται στον κύριο κορμό της εργασίας.

Ο υπολογισμός της ελάχιστης χρονοαπόστασης γίνεται με τη μέθοδο της U.I.C. και με βάση το σύστημα πλευρικής σηματοδότησης πολλαπλών ενδείξεων προκύπτει ότι

Για ακολουθία

- ο Βραδύ / Ταχύ συρμού

ο ταχύς συρμός θα πρέπει να βρίσκεται στο σημείο ορατότητας του προτελευταίου Block από το σταθμό στον οποίο θα πραγματοποιηθεί η υπέρβασή του βραδύ συρμού.

Άρα με χρήση αναλυτικών μαθηματικών προκύπτει

$$Z_{\min} = T(L \text{ ορατότητας}) + 2 * T(L \text{ block}) + T(L \text{ μήκος βραδύ συρμού}) + T(L \text{ μονωτικού αρμού})$$

- ο Ταχύ / Βραδύ , Ταχύ / Ταχύ , Βραδύ / Βραδύ συρμού

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε αυτή την περίπτωση ισούται με το χρόνο που απαιτείται από τον προπορευόμενο συρμό να εκκενώσει τα δύο πρώτα από τον σταθμό Block, ώστε ο μηχανοδηγός του επόμενου συρμού να έχει ένδειξη Πη στο σήμα εξόδου, ενώ ταυτόχρονα λόγω του γεγονότος ότι $V_{\text{πρ.}} \geq V_{\text{επ.}}$ εξασφαλίζεται ότι ο επόμενος συρμός δε θα εγγίσει τον προηγούμενο σε απόσταση μικρότερη των 2 Block.

$$Z_{\min} = 2 * T(L \text{ block}) + T(L \text{ μήκος προηγ. συρμού}) + T(L \text{ μονωτικού αρμού}) + T \text{ αντιδράσης μηχανοδηγού}$$

Υπενθυμίζουμε ότι θα γίνουν υπολογισμοί για τους προασπαστικούς συρμούς ακόμη και στα τμήματα τα οποία δεν διατρέχονται από αυτούς προκειμένου όταν οι υπόλοιποι συρμοί φτάνουν στα τμήματα KBf2 – Bf4 και Bf4 – KBf3 να εξασφαλίζεται για αυτούς μηδενικό κράτημα.

1. Τμήμα KBf1-Bf1

Μήκος	50 Km				
Μέση	I.C	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19.6
Ταχύτητα	E	140		E	22.5
Συρμού	N	(120)		N	(25)
	Dg	85		Dg	35.8

Για μήκος 50 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 29.4 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 29 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 29 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1725 m.

1.1 Ακολουθία I.C. – E

Πρόκυται για περίπτωση όπου ταχύς συρμός (I.C.) ακολουθείται από βραδύ συρμό (E).

Ο συρμός E μπορεί να εκκινήσει αφότου ο συρμός I.C. εγκαταλείψει τα δύο πρώτα Block οπότε και το σήμα εξόδου από το σταθμό θα έχει ένδειξη «Ππ» .

Οπότε $T_f = T_I (3450 + \text{Λουρμού} + \text{Μονωτικού αρμού}) + T_a$

Όπου

$T_I (3450)$ ο χρόνος για τη διάνυση των δύο πρώτων Block μήκους 3450 m από το συρμό I.C. προσαυξημένο με το μήκος του συρμού και την απόσταση των 50m που απέχει ο αρμός από το σήμα ώστε να εκκενωθεί πλήρως το τμήμα αποκλεισμού.

T_a ο χρόνος αντίληψης του σήματος εξόδου 0,4 min.

Και καθώς $T_I (3450 + \text{Λουρμού} + \text{Μονωτικού αρμού}) = T_I (3700) = 2,1 \text{ min}$ όπως προκύπτει από το διάγραμμα της ταχύτητας του συρμού I.C. προκύπτει

$$T_f \text{ IC-E} = 2.1 + 0.4 = 2.5 \text{ min.}$$

1.2 Ακολουθία I.C. – Dg

Όπως γίνεται σαφές στην προηγούμενη περίπτωση ο χρόνος ακολουθίας μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών εξαρτάται μόνο από το χρόνο απελευθέρωσης των δύο πρώτων Block από το συρμό I.C. Άρα :

$$Tf \text{ IC-Dg} = 2.1 + 0.4 = 2.5 \text{ min.}$$

1.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

Ομοίως

$$Tf \text{ IC-IC} = 2.1 + 0.4 = 2.5 \text{ min.}$$

1.4 Ακολουθία E – I.C.

Πρόκειται για περίπτωση όπου βραδύς συρμός ακολουθείται από ταχύ συρμό. Στην περίπτωση αυτή ο ταχύς συρμός θα πρέπει να βρίσκεται στο σημείο ορατότητας του κυρίου σήματος του προτελευταίου Block πριν τη στάση Bf1 όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί η υπέρβαση του συρμού E. Η απόσταση του σημείου ορατότητας είναι ίση με 500 m. Άρα όταν ο συρμός E είναι στη θέση 50+000+Lσυρμού+Lμ.α. ο συρμός I.C. πρέπει να βρίσκεται στη θέση 46+050.

Άρα

$$Tf = T \mid E (50250) - T \mid \text{I.C.} (46050) = 0.375 - 0.287 = 0.088 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-IC} = 5.28 \text{ min}$$

1.5 Ακολουθία E – Dg

Η ελάχιστη χρονοαπόσταση προκύπτει από το χρόνο απελευθέρωσης των δύο πρώτων τμημάτων αποκλεισμού από το συρμό E και είναι όπως προκύπτει από το διάγραμμα της ταχύτητας του συρμού E ίσος με 2.2 min.

Άρα

$$Tf \text{ E-Dg} = 2.2 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.6 \text{ min}$$

1.6 Ακολουθία E – E

Ομοίως

$$Tf \text{ E-E} = 2.2 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.6 \text{ min}$$

1.7 Ακολουθία Dg – Dg

Ο χρόνος απελευθέρωσης των δύο πρώτων Block για το συρμό Dg είναι 3.7 min. Άρα

$$Tf_{Dg-Dg} = 3.7 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 4.1 \text{ min}$$

1.8 Ακολουθία Dg – E

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως σε ανάλογη περίπτωση ακολουθίας Βραδύ –Ταχύ συρμού η ελάχιστη χρονοαπόσταση προκύπτει από τον ακόλουθο τύπο

$$Tf = T | Dg (50650) - T | E (46050) = 0.597 - 0.328 = 0.269 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-E} = 16.14 \text{ min}$$

1.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (50650) - T | I.C. (46050) = 0.597 - 0.287 = 0.31 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-I.C.} = 18.6 \text{ min}$$

1.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf_{IC-N} = 2.1 + 0.4 = 2.5 \text{ min.}$$

1.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf_{E-N} = 2.2 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.6 \text{ min}$$

1.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (50650) - T | N (46050) = 0.597 - 0.384 = 0.213 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-N} = 12.78 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (50200) - T | I.C. (46050) = 0.418 - 0.287 = 0,131 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-I.C.} = 7.86 \text{ min}$$

1.14 Ακολουθία N – E

$$Tf = T | N (50200) - T | E (46050) = 0.418 - 0.328 = 0,09 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-E} = 5.4 \text{ min}$$

1.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$Tf \text{ N-Dg , N} = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 1.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		2.5	2.5	(2.5)	2.5
E		5.28	2.16	(2.16)	2.16
N		(7.86)	(5.4)	(2.3)	(2.3)
Dg		18.6	16.14	(12.78)	4.1

2. Τμήμα Bf1-Bf2

Μήκος	60 Km				
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	22.5
	E	125		E	29.8
	N	(120)		N	(30)
	Dg	70		Dg	51

Για μήκος 60 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 35.3 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 35 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 35 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1715 m.

