ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕ ΟΔΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΛΑΜΑΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΑΛΛΗΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΦΩΤΗΣ ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ

Αθήνα , Μάρτιος 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τίτλος: Σύγκριση σιδηροδρομικής γραμμής με οδική χάραξη
Συγγραφέας: Αλαμάνος Γεώργιος
Επιβλέπων καθηγητής: Μπαλλής Αθανάσιος
Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σύγκριση μιας σύγχρονης σιδηροδρομικής γραμμής με ένα αντίστοιχο τμήμα οδικής χάραξης. Για το σκοπό αυτό συλλέξαμε τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμήςκανονικού εύρους (1435 χλστ.) , οι οποίοι έχουν επεξεργαστεί και εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ ως Ελληνικές ΤεχνικέςΠροδιαγραφές και εφαρμόζονται από τον ΟΣΕ και τους συγκρίναμε με τους αντίστοιχους κανονισμούς χάραξης της οδοποιίας. Έπειτα πραγματοποιήσαμε πέντε χαράξεις, δύο σιδηροδρομικές και τρείς οδοποιίας στην ίδια περιοχή μελέτης και συγκρίναμετα χαρακτηριστικά της κάθε χάραξης και το κόστος προϋπολογισμού μελέτης μεταξύ τους. Στη συνέχεια προσπαθήσαμε να εξηγήσουμε τους λόγους που οδηγούν στις διαφορές ανάμεσα στα έργα αυτά, να διερευνήσουμε πως διαμορφώνεται η διαφορά κόστους μεταξύ τους για διαφορετικές περιοχές χάραξής και διαφορετικούς τύπους εδάφους και να εξάγουμε κάποια αντικειμενικά συμπεράσματα σχετικά με το θέμα αυτό. Τέλος αξιολογήσαμε τα συμπεράσματα στα οποία έχουμε καταλήξει συγκρίνοντας τα με αυτά άλλων χαράξεων τις οποίες πραγματοποιήσαμε για διαφορετικές υψομετρίες και συστάσεις εδάφους και με αυτά χαράξεων μεγάλων τεχνικών έργων στα οποία υπάρχει σημαντική ταύτιση της σιδηροδρομικής χάραξης με την χάραξη οδοποιίας.

ABSTRACT

Title: Comparison railway study with corresponding motorway
Student : AlamanosGeorgios
Supervisor : BallisAthanasios
The purpose of this study is to compare the construction of a modern railway line with a corresponding motorway section. For this purpose we collected modern regulations and principles for formulating railway standard gauge line (1435 mm.), which have been processed and issued by ELOT as Greek Specifications and implemented by OSE and compared them with the corresponding marking regulations of a highway. Then we had five engravings, two railway and three highway in the same study area and compared them and their cost budget. Then we tried to explain the reasons for the differences between these projects, to investigate what forms the cost difference for different regions and carve different soil types and to draw some objective conclusions on this subject. Finally we evaluated the conclusions which we have reached comparing them with those of other alignments which we performed on different altitudes and soil recommendations and the alignments of large technical projects in which there is substantial identity of the railway engraving and the highway's.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 1

ABSTRACT 1

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ 11

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 10

1.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕ ΟΔΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ 10

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 11

1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 11

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ 13

2.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ 13

2.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ 19

3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΜΕ ΧΑΡΑΞΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ 21

3.1 ΧΑΡΑΞΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ 21

3.1.1 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ 21

3.1.2 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ 30

3.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΧΑΡΑΞΕΩΝ 32

3.2.1 ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ 32

3.2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΑΡΑΞΗΣ 40

4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ 50

4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΓΙΑ ΧΑΡΑΞΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 50

4.1.1 ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ FM16 ΩΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ 50

4.1.2 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΓΙΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ 64

4.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ Ο ΛΟΓΟΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΤΗΚΕ 65

4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΑΞΕΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΣΤΩΝ 66

4.3.1 ΧΑΡΑΞΗ ΜΟΝΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 66

4.3.2 ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΠΛΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ 78
4.3.3 ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 89
4.3.4 ΧΑΡΑΞΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΜΙΑΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ 96
4.3.5 ΧΑΡΑΞΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΤΡΙΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ 103
4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ 110
4.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ 122
4.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 132
4.6.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ 132
4.6.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΥΠΑΡΧΩΝ ΕΡΓΟ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ-ΠΑΤΡΑΣ 141
5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 150
5.1 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 150
5.2 ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ 151

