



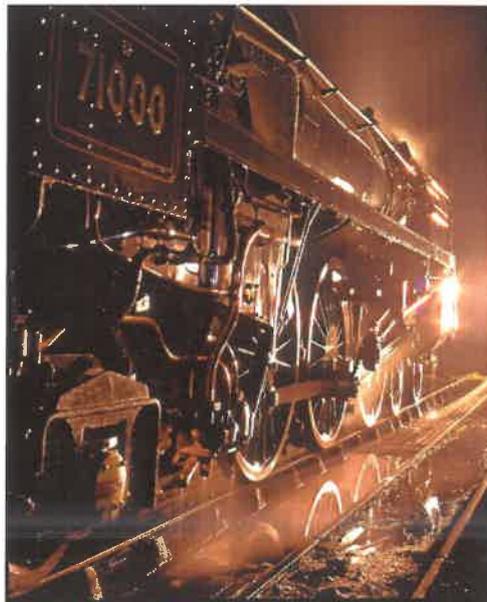
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος: Προμελέτη Χάραξης Σιδηροδρομικής Γραμμής Ηγουμενίτσας
Ιωαννίνων

Όνομα: Παπαπροστόλου Εμμανουήλ

Επιβλέπων: Λυμπέρης Κων/νος, Λέκτορας, ΕΜΠ



Αθήνα, Νοέμβριος 2007

1. Εισαγωγή
2. Αντικείμενο
3. Η Διερευνώμενη Χάραξη
4. Εναλλακτικές Λύσεις
5. Λογισμικό
6. Συμπεράσματα
7. Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Οι κύριες λειτουργίες της Σιδηροδρομική γραμμή είναι να αποτελεί το διάδρομο κύλισης – καθοδήγησης των συρμών και να αναλαμβάνει επαρκώς τα φορτία που αναπτύσσονται κατά την κίνηση των συρμών

Η σιδηροδρομική γραμμή πρέπει να εξασφαλίζει:

- Καλή διανομή των φορτίων κυκλοφορίας στο έδαφος θεμελίωσης, αντοχή της επιδομής και υποδομής στα στατικά και δυναμικά φορτία που αναπτύσσονται.
- Δυνατότητα ανάπτυξης επιθυμητών ταχυτήτων στις ευθυγραμμίες και στις καμπύλες,
- Άνεση των επιβατών κατά την κίνηση των συρμών
- Ασφάλεια κυκλοφορίας συρμών και τέλος
- Μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και όσο το δυνατόν καλύτερη εναρμόνιση με το περιβάλλον.

- **Οι μεγάλες κατά μήκος κλίσεις στην χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής προκαλούν**
 - ✓ Μείωση της μέσης ταχύτητας του συρμού.
 - ✓ Μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου
 - ✓ Μικρότερες ανάγκες τεχνικών έργων
- **Το Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση μηκοτομής για χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής σε ιδιαίτερα ορεινό ανάγλυφο, στην ανωφέρεια, η Ανάπτυξη λογισμικού ελέγχου κατά μήκος κλίσεων και η Εφαρμογή αυτών στην προμελέτη χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας - Ιωαννίνων.**
- **Η ΔΙΕΡΕΥΝΩΜΕΝΗ ΧΑΡΑΞΗ**
- Συνδέει την Ηγουμενίτσα με τα Ιωάννινα, διασχίζοντας μια Ημιορεινής έως έντονα ορεινής μορφολογίας περιοχή
- Υψομετρική διαφορά του σημείου αρχής και του πέρατος της χάραξης είναι μεγάλη και φτάνει τα 500 m σε μήκος 70 περίπου km
- Οι περιβαλλοντικοί όροι που επιβάλλονται είναι ιδιαίτερα Αυστηροί
 - ✓ Οι γεφυρώσεις ρεμάτων και ποταμών πρέπει να έχουν την Ελάχιστη επίδραση στην παρόχθια βλάστηση
 - ✓ Τα επιχώματα πρέπει να περιοριστούν σ ο ελάχιστο και να ελαχιστοποιηθεί το μήκος των γεφυρών
 - ✓ Σε περίπτωση ύπαρξης επιχωμάτων ύψους μεγαλύτερου των 15m, να προβλέπονται τεχνικά γεφύρωσης.
 - ✓ Εκτεταμένα επιχώματα (>200 μ σε μήκος): Μέγιστο ύψος μικρότερο των 3 m, Εξαίρεση στον συγκεκριμένο περιορισμό αποτελεί το τμήμα της χάραξης όπου η Σ/Γ βρίσκεται σε κοινό

επίχωμα με την Εγνατία Οδό. Στην περίπτωση αυτή και για τήρηση του σχετικού κανονισμού, επιβάλλεται ο οδικός άξονας να βρίσκεται χαμηλότερα ή κατά παρέκκλιση στο ίδιο επίπεδο με αυτό της σιδηροδρομικής γραμμής.

- ✓ Αποφυγή ορυγμάτων ύψους > 20 m. Σε περίπτωση τέτοιων ορυγμάτων προτιμάται ο σχεδιασμός υπόγειων έργων όπως τεχνικών εκσκαφής και επανεπίχωσης και σηράγγων.
- ✓ Για τον καθορισμό της βέλτιστης περιοχής σχεδίασης εξετάστηκαν τρεις ζώνες διέλευσης εναλλακτικών χαράξεων, οι οποίες περιλαμβάνουν συνολικά δέκα λύσεις.
- ✓ Τα κριτήρια που επηρεάζουν την τελική επιλογή λύσης είναι:
 1. Συνολικό Μήκος Γραμμής
 2. Συνολικό Μήκος Σηράγγων
 3. Μέγιστο Μήκος σήραγγας κάθε λύσης
 4. το Πλήθος των ενδιάμεσων Σταθμών που επιτρέπει η κάθε λύση να σχεδιαστούν.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται διάγραμμα με τις τρεις υπό μελέτη ζώνες διέλευσης της χάραξης καθώς και πίνακας με τα αναλυτικά στοιχεία της κάθε λύσης. Σύμφωνα με τον πίνακα αυτό επιλέγεται ως βέλτιστη ζώνη διέλευσης η κεντρική ζώνη και ως καλύτερη λύση η λύση K1

Στη συνέχεια γίνεται περαιτέρω διερεύνηση της λύσης K1 και Εξετάζονται δύο περιπτώσεις, οι οποίες παρουσιάζουν ουσιαστικές διαφορές μόνο στην μηκοτομική χάραξη:

- Στην πρώτη εφαρμόζεται περιορισμός μήκους στη μηκοτομή ενώ στην δεύτερη όχι.
- Ο Περιορισμός Μήκους ορίζει ως μέγιστο μήκος
 - Για μέγιστη μηκοτομική κλίση 2%, το μήκος των 5 km
 - Για μέγιστη μηκοτομική κλίσης 1.7%, το μήκος των 8 km
 - Προϋπόθεση και στις δύο περιπτώσεις να ακολουθεί 'ανακουφιστικό' τμήμα κλίσης 0.25% και μήκους τουλάχιστον 1 km.
- Το πλεονέκτημα της δεύτερης λύσης είναι εμφανές, από το μικρότερο μήκος σε υπόγεια έργα αλλά και γέφυρες, από το μεγαλύτερο μήκος ανοιχτή γραμμής και από τον μικρότερο αριθμό υπόγειων έργων.

Προχωράμε τώρα στην παρουσίαση του λογισμικού που συντάχθηκε για τις ανάγκες της εργασίας.

- Το πρόγραμμα EVVA (EValuation of Vertical Alignment) :
 - ✓ Ελέγχει την μέση κατά μήκος κλίση της ερυθράς της σιδηροδρομικής γραμμής σύμφωνα με τους περιορισμούς. Και Αποδίδει γραφικά τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού.
- Η Προετοιμασία των δεδομένων για την εκτέλεση του προγράμματος γίνεται στο λογισμικό InRail Suite της Bentley, σε πλατφόρμα Microstation της ίδιας εταιρίας.

- Με την εκτέλεση του προγράμματος δημιουργείται αρχείο που περιέχει τα δύο διαγράμματα ελέγχου της μηκοτομής.
- Τα διαγράμματα αυτά αποτελούνται από κατακόρυφα ευθύγραμμα τμήματα των οποίων η τετμημένη, της αρχής και του τέλους είναι αριθμητικά ίση με την χιλιομετρική θέση του συγκεκριμένου σημείου στη χάραξη. Το μήκος του κάθε τμήματος είναι όσο και η μέση μηκοτομική κλίση του συγκεκριμένου σημείου.
 Στη συνέχεια παρουσιάζεται μία εικόνα του παραγόμενου αποτελέσματος.

Συμπεράσματα της εργασίας

- Η σιδηροδρομική γραμμή Ηγουμενίτσας Ιωαννίνων έχει μεγάλη σημασία για την περιφέρεια της Ηπείρου.
- Εξετάστηκαν από πλευράς δυνατών λύσεων, 10 λύσεις
- Επικρατέστερη ζώνη διέλευσης της χάραξης της Σ.Γ. είναι η κεντρική ζώνη.
- Καλύτερη λύση στην παραπάνω ζώνη διέλευσης, είναι η λύση όπου εφαρμόζεται ο περιορισμός μέγιστου μήκους εφαρμογής της μέγιστης μηκοτομικής κλίσης.
- Το συμπέρασμα αυτό προέκυψε από την εφαρμογή του λογισμικού ΕΥΝΑ.
- Περισσότερες επιλογές στο πρόγραμμα ελέγχου της μηκοτομής για επιμέρους στοιχεία όπως:
- Έλεγχος και επιπτώσεις στη μηκοτομή των οριζοντιογραφικών καμπυλών.
- Αναγραφές στα 'προβληματικά' σημεία της χάραξης
- Δημιουργία σχεδίου μηκοτομής.
- Ενσωμάτωση περισσότερων κανονισμών στο λογισμικό.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	1
Σύνοψη διπλωματικής εργασίας	6
Περίληψη διπλωματικής εργασίας.....	7
Εισαγωγή	9
A. Θεωρητικά Στοιχεία.	
Οδός Μεταφοράς και Υποδομή.....	13
Φορτία και Κατηγορίες Γραμμών.....	16
Φορτίο κατ'άξονα.....	16
Επαφή Σιδηροτροχιάς – Τροχού.....	17
Φόρτος κυκλοφορίας και κατηγορίες γραμμών.....	18
Η υποδομή της γραμμής.....	19
Βάση.....	19
Στρώση Διαμόρφωσης.....	20
Η Επιδομή της Γραμμής.....	20
Το εύρος της σιδηροδρομικής γραμμής.....	22
Κανονικές γραμμές ή γραμμές κανονικού εύρους.....	22
Ευρείες γραμμές ή γραμμές μεγάλου εύρους.....	23
Μετρικές γραμμές ή γραμμές μετρικού εύρους.....	23
Στενές γραμμές ή γραμμές στενού εύρους.....	23
Σιδηροτροχίες.....	25
Η Διατομή της Σιδηροτροχιάς.....	25
Η διατομή τύπου Vignole.....	26
Επιλογή Διατομής Σιδηροτροχιάς.....	28

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στρωτήρες.....	29
Ξύλινοι Στρωτήρες.....	31
Στρωτήρες από Σκυρόδεμα.....	31
Έρμα (ή σκύρο).....	33
Ο ρόλος του Έρματος.....	33
Χαρακτηριστικά του Έρματος.....	33
Διαστασιολόγηση Έρματος.....	34
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του έρματος και εγκάρσια αντίσταση γραμμής.....	35

B. ΝΚΕΓ, βασικές σχέσεις για την χάραξη της γραμμής.

Η χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής.....	37
Οι επιπτώσεις των οριζοντιογραφικών καμπύλων στην κίνηση του συρμού.....	37
Επιπτώσεις των κατά μήκος κλίσεων στην κίνηση του συρμού.....	39
Δυναμική άνεση επιβατών.....	39
Υπερύψωση Γραμμής.....	42
Περίπτωση ταχέων συρμών $V > V_{σχ}$	45
Περίπτωση βραδέων συρμών $V < V_{σχ}$	48
Περίπτωση $V = 0$ (ακίνητου συρμού).....	48
Σχέση μεταξύ V, R, h, b	49
Εφαρμοζόμενη υπερύψωση.....	51
Υπολογισμός της κανονικής υπερύψωσης.....	53
Γενικά για τις καμπύλες συναρμογής.....	56
Οριζοντιογραφία της γραμμής.....	59
Είδη καμπύλων που χρησιμοποιούνται στα τόξα συναρμογής.....	60
Κυβική παραβολή.....	60

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τόξα συναρμογής μικρού μήκους κυβικής παραβολής.....	63
Τόξα συναρμογής μεγάλου μήκους κυβικής παραβολής.....	66
Συναρμογή δυο αντίρροπων κυκλικών τόξων.....	68
Συναρμογή μεταξύ ομόρροπων κυκλικών καμπύλων.....	69
Σύνδεση δύο ομόρροπων συνεχόμενων κυκλικών τόξων.....	75
Μηκοτομή της γραμμής.....	76
Κατακόρυφες συναρμογές.....	76
Μέγιστη κατά μήκος Κλίση.....	78

Γ. Συστήματα Έλξης και Κινητήριες Μονάδες

Συστήματα έλξης.....	79
Ντηζελοκίνητη Έλξη.....	80
Τύποι Ντηζελοκίνησης.....	81
Ηλεκτροκίνητη Έλξη.....	84
Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης.....	85
Δυνατότητα έλξης.....	86
Αντίσταση στην κίνηση του συρμού.....	90
Τεχνικά Χαρακτηριστικά Κινητήριων Μονάδων.....	94

Δ. Προμελέτη Χάραξης Σιδηροδρομικής Γραμμής Ηγουμενίτσας – Ιωαννίνων

Περιοχή του έργου.....	106
Γεωγραφική θέση του έργου.....	106
Γεωμορφολογία του εδάφους.....	106
Πληθυσμιακά στοιχεία.....	108
Χρήσεις γης.....	108

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Αρχαιολογικά και Τουριστικά στοιχεία.....	109
Οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο.....	110
Σχεδιασμός Σιδηροδρομικής γραμμής.....	111
Περιβαλλοντικά Στοιχεία.....	111
Επιλογή ζώνης διέλευσης της χάραξης.....	113
Βόρειες Λύσεις.....	117
Κεντρικές λύσεις.....	119
Νότιες Λύσεις.....	121
Γεωμετρικά Στοιχεία Χαράξεων.....	122
Αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων.....	132
Γεωμετρικά Στοιχεία Χάραξης.....	136
Τεχνικά Έργα της γραμμής.....	146
Γέφυρες.....	146
Υπόγεια Έργα.....	147
Ενδιάμεσοι Σταθμοί.....	149
Περιγραφή Χαράξεων.....	151
Τμήμα I : χ.θ. 0+000 – χ.θ. 23+000.....	151
Τμήμα II : χ.θ. 23+000 – χ.θ. 49+275.....	153
Τμήμα III : χ.θ. 48+200 – τέλος.....	156

E. Παρουσίαση του προγράμματος EVVA (Evaluation of Vertical Alignment)

Σκοπός της δημιουργίας του προγράμματος.....	160
Απαιτήσεις του προγράμματος σε Hardware και Software.....	160
Γλώσσα προγραμματισμού.....	162
Προετοιμασία δεδομένων για την εκτέλεση του προγράμματος.....	162
Τρόπος λειτουργίας του προγράμματος.....	165
Παραγόμενο αποτέλεσμα.....	168
Ο κώδικας του προγράμματος EVVA αναλυτικά.....	189
Βιβλιογραφία.....	191

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Σύνοψη διπλωματικής εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται η χάραξη της Σιδηροδρομικής Γραμμής Ηγουμενίτσας - Ιωαννίνων, ενός δύσκολου από άποψη χάραξης έργου, λόγω του ιδιαίτερα τραχέος ανάγλυφου της περιοχής. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στη μηκοτομική χάραξη της γραμμής, η οποία αποτελεί ίσως και το πιο δύσκολο σκέλος της μελέτης. Για την λήψη σωστότερων αποφάσεων, αναπτύχθηκε λογισμικό ελέγχου των μέγιστων μηκοτομικών κλίσεων σε σχέση με το μέγιστο μήκος εφαρμογής αυτών, σύμφωνα με τις ειδικές οδηγίες που δόθηκαν από τον Οργανισμό Σιδηροδρόμων Ελλάδος (ΟΣΕ) για τη συγκεκριμένη χάραξη.

This diploma thesis has as an objective the investigation of the design of Igoumenitsa – Ioannina railway line, a difficult project due to the area's difficult terrain. In particular, the vertical alignment was examined, since this is probably the most difficult part in the design of the line. The EVVA (EValuation of Vertical Alignment) software was developed in order to assist in taking decisions on the maximum vertical slopes and their maximum length. The software was designed in accordance to the design guidelines provided by the Greek National Railway Organization (OSE).

Περίληψη της διπλωματικής εργασίας

Στη πρώτη θεματική ενότητα της εργασίας, γίνεται εκτενής αναφορά, αρχικά στα βασικά θεωρητικά στοιχεία που βοήθησαν στην εκπόνηση της μελέτης, αλλά και στη λήψη σημαντικών αποφάσεων όπως η επιλογή της τυπικής διατομής, η οποία χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη.

Στη δεύτερη θεματική ενότητα, αναλύεται ο Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής (ΝΚΕΓ) και οι προδιαγραφές οι οποίες έπρεπε να πληρούνται για την σωστή οριζοντιογραφική και μηκοτομική χάραξη, αλλά και για τον σωστό υπολογισμό των υπερυψώσεων.

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα συστήματα έλξης που εφαρμόζονται στη σιδηροδρομική και παρατίθεται ιστορική αναδρομή αλλά και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα καθενός από αυτά. Αναλύεται η έννοια της δυνατότητας έλξης μιας κινητήριας μονάδας, καθώς και οι αντιστάσεις που αναπτύσσονται κατά την κίνηση του συρμού. Οι αντιστάσεις αυτές οφείλονται είτε στην βαρύτητα (κατά συνέπεια στην μηκοτομική κλίση της χάραξης), είτε στον αέρα, είτε στην τριβή που προκαλείται κατά την κίνηση του συρμού σε οριζοντιογραφικές καμπύλες της χάραξης.

Η επόμενη ενότητα της εργασίας αναφέρεται στην προμελέτη χάραξης της Σιδηροδρομικής Γραμμής Ηγουμενίτσας Ιωαννίνων. Στη παρούσα μελέτη ο Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος έθεσε μηκοτομικούς περιορισμούς πέρα των περιορισμών που θέτει ο ΝΚΕΓ. Οι οδηγίες αυτές του ΟΣΕ ορίζουν ως μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 2%, το μήκος των 5 km και ως μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 1.7%, το μήκος των 8 km, με την προϋπόθεση να ακολουθεί ανακουφιστικό τμήμα κλίσης 0.25% και μήκους τουλάχιστον 1000μ.

Αρχικά σε τοπογραφικό υπόβαθρο κλίμακας 1:50000 έγινε η επιλογή της βέλτιστης ζώνης διέλευσης της σιδηροδρομικής γραμμής. Στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας, που συνοδεύει την εργασία, παρουσιάζονται παραλλαγές της χάραξης για να γίνει η ορθότερη επιλογή, σύμφωνα με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των παραλλαγών αυτών. Με βάση τα κριτήρια που παρατίθενται στο αντίστοιχο κεφάλαιο, επιλέγεται η κεντρική ζώνη διέλευσης της σιδηροδρομικής γραμμής ως η βέλτιστη δυνατή.

Αφού επιλέχθηκε η ζώνη διέλευσης, προχωράμε σε πιο λεπτομερή μελέτη. Παρουσιάζονται δύο παραλλαγές της ίδιας χάραξης με μικρές οριζοντιογραφικές διαφορές αλλά ουσιώδεις διαφορές στη μηκοτομή. Στην πρώτη λύση δεν εφαρμόζονται οι οδηγίες του ΟΣΕ για τον περιορισμό του μέγιστου μήκους εφαρμογής μηκοτομικής κλίσης, ενώ στη δεύτερη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

εφαρμόζονται.

Οι δύο αυτές λύσεις συγκρίνονται μεταξύ τους, αναλύονται ενδελεχώς και παρουσιάζονται στα σχέδια οριζοντιογραφίας και μηκοτομής που συνοδεύουν την εργασία.

Στην επόμενη ενότητα της εργασίας αναλύεται και επεξηγείται πλήρως το λογισμικό που συντάχθηκε για τον μηκοτομικό έλεγχο της χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής. Το λογισμικό αυτό ελέγχει αν εφαρμόζονται ορθά οι περιορισμοί που τέθηκαν από τον ΟΣΕ για την κατά μήκος κλίση της γραμμής.

Εισαγωγή

Για περισσότερα από 100 χρόνια ο σιδηρόδρομος απετέλεσε τον κυρίαρχο τρόπο χερσαίας μεταφοράς στο μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη. Ήταν, και παραμένει, το χερσαίο μέσο, για τη μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων οπουδήποτε οδηγούν οι γραμμές, με πραγματικό κόστος μικρότερο από το αντίστοιχο των άλλων χερσαίων μεταφορικών μέσων ή του αεροπλάνου.

Παρ' όλ' αυτά, στην εποχή μας τα άλλα μέσα μεταφοράς έχουν επίσης αναπτυχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να μπορούν να διεξάγουν συγκεκριμένες δραστηριότητες μεταφοράς αποτελεσματικότερα απ' ότι ο σιδηρόδρομος.

Τα δίκτυα σωληνωτών αγωγών (pipelines) μπορούν να μεταφέρουν υγρά, καθώς και ορισμένα στερεά προϊόντα, με μεγάλη οικονομία και σε μεγάλες αποστάσεις.

Τα αεροπλάνα, με την μεγάλη ταχύτητα, μπορούν να μεταφέρουν κάποια είδη ελαφρών και μεγάλης αξίας εμπορευμάτων με οικονομικότερο τρόπο.

Τα φορτηγά αυτοκίνητα παρέχουν ταχύτητα και ευελιξία, ιδιαίτερα σε σχετικά μικρού μήκους μεταφορές.

Το ιδιωτικό επιβατικό αυτοκίνητο, κυκλοφορώντας σε σύγχρονους αυτοκινητοδρόμους, καθώς και το αεροπλάνο, έχουν ήδη αποσπάσει πολύ μεγάλο μερίδιο από το επιβατικό έργο, το οποίο κατά το παρελθόν διαχειριζόταν ο σιδηρόδρομος.

Το λεωφορείο αποτελεί σοβαρό ανταγωνιστή για μικρού και μεσαίου μήκους επιβατικές μεταφορές.

Οι σύγχρονες φορτηγίδες, κυκλοφορώντας σε βελτιωμένα συστήματα εσωτερικών υδατίνων οδών (ποτάμια, κανάλια), μπορούν να μεταφέρουν κάποια είδη αγαθών σε συγκεκριμένες διαδρομές με πολύ χαμηλό κόστος.

Αναμφίβολα, οι παραπάνω ανταγωνιστές του σιδηροδρόμου μπορούν να εξυπηρετήσουν με καλύτερο τρόπο κάποιες από τις ανάγκες του τομέα των μεταφορών. Συνεπώς, η ανάπτυξη αυτών των ανταγωνιστικών προς τον σιδηρόδρομο μεταφορικών μέσων μεταβάλλει αναγκαστικά τον ρόλο του σιδηροδρόμου, από γενικής φύσης σε περισσότερο εξειδικευμένης φύσης μεταφορέα, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο με τον οποίο εξειδικεύονται σε συγκεκριμένους τομείς και οι ανταγωνιστές του.

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο μελλοντικός ρόλος του σιδηροδρόμου ως εξειδικευμένου μεταφορέα θα διαφέρει ασφαλώς από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της. Παρ' όλ' αυτά, σε γενικές γραμμές, ο σιδηρόδρομος θα συνεχίσει να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός στους παρακάτω τομείς:

1. Στη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων χύδην φορτίων, όπως το κάρβουνο, τα μεταλλεύματα, τα χημικά προϊόντα (π.χ. πετρέλαιο) και τα δημητριακά. Όταν η ύπαρξη κυκλικών διατάξεων γραμμών στην αφετηρία και τον προορισμό επιτρέπουν σε εμπορευματικούς συρμούς σταθερής σύνθεσης να κυκλοφορούν κατά μήκος συνεχούς κυκλώματος και υφίσταται επίσης εξοπλισμός για την ταχύτατη φόρτωση και εκφόρτωση, ο σιδηρόδρομος μπορεί να καταστεί ανταγωνιστικός ακόμη και σε μικρού μήκους διαδρομές. Σε μια τέτοια διαδρομή στη Βρετανία, μήκους μόλις 50 χλμ., μεταφέρεται με αποτελεσματικό τρόπο κάρβουνο, από ανθρακωρυχείο σε θερμοηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ενέργειας.

Ο σιδηρόδρομος μπορεί επίσης να μεταφέρει μεγάλες ποσότητες επεξεργασμένων εμπορευμάτων, με οικονομικό τρόπο και σχετικά υψηλές ταχύτητες, επί μεσαίων ή μεγάλων αποστάσεων.

2. Στην μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων εμπορευματοκιβωτίων (containers) μεταξύ μεγάλων κέντρων, καθώς επίσης, σε ορισμένες χώρες, στη μεταφορά πλήρων οδικών φορτηγών οχημάτων επί συρμών (riggyback). Η ικανότητα αυτή του σιδηροδρόμου έχει σε πολλές περιπτώσεις συνδυαστεί με τη δημιουργία, σε στρατηγικές τοποθεσίες, τερματικών εγκαταστάσεων μεταφόρτωσης, εφοδιασμένων με εξοπλισμό για την γρήγορη και εύκολη διακίνηση συγκεκριμένων ειδών φορτίων μεταξύ φορταμαξών και φορτηγών αυτοκινήτων ή για την προσωρινή αποθήκευση. Αυτού του είδους τα βασισμένα στον σιδηρόδρομο κέντρα διανομής έχουν αναπτυχθεί για φορτία, που περιλαμβάνουν προϊόντα χαλυβουργίας, δασικής εκμετάλλευσης και χαρτιού. Ο σημαντικός ρόλος του σιδηροδρόμου στη διανομή νέων αυτοκινήτων από τη βιομηχανία στους τόπους πωλήσεων έχει επίσης οδηγήσει στην κατασκευή ειδικών τερματικών εγκαταστάσεων στις περιοχές διανομής.

Η αναγκαιότητα της ανάπτυξης εξειδικευμένων κέντρων συνεργασίας του σιδηροδρόμου με τις οδικές μεταφορές για μεγάλο φάσμα ειδών φορτίων, καθώς και για την ανάπτυξη των συνδυασμένων μεταφορών, οδηγεί διεθνώς τους σιδηροδρόμους στη αναζήτηση στενότερης συνεργασίας με την βιομηχανία των οδικών εμπορευματικών μεταφορών. Στην εποχή του ενδιαφέροντος της βιομηχανίας για την ελαχιστοποίηση, στην αλυσίδα τροφοδοσίας, των αποθεμάτων και αποθηκευμένων υλικών, αποκτά ιδιαίτερη σημασία η παράδοση «στην ώρα». Οι σιδηρόδρομοι στις αναπτυσσόμενες βιομηχανικές κοινωνίες έχουν αντιληφθεί, ότι για να ανταγωνιστούν τα οδικά μέσα στη μεταφορά υψηλής αξίας φορτίων, όπως τμήματα προς

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

συναρμολόγηση για την αυτοκινητοβιομηχανία ή συσκευασμένα τρόφιμα για το χονδρεμπόριο, πρέπει όχι μόνο να υπόσχονται μειωμένους χρόνους μεταφοράς, αλλά να εξασφαλίζουν τους δρομολογιακούς χρόνους των εμπορευματικών τρένων με την ίδια ακρίβεια, με την οποία ενδιαφέρονται να εξασφαλίζουν τους δρομολογιακούς χρόνους των επιβατικών τρένων.

Στη μεταφορά μεγάλων αριθμών επιβατών μεταξύ μεγάλων μητροπολιτικών κέντρων και των προαστίων τους (προαστιακός σιδηρόδρομος). Επίσης, με τη μορφή του μητροπολιτικού σιδηροδρόμου (μετρό), στη μετακίνηση επιβατών στο εσωτερικό μεγάλων πόλεων.

Στις μεγάλης ταχύτητας intercity επιβατικές σιδηροδρομικές υπηρεσίες. Αυτές μπορούν να αποδειχθούν επιτυχείς, όταν λειτουργούν με σύγχρονο εξοπλισμό σε μεσαίες έως μεγάλες αποστάσεις. Ιδιαίτερως στη Δυτική Ευρώπη, την Ιαπωνία και τον διάδρομο Νέας Υόρκης – Ουάσιγκτον των ΗΠΑ, η εμπορική δραστηριότητα των intercity επιβατικών σιδηροδρομικών υπηρεσιών έχει επιτυχώς εξασφαλιστεί ή ακόμη και αυξηθεί με τον συνδυασμό μεγάλης ταχύτητας, μεγαλύτερης άνεσης ταξιδιού και μεγαλύτερης συχνότητας δρομολογίων.

Οι Γαλλικοί Σιδηρόδρομοι (Societe Nationale de Chemins de Fer – SNCF) απέδειξαν με τη λειτουργία των συρμών TGV, ότι ο σιδηρόδρομος μπορεί να ανακτήσει από το αεροπλάνο μεγάλο μέρος του μεριδίου του σε διαδρομές μήκους μέχρι 500-600 χιλιομέτρων. Στη διάρκεια της τρέχουσας δεκαετίας, οι Γαλλικοί Σιδηρόδρομοι, σε συνεργασία με τη Γαλλική βιομηχανία, ερευνούν τη δυνατότητα αύξησης των σιδηροδρομικών ταχυτήτων σε 350 χλμ/ώρα για τους μελλοντικούς συρμούς TGV, ώστε να αυξήσουν στα 1.000 χιλιόμετρα τις αποστάσεις, στις οποίες θα ανταγωνίζονται επιτυχώς το αεροπλάνο.

Συνοψίζοντας, στις σύγχρονες συνθήκες ο σιδηρόδρομος είναι σε γενικές γραμμές περισσότερο αποτελεσματικός στη μεταφορά μεγάλου αριθμού επιβατών και μεγάλων ποσοτήτων φορτίου. Ασφαλώς υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις από τον γενικό αυτόν κανόνα.

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Κατά τη διερεύνηση του μελλοντικού ρόλου των σιδηροδρόμων, οι παρακάτω παράγοντες θα πρέπει επίσης να συνεκτιμηθούν:

1. Οι αρνητικές επιπτώσεις της κατασκευής και λειτουργίας σιδηροδρόμων επί του φυσικού περιβάλλοντος είναι ιδιαίτερα περιορισμένες σε σχέση με τις αντίστοιχες ενός αυτοκινητοδρόμου ή ενός συστήματος αερομεταφορών. Επίσης, ο σιδηρόδρομος παράγει λιγότερους ρύπους ανά μονάδα μεταφοράς απ' ότι οι αυτοκινητόδρομοι ή το αεροπλάνο. Οι παράγοντες αυτοί αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία, καθώς η κοινωνία αντιλαμβάνεται όλο και περισσότερο την ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, με τη μείωση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων, καθώς και της ηχητικής ρύπανσης.

2. Ο σιδηρόδρομος παρουσιάζει αντιστοίχως μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, σε σχέση με τις οδικές ή αεροπορικές μεταφορές.

Το ενδιαφέρον για λελογισμένη χρήση των ενεργειακών αποθεμάτων και για μειωμένη κατανάλωση καυσίμων οδηγεί πολλές χώρες να δίνουν έμφαση στην ανάπτυξη των σιδηροδρομικών μεταφορών.

Τέλος, ενώ μεγάλο μέρος των δημοσίων επενδύσεων έχει κατευθυνθεί στην τεχνολογική έρευνα για νέα μέσα μεταφορών και στην κατασκευή εγκαταστάσεων γι' αυτά, στις περισσότερες χώρες ελάχιστοι πόροι έχουν διατεθεί για τη βελτίωση της σιδηροδρομικής τεχνολογίας.

Ούτε έχουν διατεθεί στη σιδηροδρομική υποδομή επενδυτικοί πόροι αντίστοιχοι με αυτούς που διατίθενται στους αυτοκινητοδρόμους, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Συνεπώς, με ελάχιστες εξαιρέσεις, ακόμη και οι πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις και υπηρεσίες των σημερινών σιδηροδρόμων δεν αντιπροσωπεύουν τη βέλτιστη δυνατή αποδοτικότητα του τομέα αυτού.

Οδός Μεταφοράς και Υποδομή

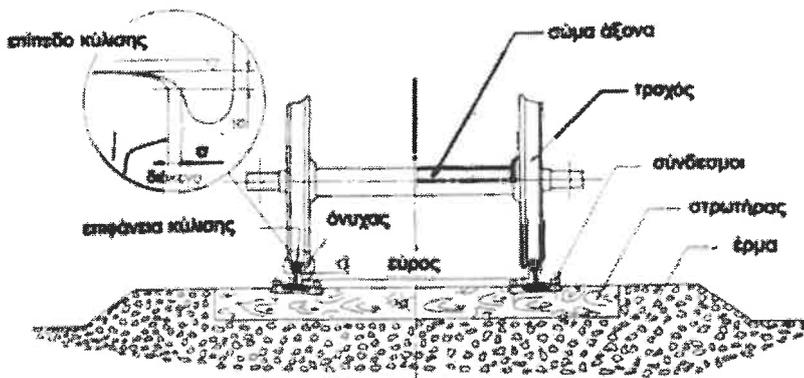
Ο σιδηρόδρομος ως μέσο μεταφοράς ορίζεται από δύο συνιστώσες: Το τροχαίο υλικό και τη σιδηροδρομική υποδομή.

Με τον όρο τροχαίο υλικό εννοούμε όλα τα οχήματα, κινητήρια και ελκόμενα, που κινούνται μέσω σιδερένιων τροχών πάνω στις σιδηροτροχιές.

Με τον όρο σιδηροδρομική υποδομή εννοούμε (α) την οδό μεταφοράς και (β) το σύνολο των εγκαταστάσεων και τεχνικών έργων, που εξασφαλίζουν την κυκλοφορία και τη ρύθμισή της.

Η οδός μεταφοράς ή απλώς γραμμή αποτελείται από μία σειρά στοιχείων και υλικών διαφορετικών ελαστικότητας, που μεταφέρουν τα στατικά και δυναμικά φορτία της κυκλοφορίας στο έδαφος θεμελίωσης.

Για να εξασφαλισθεί η κύλιση και η οδήγηση των οχημάτων με ασφάλεια και άνεση πρέπει να υλοποιηθεί μια κατασκευή, που να υποβαστάζει χωρίς παραμόρφωση τις δυνάμεις που δημιουργούνται κατά την κυκλοφορία των συρμών.

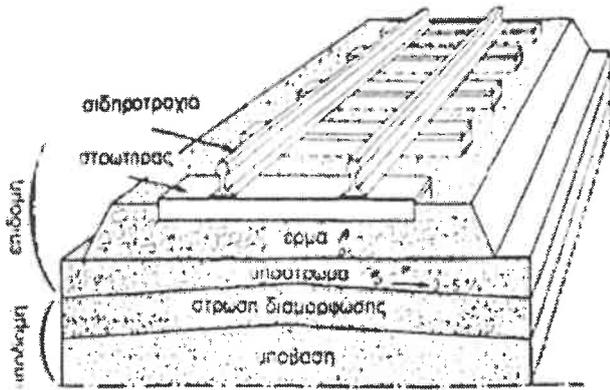


Η κατασκευή αυτή, που ονομάζεται επιδομή της γραμμής, παραλαμβάνει το δυναμικό φορτίο των τροχών και διανέμει στην υποδομή (επίχωμα ή όρυγμα) πιέσεις, που πρέπει να είναι συμβατές με την αντοχή και την αντίσταση του εδαφικού υλικού που απαρτίζει την υποδομή.

Η κλασική μορφή επιδομής γραμμής αποτελείται από δύο σιδηροτροχιές στρωτήρες, στους οποίους είναι στερεωμένες οι σιδηροτροχιές μέσω των συνδέσμων και σκύρο, στο οποίο εδράζονται οι στρωτήρες.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

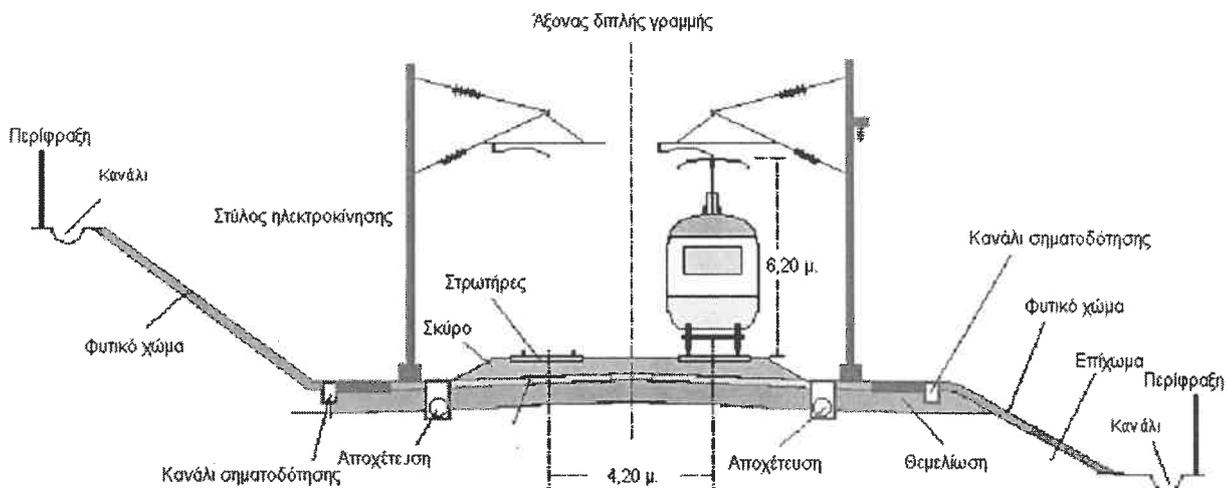
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Η επιδομή της γραμμής αποτελεί λοιπόν συνδυασμό στοιχείων με διαφορετική ελαστικότητα.

Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για να υποκατασταθεί αυτός ο τύπος της κλασσικής επιδομής γραμμής, από άλλους. Ποτέ όμως δεν επιτεύχθηκαν αποτελέσματα που να υπερτερούν, τουλάχιστον μέχρι ταχύτητες της τάξεως των 300 km/h.

Τα μη συμβατικά αυτά συστήματα μπορούν παρ' όλ' αυτά να πλεονεκτούν σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις (σήραγγες, τεχνικά έργα, μετρό κ.λπ.). Για παράδειγμα, η ειδική στρώση γραμμής του μετρό του Παρισιού με κύλιση σε ελαστικούς τροχούς όπως των αυτοκινήτων, δίνει μεγαλύτερη ευελιξία, λιγότερο θόρυβο και επιτρέπει επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις πολύ σημαντικές.



Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής με τις ονομασίες των βασικών στοιχείων της κατασκευής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στις εγκαταστάσεις της σιδηροδρομικής υποδομής συγκαταλέγονται κυρίως: (α) οι ισόπεδες διαβάσεις, (β) οι εγκαταστάσεις σηματοδότησης, (γ) οι εγκαταστάσεις ηλεκτροκίνησης και (δ) οι εγκαταστάσεις σιδηροδρομικών τηλεπικοινωνιών.

Στα τεχνικά έργα της σιδηροδρομικής υποδομής ανήκουν: (α) οι σήραγγες, (β) οι γέφυρες, (γ) οι τοίχοι και τα έργα αντιστήριξης των εδαφών, (δ) οι ανισόπεδες διαβάσεις και (ε) τα αποχετευτικά και αποστραγγιστικά έργα.

Διάρκεια Ζωής

Με τα σημερινά δεδομένα, η βέλτιστη διάρκεια ζωής της σιδηροδρομικής επιδομής είναι 50 χρόνια. Η υλοποίησή της αφ' ενός μεν απαιτεί μεγάλα ποσά για να πραγματοποιηθεί, αφ' ετέρου οποιαδήποτε εκ των υστέρων επέμβαση στη χάραξη και στα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά είναι δύσκολη και αντιοικονομική. Ως εκ τούτου μια τέτοιου είδους επένδυση πρέπει πάντοτε να εξετάζεται μακροπρόθεσμα και συγκεκριμένα πρέπει να προβλέπεται ποιές μέγιστες ταχύτητες θα αναπτυχθούν και τι φορτία κατ' άξονα θα κυκλοφορήσουν στις επόμενες δεκαετίες.

Η σιδηροδρομική γραμμή πρέπει να εξασφαλίζει:

- καλή διανομή των φορτίων κυκλοφορίας στο έδαφος θεμελίωσης,
- αντοχή της επιδομής και υποδομής στα στατικά και δυναμικά φορτία,
- ανάπτυξη υψηλών ταχυτήτων στις ευθυγραμμίες και στις καμπύλες,
- δυναμική άνεση των επιβατών, ασφάλεια κυκλοφορίας,
- μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις,
- μεγάλη διάρκεια ζωής με μικρό σχετικά κόστος συντήρησης.

Φορτία και Κατηγορίες Γραμμών

Φορτίο Κατ' άξονα

Με τον όρο βάρος ή φορτίο κατ' άξονα εννοούμε το στατικό φορτίο (Q) που μεταβιβάζεται μεμονωμένα από κάθε άξονα ενός οχήματος και γενικότερα ενός συρμού, μέσω των τροχών, στις δύο σιδηροτροχιές.

Εάν θεωρήσουμε συμμετρική τη φόρτιση των διαφόρων μερών του οχήματος, τότε το βάρος κατ' άξονα εκφράζει ουσιαστικά το πηλίκο του συνολικού βάρους του οχήματος προς τον συνολικό αριθμό των αξόνων.

Το βάρος κατ' άξονα υπεισέρχεται έμμεσα ή άμεσα στις αναλυτικές εκφράσεις όλων των δυνάμεων που ασκούνται στην επιφάνεια επαφής τροχού -σιδηροτροχιάς και επηρεάζει τη συμπεριφορά τόσο του τροχαίου υλικού όσο και της γραμμής.

Ειδικότερα σε γραμμές στις οποίες κυκλοφορούν πολύ βαριά οχήματα παρατηρείται αύξηση του αριθμού και του μμεγέθους των σφαλμάτων γραμμής ως επίσης και της κόπωσης των υλικών της επιδομής, με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι ανάγκες και τα έξοδα συντήρησης της γραμμής.

Φορτία κατ' άξονα μεγαλύτερα των 16 – 17 τόνων θεωρούνται μέχρι σήμερα απαγορευτικά για την ανάπτυξη πολύ υψηλών ταχυτήτων (250 -300 χλμ/ώρα). Συνήθως:

Οι γραμμές με μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα μεγαλύτερη των 250 χλμ/ώρα χρησιμοποιούνται για κυκλοφορία μόνο επιβατικών συρμών.

Οι γραμμές με μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας 250 χλμ/ώρα είναι μικτής κυκλοφορίας, με εμπορικούς συρμούς ελάχιστης ταχύτητας 160 χλμ/ώρα.

Επαφή Σιδηροτροχιάς – Τροχού

Το φορτίο του τροχού παίζει αξιοσημείωτο ρόλο στην κόπωση της σιδηροτροχιάς. Στατιστικές μελέτες δείχνουν ότι αυτή η κόπωση είναι συνάρτηση του Q_a όπου Q το φορτίο του τροχού και a είναι μεγαλύτερο του 2.

Μια αύξηση της τιμής του βάρους κατ' άξονα συνεπάγεται αυτόματα μια πολύ μεγαλύτερη επιπόνηση της σιδηροτροχιάς και γενικότερα της επιδομής.

Η Διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων (UIC) κατατάσσει τις γραμμές, ανάλογα με το βάρος των σιδηροτροχιών και την απόσταση των στρωτήρων, σε 4 κατηγορίες: A, B, C και D.

A : μέγιστο φορτίο / άξονα 16t

B : μέγιστο φορτίο / άξονα 18t

C : μέγιστο φορτίο / άξονα 20t

D : μέγιστο φορτίο / άξονα 22,5t Κάθε κατηγορία χωρίζεται σε υποκατηγορίες ανάλογα με το διανεμημένο φορτίο ανά μέτρο μήκους (συνολικό φορτίο οχήματος διαιρούμενο με το ελεύθερο μήκος μεταξύ προσκρουστήρων).

Η καθιέρωση της κατηγορίας D έγινε σχετικά πρόσφατα (1987) ύστερα από επισταμένες έρευνες που έδειξαν ότι η αύξηση του βάρους κατ' άξονα από 20 σε 22,5 (αύξηση 12,5%), όταν γίνεται σε μια γραμμή καλής ποιότητας, δεν θέτει σε κίνδυνο τη μηχανική αντοχή της επιδομής.

Το μέγιστο φορτίο κατ' άξονα που μπορεί να παραλάβει μία γραμμή είναι συνάρτηση όλων των παραμέτρων που υπεισέρχονται στην κατασκευή της επιδομής και της υπόβασης. Η αύξηση του εύρους της γραμμής επιτρέπει σημαντική αύξηση του φορτίου κατ' άξονα. Το μέγιστο φορτίο κατ' άξονα διαφέρει από χώρα σε χώρα, και στις περισσότερες χώρες από γραμμή σε γραμμή. Με τον όρο βάρος ή φορτίο ανά τροχό εννοούμε το στατικό φορτίο Q_0 που μεταβιβάζεται μεμονωμένα από κάθε τροχό του οχήματος στην αντίστοιχη σιδηροτροχιά.

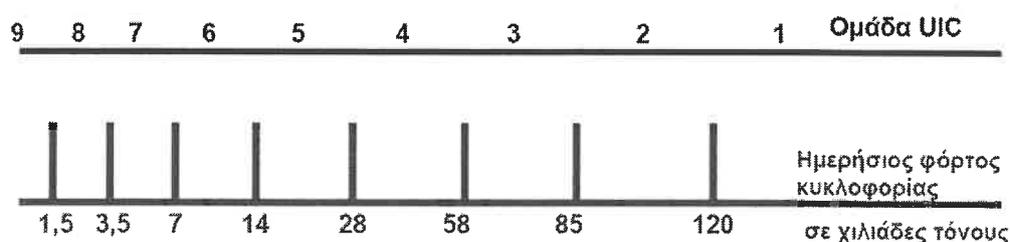
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Φόρτος κυκλοφορίας και κατηγορίες γραμμών

Η ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση της κυκλοφορίας μιας γραμμής εκφράζεται συνήθως με τον ημερήσιο κυκλοφοριακό φόρτο Tf.

Με βάση την τιμή του ημερήσιου κυκλοφοριακού φόρτου οι γραμμές κατατάσσονται σε κατηγορίες με απώτερο σκοπό την τυποποίηση της διαστασιολόγησης και συντήρησης της γραμμής.



Η μηχανική αντοχή μιας σιδηροδρομικής γραμμής και η ποιότητά της επηρεάζονται από τους παρακάτω παράγοντες:

- βάρος κατ' άξονα Q (στατικό κατακόρυφο φορτίο),
- συνολικό βάρος συρμού ΣQ (στατικό κατακόρυφο φορτίο),
- ετήσιο ή ημερήσιο φορτίο κυκλοφορίας
- κατακόρυφα δυναμικά φορτία Qdyn
- εγκάρσια και οριζόντια στατικά και δυναμικά φορτία,
- ταχύτητες κυκλοφορίας συρμών,
- σχεδιασμός των σιδηροδρομικών φορέων των κυκλοφορούντων συρμών
- κατασκευή και τοποθέτηση επιδομής / υπόβασης, συντήρηση τροχαίου υλικού και

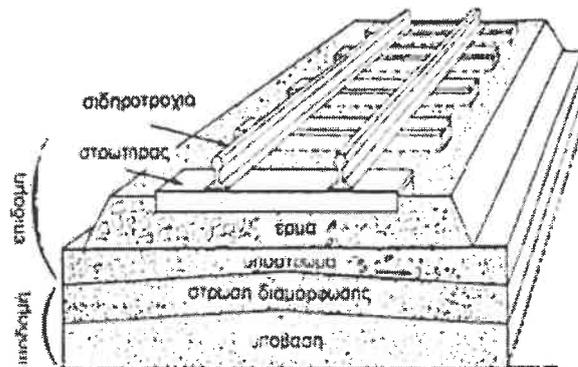
γραμμής.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η υποδομή της γραμμής

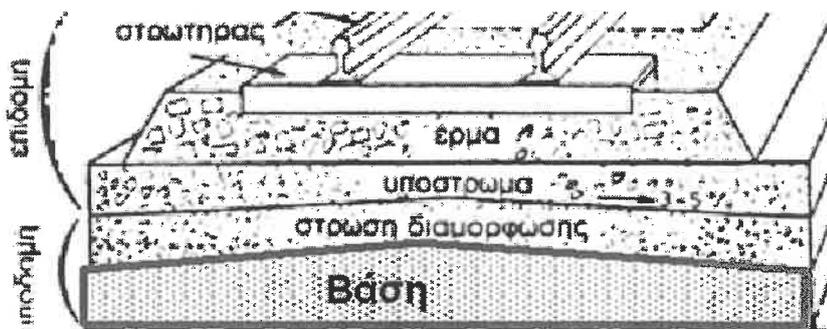
Η κατασκευή που βρίσκεται κάτω από την επιδομή, ονομάζεται υποδομή ή υπόβαση και αποτελείται από την στρώση διαμόρφωσης και την κυρίως υποδομή ή υπόβαση.



Βάση

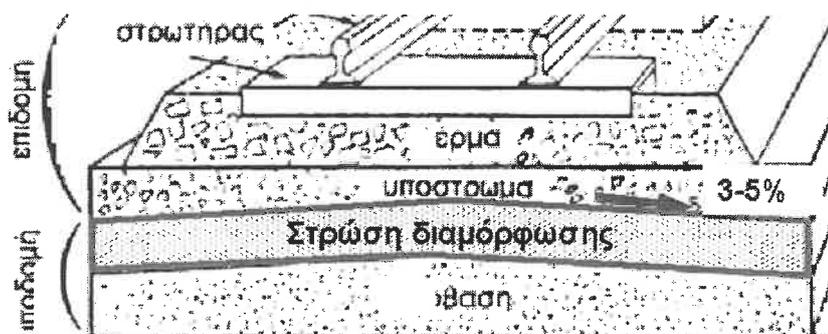
Στην βάση (ή πλατφόρμα ή έδαφος θεμελίωσης) καταλήγουν τα φορτία κυκλοφορίας.

Αποτελείται από θραυστό ή φυσικό εδαφικό υλικό το οποίο υπόκειται σε ειδική κατεργασία (συμπύκνωση, στερεοποίηση, τοποθέτηση γεωϋφασμάτων), προκειμένου να αποκτήσει την απαιτούμενη μηχανική αντοχή.



Στρώση Διαμόρφωσης

Τοποθετείται μεταξύ βάσης και έρματος κυρίως στην περίπτωση που η ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης δεν είναι καλή. Η στρώση διαμόρφωσης πρέπει να έχει βαθμό συμπίκνωσης μεγαλύτερο από ότι η βάση. Το πάχος της στρώσης διαμόρφωσης καθορίζεται σε συνάρτηση με την ποιότητα της βάσης, και συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 20 – 35 cm.



Η Επιδομή της Γραμμής

Οι σιδηροτροχιές, οι στρωτήρες με τους συνδέσμούς τους και το έρμα, αποτελούν την επιδομή γραμμής κατά την κλασική ή συμβατική έννοια.

Οι σιδηροτροχιές υποστηρίζουν και κατευθύνουν τους τροχούς συρμού.

Οι στρωτήρες (με τους συνδέσμούς τους) διανέμουν τα φορτία που δέχονται από τις σιδηροτροχιές, τις οποίες διατηρούν σε σταθερή απόσταση.

Το έρμα, που συνήθως αποτελείται από θραυστά αδρανή και κατ' εξαίρεση μόνο από χαλίκια, πρέπει να εξασφαλίζει απόσβεση κατά το μεγαλύτερο μέρος των δονήσεων του συρμού, ικανοποιητική

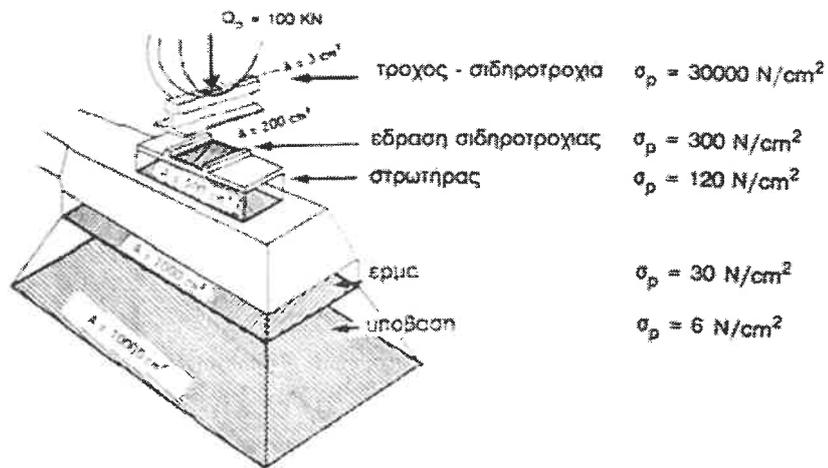
διανομή των φορτίων και γρήγορη αποστράγγιση των όμβριων υδάτων.

Η αλληλοδιαδοχή των διαφόρων στρώσεων του συστήματος επιδομή - υποδομή χαρακτηρίζεται από διαρκώς αυξανόμενο εμβαδόν έδρασης κάθε στρώσης και σημαντική μείωση της αναπτυσσόμενης τάσης.