2.1 Ακολουθία I.C. - E

$$T_f = T_I(3680) + T_a$$

Όπου $T_I(3680) = 1.4 \text{ min}$
 Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$T_f \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

2.2 Ακολουθία I.C. - Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

2.3 Ακολουθία I.C. - I.C.

$$T_f \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

2.4 Ακολουθία E - I.C.

$$T_f = T_I E(60250) - T_I \text{ I.C.}(56070) = 0.497 - 0.350 = 0.147 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-IC} = 8.82 \text{ min}$$

2.5 Ακολουθία E - Dg

$$T_f = T_I(3680) + T_a$$

Όπου $T_I(3680) = 2.2 \text{ min}$
 Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$T_f \text{ E-Dg} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

2.6 Ακολουθία E - E

$$T_f \text{ E-E} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

2.7 Ακολουθία Dg - Dg

$$T_f \text{ Dg-Dg} = 3.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 3.8 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

2.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (60650) - T | E (56030) = 0.858 - 0.448 = 0.41 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-E = 24.6 \text{ min}$$

2.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (60650) - T | I.C. (56030) = 0.858 - 0.350 = 0.508 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-I.C. = 30.48 \text{ min}$$

2.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf IC-N = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

2.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf E-N = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

2.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (60650) - T | N (56030) = 0.858 - 0.47 = 0.39 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-N = 23.3 \text{ min}$$

2.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (60250) - T | I.C. (56030) = 0.502 - 0.350 = 0.152 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf N-I.C. = 9.12 \text{ min}$$

2.14 Ακολουθία N – N , Dg, E

$Tf\ N-Dg, N = 2.3\ min$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 2.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		8.82	2.7	(2.7)	2.7
N		(9.12)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		30.48	24.6	(23.3)	3.8

3. Τμήμα Bf2-Bf3

Μήκος	40 Km				
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	15
Ταχύτητα	E	140		E	18.7
Συρμού	N	(120)		N	(20)
	Dg	85		Dg	29.2

Για μήκος 40 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 23.52 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 23 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 23 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1740 m.

3.1 Ακολουθία I.C. – E

$$Tf = T I (3730) + Ta$$

$$\text{Όπου } T I (3730) = 1.3\ min$$

$$\text{Και } Ta = 0.4\ min$$

$Tf\ IC-E = 1.4 + 0.4 = 1.8\ min.$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

3.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$Tf_{IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

3.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf_{IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

3.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T_I E (40250) - T_I I.C. (36020) = 0.312 - 0.225 = 0,087 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{E-IC} = 5.22 \text{ min}$$

3.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T_I (3730) + Ta$$

$$\text{Όπου } T_I (3680) = 2.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf_{E-Dg} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

3.6 Ακολουθία E – E

$$Tf_{E-E} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

3.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf_{Dg-Dg} = 3.0 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 3.4 \text{ min}$$

3.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T_I Dg (40650) - T_I E (36020) = 0.502 - 0.257 = 0.245 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-E} = 14.7 \text{ min}$$

3.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (40650) - T | I.C. (36020) = 0.502 - 0.225 = 0.277 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-I.C.} = 16.62 \text{ min}$$

3.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf \text{ IC-N} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

3.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf \text{ E-N} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

3.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (40650) - T | N (36020) = 0.502 - 0.3 = 0.202 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-N} = 12.12 \text{ min}$$

3.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (40200) - T | I.C. (36020) = 0.335 - 0.225 = 0.11 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-I.C.} = 6.6 \text{ min}$$

3.14 Ακολουθία N – E

$$Tf = T | N (40200) - T | E (36020) = 0.335 - 0.257 = 0.078 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-E} = 4.68 \text{ min}$$

3.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$Tf \text{ N-Dg , N} = 2.3 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 3.2

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		5.22	2.7	(2.7)	2.7
N		(6.6)	(4.68)	(2.3)	(2.3)
Dg		16.62	14.7	(12.12)	3.4

4. Τμήμα Bf3-KBf2

Μήκος	50 Km				
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	180	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	18.8
	E	180		E	20
	N	(120)		N	(25)
	Dg	100		Dg	30

Για μήκος 50 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 29.4 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 29 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 29 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1725 m.

4.1 Ακολουθία I.C. – E

$$T_f = T_i (3700) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_i (3700) = 1.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

4.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

4.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf_{IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

4.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T | E (50250) - T | I.C. (46050) = 0.335 - 0.287 = 0.048 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{E-IC} = 2.88 \text{ min}$$

4.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T | (3700) + Ta$$

$$\text{Όπου } T | (3700) = 1.8 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf_{E-Dg} = 1.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.2 \text{ min}$$

4.6 Ακολουθία E – E

$$Tf_{E-E} = 1.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.2 \text{ min}$$

4.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf_{Dg-Dg} = 2.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.8 \text{ min}$$

4.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (50650) - T | E (46050) = 0.512 - 0.287 = 0.225 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-E} = 13.5 \text{ min}$$

4.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (50650) - T | I.C. (46050) = 0.512 - 0.287 = 0.225 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-I.C.} = 13.5 \text{ min}$$

4.10 Ακολουθία I.C. – N

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ομοίως

$$Tf\ I.C-N = 1.4 + 0.4 = 1.8\ min.$$

4.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf\ E-N = 1.8\ min + 0.4\ min = 2.2\ min$$

4.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T\ | \ Dg\ (50650) - T\ | \ N\ (46050) = 0.512 - 0.384 = 0.128\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ Dg-N = 7.68\ min$$

4.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T\ | \ N\ (50200) - T\ | \ I.C.\ (46050) = 0.418 - 0.287 = 0.131\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ N-I.C. = 7.86\ min$$

4.14 Ακολουθία N – E

$$Tf = T\ | \ N\ (50250) - T\ | \ E\ (46050) = 0.418 - 0.287 = 0.131\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ N-E = 7.86\ min$$

4.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$Tf\ N-Dg , N = 2.3\ min$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		2.88	2.2	(2.2)	2.2
N		(7.86)	(7.86)	(2.3)	(2.3)
Dg		13.5	13.5	(7.86)	2.8

5. Τμήμα KBf2-Bf4

Μήκος	50 km				
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19
Ταχύτητα	E	140		E	22
Συρμού	N	120		N	26
	Dg	65		Dg	35

Για μήκος 50 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 29.4 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 29 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 29 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1725 m.

5.1 Ακολουθία I.C. – E

$$Tf = T I (3700) + Ta$$

$$\text{Όπου } T I (3700) = 1.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

5.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$Tf \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

5.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

5.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T I E (50250) - T I I.C. (46050) = 0.362 - 0.287 = 0.075 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-IC} = 4.5 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

5.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T_I (3700) + Ta$$

$$\text{Όπου } T_I (3700) = 2.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf \text{ E-Dg} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

5.6 Ακολουθία E – E

$$Tf \text{ E-E} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

5.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf \text{ Dg-Dg} = 2.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 3.2 \text{ min}$$

5.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T_I \text{ Dg } (50650) - T_I \text{ E } (46050) = 0.596 - 0.328 = 0.268 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-E} = 16.08 \text{ min}$$

5.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T_I \text{ Dg } (50650) - T_I \text{ I.C. } (46050) = 0.596 - 0.287 = 0.309 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-I.C.} = 18.54 \text{ min}$$

5.10 Ακολουθία N – N

$$Tf \text{ N-N} = 2.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.8 \text{ min}$$

5.11 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T_I \text{ N } (50200) - T_I \text{ I.C. } (46050) = 0.432 - 0.287 = 0.145 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf \text{ N-I.C.} = 8.7 \text{ min}$$

5.12 Ακολουθία N – E

$$T_f = T | N (50200) - T | E (46050) = 0.432 - 0.328 = 0.104 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-E} = 6.24 \text{ min}$$

5.13 Ακολουθία I.C. – N

$$T_f \text{ IC-N} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

5.14 Ακολουθία E – N

$$T_f \text{ E-N} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

5.15 Ακολουθία Dg – N

$$T_f = T | Dg (50650) - T | N (46050) = 0.596 - 0.383 = 0.213 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-N} = 12.78 \text{ min}$$

5.16 Ακολουθία N – Dg

$$T_f \text{ N-Dg} = 2.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.8 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	1.8	1.8
E		4.5	2.7	2.7	2.7
N		8.7	6.24	2.8	2.8
Dg		18.54	16.08	12.78	3.2

6. Τμήμα Bf4-KBf3

Μήκος	50 Km				
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19.6
Ταχύτητα	E	125		E	24.3
Συρμού	N	120		N	26
	Dg	70		Dg	42.85

Για μήκος 50 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 29.4 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των block ώστε να προκύψουν 29 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 29 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1725 m.