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 : Κατανομή Κοστών Κατασκευής Σιδηροδρομικής Γραμμής 15
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 : Σύγκριση Κόστους Διαφορετικών Σεναρίων 15
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3:Κόστη Κατασκευής Σιδηροδρομικών Έργων της Αμερικής 18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4:Κόστη Κατασκευής Σιδηροδρομικών Έργων της Γαλλίας..... 18
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5:Κόστη Κατασκευής Διαφορετικών Τύπων Αυτοκινητοδρόμων..... 19
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Ακτίνες καμπυλότητας R στην οδοποιία Αμερικάνικοι Κανονισμοί 41
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 :Συγκριτικός Πίνακα Ταχυτήτων και Ελάχιστων Ακτίνων Καμπυλότητας..... 42
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Απαιτούμενο μήκος εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως για χάραξη οδοποιίας σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς .. 45
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής 46
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5 : Ελάχιστες Ακτίνες Κατακόρυφης Συναρμογής Σιδηροδρομικής και Οδικής Χάραξης 46
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6:Μήκος των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως 47
ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις στην οδοποιία 47

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1 : Λογιστικό Φύλλο <<ΣΗΜΕΙΑ>> 57
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.2: Λογιστικό Φύλλο <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> 59
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.3: Λογιστικό Φύλλο <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> 60
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.4: Λογιστικό Φύλλο <<ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ>> 61
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.5: Λογιστικό Φύλλο <<ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ>> 62
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.6: Λογιστικό Φύλλο <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ>>..... 62
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.7: Λογιστικά Φύλλα <<Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>> και <<Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>>..... 63
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.8: Λογιστικό Φύλλο <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ>> 63
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.9: Λογιστικό Φύλλο <<ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ>>..... 64
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1: Στοιχεία Καρτέλας <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> 69
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.2 :Πίνακας Μεταφοράς Γαιών Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής .. 74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.3: Προϋπολογισμός Χωματουργικών Εργασιών Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.4: Προϋπολογισμός Κόστους ΕπιδομήςΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 77
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.5: Στοιχεία Καρτέλας <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> 81
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.6: Προϋπολογισμός Χωματουργικών Εργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 86
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.7: Προϋπολογισμός Κόστους Επιδομής Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.8: Προϋπολογισμός Μελέτης Τοπικού Οδικού Δικτύου Χωματουργικά 94
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.9: Προϋπολογισμός Μελέτης Τοπικού Οδικού Δικτύου Επιδομή .. 95
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.10: Προϋπολογισμός Μελέτης Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά..... 100
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.11: Προϋπολογισμός Μελέτης Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 107
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.1: Πίνακας Σύγκρισης Ποσοτήτων Χωματουργικών ΕργασιώνΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 111
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.2: Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Χωματουργικών Εργασιών Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 112
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.3: Γενικός Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 113
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4: Πίνακας Σύγκρισης Ποσοτήτων Χωματουργικών Εργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 114
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.5: Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Χωματουργικών Εργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 115
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.5: Γενικός Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 116

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 3.1:Γράφημα της εξίσωσηςy=395555,556/R- R/3,5 34
ΣΧΗΜΑ 3.2: Συναρμογή στη σιδηροδρομική με χρήση του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής 35
ΣΧΗΜΑ 3.3: Συναρμογή στη οδοποιία με χρήση του απλοποιημένου τύπου της κλωθοειδούς 36
ΣΧΗΜΑ 3.4: Κατακόρυφες συναρμογές στη σιδηροδρομική γραμμή 37
ΣΧΗΜΑ 3.5: Ο άξονας των τετμημένων χ και τεταγμένων y της κατακόρυφης συναρμογής 38
ΣΧΗΜΑ 3.6: Κατακόρυφες συναρμογές στην οδοποιία 39
ΣΧΗΜΑ 4.1.1 : Περιβάλλον εργασίας του Προγράμματος FM16 54
ΣΧΗΜΑ 4.2.1: Ισοϋψείς Περιοχής Χάραξης 66
ΣΧΗΜΑ 5.4.1: Διαφορά Μήκους Κυκλικής Προσαρμογής για Διαφορετικές Οριζόντιες Κλίσεις 119
ΣΧΗΜΑ 4.6.1: Διαχωρισμός Περιοχής Χάραξης 133