Έτσι μεταξύ του σημείου που ασκείται το φορτίο τροχού και της υποδομής, η αναπτυσσόμενη τάση μειώνεται 1.000-5.000 φορές.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

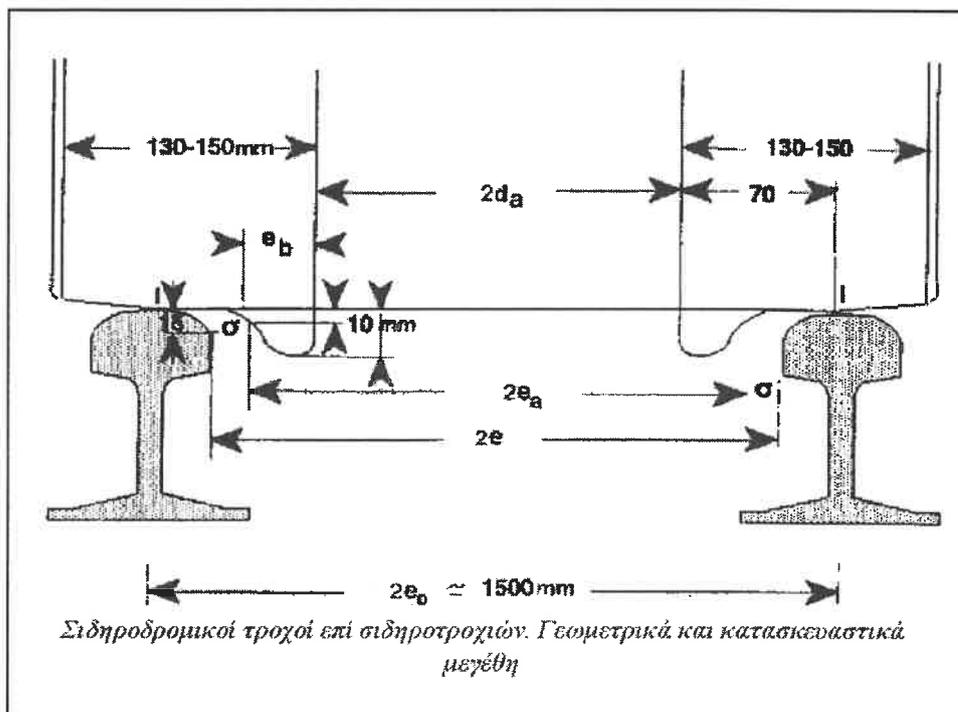


Το εύρος της σιδηροδρομικής γραμμής

Εύρος σιδηροδρομικής γραμμής ($2e$) καλείται η απόσταση μεταξύ των εσωτερικών παρειών των κεφαλών των δύο σιδηροτροχιών.

Η απόσταση αυτή μετριέται σε μία στάθμη 14-16 mm κάτω από το επίπεδο κύλισης.

Το εύρος των σιδηροδρομικών γραμμών δεν είναι το ίδιο σε όλες τις χώρες και σε μερικές μάλιστα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.



Κανονικές γραμμές ή γραμμές κανονικού εύρους

Στην κατηγορία αυτή συναντάμε δύο εύρη:

Το εύρος των 1.435 mm (4 πόδια και 4 ίντσες), που καθιερώθηκε από τον Stephenson (1781-1848), ο οποίος κατασκεύασε την πρώτη ατμάμαξα. Επειδή την εποχή εκείνη οι

περισσότερες χώρες προμηθεύονταν τις ατμομηχανές από την Αγγλία, επεκράτησε από τότε, στα περισσότερα κράτη, η απόσταση αυτή. Σήμερα περίπου το 62% του συνολικού μήκους των σιδηροδρομικών γραμμών σε όλο τον κόσμο έχει το εύρος αυτό.

Το εύρος των 1.448 mm, που χρησιμοποιείται στη Β. Αμερική.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ευρείες γραμμές ή γραμμές μεγάλου εύρους.

Στην κατηγορία αυτή συναντούμε 5 διαφορετικά εύρη: 1.524, 1.600, 1.665, 1.667 και 1.676 mm.

Μετρικές γραμμές ή γραμμές μετρικού εύρους

Στην κατηγορία αυτή συναντούμε 2 διαφορετικά εύρη: 1.000 και 1.067 mm.

Στενές γραμμές ή γραμμές στενού εύρους

Στην κατηγορία αυτή συναντούμε εύρη από 600 μέχρι 900 mm. Οι γραμμές αυτές χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση βιομηχανιών και εργοστασίων.

Πλεονεκτήματα κανονικού εύρους

Βελτιώνει την ευστάθεια των οχημάτων στις ευθυγραμμίες και κατά συνέπεια επιτρέπει την ανάπτυξη υψηλότερων ταχυτήτων.

Επιτρέπει καλύτερη εγγραφή των φορέων στις καμπύλες.

Επιτρέπει την κατασκευή πλατύτερων οχημάτων και επομένως παρέχει τη δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερων φορτίων αλλά και ανετότερης διαρρύθμισης των εσωτερικών χώρων.

Μειονεκτήματα κανονικού εύρους

Αυξάνει σημαντικά το κόστος κατασκευής της γραμμής.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η κατασκευή μιας μετρικής γραμμής εκτιμάται ότι είναι κατά 30% οικονομικότερη από την κατασκευή μιας γραμμής κανονικού εύρους.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ενοποίηση εύρους

Οι σημερινές τάσεις στον τομέα των σιδηροδρομικών μεταφορών

Αποβλέπουν στην αύξηση των εμπορικών ταχυτήτων των συρμών, στην μαζικοποίηση των μεταφορών και κυρίως στην ελευθεροποίηση των σιδηροδρομικών μετακινήσεων και κατά συνέπεια στην ενοποίηση των δικτύων των γειτονικών κρατών.

Υπό τις συνθήκες αυτές, το κανονικό εύρος γραμμής (1.435 mm), ως το πλέον διαδεδομένο αλλά και ως συγκριτικά μεγάλο, υπερτερεί και φαίνεται ότι θα καθιερωθεί μελλοντικά στα περισσότερα κράτη

Ήδη χώρες με διαφορετικά εύρη γραμμής (Ισπανία, Ελλάδα, Ταϊλάνδη, κλπ.) έχουν αρχίσει ή σχεδιάζουν την αντικατάσταση των γραμμών τους με γραμμές κανονικού εύρους.

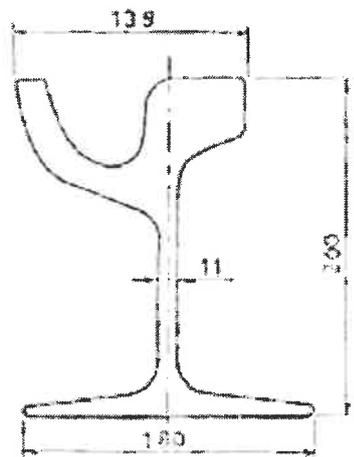
Ανεξάρτητα με την κατηγορία της γραμμής, η απόσταση μεταξύ των σιδηροτροχιών παραμένει σταθερή σε όλο το μήκος του δικτύου εκτός από τα καμπύλα τμήματα της οριζοντιογραφίας με μικρές ακτίνες καμπυλότητας ($R_c < 400-600 \text{ m}$), όπου το εύρος της γραμμής αυξάνει μέχρι και 35 mm (διαπλάτυνση).

Σιδηροτροχιές

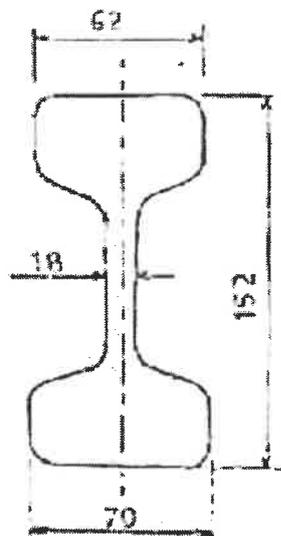
Η Διατομή της Σιδηροτροχιάς

Από τις πρώτες διατομές που κατασκευάστηκαν και που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα είναι η σιδηροτροχιά με λαιμό.

Οι σιδηροτροχιές με λαιμό χρησιμοποιούνται όπου η στάθμη της σιδηροτροχιάς είναι στο ίδιο επίπεδο με την στάθμη της οδού



Η σιδηροτροχιά διπλής κεφαλής χρησιμοποιήθηκε με την προοπτική όταν φθαρεί το πάνω τμήμα της να αντιστραφεί που κατά τις προβλέψεις δεν θα είχε φθαρεί. Η πρόβλεψη αυτή όμως διαψεύσθηκε, με αποτέλεσμα η διατομή αυτή να μην χρησιμοποιείται πλέον



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

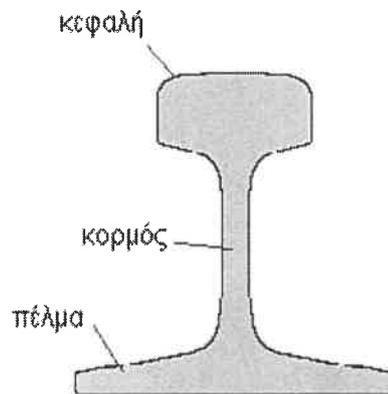
Η διατομή τύπου *Vignole*

Ο τύπος που επεκράτησε και χρησιμοποιείται σήμερα είναι η διατομή με πέλμα, γνωστή ως τύπου *Vignole*.

Αποτελείται από την κεφαλή, τον κορμό και το πέλμα

Χαρακτηριστικά μεγέθη της σιδηροτροχιάς είναι ο βάρος της m ανά μέτρο μήκους, η ροπή αδράνειας της διατομής I .

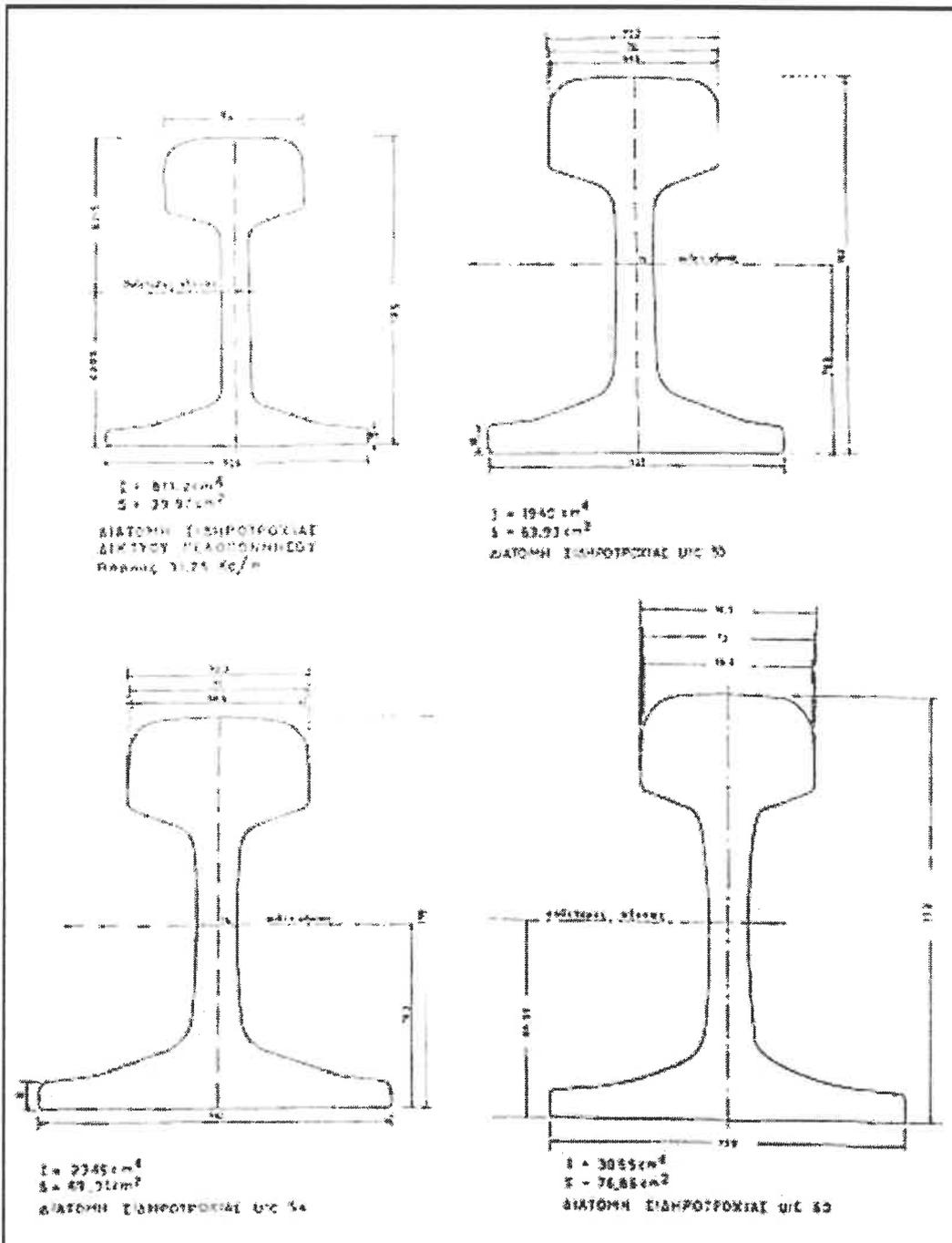
Σταθερή επιδίωξη ήταν η αύξηση του m να οδηγεί σε ποσοστιαία μεγαλύτερη αύξηση του I , έτσι ώστε το πηλίκο I/m να αυξάνει γρηγορότερα από το m . Αυτό οδήγησε σε συνεχή αύξηση του ύψους της διατομής.



Η αύξηση της τιμής του φορτίου ανά άξονα και της ταχύτητας, οδήγησε σε αύξηση των καταπονήσεων στη σιδηροτροχιά. Οι διατομές των σιδηροτροχιών έχουν τυποποιηθεί κατά UIC με κυριότερους τύπους την UIC50 (δηλ. με βάρος 50 χλγ/μ.μ.), UIC54 (βάρος 54 χλγ/μ.μ.), και UIC60 (βάρος 60 χλγ/μ.μ.)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΗΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Επιλογή Διατομής Σιδηροτροχιάς

Η επιλογή της διατομής της σιδηροτροχιάς είναι συνάρτηση κυρίως του φόρτου

Ημερήσιος φόρτος κυκλοφορίας (σε τόνους)	< 25.000 t	25.000 – 35.000 t	> 35.000 t
Βάρος μανά μέτρο μήκους που πρέπει να έχει η σιδηροτροχιά	50kg/m	για ξύλινους στρωτήρες 50kg/m για στρωτήρες από σκυρόδεμα 60 kg/m	60kg/m

Για γραμμές κανονικού εύρους έχει επικρατήσει να χρησιμοποιούνται για **χαμηλούς φόρτους** η σιδηροτροχιά **UIC50** και για μέσους και **υψηλούς φόρτους** οι σιδηροτροχιές **UIC60**

Στρωτήρες

Η μεταβίβαση των δυνάμεων μεταξύ σιδηροτροχιάς και σκύρου γίνεται από τους στρωτήρες οι οποίοι εξασφαλίζουν ταυτόχρονα τη διατήρηση του εύρους της γραμμής.

Οι στρωτήρες παίζουν τριπλό ρόλο:

- Μεταβίβαση φορτίων από τη σιδηροτροχιά στο σκύρο.
- Διατήρηση του εύρους της γραμμής.
- Διατήρηση της επίκλισης της σιδηροτροχιάς στο 1:20.

Μηχανικά οι στρωτήρες καταπονούνται από το φορτίο που τους μεταβιβάζουν οι σιδηροτροχιές. Το φορτίο αυτό είναι γενικά έκκεντρο λόγω:

- των πλευρικών δυνάμεων που εξασκούνται από τα οχήματα που κινούνται στη γραμμή
- της αντίδρασης του σκύρου, που εξαρτάται πολύ από τις συνθήκες έδρασης των στρωτήρων.

Ξύλινοι Στρωτήρες

Το ξύλο επιβλήθηκε γρήγορα ως το πιο κατάλληλο υλικό για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις που επιβάλλει η λειτουργία των στρωτήρων.

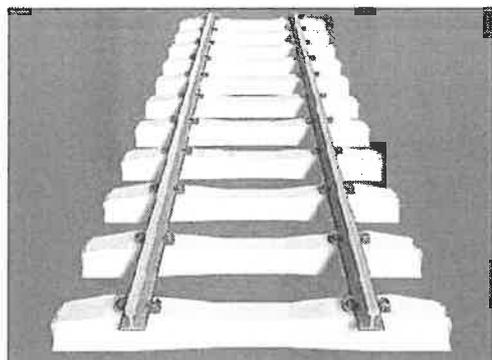
Η σπανιότητα του ξύλου όμως, σε ορισμένες χώρες ή σε ορισμένες εποχές, οδήγησε τελικά τα σιδηροδρομικά δίκτυα να χρησιμοποιήσουν υποκατάστατά του.

Μεταλλικοί Στρωτήρες

Έτσι το 1880 στη Γερμανία γεννήθηκε ο μεταλλικός στρωτήρας και αποτέλεσε μια διέξοδο για τη σιδηροβιομηχανία στο τέλος του περασμένου αιώνα.

Στρωτήρες από Σκυρόδεμα

Πιο πρόσφατα στη Γαλλία αλλά και σε άλλες χώρες της Ευρώπης εμφανίστηκαν και διαδόθηκαν οι στρωτήρες από σκυρόδεμα (οπλισμένο ή προεντεταμένο). Αυτή τη στιγμή ο στρωτήρας από σκυρόδεμα αποτελεί την καλύτερη τεχνικά και οικονομικά λύση.



Εκλογή τύπου στρωτήρα – χαρακτηριστικά – πλεονεκτήματα

Η εκλογή του τύπου του στρωτήρα είναι πρόβλημα οικονομικό, που μπορεί να επιλυθεί με συνεκτίμηση των εξής παραμέτρων:

- Κόστος αγοράς στρωτήρα των συνδέσεών του και των ειδικών μονωτικών στοιχείων που απαιτούνται.
- Διάρκεια ζωής.
- Τιμή αντικατάστασης.
- Έξοδα συντήρησης αναθεωρημένα για όλη τη διάρκεια ζωής του.

Από αυτή την άποψη στην Ελλάδα, οι ξύλινοι στρωτήρες, όταν έχουν προσήλωση Κ είναι ακριβότεροι από τους στρωτήρες σπλισμένου σκυροδέματος περίπου κατά 100%. Οι στρωτήρες που χρησιμοποιούνται σήμερα σε νέες χαράξεις ή σε ανακαινίσεις είναι συνήθως από σκυρόδεμα. Σε αρκετές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και ξύλινοι στρωτήρες. Οι μεταλλικοί στρωτήρες δεν χρησιμοποιούνται πλέον.

Ξύλινοι Στρωτήρες

Προκαλούν καλύτερη κατανομή των φορτίων σε σύγκριση με άλλους τύπους στρωτήρων και επομένως η χρησιμοποίησή τους ενδείκνυται σε περιπτώσεις γραμμών που εδράζονται σε έδαφος μέτριας ή κακής ποιότητας, για το οποίο η χρησιμοποίηση στρωτήρων από σκυρόδεμα θα απαιτούσε συγκριτικά μεγαλύτερο πάχος έρματος.

Λόγω του υψηλού κόστους και μικρής διάρκειας ζωής χρησιμοποιούνται μόνο εφόσον η χρήση στρωτήρων από σκυρόδεμα αντενδείκνυται

Κατασκευάζονται κυρίως από τροπική ξυλεία υψηλών μηχανικών αντοχών που υπόκειται σε ειδική κατεργασία εμποτισμού σε ειδικά υγρά για την αύξηση διάρκειας ζωής.

Για να αποφευχθεί η ολίσθηση του ξύλινου στρωτήρα επί του έρματος ή η απόσχιση τμήματος του είναι απαραίτητος ο εγκιβωτισμός των ινών του ξύλου μέσα στο έρμα

Για να αντιμετωπισθούν αυτές οι αδυναμίες, η σιδηροτροχιά δεν εδράζεται απ' ευθείας επί του στρωτήρα αλλά παρεμβάλλεται ειδικό ελαστικό υπόθεμα καουτσούκ που αμβλύνει τον κρουστικό χαρακτήρα των φορτίων. Το ελαστικό υπόθεμα απαιτεί την ύπαρξη ελαστικών συνδέσμων οι χρησιμοποιούμενοι σπλισμοί έχουν την ίδια διάρκεια ζωής με το σκυρόδεμα

Στρωτήρες από Σκυρόδεμα

Χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά μετά το 1920, αλλά παρουσίασαν στο ξεκίνημα τους σοβαρές αδυναμίες:

- Τάση προς ψαθυρή θραύση υπό την επήρεια των δυναμικών φορτίων
- Πολύ μικρή αντίσταση σε κόπωση που μεταφέρεται στο κεντρικό τμήμα του σε υψηλές εφελκυστικές τάσεις που αν ξεπεράσουν τις αντοχές σε εφελκυσμό οδηγούν σε ολίσθηση των σπλισμών. [4]

[4]ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ: Α. ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ

Τύποι Στρωτήρων από Σκυρόδεμα

Έχουν αναπτυχθεί δύο τύποι στρωτήρων από σκυρόδεμα

Ο διμερής στρωτήρας που αποτελείται από δύο τραπεζοειδή τμήματα από οπλισμένο σκυρόδεμα που συνδέονται μεταξύ τους με συνδετήρια ράβδο και ολόσωμος στρωτήρας από προεντεταμένο σκυρόδεμα

Επειδή στο κεντρικό τμήμα οι αναπτυσσόμενες διατμητικές τάσεις είναι μικρές στο τμήμα αυτό μπορεί να γίνει μείωση του υλικού του στρωτήρα. Γι' αυτό τον λόγο στον διμερή στρωτήρας το κεντρικό τμήμα αντικατάσθηκε το υλικό από την συνδετήρια ράβδο (που χρησιμεύει για την διατήρηση του εύρους της γραμμής. Στον προεντεταμένο στρωτήρα μειώνεται η διατομή στο κεντρικό τμήμα. [4]

[4]ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ: Α. ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ

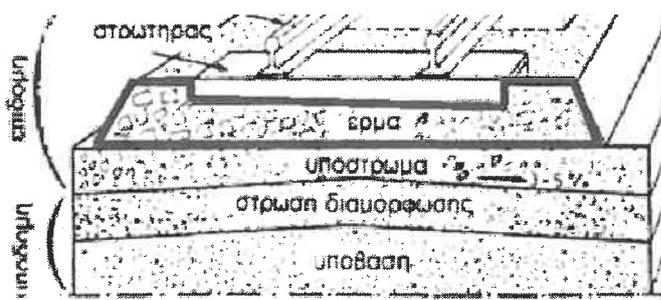
Έρμα (ή σκύρο) [4]

Είναι η στρώση της επιδομής που βρίσκεται κάτω από του στρωτήρες και αποτελείται συνήθως από θραυστά σκύρα και κατ' εξαίρεση από αμμοχάλικο, φερτές ύλες και σκωρία υψικαμίνου. Το έρμα καταλαμβάνει και το διάστημα μεταξύ των στρωτήρων καθώς ένα τμήμα πέραν των κεφαλών των στρωτήρων.

Ο ρόλος του έρματος

Ο ρόλος του έρματος είναι πολλαπλός:

- Διανέμει και μεταδίδει τα φορτία κυκλοφορίας στο έδαφος.
- Εξασφαλίζει την αποστράγγιση των νερών της βροχής και προστατεύει τη γραμμή στην περίπτωση παγετών.
- Βοηθά στην απόσβεση των κρούσεων και στη σταθεροποίηση της γραμμής.
- Αντιστέκεται στην μετατόπιση της γραμμής (εγκάρσια και κατά μήκος)



Χαρακτηριστικά του έρματος

- Τα σκύρα θα πρέπει να είναι κυβικής μορφής, πολυεδρικά και γωνιώδη
- Στους ελληνικούς σιδηρόδρομους χρησιμοποιείται έρμα διαβάθμισης 25 – 63 mm. Σκύρα μεγαλύτερα από 63 mm γίνονται αποδεκτά σε ποσοστό 3% και μικρότερα από 25 mm σε ποσοστό 2%.
- Το έρμα πρέπει να έχει ικανοποιητική σκληρότητα, διότι σε αντίθετη περίπτωση αποσαθρώνεται. Η σκληρότητα του έρματος διαπιστώνεται με βάση τις εργαστηριακές δοκιμές Deval και Los Angeles

[4]ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ: Α. ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Διαστασιολόγηση Έρματος

Το πάχος της στρώσης του έρματος επηρεάζεται από τις διάφορες παραμέτρους της επιδομής, δηλ

- τον φόρτο γραμμής
- το υλικό και το μήκος στρωτήρα
- την τιμή φορτίου ανά άξονα
- τον όγκο των εργασιών συντήρησης

Το πάχος της έδρασης e ($e = \text{έρμα} + \text{υπόστρωμα}$) υπολογίζεται από την σχέση (που αποτελεί και κανονισμό της UIC) $e(m) = N(m) - a(m) + g(m) - c(m) + d(m)$

Με τιμές για κάθε μια από τις παραμέτρους που υπολογίζονται από του ακόλουθους πίνακες

Παράμετρος N

Ποιότητα εδάφους βάσης υποδομής	Στρωση διαμόρφωσης		N (m)
	Ποιότητα	Πάχος e_f (m)	
S_1	S_1	—	0,70
	S_2	0,55	0,55
	S_3	0,40	0,55
	S_3	0,60	0,45
S_2	S_2	—	0,55
	S_3	0,40	0,45
S_3	S_3	—	0,45
R (βράχος)	R	—	0,40

Παράμετρος a (m)

- $a(m) = 0$ για γραμμές ομάδων UIC 1 και 2 και ταχ. σιρμού $> 200 \text{ km/h}$, 0,05 για γραμμές ομάδας UIC3
0,10 για γραμμές ομάδων UIC 4, 5, 6 καθώς και ομάδων, 7, 8, 9 με επιβατική κυκλοφορία
0,15 για γραμμές ομάδων UIC 7, 8, 9 με εμπορευμ. κυκλοφορία.

Παράμετρος g (m)

- + $g(m) = 0$ για ξυλινούς στρωτήρες (μήκους $L = 2,50 \text{ m}$)
 $\frac{2,5 - L}{2}$ για στρωτήρες από σκυρόδεμα ($L(m)$ το μήκος του στρωτήρα).

Παράμετρος c (m)

- $c(m) = 0$ για μέσο όγκο εργασιών συντήρησης γραμμής
0,10 για υψηλό όγκο εργασιών συντήρησης γραμμής

Παράμετρος d (m)

- + $d(m) = 0$ για φορτία ανά άξονα $< 20 \text{ t}$
0,05 για φορτία ανά άξονα = 22,5 t
0,12 για φορτία ανά άξονα = 25 t

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά της διατομής του έρματος και εγκάρσια αντίσταση γραμμής

Η εγκάρσια αντίσταση της γραμμής πρέπει να εξισορροπεί τις εγκάρσιες δυνάμεις που προκαλούνται από την κίνηση των συρμών. Υπέρβαση της εγκάρσιας αντίστασης της γραμμής μπορεί να προκαλέσει εκτροπή της γραμμής με ενδεχόμενο τον εκτροχιασμό.

Η εγκάρσια αντίσταση της γραμμής οφείλεται

- στις δυνάμεις τριβής στην κάτω επιφάνεια του στρωτήρα που είναι ανάλογες με το βάρος του στρωτήρα
- στις δυνάμεις τριβής ανάμεσα στις πλευρικές επιφάνειες του στρωτήρα και το έρμα που βρίσκεται μεταξύ των διαδοχικών στρωτήρων. Οι δυνάμεις αυτές εξαρτώνται από τον βαθμό πληρότητας με έρμα στο μεσοδιάστημα μεταξύ στρωτήρων καθώς και από τον βαθμό συμπύκνωσης του έρματος, και αντιπροσωπεύουν το
 - 40% - 50% της συνολικής αντίστασης στην περίπτωση των ξύλινων στρωτήρων
 - 15 – 25% στην περίπτωση των διμερών από σπλισμένο σκυρόδεμα
 - 30% στην περίπτωση των ολόσωμων στρωτήρων από προεντεταμένο σκυρόδεμα
- στις δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται στις δύο κεφαλές του στρωτήρα και εξαρτάται από το πλάτος κατάληψης c με έρμα, όσο και από την υπερύψωση h του έρματος στα όρια του πλάτους κατάληψης.

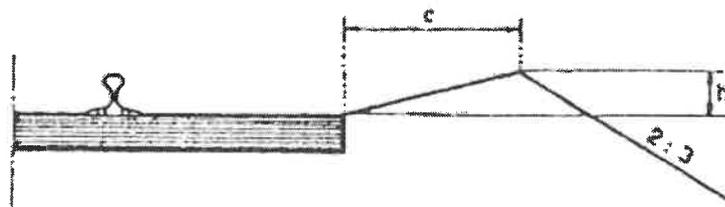
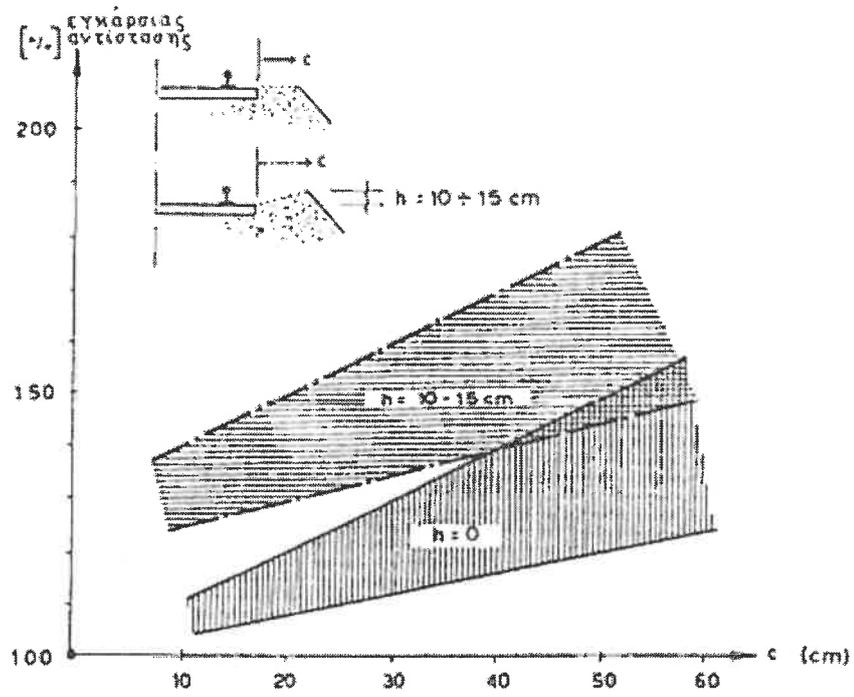
Το ποσοστό αύξησης της εγκάρσιας αντίστασης σαν συνάρτηση

- της μεταβολής του πλάτους κατάληψης c πέρα από το άκρο του στρωτήρα και
- της υπερύψωσης h της διατομής του έρματος απεικονίζεται στο διάγραμμα.

Προκύπτει ότι ενίσχυση της διατομής του έρματος με παράλληλη υπερύψωση συνεπάγεται μεγαλύτερη αύξηση της εγκάρσιας αντίστασης από αυτή που αυτή που προκύπτει από την χρησιμοποίηση μεγαλύτερου πλάτους κατάληψης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Η χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής [4] [7]

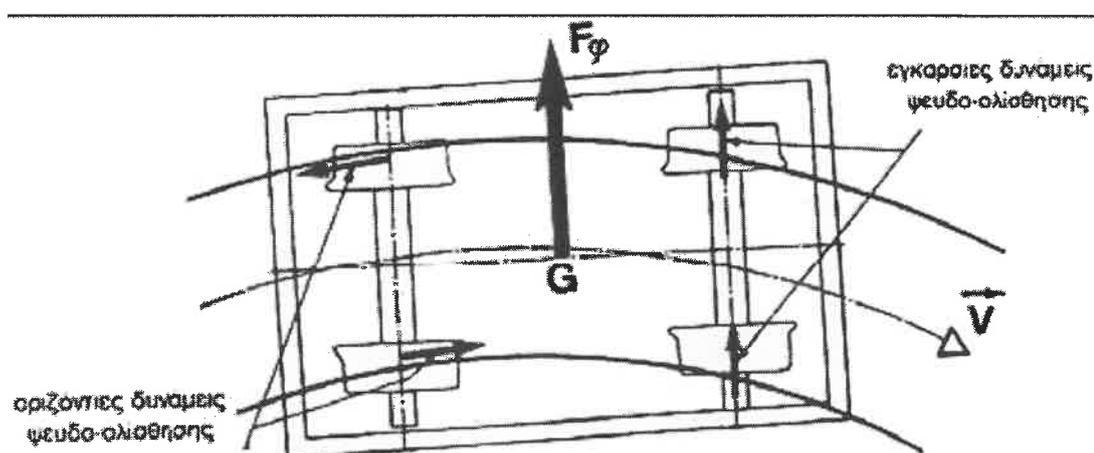
Μια σιδηροδρομική γραμμή θεωρείται ιδανική ως προς τη γεωμετρία χάραξης όταν:

- Αποτελείται αποκλειστικά από ευθύγραμμα τμήματα.
- Κείται, σε όλο το μήκος της, επί ενός οριζοντίου επιπέδου.
- Δεν παρουσιάζει γεωμετρικά σφάλματα.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες ένα σιδηροδρομικό όχημα μπορεί να αναπτύξει με πλήρη ασφάλεια και με καλή ποιότητα κύλισης (μικρή ενεργειακή κατανάλωση, περιορισμένες φθορές τροχαίου υλικού και επιδομής, αθόρυβη κύλιση, δυναμική άνεση επιβατών), ταχύτητες μεγαλύτερες των 300 km/h.

Οι επιπτώσεις των οριζοντιογραφικών καμπύλων τμημάτων στην κίνηση του συρμού.

Η παρουσία των καμπύλων τμημάτων στην οριζοντιογραφία γραμμής προκαλεί την εμφάνιση φυγόκεντρης δύναμης, η οποία εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους των οχημάτων και η οποία ωθεί τα οχήματα προς το εξωτερικό της καμπύλης και την αύξηση των δυνάμεων ψευδο-ολίσθησης, που επενεργούν στην επιφάνεια επαφής τροχών-σιδηροτροχιάς. Στις καμπύλες, λόγω της γεωμετρίας της γραμμής, η εγγραφή των συμβατικών φορέων χαρακτηρίζεται από μεγάλες γωνίες παρέκκλισης και εγκάρσιες μετατοπίσεις των αξόνων, με αποτέλεσμα, σε σχέση με τις ευθυγραμμίες, να αυξάνονται σημαντικά οι τιμές των οριζοντίων και εγκαρσίων δυνάμεων ψευδο-ολίσθησης.



[4]ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ: Α. ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ
[7]PRACTICAL GUIDE TO RAILWAY ENGINEERING

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τα δύο παραπάνω φαινόμενα (φυγόκεντρη δύναμη, δυνάμεις ψευδολίσθησης) έχουν δυσμενείς επιπτώσεις τόσο στο τροχαίο υλικό όσο και στη γραμμή.

Η φυγόκεντρη δύναμη μπορεί να προκαλέσει:

- μετατόπιση του φορτίου των οχημάτων και ανατροπή τους,
- εγκάρσιες επιταχύνσεις με αποτέλεσμα τη μείωση της εγκάρσιας δυναμικής άνεσης των επιβατών,
- εγκάρσιες μετατοπίσεις των αξόνων, των φορείων και του αμαξώματος,
- εμφάνιση δυνάμεων καθοδήγησης και κατά συνέπεια αύξηση της αντίστασης κίνησης του συρμού, θόρυβο κατά την κύλιση, φθορές των τροχών και των σιδηροτροχιών, μετατόπιση της γραμμής και εκτροχιασμό των οχημάτων.

Η αύξηση των δυνάμεων ψευδο-ολίσθησης προκαλεί:

- θόρυβο κατά την κύλιση,
- πρόσθετες φθορές στην επιφάνεια επαφής τροχού-σιδηροτροχιάς και κόπωση των υλικών επαφής,
- πέρα από μία ορισμένη τιμή, ολίσθηση των τροχών, επαφή του όνυχα με την εσωτερική παρειά της σιδηροτροχιάς, και εμφάνιση δυνάμεων καθοδήγησης.

Για να περιορισθούν οι επιπτώσεις αυτές πρέπει:

- Να επιλέγονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερες ακτίνες καμπυλότητας.
- Να μειώνεται, στα συγκεκριμένα τμήματα, η ταχύτητα διέλευσης των συρμών.
- Να δίνεται η κατάλληλη υπερύψωση στην εξωτερική σιδηροτροχιά, έτσι ώστε η φυγόκεντρη δύναμη να αντισταθμίζεται, μερικώς ή ολικώς, από την εγκάρσια συνιστώσα του βάρους του οχήματος.
- Να γίνεται, με τη βοήθεια καμπύλων συναρμογής, ομαλά η μετάβαση από τα ευθύγραμμα τμήματα στα κυκλικά καμπύλα τμήματα και αντίθετα.
- Να επιλέγεται η κατάλληλη τεχνολογία φορείων και να γίνεται σωστά η διαστασιολόγηση των κατασκευαστικών παραμέτρων των φορείων.
- Να γίνονται οι σωστές επιλογές όσον αφορά τα στοιχεία της επιδομής (στρωτήρες, σιδηροτροχιά, έρμα).
- Να γίνεται, στις καμπύλες μικρής ακτίνας καμπυλότητας ($R_c < 500-600 \text{ m}$), διαπλάτυνση του εύρους της γραμμής.

Το πρόβλημα της εγκάρσιας δυναμικής άνεσης των επιβατών μπορεί να περιορισθεί χρησιμοποιώντας οχήματα με αμάξωμα με μεταβαλλόμενη κλίση (caisse inclinable, tilting body).

Επιπτώσεις των κατά μήκος κλίσεων στην κίνηση του συρμού.

Η παρουσία κατά μήκος κλίσεων σε μια γραμμή προκαλεί:

- αύξηση της αντίστασης κίνησης του συρμού,
- κατακόρυφες επιταχύνσεις γν,
- προβλήματα στην ομαλή και ασφαλή πορεία των συρμών στις κατωφέρειες και στις ανωφέρειες, μείωση της ορατότητας των μηχανοδηγών.

Τα παραπάνω φαινόμενα έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο τροχαίο υλικό, στη γραμμή αλλά και στην εκμετάλλευση του δικτύου. Ειδικότερα:

- Μειώνεται η μεταφορική ικανότητα και η μέση ταχύτητα του συρμού.
- Μειώνεται το επίπεδο της κατακόρυφης δυναμικής άνεσης των επιβατών.
- Απαιτούνται μεγαλύτερες δυνάμεις τροχοπέδησης.

Για να περιορισθούν οι παραπάνω δυσμενείς επιπτώσεις απαιτούνται:

- Όσο το δυνατόν μικρότερες κατά μήκος κλίσεις και μικρότερο ποσοστό επικλινών τμημάτων στο σύνολο του μήκους της γραμμής.
- Μεγάλες ακτίνες συναρμογής στη μηκοτομή.†
- Ασφαλή συστήματα τροχοπέδησης.
- Κινητήρια οχήματα με μεγαλύτερες ελκτικές δυνατότητες.

Δυναμική άνεση επιβατών

Με τον όρο δυναμική άνεση επιβατών εννοούμε την ποσοτική και ποιοτική ενόχληση των επιβατών από τις επιταχύνσεις του αμαξώματος. Η ενόχληση αυτή, που σ' ένα πρώτο στάδιο εκδηλώνεται σαν ναυτία, εξαρτάται από:

Την αριθμητική τιμή των επιταχύνσεων. .

Την διεύθυνση των επιταχύνσεων (κατακόρυφη, εγκάρσια, οριζόντια).

Τη διάρκεια και τη συχνότητα με τις οποίες οι επιταχύνσεις γίνονται αισθητές στο ανθρώπινο σώμα.

Τη φορά των επιταχύνσεων (προς τα άνω ή προς τα κάτω).

Την ταχύτητα μεταβολής των επιταχύνσεων (dy/dt).

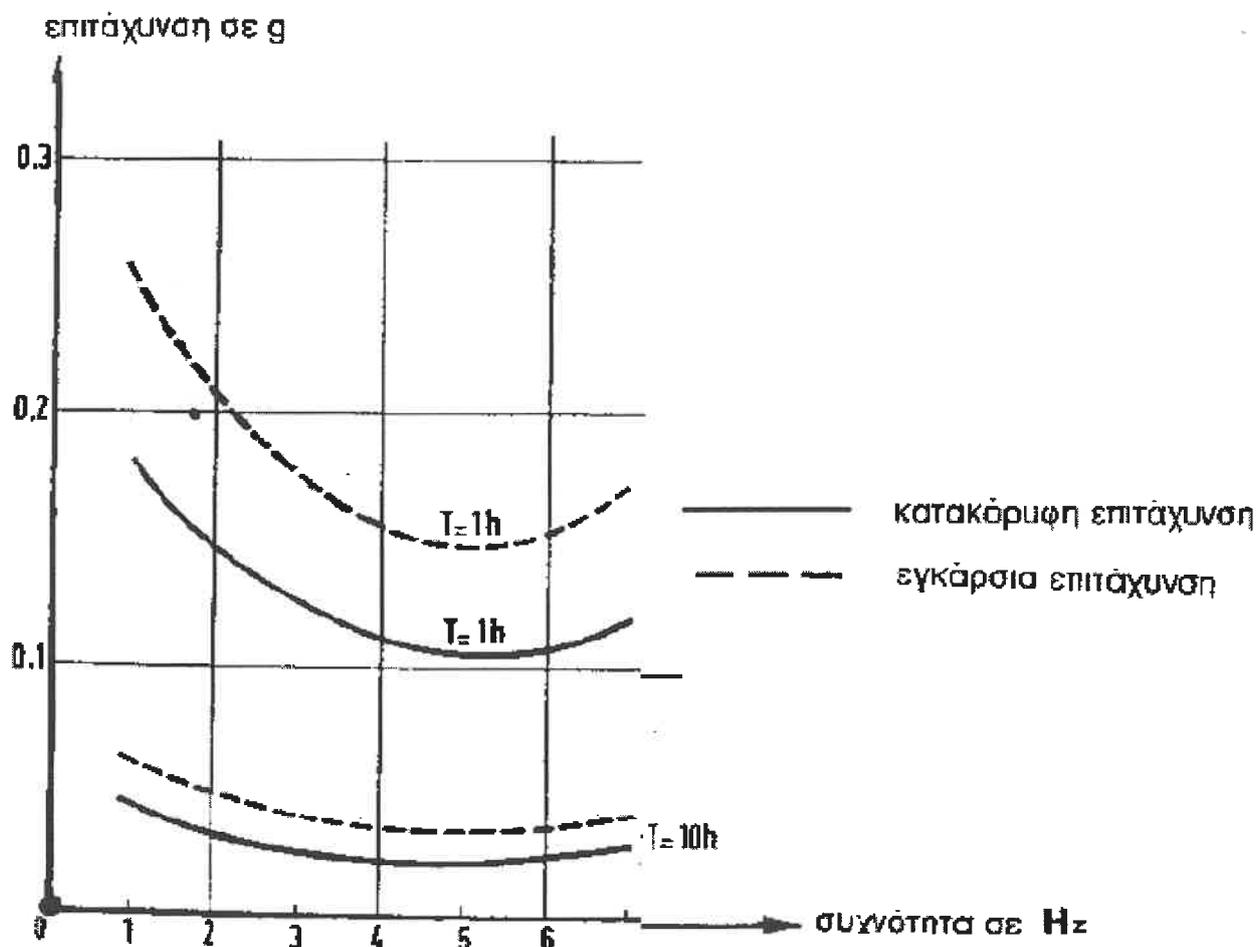
Τη στάση των επιβατών (καθήμενοι ή όρθιοι), και τέλος

Τη φυσιολογία κάθε ατόμου.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι καμπύλες «ίσης δυναμικής άνεσης», που εκφράζουν την ενόχληση του ανθρωπίνου σώματος σε συνάρτηση με το μέτρο, τη συχνότητα, τη διάρκεια και τη διεύθυνση των επιταχύνσεων.



Όπως προκύπτει από το διάγραμμα, αλλά και από την πρακτική εμπειρία:

Η δυναμική άνεση είναι ελάχιστη για συχνότητες της τάξης των 5 HZ.

Το ανθρώπινο σώμα συμπεριφέρεται καλύτερα σε κραδασμούς που αντιστοιχούν σε συχνότητες 5-20 HZ.

Η χρονική διάρκεια T των επιταχύνσεων αυξάνει σημαντικά την ενόχληση των επιβατών.

Το ανθρώπινο σώμα ενοχλείται περισσότερο από τις κατακόρυφες επιταχύνσεις, και ειδικότερα όταν αυτές έχουν φορά προς τα άνω.

Η ενόχληση είναι μεγαλύτερη για τους όρθιους επιβάτες.

Η δυναμική άνεση των επιβατών συνδέεται άμεσα με τη χάραξη της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής της γραμμής.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η επιλογή της ακτίνας καμπυλότητας στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τιμές της εγκάρσιας και κατακόρυφης αντίστοιχα επιτάχυνσης που γίνονται αποδεκτές. [4]

[4] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ: Α. ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ

Υπερύψωση Γραμμής [1]

Όταν ένα σιδηροδρομικό όχημα μάζας m κινείται με ταχύτητα V σε μία στροφή ακτίνας καμπυλότητας R υπόκειται στην επίδραση φυγόκεντρης δύναμης F , η οποία το ωθεί προς το εξωτερικό της καμπύλης. Η δύναμη αυτή εφαρμόζεται στο κέντρο βάρους του οχήματος και είναι ίση με:

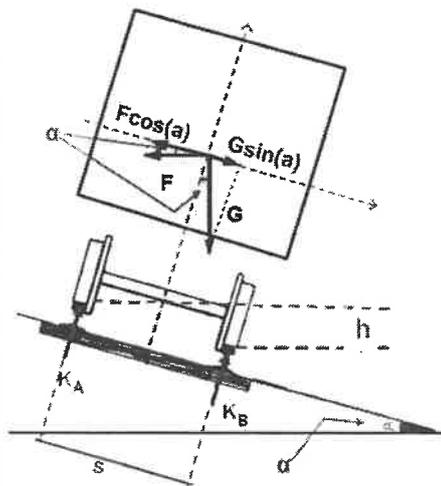
$$F = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

Για να περιορίσουμε τις εγκάρσιες δυνάμεις που ασκεί το όχημα (μέσω των τροχών) στις εξωτερικές σιδηροτροχιές, πρέπει να υπερυψώσουμε την εξωτερική πλευρά (σιδηροτροχιά) σε σχέση με την εσωτερική, όπως αντίστοιχα κάνουμε και στην οδοποιία.

Η διαφορά του ύψους των δύο σιδηροτροχιών ονομάζεται "υπερύψωση γραμμής" ΚΑΙ Συμβολίζεται με το γράμμα h και εκφράζεται σε mm.

Η υπερύψωση κατά κανόνα δίδεται μέσω μόνο της εξωτερικής σιδηροτροχιάς και είναι απαραίτητη για ταχύτητες κυκλοφορίας περίπου $V > 40$ km/h.

Θεωρητική υπερύψωση $h\theta$ είναι η υπερύψωση που πρέπει να δοθεί στην εξωτερική σιδηροτροχιά για να εξισορροπηθεί πλήρως η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη. Το μέγεθος της υπερύψωσης εξαρτάται από το εύρος της γραμμής και από την γωνία της εγκάρσιας κλίσης.



F : φυγόκεντρος δύναμη σε $kg \cdot m / sec^2$

G : βάρος σιδηροδρομικού οχήματος σε $kg \cdot m / sec^2$

H_A : οριζόντια αντίδραση σιδηροτροχιάς επί τροχού σε $kg \cdot m / sec^2$

K_A, K_B : κατακόρυφες αντιδράσεις σιδηροτροχιών επί τροχών σε $kg \cdot m / sec^2$

h : υπερύψωση εξωτερικής σιδηροτροχιάς σε mm

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

s: απόσταση σιδηροτροχιών σε m

α: γωνία που σχηματίζει το κεκλιμένο επίπεδο των κεφαλών των σιδηροτροχιών με το οριζόντιο επίπεδο

Η ανάλυση γίνεται με την προϋπόθεση ότι λόγω της υπάρχουσας υπερύψωσης εξουδετερώνεται η φυγόκεντρος δύναμη ή η οριζόντια συνιστώσα του βάρους αντισταθμίζει πλήρως την φυγόκεντρο δύναμη, δηλαδή με την προϋπόθεση ισορροπίας. Εφόσον το όχημα ισορροπεί, ικανοποιούνται οι τρεις εξισώσεις ισορροπίας-η συνισταμένη X είναι κάθετη στο επίπεδο που σχηματίζουν οι κεφαλές των σιδηροτροχιών μετά την ανύψωση της εξωτερικής σιδ/χιάς:

$$\Sigma X = 0 \Rightarrow G \sin a = F \cos a$$

$$\Sigma Y = 0 \Rightarrow G \cos a + F \sin a = K_A + K_B$$

$$\text{Αλλά, } \sin a = \frac{h}{s}$$

Επίσης, η γωνία α είναι πολύ μικρή, οπότε μπορεί να θεωρηθεί ότι το συνημίτονό της ίσο με τη μονάδα: $a \rightarrow 0 \Rightarrow \cos a \rightarrow 1$

Έτσι, οι παραπάνω σχέσεις γίνονται:

$$G \cdot \frac{h}{s} = F \Leftrightarrow mg \cdot \frac{h}{s} = m \cdot \frac{v^2}{R} \Leftrightarrow h = \frac{s \cdot v^2}{R \cdot g}$$

$$G + F \cdot \frac{h}{s} = K_A + K_B$$

όπου m η μάζα του σιδηροδρομικού οχήματος σε kg και g η επιτάχυνση της βαρύτητας σε m/sec^2 .

Αντικαθιστώντας $v(m/sec) = V(km/h) \cdot \frac{1000}{3600} = \frac{V}{3.6} (km/h)$
 $g = 9.81 m/sec^2, s = 1500 mm$

$$h = \frac{1500 \cdot V^2}{R \cdot 9,81 \cdot 3,6^2} \Leftrightarrow \boxed{h = 11.8 \frac{V^2}{R}} \quad (\text{το } h \text{ σε mm})$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για κάθε όχημα, λοιπόν, που εισέρχεται σε κυκλικό τόξο ακτίνας R με μια συγκεκριμένη ταχύτητα V , υπάρχει μία υπερύψωση $h = 11.8 \frac{V^2}{R}$ για την οποία η φυγόκεντρη δύναμη εξισορροπείται πλήρως από τη συνιστώσα του βάρους, δηλαδή για την οποία υφίσταται ισορροπία, χωρίς καμία παραμένουσα πλευρική επιτάχυνση προς το εξωτερικό της καμπύλης.

Η υπερύψωση αυτή ονομάζεται θεωρητική υπερύψωση για την ταχύτητα V και ο τύπος της δίνεται στον Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής του ΟΣΕ.

$$\text{ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ (mm): } h = 11.8 \frac{V^2}{R}$$

Στην περίπτωση αυτή οι κατακόρυφες αντιδράσεις των σιδηροτροχιών είναι ίσες, που σημαίνει ότι στην περίπτωση ισορροπίας που μελετάμε οι δύο σιδηροτροχιές αναλαμβάνουν εξ ίσου το φορτίο του οχήματος, χωρίς να επιβαρύνεται περισσότερο καμία απ' τις δύο.

Αντίστροφα, ο τύπος $h = 11.8 \frac{V^2}{R}$ δείχνει ότι για γνωστές τις τιμές της υπερύψωσης h και της ακτίνας R μιας καμπύλης, υπάρχει μόνο μία τιμή της ταχύτητας V με την οποία μπορεί να περάσει ένας συρμός ώστε να λάβει χώρα ισορροπία με μηδενική εξισοροπούμενη πλευρική επιτάχυνση.

Η ταχύτητα αυτή είναι η $V = \sqrt{11.8Rh}$ και καλείται ταχύτητα ισορροπίας $V_{ισ}$.

$$\text{ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ (km/h): } V = \sqrt{11.8Rh}$$

Ανάλογα, αν είναι γνωστή η ταχύτητα V ενός συρμού, υπάρχει μόνο ένας συνδυασμός, ένα γινόμενο $Rh = 11.8V^2$ γεωμετρικών χαρακτηριστικών καμπύλης ώστε ο συρμός να περάσει απ' αυτήν σε ισορροπία ($b=0$).

Περίπτωση ταχέων συρμών $V > V_{σχ}$ (περίπτωση όπου η ταχύτητα V ενός συρμού απαιτεί θεωρητική υπερύψωση μεγαλύτερη απ' αυτήν που υφίσταται στη γραμμή). [1]

Αποδείχθηκε ότι για δεδομένες τιμές των γεωμετρικών χαρακτηριστικών R, h μιας καμπύλης υπάρχει μόνο μία τιμή $V_{σχ}$ της ταχύτητας ώστε να επιτευχθεί πλήρης ισορροπία.

Οι ταχείς συρμοί, όμως διέρχονται συνήθως από τις καμπύλες με ταχύτητες μεγαλύτερες από την εκάστοτε ταχύτητα με την οποία έχει υπολογιστεί η υπερύψωση, δηλαδή με ταχύτητες μεγαλύτερες από την ταχύτητα σχεδιασμού ($V > V_{σχ}$).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Στο στάδιο αυτό έγινε η υπόθεση ότι η εφαρμοζόμενη υπερύψωση στην γραμμή ακολουθεί τον τύπο της θεωρητικής υπερύψωσης, για μια ταχύτητα σχεδιασμού που έχει

επιλεγεί, δηλαδή $h = 11.8 \frac{V_{σχ}^2}{R}$. Αν και η εφαρμοζόμενη υπερύψωση με βάση τον Νέο Κανονισμό

Επιδομής Γραμμής του ΟΣΕ ακολουθεί τον τύπο της κανονικής υπερύψωσης και όχι της θεωρητικής, η υπόθεση αυτή δεν είναι άστοχη για την ανάλυση που θα γίνει αμέσως παρακάτω.