6.1 Ακολουθία I.C. – E

$$Tf = T | (3700) + Ta$$

Όπου $T | (3700) = 1.3 \text{ min}$
Και $Ta = 0.4 \text{ min}$

$$Tf \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

6.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$Tf \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

6.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

6.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T | E (50250) - T | I.C. (46050) = 0.406 - 0.287 = 0.119 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf \text{ E-IC} = 7.14 \text{ min}$$

6.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T | (3700) + Ta$$

Όπου $T_I(3700) = 2.3 \text{ min}$
 Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$T_f E-Dg = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

6.6 Ακολουθία E – E

$$T_f E-E = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

6.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$T_f Dg-Dg = 3.5 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 3.9 \text{ min}$$

6.8 Ακολουθία Dg – E

$$T_f = T_I Dg(50650) - T_I E(46050) = 0.731 - 0.368 = 0.363 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f Dg-E = 21.78 \text{ min}$$

6.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$T_f = T_I Dg(50650) - T_I I.C.(46050) = 0.731 - 0.287 = 0.444 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f Dg-I.C. = 26.64 \text{ min}$$

6.10 Ακολουθία N – N

$$T_f N-N = 2.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.8 \text{ min}$$

6.11 Ακολουθία N – I.C.

$$T_f = T_I N(50200) - T_I I.C.(46050) = 0.432 - 0.287 = 0.145 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f N-I.C. = 8.7 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

6.12 Ακολουθία N – E

$$Tf = T | N (50200) - T | E (46050) = 0.432 - 0.368 = 0.064 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-E} = 3.84 \text{ min}$$

6.13 Ακολουθία I.C. – N

$$Tf \text{ IC-N} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

6.14 Ακολουθία E – N

$$Tf \text{ E-N} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

6.15 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (50650) - T | N (46050) = 0.731 - 0.383 = 0.348 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-N} = 20.88 \text{ min}$$

6.16 Ακολουθία N – Dg

$$Tf \text{ N-Dg} = 2.4 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.8 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		1.8	1.8	1.8	1.8
E		7.14	2.7	2.7	2.7
N		8.7	3.84	2.8	2.8
Dg		26.64	21.78	20.88	3.9

7. Τμήμα KBF3-Bf5

Μήκος	30 Km				
Μέση	I.C.	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	12
Ταχύτητα	E	115		E	15.9
Συρμού	N	115		N	(15.9)
	Dg	60		Dg	30

Για μήκος 30 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημμάτων 1700 m προκύπτουν 17.64 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 17 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 17 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1765 m.

7.1 Ακολουθία I.C. – E

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 2.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ IC-E} = 2.2 + 0.4 = 2.6 \text{ min.}$$

7.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 2.2 + 0.4 = 2.6 \text{ min.}$$

7.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$T_f \text{ IC-IC} = 2.2 + 0.4 = 2.6 \text{ min.}$$

7.4 Ακολουθία E – I.C.

$$T_f = T_I (E (30250)) - T_I (I.C. (25970)) = 0.268 - 0.173 = 0,095 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-IC} = 5.7 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

7.5 Ακολουθία E – Dg

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 2.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ E-Dg} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

7.6 Ακολουθία E – E

$$T_f \text{ E-E} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

7.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$T_f \text{ Dg-Dg} = 4.1 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 4.5 \text{ min}$$

7.8 Ακολουθία Dg – E

$$T_f = T_I \text{ Dg} (30650) - T_I \text{ E} (25970) = 0.52 - 0.225 = 0.295 \text{ h.} \rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-E} = 17.7 \text{ min}$$

7.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$T_f = T_I \text{ Dg} (30650) - T_I \text{ I.C.} (25970) = 0.52 - 0.173 = 0.347 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-I.C.} = 20.82 \text{ min}$$

7.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$T_f \text{ IC-N} = 2.2 + 0.4 = 2.6 \text{ min.}$$

7.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$T_f \text{ E-N} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

7.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T \mid Dg (30700) - T \mid N (25970) = 0.52 - 0.23 = 0.29 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-N} = 17.4 \text{ min}$$

7.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T \mid N (30200) - T \mid I.C. (25970) = 0.268 - 0.173 = 0.095 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-I.C.} = 5.7 \text{ min}$$

7.14 Ακολουθία N – N , Dg , E

$$Tf \text{ N-Dg , N} = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 7.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		2.6	2.6	(2.6)	2.6
E		5.7	2.7	(2.7)	2.7
N		(5.7)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		20.82	17.7	(17.4)	4.5

8. Τμήμα Bf5-YBf1

Μήκος	30 Km				
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	160		E	12.2
Συρμού	N	(120)		N	(15)
	Dg	100		Dg	16

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Για μήκος 30 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 17.64 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των block ώστε να προκύψουν 17 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 17 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1765 m.

8.1 Ακολουθία I.C. – E

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 1.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

8.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

8.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$T_f \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

8.4 Ακολουθία E – I.C.

$$T_f = T_I E (30250) - T_I \text{ I.C.} (25970) = 0.205 - 0.162 = 0,043 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-IC} = 2.58 \text{ min}$$

8.5 Ακολουθία E – Dg

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 1.9 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ E-Dg} = 1.9 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.3 \text{ min}$$

8.6 Ακολουθία E – E

$$T_f \text{ E-E} = 1.9 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.3 \text{ min}$$

8.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf_{Dg-Dg} = 2.5 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.9 \text{ min}$$

8.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (30650) - T | E (25970) = 0.312 - 0.162 = 0.15 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf_{Dg-E} = 9 \text{ min}$$

8.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (30650) - T | I.C. (25970) = 0.312 - 0.162 = 0.15 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-I.C.} = 9 \text{ min}$$

8.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf_{IC-N} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

8.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf_{E-N} = 1.9 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.3 \text{ min}$$

8.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (30650) - T | N (25970) = 0.312 - 0.216 = 0.096 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-N} = 5.76 \text{ min}$$

8.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (30200) - T | I.C. (25970) = 0.252 - 0.162 = 0.09 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{N-I.C.} = 5.4 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

8.14 Ακολουθία N – E

$$Tf = T \mid N (30200) - T \mid E (25970) = 0.252 - 0.162 = 0,09 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-E} = 5.4 \text{ min}$$

8.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$Tf \text{ N-Dg , N} = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		2.58	2.3	(2.3)	2.3
N		(5.4)	(5.4)	(2.3)	(2.3)
Dg		9	9	(5.76)	2.9

9. Τμήμα ΥΒf1-Bf6

Μήκος	40 Km				
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	15
Ταχύτητα	E	150		E	18.4
Συρμού	N	(120)		N	(20)
	Dg	100		Dg	24

Για μήκος 40 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 23.53 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 23 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 23 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1740 m.

9.1 Ακολουθία I.C. – E

$$T_f = T_I(3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I(3730) = 1.4 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

9.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

9.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$T_f \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

9.4 Ακολουθία E – I.C.

$$T_f = T_I E(40250) - T_I \text{ I.C.}(36070) = 0.275 - 0.225 = 0.05 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-IC} = 3 \text{ min}$$

9.5 Ακολουθία E – Dg

$$T_f = T_I(3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I(3730) = 1.5 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ E-Dg} = 1.5 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 1.9 \text{ min}$$

9.6 Ακολουθία E – E

$$T_f \text{ E-E} = 1.5 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 1.9 \text{ min}$$

9.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$T_f \text{ Dg-Dg} = 2.2 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.6 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

9.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (40650) - T | E (36020) = 0.412 - 0.240 = 0.172h. \Rightarrow$$

$$Tf Dg-E = 10.32 \text{ min}$$

9.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (40650) - T | I.C. (36020) = 0.412 - 0.225 = 0.187 h. \Rightarrow$$

$$Tf Dg-I.C. = 11.22 \text{ min}$$

9.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf IC-N = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

9.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf E-N = 1.5 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 1.9 \text{ min}$$

9.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (40650) - T | N (36020) = 0.412 - 0.3 = 0.112 h. \Rightarrow$$

$$Tf Dg-N = 6.72 \text{ min}$$

9.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (40200) - T | I.C. (36020) = 0.335 - 0.225 = 0.11 h. \Rightarrow$$

$$Tf N-I.C. = 6.6 \text{ min}$$

9.14 Ακολουθία N – E

$$Tf = T | N (40200) - T | E (36020) = 0.335 - 0.240 = 0.095 h. \Rightarrow$$

$$Tf N-E = 5.7 \text{ min}$$

9.15 Ακολουθία N – N , Dg

$Tf\ N-Dg, N = 2.3\ min$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 9.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C.		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		3	1.9	(1.9)	1.9
N		(6.6)	(5.7)	(2.3)	(2.3)
Dg		11.22	10.32	(6.72)	2.6

10. Τμήμα Bf6-YBf2

Μήκος	40 Km				
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	16
	E	115		E	21.3
	N	(115)		N	(21.3)
	Dg	60		Dg	40

Για μήκος 50 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 23.53 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 23 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 23 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1740 m.