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.1: Οριζοντιογραφία Χάραξης Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 68
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 71
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.3: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Ευθυγραμμία 71
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.4: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Καμπύλη 72
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.5: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 72
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.6: Σχέδιο BrucknerΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 73
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.7: Οριζοντιογραφία Χάραξης Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 80
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.8: Μηκοτομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 83
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Ευθυγραμμία 83
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Καμπύλη 84
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.11: Σχέδιο Bruckner Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 85
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.12: Οριζοντιογραφία Χάραξης Τοπικού Οδικού Δικτύου 90
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.13 :Μηκοτομή Τοπικού Οδικού Δικτύου 91
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.14: Τυπική Διατομή Τοπικού Οδικού Δικτύου..... 92
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.15: Οριζοντιογραφία Με Πρανή Τοπικού Οδικού Δικτύου 92
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.16: Σχέδιο BrucknerΤοπικού Οδικού Δικτύου 93
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.17 : Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 97
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.18: Μηκοτομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 98

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.19: Τυπική Διατομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 98
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.20: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 99
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.21: Σχέδιο Bruckner Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 100
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.22: Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 104
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.23: Μηκοτομή Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 105
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.24 : Τυπική Διατομή ΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 105
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.25: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 106
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.26: Σχέδιο BrucknerΑυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 107
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.1: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 134
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 1 134
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.3: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1 135
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.4: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1..... 135
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.5: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2 136
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.6: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2 137
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.7: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 137
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.8: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 2..... 138
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.9 : Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3 139
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.10: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3 .. 139
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.11: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύου στην Περιοχή 3..... 140
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.12: Μηκοτομή Τοπικού Οδικού Δικτύου στην Περιοχή 3..... 140
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.13: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο Τμήμα Λυκοποριάς και Δερβενίου 143
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.14: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο Τμήμα Λυκοποριάς και Δερβενίου. 143
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.15 :1η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου..... 144
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.16 :2η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου..... 145
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.17 :1η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου 146
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.18 :2η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου 146

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.1: Οριζοντιογραφία Χάραξης Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 68
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 71
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.3: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Ευθυγραμμία 71
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.4: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Καμπύλη 72
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.5: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 72
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.6: Σχέδιο BrucknerΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής 73
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.7: Οριζοντιογραφία Χάραξης Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 80
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.8: Μηκοτομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής..... 83
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Ευθυγραμμία 83
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Καμπύλη 84
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.11: Σχέδιο Bruckner Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής 85
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.12: Οριζοντιογραφία Χάραξης Τοπικού Οδικού Δικτύου 90
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.13 :Μηκοτομή Τοπικού Οδικού Δικτύου..... 91
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.14: Τυπική Διατομή Τοπικού Οδικού Δικτύου..... 92
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.15: Οριζοντιογραφία Με Πρανή Τοπικού Οδικού Δικτύου 92
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.16: Σχέδιο BrucknerΤοπικού Οδικού Δικτύου 93
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.17 : Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 97
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.18: Μηκοτομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 98
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.19: Τυπική Διατομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 98
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.20: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 99
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.21: Σχέδιο Bruckner Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση 100
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.22: Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 104
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.23: Μηκοτομή Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 105
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.24 : Τυπική Διατομή ΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 105
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.25: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 106
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.26: Σχέδιο BrucknerΑυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση 107
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.1: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 134
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 1 134
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.3: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1 135
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.4: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1..... 135
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.5: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2 136
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.6: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2 137
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.7: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 137
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.8: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 2..... 138

ΣΧΕΔΙΟ 4.6.9 : Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3 139
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.10: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3 .. 139
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.11: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύου στην Περιοχή 3..... 140
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.12: Μηκοτομή Τοπικού Οδικού Δικτύου στην Περιοχή 3..... 140
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.13: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο Τμήμα Λυκοποριάς και Δερβενίου 143
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.14: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο Τμήμα Λυκοποριάς και Δερβενίου. 143
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.15 :1η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου..... 144
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.16 :2η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου..... 145
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.17 :1η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου 146
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.18 :2η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου 146