Αν $h_{θεωρ}$ η θεωρητική υπερύψωση του οχήματος ταχύτητας V και $V_{σχ}$ η ταχύτητα με την οποία έχει υπολογιστεί η υπερύψωση h που εφαρμόστηκε στην γραμμή, τότε ισχύει:

$$h_{θεωρ} = 11,8 \frac{V^2}{R} > 11,8 \frac{V_{σχ}^2}{R} = h$$

Έστω ότι το βάρος υπολείπεται της φυγόκεντρου κατά μία δύναμη $T = m \cdot b$. Τότε θα ισχύει:

$$T = Z \cos a - G \sin a \Leftrightarrow mb = m \frac{v_{σχ}^2}{R} - mg \frac{h}{s} \Leftrightarrow b = \frac{v_{σχ}^2}{R} - g \frac{h}{s}$$

Στην παραπάνω σχέση το b είναι η φυγόκεντρος επιτάχυνση που δεν αντισταθμίζεται από την επιτάχυνση της συνιστώσας του βάρους και ονομάζεται παραμένουσα ή μη-εξισορροπούμενη πλευρική επιτάχυνση προς το εξωτερικό της καμπύλης.

Η εξίσωση στη συνέχεια γίνεται:

$$b = \frac{V_{σχ}^2}{3.6^2 \cdot R} - 9.81 \frac{h}{1500} = \frac{V_{σχ}^2}{3.6^2 R} - \frac{h}{153} \Leftrightarrow 153b = 11.8 \frac{V_{σχ}^2}{R} - h \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow h = 11.8 \frac{V_{σχ}^2}{R} - 153b$$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για λόγους, άνεσης των επιβατών, έχουν θεσπιστεί ανώτατες τιμές της παραμένουσας πλευρικής επιτάχυνσης. Σύμφωνα με τον Ν.Κ.Ε.Γ. του ΟΣΕ είναι $\max b = 0.7 \text{ m/sec}^2$

Η ποσότητα $a = 153b$ ονομάζεται ανεπάρκεια της υπερύψωσης με ανώτατη τιμή $\max a = 153 \cdot 0.7 = 105 \text{ mm}$.

Είναι φανερό δε, ότι $a = h_{\text{θεωρ}} - h$. Η $h_{\text{θεωρ}}$ είναι η θεωρητική υπερύψωση που απαιτεί το όχημα που εισέρχεται στην καμπύλη για την επίτευξη ισορροπίας, και h η υπερύψωση που έχει εφαρμοστεί στην καμπύλη.

ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΟΤΑΝ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ:
$$h = 11.8 \frac{V_{\alpha}^2}{R} - a$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Περίπτωση βραδέων συρμών $V < V_{σχ}$ (περίπτωση όπου η ταχύτητα V ενός συρμού απαιτεί θεωρητική υπερύψωση μικρότερη απ' αυτήν που υφίσταται στη γραμμή). [1]

Οι βραδείς συρμοί- συνήθως εμπορικοί- είναι δυνατόν να διέλθουν από μια δεδομένη καμπύλη με ταχύτητα μικρότερη από την ταχύτητα σχεδιασμού, $V < V_{σχ}$.

Αν $h_{θεωρ}$ η θεωρητική υπερύψωση του οχήματος ταχύτητας V και $V_{σχ}$ η ταχύτητα με την οποία έχει υπολογιστεί η υπερύψωση h που εφαρμόστηκε στην γραμμή, τότε ισχύει:

$$h_{θεωρ} = 11,8 \frac{V^2}{R} < 11,8 \frac{V_{σχ}^2}{R} = h$$

Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ένα ποσοστό του βάρους το οποίο δεν εξισορροπείται από την φυγόκεντρο κατά την κίνηση του συρμού. Έστω ότι η παραμένουσα αυτή δύναμη ισούται με $T' = m \cdot b'$. Ισχύει:

$$T' = G \sin a - Z \cos a \Leftrightarrow mb' = mg \frac{h}{s} - m \frac{v_{σχ}^2}{R} \Leftrightarrow b' = g \frac{h}{s} - \frac{v_{σχ}^2}{R}$$

Στην σχέση το b' είναι η παραμένουσα πλευρική επιτάχυνση προς τα εσωτερικά της καμπύλης που προκαλείται από την περίσσεια του βάρους σε σχέση με την φυγόκεντρο.

Η εξίσωση στη συνέχεια γίνεται:

$$b' = 9,81 \frac{h}{1500} - \frac{V_{σχ}^2}{3,6^2 \cdot R} = \frac{h}{153} - \frac{V_{σχ}^2}{3,6^2 R} \Leftrightarrow 153b' = h - 11,8 \frac{V_{σχ}^2}{R} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow h = 11,8 \frac{V_{σχ}^2}{R} + 153b'$$

Η ποσότητα $\pi = 153b'$ ονομάζεται πλεόνασμα της υπερύψωσης με ανώτατη τιμή $\max \pi = 100 \text{mm}$.

Είναι φανερό δε ότι $\pi = h - h_{θεωρ}$. Η $h_{θεωρ}$ είναι όπως είδαμε η θεωρητική υπερύψωση που απαιτεί το όχημα που εισέρχεται στην καμπύλη για την επίτευξη ισορροπίας, και h η υπερύψωση που έχει εφαρμοστεί στην καμπύλη.

ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ΟΤΑΝ ΕΜΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΠΛΕΟΝΑΣΜΑ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ $h = 11,8 \frac{V_{σχ}^2}{R} + \pi$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

Περίπτωση $V=0$ (ακίνητου συρμού) [1]

Δυσμενέστερη, ακόμη και απ' την περίπτωση των βραδέων συρμών είναι η περίπτωση που ένας συρμός, για κάποιο λόγο, όπως μια μηχανική βλάβη, ακινητοποιηθεί στην καμπύλη. Πολλές φορές η κατάσταση επιδεινώνεται από την ύπαρξη ανεμοπίεσης ή φορτίου στον συρμό.

Στην περίπτωση ακινητοποίησης είναι φυσικά $F = \frac{mv^2}{R} = 0$ οπότε οι εξισώσεις ισορροπίας γίνονται:

$$\Sigma X = 0 \Leftrightarrow G \sin a = H_B \Leftrightarrow mg \frac{h}{s} = H_B$$

$$\Sigma Y = 0 \Leftrightarrow K_A + K_B = G \cos a$$

$$\Sigma M_{\substack{\text{εσωτ} \\ \text{σιδηροστρ.}}} = K_A \cdot s + G \sin a \cdot H = \frac{G \cos a \cdot s}{2}$$

Η συνισταμένη των δυνάμεων, εφόσον δεν υφίσταται φυγόκεντρος, είναι το βάρος. Όταν το άνωσμα του βάρους «πέφτει» μέσα στο διάστημα το μεταξύ των σιδηροτροχιών, το όχημα ισορροπεί. Όταν όμως η υπερύψωση αυξηθεί υπέρμετρα, η οριζόντια συνιστώσα $G \sin a$ μεγαλώνει και η κατεύθυνση του βάρους μεταφέρεται προς την εσωτερική σιδηροτροχιά, μέχρι να την ξεπεράσει και να προκαλέσει ανατροπή του οχήματος προς τα εσωτερικά της καμπύλης.

Με την ανατροπή παύει να υπάρχει επαφή του τροχού με την εξωτερική σιδηροτροχιά, άρα $K_A=0$. Οπότε:

$$G \sin a \cdot H = \frac{G \cdot s}{2} \Leftrightarrow \frac{h_{\text{ανατροπ}}}{s} \cdot H = \frac{s}{2} \Leftrightarrow h_{\text{ανατροπ}} = \frac{s^2}{2H}$$

Μπορούμε να υπολογιστεί μια ενδεικτική τιμή της $h_{\text{ανατροπ}}$ με βάση την τελευταία σχέση. Θέτοντας $s=1500\text{mm}$ και $H=2.5\text{m}$, προκύπτει: $h_{\text{ανατροπ}}=450\text{mm}$.

Η τιμή αυτή της υπερύψωσης ανατροπής προέκυψε βέβαια χωρίς τον υπολογισμό της ύπαρξης εγκάρσιας ανεμοπίεσης ή φορτίου στο όχημα. Το φορτίο αυξάνει το βάρος του οχήματος, αυξάνοντας έτσι και την συνιστώσα του βάρους, ενώ η ανεμοπίεση προσθέτει ακόμα μία δύναμη που τείνει να ανατρέψει το όχημα.

Για να διασφαλίσει την ισορροπία των οχημάτων στις γραμμές του, λαμβάνοντας υπόψη και την ανεμοπίεση και το φορτίο, ο ΟΣΕ προβλέπει στον Ν.Κ.Ε.Γ. ότι η ανώτατη κατασκευαστική υπερύψωση βάσει των παραπάνω απαιτήσεων είναι $\text{max}h_{\text{κατ}}=160\text{mm}$.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

Σχέση μεταξύ V, R, h, b [1] [2]

Υπάρχει μια άρρηκτη σχέση μεταξύ των τεσσάρων αυτών μεγεθών, δηλαδή της ταχύτητας V , της ακτίνας της καμπύλης R , της υπερύψωσης h και της παραμένουσας πλευρικής επιτάχυνσης b . Τα όρια κατά τον προσδιορισμό τους καθορίζουν οι ανώτατες τιμές του b (θετικές όταν πρόκειται για ταχείς συρμούς τους οποίους αφορά η ανεπάρκεια και αρνητικές όταν πρόκειται για βραδείς συρμούς τους οποίους αφορά το πλεόνασμα της υπερύψωσης). Με βάση αυτά τα όρια καθορίζονται οι τιμές των υπολοίπων μεγεθών, πάντα συναρτήσει η μία της άλλης.

Υπολογισμός των V_{max} και V_{min} επιτρεπόμενων συναρτήσει των γεωμετρικών στοιχείων μιας καμπύλης R και h

Σημείωση: Οι σχέσεις που ακολουθούν βασίζονται στον Ν.Κ.Ε.Γ. του ΟΣΕ και έχουν αποδειχθεί.

Έστω κυκλικό τόξο ακτίνας R και υπερύψωσης h . Από το τόξο αυτό θα διέρχονται οχήματα διαφορετικών ταχυτήτων από τους οποίους οι ταχείς θα υφίστανται την επίδραση πλευρικής επιτάχυνσης προς τα εξωτερικά της καμπύλης, πάντως μέσα στα αποδεκτά όρια. Αντίστοιχα, οι βραδείς συρμοί θα υφίστανται την επίδραση πλευρικής επιτάχυνσης προς τα εσωτερικά της καμπύλης. Έτσι:

-για τους ταχείς συρμούς:

$$\alpha = h_{\theta\epsilon\omega\rho} - h = 11.8 \frac{V^2}{R} - h \leq \max \alpha \Leftrightarrow V \leq \sqrt{\frac{R(h + \max \alpha)}{11.8}}$$

-για τους βραδείς συρμούς

$$\pi = h - h_{\theta\epsilon\omega\rho} = h - 11.8 \frac{V^2}{R} \leq \max \pi \Leftrightarrow V \geq \sqrt{\frac{R(h - \max \pi)}{11.8}}$$

Δηλαδή, η μέγιστη και η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία μπορεί να διέλθει ένας συρμός από καμπύλη με γεωμετρικά χαρακτηριστικά R και h είναι αντίστοιχα:

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΠΩΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{R(h + \max \alpha)}{11.8}} \quad \text{και} \quad V_{\min} = \sqrt{\frac{R(h - \max \pi)}{11.8}}$$

Και αν αντικατασταθούν οι οριακές τιμές $\max \alpha = 105 \text{mm}$ και $\max \pi = 100 \text{mm}$:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{R(h + 105)}{11.8}} \quad \text{και} \quad V_{\min} = \sqrt{\frac{R(h - 100)}{11.8}}$$

Για $h = 0 \Leftrightarrow V_{\max} = 2.98\sqrt{R}$ είναι η ταχύτητα που μπορεί να αποκτήσει ένα όχημα σε γραμμή χωρίς καθόλου κατασκευαστική υπερύψωση, ή αλλιώς είναι η ταχύτητα που μπορεί να «αντέξει» η ανεπάρκεια της υπερύψωσης.

Για $h = 160 \text{mm} \Leftrightarrow V_{\max} = 4.74\sqrt{R}$ είναι η ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει το όχημα σε ένα κυκλικό τόξο με την μέγιστη κατασκευαστική υπερύψωση των 160mm και εκμεταλλευόμενο την μέγιστη τιμή της ανεπάρκειας της υπερύψωσης 105mm, εκμεταλλευόμενο δηλαδή συνολική υπερύψωση 265mm.

Τέλος, η ελάχιστη ακτίνα εγγραφής ενός συρμού που κινείται με την μέγιστη ταχύτητα μέσα σε καμπύλη δεδομένης ακτίνας και υπερύψωσης, προκύπτει από την σχέση:

$$R_{\min} = \frac{11.8V_{\max}^2}{(h + 105)}$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Εφαρμοζόμενη υπερύψωση [1] [2]

Κατά την χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής και συγκεκριμένα κατά την μελέτη χάραξης των καμπύλων επιδιώκεται, για ένα φάσμα ταχυτήτων των οχημάτων να επιλεγούν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της καμπύλης R και h ώστε όλα τα οχήματα να διέρχονται με ασφάλεια.

Στις σιδηροδρομικά συστήματα με όμοια λειτουργικά χαρακτηριστικά των συρμών (μετρό και τραμ), άρα και ίδιες ταχύτητες οχημάτων, είναι δυνατόν η μελέτη χάραξης να γίνει με μία μόνο ταχύτητα, την κοινή των συρμών και άρα να εφαρμοστεί στο δίκτυο η θεωρητική υπερύψωση που απαιτεί αυτή η ταχύτητα.

Στην περίπτωση όμως των υπεραστικών σιδηροδρόμων, όπου υπάρχει λειτουργία πολλών κατηγοριών οχημάτων, ζητείται να αντιμετωπισθεί το παραπάνω ζήτημα.

Για τα όρια των μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων, που αντιστοιχούν στους επιβατικούς και εμπορευματικούς συρμούς, ο Ν.Κ.Ε.Γ. του ΟΣΕ προβλέπει τις παρακάτω 3 κατηγορίες:

Για $V_{max} \leq 100 \text{ km/h}$ → $V_{min} = 60 \text{ km/h}$
για $100 \leq V_{max} \leq 140 \text{ km/h}$ → $V_{min} = 70 \text{ km/h}$
για $140 \leq V_{max} \leq 200 \text{ km/h}$ → $V_{min} = 80 \text{ km/h}$

Γίνεται ή υπόθεση ότι σε μία γραμμή υφίσταται η εκδοχή της κατηγορίας γ : έχει προβλεφθεί ότι από την θεωρούμενη καμπύλη θα διέλθουν οχήματα με ταχύτητες 80, 100, 120 και 160 km/h. Με δεδομένη ακτίνα καμπύλης R, τι τιμή της υπερύψωσης θα πρέπει να εφαρμοστεί ώστε όλα τα σιδηροδρομικά οχήματα να διέλθουν ασφαλώς;

Θα πρέπει να είναι κάποια υπερύψωση h, έτσι ώστε:

-για τα οχήματα που διέρχονται με την μεγαλύτερη ταχύτητα να μην υπερβαίνεται το όριο της $\max \alpha = 105 \text{ mm}$ (ή $b = 0.7 \text{ m/sec}^2$), δηλαδή να ικανοποιείται η ανισότητα

$$\alpha = h_{\theta}^{V_{\max}} - h \leq \max \alpha \Leftrightarrow h_{\theta}^{V_{\max}} - \max \alpha \leq h$$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΙΩΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

-για τα οχήματα που διέρχονται με την ελάχιστη ταχύτητα να μην υπερβαίνεται το όριο του $\max \pi = 100 \text{mm}$ (ή $b' = 0.65 \text{m/sec}^2$), δηλαδή να ικανοποιείται η ανισότητα

$$\pi = h - h_{\theta}^{V_{\min}} \leq \max \pi \Leftrightarrow h_{\theta}^{V_{\min}} + \max \pi \geq h$$

Τελικά η εφαρμοζόμενη υπερύψωση θα πρέπει να ικανοποιεί την διπλή ανισότητα (όπου $\max \alpha = 105 \text{mm}$ και $\max \pi = 100 \text{mm}$)

$$h_{\theta}^{V_{\max}} - \max \alpha \leq h \leq h_{\theta}^{V_{\min}} + \max \pi$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπολογισμός της κανονικής υπερύψωσης [1]

Στην παράγραφο αυτή υπολογίζεται την εφαρμοζόμενη υπερύψωση. Έχει ήδη εντοπιστεί η επιτρεπτή περιοχή από την οποία θα επιλεγεί αυτή την υπερύψωση για κάθε R (ή K) , αφού κάθε τιμή της R ευρισκόμενη εντός των ορίων που ορίζει η παραπάνω ανισότητα καθιστά ασφαλή την διέλευση και του ταχύτερου αλλά και του βραδύτερου συρμού.

Η επιλογή της h θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη ποια κίνηση-εμπορική ή επιβατική- επικρατεί στο δίκτυο. Περισσότερο βραδεία κίνηση οδηγεί προς το κάτω όριο της περιοχής, ενώ περισσότερο ταχεία προς το άνω όριο.

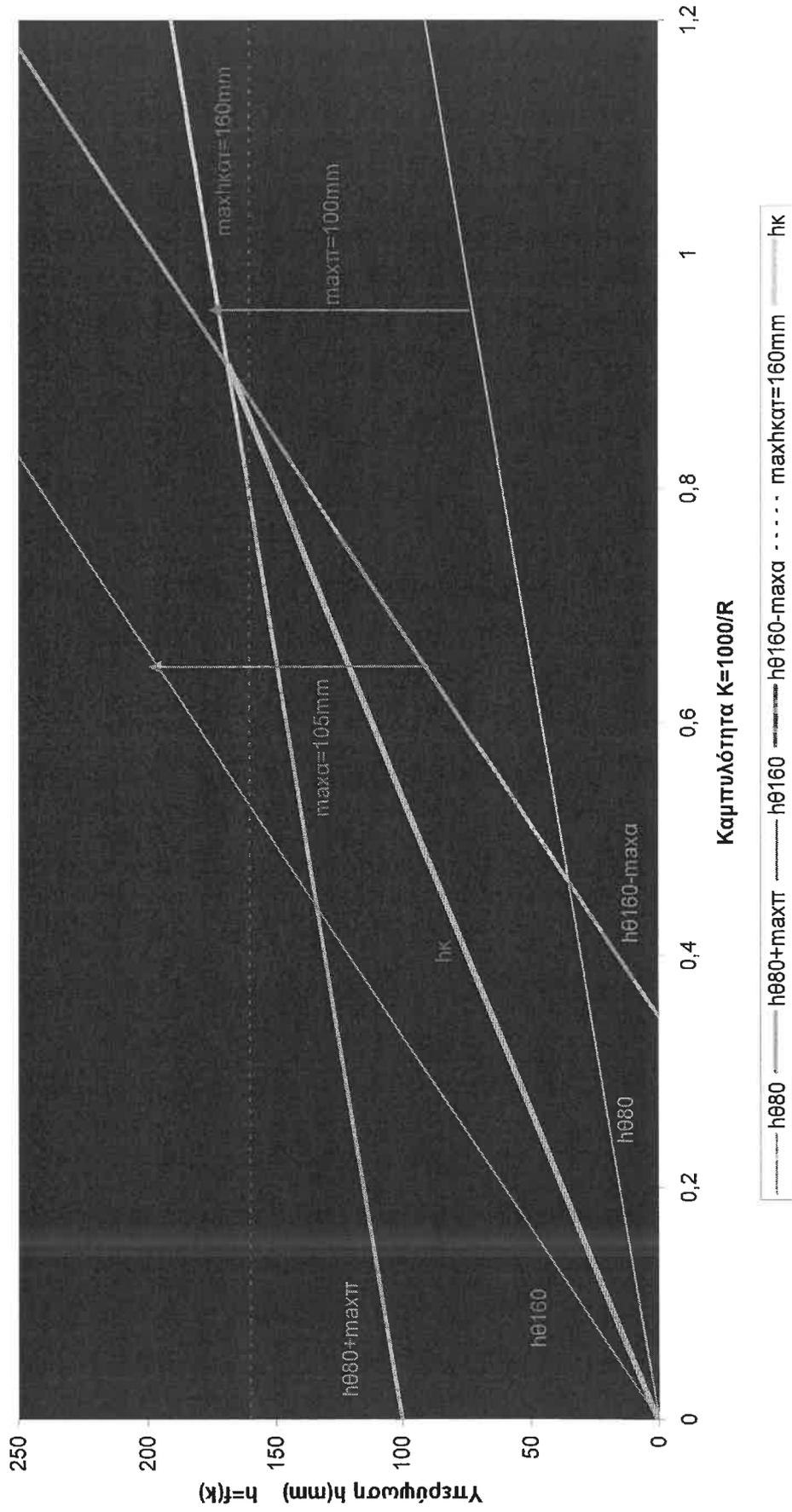
Γίνεται αποδεκτό γενικά ότι η κυκλοφορία είναι μεικτή, χωρίς να υπερισχύει καμία από την επιβατική ή την εμπορική λειτουργία.

Σημείωση: Αυτή η υπόθεση γίνεται και στους Γερμανικούς κανονισμούς, όπου χρησιμοποιείται επίσης η κανονική υπερύψωση.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Καθορισμός της κανονικής υπερύψωσης h_k για μικτή κυκλοφορία $V_{max}=160\text{km/h}$ και $V_{min}=80\text{km/h}$



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Σύμφωνα με την παραπάνω παραδοχή, η γραφική παράσταση της κανονικής υπερύψωσης είναι η ευθεία που ξεκινά από την αρχή των αξόνων και καταλήγει στο σημείο τομής $(R_{\min}, h_{R_{\min}})$, όπως φαίνεται στο σχήμα του διαγράμματος. Η ευθεία αυτή δίνει την τιμή της υπερύψωσης που πρέπει να εφαρμοστεί για κάθε R, δηλαδή δίνει την τιμή της κανονικής υπερύψωσης για κάθε R.

Για $K < K_{\max}$ ή $R > R_{\min}$, λόγω όμοιων τριγώνων προκύπτει ο λόγος:

$$\frac{h_K}{K} = \frac{h_{R_{\min}}}{1000/R_{\min}} \quad \text{ή} \quad \frac{h_K}{1000/R} = \frac{h_{R_{\min}}}{1000/R_{\min}} \Leftrightarrow h_K = \frac{h_{R_{\min}} \cdot R_{\min}}{R}$$

με την βοήθεια της σχέσης $R_{\min} = 11.8 \frac{V_{\max}^2}{h_{R_{\min}} + \max a}$ ο παραπάνω λόγος γίνεται:

$$h_K = \frac{h_{R_{\min}}}{R} \cdot 11.8 \frac{V_{\max}^2}{h_{R_{\min}} + \max a} \Leftrightarrow h_K = \frac{h_{R_{\min}}}{h_{R_{\min}} + \max a} \cdot 11.8 \frac{V_{\max}^2}{R} \Leftrightarrow h_K = \frac{h_{R_{\min}}}{h_{R_{\min}} + \max a} \cdot h_{\theta}^{V_{\max}}$$

Και αν αντικατασταθεί η $h_{R_{\min}}$ με την τιμή $\max h = 160 \text{ mm}$:

$$\text{ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ (mm): } h_K = \frac{h_{\max}}{h_{\max} + \max a} \cdot h_{\theta}^{V_{\max}}$$

$$h_{\max} = 160 \text{ mm}, \max a = 105 \text{ mm} \xrightarrow{(1.8.3.1)} h_K = \frac{160}{160 + 105} h_{\theta}^{V_{\max}} \Leftrightarrow h_K = \frac{160}{265} \cdot 11.8 \frac{V_{\max}^2}{R} \Leftrightarrow$$

$$\text{ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΣΗ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (mm): } h_K = 7.12 \frac{V_{\max}^2}{R}$$

Παρατηρείται ότι στους τύπους της κανονικής υπερύψωσης στην τιμή της ταχύτητας υπεισέρχεται η μέγιστη ταχύτητα.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Γενικά για τις καμπύλες συναρμογής [1] [2]

Είναι γνωστό ότι το κυκλικό τόξο είναι μια καμπύλη σταθερής καμπυλότητας $1/r$. Η καμπυλότητα $1/r$ για λόγους απλούστευσης των υπολογισμών πολλαπλασιάζεται με το 1000:

$K_{\text{κυκλικού τόξου}} = \frac{1000}{r}$, όπου r η ακτίνα του κυκλικού τόξου. Αντίθετα, η ευθυγραμμία είναι μία καμπύλη

σταθερής καμπυλότητας $1000/r$, όπου $r \rightarrow \infty$, δηλαδή μηδενικής καμπυλότητας.

Η διαφορά καμπυλότητας μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου είναι

$$\Delta K = K_{\text{κυκλικού τόξου}} - K_{\epsilon} = \frac{1000}{r} - 0 = \frac{1000}{r}$$

Η διαφορά καμπυλότητας μεταξύ δύο αντίρροπων κυκλικών τόξων (δηλαδή δύο κυκλικών τόξων που στο σημείο επαφής τους έχουν κοινή εφαπτομένη και οι ακτίνες τους στο ίδιο σημείο συμπίπτουν κατά διεύθυνση) είναι:

$$\Delta K = K_1 + K_2 = \frac{1000}{r_1} + \frac{1000}{r_2} = 1000 \times \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}$$

Η διαφορά καμπυλότητας μεταξύ δύο ομόρροπων κυκλικών τόξων (δηλαδή δύο κυκλικών τόξων που στο σημείο επαφής τους έχουν κοινή εφαπτομένη και οι ακτίνες τους στο ίδιο σημείο είναι προέκταση η μία της άλλης) είναι:

$$\Delta K = K_1 - K_2 = \frac{1000}{r_1} - \frac{1000}{r_2} = 1000 \times \frac{r_1 - r_2}{r_1 r_2}$$

Η απότομη αυτή μεταβολή της καμπυλότητας-ή της ακτίνας καμπυλότητας r - προκαλεί απότομη μεταβολή της πλευρικής επιτάχυνσης ($b = \frac{u^2}{r} - g \frac{h}{s}$) της οποίας η τιμή εξαρτάται άμεσα από την ακτίνα.

Η μεταβολή της πλευρικής επιτάχυνσης με το χρόνο $\frac{db}{dt}$ ονομάζεται τίναγμα κι εκφράζει την ταχύτητα μεταβολής της επιτάχυνσης

$$C = \frac{db}{dt} (m \cdot s^{-3})$$

Στην περίπτωση ισοταχούς κίνησης σε καμπύλη μεταβαλλόμενης καμπυλότητας

$$\text{ισχύει: } C = \frac{db}{dt} = \frac{d \frac{u^2}{r}}{dt} = \frac{du^2 k}{dt} = u^2 \frac{dk}{dt} \quad \text{ή} \quad C = \frac{V^2}{13} \cdot \frac{dk}{dt}$$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΩΤΗΣ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Όπου το μέγεθος $dk = \frac{1}{r} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{r} \neq 0$ και $\Delta t \rightarrow 0$ δηλαδή το τίναγμα C είναι ιδιαίτερα μεγάλο.

Το τίναγμα έχει άμεση σχέση με την άνεση των επιβατών, την καταπόνηση των μεταφερόμενων εμπορευμάτων και την καταπόνηση των στοιχείων του συστήματος. Τα όρια που έχουν θεσπιστεί με βάση τα παραπάνω κριτήρια είναι $C_{max}=0.5msec^{-3}$ για υπεραστικούς σιδηρόδρομους, $C_{max}=0.33msec^{-3}$ για υψηλότερα επίπεδα εξυπηρέτησης όπως για παράδειγμα σύγχρονους ταχείς και υπερταχείς συρμούς και τέλος $C_{max}=0.65msec^{-3}$ για κίνηση σε δευτερεύουσες γραμμές.

Έτσι γίνεται φανερό ότι κατά την μετάβαση από ευθυγραμμία σε κυκλικό τόξο ή από κυκλικό τόξο σε κυκλικό τόξο διαφορετικής καμπυλότητας είναι απαραίτητη η τοποθέτηση καμπύλης συναρμογής.

Σκοπός της καμπύλης συναρμογής είναι η βαθμιαία μετάβαση από την μηδενική καμπυλότητα της ευθυγραμμίας στην μη μηδενική του κυκλικού τόξου- ή από την μη μηδενική ενός κυκλικού τόξου στην επίσης μη μηδενική αλλά διάφορη καμπυλότητα ενός άλλου κυκλικού τόξου.

Η καμπύλη συναρμογής, όμως, έχει ακόμα μία πολύ σημαντική προσφορά. Όπως παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, κατά μήκος του κυκλικού τόξου η υπερύψωση που εφαρμόζεται είναι η κανονική υπερύψωση που όπως υπολογίστηκε $h_x = 7.12 \frac{V_{max}^2}{R}$ σταθερή, ενώ στην ευθυγραμμία δεν εφαρμόζεται υπερύψωση. Η μεταβολή της υπερύψωσης δεν είναι δυνατόν να γίνει απότομα, αλλά να αυξάνεται βαθμιαία. Το τμήμα της γραμμής στο οποίο λαμβάνει χώρα αυτή η βαθμιαία μεταβολή της υπερύψωσης από την μηδενική μέχρι την κανονική της τιμή-ή αντίστροφα, ανάλογα με την φορά της μετάβασης ευθυγραμμία↔κυκλικό τόξο- ονομάζεται πρηνές υπερύψωσης. Από τον νέο κανονισμό επιδομής γραμμής αλλά και σε όλες τις άλλες μεθόδους συναρμογής, προβλέπεται ότι το μήκος του πρηνούς υπερύψωσης είναι ίσο με το μήκος της καμπύλης συναρμογής. [1] [2]

Η πρόβλεψη αυτή γίνεται για τους εξής δύο λόγους:

α. Αν το μήκος του πρηνούς υπερύψωσης ήταν μεγαλύτερο από το μήκος της καμπύλης συναρμογής αυτό θα σήμαινε ότι ένα μέρος του πρηνούς θα βρίσκονταν στην ευθυγραμμία ή στην καμπύλη, με αποτέλεσμα η υπερύψωση σε αυτό το κομμάτι της ευθυγραμμίας να είναι διάφορη του μηδενός. Στην περίπτωση αυτή, απουσία της φυγοκέντρου λόγω ευθυγραμμίας, θα καταπονείτο η εσωτερική σιδηροτροχιά.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΩΤΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

β. Αν το μήκος του πρηνούς υπερύψωσης ήταν μικρότερο, τότε ένα τμήμα της καμπύλης θα στερείτο υπερύψωσης, με αποτέλεσμα την μη πλήρη εξισορρόπηση της φυγοκέντρου και την καταπόνηση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς.

Σχόλιο: Η καμπύλη συναρμογής λοιπόν είναι ένα τμήμα της σιδηροδρομικής γραμμής στην οποία λαμβάνει χώρα βαθμιαία μεταβολή- αύξηση ή μείωση- τόσο της καμπυλότητας K όσο και της υπερύψωσης h .

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οριζοντιογραφία της γραμμής [1] [2] [3]

Οι καμπύλες στην οριζοντιογραφία εκφράζονται συνήθως με την ακτίνα καμπυλότητας R_c ή με το μήκος τους, μετρούμενο πάνω στον άξονα της γραμμής.

Ανάλογα με το μέτρο της ακτίνας καμπυλότητας, οι καμπύλες στην οριζοντιογραφία μπορούν να χωρισθούν σε πέντε κατηγορίες:

Καμπύλες πολύ μεγάλης ακτίνας $R_c > 5000$ m

Καμπύλες μεγάλης ακτίνας 1000 m $< R_c < 5000$ m

Καμπύλες μέσης ακτίνας 500 m $< R_c < 1000$ m

Καμπύλες μικρής ακτίνας 300 m $< R_c < 500$ m

Καμπύλες πολύ μικρής ακτίνας $R_c < 300$ m.

Ο διαχωρισμός αυτός, χωρίς να είναι απόλυτος, οφείλεται κυρίως στις διαφορετικές συνθήκες κύλισης που παρουσιάζουν τα συμβατικά φορεία κατά την εγγραφή τους στις παραπάνω πέντε κατηγορίες καμπυλών.

Η επιλογή των ακτινών καμπυλότητας αποτελεί βασική παράμετρο για τη σωστή λειτουργία και εκμετάλλευση ενός σιδηροδρομικού δικτύου.

Όσο μικρότερη είναι η ακτίνα καμπυλότητας, τόσο μεγαλύτερα και περισσότερα είναι τα προβλήματα που δημιουργούνται κατά τη διέλευση των συρμών. Η επιλογή των ακτινών καμπυλότητας πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τους παρακάτω παράγοντες: Την τοπογραφία του εδάφους σε συνδυασμό με την υπάρχουσα χρηματοδότηση.

Τις ταχύτητες διέλευσης του ταχύτερου και του αργότερου συρμού που προβλέπεται να κυκλοφορήσουν στη γραμμή.

Τις κατηγορίες των κυκλοφορουσών αμαξοστοιχιών (επιβατικές, εμπορικές, κλπ.), καθώς επίσης και την ποσοστιαία αναλογία τους.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του επιλεγέντος τροχαίου υλικού και της επιδομής.

Τη συμπεριφορά του ανθρωπίνου σώματος στις εγκάρσιες επιταχύνσεις.

Τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ενδεχόμενης χάραξης.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΙΩΤΗΣ

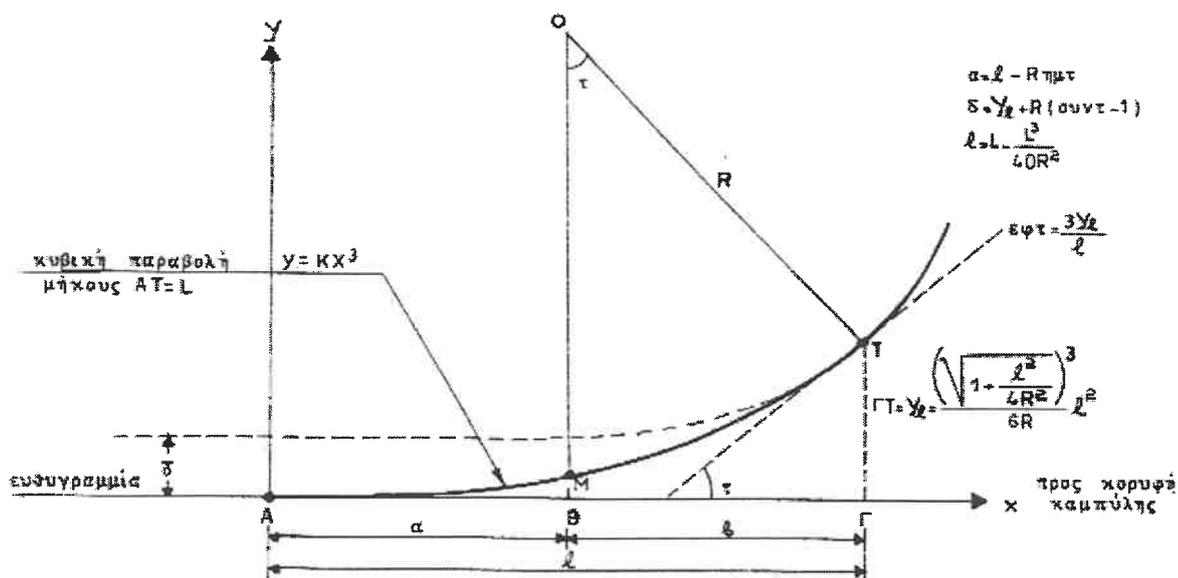
[3] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΠΡΟΦΥΛΛΙΔΗ

Είδη καμπύλων που χρησιμοποιούνται στα τόξα συναρμογής [1] [2] [5]

Κυβική παραβολή

Ο γενικός τύπος της κυβικής παραβολής προκύπτει απ' την σχέση της συνεχώς αυξανόμενης υπερύψωσης και της γραμμικής αύξησης της καμπυλότητας.

Έστω μια καμπύλη όπως στο παρακάτω σχήμα. Αν τ είναι η γωνία που σχηματίζει ο άξονας των x-ευθυγραμμία- με την κοινή εφαπτομένη της καμπύλης και του κυκλικού τόξου στο κοινό τους σημείο B, τότε $\frac{dy}{dx} = \tan \tau$.



Επίσης η καμπυλότητα της καμπύλης αυτής περιγράφει το ρυθμό μεταβολής της γωνίας τ με την μεταβολή του μήκους του τόξου συναρμογής L , δηλαδή $k = \frac{d\tau}{dL}$.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΠΩΤΗΣ

[5] ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Είναι:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{dx^2} &= \left(\frac{dy}{dx} \right)' = (\tan \tau)' \cdot \frac{d\tau}{dx} = \left(\frac{\sin \tau}{\cos \tau} \right)' \cdot \frac{d\tau}{dx} = \frac{(\sin \tau)' \cos \tau - (\cos \tau)' \sin \tau}{\cos^2 \tau} \cdot \frac{d\tau}{dx} = \\ &= \frac{\sin^2 \tau + \cos^2 \tau}{\cos^2 \tau} \cdot \frac{d\tau}{dx} = (1 + \tan^2 \tau) \cdot \frac{d\tau}{dx} = (1 + \tan^2 \tau) \cdot \frac{d\tau}{dL} \cdot \frac{dL}{dx} = (1 + \tan^2 \tau) \cdot k \cdot \sqrt{1 + \tan^2 \tau} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \frac{d^2 y}{dx^2} = (1 + \tan^2 \tau)^{3/2} \cdot k \end{aligned}$$

Όμως $(1 + \tan^2 \tau)^{3/2} = \left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{3/2}$ άρα

$$k = \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \frac{1}{(1 + \tan^2 \tau)^{3/2}} = \frac{d^2 y}{dx^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right)^{3/2}} \Leftrightarrow \boxed{k = \frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}}}$$

Επίσης η $k = \frac{d\tau}{dL}$ γίνεται $\frac{1}{r} = \frac{d\tau}{dL} \Leftrightarrow dl = r \cdot d\tau$ ή $\int L dL = \int L \cdot r d\tau \Leftrightarrow \frac{L^2}{2} = L \cdot r \cdot \tau \Leftrightarrow \frac{L}{2} = r \cdot \tau \Leftrightarrow$

$\boxed{\tau = \frac{L}{2r}}$. Η εξίσωση αυτή ισχύει για κάθε σημείο του τόξου συναρμογής.

Σημείωση: Σύμφωνα με τη σειρά Taylor είναι $\tan \tau = \tau + \frac{1}{3} \tau^3 + \dots$ όπου οι όροι μετά το τ

μπορούν να παραλειφθούν ως πολύ μικροί, οπότε $\tan \tau = \tau \Leftrightarrow \tan \tau = \frac{L}{2r}$

Άρα $y' = \frac{dy}{dx} = \tan \tau = \frac{L}{2r}$ οπότε

$$y'' = k \cdot (1 + y'^2)^{3/2} = k \cdot \left(1 + \left(\frac{L}{2r} \right)^2 \right)^{3/2} = c \cdot x \Leftrightarrow c \cdot x = k \cdot \left(1 + \left(\frac{L^2}{4r^2} \right) \right)^{3/2}$$

Στη θέση $x=L \rightarrow k=L/R$ οπότε $c \cdot L = \frac{1}{R} \cdot \left(1 + \frac{L^2}{4r^2} \right)^{3/2} \Leftrightarrow c = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2} \right)^{3/2}}{R \cdot L}$

άρα $\boxed{y'' = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2} \right)^{3/2}}{R \cdot L} \cdot x \Leftrightarrow}$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

$$y' = \int \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{RL} \cdot x dx = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{2RL} \cdot x^2 + c_1 \Leftrightarrow$$

$$y = \int \left(\frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{2RL} \cdot x^2 + c_1\right) dx = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{6RL} \cdot x^3 + c_1 x + c_2$$

Στη θέση $x=0$ είναι $y'=tan\tau=L/2r=0$ (γιατί $L=x=0$) και $y=0$ οπότε από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει

$$y'=0 = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)}{RL} \cdot 0^2 + c_1 \Leftrightarrow 0 = 0 + c_1 \Leftrightarrow c_1 = 0$$

$$y=0 = \frac{\left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)}{6RL} \cdot 0^3 + 0 \cdot 0 + c_2 \Leftrightarrow 0 = 0 + 0 + c_2 \Leftrightarrow c_2 = 0$$

Τελικά λοιπόν με $c_1=c_2=0$, προκύπτει:

$$y = \frac{x^3}{6RL} \left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Όπου x, y : σύστημα ορθογώνιων συντεταγμένων

R : ακτίνα κυκλικού τόξου σε m

r : ακτίνα σε τυχαίο σημείο του τόξου συναρμογής σε m

L : μήκος τόξου συναρμογής σε m.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

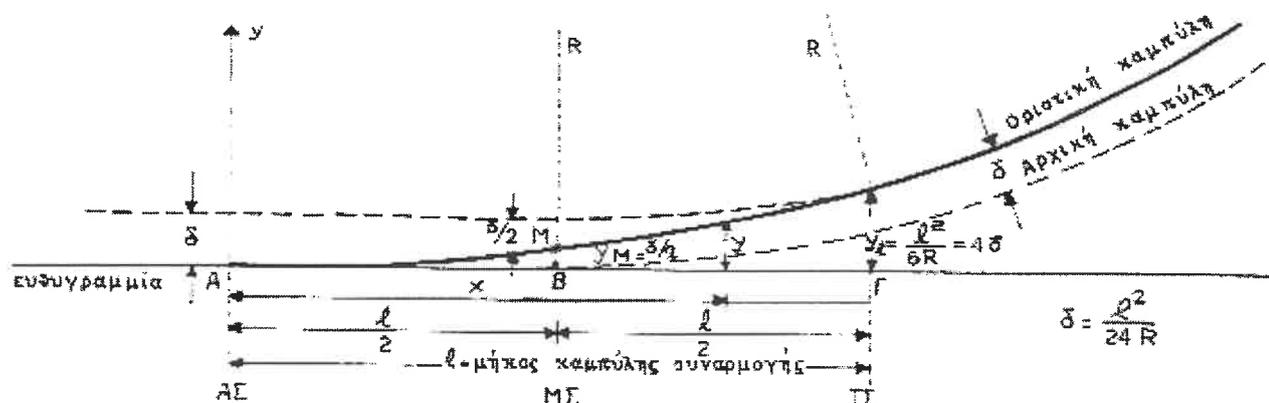
Τόξα συναρμογής μικρού μήκους κυβικής παραβολής [1] [2] [5]

Όταν το μήκος του τόξου συναρμογής L είναι $L \leq \frac{R}{3.5}$ θεωρείται πολύ μικρό σε σχέση με την

ακτίνα R . Επομένως ο όρος $\left(\frac{L}{2r}\right)^2$ θεωρείται αμελητέος και μπορεί να παραλειφθεί, ενώ ο όρος

$\left(1 + \left(\frac{L}{2r}\right)^2\right)^{3/2}$ μπορεί να θεωρηθεί ίσος με τη μονάδα. Ως εκ τούτου η εξίσωση της κυβικής

παραβολής μεταπίπτει στην $y = \frac{x^3}{6RL}$ που είναι η εξίσωση για τόξα μικρού μήκους κυβικής παραβολής.



Μία ακόμα παραδοχή είναι ότι το μήκος L θεωρείται ίσο με το l , δηλαδή ίσο με την προβολή του στον άξονα των x .

Η καμπυλότητα σε κάθε σημείο της κυβικής παραβολής ισούται με $k = \frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}}$

Στην συγκεκριμένη περίπτωση $y = \frac{x^3}{6RL}$ οπότε

$$y' = \left(\frac{x^3}{6RL}\right)' = 3 \frac{x^2}{6RL} = \frac{x^2}{2RL}$$

$$y'' = \left(\frac{x^2}{2RL}\right)' = 2 \frac{x}{2RL} = \frac{x}{RL}$$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΠΩΤΗΣ

[5] ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

κι επομένως η καμπυλότητα σε κάθε σημείο του μικρού τόξου κυβικής παραβολής ισούται με

$$k = \frac{\frac{x}{RL}}{\left(1 + \left(\frac{x^2}{2RL}\right)^2\right)^{3/2}} \Leftrightarrow k = \frac{x}{RL \left(1 + \frac{x^4}{4R^2L^2}\right)^{3/2}}$$

Στο σημείο $x=0$ είναι $y=0$ και $k=0$ (τέλος ευθυγραμμίας και αρχή συναρμογής).

Στο σημείο $x=L$ (τέλος τόξου συναρμογής και αρχή κυκλικού τόξου) είναι:

$$y_{\text{ππ}} = \frac{L^3}{6RL} = \frac{L^2}{6R}$$

$$k = \frac{L}{RL \left(1 + \frac{L^4}{4R^2L^2}\right)^{3/2}} \Leftrightarrow k = \frac{1}{R \left(1 + \left(\frac{L}{2R}\right)^2\right)^{3/2}}$$

Όμως ο όρος $\left(1 + \left(\frac{L}{2R}\right)^2\right)^{3/2}$ θεωρείται όπως είδαμε ίσος με τη μονάδα, οπότε $k = \frac{1}{R}$ που είναι

ως γνωστόν η καμπυλότητα του κυκλικού τόξου.

Ας δούμε τώρα μια συναρμογή ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου μέσω ενός τόξου συναρμογής είδους κυβικής παραβολής. Για να υπάρξει χώρος για την τοποθέτηση του τόξου συναρμογής πρέπει ο κύκλος να υποχωρήσει εκ της ευθυγραμμίας κατά το μέγεθος f , που ονομάζεται εκτροπή. Η παραβολή κείται κατά το $\frac{1}{2}$ πάνω από την μαθηματική αφετηρία του κυκλικού τόξου και διχοτομεί την απόσταση f .

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Από τα όμοια τρίγωνα ΟJB και EBH προκύπτει η αναλογία:

$$\frac{HB}{OB} = \frac{EB}{BJ} \Leftrightarrow \frac{t}{R} = \frac{y_L}{L/2} \Leftrightarrow \frac{t}{R} = \frac{L^2/6R}{L/2} \Leftrightarrow \frac{t}{R} = \frac{2L^2}{6RL} \Leftrightarrow t = \frac{L}{3}$$

Επίσης ισχύουν:

$$HE = c = t \cdot \cos \tau = \frac{L}{3} \cdot \cos \tau$$

Μπορεί να θεωρηθεί προσεγγιστικά ότι η γωνία τ είναι πολύ μικρή, άρα $\cos \tau = 1 \rightarrow HE = c = \frac{L}{3}$

$$\text{και } \tan \tau = \frac{y_L}{c} = \frac{L^2}{6R} \div \frac{L}{3} = \frac{L^2}{6R} \cdot \frac{3}{L} \Leftrightarrow \tan \tau = \frac{L}{2R} \text{ (μια γραφική απόδειξη της σχέσης } \tan \tau = \frac{L}{2R} \text{)}$$

Επίσης $GE = BJ = R \sin \tau$ και αφού η γωνία τ είναι πολύ μικρή ($\cos \tau = 1$)

$$\text{ισχύει } \tan \tau = \frac{\sin \tau}{\cos \tau} = \frac{\sin \tau}{1} = \sin \tau \text{ οπότε } GE = R \tan \tau = R \frac{L}{2R} \Leftrightarrow GE = \frac{L}{2}$$

Το ύψος ενός ανοιχτού τόξου, όπως είναι το JF, ισούται με το τετράγωνο της χορδής

διαιρεμένη δια το 8πλάσιο της ακτίνας, ήτοι $JF = \frac{L^2}{8R}$ οπότε

$$FG = JG - JF = y_{\text{TH}} - JF = \frac{L^2}{6R} - \frac{L^2}{8R} \Leftrightarrow FG = \frac{L^2}{24R} \Leftrightarrow f = \frac{L^2}{24R}$$

όπου f η εκτροπή, όπως είδαμε προηγουμένως, του κυκλικού τόξου σε σχέση με την ευθυγραμμία ώστε να μπορέσει να τοποθετηθεί επαρκώς το τόξο συναρμογής.

Τέλος, οι συντεταγμένες του κέντρου του κυκλικού τόξου είναι $x_o = x_{\text{TH}} - R \sin \tau$ όπου x_o και $y_o = y_{\text{TH}} + R \cos \tau$

y_o η τεταγμένη και η τετμημένη του σημείου όπου το τόξο της κυβικής παραβολής μεταπίπτει στο

κυκλικό τόξο. Με την βοήθεια των σχέσεων που αποδείχθηκαν παραπάνω, είναι:

$$x_o = x_{\text{TH}} - \frac{L}{2}$$

$$y_o = \frac{L^2}{6R} + R$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τόξα συναρμογής μεγάλου μήκους κυβικής παραβολής [1] [2] [5]

Είναι τα τόξα των οποίων το μήκος είναι $L \geq \frac{R}{3.5}$ και δεν θεωρείται μικρό σε σχέση με την ακτίνα.

$$\text{Υπολογίζονται από τον γενικό τύπο } y = \frac{x^3}{6RL} \left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{3/2}$$

Μια διαφορετική παραλλαγή του παραπάνω τύπου σε πολλές βιβλιογραφίες είναι η

$$y = \frac{x^3}{6RL \cos^3 \tau}$$

Παρακάτω αποδεικνύεται ότι οι εξισώσεις που εκφράζουν την κυβική παραβολή, είναι ισότιμες.

$$\text{Καταρχήν } y = \frac{x^3}{6RL} \left(1 + \frac{L^2}{4r^2}\right)^{3/2} \Leftrightarrow y = \frac{x^3}{6RL} (1 + \tan^2 \tau)^{3/2} \text{ γιατί } \tan \tau = \frac{L}{2R}.$$

$$\text{Είναι } (\tan \tau)' = \left(\frac{\sin \tau}{\cos \tau}\right)' = \frac{(\sin \tau)' \cos \tau - \sin \tau (\cos \tau)'}{\cos^2 \tau} = \frac{\sin^2 \tau + \cos^2 \tau}{\cos^2 \tau} = \frac{1}{\cos^2 \tau}$$

$$\text{ή } (\tan \tau)' = \left(\frac{\sin \tau}{\cos \tau}\right)' = \frac{\sin^2 \tau + \cos^2 \tau}{\cos^2 \tau} = \frac{\sin^2 \tau}{\cos^2 \tau} + \frac{\cos^2 \tau}{\cos^2 \tau} = \tan^2 \tau + 1$$

$$\text{δηλαδή } 1 + \tan^2 \tau = \frac{1}{\cos^2 \tau} \text{ και τελικά}$$

$$y = \frac{x^3}{6RL} \left(\frac{1}{\cos^2 \tau}\right)^{3/2} = \frac{x^3}{6RL} \cdot \frac{1}{(\cos^2 \tau)^{3/2}} \Leftrightarrow y = \frac{x^3}{6RL \cos^3 \tau}$$

Σ' αυτήν την περίπτωση το μήκος L του τόξου της κυβικής παραβολής είναι διάφορο του l, της προβολής του στον άξονα των x και οι διάφορες αποστάσεις του παραπάνω σχήματος υπολογίζονται ως εξής:

$$GE = \beta = BJ = R \sin \tau$$

$$\alpha = l - GE = l - R \sin \tau$$

$$l = L - \frac{L}{10} \cdot \left(\frac{L}{2r}\right)^2 = L - \frac{L^3}{40R^2}$$

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΩΤΗΣ

[5] ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Για το σημείο $x=L$ του τέλους του τόξου συναρμογής ισχύει

$$y_{\text{ΤΠ}} = \frac{L^3}{6RL} \left(1 + \left(\frac{L}{2r} \right)^2 \right)^{3/2} = \frac{L^2}{6R} \left(1 + \frac{L^2}{4r^2} \right)^{3/2}$$

$$JF = OF - OJ = R - R \cos \tau = R(1 - \cos \tau)$$

$$f = y_{\text{ΤΠ}} - JF = y_{\text{ΤΠ}} - R(1 - \cos \tau) = \frac{L^2}{6R} \left(1 + \frac{L^2}{4r^2} \right)^{3/2} - R(1 - \cos \tau)$$

Σε κάθε περίπτωση οι συντεταγμένες του κέντρου του κυκλικού τόξου είναι $x_o = x_{\text{ΤΠ}} - R \sin \tau$
 $y_o = y_{\text{ΤΠ}} + R \cos \tau$

όπου x_o και y_o η τεταγμένη και η τετμημένη του σημείου όπου το τόξο της κυβικής παραβολής μεταπίπτει στο κυκλικό τόξο.

Συναρμογή δυο αντίρροπων κυκλικών τόξων [1] [2]

Συχνά προκύπτει το πρόβλημα συνδέσεως δύο αντίρροπων κυκλικών τόξων με καμπυλότητες K_1 και K_2 αντίστοιχα, ακτίνες R_1 και R_2 και απαιτούμενες υπερυψώσεις h_1 και h_2 . Τα κυκλικά αυτά τόξα είναι εφαπτόμενα στο K πριν εφαρμοστεί η κατάλληλη συναρμογή. Στην περίπτωση των διαδοχικών αντίρροπων κυκλικών τόξων η εφαρμογή συναρμογής είναι ακόμη πιο απαραίτητη απ' ό,τι κατά την σύνδεση ευθυγραμμίας-κυκλικού τόξου. Πράγματι, το τίναγμα κατά την μετάβαση από μια υπερύψωση h_1 σε μια μη μηδενική υπερύψωση h_2 και μάλιστα αντίθετης φοράς, είναι μεγαλύτερο απ' ό,τι κατά την μετάβαση από την μηδενική σε μια τιμή υπερύψωσης h_1 .