10.1 Ακολουθία I.C. – E

$$Tf = T_i (3680) + Ta$$

$$\text{Όπου } T_i (3680) = 1.3\ min$$

$$\text{Και } Ta = 0.4\ min$$

$Tf\ IC-E = 1.5 + 0.4 = 1.9\ min.$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

10.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$Tf \text{ IC-Dg} = 1.5 + 0.4 = 1.9 \text{ min.}$$

10.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf \text{ IC-IC} = 1.5 + 0.4 = 1.9 \text{ min.}$$

10.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T | E (40250) - T | I.C. (36020) = 0.36 - 0.24 = 0.12 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-IC} = 7.2 \text{ min}$$

10.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T | (3730) + Ta$$

$$\text{Όπου } T | (3730) = 2.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf \text{ E-Dg} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

10.6 Ακολουθία E – E

$$Tf \text{ E-E} = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

10.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf \text{ Dg-Dg} = 3.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 4.2 \text{ min}$$

10.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (40650) - T | E (36120) = 0.676 - 0.314 = 0.362 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-E} = 21.72 \text{ min}$$

10.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (40650) - T | I.C. (36120) = 0.676 - 0.240 = 0.436 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-I.C. = 26.16 \text{ min}$$

10.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf IC-N = 1.5 + 0.4 = 1.9 \text{ min.}$$

10.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf E-N = 2.3 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.7 \text{ min}$$

10.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (40650) - T | N (36120) = 0.676 - 0.314 = 0.362 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-N = 21.72 \text{ min}$$

10.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (40200) - T | I.C. (36120) = 0.36 - 0.240 = 0.12 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf N-I.C. = 7.2 \text{ min}$$

10.14 Ακολουθία N – N , Dg , E

$$Tf N-Dg , N = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 10.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		1.9	1.9	(1.9)	1.9
E		7.2	2.9	(2.9)	2.9
N		(7.2)	(2.3)	(2.3)	(2.3)
Dg		26.16	21.72	(21.72)	4.2

11. Τμήμα ΥΒf2-Bf7

Μήκος	30 Km				
Μέση	I.C	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	125		E	14.8
Συρμού	N	120		N	(15)
	Dg	70		Dg	25.71

Για μήκος 30 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 17.64 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 17 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 17 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1765 m.

11.1 Ακολουθία I.C. – E

$$Tf = T I (3780) + Ta$$

Όπου $T I (3780) = 1.4 \text{ min}$

Και $Ta=0.4 \text{ min}$

$$Tf \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

11.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$Tf \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

11.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$Tf \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

11.4 Ακολουθία E – I.C.

$$Tf = T I E (30250) - T I I.C. (25970) = 0.250 - 0.162 = 0,088 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-IC} = 5.28 \text{ min}$$

11.5 Ακολουθία E – Dg

$$Tf = T I (3780) + Ta$$

Όπου $T I (3780) = 1.8 \text{ min}$

Και $Ta=0.4 \text{ min}$

$$Tf \text{ E-Dg} = 1.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.2 \text{ min}$$

11.6 Ακολουθία E – E

$$Tf E-E = 1.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.2 \text{ min}$$

11.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf Dg-Dg = 3.2 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 3.6 \text{ min}$$

11.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (30650) - T | E (25970) = 0.436 - 0.207 = 0.229 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-E = 13.74 \text{ min}$$

11.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (30650) - T | I.C. (25970) = 0.436 - 0.162 = 0.274 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-I.C. = 16.44 \text{ min}$$

11.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf IC-N = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

11.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf E-N = 1.8 \text{ min} + 0.4 \text{ min} = 2.2 \text{ min}$$

11.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (30650) - T | N (25970) = 0.436 - 0.216 = 0.22 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf Dg-N = 13.2 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

11.13 Ακολουθία N – I.C.

$$T_f = T_I N (30200) - T_I I.C. (25970) = 0.251 - 0.162 = 0.089 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f N-I.C. = 5.34 \text{ min}$$

11.14 Ακολουθία N – E

$$T_f = T_I N (30200) - T_I E (25970) = 0.251 - 0.207 = 0.044 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f N-E = 2.64 \text{ min}$$

11.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$T_f N-Dg , N = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα 11.2.

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		5.28	2.2	(2.2)	2.2
N		(5.34)	(2.64)	(2.3)	(2.3)
Dg		16.44	13.74	(13.2)	3.6

12. Τμήμα Βf7-KBf4

Μήκος	30 Km				
Μέση	I.C	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11 25
Ταχύτητα	E	140		E	13.9
Συρμού	N	(120)		N	(15)
	Dg	85		Dg	21.2

Για μήκος 30 km και απόσταση μεταξύ κυρίων σημάτων 1700 m προκύπτουν 17.64 τμήματα αποκλεισμού πράγμα που δεν είναι πραγματοποιήσιμο που σημαίνει ότι θα αυξήσουμε λίγο το μήκος των Block ώστε να προκύψουν 17 τμήματα αποκλεισμού. Το μήκος των 17 τμημάτων αποκλεισμού είναι 1765 m.

12.1 Ακολουθία I.C. – E

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 1.4 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ IC-E} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

12.2 Ακολουθία I.C. – Dg

$$T_f \text{ IC-Dg} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

12.3 Ακολουθία I.C. – I.C.

$$T_f \text{ IC-IC} = 1.4 + 0.4 = 1.8 \text{ min.}$$

12.4 Ακολουθία E – I.C.

$$T_f = T_I E (30250) - T_I \text{ I.C.} (25970) = 0.233 - 0.162 = 0.071 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-IC} = 4.26 \text{ min}$$

12.5 Ακολουθία E – Dg

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 2.3 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

$$Tf\ E-Dg = 2.3\ min + 0.4\ min = 2.7\ min$$

12.6 Ακολουθία E – E

$$Tf\ E-E = 2.3\ min + 0.4\ min = 2.7\ min$$

12.7 Ακολουθία Dg – Dg

$$Tf\ Dg-Dg = 2.6\ min + 0.4\ min = 3\ min$$

12.8 Ακολουθία Dg – E

$$Tf = T | Dg (30650) - T | E (25970) = 0.360 - 0.185 = 0.175\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ Dg-E = 10.5\ min$$

12.9 Ακολουθία Dg – I.C.

$$Tf = T | Dg (30650) - T | I.C. (25970) = 0.36 - 0.162 = 0.198\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ Dg-I.C. = 11.88\ min$$

12.10 Ακολουθία I.C. – N

Ομοίως

$$Tf\ IC-N = 1.4 + 0.4 = 1.8\ min.$$

12.11 Ακολουθία E – N

Ομοίως

$$Tf\ E-N = 2.3\ min + 0.4\ min = 2.7\ min$$

12.12 Ακολουθία Dg – N

$$Tf = T | Dg (30650) - T | N (25970) = 0.360 - 0.216 = 0.144\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ Dg-N = 8.64\ min$$

12.13 Ακολουθία N – I.C.

$$Tf = T | N (30200) - T | I.C. (25970) = 0.251 - 0.162 = 0.089\ h. \Rightarrow$$

$$Tf\ N-I.C. = 5.34\ min$$

12.14 Ακολουθία N – E

$$T_f = T | N (30200) - T | E (25970) = 0.251 - 0.185 = 0.066 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-E} = 3.96 \text{ min}$$

12.15 Ακολουθία N – N , Dg

$$T_f \text{ N-Dg , N} = 2.3 \text{ min}$$

Συγκεντρωτικά οι ελάχιστες χρονοαποστάσεις φαίνονται παρακάτω στον πίνακα

	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C		1.8	1.8	(1.8)	1.8
E		4.26	2.7	(2.7)	2.7
N		(5.34)	(3.96)	(2.3)	(2.3)
Dg		11.88	10.5	(8.64)	3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

- ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΣΥΡΜΟΥ με $V = 200 \text{Kph}$

1. Τμήμα Kbf1-Bf1

Μήκος	50 Km	29 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1725 μ			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	19.6
	I.C.E.	200		I.C.E.	15.6
Ταχύτητα Συρμού	E	140		E	22.5
	N	(120)		N	(25)
	Dg	85		Dg	35.8

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, Dg, N

Πρόκυται για περίπτωση όπου ταχύς συρμός (I.C.E.) ακολουθείται από βραδύτερο συρμό.