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Αποτελέσματα Περιορισμού Εθυγραμμίας σε κάθε Χάραξη 44
ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Διαφορές στη Μορφολογία των Δυο Χαράξεων Λόγω Μέγιστων Επιτρεπόμενων Κλίσεων στον Άξονα WARDHA- NANDED στην Ινδία..... 48

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας τελειώνει και το ταξίδι της φοιτητικής μου ζωής. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Μπαλλή, για την ενθάρρυνση στην επιλογή του θέματος αυτής της εργασίας, την πολύτιμη βοήθεια του κατά την εκπόνηση της και τη καλή συνεργασία μας. Επίσης, ευχαριστίες οφείλονται στην κα. Κατερίνα ΣπυροπούλουΠροϊσταμένη της Διεύθυνσης Συμβάσεων και Προμηθειών της ΕΡΓΑ ΟΣΕ Α.Ε. για τη σημαντική συνεισφορά της σε θέματα προϋπολογισμού μελέτης και σχεδίων της σιδηροδρομικής γραμμής του τμήματος μεταξύ Λυκοποριάς και Δερβενίου του άξονα Κορίνθου-Πάτρας, πάνω στα οποία βασίστηκε η διπλωματική εργασία καθώς και στον καθηγητή μου, κ. Μερτζάνη για την πολύτιμη συνεισφορά και βοήθειά του στην διπλωματική μου εργασία και την κατανόηση και χρήση του προγράμματος FM16 με τη χρήση του οποίου έγιναν όλα τα απαραίτητα για τη διπλωματική σχέδια . Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την οικογένεια μου και τους φίλους μου για τη συμπαράσταση και τη βοήθεια τους όλο αυτό το διάστημα.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕΟΔΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ

Τα τελευταία χρόνια λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης της τεχνολογίας και της αλλαγής των κοινωνικών θεσμών σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν αυξηθεί σημαντικά οι ανάγκες των ανθρώπων για ασφαλείς και γρήγορες μετακινήσεις, καθώς και οι ανάγκες για μετακίνηση προϊόντων από ένα μέρος σε ένα άλλο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απαίτηση δημιουργίας νέων συγκοινωνιακών υποδομών και τον εκσυγχρονισμό των ήδη υπαρχόντων ώστε να μπορούν να καλυφθούν οι παραπάνω ανάγκες. Σε αυτό το πλαίσιο συχνά γίνεται λόγος για το ποιο μέσο εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες αυτές αλλά και ποιο είναι οικονομικότερο. Δύο από τα μέσα αυτά που συχνά ανταγωνίζονται μεταξύ τους για το ποιο ικανοποιεί καλύτερα τις εκάστοτε ανάγκες μετακίνησης είναι η σιδηροδρομική γραμμή και ο αυτοκινητόδρομος, με αποτέλεσμα να γίνονται συχνά μελέτες και έρευνες για την ορθότερη επιλογή μεταξύ αυτών των δύο έργων. Συνεπώς κρίνεται σκόπιμο να γνωρίζουμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα σε αυτές τις δύο χαράξεις και τα αποτελέσματα που αυτές έχουν.Επίσηςένα στοιχείο που συχνά είναι ιδιαίτερα δύσκολο να εντοπιστεί και να υπολογιστεί σωστά στις μελέτες και τις έρευνες που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι η διαφορά κόστους μεταξύ των δύο, στην οποία δίνουμε και ιδιαίτερο βάρος.