Κατά την συναρμογή μεταξύ δύο αντίρροπων κυκλικών τόξων, παρεμβάλλονται από μια παραβολική καμπύλη προς κάθε κυκλικό τόξο κι ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα ελάχιστου μήκους 30 μέτρων. Αν το τελευταίο δεν είναι εφικτό, το ευθύγραμμο τμήμα παραλείπεται και οι δυο καμπύλες συναρμογής έχουν κοινή αρχή, κοινή εφαπτομένη και ίδια μεταβολή καμπυλότητας.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

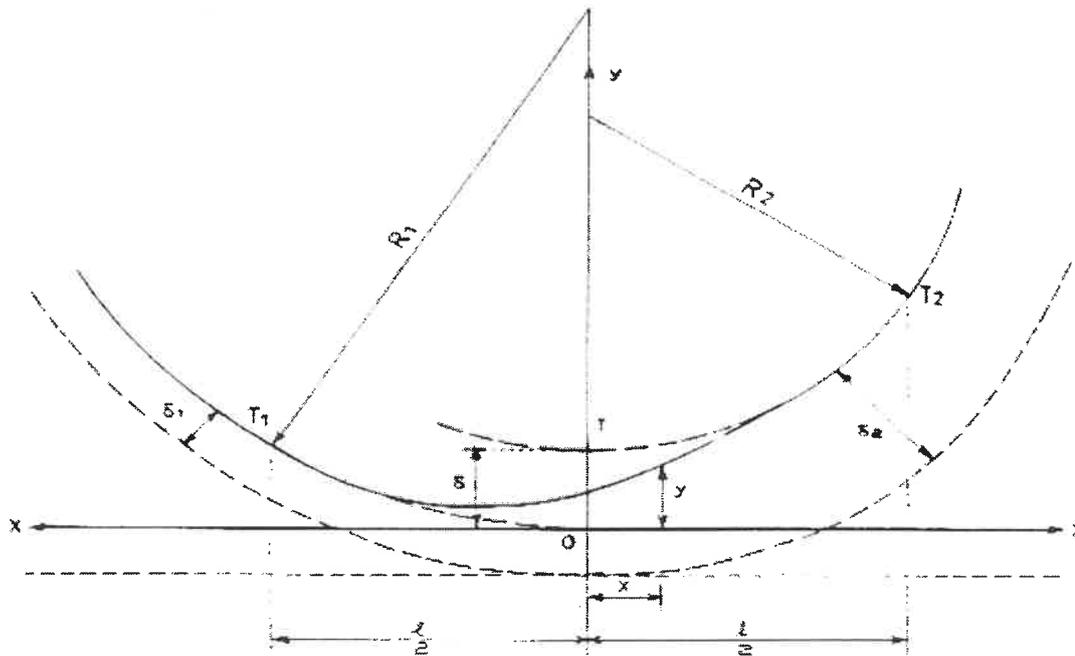
[2] ΝΕΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΙΩΤΗΣ

Συναρμογή μεταξύ ομόροπων κυκλικών καμπύλων [1]

Μεταξύ δύο ομόστροφων κυκλικών τόξων διαφορετικής ακτίνας και καμπυλότητας, άρα και διαφορετικής εφαρμοζόμενης υπερύψωσης, η συναρμογή απαιτείται για το ομαλό πέρασμα μεταξύ των διαφορετικών υπερυψώσεων και καμπυλοτήτων των δύο κυκλικών τόξων. Η ενδιάμεση ευθυγραμμία που τυχόν μεσολαβεί είναι καθοριστική για τον τρόπο με τον οποίο θα υλοποιηθεί η συναρμογή κάτι που δεν συνέβαινε στην περίπτωση των αντίροπων τόξων. Πράγματι, στην περίπτωση των αντίροπων τόξων, ανεξάρτητα από την ύπαρξη ευθυγραμμίας ή όχι, η συναρμογή γινόταν αναγκαστικά με δύο κυβικές παραβολές αντίθετης μεταβολής της καμπυλότητας και της υπερύψωσης, ενώ υποχρεωτικά υπήρχε ένα σημείο μηδενισμού των δύο τελευταίων. Στην περίπτωση των ομόστροφων καμπύλων δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη ούτε δύο καμπύλων συναρμογής, ούτε σημείου μηδενισμού καμπυλότητας και υπερύψωσης και το αν μπορεί να αποφευχθεί ή όχι, εξαρτάται από το μήκος της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας. Έτσι διακρίνονται οι παρακάτω περιπτώσεις:

α) Αν το ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα είναι αρκετά μεγάλο ώστε να επαρκεί για δύο κανονικές παραβολικές συναρμογές και των δύο κυκλικών καμπύλων με την ευθυγραμμία, τότε η συναρμογή αποτελείται από δύο κυβικές παραβολές ξεχωριστά για το κάθε κυκλικό τόξο, και μεσολαβεί και το ευθύγραμμο τμήμα που απομένει, εφόσον το ευθύγραμμο αυτό τμήμα, μετά τις στρογγυλεύσεις, είναι μεγαλύτερο των 30 μέτρων. Μήκος 30 μέτρων είναι γενικά επαρκές να χωρέσει ένα φορείο του οχήματος, έτσι ώστε κάθε φορείο να μην βρίσκεται ταυτόχρονα σε δύο καμπύλες με διαφορετική υπερύψωση.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)



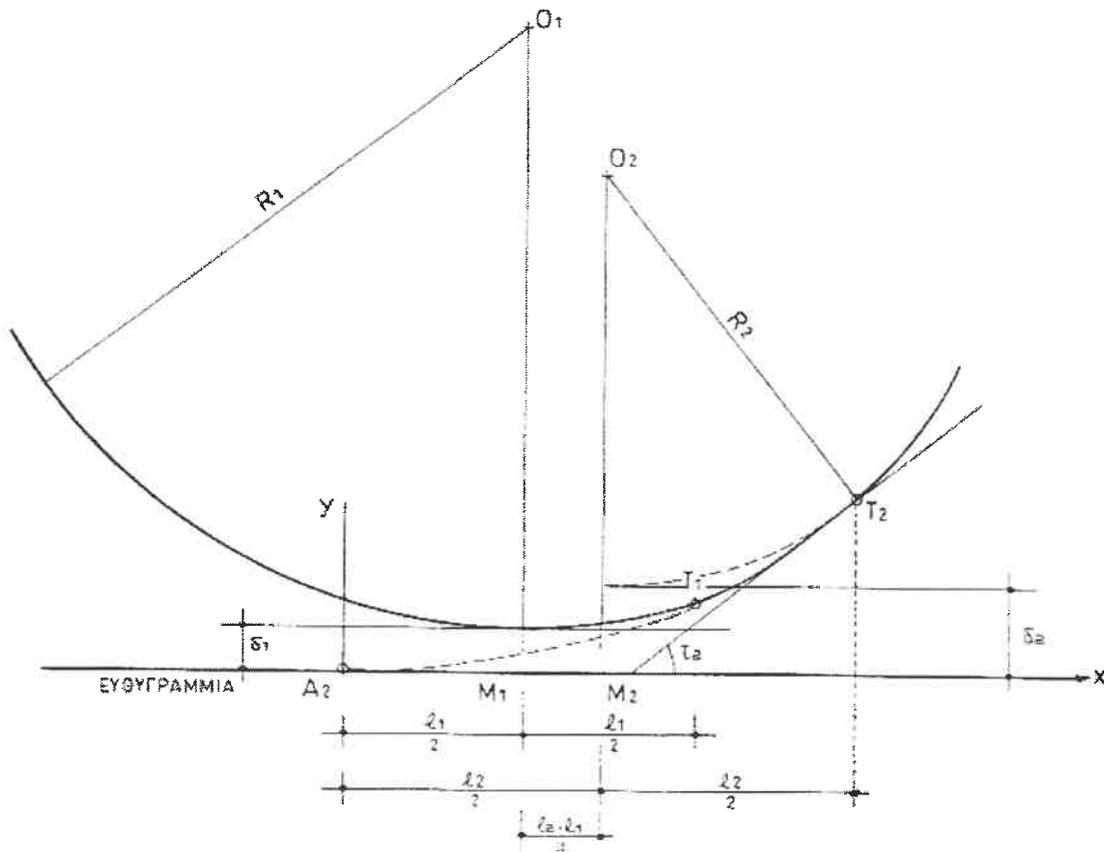
β) Όταν η ενδιάμεση ευθυγραμμία δεν επαρκεί για να χωρέσει δύο ξεχωριστά τόξα συναρμογής και προς τα δύο κυκλικά τόξα ή το ενδιάμεσο τμήμα που περισσεύει τελικά και μετά τις στρογγυλεύσεις είναι μικρότερο των 30 μέτρων, τότε η συναρμογή γίνεται με ένα μόνο τόξο συναρμογής, ως εξής:

Όπως φαίνεται και από το σχήμα, το τόξο συναρμογής κυβικής παραβολής ενώνει την ευθυγραμμία-ή την νοητή πρέκτασή της- με το κυκλικό τόξο 2. Η εξίσωση αυτού, καθώς και τα γεωμετρικά στοιχεία όλης της συναρμογής, ακολουθούν κατά τα γνωστά τις σχέσεις που παρουσιάστηκαν νωρίτερα.

Συναρμογή δύο ομόροπων κυκλικών τόξων στην περίπτωση που η ενδιάμεση ευθυγραμμία δεν επαρκεί για δύο τόξα συναρμογής και προς τα δύο κυκλικά τόξα ή το ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα που απομένει είναι μικρότερο των 30μ.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



γ) Διάγραμμα υπερύψωσης και καμπυλότητας του τόξου με την μεγαλύτερη υπερύψωση και καμπυλότητα στην περίπτωση συναρμογής δύο ομόρροπων κυκλικών τόξων στην περίπτωση που η ενδιάμεση ευθυγραμμία δεν επαρκεί για δύο τόξα συναρμογής και προς τα δύο κυκλικά τόξα ή το ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα που απομένει είναι μικρότερο των 30μ.

Το κυκλικό τόξο 1 ενώνεται με το τόξο συναρμογής στο σημείο B1 εκείνο, που συμπίπτει η υπερύψωση και η καμπυλότητά του με αυτό του τόξου συναρμογής. Η θέση του σημείου B1(Δ1,γΔ1) υπολογίζεται στις σειρές που ακολουθούν.

$$\text{Είναι } R_1 > R_2 \rightarrow K_1 = 1000/R_1 < K_2 = 1000/R_2$$

Αν παραδεχτούμε την εφαρμογή κανονικής υπερύψωσης στα κυκλικά τόξα, τότε

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 7.12 \frac{V_{\max}^2}{R_1} \\ h_2 &= 7.12 \frac{V_{\max}^2}{R_2} \end{aligned} \right\} \text{κι επειδή } R_1 > R_2 \text{ ισχύει } h_1 < h_2.$$

Στο τόξο συναρμογής η καμπυλότητα και η υπερύψωση θα αυξάνονται κατά τα γνωστά σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 2.2.3.2. Εφόσον, όπως είδαμε $h_1 < h_2$, η υπερύψωση του κυκλικού τόξου 1, h_1 , θα βρίσκεται σε κάποια θέση μέσα στο τόξο συναρμογής, όπως φαίνεται και στο σχήμα.

Επομένως, η θέση Δl από την αρχή του τόξου συναρμογής (που συμπίπτει με την αρχή του πρηνούς υπερύψωσης) θα ικανοποιεί τη σχέση

$$h_1 = h_{\alpha\rho\chi} + \epsilon\phi\beta \cdot \Delta l \quad \text{όπου εδώ } h_{\alpha\rho\chi} = 0 \text{ και } \epsilon\phi\beta \text{ η κλίση του πρηνούς, ίση με } \epsilon\phi\beta = \frac{h_2}{L_2}. \text{ Οπότε η}$$

παραπάνω σχέση γίνεται

$$h_1 = 0 + \frac{h_2}{L_2} \cdot \Delta l \Leftrightarrow \Delta l = L_2 \cdot \frac{h_1}{h_2} = L_2 \cdot \frac{7.12 \frac{V_{\max}^2}{R_1}}{7.12 \frac{V_{\max}^2}{R_2}} \Leftrightarrow \Delta l = L_2 \cdot \frac{R_2}{R_1}$$

Στο ίδιο σημείο, αν πρόκειται για τόξα μικρού μήκους, η τεταγμένη είναι

$$y_{\Delta l} = \frac{(\Delta l)^3}{6R_2L_2} = \frac{L_2^3 \cdot \frac{R_2^3}{R_1^3}}{6R_2L_2} \Leftrightarrow y_{\Delta l} = \frac{(R_2L_2)^2}{6R_1^3}$$

ενώ αν πρόκειται για τόξα μεγάλου μήκους

$$y = \frac{(\Delta l)^3}{6R_2L_2} \left(1 + \frac{L_2^2}{4R_2^2}\right)^{3/2} = \frac{(R_2L_2)^2}{6R_1^3} \left(1 + \frac{L_2^2}{4R_2^2}\right)^{3/2}$$

Προσδιορίστηκαν έτσι οι συντεταγμένες του σημείου B1 όπου το κυκλικό τόξο 1 συναντάει το τόξο συναρμογής του κυκλικού τόξου 2 με την ευθυγραμμία.

Η εκτροπή του κυκλικού τόξου 2 θα είναι κατά τα γνωστά

$$f_2 = \frac{L_2^2}{24R_2} \text{ αν πρόκειται για τόξο μικρού μήκους, ενώ}$$

$$f_2 = \frac{L_2^2}{6R_2} \left(1 + \frac{L_2^2}{4R_2^2}\right)^{3/2} - R_2(1 - \cos \tau_2)$$

$$\text{όπου } \tau_2 = \frac{L_2}{2R_2} \text{ αν πρόκειται για τόξο μεγάλου μήκους.}$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στη συνέχεια υπολογίζεται η εκτροπή f_1 που θα λάβει το κυκλικό τόξο 1.

Έστω ένα σύστημα συντεταγμένων με τον άξονα των x να συμπίπτει με τον άξονα της ευθυγραμμίας και το άξονα των y να διέρχεται από το κέντρο του κύκλου 1, τότε η εξίσωση του κύκλου 1 είναι:

$$[x - (R_1 + f_1)]^2 + y^2 = R_1^2 \Leftrightarrow y^2 = R_1^2 - [x - (R_1 + f_1)]^2$$

ενώ, αν πρόκειται για τόξα μικρού μήκους, η εξίσωση του τόξου συναρμογής είναι $y = \frac{x^3}{6R_2L_2}$

και άρα $y^2 = \left(\frac{x^3}{6R_2L_2}\right)^2$

Στο σημείο τομής των δύο καμπύλων είναι το y κοινό και το $x = \Delta l$. Εξισώνοντας λοιπόν τα δεύτερα μέλη των δύο παραπάνω εξισώσεων και θέτοντας $x = \Delta l = L_2 \cdot \frac{R_2}{R_1}$ προκύπτει:

$$R_1^2 - [\Delta l - (R_1 + f_1)]^2 = \frac{(\Delta l)^6}{36R_2^2L_2^2} \Leftrightarrow R_1^2 - (\Delta l)^2 - (R_1 + f_1)^2 + 2(\Delta l)(R_1 + f_1) = \frac{(\Delta l)^6}{36R_2^2L_2^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow R_1^2 - (\Delta l)^2 - R_1^2 - f_1^2 - 2R_1f_1 + 2(\Delta l)R_1 + 2(\Delta l)f_1 = \frac{(\Delta l)^6}{36R_2^2L_2^2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow (\Delta l)^2 + f_1^2 + 2R_1f_1 - 2(\Delta l)R_1 - 2(\Delta l)f_1 + \frac{(\Delta l)^6}{36R_2^2L_2^2} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} + f_1^2 + 2R_1f_1 - 2\frac{L_2R_2}{R_1} \cdot R_1 - 2\frac{L_2R_2}{R_1} \cdot f_1 + \frac{L_2^6R_2^6}{36R_1^6L_2^2} = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow f_1^2 + 2\left(R_1 - \frac{L_2R_2}{R_1}\right)f_1 + \left(\frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} - 2L_2R_2 + \frac{L_2^4R_2^4}{36R_1^6}\right) = 0$$

Η δευτεροβάθμια εξίσωση λύνεται με την μέθοδο της διακρίνουσας:

$$\begin{aligned} \Delta &= 4\left(R_1 - \frac{L_2R_2}{R_1}\right)^2 - 4\left(\frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} - 2L_2R_2 + \frac{L_2^4R_2^4}{36R_1^6}\right) = \\ &= 4\left(R_1^2 + \frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} - 2L_2R_2\right) - 4\left(\frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} - 2L_2R_2 + \frac{L_2^4R_2^4}{36R_1^6}\right) = \\ &= 4R_1^2 + 4\frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} - 8L_2R_2 - 4\frac{L_2^2R_2^2}{R_1^2} + 8L_2R_2 - 4\frac{L_2^4R_2^4}{36R_1^6} = \\ &= 4R_1^2 - 4\frac{L_2^4R_2^4}{R_1^6} = 4\left(R_1^2 - \frac{L_2^4R_2^4}{36R_1^6}\right) \end{aligned}$$

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

$$f_1 = \frac{-2\left(R_1 - \frac{L_2 R_2}{R_1}\right) \pm 2\sqrt{R_1^2 - \frac{L_2^4 R_2^4}{36 R_1^6}}}{2} \Leftrightarrow$$

προκύπτουν οι δύο λύσεις:

$$f_1 = -\left(R_1 - \frac{L_2 R_2}{R_1}\right) + \sqrt{R_1^2 - \frac{L_2^4 R_2^4}{36 R_1^6}} \quad \text{και} \quad f_1 = -\left(R_1 - \frac{L_2 R_2}{R_1}\right) - \sqrt{R_1^2 - \frac{L_2^4 R_2^4}{36 R_1^6}}$$

από τις οποίες η δεύτερη απορρίπτεται ως αρνητική. Έτσι

$$f_1 = \sqrt{R_1^2 - \frac{L_2^4 R_2^4}{36 R_1^6}} - \left(R_1 - \frac{L_2 R_2}{R_1}\right)$$

Αναλόγως προκύπτει μια δευτεροβάθμια εξίσωση από την οποία υπολογίζεται η τιμή του f_1 , όταν πρόκειται για τόξα μεγάλου μήκους.

Παρατήρηση: Το τόξο συναρμογής εφαρμόζεται ανάμεσα στην ευθυγραμμία και το κυκλικό τόξο με την μικρότερη ακτίνα. Είναι εκείνο που έχει την μεγαλύτερη καμπυλότητα και υπερύψωση από τα δύο κυκλικά τόξα, και μόνο έτσι είναι δυνατόν στο πρηνές υπερύψωσής του (προηγούμενο σχήμα) να υπάρξει ενδιάμεσο σημείο με υπερύψωση h_1 (η υπερύψωση του μεγάλου κύκλου). Ανάλογα ισχύει και με το διάγραμμα καμπυλότητας. Με άλλα λόγια, με τον τρόπο αυτό μπορεί να ενωθεί το κυκλικό τόξο μεγαλύτερης ακτίνας στο τόξο συναρμογής του κυκλικού τόξου μικρότερης ακτίνας με την ευθυγραμμία. Στην αντίθετη περίπτωση, το κυκλικό τόξο μικρότερης ακτίνας, θα είχε ήδη μεγαλύτερη υπερύψωση και καμπυλότητα και υπερύψωση από αυτές του μεγαλύτερου κυκλικού τόξου, και άρα δεν θα υπήρχε στο πρηνές υπερύψωσης και το διάγραμμα καμπυλότητας του μεγαλύτερου κυκλικού τόξου ένα σημείο με υπερύψωση και καμπυλότητα ίση με h_2 και K_2 αντιστοίχως. [1] [2]

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΝΕΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΩΤΗΣ

Σύνδεση δύο ομόρροπων συνεχόμενων κυκλικών τόξων, χωρίς ενδιάμεση ευθυγραμμία. [1] [2]

Τα κυκλικά τόξα έχουν ακτίνες R_1 και R_2 . Επίσης, με τις εκατέρωθεν ευθυγραμμίες, καμπύλες συναρμογής μήκους L_1 και L_2 , με προβολές l_1 και l_2 και μετατοπίσεις f_1 και f_2 . Η παραβολική συναρμογή, λοιπόν, θα ορίζεται από τις εξισώσεις:

α. Για την πλευρά προς την καμπύλη με ακτίνα R_1 :

$$y = \frac{x^2}{2R_1} + \frac{f}{2} - \frac{1}{6l\rho} \left[\left(\frac{l}{2} \right)^3 - \left(\frac{l}{2} - x \right)^3 \right]$$

β. Για την πλευρά προς την καμπύλη με ακτίνα R_2 :

$$y = \frac{x^2}{2R_2} + \frac{f}{2} + \frac{1}{6l\rho} \left[\left(\frac{l}{2} \right)^3 - \left(\frac{l}{2} - x \right)^3 \right]$$

$$\text{όπου } f = f_2 - f_1 = \frac{l_2^2}{24R_2} - \frac{l_1^2}{24R_1}$$

$$\rho = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}$$

$$l = \sqrt{24\rho f} = \sqrt{24 \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \left(\frac{l_2^2}{24R_2} - \frac{l_1^2}{24R_1} \right)} = \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \left(\frac{l_2^2}{R_2} - \frac{l_1^2}{R_1} \right)} = \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} \left(\frac{R_1 l_2^2 - R_2 l_1^2}{R_1 \cdot R_2} \right)} \Leftrightarrow l = \sqrt{\frac{R_1 l_2^2 - R_2 l_1^2}{R_1 - R_2}}$$

Παρατήρηση: Στον Ν.Κ.Ε.Γ. του ΟΣΕ προτείνεται κάτι διαφορετικό σε σχέση με τους γερμανικούς κανονισμούς. όσον αφορά την ένωση δύο ομόρροπων κυκλικών τόξων. Πράγματι, στον Ν.Κ.Ε.Γ προτείνεται η συναρμογή των τόξων ανάλογα με την ενδιάμεση ευθυγραμμία ή την ευθυγραμμία που απομένει μεταξύ των τόξων μετά την συναρμογή.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

[2] ΝΕΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΑΠ. ΓΙΩΤΗΣ

Μηκοτομή της γραμμής

Κατακόρυφες συναρμογές [5]

Σύμφωνα με τον Ν.Κ.Ε.Γ. του ΟΣΕ, στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις πρέπει να συναρμόζονται στα σημεία αλλαγής κλίσεων με κατάλληλα κυκλικά τόξα. Αυτό είναι απαραίτητο αν η διαφορά των κλίσεων -αν είναι ομόρροπες- ή το άθροισμά τους -αν είναι αντίρροπες- προκύπτει μεγαλύτερο του 0.0025.

Για την άνεση της κυκλοφορίας των συρμών θα πρέπει να επιδιώκεται η ακτίνα της κατακόρυφης κυκλικής συναρμογής να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Γι'αυτό το λόγο ορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής σύμφωνα πάντα με την ταχύτητα μελέτης.

Για ταχύτητα $V \leq 100$ km/h ελάχιστη ακτίνα $R = 5000$ m ή κατ' εξαίρεση $R = 2500$ m.

Για ταχύτητα $100 < V \leq 150$ km/h ελάχιστη ακτίνα $R = 10000$ m ή κατ' εξαίρεση $R = 5000$ m.

Για ταχύτητα $150 < V \leq 200$ km/h ελάχιστη ακτίνα $R = 20000$ m ή κατ' εξαίρεση $R = 10000$ m.

Η κατακόρυφη συναρμογή θα πρέπει να αποφεύγεται στα πρηνή υπερύψωσης. Αν αυτό είναι αδύνατον θα εφαρμόζεται συναρμογή με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη καμπύλη.

Οι συσκευές γραμμής θα πρέπει να βρίσκονται σε μηκοτομική ευθυγραμμία και όπου αυτό δεν είναι δυνατό η ακτίνα της συναρμογής επιβάλλεται να είναι κατ' ελάχιστον 5000μ. Τέλος οι κατακόρυφες συναρμογές πρέπει να αποφεύγονται σε σιδηρές, χωρίς έρμα, γέφυρες.

Στις κατακόρυφες συναρμογές οι επιτρεπόμενες αναπτυσσόμενες κατακόρυφες επιταχύνσεις ορίζονται :

Για κοίλα τόξα $0,30$ m/sec²

Για κυρτά τόξα $0,20$ m/sec²

Το μήκος l των εφαπτομένων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεων δίνεται με ικανοποιητική προσέγγιση, από τους παρακάτω τύπους.

A .Συναρμογή οριζόντιου τμήματος γραμμής με κεκλιμένο, κλίσεως 1:m
$$l_1 = \frac{R\sigma_1}{2} \cdot \frac{1}{m}$$

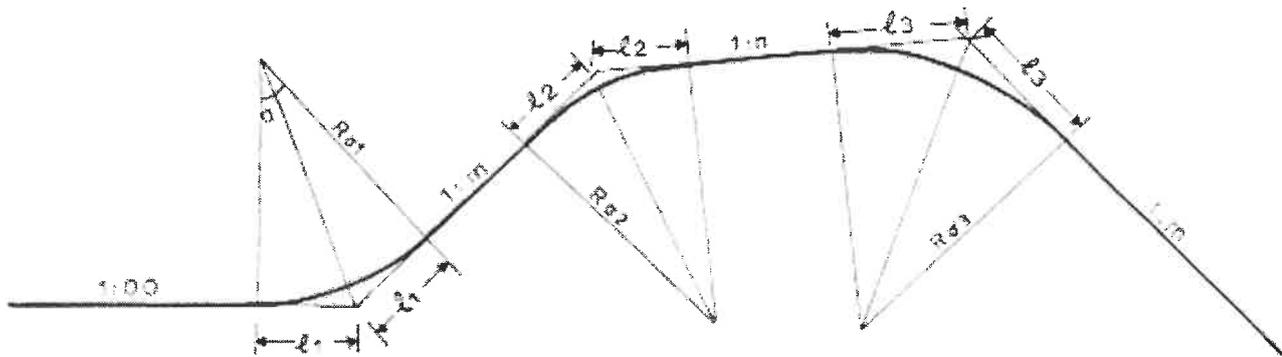
[5] ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΕΘΝΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Β. Συναρμογή μεταξύ ομόσημων κλίσεων 1:m και 1:n $l_2 = \frac{R\sigma_2}{2} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right)$

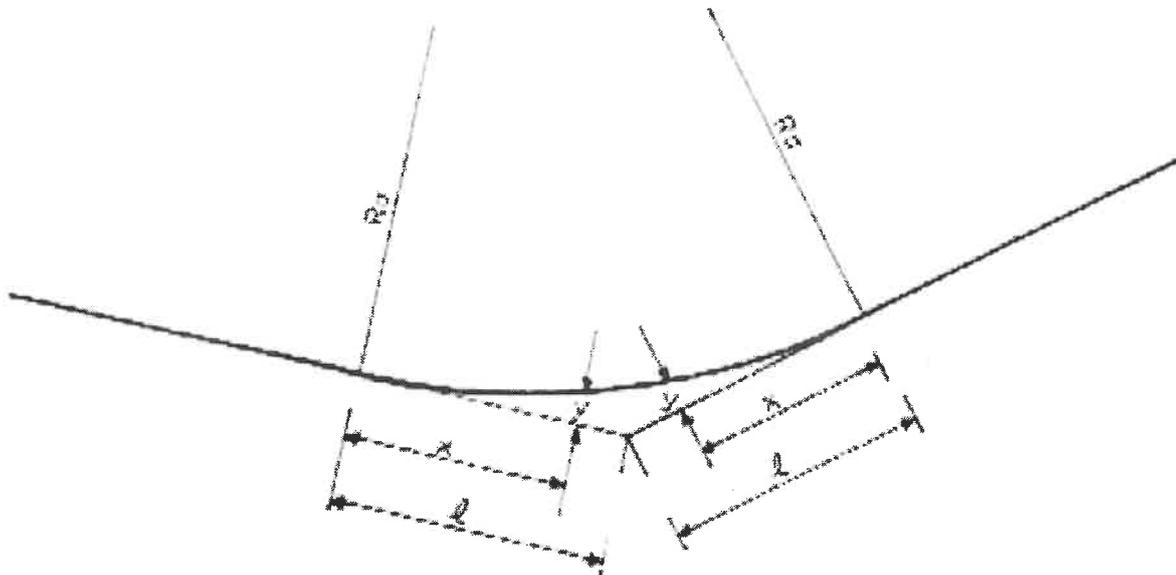
Γ. Συναρμογή μεταξύ ετερόσημων κλίσεων 1:m και 1:n $l_3 = \frac{R\sigma_3}{2} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right)$



Οι τεταγμένες y, για την χάραξη της κυκλικής κατακόρυφης συναρμογής, δίνονται, με

ικανοποιητική προσέγγιση, από τον τύπο: $y = \frac{X^2}{2R\sigma}$

Σαν άξονας τετμημένων x θεωρείται η κάθε μια από τις συναρμοζόμενες κλίσεις και οι τεταγμένες y μετρώνται κάθετα στις κλίσεις αυτές.



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η αρχή των τετμημένων προσδιορίζεται από το μήκος l των εφαπτομένων, που υπολογίζεται με έναν από τους τύπους της προηγούμενης παραγράφου.

Μέγιστη κατά μήκος κλίση. [1]

Σε περιοχή νεοκατασκευαζόμενων σταθμών η μέγιστη κατά μήκος κλίση που μπορεί να εφαρμοστεί στη μελέτη χάραξης είναι 0,25%.

Σε περιοχές σηράγγων μήκους μεγαλύτερου των 1000 μ η μέγιστη κατά μήκος κλίση περιορίζεται στο 0,1%, ενώ για μήκος έως 1000 μ η κλίση μπορεί να φτάσει και το 0,2%.

Σε περιοχές ελεύθερης γραμμής και περιπτώσεις νέας χάραξης η μέγιστη κατά μήκος κλίση είναι 1,4% και κατόπιν έγκρισης από την υπηρεσία μπορεί γίνει και 1,7%.

Σε περιπτώσεις βελτίωσης της υφιστάμενης κατάστασης με ταχύτητα μικρότερη των 120 km/h η μέγιστη κατά μήκος κλίση είναι 2,5%.

[1] ΝΕΟΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (Ν.Κ.Ε.Γ.)

Συστήματα έλξης [4]

Κινητήρια μονάδα (locomotive) ονομάζεται κάθε είδους αυτοκινούμενο (self-propelled) όχημα, που χρησιμοποιείται για να κινεί σιδηροδρομικά βαγόνια πάνω στις γραμμές.

Παρότι η κινητήρια δύναμη μπορεί να ενσωματωθεί σε οχήματα, στα οποία υπάρχει επίσης χώρος για επιβάτες, αποσκευές ή εμπορεύματα, συνήθως αυτή παρέχεται από την ξεχωριστή κινητήρια μονάδα (locomotive), η οποία περιλαμβάνει τους μηχανισμούς για τη δημιουργία ισχύος (ή, στην περίπτωση της ηλεκτράμαξας, για τη μετατροπή της) και τη μετάδοση της ισχύος στους κινητήριους τροχούς.

Στις μέρες μας υπάρχουν δύο κύριες πηγές ισχύος μιας κινητήριας μονάδας:

- (α) το πετρέλαιο (με τη μορφή του καυσίμου ντήζελ) και
- (β) ο ηλεκτρισμός.

Ο ατμός, η παλαιότερη μορφή προώθησης, βρισκόταν σε παγκόσμια χρήση μέχρι περίπου τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Έκτοτε έχει υποκατασταθεί από τις αποδοτικότερες μορφές της ντηζελοκίνητης και ηλεκτροκίνητης έλξης.

- Η ατμάμαξα (steam locomotive) αποτελεί αυτάρκη μονάδα, που φέρει το φορτίο νερού για την παραγωγή του ατμού, καθώς και κάρβουνο, πετρέλαιο ή ξυλεία, για τη θέρμανση του βραστήρα.

- Η ντηζελάμαξα (diesel locomotive) φέρει επίσης το φορτίο καυσίμου, αλλά το προϊόν του ντηζελοκίνητηρα δεν μπορεί να μεταβιβαστεί απευθείας στους τροχούς.

Αντιθέτως, πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύστημα μηχανικής, ηλεκτρικής ή υδραυλικής μετάδοσης.

- Η ηλεκτράμαξα (electric locomotive) δεν είναι αυτάρκης. Παίρνει ρεύμα από εναέριο καλώδιο ή τρίτη σιδηροτροχιά, που τρέχει παράλληλα με τις δύο κατευθυντήριες.

Η τροφοδοσία με τρίτη σιδηροτροχιά (third-rail supply) χρησιμοποιείται μόνο σε αστικά σιδηροδρομικά συστήματα, που λειτουργούν με συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσης.

[4] ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ : ΚΑΛΤΣΟΥΝΗΣ

Ντηζελοκίνητη Έλξη

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 η ντηζελοκίνηση είχε υποκαταστήσει σχεδόν εντελώς την ατμοκίνηση στις μη ηλεκτροκινούμενες γραμμές, στα περισσότερα δίκτυα παγκοσμίως.

Η αρχή έγινε στις ΗΠΑ, όπου στη διάρκεια της 25ετίας 1935-60 (και ιδιαίτερα της δεκαετίας 1951-60), οι σιδηρόδρομοι αντικατέστησαν το σύνολο των ατμαμαξών τους με ντηζελάμαξες.

Αιτίες της ραγδαίας αντικατάστασης του ατμού από το ντήζελ ήταν:

- η πίεση του ανταγωνισμού από τα άλλα μέσα μεταφορών και
- η συνεχιζόμενη αύξηση των δαπανών μισθοδοσίας προσωπικού.

Οι σιδηρόδρομοι αναγκάστηκαν να βελτιώσουν τις υπηρεσίες τους και να υιοθετήσουν κάθε διαθέσιμο μέτρο για την αύξηση της λειτουργικής τους αποδοτικότητας.

Σε σύγκριση με τις ατμάμαξες, οι ντηζελάμαξες παρουσίαζαν τα παρακάτω μεγάλα πλεονεκτήματα:

- Μπορούσαν να λειτουργούν για μεγάλες περιόδους χωρίς νεκρούς χρόνους για συντήρηση.

Έτσι, στη Βόρεια Αμερική μια ντηζελάμαξα μπορούσε να διανύσει διαδρομή 3.000 χιλιομέτρων ή μεγαλύτερη και εν συνεχεία, μετά τη συντήρηση, να ξεκινήσει το ταξίδι της επιστροφής.

Αντίθετα, οι ατμάμαξες απαιτούσαν εκτεταμένη συντήρηση ύστερα από λειτουργία μερικών ωρών.

• Χρησιμοποιούσαν λιγότερη ενέργεια καυσίμων από την ατμάμαξα, δεδομένου ότι η θερμική τους αποδοτικότητα ήταν τέσσερις φορές μεγαλύτερη.

• Μπορούσαν να επιταχύνουν ένα συρμό πολύ γρηγορότερα και να λειτουργούν σε μεγαλύτερες ταχύτητες, προκαλώντας μικρότερες φθορές στη σιδηροδρομική γραμμή.

Η ντηζελο-ηλεκτρική κινητήρια μονάδα (diesel-electric locomotive) είναι στην πραγματικότητα μια ηλεκτράμαξα, που φέρει τη δική της γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνεπώς, η χρήση της παρέχει στους σιδηροδρόμους κάποια από τα πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης, χωρίς το κόστος για την κατασκευή των υποσταθμών διανομής και του συστήματος εναέριας τροφοδοσίας.

Όμως, σε σύγκριση με την ηλεκτράμαξα, η ντηζελο-ηλεκτρική κινητήρια μονάδα παρουσιάζει ένα σημαντικό μειονέκτημα: Καθώς η απόδοσή της περιορίζεται εν γένει στην αντίστοιχη του ντηζελοκινήρα της, μπορεί να αναπτύξει λιγότερη ισχύ ανά κινητήρια μονάδα.

Δεδομένου ότι η μεγάλη ιπποδύναμη είναι απαραίτητη για σιδηροδρόμους υψηλών ταχυτήτων, η ντηζελο-ηλεκτρική μονάδα υστερεί έναντι της ηλεκτράμαξας στις επιβατικές υπηρεσίες υψηλών ταχυτήτων και στις ταχείες εμπορευματικές μεταφορές.

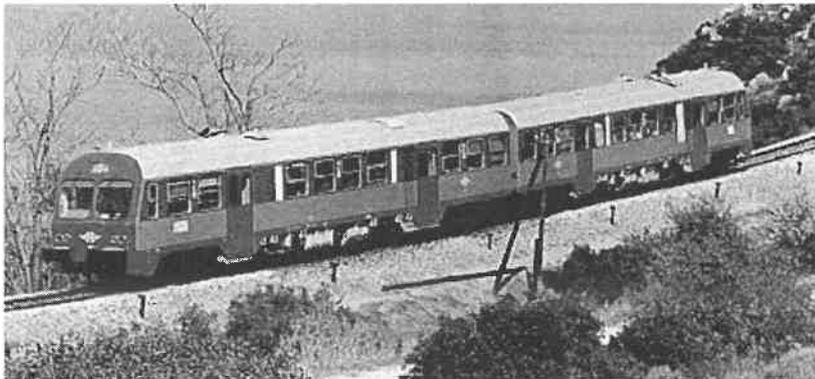
Τύποι Ντηζελοκίνησης

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες σιδηροδρομικού τροχαίου υλικού που χρησιμοποιούν ντηζελοκίνηση:

α. Οι ελαφρές επιβατικές αυτοκινητάμαξες (ή rail bus), με ισχύ κινητήρα μέχρι 200 HP, οι οποίες συνήθως έχουν τέσσερις τροχούς και μηχανική μετάδοση ισχύος.



β. Η τετραξονική επιβατική αυτοκινητάμαξα (ισχύς κινητήρα μέχρι 750 HP), η οποία μπορεί να λειτουργεί είτε ως ανεξάρτητη, είτε ως έλκουσα όχημα χωρίς κινητήρα, ή να συντεθεί ημιμόνιμα σε πολλαπλή μονάδα (multiple-unit), που αξιοποιεί το σύνολο ή μέρος της συνολικής ισχύος των διαθέσιμων κινητήρων.



Στα σύγχρονα κινητήρια οχήματα, ο ντηζελοκινητήρας καθώς και όλος ο απαιτούμενος εξοπλισμός έλξης, περιλαμβανομένων και των δεξαμενών καυσίμων, τοποθετείται πλέον κάτω από το δάπεδο, απελευθερώνοντας χώρο για θέσεις επιβατών. Η μετάδοση της ισχύος είναι είτε

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ηλεκτρική είτε υδραυλική. Οι μονάδες αυτές ορισμένες φορές έλκουν δεύτερο ελαφρό επιβατικό όχημα.

γ. Οι νηζελάμαξες (ισχύς κινητήρα 10 έως 4.000 HP), οι οποίες μπορεί να έχουν είτε μηχανική μετάδοση, σε περιπτώσεις μικρής ισχύος, είτε υδραυλική μετάδοση, για ισχύ μέχρι 2.000 ίππους, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις ηλεκτρική μετάδοση.



Στο τελευταίο τέταρτο του 20ού αιώνα, η σημαντική αύξηση της σχέσης ισχύος προς βάρος στους νηζελοκινητήρες, καθώς και η εφαρμογή της Ηλεκτρονικής στον έλεγχο των τμημάτων της μηχανής και στα συστήματα διάγνωσης, είχαν ως αποτέλεσμα μεγάλες βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των νηζελαμαξών.

Το 1990, μια νηζελάμαξα ισχύος 3.500 ίππων διατίθετο με βάρος το μισό του αντίστοιχου μοντέλου του 1970. Ταυτοχρόνως, βελτιώθηκε πολύ η οικονομική χρήση καυσίμου από τους νηζελοκινητήρες.

Η Ηλεκτρονική έχει συνεισφέρει πολύ στη βελτίωση των δυνατοτήτων των νηζελο-ηλεκτραμαξών, βελτιώνοντας την πρόσφυση κατά την εκκίνηση ή την πορεία σε έντονες κατά μήκος κλίσεις.

Μια νηζελάμαξα, επιταχύνοντας από στάση, μπορεί να αναπτύξει 33-50 % περισσότερη ελκτική δύναμη αν επιτρέπεται στους κινητήριους τροχούς της να “έρπουν” (creep) σε ελαφρά, σταθερή και πλήρως ελεγχόμενη ολίσθηση. Σε ένα τυπικό σύστημα “ελέγχου ερπυσμού” (creep control), ραντάρ προσαρμοσμένο στο κάτω μέρος της νηζελάμαξας μετρά με ακρίβεια την πραγματική ταχύτητα εδάφους, με βάση την οποία μικροεπεξεργαστές υπολογίζουν το ιδανικό όριο ταχύτητας ερπυσμού στις επικρατούσες συνθήκες γραμμής και ρυθμίζουν αυτομάτως την παροχή ρεύματος στους κινητήρες έλξης. Η διαδικασία είναι συνεχής, έτσι ώστε η παροχή

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ρεύματος να αναπροσαρμόζεται αμέσως, ώστε να αντιστοιχεί σε μεταβολή των παραμέτρων γραμμής.

Η τελευταία εξέλιξη στις υψηλές ταχύτητες ήταν στη Βρετανία, όπου οι Βρετανικοί Σιδηρόδρομοι (British Rail), για τις ανάγκες των μη - ηλεκτροκινούμενων βασικών τους αξόνων, παρήγαγαν μαζικά μια ημιμόνιμη σύνθεση, αποτελούμενη από δύο ντηζελάμαξες ισχύος 2.250 ίππων με επτά ή οκτώ ενδιάμεσες επιβατάμαξες.

Το 1987 μια τέτοια σύνθεση δημιούργησε νέο παγκόσμιο ρεκόρ ταχύτητας με ντηζελοκίνητη έλξη 235 χλμ/ώρα (148 μίλια/ώρα). Μια παραλλαγή αυτής της σύνθεσης λειτουργεί στους σιδηροδρόμους Νέας Νότιας Ουαλίας στην Αυστραλία.



Στη Βόρεια Αμερική, οι εταιρείες intercity επιβατικών μεταφορών Amtrak στις ΗΠΑ και VIA στον Καναδά, καθώς και μερικά συστήματα αστικών μεταφορών χρησιμοποιούν ακόμη ντηζελάμαξες σε επιβατικά τρένα. Στις άλλες χώρες, οι ντηζελάμαξες πορείας σχεδιάζονται είτε για αποκλειστική εμπορευματική χρήση, είτε για μικτή επιβατική και εμπορευματική υπηρεσία.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ηλεκτροκίνητη Έλξη

Προσπάθειες για την προώθηση σιδηροδρομικών οχημάτων με τη χρήση μπαταριών (συσσωρευτών) ξεκίνησαν από το 1835. Η πρώτη πετυχημένη εφαρμογή της ηλεκτροκίνητης έλξης ήταν το 1879, όταν μια ηλεκτράμαξα κινήθηκε κατά τη διάρκεια μιας έκθεσης στο Βερολίνο. Οι πρώτες εμπορικές εφαρμογές της ηλεκτροκίνησης έγιναν στους προαστιακούς και αστικούς σιδηροδρόμους. Μια από τις παλαιότερες ήταν αυτή του 1895, όταν οι σιδηρόδρομοι Βαλτιμόρης και Οχάιο ηλεκτροκίνησαν ένα τμήμα γραμμής στη Βαλτιμόρη, για να ξεπεράσουν προβλήματα καπνού και θορύβου σε σήραγγες. Από τις πρώτες χώρες που χρησιμοποίησαν ηλεκτροκίνηση σε βασικές (main-line) σιδηροδρομικές γραμμές ήταν η Ιταλία, όπου ένα τέτοιο σύστημα εγκαινιάστηκε το 1902.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η ηλεκτροκίνηση βασικών αξόνων προχώρησε ραγδαία σε άλλες χώρες. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 οι ηλεκτροκινούμενες γραμμές αποτελούσαν σημαντικό ποσοστό του συνολικού μήκους του παγκόσμιου σιδηροδρομικού δικτύου. Το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα χαρακτηρίστηκε επίσης διεθνώς από την κατασκευή νέων (ή επέκταση υφισταμένων) ηλεκτροκίνητων αστικών σιδηροδρομικών συστημάτων.



Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης

Η ηλεκτροκίνηση θεωρείται γενικώς ως ο οικονομικότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος λειτουργίας ενός σιδηροδρομικού δικτύου, υπό τον όρο ότι:

- Υπάρχει διαθέσιμη φτηνή ηλεκτρική ενέργεια και
- Η πυκνότητα της σιδηροδρομικής κυκλοφορίας δικαιολογεί την απαιτούμενη επένδυση. Σε αντίθεση με τις ατμάμαξες και τις ντηζελάμαξες, οι ηλεκτράμαξες, όντας απλώς μηχανές μετατροπής και όχι παραγωγής ενέργειας, έχουν πλεονεκτήματα:
 - Προκειμένου να εκκινήσουν την έλξη ενός βαρέως συρμού ή να ανέβουν μια έντονη κλίση με μεγάλη ταχύτητα, μπορούν να καταφύγουν στους πόρους του δικτύου ηλεκτροκίνησης, ώστε να αναπτύξουν ισχύ πολύ μεγαλύτερη από την ονομαστική τους. Μια τυπική σύγχρονη ηλεκτράμαξα ονομαστικής ισχύος 6.000 HP έχει παρατηρηθεί να αναπτύσσει για μικρή περίοδο ισχύ μέχρι 10.000 HP, κάτω από συνθήκες αντίστοιχες με τις προαναφερθείσες.
 - Επιπλέον, οι ηλεκτράμαξες είναι πιο αθόρυβες κατά τη λειτουργία τους από άλλους τύπους κινητηρίων μονάδων και δεν παράγουν καπνό ή καυσαέρια.
 - Οι ηλεκτράμαξες χρειάζονται λιγότερο χρόνο στο μηχανοστάσιο για συντήρηση, το κόστος συντήρησής τους είναι χαμηλό και έχουν μεγαλύτερη ωφέλιμη ζωή από τις ντηζελάμαξες.

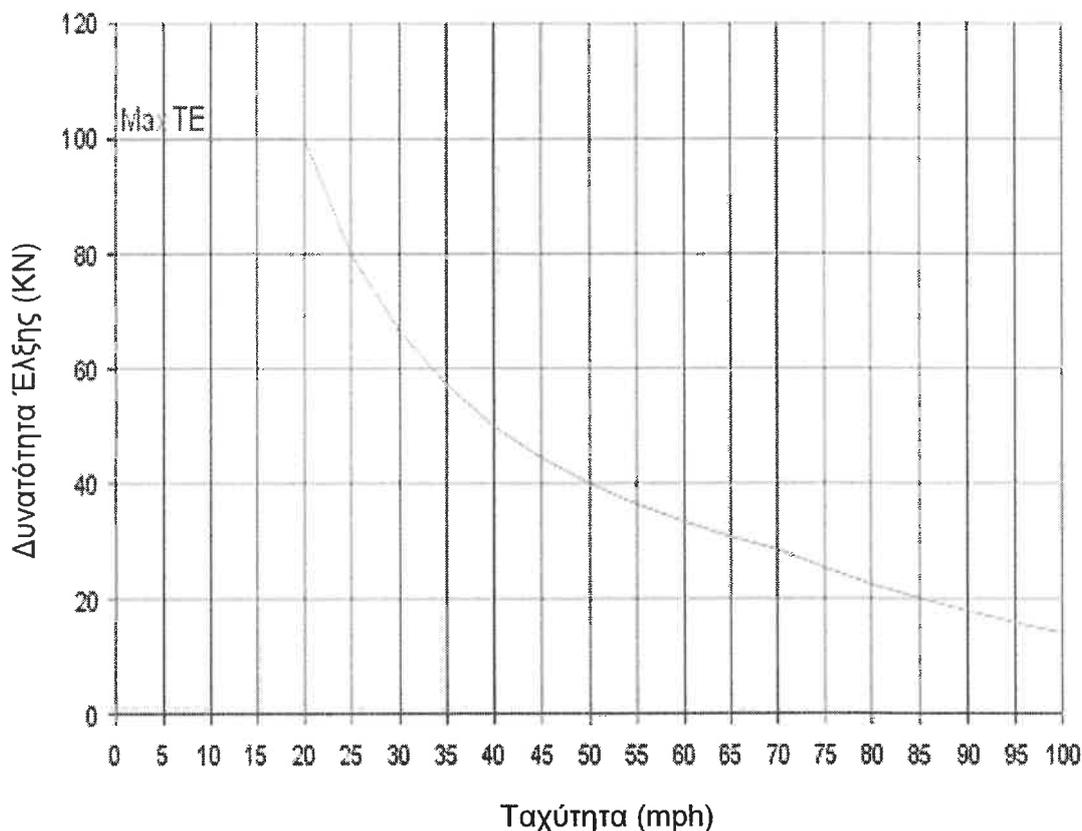
Τα μεγαλύτερα προβλήματα της ηλεκτροκίνητης σιδηροδρομικής λειτουργίας συνδέονται με:

- (α) τις μεγάλες δαπάνες κατασκευής και συντήρησης των μόνιμων εγκαταστάσεων της ηλεκτροκίνησης, όπως η εναέρια γραμμή επαφής, οι κατασκευές ανάρτησης της καλωδίωσης και οι υποσταθμοί έλξης και
- (β) τις δαπανηρές αλλαγές που απαιτούνται συνήθως στα συστήματα σηματοδότησης, ώστε να μονωθούν τα κυκλώματά τους έναντι παρεμβολών από τα καλώδια υψηλής τάσης και να προσαρμοστεί η απόδοσή τους στις μεγαλύτερες επιταχύνσεις και ταχύτητες κυκλοφορίας, που επιτυγχάνονται με την υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης.

Δυνατότητα έλξης. [9]

Δυνατότητα έλξης ονομάζεται η δύναμη που εφαρμόζεται από τον τροχό του οχήματος στη ράγα για να προκληθεί κίνηση. Το μέγεθος αυτής της δύναμης καθορίζεται από τα χαρακτηριστικά του κινητήριου εξοπλισμού του τρένου αλλά και από την χρήση του εξοπλισμού αυτού ,από τον χειριστή του οχήματος

Η δυνατότητα έλξης δεν είναι σταθερή σε όλες τις ταχύτητες. Στις πιο πολλές κινητήριες μονάδες το διάγραμμα της ελκτικής δυνατότητας σε συνάρτηση με το χρόνο έχει την μορφή



Στο παραπάνω ενδεικτικό διάγραμμα η δυνατότητα έλξης είναι σταθερή μέχρι την ταχύτητα των 20 mph. Αυτό σημαίνει ότι στην περιοχή αυτών της ταχύτητας η επιτάχυνση θα είναι σταθερή, με την ταχύτητα να αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με το χρόνο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

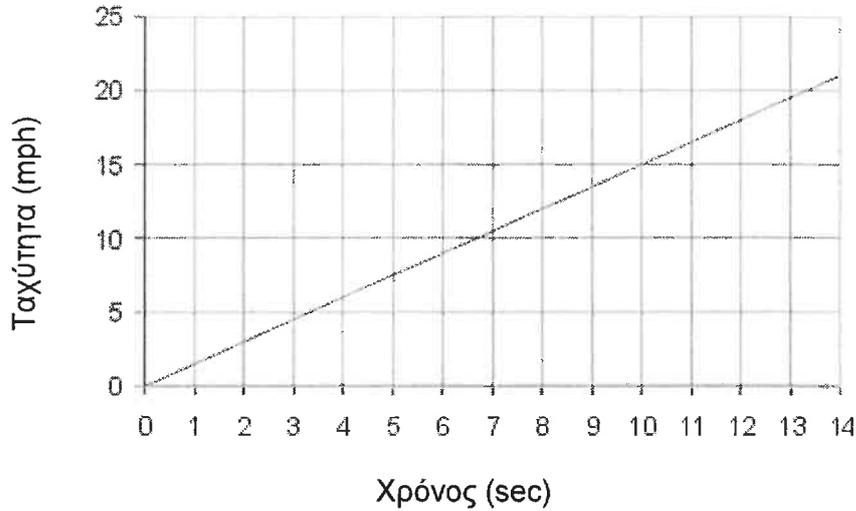
Πέρα από αυτή την ταχύτητα η δυνατότητα έλξης συνεπώς και η επιτάχυνση θα αρχίσει να μειώνεται.

[9] WOOF'S WEBSITE

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

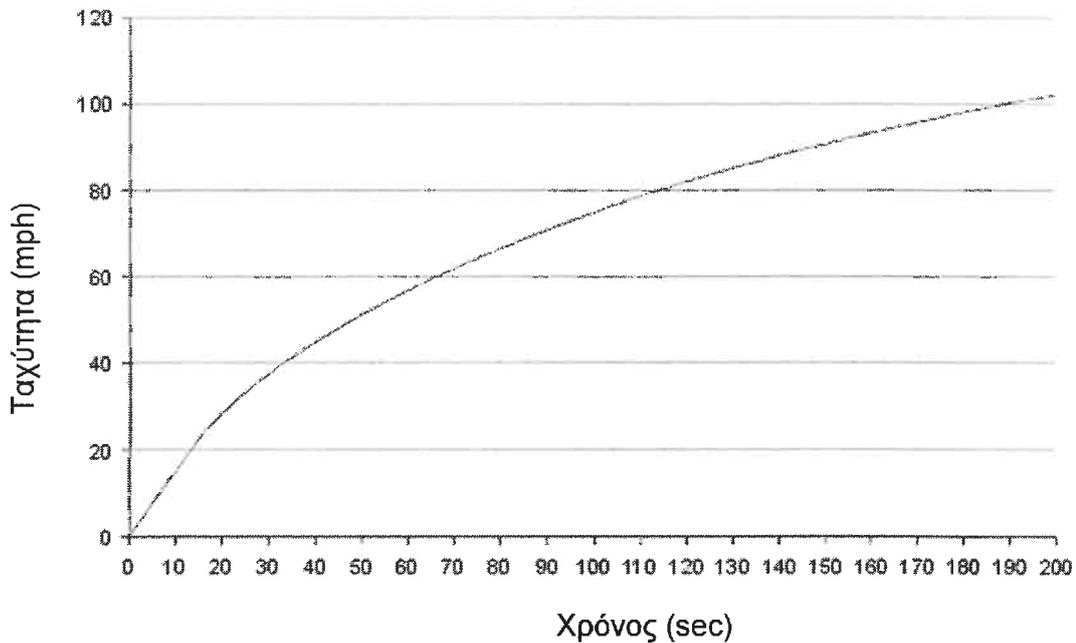
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Παρουσιάζεται γραφικά η σχέση ταχύτητας – χρόνου



Πέρα από την ταχύτητα των 21 mph η ελκτική δυνατότητα αρχίζει να μειώνεται, συνεπώς και η επιτάχυνση, με αποτέλεσμα η ταχύτητα να μην αυξάνεται με τον ίδιο ρυθμό.