Ο βραδύτερος συρμός μπορεί να εκκινήσει αφότου ο συρμός I.C.E. εγκαταλείψει τα δύο πρώτα Block οπότε και το σήμα εξόδου από το σταθμό θα έχει ένδειξη «Πη».

Οπότε $Tf = Tl (3450 + \text{Λαυμού} + L \text{ μον.σρμού}) + Ta$

Όπου

$Tl (3450)$ ο χρόνος για τη διάνυση των δύο πρώτων Block μήκους 3450 m από το συρμό I.C.E. προσαυξημένο με το μήκος του συρμού ώστε να εκκενωθεί πλήρως το τμήμα αποκλεισμού.

Ta ο χρόνος αντίληψης του σήματος εξόδου 0,4 min.

Και καθώς $Tl (3450 + \text{Λαυμού} + 50) = Tl (3700) = 1.6 \text{ min}$ όπως προκύπτει από το διάγραμμα της ταχύτητας του συρμού I.C.E. προκύπτει

$$Tf \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.6 + 0.4 = 2.0 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

Πρόκυται για περίπτωση όπου βραδύς συρμός ακολουθείται από ταχύ συρμό. Στην περίπτωση αυτή ο ταχύς συρμός θα πρέπει να βρίσκεται στο σημείο ορατότητας του κυρίου σήματος του προτελευταίου Block πριν τη στάση Bf1 όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί η υπέρβαση του συρμού I.C. Η απόσταση του σημείου ορατότητας είναι ίση με 500 m. Άρα όταν ο συρμός I.C. είναι στη θέση $50 + 000 + \text{Λαυμού} + L \text{ μον.σρμού}$ ο συρμός I.C.E. πρέπει να βρίσκεται στη θέση 46+050.

Άρα

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

$$T_f = T | I.C. (50250) - T | I.C.E. (46050) = 0.327 - 0.236 = 0.091 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 5.46 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T | E (50250) - T | I.C.E. (46050) = 0.376 - 0.236 = 0.14 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 8.4 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T | Dg (50650) - T | I.C.E. (46050) = 0.597 - 0.236 = 0.361 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 21.66 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T | N (50200) - T | I.C.E. (46050) = 0.418 - 0.236 = 0.182 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-ICE} = 10.92 \text{ min}$$

Συμπερασματικά ,

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		2.5	2.5	5.46	2.5	(2.5)
E		5.28	2.16	8.4	2.16	(2.16)
I.C.E.		2.0	2.0	2.0	2.0	(2.0)
Dg		18.6	16.14	21.66	4.1	(12.78)
N		(7.86)	(5.4)	(10.92)	(2.3)	(2.3)

2. Τμήμα Bf1-Bf2

Μήκος	60 Km	35 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1715 m			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.E.	200	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.E.	18
	I.C.	160		I.C.	22.5
	E	125		E	29.6
	N	(120)		N	(30)
	Dg	70		Dg	51

Ακολουθία I.C.E – I.C.E. , I.C. , E , Dg, N

$$Tf = T I (3680) + Ta$$

Όπου $T I (3680) = 1.1 \text{ min}$
Και $Ta = 0.4 \text{ min}$

$$Tf \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$Tf = T I IC (60250) - T I I.C.E. (56070) = 0.376 - 0.280 = 0.096 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ IC-ICE} = 5.76 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$Tf = T I E (60250) - T I I.C.E. (56070) = 0.497 - 0.280 = 0.217 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE} = 13.02 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$Tf = T I Dg (60650) - T I I.C.E. (56030) = 0.858 - 0.280 = 0.578 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-ICE} = 34.68 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθία Ν – Ι.Σ.Ε.

$$T_f = T \mid N (60200) - T \mid \text{Ι.Σ.Ε.} (56030) = 0.501 - 0.280 = 0.221 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-ICE} = 13.26 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Επόμενος Συρμός	Ι.Σ.	Ε	Ι.Σ.Ε.	Dg	N
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χροναπόσταση (min.)				
Ι.Σ.	1.8	1.8	5.76	1.8	(1.8)
Ε	8.82	2.7	13.02	2.7	(2.7)
Ι.Σ.Ε.	1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg	30.48	24.6	34.68	3.8	(23.3)
N	(9.12)	(2.3)	(13.26)	(2.3)	(2.3)

3. Τμήμα Bf2-Bf3

Μήκος	40 Km	23 τμήματα αποκλειμού / μήκους 1740 μ.			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	Ι.Σ.Ε	200	Χρόνος Διαδρομής min	Ι.Σ.Ε.	12
	Ι.Σ.	160		Ι.Σ.	15
	Ε	140		Ε	18.7
	N	(120)		N	(20)
	Dg	85		Dg	29.2

Ακολουθία Ι.Σ.Ε – Ι.Σ.Ε., Ι.Σ., Ε, Dg

$$T_f = T \mid (3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T \mid (3730) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$Tf = T | IC (40250) - T | I.C.E. (36020) = 0.251 - 0.180 = 0.071 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ IC-ICE} = 4.26 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$Tf = T | E (40250) - T | I.C.E. (36020) = 0.312 - 0.180 = 0.132 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE} = 7.92 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$Tf = T | Dg (40650) - T | I.C.E. (36020) = 0.502 - 0.180 = 0.322 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-ICE} = 19.32 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$Tf = T | N (40200) - T | I.C.E. (36020) = 0.335 - 0.180 = 0.155 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-ICE} = 9.3 \text{ min}$$

Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Προηγούμενος Συρμός	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)				
I.C	1.8	1.8	4.26	1.8	(1.8)
E	5.22	2.7	7.92	2.7	(2.7)
I.C.E	1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg	16.62	14.7	19.32	3.4	(12.12)
N	(6.6)	(4.68)	(9.3)	(2.3)	(2.3)

4. Τμήμα Βf3-KBf2

Μήκος	50 Km	29 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1725 μ.			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	18.9
Ταχύτητα	E	160		E	20
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E	15
	Dg	100		Dg	30
	N	(120)		N	(25)

Ακολουθία I.C.E - I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3700) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3700) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. - I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ IC (50250)} - T_I \text{ I.C.E. (46050)} = 0.316 - 0.230 = 0.086 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 5.16 \text{ min}$$

Ακολουθία E - I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ E (50250)} - T_I \text{ I.C.E. (46050)} = 0.335 - 0.230 = 0.105 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 6.3 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg - I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ Dg (50650)} - T_I \text{ I.C.E. (46050)} = 0.512 - 0.230 = 0.282 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 16.92 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T | N (50200) - T | I.C.E. (46050) = 0.418 - 0.230 = 0.188 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-ICE} = 11.28 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.8	1.8	5.16	1.8	(1.8)
E		2.88	2.2	6.3	2.2	(2.2)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		13.5	12.24	16.92	2.8	(7.86)
N		(7.86)	(7.86)	(11.28)	(2.3)	(2.3)

5. Τμήμα KBf2-Bf4

Μήκος	50 Km	29 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1725 μ			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.E	200	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.E	15
	I.C.	160		I.C.	19
	E	140		E	22
	N	120		N	26
	Dg	85		Dg	35

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, N, Dg

$$T_f = T | (3700) + T_a$$

$$\text{Όπου } T | (3700) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, N, Dg} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$Tf = T | IC (50250) - T | I.C.E. (46050) = 0.316 - 0.230 = 0.086 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ IC-ICE} = 5.16 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$Tf = T | E (50250) - T | I.C.E. (46050) = 0.362 - 0.230 = 0.132 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE} = 7.92 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$Tf = T | Dg (50650) - T | I.C.E. (46050) = 0.596 - 0.230 = 0.366 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-ICE} = 21.96 \text{ min}$$

Ακολουθία N- I.C.E.

$$Tf = T | N (50200) - T | I.C.E. (46050) = 0.432 - 0.230 = 0.202 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-ICE} = 12.12 \text{ min}$$

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg	I.C.E.
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.8	1.8	1.8	1.8	5.16
E		4.5	2.7	2.7	2.7	7.92
N		8.7	6.24	2.8	2.8	12.12
Dg		18.54	16.08	12.78	3.2	21.96
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

6. Τμήμα Bf4-KBf3

Μήκος	50 Km	29 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1725 μ			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C.E.	200	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.E	15
	I.C.	160		I.C.	19.6
	E	125		E	24.3
	N	120		N	26
	Dg	70		Dg	42.65