Στη δυσκολία υπολογισμού αυτής της διαφοράς του κόστους οδηγούν μια πληθώρα παραγόντων όπως οι γεωγραφικές και τοπογραφικές διαφορές της κάθε περιοχής, τα απαιτούμενα τεχνικά έργα και η πολυπλοκότητα της εκάστοτε χάραξης, η διαθέσιμη τεχνογνωσία και εξοικείωση του κάθε κράτους με τα αντίστοιχα έργα και η πολιτική που ακολουθεί το κάθε κράτος σχετικά με τις δημόσιες επενδύσεις στα έργα αυτά. Αυτά σε συνδυασμό με το ότι τα χιλιόμετρα σιδηροδρόμου που κατασκευάζονται κάθε χρόνο είναι λίγακαι στις περισσότερες χώρες τα σιδηροδρομικά έργα αναθέτονται κατά κύριο λόγωστο κράτος, ενώ τα έργαοδοποιίας σε ιδιώτες κάνουν τη δημιουργία αντικειμενικών κριτηρίων για της σύγκριση κόστους των δύο αυτών έργων ιδιαίτερα δύσκολη και πολλές φορές μπορούν να οδηγήσουν σε ανακρίβειες και αυθαίρετη υιοθέτηση στερεοτύπων, όπως ότι τασιδηροδρομικά έργα είναι πάντοτε ακριβότερα και λιγότερο κερδοφόρα από τα έργα οδοποιίας.

Σύμφωνα με τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία μια εις βάθος διερεύνηση της διαφοράςμορφολογίας και κόστους μιας σιδηροδρομικής γραμμής και ενός αυτοκινητοδρόμου, αλλά και των παραγόντων που οδηγούν στη διαφορά αυτή.

1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σύγκρισηενός έργου οδοποιίας και ενός σιδηροδρομικού έργου, η εκτίμηση της διαφοράς του κόστους ανάμεσα στα δύο, των παραγόντων που οδηγούν σε αυτή και πώς αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τη διαφορά της μορφολογίας και του κόστους της κάθε χάραξης και σε ποιο βαθμό. Η διερεύνηση αυτή είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη καθώς η χάραξη και το κόστος του κάθε έργου και ιδιαίτερα του σιδηροδρόμου επηρεάζεται από πολλούς γεωγραφικούς και τοπογραφικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα όλα τα έργα να έχουν διαφορετικά στοιχεία χάραξης και διαφορετικά δεδομένα κόστους μεταξύ τους. Με την εργασία αυτή θέλουμε να δημιουργήσουμε κάποια αντικειμενικά κριτήρια για της σύγκριση της μορφής και του κόστους των δύο αυτών έργων και να οριοθετήσουμε ένα γενικότερο πλαίσιο στο οποίο η διαφορά αυτή κυμαίνεται.

Οι στόχοι που τέθηκαν αφορούσαν: α) στην κατανόηση των διαφορώνστους τύπους χάραξης και συναρμογής των κανονισμών δύο έργων, β)στην κατανόηση τωνδιαφορών στα δεδομένα χάραξης και στις επιτρεπόμενες τιμέςτων κανονισμών δύο έργων, γ) στη δημιουργία μιας μεθοδολογίας εκτίμησης του κόστους του κάθε έργου και της διαφοράς που αυτά έχουν, δ) στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι διάφοροι γεωγραφικοί και τοπογραφικοί παράγοντες επιδρούν στη μορφή και το κόστος και ε) στη διερεύνηση του κατά πόσο και υπό ποιες συνθήκες τα δύο αυτά κόστη συγκλίνουν.

1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αρχικά μια γενική περιγραφή του προβλήματος που υπάρχει σχετικά με τη διαφορά της μορφής και του κόστους ανάμεσα σε μια σιδηροδρομική γραμμή και έναν αυτοκινητόδρομο και παρατίθεται το πλαίσιο υπό το οποίο η διερεύνηση του προβλήματος αυτού κρίνεται απαραίτητη. Τέλος παρατίθεται ο βασικός σκοπός της διπλωματικής εργασίας και οι επιμέρους στόχοι που τέθηκαν ώστε να φτάσουμε σε κάποια κριτήρια και συμπεράσματα σχετικά με τις διαφορές των δύο έργων και κατά πόσο ορισμένα χαρακτηριστικά αυτών μπορούν να συγκλίνουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση του θέματος, περιλαμβάνοντας μελέτες και εργασίες που αναφέρονται στην εκτίμηση της διαφοράς του κόστους των δύο έργων και τα βασικά συμπεράσματα στα οποία έχουν καταλήξει. Επίσης γίνεται μια γενικότερη αποτίμηση των συμπερασμάτων

αυτών και των λόγων που μπορούν να προκαλέσουν πιθανές διαφοροποιήσεις στις εκάστοτε ποσότητες και εκτιμήσεις.