Ακολουθεί το γενικό διάγραμμα της ταχύτητας με τον χρόνο.



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Εάν η ελκτική δυνατότητα παρέμενε σταθερή με την αύξηση της ταχύτητας, η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα θα αύξανε συνεχώς, όσο θα αύξανε η ταχύτητα. Αυτό είναι πρακτικά αδύνατο καθώς ο απαιτούμενος εξοπλισμός κίνησης θα γινόταν ασύμφορος οικονομικά αλλά και πολύ ογκώδης

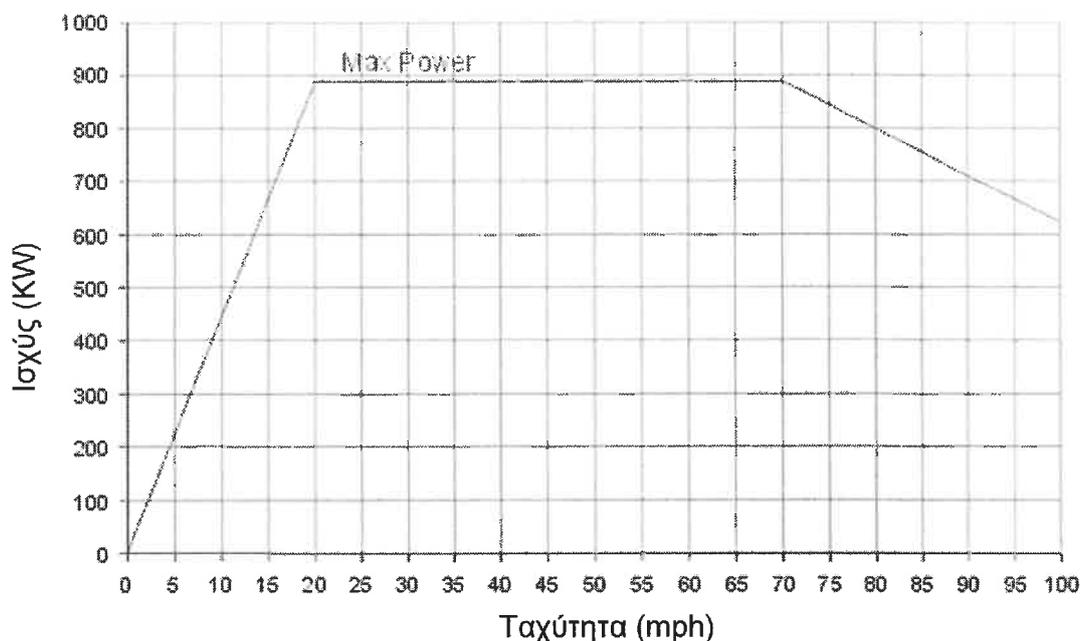
Γι'αυτό το λόγο όταν η μέγιστη ισχύς του κινητήρα επιτευχθεί, η δυνατότητα έλξης πρέπει να αρχίσει να μειώνεται όσο αυξάνει η ταχύτητα. Αυτό φαίνεται καθαρά στο διάγραμμα για ταχύτητες μεγαλύτερες των 20mph.

Ταχύτητα $V=20 \text{ mph} = 9,1 \text{ m/sec}$

εάν η μέγιστη Ελκτική δυνατότητα είναι $F=100\text{KN}$ τότε έχουμε

Ισχύς $P=F*V=100*9,1 = 910 \text{ KW}$

Αυτή η Ισχύς ονομάζεται ισχύς στη ράγα.



Η ισχύς αυτή χρειάζεται για να κινήσει το τρένο και ονομάζεται Μέγιστη Ισχύς στη Ράγα.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στην πραγματικότητα η ολική ισχύς που παρέχεται, είτε από τρίτη ράγα είτε από υπέργειο καλώδιο, θα είναι μεγαλύτερη των 910 KW, λόγω απωλειών αλλά και λόγω της απαίτησης να καλυφθούν και άλλες ανάγκες που υπάρχουν σε μια αμαξοστοιχία, όπως φωτισμός, θέρμανση, ψύξη κλπ. Εξάλλου είναι αδύνατον να λειτουργεί συνεχώς ο κινητήρας παράγοντας τόση ενέργεια, για την οποία θα ήταν πολύ μικρό το όφελος σε σχέση με το απαιτούμενο κόστος.

Η συνεχής αυτή ισχύς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που βασίζονται στον εξοπλισμό και στα χαρακτηριστικά αυτού, καθώς και στη χρήση του από τον χειριστή σύμφωνα πάντα με τις ανάγκες που απαιτούνται να καλυφθούν σε κάποιο συγκεκριμένο χρόνο. [9]

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Αντίσταση στην κίνηση του συρμού. [9]

Η τριβή είναι μια δύναμη που συναντούμε οπουδήποτε υπάρχει κίνηση.

Η αντίσταση του αέρα ομοίως, ειδικότερα όμως όπου παρουσιάζονται υψηλές ταχύτητες.

Οι δύο αυτοί παράγοντες εκφράζονται μέσα στον γενικό τύπο της αντίστασης στην κίνηση:

$$R = a + bv + cv$$

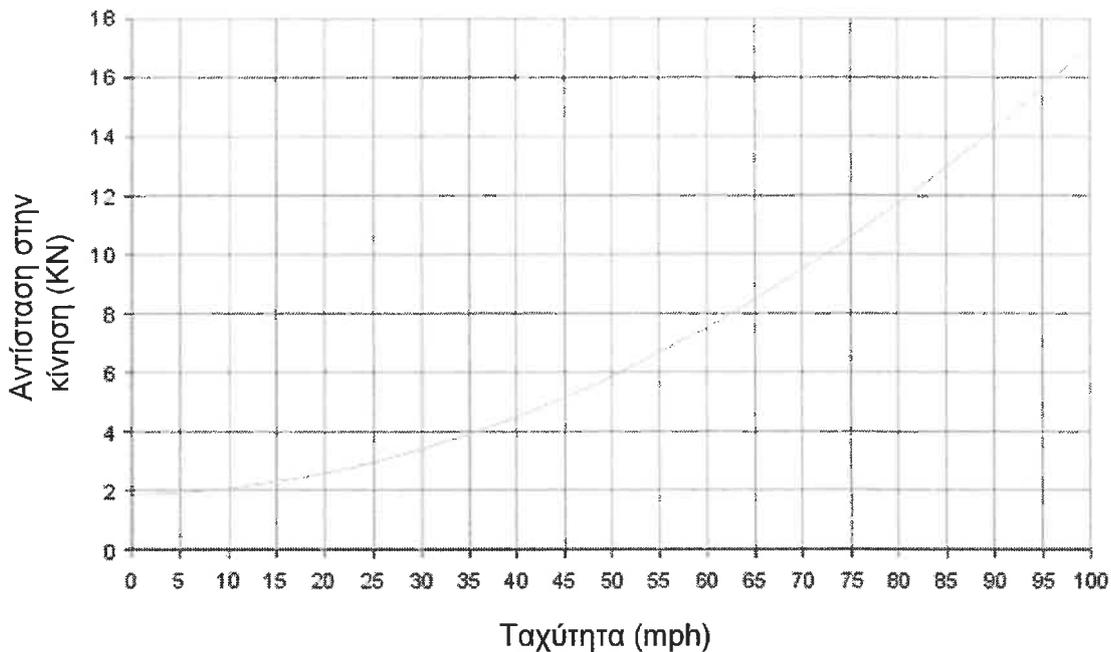
Οι συντελεστές a, b, c είναι χαρακτηριστικά κάθε τραίνου.

Το a αναφέρεται στη δύναμη πέρα της οποίας αρχίζει η κίνηση.

Το b προκύπτει από άλλες μαθηματικές διεργασίες.

Το c αναφέρεται στην αντίσταση του αέρα.

Ακολουθεί το διάγραμμα της αντίστασης κίνησης σε σχέση με την ταχύτητα.



Πέρα όμως από την τριβή και την αντίσταση του αέρα, υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και αφορούν τη χάραξη.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

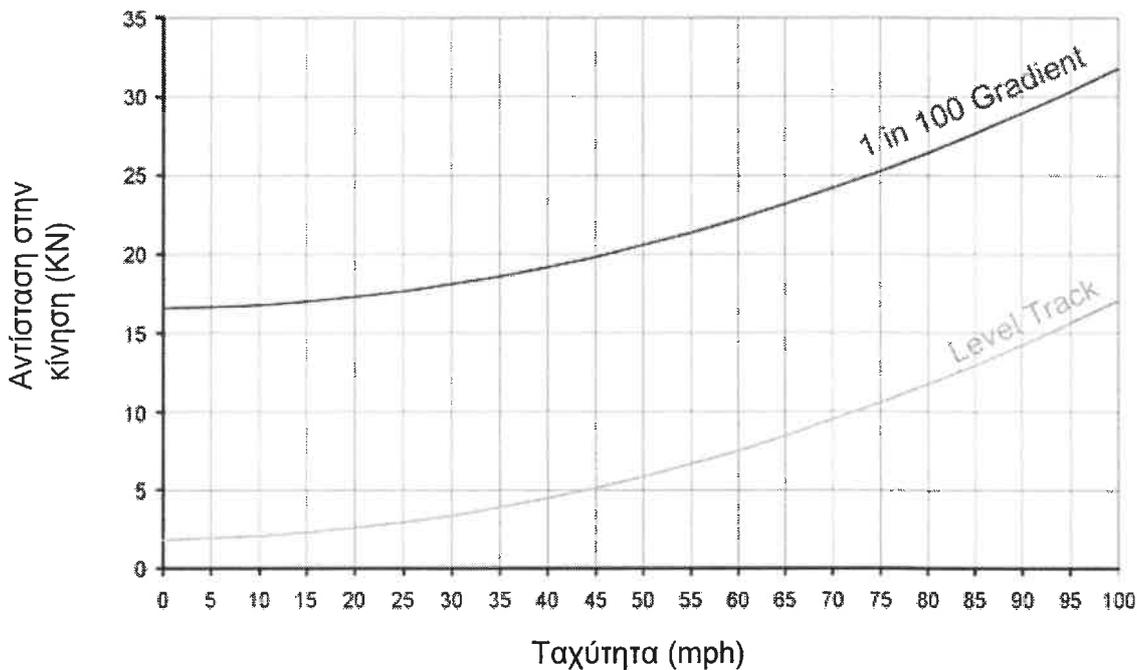
ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο σημαντικότερος από αυτούς έχει να κάνει με την βαρύτητα και είναι η κατά μήκος κλίση της γραμμής.

Αν ο συρμός ταξιδεύει σε ανωφέρεια, η δύναμη της βαρύτητας αντιτίθεται στην κίνηση, με αποτέλεσμα να μεγαλώνει η αντίσταση στην κίνηση.

Αν ο συρμός ταξιδεύει σε κατωφέρεια, μικραίνει η αντίσταση στην κίνηση.

Η επίδραση της κατά μήκος κλίσης στην κίνηση φαίνεται στο διαγράμματα Αντίστασης Κίνησης – Ταχύτητας.



Στην συνολική αντίσταση κίνησης θα πρέπει να προσθέσουμε και την αντίσταση που οφείλεται όχι μόνο στην κατά μήκος κλίση αλλά και στις οριζοντιογραφικές καμπύλες της χάραξης. Η συμβολή αυτών είναι σε σχέση με την μηκοτομική κλίση μικρή. [8]

Κατά μήκος κλίση 1%, προσθέτει αντίσταση στην κίνηση 20 rounds (9.074 kg) ανά 1000 kg συρμού. Σε έναν όμοιο συρμό, για μια καμπύλη 1° έχουμε αύξηση της αντίστασης κατά 0.8 rounds (0.3697 kg). Δηλαδή καμπύλη 1° θα μπορούσαμε να πούμε ότι ισοδυναμεί με κατά μήκος κλίση της τάξεως του 0.04%.

Θα πρέπει δηλαδή να προσαρμόσουμε τις τελικές κλίσεις της χάραξης σύμφωνα με την αντίσταση που θα συναντήσει στην πράξη ο συρμός κατά την κίνηση.

[8] WHAT HAPPENS WHEN A TRAIN GOES INTO A CURVE? : MATTHEW TAYLOR

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η προσαρμογή αυτή γίνεται σύμφωνα με τον τύπο

$$Gr=0.04*D$$

Gr : Το ποσοστό της κατά μήκος κλίσης, το οποίο πρέπει να προσθέσουμε στην σχεδιαζόμενη για να προκύψει η πραγματική.

D : Οι μοίρες της καμπύλης.

Σύμφωνα με τον τύπο αυτό προκύπτει οι παρακάτω πίνακες, για τιμές κλίσεως 1% ο πρώτος και 2% ο δεύτερος.

Καμπύλη σε Μοίρες	Κλίση Πρίν την Προσαρμογή		Κλίση Μετά την Προσαρμογή	
	Μηκοτομική Κλίση	Κλίση που προκύπτει τελικά	Μηκοτομική Κλίση	Κλίση που προκύπτει τελικά
1	1	1.04	0.96	1
2	1	1.08	0.92	1
3	1	1.12	0.88	1
4	1	1.16	0.84	1
5	1	1.2	0.8	1
6	1	1.24	0.76	1

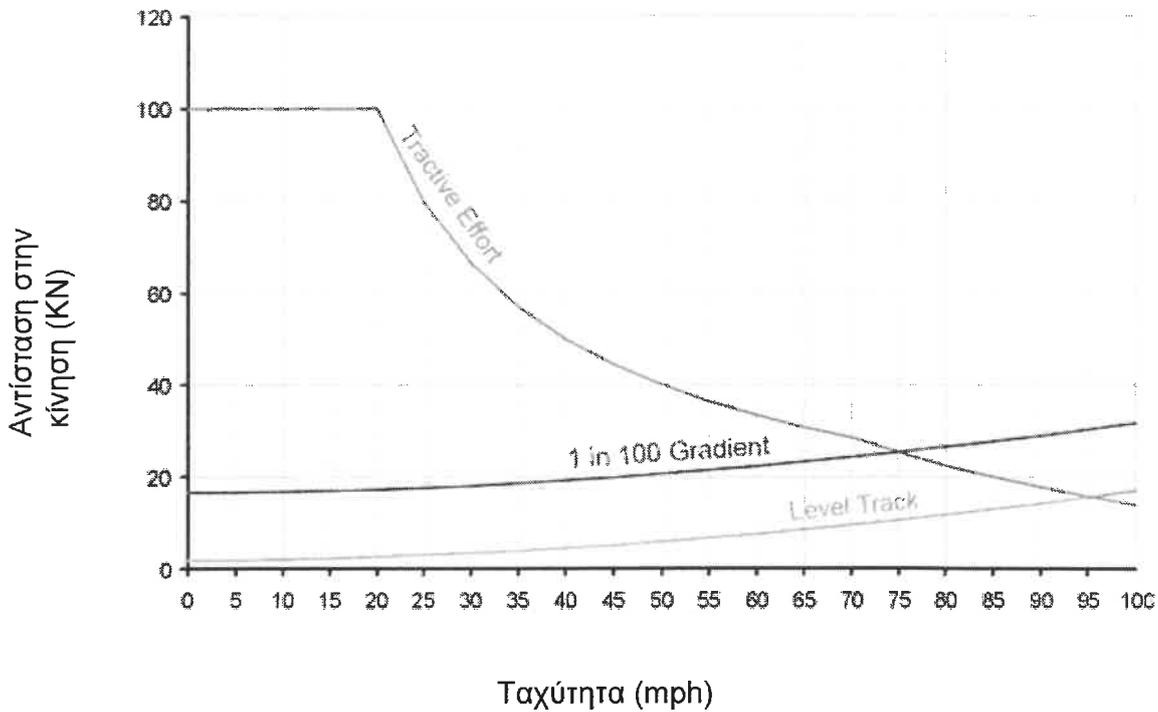
Καμπύλη σε Μοίρες	Κλίση Πρίν την Προσαρμογή		Κλίση Μετά την Προσαρμογή	
	Μηκοτομική Κλίση	Κλίση που προκύπτει τελικά	Μηκοτομική Κλίση	Κλίση που προκύπτει τελικά
1	2	2.04	1.96	2
2	2	2.08	1.92	2
3	2	2.12	1.88	2
4	2	2.16	1.84	2
5	2	2.2	1.8	2
6	2	2.24	1.76	2

Όσο η ελκτική ικανότητα είναι μεγαλύτερη από την συνολική αντίσταση κίνησης, ο συρμός θα επιταχύνει. Το σημείο στο οποίο οι δύο καμπύλες τέμνονται είναι η χρονική στιγμή κατά την οποία επιτυγχάνεται η μέγιστη ταχύτητα.

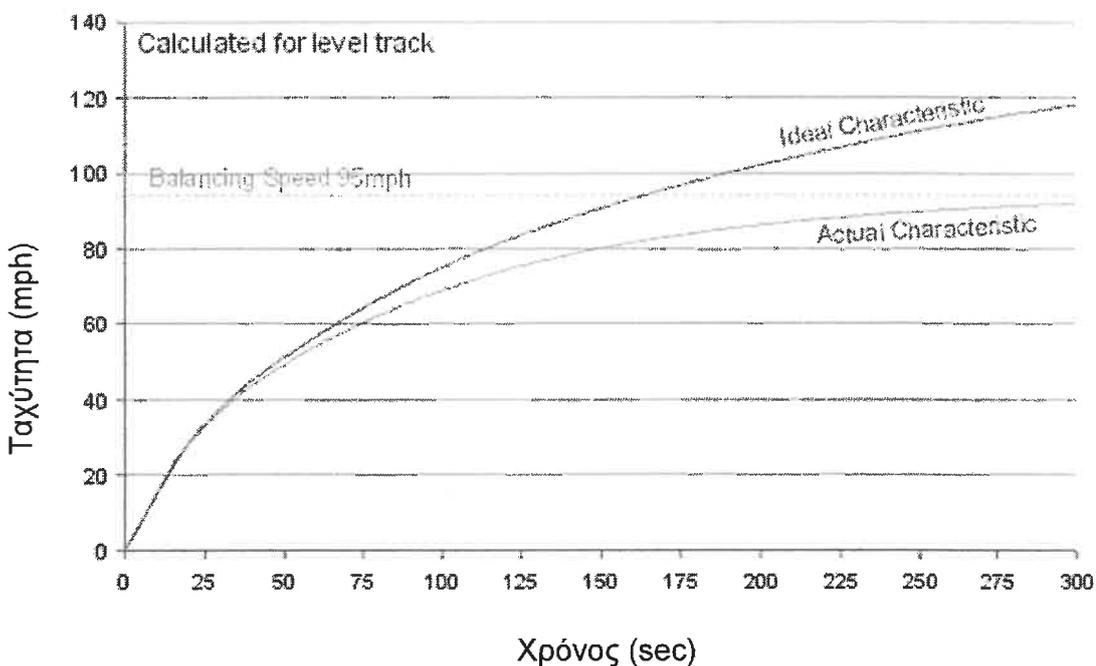
Η διαθέσιμη προς επιτάχυνση δύναμη, είναι η διαφορά ανάμεσα στην καμπύλη ικανότητας κίνησης και στην καμπύλη της συνολικής αντίστασης στην κίνηση, Συνεπώς όσο αυτή η διαφορά μικραίνει, τόσο μειώνεται και η επιτάχυνση.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει την ιδεατή καμπύλη της ταχύτητας με τον χρόνο, αλλά και την καμπύλη που παρουσιάζει την μεταβολή της ταχύτητας με το χρόνο, όπως αυτή γίνεται πραγματικά. [9]



[9] WOOF'S WEBSITE

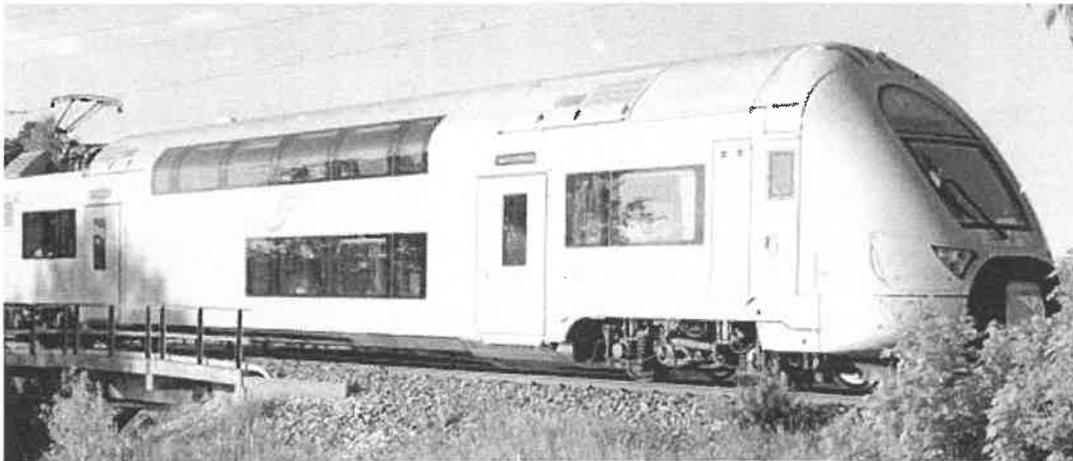
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τεχνικά Χαρακτηριστικά Κινητήριων Μονάδων.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά κινητήριων μονάδων όπως αυτά προέκυψαν από έρευνα στο χώρο του διαδικτύου.

CORADIA train



Technical features

Trainset modularity	2- and 3-car trainsets; multiple units of up to 12 cars
Body shell	Mild steel + high-tensile steel
Length	27.55 / 26.40 m
Width	2.96 m
Height	4.56 m
Access height	645 mm
Capacity per car	Z1: 85 seats plus 2 seats in Train Master Compartment (TMC), Z3: 108 seats Z5: 100 seats
Type of seats	2+2; high comfort level with integrated audio system
Door width	1,300 mm
Maximum speed	200 kph
Performance	Acceleration: 0.64 m/s ² Deceleration: 1.0 m/s ² in security-braking mode and 1.2 m/s ² in emergency-braking mode
Climate resistance	From -35°C/-40°C to +40°C
Crashworthiness	30 t at 110 kph and between two trainsets at 36 kph
Specific provisions	Passenger information system Audio Entertainment System for passengers in option Longitudinal luggage racks and luggage storage Drink and snack dispenser Amenities for passengers with impaired mobility One closed-circuit toilet per car of which one per train for passengers with impaired mobility

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

THALIS 2 duplex



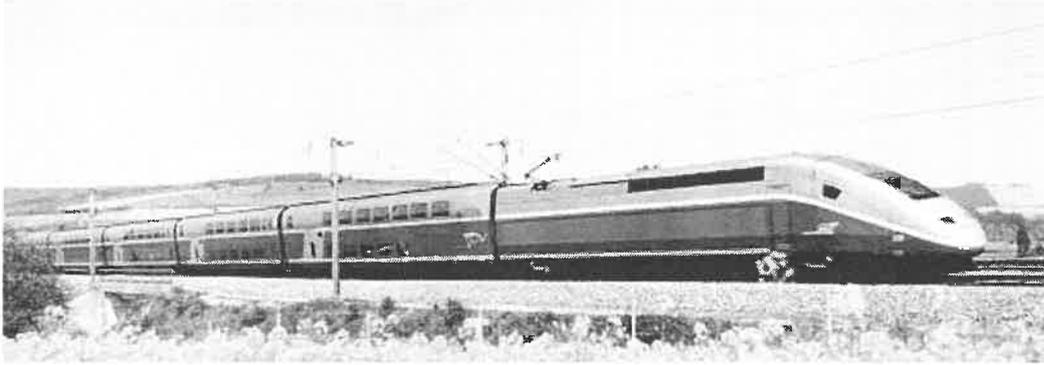
Technical details

Number of trainsets	17
Trainset Configuration	M-8R-M
Carbody	Steel
Capacity	377
Length overall	200 m
Maximum width	2.9 m
Power car bogie centers	14 m
Trailer car bogie centers	18.7 m
Wheel diameter	0.9 m
Weight when laden	415 tonnes
Maximum speed in service	300 km/h
Axle load	17 tonnes
Power supply :	25 kV 50 Hz, 3 kVdc, 15 kV 16Hz 2/3, 1.5 kVdc
Continuous rating at 1.5 kV	3680 KW
Continuous rating at 3 kV	5120 KW
Continuous rating at 15 kV	3689 KW
Continuous rating at 25 kV	8800 kW
Specific amenities	Signaling equipment: TBL 1 memor - TBL 2 - TVM - ATB - Indusi-PZB / LZB -KVB - ERTMS Level 2 Four quadrant traction drive system Air-conditioning and heating Mobility impaired passenger space

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

TGV Train



Technical details

Number of trainsets	132 trainsets
Trainset configuration	M-BR-M
Trailer carbody	Alloy aluminum (power car body is steel)
Capacity	510 (including tip-up seats)
Length overall	200 m
Maximum width	2.9 m
Weight when laden	425 tonnes
Maximum speed in service	320 km/h
Axle load	17 tonnes
Power supply	25 kV 50 Hz and 1500 Vdc, and the 3-current version
Traction	Synchronous with expected introduction of asynchronous
Specific amenities	Low noise level, 65 dB at 300 km/h in passenger lounge Increased seat pitch for greater legroom

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

TGV for Spain



Technical details

Number of trainsets	18 AVE and 6 EUROMED
Trainset configuration	M-8R-M
Carbody	Steel
Capacity	329
Length overall	200 m
Maximum width	2.9 m
Weight in working order	392 tonnes
Weight when laden	421 tonnes
Maximum speed in service	300 km/h
Axle load	17 tonnes
Power supply	25 kV 50 Hz and 3 kVdc
Continuous rating at 25 kV 50 Hz	8800 kW
Continuous rating at 3 kV (EUROMED)	7000 kW
Specific amenities	- Video and individual headphones for every 1 st & 2 nd class seats - Designed to be pressure tight in tunnel - Full air-conditioning

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

CORADIA X60



Technical features

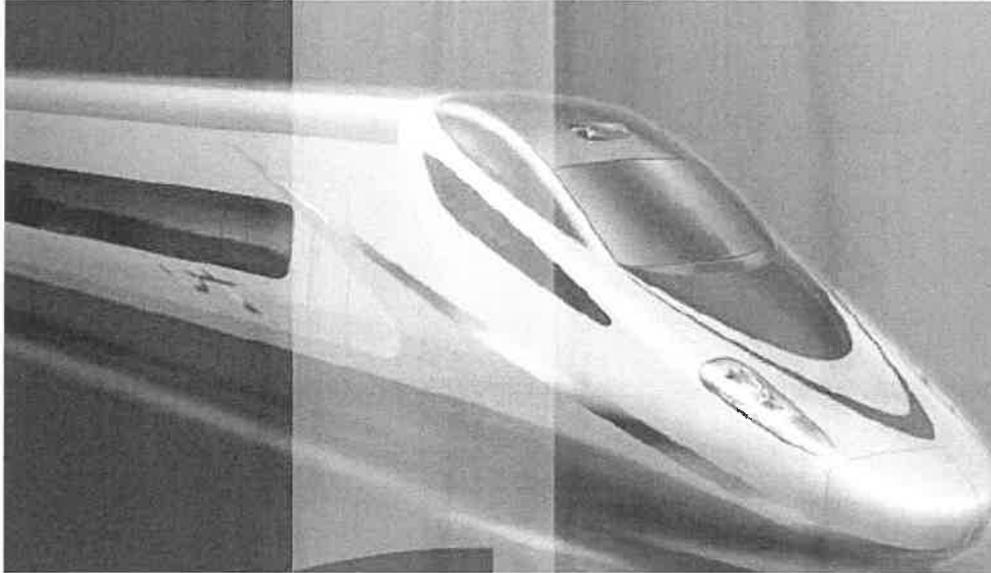
Configuration	Articulated multiple units of six cars
Body shell	Steel
Length	107.100 m
Width	3.258 m
Maximum vehicle height (above TOR*)	4.280 m
Floor height (above TOR*)	790 mm in 92% of vehicle 830 mm in the gangway 1,080 mm in the floor area
Entrance height (above TOR*)	760 mm
Seats	374
Standing capacity	565 (5 passengers/m ²)
Maximum speed	160 kph
Maximum acceleration	1.12 m/s ² from 0-80 kph
Power supply	15 kV, 16 2/3 Hz
Engine power	12 x 250 kW
Specific provisions	Air-conditioning (passenger compartment and driver's cab) Multipurpose areas (1 per end car)

TOR*: Top Of Rail

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

PENDOLINO train



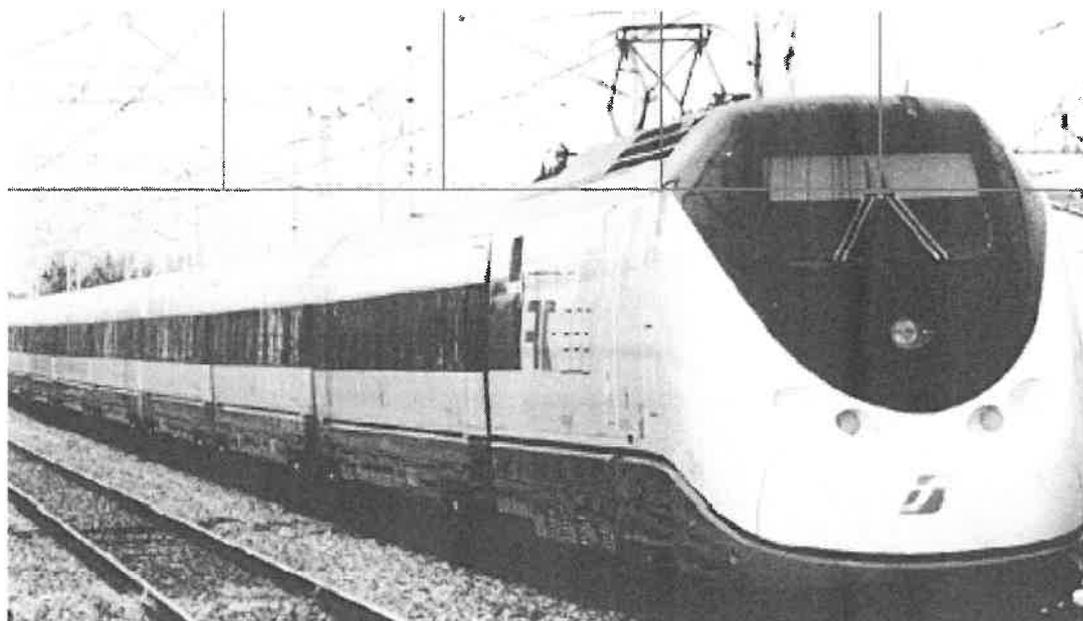
Technical Characteristics

	PENDOLINO® Trenitalia	PENDOLINO® Cisalpino
Train composition	7 cars fitting EMU (2 traction units MMT plus a trailer vehicle) Trainset configuration: MMR-T-TMM	
Bogie gauge	1.435 mm	
Bodyshell material	Aluminium	
Supply voltages	3 kV dc 25kVac 50Hz	3 kV dc 15kVac 16 2/3Hz 25kVac 50Hz
Maximum speed	250 km/h	
Traction power at rims	5.500 kW	
Maximum traction effort	228 kN	
Traction performances (0-40km/h acceleration)	0,48 m/s ²	
Maximum not compensated acceleration	2 m/s ²	
Total trainset length	197,4 m	
Head vehicle length	28,2 m	
Intermediate vehicle length	26,2 m	
Bodyshell width	2,930 mm	
Pivot pitch	19 m	
Floor height from t.o.r.	1,260 mm	
Train weight in normal load condition (seated passengers)	443 t	450 t
Max weight per axle	17 t	
Seated passengers	432	431
Signalling equipment	ERTMS, SCMT	ERTMS, SCMT, ZUB, LZB, PZB, SIGNUM
Passengers Information System	Public address system. Internal and external displays. WiFi intranet with dedicated server. GSM repeaters. Train localisation through GPS. Train/ground communication system through GSM-R/GPRS and WLAN.	
Air conditioning equipment	At-seat audio diffusion system and ceiling mounted LCD monitors	Seats reservation system External video surveillance system
On board service	Touch-screen monitor in the vestibules for on-board intranet Redundant HVAC system on each vehicle. Pressure protection system Bar-bistro Train Manager Office	Restaurant car (18 seats) Train Manager Office

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ETR 500



MAIN FEATURES

Train set

Configuration	Power unit + 11 trailers + Power unit
Seats	590
Maximum speed	oltre 300 km/h
Train mass	598 tons
Continuous rating at rim	8.800 kw

Power Unit

Length over buffers	20.565 mm
Height	4.000 mm
Width	3.020 mm
Distance between pivots	11.450 mm
Bogie wheelbase	3.000 mm
Mass in working order	68 tons
Axle mass	17 tons
Continuous rating at rim	4.400 kw
Propulsion system	Inverter + asynchronous motors
Drag Coefficient (Cx)	0.24

Spending comfort index (Wz) a 300 km/h:

• Vertical	2.07
• Transversal	1.97

Trailer Car

Length over buffers	26.100 mm
Height	3.800 mm
Width	2.860 mm
Distance between pivots	19.000 mm
Bogie wheelbase	3.000 mm
Mass (tare)	42 tons
Axle mass	10,5 tons
Seated accomodation	First class: 52 Second class: 68 1 st special: 26

Spending comfort index (Wz) a 300 km/h:

• Vertical	2.56
• Transversal	2.04

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

TAF double neck commuter rail



PHYSICAL CHARACTERISTICS AND PERFORMANCE

Train composition:

1 Motor car (M)+2 Trailers (R)+1 Motor car (MH)

Total length over couplers	103970 mm
Maximum distance between end doors (2 coupled units)	102300 mm
Motor car length	25895 mm
Trailer car length	26090 mm
Body width	2828 mm
Maximum curve radius	4300 mm
Minimum curve radius	120 m
Lower deck headroom	1915 mm
Upper deck headroom	1910 mm
Doors per side	8
Entry/exit platform floor-to-rail height	650 mm
Motor bogie wheelbase	2700 mm
Trailer bogie wheelbase	2550 mm
Total passenger capacity	841
Seating places	469
Standing places	372
Disabled	1
Nominal line voltage	3000 Vdc
Operating voltage range	2000+4000 Vdc
Continuous power at wheels	2509 kW
Speed range at maximum power	58.2+100 kmph
Maximum power at wheels	3640 kW
Peak traction effort	214 kN
Continuous traction effort	147 kN
Traction effort at maximum speed	66.8 kN
Maximum operating speed	140 kmph
Continuous electric braking effort	100 kN
Continuous power at wheels during electric braking	1150 kW
Maximum power at wheels during electric braking	3397 kW
Minimum operating speed for electric braking	10:35 kmph
Totally full loaded weight	273 t
Total empty weight	210 t

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

EMU CLASS 72



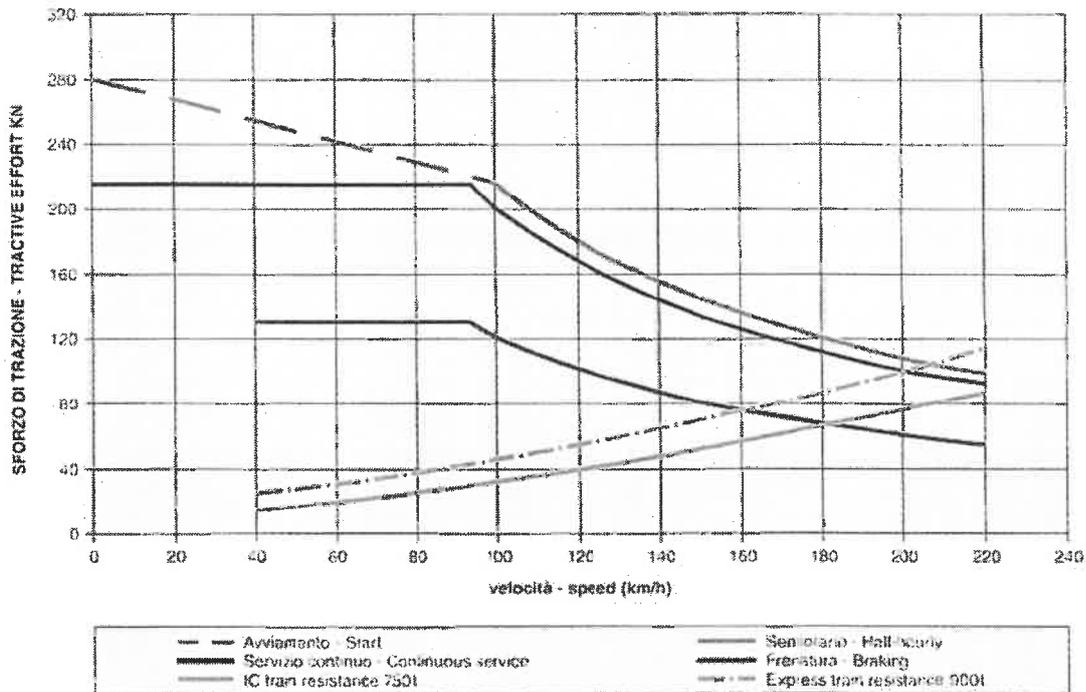
PHYSICAL CHARACTERISTIC AND PERFORMANCE

- Length over coupler faces	85.57 m
- Max overall car width	3100 mm
- Max height, including equipment	4250 mm
- Gauge	1435 mm
- Car floor height from t.o.r.	750/1210 mm
- Bogie wheelbase:	
- Motor bogie	2500 mm
- Single axle running gear (composed)	1300+1300 mm
- Wheel diameter (new/worn)	920/850 mm
- Doors per side	8
- Door width	1400 mm
- Tare weight	156 t
- Maximum axle load	20.3 t
- Total seated passengers	310
- Handicapped passenger area	1
- Toilets	1
- Minimum horizontal curve radius	120 m
- Powered axles	4
- Carrying axles	6
- Nominal line voltage	15 kV-16 2/3 Hz
- Maximum power	2550 kW
- Maximum speed	160 km/h
- Maximum acceleration	0.85 m/s ²
- Maximum deceleration	0.9 m/s ²

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

E 402B



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

E 402C



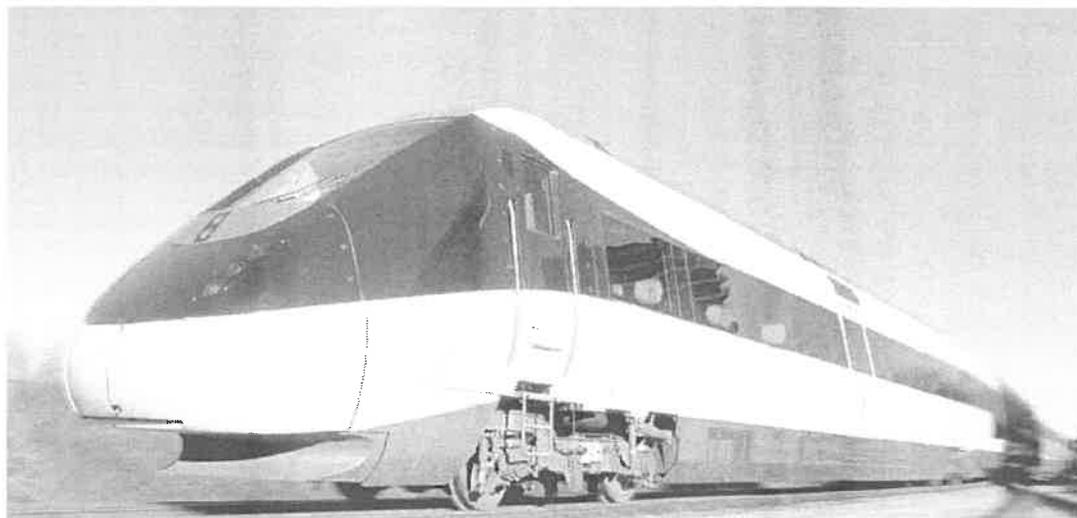
Main Features

Continuous rating	5600 kW
Peak rating	6000 kW
Voltage	15 kV 16.^{2/3} Hz 25 kV 50 Hz ac
	3 kV dc
Max speed	220 kph
Cont. Traction effort	215 kN
Peak Traction effort	280 kN
IGBT water cooled inverter drive 4 asynchronous traction motors	
Wheel arrangement	Bo-Bo
Length	19420 mm
Height	4310 mm
Width	3000 mm
Weight	86 tons
Bogie pitch	2750 mm
Body material	steel

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

DMU IC4



MAIN FEATURES

- Train unit composition	4 articulated cars
- Carshell material	Light alloy
- Train length	86 m
- Max overall car width	3145 mm
- Max height	4200 mm
- Gauge	1435 mm
- Car floor height from t.o.r.	600/1290 mm
- Distance between pivots	19100 mm
- Bogies wheelbase	3000 mm
- Wheel diameter (new/worn)	860/800 mm
- Doors per side	4
- Door width	1400 mm
- Tare weight	140 t
- Total seated passengers	208
- Disabled passengers area	1
- Toilets	3 (1 for disabled)
- Powered axles	4
- Carrying axles	6
- Propulsion: diesel engines with mechanical transmission	
- Diesel engines/max power	4 x 560 kW
- Maximum speed	200 km/h
- Maximum acceleration	0.9 m/s ²
- Maximum deceleration	1.2 m/s ²

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Προμελέτη νέας σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας – Ιωαννίνων.

Περιοχή του έργου

Γεωγραφική θέση του έργου

Το σύνολο του έργου τοποθετείται στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Ηπείρου και κινείται μεταξύ των Νομών Θεσπρωτίας και Ιωαννίνων. Το έργο περιλαμβάνει τη σιδηροδρομική σύνδεση μεταξύ Ηγουμενίτσας και Καλαμπάκας.

Στόχος της σύνδεσης αυτής είναι η δημιουργία άξονα επικοινωνίας μεταξύ της Δυτικής και της Κεντρικής - Ανατολικής Ελλάδας. Η σύνδεση αυτή αποτελεί σημαντική δίοδο μεταφορών μεταξύ Ελλάδος και Ευρώπης καθόσον καταλήγει στον λιμένα της Ηγουμενίτσας, ο οποίος μαζί με την Πάτρα ανήκει στους κύριους δυτικούς λιμένες της χώρας.

Η εν λόγω μελέτη αποτελεί μέρος του Κοινοτικού προγράμματος για την ανάπτυξη του Ευρωπαϊκού Δικτύου Συνδυασμένων Μεταφορών, που θα αποτελείται από σιδηροδρομικούς και οδικούς άξονες σε συνάρτηση με θαλάσσιες μεταφορές και ειδικότερα εντάσσεται στα πλαίσια ανάπτυξης του Δυτικού Άξονα.

Όπως είναι γνωστό στην περιοχή δεν υπάρχει σιδηροδρομική γραμμή και η εμπορευματική και επιβατική κίνηση εξυπηρετείται από το οδικό δίκτυο. Υπάρχει όμως η χάραξη της Εγνατίας Οδού, η οποία σε πολλά τμήματα της ήδη έχει κατασκευαστεί και κυκλοφορείται..

Γεωμορφολογία του εδάφους

Μελετώντας την ευρύτερη ζώνη διέλευσης της χάραξης της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας - Ιωαννίνων διαπιστώνεται ότι με εξαίρεση το τμήμα της χάραξης που διέρχεται από την πεδινή περιοχή του κάμπου των Ιωαννίνων, όλη η υπόλοιπη περιοχή παρουσιάζει ημιορεινή έως ορεινή μορφολογία με έντονο πολλές φορές ανάγλυφο και πλούσιο δίκτυο απορροής, που έχει σχηματιστεί συνήθως κατά μήκος των ζωνών αδυναμίας των αναπτυσσόμενων στην περιοχή αυτή πετρωμάτων. Τεράστιοι ορεινοί όγκοι (Όρη Παραμυθιάς, όρη Σουλίου, Θεσπρωτικά όρη, όρος Τόμαρος) εκτείνονται από Βορρά προς Νότο. Τα υψηλά τους σημεία ξεπερνούν το υψόμετρο των 1000μ.

Η μορφολογία αυτή της περιοχής που εξετάζεται ανταποκρίνεται στη λιθολογική σύσταση και δομή σχηματισμών, δηλαδή στην παρουσία μαλακών και ευαποσάθρωτων λιθολογικών τύπων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

(ιλυόλιθοι, μάργες, κλπ.) σε εναλλαγή με σκληρότερους και συνεκτικώτερους τύπους πετρωμάτων (όπως ψαμμίτες, ασβεστόλιθοι, κλπ.), όπως τα ιζήματα του φλύσχη και του νεογενούς, καθώς και στον τεκτονισμό των προγενέστερων ανθρακικών ιζημάτων. Οι σχηματισμοί αυτοί δομούν την περιοχή και η όλη συμπεριφορά τους στις αποσαθρωτικές - διαβρωτικές διεργασίες, έχουν σαν αποτέλεσμα τη διαμόρφωση χαραδρώσεων ποικίλων διαστάσεων αλλά συνήθως με μεγάλο σχετικά άνοιγμα και μικρό σχετικά βάθος, ενώ διατηρούν τα πρηνή τους με μέτριες έως ισχυρές κλίσεις.

Οι ποταμοί που κυλούν στην περιοχή, ο Θύαμις (Καλαμάς) και ο Τύριας στη βόρεια ζώνη και ο Αχέροντας στη νότια, σχηματίζουν κοιλάδες ανάμεσα στους ορεινούς όγκους. Στην περιοχή μελέτης υπάρχουν επίσης δύο μεγάλες λίμνες:

Η λίμνη των Ιωαννίνων (Παμβώτις), η οποία βρίσκεται στα βορειοανατολικά, δίπλα στην πόλη των Ιωαννίνων, και

Η λίμνη Λιμνοπούλα (Χότχοβα), η οποία σχηματίζεται στα δυτικά του οικισμού της Παραμυθίας. Η Λιμνοπούλα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αποξηραίνεται και χρησιμοποιείται ως βοσκότοπος.

Η παραπάνω εικόνα του εδάφους σε συνδυασμό με την ανώτατη επιτρεπτή κλίση της ερυθράς έχει σαν αποτέλεσμα μεγάλα τμήματα των χαράξεων να διέρχονται υπόγεια σε σήραγγες και C&C, ενώ παράλληλα επιβάλλει αλληπάλληλα ορύγματα και συχνές γεφυρώσεις.

Η χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής έχει σαν αφετηρία το $H = \pm 1.60m$ (υψόμετρο κρηπιδώματος στο λιμένα Ηγουμενίτσας) και σαν τέλος το $H \approx 500m$ (υψόμετρο του οροπεδίου στην ευρύτερη περιοχή των Ιωαννίνων). Είναι φανερή από τα παραπάνω η δυσκολία που υπάρχει στην μηκοτομική χάραξη της σιδ/κής γραμμής, καθόσον πρέπει να καλυφθεί υψομετρική διαφορά 500m περίπου.

Πληθυσμιακά στοιχεία

Η Ήπειρος ήταν πάντα φτωχή και άγονη περιοχή και λόγω της μορφολογίας του εδάφους έμεινε αραιοκατοικημένη και απομονωμένη. Η έκταση των οικισμών καλύπτει μόλις το 3,8% της συνολικής έκτασης του διαμερίσματος.

Στο Νομό Θεσπρωτίας οι σημαντικότεροι οικισμοί είναι η Ηγουμενίτσα με πάνω από 7.000 κατοίκους, η Παραμυθιά με πάνω από 2.500 κατοίκους και οι Φιλιάται με περίπου 2.600 κατοίκους. Μικρότεροι οικισμοί όπως ο Παραπόταμος, η Πέρδικα, το Μαργαρίτι, η Μαζαρακιά έχουν πληθυσμό μικρότερο από 2.000 κατοίκους.

Στο Νομό Ιωαννίνων δεσπόζει η πόλη των Ιωαννίνων, η οποία είναι η πρωτεύουσα της Ηπείρου με περίπου 60.000 κατοίκους, το μεγαλύτερο εμπορικό, βιομηχανικό και πνευματικό κέντρο του διαμερίσματος. Οι μεγαλύτεροι οικισμοί συγκεντρώνονται στην ευρύτερη περιοχή του οροπεδίου των Ιωαννίνων (Ανατολή, Πέραμα κλπ.). Σημαντικός οικισμός η Δωδώνη (λόγω του Μαντίου), η οποία όμως έχει πολύ λίγους κατοίκους.

Χρήσεις γης

Ο ορεινός χαρακτήρας της Ηπείρου επηρεάζει ιδιαίτερα τις χρήσεις γης. Από τα στοιχεία της απογραφής Γεωργίας – Κτηνοτροφίας του 1981, διαπιστώνονται τα ακόλουθα

Μόνο το 14% και το 9% των εκτάσεων των Νομών Θεσπρωτίας και Ιωαννίνων, αντίστοιχα, καλλιεργείται γεωργικά.

Το ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό βοσκοτόπων (72% και 54%) που στηρίζει την αυξημένη κτηνοτροφική δραστηριότητα της περιοχής.

Το ιδιαίτερα χαμηλό, σε σχέση με το δυναμικό της περιοχής, ποσοστό δασοκάλυψης, αφού τα δάση καλύπτουν μόνο 30% και 8% αντίστοιχα των νομών Θεσπρωτίας και Ιωαννίνων.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Αρχαιολογικά και Τουριστικά στοιχεία.

Η περιοχή του έργου κατοικείται αδιάλειπτα για πολλές χιλιετηρίδες, με αποτέλεσμα να υπάρχουν διάσπαρτα πολλά και ενίοτε αξιόλογα αρχαιολογικά μνημεία.

Στην περιοχή των οικισμών Άνω και Κάτω Κορύτιανης και Διλόφου πιθανολογείται η ύπαρξη μνημείων, ενώ στις περιοχές του Αγ. Νικολάου, της Αγ. Αναστασίας και του Ανθοχωρίου έχουν εντοπιστεί λείψανα αρχαίων ακροπόλεων σε απόσταση μεγαλύτερη των 2 km από την χάραξη εφόσον αυτή είναι επίγεια ή με τη χάραξη να διέρχεται σε σήραγγα.

Το σημαντικότερο μνημείο που εντοπίζεται κατά μήκος της χάραξης είναι ο αρχαιολογικός χώρος της Δωδώνης που εμπίπτει σε ζώνη προστασίας Α. Η χάραξη στην περιοχή αυτή βρίσκεται σε σήραγγα μεγάλου βάθους και δεν επηρεάζει την αξιόλογη αυτή περιοχή.

Στην περιοχή που περικλείεται από τους οικισμούς Μπάφρα, Νεοκαισάρεια, Κουσελίο και Καστρίτσα εντοπίζονται γνωστές αρχαιολογικές θέσεις, ενώ ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο λόφος της Καστρίτσας με τα ερείπια στην κορυφή και τα σπήλαια στους πρόποδες του.

Τουριστικά και παραθεριστικά κέντρα με έντονη κίνηση κατά μήκος της χάραξης βρίσκονται μόνο στην αρχή και το τέλος της χάραξης.

Στην αρχή της χάραξης βρίσκεται ο λιμένας της Ηγουμενίτσας, ο οποίος αποτελεί τη βορειοδυτική πύλη της Ελλάδας και εμφανίζει έντονο τουριστικό χαρακτήρα (ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες) λόγω της πορθμειακής σύνδεσής του με Κέρκυρα και κατ' επέκταση με Ιταλία.

Παραθεριστικό κέντρο αποτελεί και ο όρμος της Πλαταριάς που βρίσκεται νοτίως του λιμένα.

Στο τέλος της χάραξης βρίσκεται η πόλη των Ιωαννίνων, κέντρο της περιοχής και πόλος έλξης τουριστικής κίνησης.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο

Το οδικό δίκτυο στην περιοχή της Ηπείρου είναι πολύ πτωχό και ελλιπές και αυτό έχει σαν συνέπεια την απομόνωσή της από την υπόλοιπη Ελλάδα. Υπάρχουν αυτή τη στιγμή τρεις οδικοί άξονες οι οποίοι πλαισιώνουν την περιοχή μελέτης. Η Εγνατία Οδός η οποία έχει αντικαταστήσει την Ε.Ο. Ιωαννίνων - Ηγουμενίτσας, στα δυτικά η Ε.Ο. Πρέβεζας - Ηγουμενίτσας και στα ανατολικά της περιοχής η Ε.Ο. Άρτας - Ιωαννίνων, η οποία συνδέει τη νότια με την δυτική Ελλάδα. Στο εσωτερικό το οδικό δίκτυο αποτελείται από μικρές και λίγες οδούς, οι οποίες εξασφαλίζουν την επικοινωνία των οικισμών μεταξύ τους.

Στο μέλλον βέβαια αναμένεται να βελτιωθεί η κατάσταση αισθητά με την Εγνατία Οδό, της οποίας πολλά τμήματα ήδη βρίσκονται σε φάση κατασκευής.

Το σιδηροδρομικό δίκτυο στους νομούς Θεσπρωτίας και Ιωαννίνων είναι ανύπαρκτο. Άλλο τμήμα του υπό μελέτη έργου φθάνει μέχρι την Καλαμπάκα, όπου θα συνδεθεί με την υπάρχουσα και υπό αναβάθμιση γραμμή Καλαμπάκα – Παλαιοφάρσαλος και την υπό μελέτη γραμμή Καλαμπάκα – Σιάμισα – Κοζάνη.