Ακολουθία I.C.E – I.C.E , I.C. , E , N , Dg

$$Tf = T_I (3650) + Ta$$

$$\text{Όπου } T_I (3700) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf_{ICE-ICE, IC, E, N, Dg} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$Tf = T_I IC (50250) - T_I I.C.E. (46050) = 0.327 - 0.230 = 0.097 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{IC-ICE} = 5.82 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$Tf = T_I E (50250) - T_I I.C.E. (46050) = 0.406 - 0.230 = 0.176 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{E-ICE} = 10.56 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$Tf = T_I Dg (50650) - T_I I.C.E. (46050) = 0.731 - 0.230 = 0.501 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf_{Dg-ICE} = 30.06 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθία N- I.C.E.

$$Tf = T \mid N (50150) - T \mid I.C.E. (46050) = 0.432 - 0.230 = 0.202h. \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-ICE} = 12.12 \text{ min}$$

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	N	Dg	I.C.E.
	Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)					
I.C		1.8	1.8	1.8	1.8	5.82
E		7.14	2.7	2.7	2.7	10.56
N		8.7	3.84	2.8	2.8	12.12
Dg		26.64	21.78	20.88	3.9	30.06
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

7. Τμήμα KBF3-Bf5

Μήκος	30 Km	17 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1765 μ			
Μέση Ταχύτητα Συρμού	I.C	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	12
	E	115		E	15.9
	I.C.E.	200		I.C.E.	9
	Dg	60		Dg	30
	N	(115)		N	(15.9)

Ακολουθία I.C.E – I.C.E. , I.C. , E , Dg, N

$$Tf = T \mid (3780) + Ta$$

$$\text{Όπου } T \mid (3780) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } Ta = 0.4 \text{ min}$$

$$Tf \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$T_f = T_{I.C. (30250)} - T_{I.C.E. (25970)} = 0.201 - 0.13 = 0.071 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ I.C.-I.C.E.} = 4.26 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T_{I.E. (30250)} - T_{I.C.E. (25970)} = 0.268 - 0.130 = 0.138 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-I.C.E.} = 8.28 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T_{I.Dg (30650)} - T_{I.C.E. (25970)} = 0.52 - 0.130 = 0.39 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-I.C.E.} = 23.4 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T_{I.N (30200)} - T_{I.C.E. (25970)} = 0.262 - 0.130 = 0.132 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-I.C.E.} = 7.92 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C.		2.6	2.6	4.26	2.6	(2.6)
E		5.7	2.7	8.28	2.7	(2.7)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		20.82	17.7	23.4	4.5	(17.4)
N		(5.7)	(2.3)	(7.92)	(2.3)	(2.3)

8. Τμήμα Bf5-YBf1

Μήκος	30 Km	17 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1765 μ			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11.25
Ταχύτητα	E	160		E	12.2
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E.	9
	Dg	100		Dg	18
	N	(120)		N	(15)

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

Όπου $T_I (3780) = 1.1 \text{ min}$
Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ IC} (30250) - T_I \text{ I.C.E.} (25970) = 0.188 - 0.13 = 0.058 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 3.48 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ E} (30250) - T_I \text{ I.C.E.} (25970) = 0.205 - 0.130 = 0.075 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 4.5 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ Dg} (30650) - T_I \text{ I.C.E.} (25970) = 0.312 - 0.130 = 0.182 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 10.92 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T_I N (30200) - T_I I.C.E. (25970) = 0.252 - 0.130 = 0.122 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f N-I.C.E. = 7.32 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C.		1.8	1.8	3.48	1.8	(1.8)
E		2.58	2.3	4.5	2.3	(2.3)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		9	9	10.92	2.9	(5.76)
N		(5.4)	(5.4)	(7.32)	(2.3)	(2.3)

9. Τμήμα YBf1-Bf6

Μήκος	40 Km	23 τμήματα αποκλεισμού / μήκους 1740 μ			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	15
Ταχύτητα	E	150		E	16.4
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E.	12
	Dg	100		Dg	24
	N	(120)			(20)

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3730) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f I.C.E-I.C.E., I.C., E, Dg, N = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$Tf = T \mid IC (40250) - T \mid I.C.E. (36070) = 0.251 - 0.180 = 0.071 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ IC-ICE} = 4.26 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$Tf = T \mid E (40250) - T \mid I.C.E. (36070) = 0.275 - 0.180 = 0.095 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ E-ICE} = 5.7 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$Tf = T \mid Dg (40650) - T \mid I.C.E. (36070) = 0.412 - 0.180 = 0.232 \text{ h.} \rightarrow$$

$$Tf \text{ Dg-ICE} = 13.92 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$Tf = T \mid N (40200) - T \mid I.C.E. (36070) = 0.335 - 0.180 = 0.155 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$Tf \text{ N-ICE} = 9.3 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.8	1.8	4.26	1.8	(1.8)
E		3	1.9	5.7	1.9	(1.9)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		11.22	10.32	13.92	2.6	(6.72)
N		(6.6)	(5.7)	(9.3)	(2.3)	(2.3)

10. Τμήμα Bf6-YBf2

Μήκας	40 Km	23 τμήματα αποκλεισμού/ μήκους 1740 μ			
Μέση	I.C.	150	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	16
Ταχύτητα	E	115		E	21.3
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E.	12
	Dg	60		Dg	40
	N	(115)		N	(21.3)

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3730) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3730) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ IC } (40250) - T_I \text{ I.C.E. } (36070) = 0.267 - 0.180 = 0.087 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 5.22 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ E } (40250) - T_I \text{ I.C.E. } (36070) = 0.36 - 0.180 = 0.180 \text{ h.} \rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 10.8 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ Dg } (40650) - T_I \text{ I.C.E. } (36070) = 0.676 - 0.180 = 0.496 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 29.76 \text{ min}$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθία N- I.C.E.

$$T_f = T_I N (40200) - T_I I.C.E. (36070) = 0.35 - 0.180 = 0.17 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f N-ICE = 10.20 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.9	1.9	5.22	1.9	(1.9)
E		7.2	2.9	10.8	2.9	(2.9)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		26.16	21.72	29.76	4.2	(21.72)
N		(7.2)	(2.3)	(10.2)	(2.3)	(2.3)

11. Τμήμα YBf2-Bf7

Μήκος	30 Km	17 τμήματα αποκλεισμού/ μήκους 1765 μ			
Μέση	I.C	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C.	11 25
Ταχύτητα	E	125		E	14.8
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E.	9
	Dg	70		Dg	25 71
	N	(120)		N	(15)

Ακολουθία I.C.E - I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

$$\text{Όπου } T_I (3780) = 1.1 \text{ min}$$

$$\text{Και } T_a = 0.4 \text{ min}$$

$$T_f ICE-ICE, I.C, E, Dg, N = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$T_f = T | I.C. (30250) - T | I.C.E. (25970) = 0.188 - 0.13 = 0.058 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 3.48 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T | E (30250) - T | I.C.E. (25970) = 0.25 - 0.13 = 0.12 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 7.2 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T | Dg (30650) - T | I.C.E. (25970) = 0.436 - 0.13 = 0.306 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 18.36 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T | N (30200) - T | I.C.E. (25970) = 0.252 - 0.13 = 0.122 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-ICE} = 7.32 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.8	1.8	3.48	1.8	(1.8)
E		5.28	2.2	7.2	2.2	(2.2)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		16.44	13.74	18.36	3.6	(13.2)
N		(5.34)	(2.64)	(7.32)	(2.3)	(2.3)

12. Τμήμα Bf7-KBf4

Μήκος	30 Km	17 τμήματα αποκλεισμού/μήκους 1765 μ			
Μέση	I.C.	160	Χρόνος Διαδρομής min	I.C	11.25
Ταχύτητα	E	140		E	13.9
Συρμού	I.C.E.	200		I.C.E.	9.5
	Dg	85		Dg	21.2
	N	(120)		N	(15)

Ακολουθία I.C.E – I.C.E., I.C., E, Dg, N

$$T_f = T_I (3780) + T_a$$

Όπου $T_I (3780) = 1.1 \text{ min}$
Και $T_a = 0.4 \text{ min}$

$$T_f \text{ ICE-ICE, IC, E, Dg, N} = 1.1 + 0.4 = 1.5 \text{ min.}$$

Ακολουθία I.C. – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ IC } (30250) - T_I \text{ I.C.E. } (25970) = 0.188 - 0.13 = 0.058 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ IC-ICE} = 3.48 \text{ min}$$

Ακολουθία E – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ E } (30250) - T_I \text{ I.C.E. } (25970) = 0.233 - 0.13 = 0.103 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ E-ICE} = 6.18 \text{ min}$$

Ακολουθία Dg – I.C.E.

$$T_f = T_I \text{ Dg } (30650) - T_I \text{ I.C.E. } (25970) = 0.360 - 0.13 = 0.23 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ Dg-ICE} = 13.8 \text{ min}$$

Ακολουθία N – I.C.E.

$$T_f = T | N (30200) - T | I.C.E. (25970) = 0.252 - 0.13 = 0.122 \text{ h.} \Rightarrow$$

$$T_f \text{ N-ICE} = 7.32 \text{ min}$$

Συμπερασματικά

Προηγούμενος Συρμός	Επόμενος Συρμός	I.C.	E	I.C.E.	Dg	N
Ελάχιστη Χρονοαπόσταση (min.)						
I.C		1.8	1.8	3.48	1.8	(1.8)
E		4.26	2.7	6.18	2.7	(2.7)
I.C.E.		1.5	1.5	1.5	1.5	(1.5)
Dg		11.88	10.5	13.8	3	(8.64)
N		(5.34)	(3.96)	(7.32)	(2.3)	(2.3)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- [1] Κ.Αμπακούμκιν , Κ.Λυμπέρης «Μαθήματα Ειδικών Θεμάτων Σιδηροδρομικής » , Κεφ 3 , Παρ.3.1 ,σελ.30.
- [2] Weigand W. , : "Erfolge der japanischen Eisenbahnen im Markt des Personenfernverkehrs" ETR 45 (1996) ,H.11 , S. 709-712
- [3] Munchschwander,P. "Verbesserung des grenzüberschreitenden schienenverkehrs in Europa" S . 189-242
- [4] Κων. Λυμπέρης «Συμβολή σ'ένα νέο σύστημα τμηματοποίησης αποκλεισμού ελεύθερης σιδηροδρομικής γραμμής και βελτιστοποίηση χωρητικότητας» Τ.Π. Karlsruhe (διδακτορική διατριβή)
- [5] www.railway-technical.com
- [6] UIC 405E , "Ermittlung der Leistungsfähigkeit von Strecken"
- [7] "Definitions of High - Speed " – UIC 2002
- [8] www.uic.asso.fr – milestones – UIC 2002
- [9] High speed trains In Europe – 2002 – UIC
- [10] High speed trains around the world – UIC
- [11] Design of New Lines for speeds of 300-350 Kph. State of the art (First Report) – 2001
- [12] Linienführung und Netzgestaltung RWTH 3 .Ausfluge1999
- [13] "Das Hochgeschwindigkeitssystem der deutschen Bundesbahn" ,R.v. Deckers Verlag G. Schenk ,1990
- [14] "Towards a Better and Safer Rail System" – Strategic Rail Authority
- [15] "Automation in Railway Signalling" – J . Oelher
- 16. Technology of rail manufacture – Lead Article¹
- 17. Amtrac Florida – CSX Southern Lines¹
- 18.Cenni sul sistema ERTMS – ETCS Roma 1999

¹ Η βιβλιογραφία απλώς αναγνώσθηκε αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε.

Συμβολισμοί

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Z _T	Δύναμη Τριβής (KN)
G _{κα.}	βάρος στους κινητήριους άξονες (KN)
μ	συντελεστής πρόσφυσης
Z _Η	δύναμης έλξης κινητήρα (KN)
η	βαθμός απόδοσης μηχανής
V	ταχύτητα [Kph]
N	Ισχύς μηχανής [PS]
w	ειδική αντίσταση σχήματος (N / KN)
W _k	Ειδική Αντίσταση Καμπύλης
W _s	Ειδική Αντίσταση Κλίσης
Z _{min}	ελάχιστη χρονοαπόδοση [min/συρμό]
C	Χωρητικότητα γραμμής [συρμοί/χρονικό διάστημα]
τ	Περιθώριο άνεσης [λεπτά]
T _B	χρονική διάρκεια κατάληψης [λεπτά]
W _g	Πιθανότητα εμφάνισης ακολουθιών με συρμούς ίδιας κατηγορίας
W _e	Πιθανότητα εμφάνισης πρωταγενών καθυστερήσεων
H	βαθμός Ροής
u	Συντελεστής μετάδοσης
ρ	βαθμό δεσμοποίησης
<i>Τα παρακάτω μεγέθη έχουν εισαχθεί από τον Δουλουμπέκη Θοδωρή για τις ανάγκες τις εργασίας</i>	
MX _{α%} ^V	Μεταβολή Χωρητικότητας [%] (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής S	Συντελεστής μετάβασης δευτερης δύναμης (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής T	Συντελεστής μετάβασης πρώτης δύναμης (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής D	Συντελεστής μετάβασης μηδενικής δύναμης (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής L	Συντελεστής επίδρασης μήκους (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής R	Συντελεστής επίδρασης αντιστάσεων (Δουλουμπέκης Θοδωρής)
Συντελεστής e	συντελεστής επίδρασης ταχύτητας προστιθέμενων συρμών I.C.Express (Δουλουμπέκης Θοδωρής)

ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

A' μέρος

[1^Α] Διάγραμμα Ροής

[3^Α] Περίσσεια δύναμη για επιτάχυνση συρμός I.C.

[5^Α] Περίσσεια δύναμη για επιτάχυνση συρμός E

[7^Α] Περίσσεια δύναμη για επιτάχυνση συρμός N

[9^Α] Περίσσεια δύναμη για επιτάχυνση συρμός Dg

[10^Α] Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 50 KM (σ.61)

[11^Α] Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 40 KM (σ.61)

[12^Α] Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με τις αντιστάσεις γραμμής για σταθερό μήκος 30 KM (σ.62)

[13^Α] Η ελάχιστη χρονοαπόσταση σε συνάρτηση με το μήκος για σταθερές αντιστάσεις γραμμής (σ.64)

[12^Α] έως και [23^Α] Χωρητικότητες επί μερους τμημάτων για διάφορα ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας συρμών (σ.92 – σ.96)

B' μέρος

[1B] Μήκη Πέδησης – Επιτάχυνσης Συρμών TEE

Πήγη : Dr.-Ing. H.G. Krebs

[22B] $MX^{10\%}_{200} = F (V \text{ μέση αρχική})$ (Πηγή :Δουλουμπέκης Θεωдорής) (σ.161)

[23B] $MX^{10\%}_{200} = F (V \text{ μέση αρχική})$ (Μια κλάση συρμών αρχικά)
(Πηγή :Δουλουμπέκης Θεωдорής) (σ.162)

Γ' μέρος

[5Γ] $MX^{α\%}_{200} = F$ (V μέση αρχική) (Μια κλάση συρμών αρχικό)
(Πηγή :Δουλουμπέκης Θοδωρής) (σ.162)

[6Γ] Τιμή συντελεστή R - (Πηγή :Δουλουμπέκης Θοδωρής) (σ.214)

[7Γ] Τιμή συντελεστή L - (Πηγή :Δουλουμπέκης Θοδωρής) (σ.214)

ΒΑΣΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ

Α' μέρος

- [1^Α] Δίκτυα Υψηλής ταχύτητας Πηγή : U.I.C.
- [2^Α] Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά Αρχικού δικτύου (σ.13)
- [3^Α] ΤΑΧΥΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ ΜΕΓΑΛΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ (σ.22)
- [5^Α] Ανοστάσεις Γραμμής (σ.25)
- [8^Α] ΤΑΧΥΣ ΕΠΙΒΑΤΙΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ ΜΕΣΑΙΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ (σ.27)
- [12^Α] ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΟΣ ΣΥΡΜΟΣ (σ.32)
- [15^Α] ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΟΣ ΣΥΡΜΟΣ (σ.37)
- [19^Α] Χρόνοι Διαδρομής Συρμών (σ. 43)
- [20^Α] Μήκος Πέδησης Συρμών (σ. 43)
- [21^Α] Χρόνοι Χειρισμού και ανταπόκρισης εγκαταστάσεων σηματοδότησης (σ.52)
- [50^Α] Ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας – Αρχική Κατάσταση (σ.76)

Β' μέρος

- [1Β] Ανα τον κόσμο δίκτυα υψηλών ταχυτήτων-UIIC (σ.109)
- [2Β] ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ
Πηγή : Design of New Lines for speeds of 300-350 Kph. State of the art (σ.113)
- [3Β] ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ
Πηγή : Design of New Lines for speeds of 300-350 Kph. State of the art (σ.114)
- [4Β] ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ Πηγή : UIIC
- [5Β] Ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας – Προσθήκη 10% συρμών I.C.E.200 (σ.124)
- [40Β] Ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας – Προσθήκη 20% συρμών I.C.E.200 (σ.164)