Σχεδιασμός σιδηροδρομικής Γραμμής

Γενικά

Η χάραξη και ο σχεδιασμός της γραμμής στην παρούσα φάση, εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η γεωλογία της περιοχής, οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί, τα εφαρμοζόμενα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, η τοπογραφία, το κόστος κλπ. Παρακάτω αναφέρονται συνοπτικά τα κυριότερα στοιχεία των παραμέτρων που επηρεάζουν τη χάραξη. Περισσότερα στοιχεία και λεπτομέρειες μπορούν να βρεθούν στις αντίστοιχες μελέτες.

Περιβαλλοντικά Στοιχεία

Οι επιπτώσεις που θα προκαλέσει το έργο στο περιβάλλον προσδιορίζονται κυρίως στη φάση κατασκευής και αφορούν τους χώρους αποθέσεις και δανειοληψίας καθώς και την κατάληψη στη ζώνη χάραξης. Πρόκειται για επιπτώσεις άμεσες και τοπικού χαρακτήρα, ενώ οι επιπτώσεις κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου περιορίζονται στη μεταφορά των επικινδύνων φορτίων, και στο δίκτυο υψηλής τάσης άνωθεν της γραμμής. Οι περιβαλλοντικοί αυτοί κίνδυνοι αντιμετωπίζονται από το γενικότερο πλαίσιο μεταφοράς επικινδύνων φορτίων και εγκατάστασης δικτύων υψηλής τάσης στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με τους περιβαλλοντικούς όρους για το σχεδιασμό της σιδ/κης γραμμής θα πρέπει:

Να περιοριστούν στο ελάχιστο τα επιχώματα,

Οι γεφυρώσεις ρεμάτων και ποταμών να γίνουν με τέτοιο τρόπο που να θίγουν στο ελάχιστο την παρόχθια βλάστηση, χωρίς να γίνονται σημαντικές επιχωματώσεις προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το μήκος των γεφυρών,

Να μην υπάρχουν επιχώματα ύψους μεγαλύτερου των 15m,

Στις περιπτώσεις εκτεταμένων επιχωμάτων των οποίων το μήκος υπερβαίνει τα 200m, το μέγιστο ύψος του όλου επιχώματος θα είναι μικρότερο των 3m,

Να αποφευχθούν τα ορύγματα ύψους μεγαλύτερου των 20m.

Η χάραξη έχει ακολουθήσει στο μέγιστο δυνατό βαθμό τους περιβαλλοντικούς όρους. Εξαιρέση αποτελεί το μήκος της χάραξης όπου η γραμμή ακολουθεί την Εγνατία Οδό. Για την

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

καλύτερη ένταξη στο περιβάλλον και για να μην επιβαρυνθούν περισσότερο οι περιοχές τις οποίες διασχίζει η σιδηροδρομική γραμμή, η χάραξη αναπτύσσεται σε επαφή με την Εγνατία Οδό και περίπου σε ισοσταθμία, με τη σιδηροδρομική γραμμή να βρίσκεται ελαφρά ψηλότερα. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται τα εκτεταμένα επιχώματα, η δημιουργία "νεκρών" περιοχών ανάμεσα από τα δύο έργα και η επιπρόσθετη οπτική παρενόχληση.

Στις περιοχές όπου η σιδηροδρομική γραμμή κινείται σε κοινό επίχωμα ή γεινιάζει με την Εγνατία Οδό, το υψόμετρο της ερυθράς της σιδηροδρομικής γραμμής ακολουθεί αναγκαστικά το υψόμετρο της Εγνατίας Οδού με μικρή απόκλιση που επιβάλλεται από τους σχετικούς κανονισμούς ασφαλείας. Στις περιοχές αυτές (όπου εμφανίζεται γενικά επίχωμα μεγαλύτερο από 3m, αλλά μικρότερο από 15m, για μήκη που ξεπερνούν τα 200m) είναι ανέφικτο τεχνικά να κατέβει σε υψομετρική διαφορά 3m από το έδαφος, για λόγους χάραξης (μηκοτομική αδυναμία), αποκατάστασης του οδικού δικτύου (στις θέσεις Τεχνικών ρεμάτων ή Κάτω Διαβάσεων της Εγνατίας Οδού είναι υποχρεωτικό και αυτονόητο η σιδηροδρομική γραμμή έχει ίδια υψομετρία με την Εγνατία Οδό) αλλά και για λόγους ασφαλείας. Θα ήταν επίσης άσκοπο περιβαλλοντικά και ανέφικτο οικονομικά να βρίσκεται σε γέφυρα καθ' όλο το μήκος αυτό δίπλα στην Εγνατία, η οποία βρίσκεται σε επίχωμα.

Σε περιοχές που εμφανίζονται επιχώματα μεγαλύτερα από 15m ή ορύγματα μεγαλύτερα από 20m στον άξονα της γραμμής, αυτά αντικαθίστανται με τεχνικά έργα γεφύρωσης ή σήραγγες και cut & cover.

Επιλογή ζώνης διέλευσης της χάραξης.

Κατά την πρώτη φάση της μελέτης εξετάσθηκαν τρεις ζώνες διέλευσης εναλλακτικών χαράξεων, οι οποίες περιλαμβάνουν συνολικά εννέα λύσεις : η βόρεια ζώνη που περιλαμβάνει 4 διαφορετικές πορείες, η κεντρική ζώνη με 3 διαφορετικές πορείες και η νότια με 2 πορείες. Σε όλες τις λύσεις εφαρμόσθηκαν οι προδιαγραφές χάραξης του Νέου Κανονισμού Επιδομής Γραμμής. Οι συρμοί προβλέπεται ότι θα κινηθούν με ηλεκτροκίνηση. Οι προδιαγραφές έδωσαν τις κατευθύνσεις και όρισαν κάποια κοινά σημεία αναφοράς των χαράξεων, τα οποία φαίνονται παρακάτω:

I. Αφετηρία Μελέτης : Σταθμός Ηγουμενίτσας

Αξιολογώντας τα δεδομένα, η μελέτη ορίζει τον Τερματικό Σιδηροδρομικό Σταθμό στην Πεδιάδα της Ηγουμενίτσας νότια της ομώνυμης πόλης. Οι λόγοι που οδήγησαν σ'αυτό είναι πολλοί. Η κατάληξη της σιδηροδρομικής γραμμής στον πορθμειακό λιμένα της Ηγουμενίτσας ευνοεί την υλοποίηση ενός νέου σύγχρονου λιμένα συνδυασμένων μεταφορών στην Ηγουμενίτσα. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι η δημιουργία της τερματικής εγκατάστασης της Σ.Γ. σε κάποια άλλη θέση και θα δημιουργούσε διάφορα προβλήματα:

α. Κατασκευή νέων λιμενικών εγκαταστάσεων.

β. Δυσκολία εξυπηρέτησης των επιβατών από και προς Ιταλία ή Κέρκυρα και των επισκεπτών της Ηγουμενίτσας, λόγω της απόστασης του νέου πορθμειακού λιμένα από το καταληκτικό σημείο της Σ.Γ. και κατά συνέπεια Κατασκευή νέων έργων σύνδεσης (π.χ. οδικής) μεταξύ αυτών.

γ. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά την λειτουργία του έργου, πολύ δυσμενείς, αφού θα επηρεάσουν σαφώς τον σημερινό τουριστικό χαρακτήρα της περιοχής.

δ. Εκτός από τα παραπάνω υπάρχει το πρόσθετο πρόβλημα αναίτιας μετακίνησης προσωπικού (Λιμενικοί-Τελωνιακοί - Τεχνικοί - Φορτοεκφορτωτές κλπ) σε καθημερινή βάση από και προς την Ηγουμενίτσα για την επάνδρωση των νέων εγκαταστάσεων.

Γίνεται σαφές από τα προαναφερθέντα ότι η χωροθέτηση της τερματικής σιδηροδρομικής εγκατάστασης στην εκτός της πόλης της Ηγουμενίτσας, όχι μόνο δεν θεωρείται πιθανή λύση, αλλά αντενδεικνύεται κιόλας.

Έτσι, λοιπόν, ο Τερματικός Σιδηροδρομικός Σταθμός προτείνεται να χωροθετηθεί στο νότιο πέρας του λιμένα, στα όρια του πολεοδομικού συγκροτήματος της Ηγουμενίτσας. Στον λιμένα υπάρχει περιοχή, η οποία κρίνεται επαρκής για την κατάληξη της Σ.Γ.

Με βάση όλα όσα αναφέρθηκαν στην παρούσα παράγραφο και τη μορφολογία του εδάφους (έντονο ανάγλυφο και απότομες κλίσεις πρανών) η χωροθέτηση του Σταθμού στη θέση αυτή θεωρείται μονοσήμαντη. Για το λόγο αυτό απορρίπτεται η λύση ΛΚ4 που προτείνει θέση του τερματικού σταθμού άλλη από αυτή του λιμένα Ηγουμενίτσας.

II. Ζώνες διέλευσης Μελέτης

Από τη διερεύνηση που έγινε, διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

α. Στη ζώνη των βορείων λύσεων (και κυρίως βαδίζοντας από το κέντρο της περιοχής προς Βορρά) το έδαφος είναι απόκρημνο με πολύ έντονο ανάγλυφο και αναγκάζει τις χαράξεις (σε συνδυασμό με τις μικρές επιτρεπτές μηκοτομικές κλίσεις) να κινηθούν ως επί το πλείστον σε μεγάλες σήραγγες.

β. Στη ζώνη των κεντρικών λύσεων (αν εξαιρέσουμε την "ευθύγραμμη λύση") το έδαφος είναι ηπιότερο και επιτρέπει την δημιουργία σηράγγων με αποδεκτά μήκη, καθώς επίσης και την κίνηση της Σ.Γ. σε ανοιχτή γραμμή.

Η ζώνη αυτή θεωρείται η πιθανότερη για την πορεία της χάραξης της Σ.Γ.

γ. Στη ζώνη των νοτίων λύσεων περιλαμβάνονται δύο τελείως διαφορετικές χαράξεις, πολύ απομακρυσμένες μεταξύ τους. Η μία, η οποία κινείται πλησιέστερα στη ζώνη των κεντρικών λύσεων εμφανίζει τις δυσκολίες των βορείων λύσεων, διότι το έδαφος έχει παρόμοια μορφολογία. Η άλλη νότια λύση η οποία κινείται σε περιτορεία γύρω από τους τεράστιους ορεινούς όγκους της Παραμυθιάς και του Σουλίου βρίσκεται κατά ένα μεγάλο μέρος σε ανοιχτή γραμμή

(μεγαλύτερο συγκριτικά με όλες τις υπόλοιπες).

III. Τέλος Μελέτης: Σταθμός Ιωαννίνων

Από την διερεύνηση που έγινε προτείνονται δύο θέσεις για τον Σταθμό των Ιωαννίνων:

α. Ανατολικά του λόφου της Καστρίτσας κατόντη του οικισμού της Βασιλικής.

β. Στην περιοχή που ορίζεται μεταξύ της Εθνικής Οδού Άρτας - Ιωαννίνων (στα δυτικά), της Εγνατίας οδού (στα βόρεια) και των οικισμών Μπάφρας και Νεοκαισάρειας (στα ανατολικά).

Η πρώτη θέση, η οποία είναι και η προτεινόμενη, θεωρείται προσφορότερη λόγω μεγαλύτερης έκτασης και μικρότερης όχλησης του περιβάλλοντος. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με την χάραξη του επομένου τμήματος Ιωάννινα - Καλαμπάκα.

Η δεύτερη θέση, η οποία θεωρείται εναλλακτική, έχει το πλεονέκτημα ότι βρίσκεται πιο κοντά στην πόλη των Ιωαννίνων, όμως η περιοχή ανάπτυξης είναι μικρότερη σε έκταση. Η σύνδεση με το επόμενο τμήμα είναι επίσης εφικτή.

Και οι δύο θέσεις (Προτεινόμενη και Εναλλακτική) έχουν το πλεονέκτημα ότι τοποθετούν τον σταθμό σε πολύ μικρή απόσταση από την χάραξη της Εγνατίας Οδού και εξασφαλίζουν την επικοινωνία με αυτήν.

Όλες οι χαράξεις που εξετάστηκαν έχουν σαν σημείο κατάληξης τον Προτεινόμενο Σταθμό και το σταθμό Καστρίτσας. Στον Εναλλακτικό σταθμό καταλήγουν επίσης όλες εκτός από τις τρεις Βόρειες ΛΒ2, ΛΒ3 και ΛΒ4.

IV. Σήραγγες

Όπως προαναφέρθηκε το έντονο ανάγλυφο και οι μικρές επιτρεπτές μηκοτομικές κλίσεις οδήγησαν στην δημιουργία διαδοχικών σηράγγων, εκ των οποίων πολλές έχουν σημαντικά μεγάλο μήκος. Έγινε προσπάθεια μη εξάντλησης των οριακών τιμών της μηκοτομικής κλίσης μέσα σε σήραγγα, όμως υπάρχει μεγάλη δυσκολία κάλυψης της υψομετρικής διαφοράς αρχής και τέλους ($H = \pm 0.00$ στην Ηγουμενίτσα, ενώ $H=+480$ στα Ιωάννινα).

V. Ενδιάμεσοι Σταθμοί

Λόγω της μορφολογίας του εδάφους (τεράστιοι ορεινοί όγκοι εναλλασσόμενοι με έντονες χαραδρώσεις) υπάρχει αδυναμία δημιουργίας ενδιάμεσων σταθμών. (Σε μερικές από τις χαράξεις δεν υπάρχει κανένας). Έγινε προσπάθεια πρόβλεψης τέτοιων σταθμών υπέρβασης, κυρίως πριν την είσοδο και μετά την έξοδο των Σηράγγων, όπου ήταν εφικτό. Οι σταθμοί, οι οποίοι προέκυψαν, φαίνονται στα σχέδια Οριζοντιογραφιών. Στους ενδιάμεσους αυτούς σταθμούς τηρήθηκαν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα οποία επιβάλλονται από τους κανονισμούς.

Βόρειες Λύσεις

Είναι τέσσερεις και είναι οι εξής : ΛΒ1, ΛΒ2, ΛΒ3 και ΛΒ4. Ακολουθεί περιγραφή τους.

Λύση ΛΒ1 (Μήκος L~79,4 χλμ).

Σημείο εκκίνησης της χάραξης όπως προαναφέρθηκε (και ισχύει για όλες τις λύσεις) ο λιμένας της Ηγουμενίτσας, ο οποίος αναπτύσσεται στα πρώτα 2 χλμ. Στη συνέχεια, η ΛΒ1 εισέρχεται σε σήραγγα μήκους 8,4χλμ η οποία οριζοντιογραφικά παρακολουθεί την Ε.Ο. Ιωαννίνων - Ηγουμενίτσας μέχρι το χωριό Παραπόταμος. Από την Χ.Θ. 11+000 και μέχρι την Χ.Θ. 22+000 κινείται Βόρεια. Η μορφολογία του εδάφους σε συνάρτηση με τις μέγιστες επιτρεπτές μηκοτομικές κλίσεις αναγκάζουν την λύση αυτή να κινείται σε σήραγγες μικρού σχετικά μήκους (η μεγαλύτερη έχει μήκος 12,8χλμ), ενώ για ένα διάστημα 1 χλμ βρίσκεται σε ύπαιθρο κινούμενη δίπλα στο Ρέμμα Φοινικιού. Από την Χ.Θ. 22+000 με κατεύθυνση προς τα δυτικά Κυρίως μέσα σε σήραγγα μήκους 1-8,2 χλμ. Στη συνέχεια εναλλάσσονται τα τμήματα ανοιχτής γραμμής με δύο Τμήματα σε σήραγγες (L~1,8χλμ και L~4,2χλμ).

Από την Χ.Θ. 40+000, η οποία χωροθετείται ανάντη του χωριού Πολυδώρου και μέχρι την Χ.Θ. 52+000, η ΛΒ1 αρχίζει να κατηφορίζει προς Νότο κινούμενη μέσα στην κοιλάδα του ποταμού Τύρια και σχηματίζοντας δύο σήραγγες L~3,2χλμ και L~4,7χλμ. Η Περιοχή αυτή έχει προβλήματα ευστάθειας πρανών, λόγω των προσχώσεων του ποταμού Τύρια και θεωρείται επικίνδυνη για την διέλευση της χάραξης. Από την Χ.Θ. 52+000 και μέχρι το τέλος της βαδίζει δυτικά δημιουργώντας σήραγγα μήκους 116,6χλμ (στην προσπάθεια διέλευσης μέσω της οροσειράς των Κουρέντων) για να καταλήξει στο Οροπέδιο των Ιωαννίνων στους σταθμούς που περιγράφηκαν σε προηγούμενες παραγράφους.

Το έντονο ανάγλυφο του εδάφους δημιουργεί εναλλαγές υψηλών και βαθιών σημείων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε δεν είναι πουθενά εφικτή η δημιουργία ενδιάμεσων σταθμών.

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λύση ΛΒ2 (Μήκος L ~86,0 χλμ).

Ξεκινά από τον Λιμένα της Ηγουμενίτσας και διασχίζει τα όρη των Φιλιατών κινούμενη βορειοδυτικά μέσα σε σήραγγες μήκους L~11,1χλμ και L~12,9χλμ μέχρι την Χ.Θ. 26+000. Στη συνέχεια, κινείται δυτικά διασχίζοντας τα όρη της Παραμυθιάς μέσα σε μικρότερες σήραγγες (μήκους από 4,4χλμ μέχρι 5,6χλμ) μέχρι την Χ.Θ. 43+500. Από την θέση αυτή και μέχρι την Χ.Θ. 65+000 βρίσκεται διαρκώς σε σήραγγα με μήκος L~21,5χλμ, η οποία οριζοντιογραφικά ακολουθεί περίπου την Ε.Ο. Ιωαννίνων- Ηγουμενίτσας και διέρχεται ανάντη του Ροδοτοπίου για να καταλήξει στην έξοδο της, ανατολικά της πόλης των Ιωαννίνων. Το τέλος της χάραξης ορίζεται από τον Σταθμό της Καστρίτσας.

Οι χαραδρώσεις ανάμεσα στους ορεινούς όγκους δημιουργούν αλληπάλληλες γέφυρες μεταξύ των σηράγγων. Έτσι δεν υπάρχει καμιά πιθανή θέση δημιουργίας ενδιάμεσου σταθμού.

Λύση ΛΒ3 (Μήκος L ~71,0 χλμ)

Αρχίζει από την Ηγουμενίτσα και ακολουθεί τη Λύση ΛΒ2 μέχρι τη Χ.Θ. 26+000. Στη συνέχεια, κινείται προς τα δυτικά μέσα σε μικρές σήραγγες (μέγιστου μήκους L~3,3χλμ) μέχρι τη Χ.Θ. 37+000, όπου και εισέρχεται σε σήραγγα L~22,2χλμ διασχίζοντας εγκάρσια τα Όρη Κουρέντων. Καταλήγει στο οροπέδιο των Ιωαννίνων όπως η ΛΒ2.

Η διαμόρφωση του εδάφους και τα μεγάλα τμήματα υπογείου έργου δεν ευνοούν την τοποθέτηση ενδιάμεσων σταθμών.

Λύση ΛΒ4 (Μήκος L=66,0 χλμ)

Η τελευταία λύση από την ομάδα των βορείων, μετά από τα Πρώτα 2 χλμ (Τα οποία διαμορφώνονται όπως σε όλες τις υπόλοιπες λύσεις) εισέρχεται σε σήραγγα μήκους L~8,3χλμ κινούμενη βορειοδυτικά και εξέρχεται στη Χ.Θ. 10+000, πριν από την κοιλάδα του ποταμού Θύαμι (Καλαμά). Από τη θέση αυτή και για 7χλμ. περίπου, κινείται στο ύπαιθρο. Μεταξύ της Χ.Θ. 14+800 και Χ.Θ. 16+000 υπάρχει η δυνατότητα διαμόρφωσης σταθμού δυτικά του χωριού Πηγαδούλια. Από την Χ.Θ. 17+000 και μέχρι το τέλος της χάραξης (Σταθμός Ιωαννίνων) η ΛΒ4 Κινείται προς τα δυτικά και διασχίζει εγκάρσια τα όρη της Παραμυθιάς και τα όρη Κουρέντων, δημιουργώντας διαδοχικές σήραγγες (μήκους L~2,8χλμ η μικρότερη και L~13,9χλμ η μεγαλύτερη). Μεταξύ των σηράγγων διαμορφώνονται γέφυρες, οι οποίες εξασφαλίζουν τη διασταύρωση της χάραξης με τους ποταμούς της περιοχής (Π. Θύαμις, Π. Τύριας, Π. Σμόλιτσας).

Κεντρικές λύσεις

Είναι οι εξής τρεις : ΛΚ1, ΛΚ2 και ΛΚ3.

Ακολουθεί περιγραφή.

Λύση ΛΚ1 (Μήκος L~69,0 χλμ)

Η σημαντικότερη λύση από την ομάδα των κεντρικών λύσεων. Η λύση αυτή αφήνει τις εγκαταστάσεις του λιμένα Ηγουμενίτσας περί το 2 χλμ. και εισέρχεται σε σήραγγα για 7χλμ. περίπου, κινούμενη προς τα δυτικά.

Από την έξοδο της σήραγγας και μέχρι τη Χ.Θ. 13+000 η χάραξη Κινείται στο ύπαιθρο, εκτός από ένα υπόγειο τμήμα μήκους L~0,5χλμ περί τη Χ.Θ. 11+000. Για τα επόμενα 7,3χλμ η χάραξη βρίσκεται σε σήραγγα, κινούμενη οριζοντιογραφικά βόρεια της Λιμνοπούλας και νότια της Κρυσταλλοπηγής. Στη συνέχεια και μεταξύ της Χ.Θ.20+440 και Χ.Θ. 21+640 διαμορφώνεται ο Σταθμός Παραμυθιάς στα βορειοδυτικά του ομώνυμου οικισμού και ανάντη της οδού Ηγουμενίτσας - Παραμυθιάς. Μετά το Σταθμό και διασχίζοντας εγκάρσια τα όρη της Παραμυθιάς δημιουργείται σήραγγα L~13,7χλμ, η οποία είναι η μεγαλύτερη της λύσης ΛΚ1. Στην έξοδο της σήραγγας και μεταξύ της Χ.Θ. 35+800 και Χ.Θ. 37+000 διαμορφώνεται ο Σταθμός του Αγ. Νικολάου ανάντη του ομώνυμου οικισμού.

Στη συνέχεια και μέχρι την Χ.Θ. 46+500 η χάραξη βρίσκεται κατά το μεγαλύτερο τμήμα της σε Σήραγγες (με μήκος η μεγαλύτερη 14,2χλμ) κινούμενη προς τα δυτικά και ακολουθώντας -κατά κάποιο τρόπο- την πορεία της Εγνατίας στην περιοχή ανάντη Κουμαριάς και Αγ. Αναστασίας. Από την Χ.Θ. 47+000 και για ένα μήκος L~10,3χλμ η ΛΚ1 κινείται πάλι σε σήραγγα, η οποία έχει έξοδο στο οροπέδιο των Ιωαννίνων και καταλήγει στους σταθμούς που έχουν περιγραφεί παραπάνω.

Λύση ΛΚ2 (Μήκος L~65,5 χλμ)

Η λύση αυτή ταυτίζεται με την ΛΚ1 μέχρι την Χ.Θ. 25+000 αυτής. Στη συνέχεια, διασχίζοντας εγκάρσια τα όρη της Παραμυθιάς και του Σουλίου, σχηματίζει Σήραγγα μήκους L~16,10χλμ. Το επόμενο τμήμα της χάραξης αυτής βρίσκεται επίσης σε Σήραγγα μήκους L~13,9χλμ μέχρι την Χ.Θ. 54+000.

Για τα τελευταία 11 χλμ. η λύση αυτή κινείται όπως και η ΛΚ1 και καταλήγει στους σταθμούς που προαναφέρθηκαν. Στην ουσία η ΛΚ2 αποτελεί παραλλαγή της ΛΚ1, η οποία κινείται νοτιότερα αυτής και η οριζοντιογραφία της αποτελείται από μεγαλύτερα ευθύγραμμα τμήματα.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Λύση ΑΚ3 (Μήκος L~64,5 χλμ)

Είναι η πιο ευθύγραμμη από όλες τις λύσεις τόσο από τις κεντρικές, όσο και από τις βόρειες και νότιες, γι' αυτό έχει και το μικρότερο μήκος από όλες.

Η χάραξη αυτή από την στιγμή που εγκαταλείπει την πεδιάδα της Ηγουμενίτσας κινείται εξ ολοκλήρου σε σήραγγα, η οποία χωρίζεται σε δύο μικρότερα τμήματα μήκους L~34,2χλμ και μήκους L~16,40χλμ. Το μεταξύ τους υπαίθριο τμήμα της χάραξης βρίσκεται σε γέφυρα πάνω από τον Π. Τύρια.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Νότιες Λύσεις

Η ομάδα των νοτίων αποτελείται από δύο λύσεις : την ΛΝ1 και την ΛΝ2, οι οποίες περιγράφονται στη συνέχεια.

Λύση ΛΝ1 (L~106,0 χλμ).

Η λύση αυτή έχει το μεγαλύτερο μήκος από όλες τις λύσεις και των τριών ομάδων. Θέση αρχής είναι ο λιμένας της Ηγουμενίτσας όπως σε όλες. Για τα Πρώτα 15 χλμ κινείται οριζοντιογραφικά πλησίον της Ε.Ο. Ηγουμενίτσας - Ιωαννίνων σχηματίζοντας δύο σήραγγες μήκους L~6,2χλμ η πρώτη και L~6,8χλμ η δεύτερη. Στη συνέχεια κινείται δυτικά μέχρι την Χ.Θ. 29+000 κυρίως μέσα σε σήραγγες, εκ των οποίων η μεγαλύτερη έχει μήκος L~9,0χλμ.

Η έξοδος της Σήραγγας βρίσκεται δυτικά του οικισμού της Παραμυθιάς. Από τη θέση αυτή και για τα επόμενα 20 χλμ. η ΛΝ1 κατέρχεται προς Νότο διασχίζοντας την Πεδιάδα του Φαναρίου στις παρυφές των όρεων της Παραμυθιάς. Σε όλο αυτό το μήκος η χάραξη κινείται στο ύπαιθρο με μικρές μηκοτομικές κλίσεις πλησίον των οικισμών Προδρομίο, Γαρδίκιο και Γλυκή. Περί την Χ.Θ. 36+000 διαμορφώνεται ο Σταθμός Προδρομίου.

Μεταξύ των Χ.Θ. 47+500 και 48+700 σχηματίζεται γέφυρα μήκους L~1,2χλμ για την διέλευση της κοιλάδας του Ποταμού Αχέροντα. Από τη Χ.Θ. 49+000 μέχρι την 76+500 η ΛΝ1 διασχίζει τα όρη Παραμυθιάς και τα Θεσπρωτικά όρη κινούμενη βορειοδυτικά μέσα σε διαδοχικές σήραγγες μέγιστου μήκους L~6,8 χλμ. Στην έξοδο της Σήραγγας μεταξύ των Χ.Θ. 76+600 και 77+800 διαμορφώνεται ο Σταθμός Ν. Μουσιωτίτσας. Από το πέρας της περιοχής του Σταθμού και μέχρι την Χ.Θ. 95+000 η χάραξη ακολουθεί οριζοντιογραφικά την πορεία της Ε.Ο. Άρτας - Ιωαννίνων κινούμενη στα δυτικά αυτής μέσα σε σήραγγα (L~2,0χλμ) αρχικά, στο ύπαιθρο για 4 χλμ (πλησίον της Κοζάνης) και στη συνέχεια σε σήραγγα μήκους L~10,2 χλμ.

Τα υπόλοιπα χλμ. της λύσης αυτής μέχρι το τέλος της αποτελούν προσαρμογή στους εναλλακτικούς σταθμούς στην Περιοχή των Ιωαννίνων.

Λύση ΛΝ2 (L~78,5 χλμ)

Η δεύτερη λύση από την ομάδα των νοτίων κινείται αρχικά νοτιοανατολικά μέσα σε μεγάλη σήραγγα μήκους L~20,3 χλμ. Στην έξοδο της σήραγγας μεταξύ των Χ.Θ. 22+200 και 23+400 διαμορφώνεται ο Σταθμός Σεβαστού. Στη συνέχεια διέρχεται μέσω της πεδιάδας Φαναρίου και εισέρχεται σε μεγάλη Σήραγγα μήκους L~28,2 χλμ.

Στην έξοδο της Σήραγγας διαμορφώνεται ο Σταθμός Κοπάνης πλησίον του ομώνυμου οικισμού στη Χ.Θ. 55+000. Στη Θέση αυτή η ΛΝ2 συναρμόζεται με την ΛΝ1 στη Χ.Θ. 83+000 αυτής και ακολουθεί την πορεία της ΛΝ1 μέχρι το τέλος.

Γεωμετρικά Στοιχεία Χαράξεων

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται σε Πίνακες τα γεωμετρικά στοιχεία όλων των λύσεων. Το συνολικό Μήκος της γραμμής έχει χωριστεί σε τρεις κατηγορίες:

- α. Μήκος σε ανοιχτή γραμμή που περιλαμβάνει χάραξη σε όρυγμα, επίχωμα και μικρές γέφυρες.
- β. Μήκος μεγάλων γεφυρών που περιλαμβάνει τις κοιλαδογέφυρες και τις χαραδρογέφυρες.
- γ. Μήκος σε σήραγγα που περιλαμβάνει το υπόγειο έργο.

Για κάθε λύση υπάρχουν Πίνακας με τα συγκεντρωτικά στοιχεία χαράξεως

Με βάση τα αποτελέσματα της σύγκρισης των πινάκων οι λύσεις κατατάσσονται σε τρεις ομάδες σε σχέση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους. Η ομάδα I περιλαμβάνει τις βέλτιστες λύσεις κλπ.

- Ομάδα I : ΛΚ1, ΛΚ2, ΛΝ1
- Ομάδα II : ΛΒ2, ΛΒ3
- Ομάδα III : ΛΒ1, ΛΒ4, ΛΚ3, ΛΝ2, ΛΚ4.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΒ1		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.1		
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	79,42	77,42
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	19,07	16,37
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	3,45	3,45
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	56,90	57,60
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	15	15
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	-	-
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.200	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10.000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΒ2		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	85,96	83,96
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	18,21	16,71
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	1,75	1,75
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	66,00	65,50
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	8	8
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	-	
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.200	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	5.000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΒ3		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.3 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	70,96	68,96
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	10,01	10,01
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	2,05	2,05
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	58,90	56,90
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	9	9
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ		
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.250	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10.000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΒ4		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	66,08	64,08
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	16,73	14,23
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	1,95	1,95
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	47,40	47,90
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	7	7
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	1	1
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1200	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	5000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΚ1		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.5 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	69,00	67,00
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	19,20	16,80
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	1,90	1,90
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	47,90	48,30
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	10	10
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	2	2
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.500	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	7.500	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20. 000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΚ2		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.6 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	65,48	63,48
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	16,88	14,38
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	1,30	1,30
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	47,30	47,80
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	7	7
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	1	1
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.200	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10. 000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΚ3		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.7 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	64,44	62,44
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	11,84	9,24
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	0,40	0,40
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	52,20	52,80
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	3	3
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	-	-
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.250	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10. 000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20. 000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΝ1		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.8 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	106,12	104,12
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	39,97	36,17
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	1,85	1,85
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	64,30	66,10
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	17	17
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	2	2
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.250	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10.000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΛΝ2		
ΠΙΝΑΚΑΣ Α.9 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΣ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΤΑΘΜΟ	ΛΥΣΗ ΠΡΟΣ ΣΤΑΘΜΟ ΚΑΣΤΡΙΤΣΑΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ (ΧΛΜ)	78,50	76,50
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	18,00	16,00
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΜΕΓΑΛΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	-	-
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ (ΧΛΜ)	60,50	60,50
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	4	4
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	2	2
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	1.250	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10.000	
ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	20.000	

Ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων

Με βάση την αναλυτική περιγραφή των χαράξεων και τους παραπάνω πίνακες γίνεται μια πρώτη προσέγγιση για την αξιολόγηση των λύσεων. Τα κριτήρια που επηρεάζουν την τελική επιλογή λύσης είναι τα ακόλουθα:

1. Συνολικό Μήκος Γραμμής
2. Συνολικό Μήκος Σηράγγων
3. Επιμέρους Μήκη Σηράγγων (και σε προτεραιότητα μέγιστο μήκος σήραγγας κάθε λύσης)
4. Πλήθος ενδιάμεσων Σταθμών

Έτσι έχουμε :

Ταξινόμηση σύμφωνα με το Συνολικό Μήκος Γραμμής.

Οι λύσεις κατατάσσονται κατ' αύξουσα σειρά συνολικού μήκους και δίνουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

1. ΛΚ3 : 64,44 χλμ
2. ΛΚ2 : 65,48 χλμ
3. ΛΒ4 : 66,08 χλμ
4. ΛΚ4 : 68,22 χλμ
5. ΛΚ1 : 69,00 χλμ
6. ΛΒ3 : 70,96 χλμ
7. ΛΝ2 : 78,50 χλμ
8. ΛΒ1 : 79,42 χλμ
9. ΛΒ2 : 85,96 χλμ
10. ΛΝ1 : 106,12 χλμ

Ταξινόμηση σύμφωνα με το Συνολικό Μήκος Σηράγγων.

Κατατάσσονται όλες οι λύσεις κατ' αύξουσα σειρά συνολικού μήκους σηράγγων και δίνουν τα εξής:

1. ΛΒ4 : 46,40 χλμ
2. ΛΚ2 : 47,30 χλμ
3. ΛΚ1 : 48,10 χλμ
4. ΛΚ3 : 52,20 χλμ
5. ΛΚ4 : 53,10 χλμ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

6. ΛΒ1 : 56,90 χλμ
7. ΛΒ3 : 58,90 χλμ
8. ΛΝ2 : 60,50 χλμ
9. ΛΝ1 : 64,30 χλμ
10. ΛΒ2 : 66,00 χλμ

Ταξινόμηση σύμφωνα με το μέγιστο μήκος Σήραγγας κάθε λύσης:

Η κατάταξη αυτή δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

1. ΛΝ1 : 10,20 χλμ
2. ΛΚ1 : 13,70 χλμ
3. ΛΒ4 : 13,90 χλμ
4. ΛΚ2 : 16,10 χλμ
5. ΛΒ1 : 16,60 χλμ
6. ΛΚ4 : 20,00 χλμ
7. ΛΒ2 : 21,10 χλμ
8. ΛΒ3 : 22,20 χλμ
9. ΛΝ2 : 28,20 χλμ
10. ΛΚ3 : 34,20 χλμ.

Ταξινόμηση σύμφωνα με το πλήθος ενδιάμεσων σταθμών.

Η δυνατότητα ανάπτυξης των σταθμών υπέρβασης θεωρείται πολύ σοβαρό κριτήριο για την επιλογή της τελικής λύσης. Σύμφωνα μ' αυτό οι λύσεις ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- i. Λύσεις με 2 ενδιάμεσους σταθμούς: ΛΚ1, ΛΝ1 και ΛΝ2
- ii. Λύσεις με 1 ενδιάμεσο σταθμό: ΛΒ4 και ΛΚ2
- iii. Λύσεις με κανένα ενδιάμεσο σταθμό: ΛΒ1, ΛΒ2, ΛΒ3, ΛΚ4. και ΛΚ3.

Αξιολόγηση Λύσεων

Η αξιολόγηση όλων των παραπάνω σε συνδυασμό με την επεξεργασία της γεωμετρίας των χαραξιών όλων των λύσεων δίνει τη δυνατότητα εξαγωγής των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Η λύση ΛΚ3 απορρίπτεται ενώ έχει το μικρότερο συνολικό μήκος διότι έχει τη μεγαλύτερη επιμέρους σήραγγα.
2. Η λύση ΛΝ1 ενώ έχει τη μικρότερη σήραγγα απορρίπτεται λόγω του πολύ μεγάλου συνολικού μήκους γραμμής.
3. Η λύση ΛΝ2 απορρίπτεται λόγω μεγάλου μήκους σήραγγας (μαζί με τη ΛΚ3).
4. Οι λύσεις ΛΒ1, ΛΒ2, ΛΒ3 απορρίπτονται λόγω μη ύπαρξης δυνατότητας δημιουργίας ενδιάμεσου σταθμού, λόγω μεγάλου συνολικού μήκους σήραγγας και λόγω μεγάλου μήκους επιμέρους σήραγγας.
5. Η ΛΒ4 απορρίπτεται λόγω κακής γεωμετρίας χάραξης όπως προαναφέρθηκε.
6. Οι λύσεις ΛΚ1 και ΛΚ2 συγκεντρώνουν τα πιο πολλά πλεονεκτήματα και θεωρούνται εφάμιλλες αν συγκριθούν μεταξύ τους.
7. Η λύση ΛΚ4 απορρίπτεται λόγω χωροθέτησης του σταθμού εκτός Ηγουμενίτσας, με όλα τα προβλήματα που προκαλεί αυτό.

Η λύση ΛΚ2 υπερτερεί ως προς την ΛΚ1 γιατί έχει μικρότερο συνολικό μήκος και μικρότερο μήκος σηράγγων.

Η λύση ΛΚ1 έχει το πλεονέκτημα του μικρότερου μήκους επιμέρους σήραγγας και δίνει την δυνατότητα δημιουργίας δύο σταθμών υπέρβασης έναντι ενός της ΛΚ2. Επιπλέον στη λύση ΛΚ1 Το συνολικό μήκος σηράγγων κατανέμεται σε 10 επιμέρους (έναντι 7 της ΛΚ2) επιτρέποντας στη χάραξη να κινηθεί σε κάποια επιπλέον ανοιχτά τμήματα.

Συμπεράσματα

Η επεξεργασία των στοιχείων και η αξιολόγηση τους όπως περιγράφεται οδήγησαν στα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Επικρατέστερη ζώνη διέλευσης της χάραξης της Σ.Γ. είναι η ζώνη των κεντρικών λύσεων.
2. Η λύση ΑΚ2 με μεγαλύτερα ευθύγραμμα τμήματα έχει μικρότερο συνολικό μήκος, όμως έχει δυσμενέστερα μήκη επιμέρους σηράγγων. Παράλληλα η έλλειψη τμημάτων σε ανοιχτή γραμμή ανάμεσα στις Σήραγγες δημιουργεί αδυναμία ανάπτυξης 2ου σταθμού υπέρβασης.
3. Η λύση ΑΚ1 πλεονεκτεί σε σχέση με τα παραπάνω προβλήματα της ΑΚ2, όμως αυτό οδηγεί σε αύξηση του συνολικού της μήκους.

Παρά το αυξημένο κόστος της, η λύση ΑΚ1 είναι η επικρατέστερη και στη συνέχεια θα μελετηθεί περαιτέρω και πιο διεξοδικά.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Γεωμετρικά Στοιχεία Χάραξης

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται τα γεωμετρικά και λοιπά χαρακτηριστικά με βάση τα οποία έγινε η περαιτέρω μελέτη της λύσης ΛΚ1. Αρχικά χωρίς να λαμβάνονται υπ' όψη οι περιορισμοί που τέθηκαν από τον ΟΣΕ και στη συνέχεια παίρνοντας υπ' όψη τους περιορισμούς αυτούς.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΥΣΗΣ ΧΩΡΙΣ ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	
Ταχύτητα Μελέτης	160 km/h	120 km/hr
Ελάχιστη οριζοντιογρ. ακτίνα κυκλικού τόξου	1200m	750m
Ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας	60m/0m	60m/0m
Ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου	60m	60m
Ελάχιστη ακτίνα τόξου στη μηκοτομή	20,000m (10,000m)	10,000m (5,000 m)
Μέγιστη κατά μήκος κλίση	2% για μέγιστο μήκος 3545m αλλά χωρίς να ακολουθεί 'ανακουφιστικό' τμήμα	
Εύρος υποστρώματος επιδομής	8.00m	8.00m
Πάχος επένδυσης φυτικής γης	0.30m	0.30m
Κλίση πρηνών επιχωμάτων	2:3	2:3

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΛΥΣΗΣ ΜΕ ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	
Ταχύτητα Μελέτης	160 km/h	120 km/h
Ελάχιστη οριζοντιογρ. ακτίνα κυκλικού τόξου	1200m	700m
Ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας	60m/0m	60m/0m
Ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου	60m	60m
Ελάχιστη ακτίνα τόξου στη μηκοτομή	20,000m (10,000m)	10,000m (5,000 m)
Μέγιστη κατά μήκος κλίση	2% για μέγιστο μήκος 5km 1.7% για μέγιστο μήκος 8km ακολουθεί 'ανακουφιστικό' τμήμα μήκους $L_{min}=1,000m$ με $i_{max}=0.25\%$	
Εύρος υποστρώματος επιδομής	8.00m	8.00m
Πάχος επένδυσης φυτικής γης	0.30m	0.30m
Κλίση πρηνών επιχωμάτων	2:3	2:3

Ακολουθούν τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας αλλά και της μηκοτομής κάθε χάραξης αναλυτικά.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΡΥΦΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ (ΛΥΣΗ ΧΩΡΙΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)

ΚΟΡΥΦΗ ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ	Λ ΠΡΙΝ ΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ	ΑΚΤΙΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ	Λ ΜΕΤΑ ΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ
K1	177851,4377014.5			
K2	178268.5,4376917	120	700	120
K3	180515,4377145	100	1200	100
K4	184460,4378932.5	150	2000	150
K5	187895,4379325	90	1000	90
K6	188615,4378720	90	1000	90
K7	189475,4378710	90	1000	90
K8	191030,4377945	150	1500	150
K9	193840,4378305	90	1000	90
K10	194386.25,4377870.48	98	900	98
K11	196180,4377100	150	2000	150
K12	197125,4376280	90	1000	90
K13	198309.9,4376574.98	112	750	112
K14	198855.28,4376390	112	750	112
K15	199960,4376560	90	1000	90
K16	205556.93,4379035.4	30	3000	30
K17	206332.68,4379935.58	115	750	115
K18	206142.9,4381054.31	115	750	115
K19	207205,4381476.17	110	800	110
K20	208106.91,4382287.39	115	750	115
K21	208532.77,4382436.29	70	1300	70
K22	210503.5,4383596.34	115	750	115
K23	211351.64,4383366.43	100	1000	100
K24	212345.01,4383385.66	115	750	115
K25	215066,4381205	115	750	115
K26	216340,4382710	20	3000	20
K27	218872.44,4384836.14	120	750	120

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

K28	220497.64,4384651.34	110	800	110
K29	227599.97,4387110.95	115	750	115
K30	228448.8,4387020.93	115	750	115
K31	229070.13,4387277.62	115	750	115
K32	230026.12,4387237.79	115	750	115
K33	231092.3,4388209.75	110	800	110
K34	232764.39,4388056.63	60	1500	60
K35	233459.13,4387829.92	58	1500	58
K36	234290,4387655	70	1200	70
K37	235465,4387235	90	1000	90
K38	237237.84,4388784.93	60	1500	60
K39	237839.21,4390470.32			

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΡΥΦΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ (ΛΥΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)

ΚΟΡΥΦΗ ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΚΟΡΥΦΗΣ	Λ ΠΡΙΝ ΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ	ΑΚΤΙΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ	Λ ΜΕΤΑ ΤΟ ΚΥΚΛΙΚΟ ΤΟΞΟ
K1	177727.8679,4377152.0452			
K2	178198.2291,4376909.8142	14	350	14
K3	180478.2166,4377143.6614	100	2000	100
K4	186249.1347,4379136.9352	100	2000	100
K5	187717.0000,4379305.0000	170	1200	170
K6	189417.5005,4378737.4998	100	2000	100
K7	191029.9999,4377945.0000	150	1500	150
K8	193721.4299,4378399.4172	115	750	115
K9	195095.8529,4377332.4540	115	750	115
K10	195952.2079,4377472.7125	115	750	115
K11	197445.1315,4376154.0683	88	1000	88
K12	198310.8807,4376477.0381	112	750	112
K13	199049.3872,4376308.7625	115	750	115
K14	205540.0161,4379010.1774	70	3000	70
K15	206350.4123,4379953.5062	112	750	112
K16	206114.2500,4381049.9292	112	750	112
K17	207209.1510,4381481.5225	110	800	110
K18	208104.7465,4382288.8520	115	750	115
K19	208598.6358,4382464.5740	170	1200	170
K20	209098.4990,4382777.6598	40	5000	40
K21	210595.0867,4383647.0630	115	750	115
K22	212613.4465,4383451.6132	170	1200	170
K23	213576.5003,4382356.7756	78	1100	78
K24	214134.4830,4381977.7457	92	950	92
K25	214391.1373,4381733.1381	112	750	112
K26	215442.9882,4381220.8629	115	750	115
K27	215908.7802,4382535.9341	170	1200	170
K28	218872.4401,4384836.1400	120	900	120

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

K29	220497.6399,4384651.3400	140	1500	140
K30	227599.9686,4387110.9489	170	1200	170
K31	228484.5659,4387017.1359	76	1600	76
K32	229123.2159,4387279.1457	150	800	150
K33	230130.0595,4387241.0784	126	950	126
K34	231111.0151,4388221.2771	150	900	150
K35	232779.3174,4388051.7947	134	1530	134
K36	233614.5201,4387788.4144	115	1770	115
K37	234307.1081,4387650.2982	130	1580	130
K38	235453.1447,4387230.5118	250	1000	250
K39	237237.8370,4388784.9330	135	1500	135
K40	237839.4700,4390470.3600			

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ (ΛΥΣΗ ΧΩΡΙΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)

ΣΗΜΑΙΕΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	Χ.Θ. ΣΗΜΑΙΑΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΗΜΑΙΑΣ (μ)	ΑΚΤΙΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ (μ)
Σ1	0	1.6	
Σ2	300	1.6	20000
Σ3	1198.66	15.83	20000
Σ4	2298.68	15.83	20000
Σ5	9243.11	125.2	20000
Σ6	9850	130.83	50000
Σ7	11000	137.36	50000
Σ8	12550	159	50000
Σ9	16350	215.92	50000
Σ10	17309	235.36	20000
Σ11	18600	238.56	10000
Σ12	30126.34	412.1	20000
Σ13	32672.18	378.43	15000
Σ14	34508.71	350	10000
Σ15	35142.77	337.7	10000
Σ16	36147	334.55	15000
Σ17	38011.99	310.49	20000
Σ18	39970.66	335.87	20000
Σ19	43516.58	406.79	20000
Σ20	46394.02	449.96	20000
Σ21	48931.02	500.7	20000
Σ22	52828.22	559.16	50000
Σ23	56560.62	503.16	50000
Σ24	58065.98	473.06	20000
Σ25	58883.08	489.4	20000
Σ26	60269.18	483.1	20000
Σ27	60675.41	479	20000
Σ28	61121.41	486	20000
Σ29	63106.14	506	20000
Σ30	64344.46	481.23	15000
Σ31	64733.46	486.04	20000
Σ32	65373	485	30000
Σ33	66225	495	30000
Σ34	66942	498	20000
Σ35	68130	500.91	10000
Σ36	68375.404	506.15	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ (ΛΥΣΗ ΧΩΡΙΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)	
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ	ΜΗΚΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ (Μ)
0 %	300
1,5 %	898,66
0 %	1100
2 %	6944,45
0,927 %	606,89
0,5678 %	1150
1 %	1550
1,4979 %	3800
2,0271 %	959
0,2479 %	1291
1,5056 %	11526,34
-1,3226 %	2545,82
-1.548 %	1341,3
-1,9399 %	634,06
-0,2472 %	1274,23
-1,5085 %	1594,99
1,2956 %	1958,67
2 %	3545,92
1,5005 %	2877,44
1,9761 %	1803,9
1,5001 %	3897,2
-1,5004 %	3732,4
-1,9995 %	1505,36
1,9998 %	817,1
-0,4545 %	1386,1
-1,0093 %	406,23
1,5695 %	446
1,0077 %	1984,73
-2 %	1238,32
1,2355 %	389
-0,1626 %	639,54
1,1737 %	852
0,4184 %	717
0,2559 %	1188
2,1352 %	245,41

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ (ΛΥΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)

ΣΗΜΑΙΕΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	Χ.Θ. ΣΗΜΑΙΑΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΗΜΑΙΑΣ (μ)	ΑΚΤΙΝΑ ΚΥΚΛΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ (μ)
Σ1	0	1.6	
Σ2	449.995	1.6	5000
Σ3	1250.005	17.6	5000
Σ4	2549.997	17.6	5000
Σ5	9305.55	132.21	20000
Σ6	10838.91	135.59	20000
Σ7	12784.918	149.499	20000
Σ8	13831.379	164.153	20000
Σ9	16993.893	218.869	5000
Σ10	17979.348	221.33	5000
Σ11	20671.465	265.98	20000
Σ12	21869.308	268.97	20000
Σ13	26869.964	368.97	20000
Σ14	27868.982	371.431	20000
Σ15	30185.778	417.774	20000
Σ16	33070.568	377.452	50000
Σ17	34290.085	356.906	50000
Σ18	35336.462	338.956	10000
Σ19	36673.734	335.923	10000
Σ20	38860.061	311.7	20000
Σ21	43149.302	397.5	20000
Σ22	44151.120	400	20000
Σ23	49151.419	500	20000
Σ24	53487.38	510.83	20000
Σ25	57102.227	502.66	20000
Σ26	58525.152	474.2	20000
Σ27	59318.762	489.8	20000
Σ28	60467.769	482.33	25000
Σ29	61677.13	487.7	20000
Σ30	62041.003	494.79	16000
Σ31	62908.205	499.2	50000
Σ32	63502.887	506.5	11000
Σ33	64022.031	496.431	20000
Σ34	64822.06	490.548	25000
Σ35	65364.425	487.3	20000
Σ36	66546.394	497.24	15000
Σ37	66963.853	492.95	12000
Σ38	67300.015	499.68	15000
Σ39	68449.985	499.68	15000
Σ40	68631.779	508.771	

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ (ΛΥΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ)	
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΗ	ΜΗΚΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ (Μ)
0 %	449,995
2 %	800,01
0 %	1299,992
1,6965 %	6755,553
0,2204 %	1533,336
0,7147 %	1946,008
1,3961 %	1550
1,403 %	1046,461
1,7301 %	3162,514
0,2497 %	985,455
1,6585 %	2692,117
0,2496 %	1197,843
2 %	5000
0,2462 %	999,638
2 %	2316,796
-1,3977 %	2884,79
-1,6848 %	1219,517
-1,7154 %	1046,377
-0,2268 %	1337,272
-1,1079 %	2186,327
2 %	4289,241
0,2495 %	1001,818
1,9999 %	5000,299
0,2498 %	4335,961
-0,226 %	3614,847
-2 %	1422,925
1,9657 %	793,61
-0,6501 %	1149,007
0,444 %	1209,361
1,9485 %	363,873
0,5085 %	867,202
1,2275 %	594,682
1,9395 %	519,144
-0,7353 %	800,029
-0,5989 %	542,365
0,841 %	1181,969
-1,0276 %	417,459
2 %	336,162
0 %	1149,97

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΕΩΝ		
ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΛΥΣΗ ΧΩΡΙΣ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ	ΛΥΣΗ ΜΕ ΜΗΚΟΤΟΜΗΚΟΥΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥΣ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	68.375	68.631
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΑΝΟΙΧΤΗ ΓΡΑΜΜΗ (ΧΛΜ)	34.879	35.324
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΓΕΦΥΡΕΣ (ΧΛΜ)	3.335	3.260
ΠΛΗΘΟΣ ΓΕΦΥΡΩΝ	21	24
ΜΕΓΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ	385	460
ΜΗΚΟΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΕΣ (ΧΛΜ)	33.496	33.307
ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ & ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΚΣΚΑΦΗΣ - ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗΣ	18	16
ΜΕΓΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ	8.080	7.700
ΠΛΗΘΟΣ ΕΝΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ	2	2
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	750	750
ΜΕΓΙΣΤΗ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	3.000	5.000
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΜΗΚΟΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (Μ)	10.000	10.000

Η σύγκριση των δύο λύσεων γίνεται σύμφωνα με τους παραπάνω πίνακες, όπου φαίνονται τα στοιχεία των χαράξεων.

Τεχνικά Έργα της γραμμής

Γέφυρες

Από την αρχή της μελέτης, μέχρι περίπου την χ.θ. 49+000 οι γέφυρες χαρακτηρίζονται κυρίως ως χαραδρογέφυρες, οι οποίες προκύπτουν κυρίως λόγω της ισχυρά πτυχωμένης μορφολογίας του εδάφους. Περίπου 10% των γεφυρών προκύπτουν εξαιτίας της απαίτησης για επιχώματα ύψους μικρότερου των 15m, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα μπορούσαν να αντικατασταθούν από κιβωτοειδείς οχετούς.

Δύο γεφυρώσεις ποταμών (Τύρια και Σμόλιτσα) που προκύπτουν είναι αρκετά μεγάλες ώστε να ικανοποιηθούν οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις για προστασία της παρόχθιας βλάστησης και για μικρού μήκους επιχώματα εκατέρωθεν των γεφυρών.

Στο τελευταίο τμήμα της χάραξης που αναπτύσσεται στο κάμπο των Ιωαννίνων απαιτούνται περίπου 25 τεχνικά έργα γεφυρών, στην συντριπτική τους πλειοψηφία για την ανισόπεδη διάβαση υφισταμένων οδών.



Φωτογραφία 1: Τυπικό Τεχνικό Κάτω Διάβασης ΕΟ στην περιοχή Ιωαννίνων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Υπόγεια Έργα

Η προμελέτη της χάραξης, βασιζόμενη στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που προσδιορίζονται από το Νέο Κανονισμό Επιδομής Γραμμής και παρατίθενται παραπάνω, υπέδειξε την ανάγκη κατασκευής 12 συνολικά κλειστών τμημάτων γραμμής από τα οποία 10 σε σήραγγες με υπόγεια όρυξη και 2 σε cut & cover.

Κατά τη λεπτομερέστερη εξέταση της χάραξης διερευνήθηκαν θέσεις υψηλών ορυγμάτων όπως αυτές εντοπίζονται στη μηκοτομή, και συνεκτιμήθηκαν:

η ποιότητα των γεωλογικών σχηματισμών και οι πιθανές κλίσεις διαμόρφωσης των πρανών της εκσκαφής,

η κατά διατομή μορφολογία του εδάφους, και

το πιθανό τελικό ύψος των εκσκαφών.

Από την εξέταση προέκυψε ότι, στις παρειές ορισμένων από τα ορύγματα, προκύπτουν εκσκαφές μη παραδεκτού ύψους (ενίοτε μεγαλύτερου και των 35m), σύμφωνα με την ευρύτερα κρατούσα αντίληψη για την ελαχιστοποίηση της διατάραξης του περιβάλλοντος και την προστασία του τοπίου. Στις θέσεις των ορυγμάτων αυτών, κρίθηκε σκόπιμο να προβλεφθεί η κατασκευή υπογείων έργων με εκσκαφή και επανεπίχωση δίνοντας έτσι συνολικά 7 τεχνικά εκσκαφής και επανεπίχωσης (cut & cover).

Όλα τα υπόγεια έργα (σήραγγες και τεχνικά εκσκαφής και επανεπίχωσης) έχουν σχεδιαστεί για διατομή μονής σιδηροδρομικής γραμμής. Εξαιρέση αποτελεί η πρώτη σήραγγα, η οποία βρίσκεται μεταξύ του Τερματικού Σταθμού Ηγουμενίτσας και του επιλιμένιου σταθμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η σιδηροδρομική γραμμή στην περιοχή αυτή να είναι διπλή και επομένως η διατομή διαφοροποιείται.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Εκτός από τους δύο μεγάλους σταθμούς, της Αφετηρίας (Τερματικός Σταθμός Ηγουμενίτσας) και του τέλους της χάραξης (Σταθμός Ιωαννίνων) είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενδιάμεσων σταθμών υπέρβασης κάθε 20 έως 30 km περίπου.

Ο ΟΣΕ ορίζει σαν θέση για τους σταθμούς αυτούς τα τμήματα της χάραξης πριν από τις εισόδους των Σηράγγων και μετά από τις εξόδους αυτών. Οι γενικές αρχές σχεδιασμού των σταθμών είναι :

Μηκοτομική κλίση $i \leq 0,25\%$

Μήκος σταθμού $L \leq 1200M$

Ανάπτυξη του σταθμού σε ευθυγραμμία της μηκοτομής (απαγορεύεται οι μηχανισμοί αλλαγής γραμμής να βρίσκονται σε μηκοτομική καμπύλη).

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ενδιάμεσοι Σταθμοί

Έγινε προσπάθεια, όπου ήταν εφικτό, να τοποθετηθούν σταθμοί υπέρβασης κοντά σε οικισμούς ή κοντά σε διασταυρώσεις με την Εγνατία Οδό τηρώντας πάντα τις γενικές αρχές σχεδιασμού. Η χωροθέτηση αυτή θα διευκόλυνε την επικοινωνία της σιδηρικής γραμμής με το οδικό δίκτυο σε περίπτωση μικτής χρήσεως (κίνηση εμπορικών και επιβατικών συρμών).

Ο σταθμός της Κρυσταλοπηγής τοποθετείται πριν τον ομώνυμο οικισμό περί την χ.θ. 17+500 και συνδέεται με την επαρχιακή οδό Ηγουμενίτσας – Παραμυθιάς και μέσω αυτής με την Εγνατία Οδό στον ανισόπεδο κόμβο Νεοχωρίου, αλλά και με τους υπόλοιπους τοπικούς δρόμους. Μετά την τροποποίηση της χάραξης της Εγνατίας Οδού στην περιοχή (κινείται στην περιοχή της εναλλακτικής λύσης της υπάρχουσας μελέτης) η παρούσα πρόταση για την χωροθέτηση του σταθμού είναι πρακτικά μονοσήμαντη.

Ο σταθμός Κρυσταλοπηγής έχει ωφέλιμο μήκος 750m περίπου και βρίσκεται τόσο σε μηκοτομική όσο και σε οριζοντιογραφική ευθυγραμμία, στην μόνη διαθέσιμη (από απόψεως γεωμορφολογίας) περιοχή χωρίς την ανάγκη εκτεταμένων χωματουργικών επεμβάσεων



Φωτογραφία 2: Περιοχή σταθμού Κρυσταλοπηγής

Ο σταθμός του Αγ. Νικολάου βρίσκεται περί τη χ.θ. 35+850 και αναπτύσσεται στη μόνη περιοχή που ικανοποιεί τις οριζοντιογραφικές και μηκοτομικές απαιτήσεις, χωρίς ταυτόχρονα να δημιουργεί μεγάλα ορύγματα και επιχώματα. Όπως και προηγουμένως ο σταθμός έχει συνδεθεί με το τοπικό δίκτυο ώστε να εξασφαλίζεται εύκολη πρόσβαση σε αυτόν. Έχει προβλεφθεί επίσης ο σταθμός αυτός να βρίσκεται σε ικανή απόσταση από την Εγνατία και σε τέτοια υψομετρική διαφορά ώστε, σε περίπτωση που απαιτηθεί, να μπορεί να δοθεί πρόσβαση και από την Εγνατία

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Οδό. Στην παρούσα φάση όμως και λαμβανομένων υπόψη των αναμενόμενων φόρτων του σταθμού Αγ. Νικολάου αλλά και του καθαρά τοπικού του χαρακτήρα δεν προτείνεται η μελέτη ανισόπεδου κόμβου επί της Εγνατίας Οδού προκειμένου για την εξυπηρέτησή του.

Οι προαναφερόμενοι σταθμοί ουσιαστικά είναι στάσεις αλλά καθώς οι σταθμοί αυτοί παίζουν και ρόλο 'ανακουφιστικών' τμημάτων για την μηκοτομή της γραμμής προτείνεται να κατασκευαστεί και μια ή δύο παρακαμπτήριες γραμμές καθώς και κτίριο σταθμάρχη με μικρή επιβατική αποβάθρα επί της παρακαμπτήριου.



Φωτογραφία 3: Περιοχή σταθμού Αγ. Νικολάου

Το ωφέλιμο μήκος των σταθμών αυτών υπερβαίνει τα 750m ενώ η μηκοτομική κλίση είναι μικρότερη από 0.25% με τους μηχανισμούς αλλαγής να βρίσκονται τόσο σε οριζοντιογραφική όσο και σε μηκοτομική ευθυγραμμία.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Περιγραφή Χαράξεων

Η χάραξη διαιρέθηκε σε τρία τμήματα, τα οποία περιγράφονται παρακάτω.

Τμήμα Ι : χ.θ. 0+000 – χ.θ. 23+000

Η αρχή της χάραξης τοποθετείται στο νότιο πέρας του λιμένα Ηγουμενίτσας. Στη θέση του πορθμείου γίνεται ειδική διαμόρφωση και αύξηση των γραμμών, όπως φαίνεται και στην οριζοντιογραφία.

Στη συνέχεια η χάραξη διέρχεται από σήραγγα μήκους 780m με μηκοτομική κλίση 2.0%. Η διατομή της σήραγγας αυτής προβλέπεται για διπλή γραμμή λόγω της ανάγκης εξυπηρέτησης του σταθμού που βρίσκεται στην έξοδό της.

Ο Τερματικό Εμπορευματικός σταθμός Ηγουμενίτσας τοποθετείται μεταξύ των χ.θ. 1+300 και 2+500 περίπου επιτρέποντας ένα μήκος περίπου 1,200m σε οριζοντιογραφική ευθυγραμμία και με μηκοτομική κλίση 0.00% για την πλήρη ανάπτυξη του σταθμού.

Με το πέρας του Σταθμού η χάραξη διέρχεται από σήραγγα της οποίας το στόμιο τοποθετείται πριν την Εγνατία Οδό ώστε να μειωθούν τα προβλήματα από τη διάνοιξη του μετώπου.

Η σήραγγα αυτή έχει μήκος 6,650m. Η έξοδος της σήραγγας τοποθετείται μετά τη Δράμεση όπου προβλέπονται 1,500m με μικρή μηκοτομική κλίση (0.22%) ως ανακουφιστικό τμήμα. Στα πρώτα 2km περίπου.

Η χάραξη διέρχεται κοντά στον οικισμό της Κάτω Κορίτιανης και για το λόγο αυτό προβλέπεται σήραγγα ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο η διατάραξη.

Μετά την Κορίτιανη η γραμμή διέρχεται από συνεχείς εναλλαγές τεχνικών (γέφυρες και cut and cover) και πριν από την περιοχή της Σεμέριζας εισέρχεται σε σήραγγα, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η διατάραξη της περιοχής.

Η σήραγγα αυτή είναι μήκους περίπου 2,5km και η έξοδος της είναι στην περιοχή Νεοχωρίου. Μετά την έξοδό της η Σ/Γ διασταυρώνεται ανισόπεδα με την Εγνατία Οδό

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στη συνέχεια τοποθετείται ο σταθμός της Κρυσταλλοπηγής ο οποίος λειτουργεί και ως ανακουφιστικό τμήμα για τη μηκοτομή καθώς έπεται μηκοτομικής κλίσης 1.7% αλλά για μήκος μόνο 3.1km περίπου..

Μετά το πέρας του σταθμού η χάραξη κινείται βορειότερα και σε σήραγγα για την αποφυγή διατάραξης του οικισμού της Κρυσταλλοπηγής. Η σήραγγα αυτή έχει μήκος 1.7km περίπου και μετά την έξοδό της η Σ/Γ κινείται σε ανοιχτή χάραξη περίπου 2.5km.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τμήμα II : χ.θ. 23+000 – χ.θ. 49+275

Από την αρχή του τμήματος αυτού η χάραξη διέρχεται σε σήραγγα για ένα μήκος 7km περίπου. Η έξοδος της είναι πλησίον της Εγνατίας Οδού στο τμήμα Ψηλοράχη – Αγ. Νικόλαος.

Στη συνέχεια και για μήκος περίπου 7km η σιδ/κή γραμμή κινείται παράλληλα και σε ισοσταθμία με την Εγνατία Οδό. Η παράλληλη πορεία με την Εγνατία Οδό:

Α)μειώνει τα επιχώματα αφού δημιουργείται κοινό επίχωμα,

Β)μειώνει αισθητά τις επεμβάσεις στο ρέμα Λιβαδάκια, καθώς η κοίτη του έχει ήδη διευθετηθεί σε μεγάλο μήκος από την Εγνατία Οδό και δεν απαιτείται πρόσθετη διευθέτηση (βλ. Φωτογραφία),

Γ)δεν δημιουργούνται “νεκρές” περιοχές μεταξύ των έργων,

Δ)δεν επιβαρύνονται νέες περιοχές, αντίθετα η πρόσθετη επιβάρυνση που προκαλείται στην περιοχή που διέρχεται η Εγνατία είναι μηδαμινή.



Φωτογραφία 4: Περιοχή κοινού επιχώματος Εγνατίας – Σ/Γ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο σταθμός του Αγ. Νικολάου αναπτύσσεται περί τη χ.θ. 35+850

Περί τη χ.θ. 36+800 η χάραξη αποκλίνει από την Εγνατία Οδό και κινείται προς τα ανάντι δημιουργώντας σήραγγα μήκους περίπου 1700m, διασταυρώνει τον ποταμό Τύρια και διέρχεται πάλι από σήραγγα περίπου 1000m. Με την χάραξη αυτή αυξάνεται το μήκος του υπόγειου έργου εκμηδενίζοντας όμως το υψηλό όρυγμα με ανάγκη πασσαλότοιχου καθώς τα γεωλογικά στοιχεία για την περιοχή σαφώς ευνοούν τη λύση του υπογείου έργου.

Στη συνέχεια η χάραξη διασταυρώνει τον ποταμό Τύρια με τεχνικό γεφύρωσης 260m περίπου, ώστε να ικανοποιηθούν οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις για προστασία της παρόχθιας βλάστησης και μικρού μήκους επιχώματα εκατέρωθεν των γεφυρών, και στη συνέχεια διέρχεται από σήραγγα μήκους 1,000m προκειμένου να διέλθει τον ορεινό όγκο που βρίσκεται μετά τον ποταμό. Η έξοδος της σήραγγας αυτής είναι κατόντι της Κουμαριάς.

Στη συνέχεια η χάραξη διέρχεται από πολύ δυσχερή μορφολογικά περιοχή για ένα μήκος περίπου 2,5km με αποτέλεσμα την συνεχή εναλλαγή γεφυρών και τεχνικών εκσκαφής και επανεπίχωσης (λόγω των υψηλών ορυγμάτων) μέχρι να εισέλθει σε σήραγγα.

Η σήραγγα αυτή έχει μήκος 3.200m περίπου και οδηγεί τη γραμμή ανάντι της Αγ. Αναστασίας και στην περιοχή του ποταμού Σμόλιτσα.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Στην περιοχή αυτή η χάραξη είναι επιφανειακή και κινείται στην αντίπερα, από την Εγνατία Οδό, όχθη του ποταμού. Απαιτούνται τεχνικά για την διασταύρωση του ποταμού που έχουν μήκος περίπου 175m και 100m, ώστε να ικανοποιηθούν οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις για προστασία της παρόχθιας βλάστησης και μικρού μήκους επιχώματα εκατέρωθεν των γεφυρών. Για την κατασκευή της σιδηροδρομικής γραμμής δεν θα απαιτηθεί διευθέτηση του ποταμού καθώς η κοίτη του έχει ήδη διαμορφωθεί στα πλαίσια της κατασκευής της Εγνατίας Οδού (βλ. Φωτογραφία). Οι διαμορφώσεις αυτές θα διατηρηθούν στα πλαίσια αυτού του έργου, χωρίς να απαιτηθούν πρόσθετες, μειώνοντας στο ελάχιστο την επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον.



Φωτογραφία 5: Έργα διευθέτησης ποταμού Σμόλιτσα από την Εγνατία Οδό



Φωτογραφία 6: Περιοχή εισόδου σήραγγας Κοσμηράς (έργα Εγνατίας Οδού)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τμήμα III : χ.θ. 48+200 – τέλος

Από την αρχή του τμήματος αυτού η χάραξη διέρχεται σε σήραγγα για ένα μήκος 7,7km περίπου αντί των 8,1km που προβλεπόταν στην άλλη λύση, λόγω της εισόδου σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Η σήραγγα αυτή είναι η μεγαλύτερη σε μήκος για το τμήμα Ηγουμενίτσα – Ιωάννινα και αυτό γιατί η έξοδος τοποθετήθηκε μετά τον οικισμό της Πεδινής και πλησίον της Εγνατίας. Η τοποθέτηση της εξόδου της σήραγγας νωρίτερα είναι προσφορότερη οικονομικά αλλά δυσμενέστερη περιβαλλοντικά, ενώ ταυτόχρονα η ανοιχτή χάραξη (σε μεγάλο όρυγμα) θα δημιουργήσει μεγάλα τεχνικά για την αποκατάσταση των τοπικών οδών και του παρακείμενου ρέματος.

Η έξοδος της σήραγγας τοποθετείται βορειότερα και δίπλα στην Εγνατία Οδό. Η λύση αυτή επελέγη ώστε να μην αποκοπεί η Μπάφρα από την πεδιάδα των Ιωαννίνων αλλά και για λόγους οικονομικούς, κοινωνικούς και αισθητικής.

Με την λύση αυτή επιτυγχάνεται επίσης παράλληλη πορεία με την Εγνατία Οδό, η οποία μειώνει τα επιχώματα αφού δημιουργείται κοινό επίχωμα, μειώνει αισθητά τις αναγκαίες απαλλοτριώσεις που είναι σημαντική οικονομική και κοινωνική επιβάρυνση, δεν δημιουργεί νησίδες μεταξύ των έργων σε μία και ραγδαία αναπτυσσόμενη περιοχή και κυρίως δεν επιβαρύνονται από την κατασκευή ενός έργου νέες περιοχές, ενώ η πρόσθετη επιβάρυνση που προκαλείται στην περιοχή της Εγνατίας είναι μηδαμινή.

Στην περιοχή του κόμβου των Ιωαννίνων, που δημιουργείται από τη συμβολή της Εγνατίας Οδού και της Ε.Ο. Ιωαννίνων – Άρτας, η χάραξη της σιδ/κής γραμμής απομακρύνεται ώστε να μην επηρεάσει την ανάπτυξη του κόμβου αυτού.

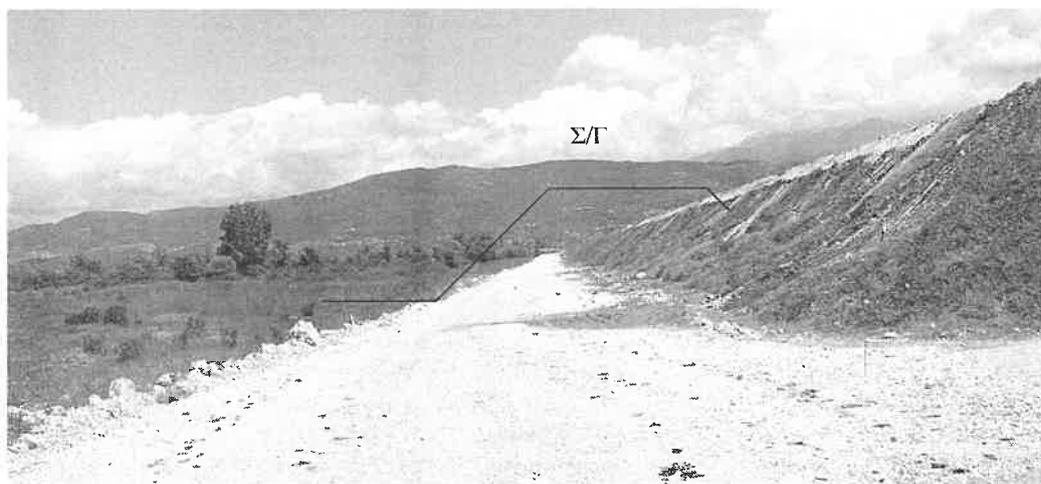


ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Η υψομετρική διαφορά που δημιουργείται επιβάλλεται από τις ανισόπεδες διαβάσεις που προβλέπονται (όπως και στην Εγνατία). Η χάραξη της γραμμής στην περιοχή αυτή σε γέφυρα θα ήταν προβληματική καθ' όσον λίγο μακρύτερα θα βρίσκεται η Εγνατία Οδός στο ίδιο υψομετρικά επίπεδο και σε επίχωμα. Ένα πρόσθετο πρόβλημα που δημιουργείται από μια ενδεχόμενη γεφύρωση στην περιοχή είναι ότι το ελεύθερο ύψος κάτω από τη γέφυρα θα ήταν 1-2μ, υψομετρική διαφορά επικίνδυνη και δυσχερής για τη συντήρηση.

Από τον κόμβο των Ιωαννίνων και μέχρι 66+500 όπου απομακρύνεται η σιδηροδρομική γραμμή από την Εγνατία Οδό για την ανάπτυξη του εμπορευματικού σταθμού Ιωαννίνων στην περιοχή της Καστρίτσας, η χάραξη ακολουθεί σε κοινό επίχωμα την χάραξη της Εγνατίας Οδού κινούμενη επί των παράπλευρων δρόμων (βλ. φωτογραφία).



Φωτογραφία 7: Διαμόρφωση έργων στην περιοχή Ιωαννίνων

Στην περιοχή αυτή η Εγνατία Οδός βρίσκεται σε επίχωμα με μέσο ύψος περίπου 5m, με αποτέλεσμα να κινείται σε αντίστοιχο επίχωμα και η σιδηροδρομική γραμμή. Για λόγους ασφαλείας που επιβάλλονται από τις εθνικές προδιαγραφές (ΟΣΜΕΟ και ΟΜΟΕ) η σιδηροδρομική γραμμή οφείλει να βρίσκεται ελαφρώς ψηλότερα ή σε ισοσταθμία με την Εγνατία Οδό. Η υψομετρία αυτή επιβάλλεται και από τις διαδοχικές υφιστάμενες (ή υπό κατασκευή) κάτω διαβάσεις της Εγνατίας Οδού, οι οποίες πρέπει να τηρηθούν και από τη χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής για την αποκατάσταση της επικοινωνίας των εκατέρωθεν των έργων περιοχών.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Το πλήθος των διαβάσεων (20 σε μήκος 10km περίπου) ικανοποιεί άλλωστε την περιβαλλοντική οδηγία για αποκατάσταση της επικοινωνίας σε περίπτωση μεγάλου μήκους επιχώματος.

Από τη χ.θ. 62+000 μέχρι τη χ.θ. 63+200 προβλέπεται η ανάπτυξη και προσαρμογή των κλάδων για Ιωάννινα.

Η χάραξη του κλάδου προς Ιωάννινα αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση της διατάραξης των καλλιεργειών, τοποθετώντας τη γραμμή δίπλα σε υφιστάμενους δρόμους με όσο το δυνατόν μικρότερη διαγώνια τομή των αγροτεμαχίων και χωρίς απαλλοτρίωση υφισταμένων κτισμάτων (εξαιρούνται ερείπια, μικρές αποθήκες, στάνες, κλπ).



Φωτογραφία 8: Περιοχή ανάπτυξης επιβατικού σταθμού Ιωαννίνων

Στη χάραξη προς Καστρίτσα η σιδηροδρομική γραμμή βρίσκεται μακριά από τον οικισμό της Καστρίτσας, ενώ τα αρδευτικά κανάλια διατηρούνται με την κατασκευή οχετών, όπως προβλέπει και η Εγνατία Οδός. Ο σταθμός της Καστρίτσας αναπτύσσεται σε περιοχή καλλιεργειών ή χέρσων αγροτεμαχίων χωρίς να δημιουργεί ανάγκη για απαλλοτρίωση κτισμάτων.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Φωτογραφία 9: Περιοχή εμπορευματικού σταθμού Ιωαννίνων (Καστρίτσα)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Παρουσίαση του προγράμματος EVVA (Evaluation of Vertical Alignment).

Σκοπός της δημιουργίας του προγράμματος.

Το πρόγραμμα αυτό δημιουργήθηκε για να ελέγχει την κατά μήκος κλίση της ερυθράς της σιδηροδρομικής γραμμής και να αποδίδει γραφικά τα αποτελέσματα του ελέγχου αυτού.

Ο έλεγχος που γίνεται είναι σύμφωνα με τις επιταγές των Προσωρινών Εθνικών Τεχνικών Προδιαγραφών του Υπουργείου ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. αλλά και με τις οδηγίες του ΟΣΕ που δόθηκαν για την εκτέλεση της μελέτης χάραξης της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας –Ιωαννίνων. Η εν λόγω μελέτη παρουσιάζεται εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο, αλλά και στα σχέδια που συνοδεύουν την εργασία.

Οι οδηγίες αυτές του ΟΣΕ ορίζουν ως μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 2%, το μήκος των 5 km και ως μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 1.7%, το μήκος των 8 km, με την προϋπόθεση μετά τα τμήματα αυτά να υπάρχει ανακουφιστικό τμήμα μέγιστης κατά μήκος κλίσης $i_{max}=0.25\%$ και μήκους $L_{min}=1000m$.

Απαιτήσεις του προγράμματος σε Hardware και Software.

Για την εκτέλεση του προγράμματος, απαιτείται ηλεκτρονικός υπολογιστής με τις ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

Intel Pentium III 500MHz ή ανώτερος.

256 MB μνήμη RAM.

2 GB ελεύθερος αποθηκευτικός χώρος στο σκληρό δίσκο.

Λογισμικό που απαιτείται:

Microsoft Windows 98/2000/Χp

Bentley InRail Suite το οποίο 'τρέχει' σε σχεδιαστική πλατφόρμα Microstation SQ ή ανώτερη ή σε AutoCAD 2000 ή ανώτερη.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τα ανωτέρω είναι οι ελάχιστες απαιτήσεις του σχεδιαστικού πακέτου Microstation SQ. Το κατασκευασθέν πρόγραμμα είναι φειδωλό σε υπολογιστικές απαιτήσεις.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο γράφτηκε και δοκιμάστηκε το πρόγραμμα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

AMD Athlon 2.8GHz

2GB μνήμη RAM.

76 GB σκληρό δίσκο στις 10000 rpm

Με λογισμικό:

Windows XP sp2

Bentley InRail σε πλατφόρμα Microstation V8

Γλώσσα προγραμματισμού.

Το πρόγραμμα γράφτηκε σε γλώσσα προγραμματισμού FORTRAN.

Η FORTRAN σχεδιάστηκε εξ αρχής για μαθηματικούς σκοπούς, για να κάνει δυνατή την υπολογιστική επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Έτσι, εφόσον ο αλγόριθμος είχε διατυπωθεί σαφώς, η υλοποίησή του σε FORTRAN ήταν απλή. Προγράμματα γραμμένα σε FORTRAN είναι γενικά σαφή και εύκολα αντιληπτά.

Η γλώσσα είναι αυστηρά δομημένη, όσον αφορά τη σύνταξη των εντολών της, και έτσι πολλά από τα συντακτικά λάθη προγραμματισμού μπορούν να ανακαλυφθούν κατά τη μεταγλώττιση του προγράμματος παρέχοντας σημαντική ασφάλεια.

Το παραγόμενο αποτέλεσμα του προγράμματος είναι ένα αρχείο σε Format .DXF. Η απόφαση για τη χρήση αυτού του Format ήταν εύκολη για το λόγο ότι το .DXF είναι το πλέον διαδεδομένο Format ηλεκτρονικής σχεδίασης και υποστηρίζεται από όλα τα σχεδιαστικά πακέτα CAD που κυκλοφορούν στην Ελληνική αλλά και τη διεθνή αγορά, συμπεριλαμβανομένων των MicroStation και AutoCAD.

Προετοιμασία δεδομένων για την εκτέλεση του προγράμματος.

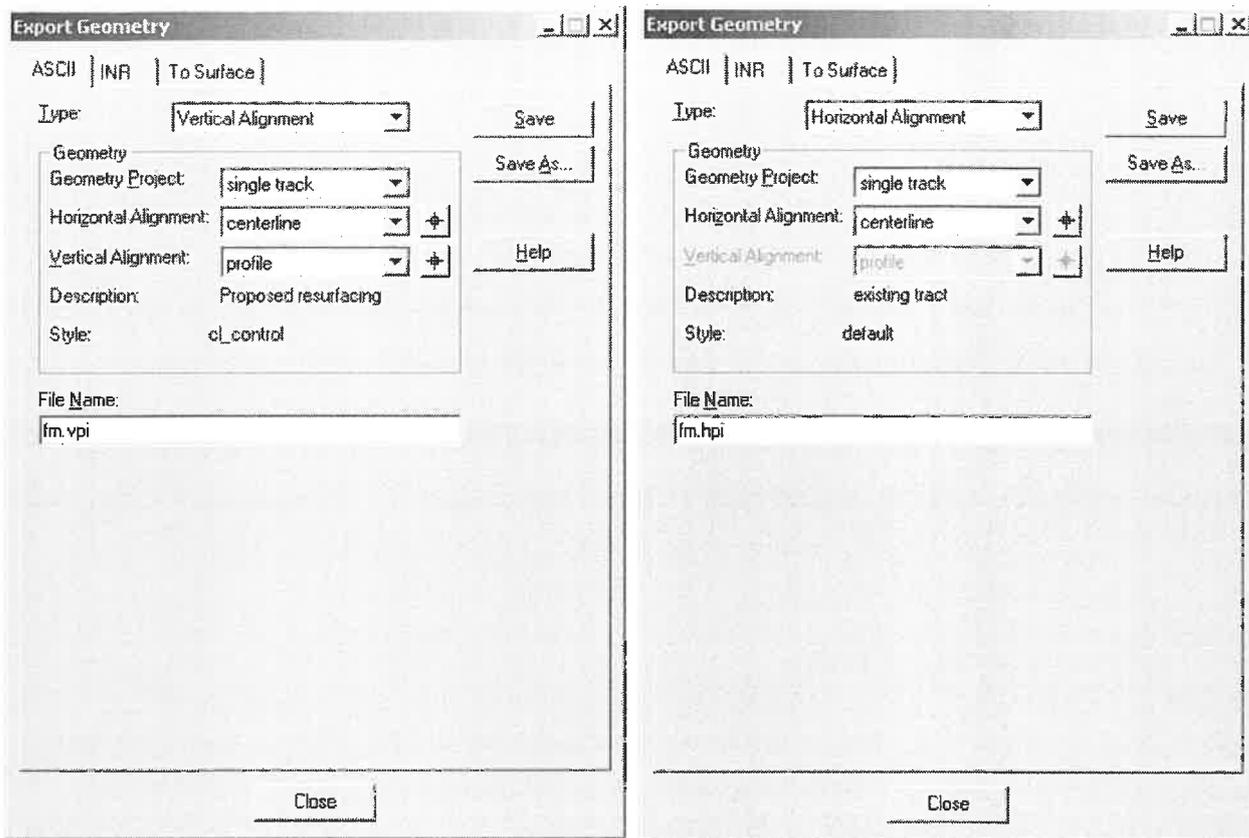
Για την εκτέλεση του προγράμματος EVVA αρκεί να βρίσκεται το αρχείο EVVA1.EXE στον ίδιο φάκελο με τα υπόλοιπα απαραίτητα αρχεία και να γίνει απλή εκκίνηση του (διπλό click ή μέσω εντολής εάν δουλεύουμε σε περιβάλλον DOS).

Η προετοιμασία των δεδομένων για την εκτέλεση του προγράμματος γίνεται στο InRail Suite της εταιρίας Bentley.

Θεωρώντας ότι η χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής έχει ολοκληρωθεί, και ότι η μηκοτομή της βρίσκεται στο στάδιο του ελέγχου, κάνουμε εξαγωγή των δεδομένων της χάραξης από το InRail σε αρχείο ASCII, με τον τρόπο που λέει το εγχειρίδιο χρήσης του προγράμματος.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

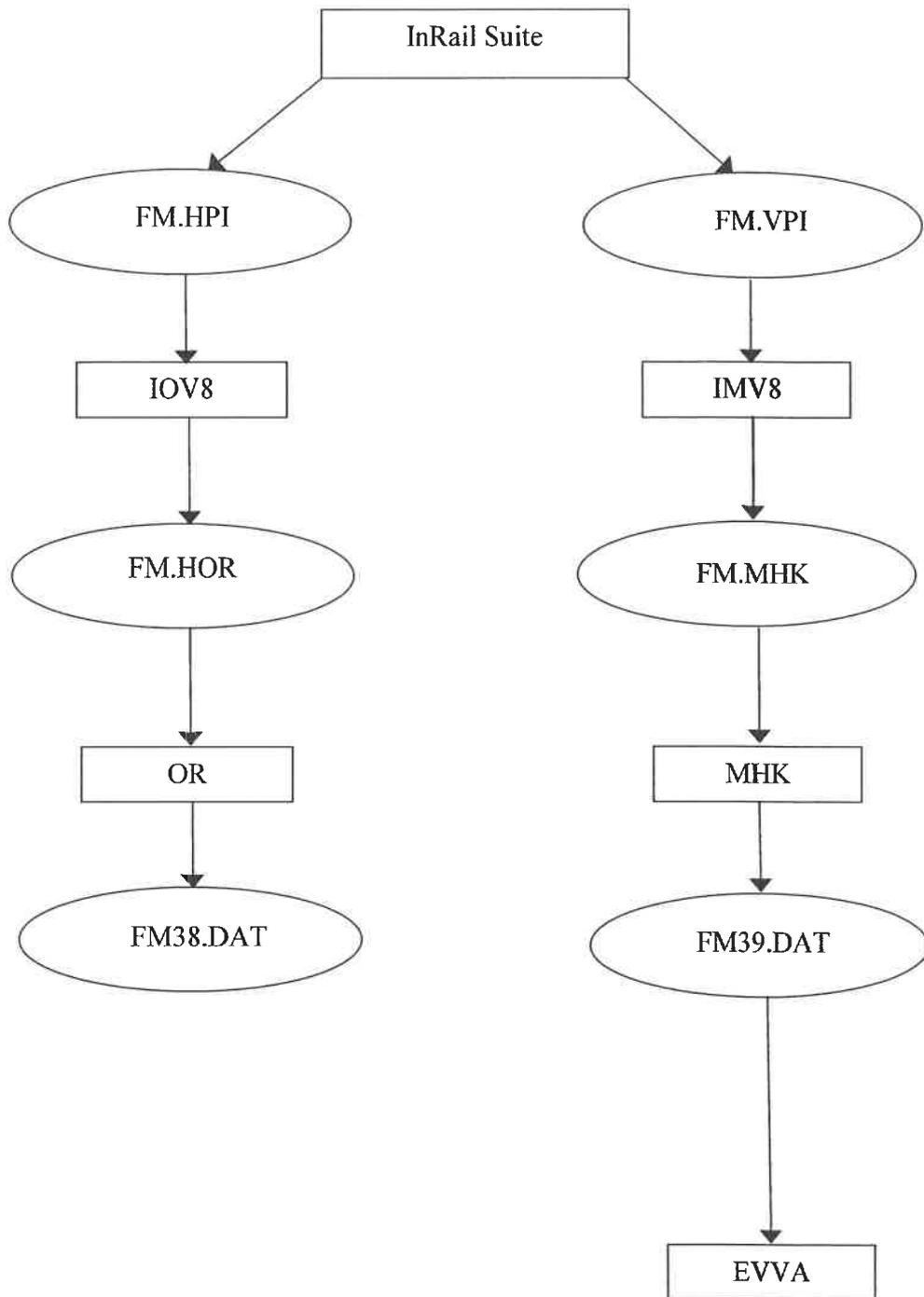


Έχοντας το δύο αυτά αρχεία, fm.hpi και fm.vpi, για την οριζοντιογραφία και την μηκοτομή αντίστοιχα, εκτελούμε τα προγράμματα IOV8 και IMV8. Το πρώτο από αυτά παράγει το αρχείο fm.hor, ενώ το δεύτερο το αρχείο fm.mhk.

Στη συνέχεια το πρόγραμμα OR αξιοποιώντας τα δεδομένα του fm.hor παράγει το αρχείο fm38.dat, με τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας.

Το πρόγραμμα ΜΗΚ κάνοντας χρήση των δεδομένων της μηκοτομής από το αρχείο fm.mhk, παράγει το αρχείο fm39.dat. Το αρχείο αυτό περιέχει τα απαραίτητα στοιχεία για τη λειτουργία του ΕVVA.

Η λογική της ιεράρχησης των διαδικασιών αποτυπώνεται στο ακόλουθο διάγραμμα ροής.



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Τρόπος λειτουργίας του προγράμματος.

Τα μέγιστα μήκη στα οποία εφαρμόζεται η μηκοτομική κλίση είναι πολύ εύκολο να ελεγχθούν ανατρέχοντας απλώς στα στοιχεία που αναγράφονται κάτω από το σχέδιο της μηκοτομής. Αυτό που πραγματικά είναι δύσκολο να ελεγχθεί είναι η μέση κλίση που έχει εφαρμοστεί και για πόσο μήκος. Αυτό ακριβώς είναι που υπολογίζει και καταγράφει το πρόγραμμα ΕΥΝΑ.

Το πρόγραμμα για να κάνει τους ελέγχους που προαναφέρθηκαν, λαμβάνει στοιχεία από το αρχείο FM39.DAT το οποίο περιέχει κάποια οριζοντιογραφικά, αλλά και μηκοτομικά δεδομένα της χάραξης. Τα δεδομένα αυτά είναι:

Χ.Θ της χάραξης

Τετμημένη Χ, τεταγμένη Υ και υψόμετρο Ζ του κάθε σημείου του άξονα, με βήμα δύο μέτρων.

Μηκοτομική κλίση (%) στα σημεία αυτά.

Οι έλεγχοι γίνονται και αυτοί κάθε δύο μέτρα και γίνονται ελέγχοντας την κλίση της ερυθράς 2500 μέτρα πριν κ 2500 μέτρα μετά το εκάστοτε σημείο ενδιαφέροντος, ή 4000 μέτρα πριν κ μετά για τον δεύτερο έλεγχο αντίστοιχα.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι έλεγχοι της μηκοτομής να μην αρχίζουν από την αρχή της χάραξης (Χ.Θ. 0+000).

Στον μεν για μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 2% έλεγχο, το πρόγραμμα αρχίζει από τη Χ.Θ.2+500, ενώ στον έλεγχο για μέγιστο μήκος μηκοτομικής κλίσης 1,7% αρχίζει στη Χ.Θ. 4+000.

Για να γίνει πιο εύκολα κατανοητός ο τρόπος που λειτουργεί το πρόγραμμα ακολουθεί ένα παράδειγμα, από την προμελέτη χάραξης της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας Ιωαννίνων.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Το fm39.dat για την αρχή της χάραξης (Χ.Θ. 0+000), μας δίνει τα παρακάτω στοιχεία:

XYZ Χάραξη Άξονα					
A/A	X.Θ.	X	Y	Z	Κλίση %
1	.000	177720.470	4377132.494	1.600	.0000
2	2.000	177722.290	4377131.664	1.600	.0000
3	4.000	177724.109	4377130.834	1.600	.0000
4	6.000	177725.929	4377130.004	1.600	.0000
5	8.000	177727.749	4377129.174	1.600	.0000

Για την Χ.Θ. 5+000:

XYZ Χάραξη Άξονα					
A/A	X.Θ.	X	Y	Z	Κλίση %
2501	4999.925	182551.258	4377859.689	59.164	1.6965
2502	5001.925	182553.148	4377860.342	59.198	1.6965
2503	5003.925	182555.039	4377860.995	59.232	1.6965
2504	5005.925	182556.929	4377861.648	59.266	1.6965

Η μέση κλίση της σιδηροδρομικής γραμμής για τη Χ.Θ. 2+500, είναι:

$$S = \frac{59.164 - 1.6}{5000} \times 100 = 1.1516\%$$

Με τον ίδιο τρόπο και για κάθε δύο μέτρα χάραξης, συνεχίζονται οι έλεγχοι μέχρι την Χ.Θ. 66+281.0440 για την πρώτη περίπτωση (2500 μέτρα πριν το τέλος της χάραξης).

Ο δεύτερος έλεγχος, αρχίζει από την Χ.Θ. 4+000 και τελειώνει στην Χ.Θ. 64+781.0890 (4000 μέτρα πριν το τέλος της χάραξης).

Στη συνέχεια το πρόγραμμα δημιουργεί ένα αρχείο ΜΗΚΟΤΟΜΗ.DXF, το οποίο περιέχει γραφικά τα αποτελέσματα των ελέγχων.

Ακολουθεί ένα δείγμα κώδικα του αρχείου αυτού, καθώς και οι επεξηγήσεις των εντολών που τον αποτελούν.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Line ←———— Σχεδίασε γραμμή (Εντολή του AutoCAD)

8 ←————— Όρισε Όνομα επιπέδου σχεδίασης (layer)

1 ←————— Όνομα επιπέδου σχεδίασης (layer)

62 ←————— Όρισε χρώμα γραμμής

0 ←————— Χρώμα γραμμής

6 ←————— Όρισε είδος γραμμής (linetype)

Continuous ←—— Είδος γραμμής (linetype)

10 ←————— Όρισε τετμημένη σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος
4000.000000 Τετμημένη σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος

20 ←————— Όρισε τεταγμένη σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος
5000.000000 Τεταγμένη σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος

30 ←————— Όρισε Z σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος
.000000 Z σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος

11 ←————— Όρισε τετμημένη σημείου τέλους του ευθύγραμμου τμήματος
4000.000000 Τετμημένη σημείου τέλους του ευθύγραμμου τμήματος

21 ←————— Όρισε τεταγμένη σημείου τέλους του ευθύγραμμου τμήματος
6355.609473 Τεταγμένη σημείου τέλους του ευθύγραμμου τμήματος

31 ←————— Όρισε Z σημείου αρχής του ευθύγραμμου τμήματος
.000000 Z σημείου τέλους του ευθύγραμμου τμήματος

0

LINE

8

1

62

0

6

Continuous

10

4002.000000

20

5000.000000

30

.000000

11

4002.000000

21

6356.033492

31

.000000

0

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Παραγόμενο αποτέλεσμα

Ακολουθεί το ίδιο παράδειγμα (προμελέτη χάραξης της νέας σιδηροδρομικής γραμμής Ηγουμενίτσας – Ιωαννίνων), για να γίνει κατανοητή η λειτουργία του προγράμματος.

Η χάραξη της συγκεκριμένης μελέτης έγινε στο InRail Suite.

Αφού έγινε εξαγωγή των στοιχείων που απαιτούνται για να λειτουργήσει η εφαρμογή EVVA, τα στοιχεία της ερυθράς της γραμμής παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

* -----					
* Τύπος	X.Θ,	Υψόμετρο	Κλίση	Εφαπτομένη	Ακτίνα
{ TYPE	STATION	ELEVATION	SLOPE	VC_LENGTH	RADIUS
* -----					
LIN	0+000.000	1.600	.000000	.000	.000
CIR	0+400.000	1.600	.000000	100.000	-5000.000
LIN	0+500.000	2.600	.020000	.000	.000
CIR	1+200.000	16.600	.020000	100.000	5000.000
LIN	1+300.000	17.600	.000000	.000	.000
CIR	2+507.587	17.600	.000000	84.827	-5000.000
LIN	2+592.413	18.320	.016965	.000	.000
CIR	9+157.930	129.706	.016965	295.221	20000.000
LIN	9+453.150	132.535	.002204	.000	.000
CIR	10+789.473	135.481	.002204	98.873	-20000.000
LIN	10+888.347	135.943	.007148	.000	.000
CIR	12+716.404	149.010	.007148	137.032	-20000.000
LIN	12+853.436	150.459	.014000	.000	.000
CIR	13+771.420	163.311	.014000	119.920	-20000.000
LIN	13+891.340	165.349	.019996	.000	.000
CIR	16+334.762	214.207	.019996	350.417	20000.000
LIN	16+685.178	218.144	.002475	.000	.000
CIR	17+831.496	220.980	.002475	137.008	-10000.000
LIN	17+968.504	222.258	.016176	.000	.000
CIR	20+534.661	263.767	.016176	273.590	20000.000
LIN	20+808.251	266.321	.002496	.000	.000
CIR	21+724.037	268.607	.002496	290.579	-20000.000
LIN	22+014.617	271.444	.017025	.000	.000
CIR	29+886.253	405.459	.017025	620.428	20000.000
LIN	30+506.681	406.398	-.013996	.000	.000
CIR	35+270.624	339.720	-.013996	117.230	-10000.000
LIN	35+387.854	338.767	-.002273	.000	.000
CIR	36+621.177	335.963	-.002273	116.964	10000.000
LIN	36+738.141	335.013	-.013970	.000	.000
CIR	38+560.058	309.561	-.013970	678.782	-20000.000
LIN	39+238.840	311.597	.019969	.000	.000
CIR	42+412.191	374.967	.019969	349.833	20000.000

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

LIN	42+762.025	378.893	.002478	.000	.000
CIR	43+445.139	380.586	.002478	350.418	-20000.000
LIN	43+795.557	384.524	.019999	.000	.000
CIR	49+014.796	488.901	.019999	349.924	20000.000
LIN	49+364.720	492.838	.002502	.000	.000
CIR	54+149.539	504.811	.002502	247.019	50000.000
LIN	54+396.557	504.819	-.002438	.000	.000
CIR	57+579.572	497.059	-.002438	351.515	20000.000
LIN	57+931.088	493.112	-.020014	.000	.000
CIR	58+585.902	480.007	-.020014	529.342	-20000.000
LIN	59+115.244	476.418	.006453	.000	.000
CIR	63+085.817	502.041	.006453	346.718	20000.000
LIN	63+432.535	501.273	-.010883	.000	.000
CIR	64+830.770	486.057	-.010883	242.023	-20000.000
LIN	65+072.794	484.887	.001219	.000	.000
CIR	65+705.941	485.659	.001219	182.237	-20000.000
LIN	65+888.177	486.711	.010330	.000	.000
CIR	66+546.411	493.511	.010330	156.609	20000.000
LIN	66+703.019	494.516	.002500	.000	.000
LIN	68+784.755	499.720	.000000	.000	.000

Εκτελώντας την εντολή EVVA1 θα παρατηρήσουμε στην οθόνη να ανοίγει ένα παράθυρο λειτουργίας του DOS. Κατά την εκτέλεση του προγράμματος καταγράφονται σε αυτό το παράθυρο οι περιοχές της χάραξης, όπου οι κανονισμοί για την τήρηση των οποίων γράφτηκε το EVVA δεν τηρούνται.

Στο παράδειγμά εμφανίζονται τα παρακάτω:

```
D:\Dipl\evva1>evva1
```

21815.673	25815.673	29815.673	1.690%	1.690%
21817.673	25817.673	29817.673	1.690%	1.690%
21819.673	25819.673	29819.673	1.691%	1.690%
21821.673	25821.673	29821.673	1.691%	1.690%
21823.673	25823.673	29823.673	1.691%	1.690%
21825.673	25825.673	29825.673	1.691%	1.690%
21827.673	25827.673	29827.673	1.691%	1.690%
21829.673	25829.673	29829.673	1.692%	1.690%
21831.673	25831.673	29831.673	1.692%	1.690%
21833.673	25833.673	29833.673	1.692%	1.690%
21835.673	25835.673	29835.673	1.692%	1.690%
21837.673	25837.673	29837.673	1.693%	1.690%
21839.673	25839.673	29839.673	1.693%	1.690%
21841.673	25841.673	29841.673	1.693%	1.690%
21843.673	25843.673	29843.673	1.693%	1.690%
21845.673	25845.673	29845.673	1.693%	1.690%
21847.673	25847.673	29847.673	1.694%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

21849.673	25849.673	29849.673	1.694%	1.690%
21851.672	25851.672	29851.672	1.694%	1.690%
21853.672	25853.672	29853.672	1.694%	1.690%
21855.672	25855.672	29855.672	1.695%	1.690%
21857.672	25857.672	29857.672	1.695%	1.690%
21859.672	25859.672	29859.672	1.695%	1.690%
21861.672	25861.672	29861.672	1.695%	1.690%
21863.672	25863.672	29863.672	1.695%	1.690%
21865.672	25865.672	29865.672	1.695%	1.690%
21867.672	25867.672	29867.672	1.696%	1.690%
21869.672	25869.672	29869.672	1.696%	1.690%
21871.672	25871.672	29871.672	1.696%	1.690%
21873.672	25873.672	29873.672	1.696%	1.690%
21875.672	25875.672	29875.672	1.696%	1.690%
21877.672	25877.672	29877.672	1.697%	1.690%
21879.672	25879.672	29879.672	1.697%	1.690%
21881.672	25881.672	29881.672	1.697%	1.690%
21883.672	25883.672	29883.672	1.697%	1.690%
21885.672	25885.672	29885.672	1.697%	1.690%
21887.672	25887.672	29887.672	1.697%	1.690%
21889.672	25889.672	29889.672	1.698%	1.690%
21891.672	25891.672	29891.672	1.698%	1.690%
21893.672	25893.672	29893.672	1.698%	1.690%
21895.672	25895.672	29895.672	1.698%	1.690%
21897.672	25897.672	29897.672	1.698%	1.690%
21899.672	25899.672	29899.672	1.698%	1.690%
21901.672	25901.672	29901.672	1.698%	1.690%
21903.672	25903.672	29903.672	1.698%	1.690%
21905.672	25905.672	29905.672	1.699%	1.690%
21907.672	25907.672	29907.672	1.699%	1.690%
21909.672	25909.672	29909.672	1.699%	1.690%
21911.672	25911.672	29911.672	1.699%	1.690%
21913.672	25913.672	29913.672	1.699%	1.690%
21915.672	25915.672	29915.672	1.699%	1.690%
21917.672	25917.672	29917.672	1.699%	1.690%
21919.671	25919.671	29919.671	1.699%	1.690%
21921.671	25921.671	29921.671	1.699%	1.690%
21923.671	25923.671	29923.671	1.699%	1.690%
21925.671	25925.671	29925.671	1.699%	1.690%
21927.671	25927.671	29927.671	1.700%	1.690%
21929.671	25929.671	29929.671	1.700%	1.690%
21931.671	25931.671	29931.671	1.700%	1.690%
21933.671	25933.671	29933.671	1.700%	1.690%
21935.671	25935.671	29935.671	1.700%	1.690%
21937.671	25937.671	29937.671	1.700%	1.690%
21939.671	25939.671	29939.671	1.700%	1.690%
21941.671	25941.671	29941.671	1.700%	1.690%
21943.671	25943.671	29943.671	1.700%	1.690%
21945.671	25945.671	29945.671	1.700%	1.690%
21947.671	25947.671	29947.671	1.700%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

21949.671	25949.671	29949.671	1.700%	1.690%
21951.671	25951.671	29951.671	1.700%	1.690%
21953.671	25953.671	29953.671	1.700%	1.690%
21955.671	25955.671	29955.671	1.700%	1.690%
21957.671	25957.671	29957.671	1.700%	1.690%
21959.671	25959.671	29959.671	1.700%	1.690%
21961.671	25961.671	29961.671	1.700%	1.690%
21963.671	25963.671	29963.671	1.700%	1.690%
21965.671	25965.671	29965.671	1.700%	1.690%
21967.671	25967.671	29967.671	1.700%	1.690%
21969.671	25969.671	29969.671	1.700%	1.690%
21971.671	25971.671	29971.671	1.700%	1.690%
21973.671	25973.671	29973.671	1.700%	1.690%
21975.671	25975.671	29975.671	1.699%	1.690%
21977.671	25977.671	29977.671	1.699%	1.690%
21979.671	25979.671	29979.671	1.699%	1.690%
21981.671	25981.671	29981.671	1.699%	1.690%
21983.671	25983.671	29983.671	1.699%	1.690%
21985.670	25985.670	29985.670	1.699%	1.690%
21987.670	25987.670	29987.670	1.699%	1.690%
21989.670	25989.670	29989.670	1.699%	1.690%
21991.670	25991.670	29991.670	1.699%	1.690%
21993.670	25993.670	29993.670	1.699%	1.690%
21995.670	25995.670	29995.670	1.699%	1.690%
21997.670	25997.670	29997.670	1.698%	1.690%
21999.670	25999.670	29999.670	1.698%	1.690%
22001.670	26001.670	30001.670	1.698%	1.690%
22003.670	26003.670	30003.670	1.698%	1.690%
22005.670	26005.670	30005.670	1.698%	1.690%
22007.670	26007.670	30007.670	1.698%	1.690%
22009.670	26009.670	30009.670	1.698%	1.690%
22011.670	26011.670	30011.670	1.698%	1.690%
22013.670	26013.670	30013.670	1.697%	1.690%
22015.670	26015.670	30015.670	1.697%	1.690%
22017.670	26017.670	30017.670	1.697%	1.690%
22019.670	26019.670	30019.670	1.697%	1.690%
22021.670	26021.670	30021.670	1.697%	1.690%
22023.670	26023.670	30023.670	1.697%	1.690%
22025.670	26025.670	30025.670	1.696%	1.690%
22027.670	26027.670	30027.670	1.696%	1.690%
22029.670	26029.670	30029.670	1.696%	1.690%
22031.670	26031.670	30031.670	1.696%	1.690%
22033.670	26033.670	30033.670	1.696%	1.690%
22035.670	26035.670	30035.670	1.695%	1.690%
22037.670	26037.670	30037.670	1.695%	1.690%
22039.670	26039.670	30039.670	1.695%	1.690%
22041.670	26041.670	30041.670	1.695%	1.690%
22043.670	26043.670	30043.670	1.695%	1.690%
22045.670	26045.670	30045.670	1.694%	1.690%
22047.670	26047.670	30047.670	1.694%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