[81B] Ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας – Προσθήκη 30% σιρμών
I.C.E.200 (σ.188)

Βασικά Σχήματα

A' μέρος

- [2^A] Σταθμός - πηγή : Κων. Αυμπέρης, Διδακτορική Διατριβή (σ.10)
- [3^A] Σταθμός Κόμβος - πηγή : Κων. Αυμπέρης, Διδακτορική Διατριβή(σ.10)
- [4^A] Σταθμός υπέρβασης - πηγή : Κων. Αυμπέρης, Διδακτορική Διατριβή(σ.10)
- [5^A] Σιδηροδρομική γραμμή - πηγή : Κων. Αυμπέρης, Διδακτορική Διατριβή (σ.11)
- [6^A] Σύστημα Σηματοδότησης 3 - ενδείξεων - Δουλουμπέκης Θωδωρής (σ.15)
- [9^A] Χρόνος αποκλεισμού σε σύστημα σηματοδότησης M.A.S. -3 aspects. (σ.46)

B' μέρος

- [1B] Παρίσι - Λυών - U.I.C. 2001 (σ.102)
- [2B] tilt-body trains – Σουηδία (σ.103)
- [3B] Γερμανία 1991 - U.I.C. 2001 (σ.103)
- [4B] Τραίνο MAGLEV (σ.103)
- [5B] Τραίνο ACELA (Η.Π.Α.) (σ.104)
- [6B] Chanell Tunnel (σ.104)
- [7B] Τραίνο Thalys (σ.104)
- [8B] Συνολικό μήκος δικτύων υψηλής ταχύτητας 2002 – 2010
Πηγή U.I.C High Speed Division (σ.106)
- [9B] Πρόβλεψη για το 2020
Πηγή U.I.C High Speed Division (σ.106)
- [10B] σύνδεσμοι W της PANDROL (σ.116)
- [11B] How ERTMS works (σ.120)
- [8B] Η μεταβολή χωρητικότητας από την προσθήκη 20 ή 30 % συρμών I.C.E. σε σχέση με τη μεταβολή από την προσθήκη 10%
(πηγή : Δουλουμπέκης Θωδωρής) (σ.195)

Βασικά Σχέδια

- [1^Α] Αρχικό Θεωρητικό Δίκτυο (σ.12)
- [2^Α] Διάγραμμα πορείας συρμός I.C. (σ.26)
- [3^Α] Διάγραμμα πορείας συρμός E. (σ.31)
- [4^Α] Διάγραμμα πορείας συρμός N (σ.36)
- [5^Α] Διάγραμμα πορείας συρμός Dg (σ.42)
- [8^Α] Ελάχιστη Χρονοαπόσταση – Ίδια κλάση συρμών (σ.50)
- [9^Α] Ελάχιστη Χρονοαπόσταση – Βραδύς / Ταχύς Συρμός (σ.51)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Α' μέρος - Σχηματισμός Αρχικής Θεωρητικής Κατάστασης 1

Κεφάλαιο 1 ^Α – Εισαγωγή.....	2
1.1 Σιδηροδρομικές Επιχειρήσεις.....	3
1.2 Βελτίωση Επιπέδου ευηρέτησης Δικτύου.....	4
1.3 Διαδικασία Εξαγωγής Συμπερασμάτων.....	6
Κεφάλαιο 2 ^Α – Θεωρητικό Δίκτυο.....	8
2.1 Εισαγωγή.....	9
2.2 Γεωμετρικά Χαρακτηριστικά.....	13
2.3 Σύστημα Σηματοδότησης –Αποκλεισμού.....	14
2.4 Ενέργεια στο δίκτυο.....	16
Κεφάλαιο 3 ^Α – Επιλογή Τραχάλου Υλικού.....	18
3.1 Εισαγωγή.....	19
3.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	19
3.3 Επιλογή συρμών.....	21
3.4 Σύνοψη.....	43
Κεφάλαιο 4 ^Α – Υπολογισμός Ελάχιστης Χρονοαπόστασης.....	44
4.1 Θεωρητικό Στοιχείο.....	45
4.2 Υπολογισμός Ελάχιστης Χρονοαπόστασης.....	48
4.3 Εφαρμογή.....	53
4.4 Συμπεράσματα.....	59
Κεφάλαιο 5 ^Α – Υπολογισμός Χωρητικότητας.....	65
5.1 Θεωρητικά Στοιχεία	66
5.2 Μέθοδοι Υπολογισμού Χωρητικότητας.....	68
5.3 Υπολογισμός μέσης ελάχιστης χρονοαπόστασης επί μέρους τμήματος.....	73
5.4 Εφαρμογή	75
5.5 Διάγραμματα.....	92
5.6 Συμπεράσματα.....	96

Β' μέρος - ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ..... 99

Κεφάλαιο 1 ^Β – Αντί ηολόγου.....	100
1.1 Προσδιορισμός.....	101
1.2 Ιστορική Ανασκόπηση.....	102
1.3 Διακρατικά Δίκτυα.....	104
1.4 Προοπτικές Εξέλιξης στην Ευρώπη.....	105
Κεφάλαιο 2 ^Β – Χαρακτηριστικά Δικτύων Υψηλής Ταχύτητας... ..	110
2.1 Σχεδιασμός Δικτύου Υψηλής Ταχύτητας.....	111
Κεφάλαιο 3 ^Β – Προσθήκη συρμών Υψηλής Ταχύτητας.....	119
3.1 Εισαγωγή.....	120
3.2 Προσθήκη συρμών λειτουργικής ταχύτητας 200km/h.....	121
3.3 Υπολογισμός μεταβολής Χωρητικότητας.....	136

3.4 Συμπεράσματα.....	147
3.5 Υπολογισμός $MX_{20\%}^{200}$ και σύγκριση με τον $MX_{10\%}^{200}$	164
3.6 Υπολογισμός $MX_{30\%}^{200}$ και σύγκριση με τον $MX_{10\%}^{200}$	188
Γ' ΜΕΡΟΣ - ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΡΧΙΚΟΥ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΟΤΑΝ ΚΥΚΛΟΦΟΡΕΙ ΜΙΑ ΚΛΑΣΗ ΣΥΡΜΩΝ.....	
201	

Κεφάλαιο 1Γ – Επίδραση του ποσοστού συμμετοχής των προστιθέμενων συρμών

1.1 Εισαγωγή.....

Κεφάλαιο 2Γ – Επίδραση του μήκους και των ανηγμένων αντιστάσεων επί μέρους τμήματος

2.1 Επίδραση στην τιμή του δείκτη $MX_{a\%}^{200}$

Κεφάλαιο 3Γ – Επίδραση της ταχύτητας των προστιθέμενων συρμών

3.1 Επίδραση της ταχύτητας κίνησης των Ι.Σ.Ε.....

ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....

Δ' ΜΕΡΟΣ - ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....

Κεφάλαιο 1Δ – Τελικά Συμπεράσματα.....

1.1 Συμπεράσματα.....

1.2 Προτάσεις.....

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντά αυτής της διπλωματικής εργασίας , κύριο **Κωνσταντίνο Λυμπέρη** ,λέκτορα Ε.Μ.Π. , τόσο για τις ιδιαίτερες χρήσιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του επί της εργασίας ,όσο και για τα ποιοτικά μαθήματά του ,που έστρεψαν το ενδιαφέρον μου στον τομέα της Σιδηροδρομικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, επίσης , τους καθηγητές του τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής του Ε.Μ.Π. για την έμμεση συμβολή τους στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής, μέσω του θεωρητικού υπόβαθρου που παρέχαν σ' εμένα.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω ονομαστικά τους Δεσδρή Νίκο , Νικολάου Γρηγόρη , Φρέσκα Δημήτρη ,Νικολοδήμο Λευτέρη ,Νικολοδήμο Δήμο, Μπακή Κωνσταντίνο ,Τσέλιο Ηλία ,Ματζανίκα Βαγγέλη ,Ελένη Δουλουμπέκη και την Εύα Βερνάρδου για τη συμπαράστασή τους ,όπως και όλους τους φίλους και γνωστούς μου.

Τέλος η εργασία αυτή δε θα ήταν δυνατή χωρίς την αμέριστη κατανόηση και την υπομονή των γονιών μου.

Αφιερωμένη στο μικρό αδερφό μου Χρήστο.

Δουλουμπέκης Θεόδωρος