22049.670	26049.670	30049.670	1.694%	1.690%
22051.670	26051.670	30051.670	1.694%	1.690%
22053.669	26053.669	30053.669	1.694%	1.690%
22055.669	26055.669	30055.669	1.693%	1.690%
22057.669	26057.669	30057.669	1.693%	1.690%
22059.669	26059.669	30059.669	1.693%	1.690%
22061.669	26061.669	30061.669	1.693%	1.690%
22063.669	26063.669	30063.669	1.693%	1.690%
22065.669	26065.669	30065.669	1.692%	1.690%
22067.669	26067.669	30067.669	1.692%	1.690%
22069.669	26069.669	30069.669	1.692%	1.690%
22071.669	26071.669	30071.669	1.692%	1.690%
22073.669	26073.669	30073.669	1.691%	1.690%
22075.669	26075.669	30075.669	1.691%	1.690%
22077.669	26077.669	30077.669	1.691%	1.690%
22079.669	26079.669	30079.669	1.691%	1.690%
22081.669	26081.669	30081.669	1.690%	1.690%
22083.669	26083.669	30083.669	1.690%	1.690%
40971.386	44971.386	48971.386	1.773%	1.690%
40973.386	44973.386	48973.386	1.773%	1.690%
40975.386	44975.386	48975.386	1.773%	1.690%
40977.386	44977.386	48977.386	1.773%	1.690%
40979.386	44979.386	48979.386	1.773%	1.690%
40981.386	44981.386	48981.386	1.773%	1.690%
40983.386	44983.386	48983.386	1.773%	1.690%
40985.386	44985.386	48985.386	1.773%	1.690%
40987.386	44987.386	48987.386	1.773%	1.690%
40989.386	44989.386	48989.386	1.773%	1.690%
40991.386	44991.386	48991.386	1.773%	1.690%
40993.386	44993.386	48993.386	1.773%	1.690%
40995.386	44995.386	48995.386	1.773%	1.690%
40997.386	44997.386	48997.386	1.773%	1.690%
40999.386	44999.386	48999.386	1.773%	1.690%
41001.385	45001.385	49001.385	1.773%	1.690%
41003.385	45003.385	49003.385	1.773%	1.690%
41005.385	45005.385	49005.385	1.773%	1.690%
41007.385	45007.385	49007.385	1.773%	1.690%
41009.385	45009.385	49009.385	1.773%	1.690%
41011.385	45011.385	49011.385	1.773%	1.690%
41013.385	45013.385	49013.385	1.773%	1.690%
41015.385	45015.385	49015.385	1.773%	1.690%
41017.385	45017.385	49017.385	1.773%	1.690%
41019.385	45019.385	49019.385	1.773%	1.690%
41021.385	45021.385	49021.385	1.773%	1.690%
41023.385	45023.385	49023.385	1.773%	1.690%
41025.385	45025.385	49025.385	1.773%	1.690%
41027.385	45027.385	49027.385	1.773%	1.690%
41029.385	45029.385	49029.385	1.773%	1.690%
41031.385	45031.385	49031.385	1.773%	1.690%
41033.385	45033.385	49033.385	1.773%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41035.385	45035.385	49035.385	1.773%	1.690%
41037.385	45037.385	49037.385	1.773%	1.690%
41039.385	45039.385	49039.385	1.773%	1.690%
41041.385	45041.385	49041.385	1.773%	1.690%
41043.385	45043.385	49043.385	1.773%	1.690%
41045.385	45045.385	49045.385	1.773%	1.690%
41047.385	45047.385	49047.385	1.773%	1.690%
41049.385	45049.385	49049.385	1.773%	1.690%
41051.385	45051.385	49051.385	1.773%	1.690%
41053.385	45053.385	49053.385	1.773%	1.690%
41055.385	45055.385	49055.385	1.773%	1.690%
41057.385	45057.385	49057.385	1.772%	1.690%
41059.385	45059.385	49059.385	1.772%	1.690%
41061.385	45061.385	49061.385	1.772%	1.690%
41063.385	45063.385	49063.385	1.772%	1.690%
41065.385	45065.385	49065.385	1.772%	1.690%
41067.385	45067.385	49067.385	1.772%	1.690%
41069.384	45069.384	49069.384	1.772%	1.690%
41071.384	45071.384	49071.384	1.772%	1.690%
41073.384	45073.384	49073.384	1.772%	1.690%
41075.384	45075.384	49075.384	1.772%	1.690%
41077.384	45077.384	49077.384	1.772%	1.690%
41079.384	45079.384	49079.384	1.772%	1.690%
41081.384	45081.384	49081.384	1.772%	1.690%
41083.384	45083.384	49083.384	1.772%	1.690%
41085.384	45085.384	49085.384	1.772%	1.690%
41087.384	45087.384	49087.384	1.771%	1.690%
41089.384	45089.384	49089.384	1.771%	1.690%
41091.384	45091.384	49091.384	1.771%	1.690%
41093.384	45093.384	49093.384	1.771%	1.690%
41095.384	45095.384	49095.384	1.771%	1.690%
41097.384	45097.384	49097.384	1.771%	1.690%
41099.384	45099.384	49099.384	1.771%	1.690%
41101.384	45101.384	49101.384	1.771%	1.690%
41103.384	45103.384	49103.384	1.771%	1.690%
41105.384	45105.384	49105.384	1.770%	1.690%
41107.384	45107.384	49107.384	1.770%	1.690%
41109.384	45109.384	49109.384	1.770%	1.690%
41111.384	45111.384	49111.384	1.770%	1.690%
41113.384	45113.384	49113.384	1.770%	1.690%
41115.384	45115.384	49115.384	1.770%	1.690%
41117.384	45117.384	49117.384	1.770%	1.690%
41119.384	45119.384	49119.384	1.770%	1.690%
41121.384	45121.384	49121.384	1.770%	1.690%
41123.384	45123.384	49123.384	1.769%	1.690%
41125.384	45125.384	49125.384	1.769%	1.690%
41127.384	45127.384	49127.384	1.769%	1.690%
41129.384	45129.384	49129.384	1.769%	1.690%
41131.384	45131.384	49131.384	1.769%	1.690%
41133.384	45133.384	49133.384	1.769%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41135.383	45135.383	49135.383	1.769%	1.690%
41137.383	45137.383	49137.383	1.768%	1.690%
41139.383	45139.383	49139.383	1.768%	1.690%
41141.383	45141.383	49141.383	1.768%	1.690%
41143.383	45143.383	49143.383	1.768%	1.690%
41145.383	45145.383	49145.383	1.768%	1.690%
41147.383	45147.383	49147.383	1.768%	1.690%
41149.383	45149.383	49149.383	1.767%	1.690%
41151.383	45151.383	49151.383	1.767%	1.690%
41153.383	45153.383	49153.383	1.767%	1.690%
41155.383	45155.383	49155.383	1.767%	1.690%
41157.383	45157.383	49157.383	1.767%	1.690%
41159.383	45159.383	49159.383	1.767%	1.690%
41161.383	45161.383	49161.383	1.766%	1.690%
41163.383	45163.383	49163.383	1.766%	1.690%
41165.383	45165.383	49165.383	1.766%	1.690%
41167.383	45167.383	49167.383	1.766%	1.690%
41169.383	45169.383	49169.383	1.766%	1.690%
41171.383	45171.383	49171.383	1.765%	1.690%
41173.383	45173.383	49173.383	1.765%	1.690%
41175.383	45175.383	49175.383	1.765%	1.690%
41177.383	45177.383	49177.383	1.765%	1.690%
41179.383	45179.383	49179.383	1.765%	1.690%
41181.383	45181.383	49181.383	1.764%	1.690%
41183.383	45183.383	49183.383	1.764%	1.690%
41185.383	45185.383	49185.383	1.764%	1.690%
41187.383	45187.383	49187.383	1.764%	1.690%
41189.383	45189.383	49189.383	1.764%	1.690%
41191.383	45191.383	49191.383	1.763%	1.690%
41193.383	45193.383	49193.383	1.763%	1.690%
41195.383	45195.383	49195.383	1.763%	1.690%
41197.383	45197.383	49197.383	1.763%	1.690%
41199.383	45199.383	49199.383	1.762%	1.690%
41201.382	45201.382	49201.382	1.762%	1.690%
41203.382	45203.382	49203.382	1.762%	1.690%
41205.382	45205.382	49205.382	1.762%	1.690%
41207.382	45207.382	49207.382	1.761%	1.690%
41209.382	45209.382	49209.382	1.761%	1.690%
41211.382	45211.382	49211.382	1.761%	1.690%
41213.382	45213.382	49213.382	1.761%	1.690%
41215.382	45215.382	49215.382	1.760%	1.690%
41217.382	45217.382	49217.382	1.760%	1.690%
41219.382	45219.382	49219.382	1.760%	1.690%
41221.382	45221.382	49221.382	1.760%	1.690%
41223.382	45223.382	49223.382	1.759%	1.690%
41225.382	45225.382	49225.382	1.759%	1.690%
41227.382	45227.382	49227.382	1.759%	1.690%
41229.382	45229.382	49229.382	1.759%	1.690%
41231.382	45231.382	49231.382	1.758%	1.690%
41233.382	45233.382	49233.382	1.758%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41235.382	45235.382	49235.382	1.758%	1.690%
41237.382	45237.382	49237.382	1.758%	1.690%
41239.382	45239.382	49239.382	1.757%	1.690%
41241.382	45241.382	49241.382	1.757%	1.690%
41243.382	45243.382	49243.382	1.757%	1.690%
41245.382	45245.382	49245.382	1.756%	1.690%
41247.382	45247.382	49247.382	1.756%	1.690%
41249.382	45249.382	49249.382	1.756%	1.690%
41251.382	45251.382	49251.382	1.756%	1.690%
41253.382	45253.382	49253.382	1.755%	1.690%
41255.382	45255.382	49255.382	1.755%	1.690%
41257.382	45257.382	49257.382	1.755%	1.690%
41259.382	45259.382	49259.382	1.754%	1.690%
41261.382	45261.382	49261.382	1.754%	1.690%
41263.382	45263.382	49263.382	1.754%	1.690%
41265.382	45265.382	49265.382	1.753%	1.690%
41267.382	45267.382	49267.382	1.753%	1.690%
41269.381	45269.381	49269.381	1.753%	1.690%
41271.381	45271.381	49271.381	1.752%	1.690%
41273.381	45273.381	49273.381	1.752%	1.690%
41275.381	45275.381	49275.381	1.752%	1.690%
41277.381	45277.381	49277.381	1.751%	1.690%
41279.381	45279.381	49279.381	1.751%	1.690%
41281.381	45281.381	49281.381	1.751%	1.690%
41283.381	45283.381	49283.381	1.750%	1.690%
41285.381	45285.381	49285.381	1.750%	1.690%
41287.381	45287.381	49287.381	1.750%	1.690%
41289.381	45289.381	49289.381	1.749%	1.690%
41291.381	45291.381	49291.381	1.749%	1.690%
41293.381	45293.381	49293.381	1.749%	1.690%
41295.381	45295.381	49295.381	1.748%	1.690%
41297.381	45297.381	49297.381	1.748%	1.690%
41299.381	45299.381	49299.381	1.748%	1.690%
41301.381	45301.381	49301.381	1.747%	1.690%
41303.381	45303.381	49303.381	1.747%	1.690%
41305.381	45305.381	49305.381	1.747%	1.690%
41307.381	45307.381	49307.381	1.746%	1.690%
41309.381	45309.381	49309.381	1.746%	1.690%
41311.381	45311.381	49311.381	1.746%	1.690%
41313.381	45313.381	49313.381	1.745%	1.690%
41315.381	45315.381	49315.381	1.745%	1.690%
41317.381	45317.381	49317.381	1.744%	1.690%
41319.381	45319.381	49319.381	1.744%	1.690%
41321.381	45321.381	49321.381	1.744%	1.690%
41323.381	45323.381	49323.381	1.743%	1.690%
41325.381	45325.381	49325.381	1.743%	1.690%
41327.381	45327.381	49327.381	1.742%	1.690%
41329.381	45329.381	49329.381	1.742%	1.690%
41331.381	45331.381	49331.381	1.742%	1.690%
41333.381	45333.381	49333.381	1.741%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41335.380	45335.380	49335.380	1.741%	1.690%
41337.380	45337.380	49337.380	1.740%	1.690%
41339.380	45339.380	49339.380	1.740%	1.690%
41341.380	45341.380	49341.380	1.740%	1.690%
41343.380	45343.380	49343.380	1.739%	1.690%
41345.380	45345.380	49345.380	1.739%	1.690%
41347.380	45347.380	49347.380	1.738%	1.690%
41349.380	45349.380	49349.380	1.738%	1.690%
41351.380	45351.380	49351.380	1.738%	1.690%
41353.380	45353.380	49353.380	1.737%	1.690%
41355.380	45355.380	49355.380	1.737%	1.690%
41357.380	45357.380	49357.380	1.736%	1.690%
41359.380	45359.380	49359.380	1.736%	1.690%
41361.380	45361.380	49361.380	1.735%	1.690%
41363.380	45363.380	49363.380	1.735%	1.690%
41365.380	45365.380	49365.380	1.735%	1.690%
41367.380	45367.380	49367.380	1.734%	1.690%
41369.380	45369.380	49369.380	1.734%	1.690%
41371.380	45371.380	49371.380	1.733%	1.690%
41373.380	45373.380	49373.380	1.733%	1.690%
41375.380	45375.380	49375.380	1.732%	1.690%
41377.380	45377.380	49377.380	1.732%	1.690%
41379.380	45379.380	49379.380	1.732%	1.690%
41381.380	45381.380	49381.380	1.731%	1.690%
41383.380	45383.380	49383.380	1.731%	1.690%
41385.380	45385.380	49385.380	1.730%	1.690%
41387.380	45387.380	49387.380	1.730%	1.690%
41389.380	45389.380	49389.380	1.729%	1.690%
41391.380	45391.380	49391.380	1.729%	1.690%
41393.380	45393.380	49393.380	1.728%	1.690%
41395.380	45395.380	49395.380	1.728%	1.690%
41397.380	45397.380	49397.380	1.728%	1.690%
41399.380	45399.380	49399.380	1.727%	1.690%
41401.379	45401.379	49401.379	1.727%	1.690%
41403.379	45403.379	49403.379	1.726%	1.690%
41405.379	45405.379	49405.379	1.726%	1.690%
41407.379	45407.379	49407.379	1.725%	1.690%
41409.379	45409.379	49409.379	1.725%	1.690%
41411.379	45411.379	49411.379	1.725%	1.690%
41413.379	45413.379	49413.379	1.724%	1.690%
41415.379	45415.379	49415.379	1.724%	1.690%
41417.379	45417.379	49417.379	1.723%	1.690%
41419.379	45419.379	49419.379	1.723%	1.690%
41421.379	45421.379	49421.379	1.722%	1.690%
41423.379	45423.379	49423.379	1.722%	1.690%
41425.379	45425.379	49425.379	1.722%	1.690%
41427.379	45427.379	49427.379	1.721%	1.690%
41429.379	45429.379	49429.379	1.721%	1.690%
41431.379	45431.379	49431.379	1.720%	1.690%
41433.379	45433.379	49433.379	1.720%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41435.379	45435.379	49435.379	1.719%	1.690%
41437.379	45437.379	49437.379	1.719%	1.690%
41439.379	45439.379	49439.379	1.718%	1.690%
41441.379	45441.379	49441.379	1.718%	1.690%
41443.379	45443.379	49443.379	1.718%	1.690%
41445.379	45445.379	49445.379	1.717%	1.690%
41447.379	45447.379	49447.379	1.717%	1.690%
41449.379	45449.379	49449.379	1.716%	1.690%
41451.379	45451.379	49451.379	1.716%	1.690%
41453.379	45453.379	49453.379	1.715%	1.690%
41455.379	45455.379	49455.379	1.715%	1.690%
41457.379	45457.379	49457.379	1.715%	1.690%
41459.379	45459.379	49459.379	1.714%	1.690%
41461.379	45461.379	49461.379	1.714%	1.690%
41463.379	45463.379	49463.379	1.713%	1.690%
41465.379	45465.379	49465.379	1.713%	1.690%
41467.379	45467.379	49467.379	1.712%	1.690%
41469.378	45469.378	49469.378	1.712%	1.690%
41471.378	45471.378	49471.378	1.711%	1.690%
41473.378	45473.378	49473.378	1.711%	1.690%
41475.378	45475.378	49475.378	1.711%	1.690%
41477.378	45477.378	49477.378	1.710%	1.690%
41479.378	45479.378	49479.378	1.710%	1.690%
41481.378	45481.378	49481.378	1.709%	1.690%
41483.378	45483.378	49483.378	1.709%	1.690%
41485.378	45485.378	49485.378	1.708%	1.690%
41487.378	45487.378	49487.378	1.708%	1.690%
41489.378	45489.378	49489.378	1.708%	1.690%
41491.378	45491.378	49491.378	1.707%	1.690%
41493.378	45493.378	49493.378	1.707%	1.690%
41495.378	45495.378	49495.378	1.706%	1.690%
41497.378	45497.378	49497.378	1.706%	1.690%
41499.378	45499.378	49499.378	1.705%	1.690%
41501.378	45501.378	49501.378	1.705%	1.690%
41503.378	45503.378	49503.378	1.704%	1.690%
41505.378	45505.378	49505.378	1.704%	1.690%
41507.378	45507.378	49507.378	1.704%	1.690%
41509.378	45509.378	49509.378	1.703%	1.690%
41511.378	45511.378	49511.378	1.703%	1.690%
41513.378	45513.378	49513.378	1.702%	1.690%
41515.378	45515.378	49515.378	1.702%	1.690%
41517.378	45517.378	49517.378	1.701%	1.690%
41519.378	45519.378	49519.378	1.701%	1.690%
41521.378	45521.378	49521.378	1.701%	1.690%
41523.378	45523.378	49523.378	1.700%	1.690%
41525.378	45525.378	49525.378	1.700%	1.690%
41527.378	45527.378	49527.378	1.699%	1.690%
41529.378	45529.378	49529.378	1.699%	1.690%
41531.378	45531.378	49531.378	1.698%	1.690%
41533.378	45533.378	49533.378	1.698%	1.690%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

41535.377	45535.377	49535.377	1.697%	1.690%
41537.377	45537.377	49537.377	1.697%	1.690%
41539.377	45539.377	49539.377	1.697%	1.690%
41541.377	45541.377	49541.377	1.696%	1.690%
41543.377	45543.377	49543.377	1.696%	1.690%
41545.377	45545.377	49545.377	1.695%	1.690%
41547.377	45547.377	49547.377	1.695%	1.690%
41549.377	45549.377	49549.377	1.694%	1.690%
41551.377	45551.377	49551.377	1.694%	1.690%
41553.377	45553.377	49553.377	1.694%	1.690%
41555.377	45555.377	49555.377	1.693%	1.690%
41557.377	45557.377	49557.377	1.693%	1.690%
41559.377	45559.377	49559.377	1.692%	1.690%
41561.377	45561.377	49561.377	1.692%	1.690%
41563.377	45563.377	49563.377	1.691%	1.690%
41565.377	45565.377	49565.377	1.691%	1.690%
41567.377	45567.377	49567.377	1.691%	1.690%
41569.377	45569.377	49569.377	1.690%	1.690%
43657.346	46157.346	48657.346	1.990%	1.990%
43659.346	46159.346	48659.346	1.990%	1.990%
43661.346	46161.346	48661.346	1.991%	1.990%
43663.346	46163.346	48663.346	1.991%	1.990%
43665.346	46165.346	48665.346	1.991%	1.990%
43667.346	46167.346	48667.346	1.992%	1.990%
43669.346	46169.346	48669.346	1.992%	1.990%
43671.345	46171.345	48671.345	1.992%	1.990%
43673.345	46173.345	48673.345	1.992%	1.990%
43675.345	46175.345	48675.345	1.993%	1.990%
43677.345	46177.345	48677.345	1.993%	1.990%
43679.345	46179.345	48679.345	1.993%	1.990%
43681.345	46181.345	48681.345	1.993%	1.990%
43683.345	46183.345	48683.345	1.993%	1.990%
43685.345	46185.345	48685.345	1.994%	1.990%
43687.345	46187.345	48687.345	1.994%	1.990%
43689.345	46189.345	48689.345	1.994%	1.990%
43691.345	46191.345	48691.345	1.994%	1.990%
43693.345	46193.345	48693.345	1.995%	1.990%
43695.345	46195.345	48695.345	1.995%	1.990%
43697.345	46197.345	48697.345	1.995%	1.990%
43699.345	46199.345	48699.345	1.995%	1.990%
43701.345	46201.345	48701.345	1.995%	1.990%
43703.345	46203.345	48703.345	1.996%	1.990%
43705.345	46205.345	48705.345	1.996%	1.990%
43707.345	46207.345	48707.345	1.996%	1.990%
43709.345	46209.345	48709.345	1.996%	1.990%
43711.345	46211.345	48711.345	1.996%	1.990%
43713.345	46213.345	48713.345	1.996%	1.990%
43715.345	46215.345	48715.345	1.997%	1.990%
43717.345	46217.345	48717.345	1.997%	1.990%
43719.345	46219.345	48719.345	1.997%	1.990%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

43721.345	46221.345	48721.345	1.997%	1.990%
43723.345	46223.345	48723.345	1.997%	1.990%
43725.345	46225.345	48725.345	1.997%	1.990%
43727.345	46227.345	48727.345	1.998%	1.990%
43729.345	46229.345	48729.345	1.998%	1.990%
43731.345	46231.345	48731.345	1.998%	1.990%
43733.345	46233.345	48733.345	1.998%	1.990%
43735.345	46235.345	48735.345	1.998%	1.990%
43737.344	46237.344	48737.344	1.998%	1.990%
43739.344	46239.344	48739.344	1.998%	1.990%
43741.344	46241.344	48741.344	1.998%	1.990%
43743.344	46243.344	48743.344	1.998%	1.990%
43745.344	46245.344	48745.344	1.999%	1.990%
43747.344	46247.344	48747.344	1.999%	1.990%
43749.344	46249.344	48749.344	1.999%	1.990%
43751.344	46251.344	48751.344	1.999%	1.990%
43753.344	46253.344	48753.344	1.999%	1.990%
43755.344	46255.344	48755.344	1.999%	1.990%
43757.344	46257.344	48757.344	1.999%	1.990%
43759.344	46259.344	48759.344	1.999%	1.990%
43761.344	46261.344	48761.344	1.999%	1.990%
43763.344	46263.344	48763.344	1.999%	1.990%
43765.344	46265.344	48765.344	1.999%	1.990%
43767.344	46267.344	48767.344	1.999%	1.990%
43769.344	46269.344	48769.344	2.000%	1.990%
43771.344	46271.344	48771.344	2.000%	1.990%
43773.344	46273.344	48773.344	2.000%	1.990%
43775.344	46275.344	48775.344	2.000%	1.990%
43777.344	46277.344	48777.344	2.000%	1.990%
43779.344	46279.344	48779.344	2.000%	1.990%
43781.344	46281.344	48781.344	2.000%	1.990%
43783.344	46283.344	48783.344	2.000%	1.990%
43785.344	46285.344	48785.344	2.000%	1.990%
43787.344	46287.344	48787.344	2.000%	1.990%
43789.344	46289.344	48789.344	2.000%	1.990%
43791.344	46291.344	48791.344	2.000%	1.990%
43793.344	46293.344	48793.344	2.000%	1.990%
43795.344	46295.344	48795.344	2.000%	1.990%
43797.344	46297.344	48797.344	2.000%	1.990%
43799.344	46299.344	48799.344	2.000%	1.990%
43801.344	46301.344	48801.344	2.000%	1.990%
43803.344	46303.344	48803.344	2.000%	1.990%
43805.343	46305.343	48805.343	2.000%	1.990%
43807.343	46307.343	48807.343	2.000%	1.990%
43809.343	46309.343	48809.343	2.000%	1.990%
43811.343	46311.343	48811.343	2.000%	1.990%
43813.343	46313.343	48813.343	2.000%	1.990%
43815.343	46315.343	48815.343	2.000%	1.990%
43817.343	46317.343	48817.343	2.000%	1.990%
43819.343	46319.343	48819.343	2.000%	1.990%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

43821.343	46321.343	48821.343	2.000%	1.990%
43823.343	46323.343	48823.343	2.000%	1.990%
43825.343	46325.343	48825.343	2.000%	1.990%
43827.343	46327.343	48827.343	2.000%	1.990%
43829.343	46329.343	48829.343	2.000%	1.990%
43831.343	46331.343	48831.343	2.000%	1.990%
43833.343	46333.343	48833.343	2.000%	1.990%
43835.343	46335.343	48835.343	2.000%	1.990%
43837.343	46337.343	48837.343	2.000%	1.990%
43839.343	46339.343	48839.343	2.000%	1.990%
43841.343	46341.343	48841.343	2.000%	1.990%
43843.343	46343.343	48843.343	2.000%	1.990%
43845.343	46345.343	48845.343	2.000%	1.990%
43847.343	46347.343	48847.343	2.000%	1.990%
43849.343	46349.343	48849.343	2.000%	1.990%
43851.343	46351.343	48851.343	2.000%	1.990%
43853.343	46353.343	48853.343	2.000%	1.990%
43855.343	46355.343	48855.343	2.000%	1.990%
43857.343	46357.343	48857.343	2.000%	1.990%
43859.343	46359.343	48859.343	2.000%	1.990%
43861.343	46361.343	48861.343	2.000%	1.990%
43863.343	46363.343	48863.343	2.000%	1.990%
43865.343	46365.343	48865.343	2.000%	1.990%
43867.343	46367.343	48867.343	2.000%	1.990%
43869.343	46369.343	48869.343	2.000%	1.990%
43871.342	46371.342	48871.342	2.000%	1.990%
43873.342	46373.342	48873.342	2.000%	1.990%
43875.342	46375.342	48875.342	2.000%	1.990%
43877.342	46377.342	48877.342	2.000%	1.990%
43879.342	46379.342	48879.342	2.000%	1.990%
43881.342	46381.342	48881.342	2.000%	1.990%
43883.342	46383.342	48883.342	2.000%	1.990%
43885.342	46385.342	48885.342	2.000%	1.990%
43887.342	46387.342	48887.342	2.000%	1.990%
43889.342	46389.342	48889.342	2.000%	1.990%
43891.342	46391.342	48891.342	2.000%	1.990%
43893.342	46393.342	48893.342	2.000%	1.990%
43895.342	46395.342	48895.342	2.000%	1.990%
43897.342	46397.342	48897.342	2.000%	1.990%
43899.342	46399.342	48899.342	2.000%	1.990%
43901.342	46401.342	48901.342	2.000%	1.990%
43903.342	46403.342	48903.342	2.000%	1.990%
43905.342	46405.342	48905.342	2.000%	1.990%
43907.342	46407.342	48907.342	2.000%	1.990%
43909.342	46409.342	48909.342	2.000%	1.990%
43911.342	46411.342	48911.342	2.000%	1.990%
43913.342	46413.342	48913.342	2.000%	1.990%
43915.342	46415.342	48915.342	2.000%	1.990%
43917.342	46417.342	48917.342	2.000%	1.990%
43919.342	46419.342	48919.342	2.000%	1.990%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

43921.342	46421.342	48921.342	2.000%	1.990%
43923.342	46423.342	48923.342	2.000%	1.990%
43925.342	46425.342	48925.342	2.000%	1.990%
43927.342	46427.342	48927.342	2.000%	1.990%
43929.342	46429.342	48929.342	2.000%	1.990%
43931.342	46431.342	48931.342	2.000%	1.990%
43933.342	46433.342	48933.342	2.000%	1.990%
43935.342	46435.342	48935.342	2.000%	1.990%
43937.341	46437.341	48937.341	2.000%	1.990%
43939.341	46439.341	48939.341	2.000%	1.990%
43941.341	46441.341	48941.341	2.000%	1.990%
43943.341	46443.341	48943.341	2.000%	1.990%
43945.341	46445.341	48945.341	2.000%	1.990%
43947.341	46447.341	48947.341	2.000%	1.990%
43949.341	46449.341	48949.341	2.000%	1.990%
43951.341	46451.341	48951.341	2.000%	1.990%
43953.341	46453.341	48953.341	2.000%	1.990%
43955.341	46455.341	48955.341	2.000%	1.990%
43957.341	46457.341	48957.341	2.000%	1.990%
43959.341	46459.341	48959.341	2.000%	1.990%
43961.341	46461.341	48961.341	2.000%	1.990%
43963.341	46463.341	48963.341	2.000%	1.990%
43965.341	46465.341	48965.341	2.000%	1.990%
43967.341	46467.341	48967.341	2.000%	1.990%
43969.341	46469.341	48969.341	2.000%	1.990%
43971.341	46471.341	48971.341	2.000%	1.990%
43973.341	46473.341	48973.341	2.000%	1.990%
43975.341	46475.341	48975.341	2.000%	1.990%
43977.341	46477.341	48977.341	2.000%	1.990%
43979.341	46479.341	48979.341	2.000%	1.990%
43981.341	46481.341	48981.341	2.000%	1.990%
43983.341	46483.341	48983.341	2.000%	1.990%
43985.341	46485.341	48985.341	2.000%	1.990%
43987.341	46487.341	48987.341	2.000%	1.990%
43989.341	46489.341	48989.341	2.000%	1.990%
43991.341	46491.341	48991.341	2.000%	1.990%
43993.341	46493.341	48993.341	2.000%	1.990%
43995.341	46495.341	48995.341	2.000%	1.990%
43997.341	46497.341	48997.341	2.000%	1.990%
43999.341	46499.341	48999.341	2.000%	1.990%
44001.341	46501.341	49001.341	2.000%	1.990%
44003.341	46503.341	49003.341	2.000%	1.990%
44005.340	46505.340	49005.340	2.000%	1.990%
44007.340	46507.340	49007.340	2.000%	1.990%
44009.340	46509.340	49009.340	2.000%	1.990%
44011.340	46511.340	49011.340	2.000%	1.990%
44013.340	46513.340	49013.340	2.000%	1.990%
44015.340	46515.340	49015.340	2.000%	1.990%
44017.340	46517.340	49017.340	2.000%	1.990%
44019.340	46519.340	49019.340	2.000%	1.990%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

44021.340	46521.340	49021.340	2.000%	1.990%
44023.340	46523.340	49023.340	2.000%	1.990%
44025.340	46525.340	49025.340	2.000%	1.990%
44027.340	46527.340	49027.340	2.000%	1.990%
44029.340	46529.340	49029.340	2.000%	1.990%
44031.340	46531.340	49031.340	2.000%	1.990%
44033.340	46533.340	49033.340	2.000%	1.990%
44035.340	46535.340	49035.340	2.000%	1.990%
44037.340	46537.340	49037.340	2.000%	1.990%
44039.340	46539.340	49039.340	2.000%	1.990%
44041.340	46541.340	49041.340	2.000%	1.990%
44043.340	46543.340	49043.340	1.999%	1.990%
44045.340	46545.340	49045.340	1.999%	1.990%
44047.340	46547.340	49047.340	1.999%	1.990%
44049.340	46549.340	49049.340	1.999%	1.990%
44051.340	46551.340	49051.340	1.999%	1.990%
44053.340	46553.340	49053.340	1.999%	1.990%
44055.340	46555.340	49055.340	1.999%	1.990%
44057.340	46557.340	49057.340	1.999%	1.990%
44059.340	46559.340	49059.340	1.999%	1.990%
44061.340	46561.340	49061.340	1.999%	1.990%
44063.340	46563.340	49063.340	1.999%	1.990%
44065.340	46565.340	49065.340	1.999%	1.990%
44067.340	46567.340	49067.340	1.998%	1.990%
44069.340	46569.340	49069.340	1.998%	1.990%
44071.339	46571.339	49071.339	1.998%	1.990%
44073.339	46573.339	49073.339	1.998%	1.990%
44075.339	46575.339	49075.339	1.998%	1.990%
44077.339	46577.339	49077.339	1.998%	1.990%
44079.339	46579.339	49079.339	1.998%	1.990%
44081.339	46581.339	49081.339	1.998%	1.990%
44083.339	46583.339	49083.339	1.997%	1.990%
44085.339	46585.339	49085.339	1.997%	1.990%
44087.339	46587.339	49087.339	1.997%	1.990%
44089.339	46589.339	49089.339	1.997%	1.990%
44091.339	46591.339	49091.339	1.997%	1.990%
44093.339	46593.339	49093.339	1.997%	1.990%
44095.339	46595.339	49095.339	1.997%	1.990%
44097.339	46597.339	49097.339	1.996%	1.990%
44099.339	46599.339	49099.339	1.996%	1.990%
44101.339	46601.339	49101.339	1.996%	1.990%
44103.339	46603.339	49103.339	1.996%	1.990%
44105.339	46605.339	49105.339	1.996%	1.990%
44107.339	46607.339	49107.339	1.996%	1.990%
44109.339	46609.339	49109.339	1.995%	1.990%
44111.339	46611.339	49111.339	1.995%	1.990%
44113.339	46613.339	49113.339	1.995%	1.990%
44115.339	46615.339	49115.339	1.995%	1.990%
44117.339	46617.339	49117.339	1.995%	1.990%
44119.339	46619.339	49119.339	1.994%	1.990%

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

44121.339	46621.339	49121.339	1.994%	1.990%
44123.339	46623.339	49123.339	1.994%	1.990%
44125.339	46625.339	49125.339	1.994%	1.990%
44127.339	46627.339	49127.339	1.993%	1.990%
44129.339	46629.339	49129.339	1.993%	1.990%
44131.339	46631.339	49131.339	1.993%	1.990%
44133.339	46633.339	49133.339	1.993%	1.990%
44135.339	46635.339	49135.339	1.993%	1.990%
44137.338	46637.338	49137.338	1.992%	1.990%
44139.338	46639.338	49139.338	1.992%	1.990%
44141.338	46641.338	49141.338	1.992%	1.990%
44143.338	46643.338	49143.338	1.992%	1.990%
44145.338	46645.338	49145.338	1.991%	1.990%
44147.338	46647.338	49147.338	1.991%	1.990%
44149.338	46649.338	49149.338	1.991%	1.990%
44151.338	46651.338	49151.338	1.990%	1.990%
44153.338	46653.338	49153.338	1.990%	1.990%

DXF_Μηκοτομής

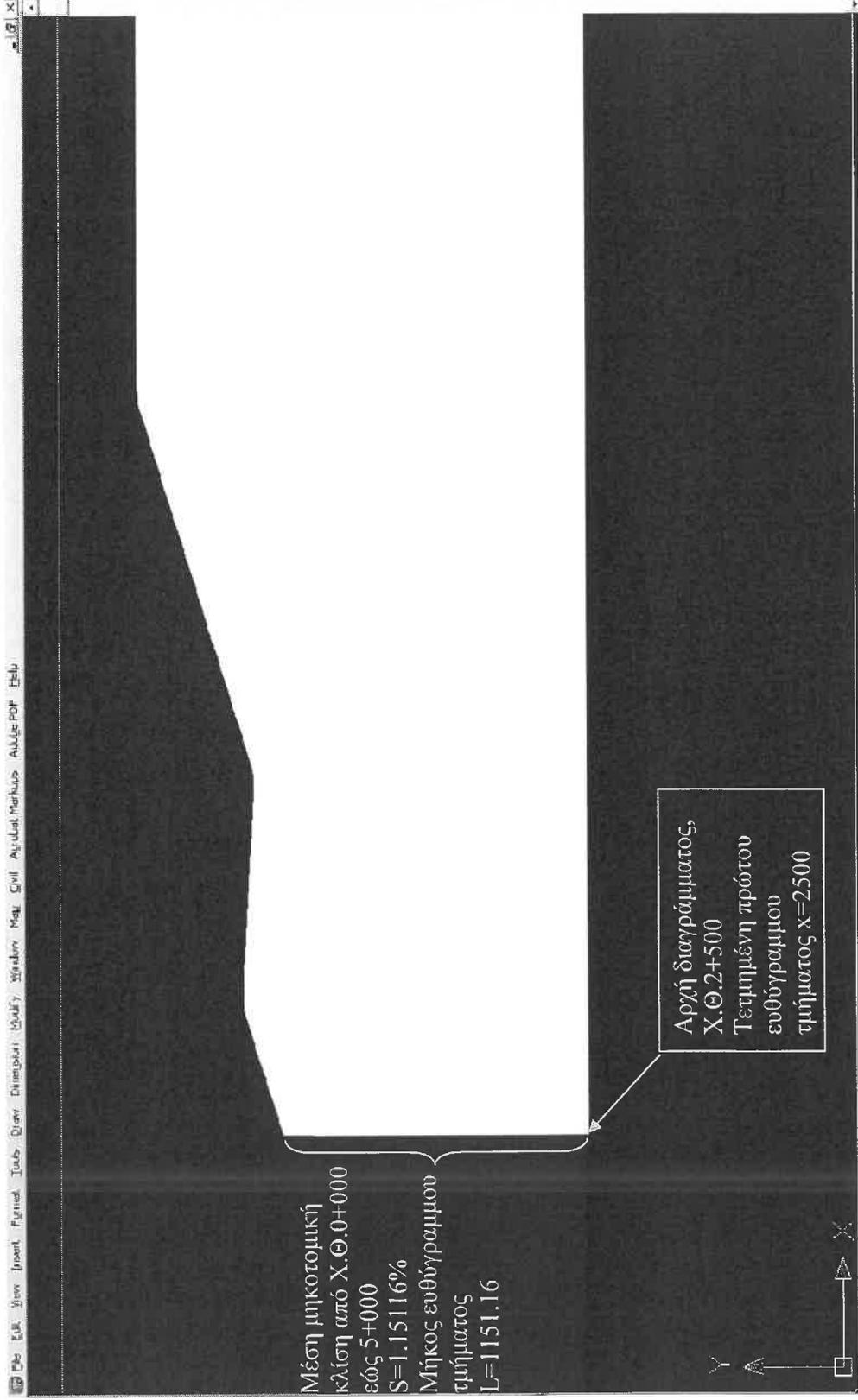
Με το πέρας της διαδικασίας αυτής, το αρχείο ΜΗΚΟΤΟΜΗ.DXF έχει δημιουργηθεί.

Το αρχείο αυτό περιέχει τα δύο διαγράμματα ελέγχου της μηκοτομής που δημιουργήθηκαν κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων ελέγχων.

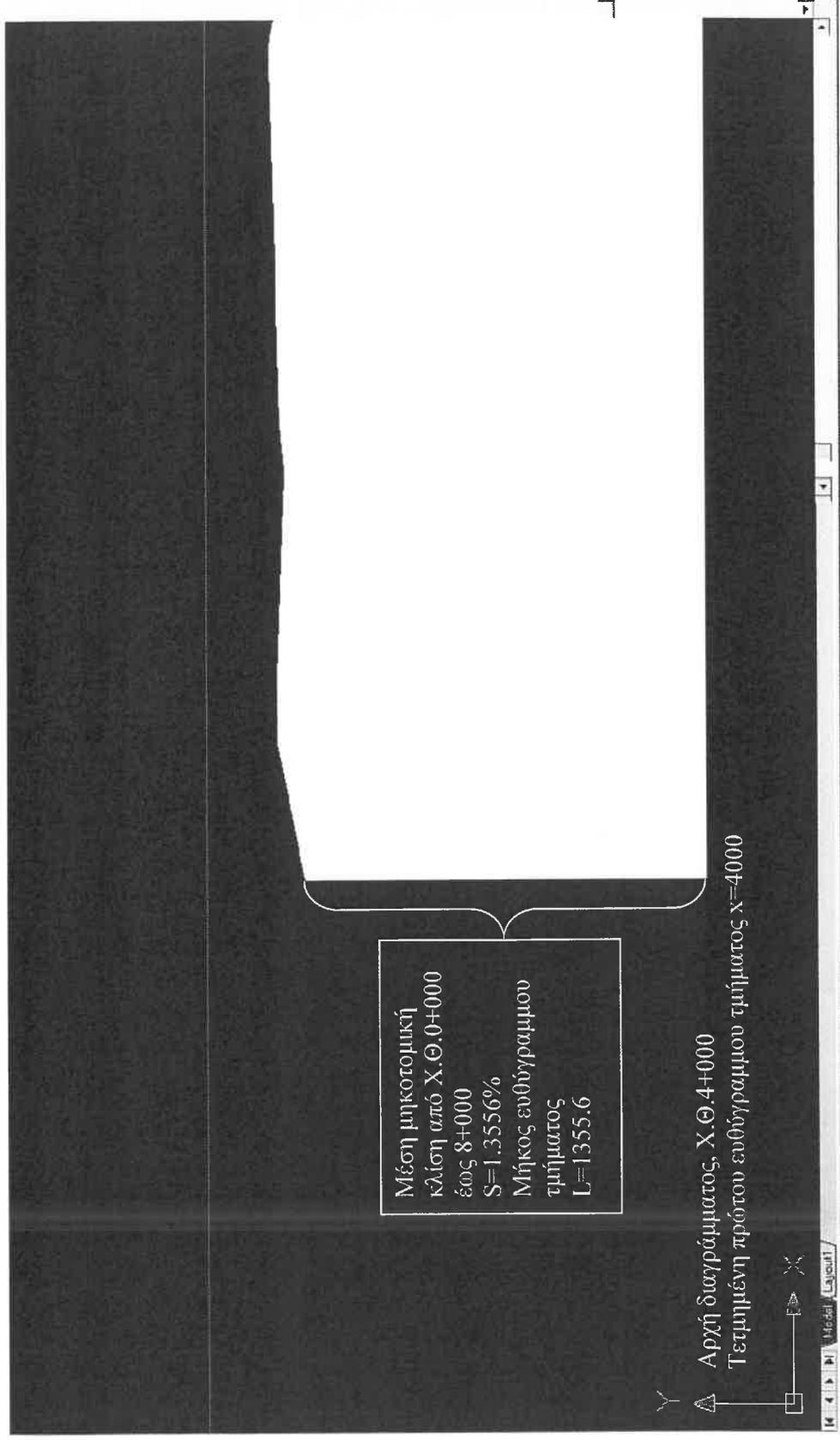
Τα διαγράμματα αυτά αποτελούνται από κατακόρυφα ευθύγραμμα τμήματα. Η τετμημένη, της αρχής και του τέλους, του κάθε τμήματος είναι αριθμητικά ίση με την χιλιομετρική θέση του συγκεκριμένου σημείου στη χάραξη.

Το μήκος του κάθε ευθύγραμμου τμήματος είναι όσο και η μέση μηκοτομική κλίση του συγκεκριμένου σημείου (για 5 ή 8 km), πολλαπλασιασμένη με το 1000 για να είναι το σχέδιο του διαγράμματος πιο ευανάγνωστο.

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Παρουσίαση μέρους του διαγράμματος του ελέγχου για μέγιστο μήκος εφαρμογής μέσης μηκοτομικής κλίσης 2%, στην αρχή της χάραξης (Χ.Θ. 0+000 έως 5+000).



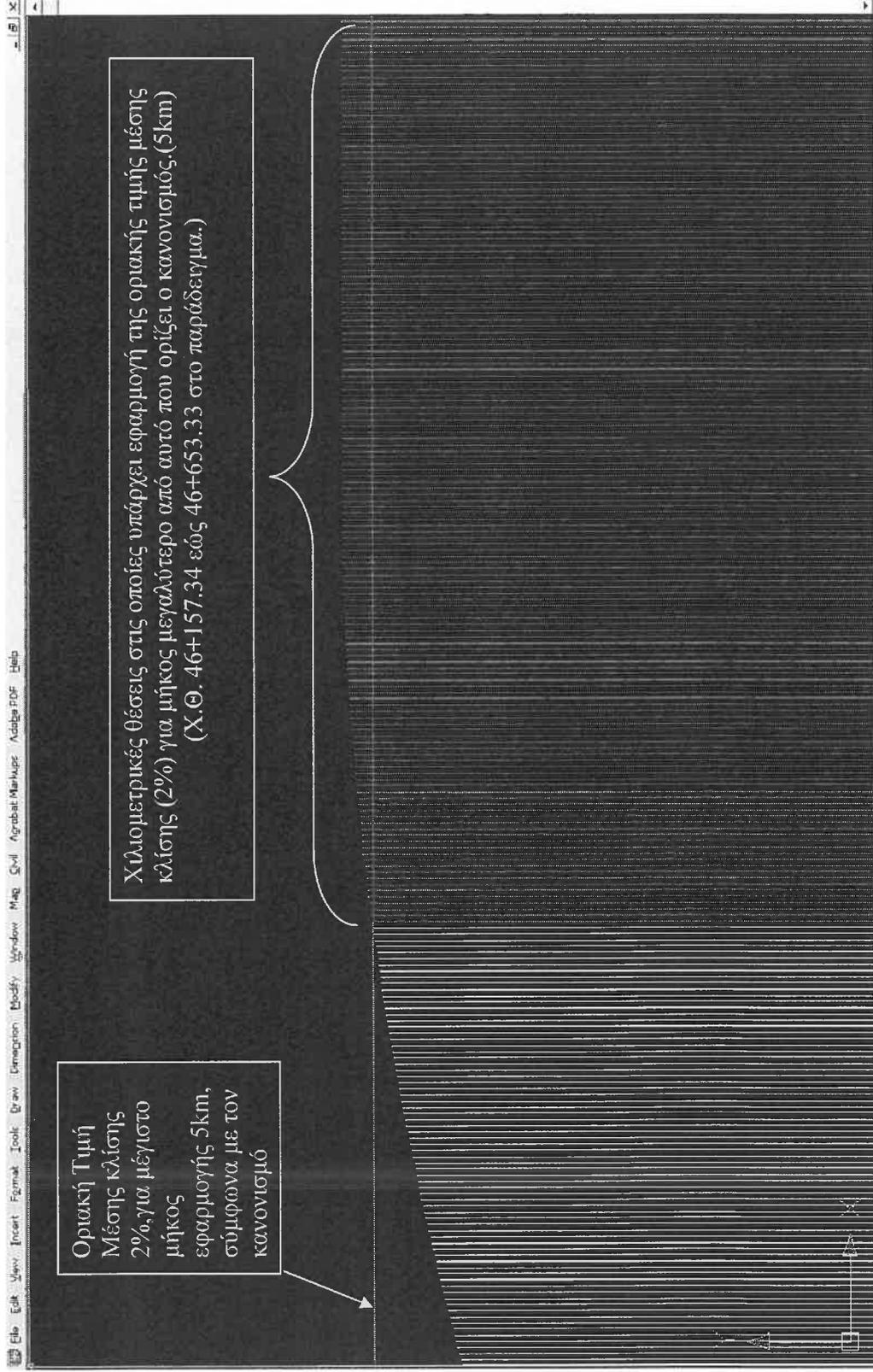
Παρουσίαση μέρους του διαγράμματος του ελέγχου για μέγιστο μήκος εφαρμογής μέσης μηκοτομικής κλίσης 1.7%, στην αρχή της χάραξης (Χ.Θ. 0+000 έως 8+000)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

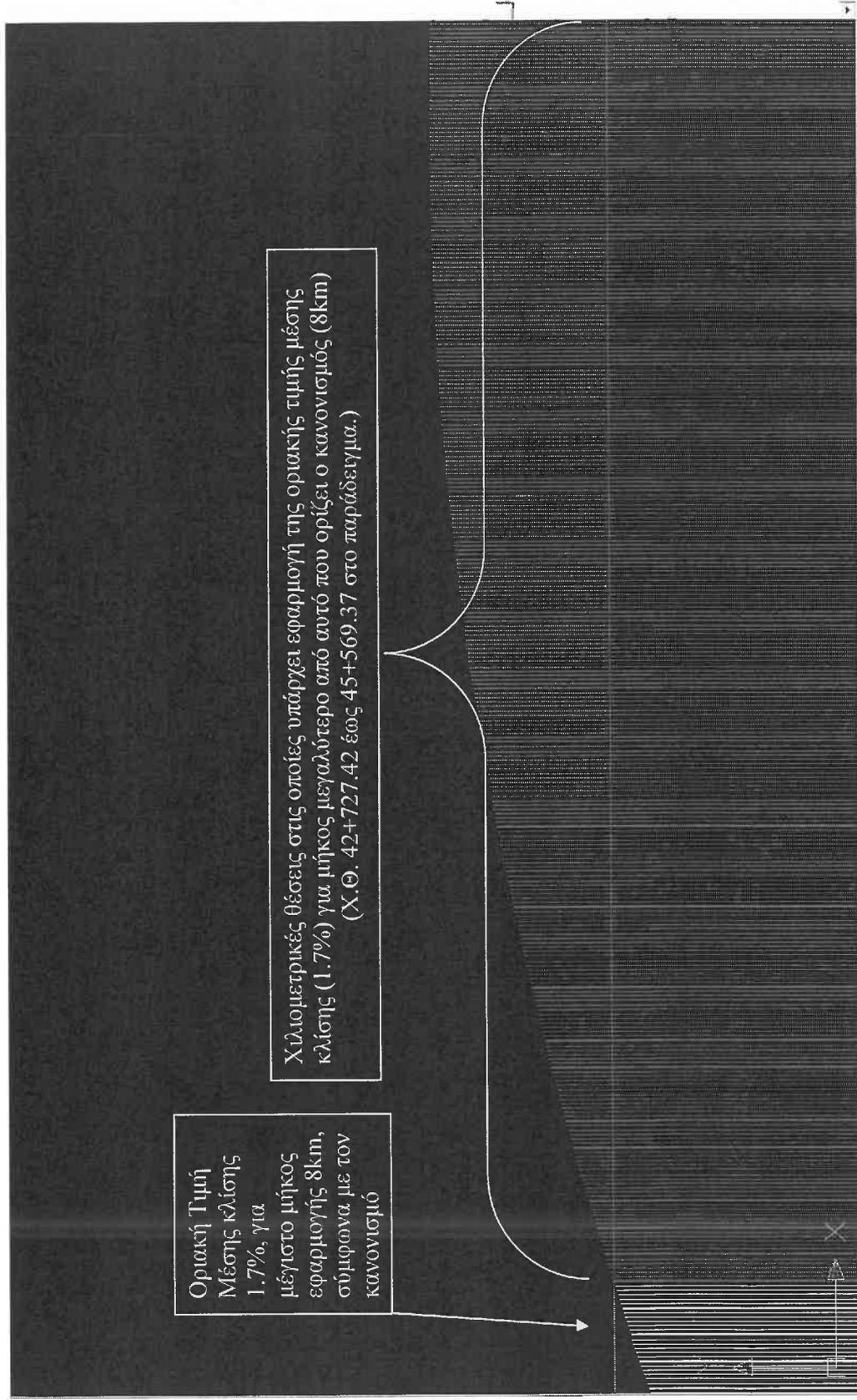
Στο πρώτο διάγραμμα που παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου για το μέγιστο μήκος μέσης μηκοτομικής κλίσης 2%, έχουν σχεδιαστεί δύο οριζόντια κόκκινα ευθύγραμμα τμήματα, τα οποία απέχουν 2000 μονάδες σχεδίασης, εκατέρωθεν, από το άκρο των ευθύγραμμων τμημάτων, που διατηρεί σταθερή την τετμημένη του. Τα κόκκινα αυτά ευθύγραμμα τμήματα, παρουσιάζουν την οριακή τιμή κλίσης 2%, πολλαπλασιασμένη και αυτή με το 1000 για τους λόγους που προαναφέρθηκαν. Στις περιπτώσεις που η τιμή της κλίσης αυτή ξεπεραστεί, το ευθύγραμμο τμήμα που την ξεπερνάει παρουσιάζεται κόκκινο και σημαίνεται από το πρόγραμμα ως υπέρβαση του κανονισμού.

Το διάγραμμα παρουσίασης του δεύτερου ελέγχου ακολουθεί την δια φιλοσοφία σχεδίασης με το παραπάνω, με τη διαφορά ότι τα παράλληλα κόκκινα ευθύγραμμα τμήματα που παρουσιάζουν οριακή τιμή μέσης κλίσης ,για μέγιστο μήκος εφαρμογής, δεν απέχουν πλέον 2000 μονάδες σχεδίασης, αλλά 1700, αφού η οριακή τιμή κλίσης είναι 1.7% στον έλεγχο αυτό.



Παρουσίαση μέρους του διαγράμματος του ελέγχου για μέγιστο μήκος εφαρμογής μέσης μηκοτομικής κλίσης 2%, σε περιοχή υπέρβασης του ορίου των 5km που τίθεται από τον κανονισμό

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ



Παρουσίαση μέρους του διαγράμματος του ελέγχου για μέγιστο μήκος εφαρμογής μέσης μηκοτομικής κλίσης 1.7%, σε περιοχή υπέρβασης του ορίου των 8km που τίθεται από τον κανονισμό

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ο κώδικας του προγράμματος EVVA αναλυτικά.

```
C*****
C
C      EVVA1.FOR
C
C      Evaluate Vertical Alignment
C
C*****

      subroutine evval

      real*8    k(100000),g(100000)
      real*8    z,gm,st,fn,gr
      integer*4 cl

      open(2,file='5.des',status='unknown')
      write(2,('( ' 2'))')
      write(2,('( Διάγραμμα Κλίσεων'))')

      open(39,file='fm39.dat',status='unknown')

      do i=1,10
      read(39,'(1x)')
      end do
      i=0
      do while(.not.eof(39))
      i=i+1
      read(39,*) j,k(i),x,y,z,g(i)
      end do
      z=0
      ni=i
C      print *, '-----'
C      print *, ' Δώσε μου την απόσταση      '
C      print *, '-----'
C      read(*,*) ds
C      print *, '-----'
C      print *, ' Δώσε μου την κλίση ελέγχου'
C      print *, '-----'
C      read(*,*) gr
C      print *, '-----'

      do l=1,2

      if(l.eq.1) ds=8000
      if(l.eq.1) gr=1.69
      if(l.eq.2) ds=5000
      if(l.eq.2) gr=1.99

      do i=1,ni
      st=k(i)
      fn=k(i)+ds
      if(int(st*1000).ge.int(k(1)*1000)) then
      if(int(fn*1000).le.int(k(ni)*1000)) then

      gm=0
      im=0
      do j=1,ni
      if(int(st*1000).le.int(k(j)*1000)) then
```

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

```
if(int(fn*1000).ge.int(k(j)*1000)) then
gm=gm+g(j)
im=im+1
end if
end if
end do
gm=gm/im
if(gm.gt.gr) then
write(*,'(2x,4f12.3,'% ',f12.3,'% ')') st,(st+fn)/2,fn,gm,gr
end if
if(abs(gm).lt.gr) cl=0
if(abs(gm).gt.gr) cl=3
call line(1,cl,0,0
1,(st+fn)/2,z+1*5000,z,(st+fn)/2,gm*1000+1*5000,z)
end if
end if

end do

call line(2,3,2,2,k(1),gr*1000+1*5000,z,k(ni),gr*1000+1*5000,z)
call line(2,3,2,2,k(1),-gr*1000+1*5000,z,k(ni),-gr*1000+1*5000,z)

end do
```

```
c-----
c      FINISH
c-----

write(2,(' ' 8'))
write(2,(' 'Αντε Γειά'))
close (2)

write(*,'(80('-'))')
call dxf(5)

write(*,'(80('-'))')
write(*,(' 'Αντε Γειά'))

end
```

18. Βιβλιογραφία

- [1] Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής (Ν.Κ.Ε.Γ.) : ΟΣΕ
- [2] Σιδηροδρομική : Απ. Γιώτης
Έκδοση Ε.Μ.Π. 1981
- [3] Σιδηροδρομική : (Β.Προφυλλίδη)
Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη 1993
- [4] Σιδηροδρομική : Α. Καλτσούνης
- [5] Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές : Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών www.iok.gr
- [6] Railroad Design And Rehabilitation : Department Of Defense United States Of America
www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_4_860_01fa.pdf
- [7] Practical Guide to Railway Engineering : AREMA Publications:
www.arena.org
- [8] What Happens When a Train Goes Into a Curve? : Matthew Taylor
<http://ffden-2.phys.uaf.edu>
- [9] Woof's Webspace: www.twoof.freemove.co.uk/motion1.htm

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑΣ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

[10] AnsaldoBreda SpA : www.ansaldobreda.net

[11] ALSTOM Transport : www.transport.alstom.com