Στο τρίτο κεφάλαιοαναφέρονται οι απαραίτητοι έλεγχοι που απαιτούνται από τους σύγχρονους κανονισμούς για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής υψηλών ταχυτήτων. Στην συνέχεια επισημαίνονται κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν οι κανονισμοί αυτοί και ο τρόπος αντιμετώπισής τους από τον μελετητή. Έπειταγίνεται μια σύγκριση μεταξύ των κανονισμών χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής και των κανονισμών χάραξης οδικών δικτύωνσυγκρίνοντας τα επιμέρους στοιχεία της κάθε χάραξης και διερευνώντας πώς αυτά μπορούν να επηρεάσουν τη μορφολογία της κάθε χάραξης και να διαμορφώσουν τη διαφορά κόστους ανάμεσα στις δύο.

Στο τέταρτο κεφάλαιοδιερευνούμε πώς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε χάραξης αλλά και ο συνδυασμός αυτών με τα διαφορετικά στοιχεία και μορφολογία του εκάστοτε εδάφους χάραξης επηρεάζουν την διαφορά μορφολογίας και κόστους ανάμεσα στις δύο χαράξεις. Αρχικάγίνεται μια περιγραφή των εργαλείων επεξεργασίας που θα χρησιμοποιήσουμε και πιο συγκεκριμένα του προγράμματος χάραξης οδοποιίας FM16 και διερευνούμε κατά πόσο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια σιδηροδρομική χάραξη.Στη συνέχειαδημιουργούμε πέντε χαράξεις: μια μονής σιδηροδρομικής γραμμής με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης, μια διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης, μια ενός τοπικού οδικού δικτύου, μια ενός αυτοκινητοδρόμου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση και μια ενός αυτοκινητοδρόμου τριών λωρίδων ανά κατεύθυνση. Από τις χαράξεις αυτές μελετάμε τα σχέδια που έχουν παραχθεί και τις διαφορές που έχουν οι χαράξεις αυτές μεταξύ τους, υπολογίζουμε τους προϋπολογισμούς της κάθε μιας και τους συγκρίνουμε. Από τις παραπάνω συγκρίσεις βγάζουμε κάποια γενικά συμπεράσματα σχετικά με το κόστος των δύο έργων και τους παράγοντες που οδηγούν στη διαφορά μεταξύ τους. Επίσης διερευνάμε κατά πόσο η σύσταση εδάφους μπορεί να συνεισφέρει στη διαφορά του κόστους και διερευνάμε υπό ποιες συνθήκες τα κόστη των δύο έργων συγκλίνουν. Τέλος διερευνάμε κατά πόσο επαληθεύονται τα αποτελέσματα μας και τα συμπεράσματα στα οποία έχουμε καταλήξει συγκρίνοντάς τα με τα αποτελέσματα από άλλες χαράξεις που πραγματοποιούμε σε διαφορετικές μορφολογίες εδάφους και με τα αποτελέσματα από ένα υπάρχον μεγάλο τεχνικό έργο στο οποίο υπάρχει τόσο σιδηροδρομική χάραξη όσο και χάραξη οδοποιίας.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται τα γενικά συμπεράσματα του συνόλου της διπλωματικής εργασίας. Γίνεται αναφορά στη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε και τη δυνατότητα αξιοποίησης της σε άλλες μεθόδους με προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 ΣΥΝΤΟΜΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η βιβλιογραφία που έχει συλλεχθεί σχετικά με τη σύγκριση κόστους ενός σιδηροδρομικού έργου και ενός έργου οδοποιίας, καθώς αυτό είναι ένα από τα στοιχεία που διαφέρει ιδιαίτερα από χάραξη σε χάραξη και συνδέεται στενά με τη μορφολογία και τις βασικές αρχές χάραξης του κάθε έργου. Η παρακάτω βιβλιογραφία αποτελείται από επιστημονικά άρθρα διαφόρων πανεπιστημίων και πολυτεχνείων του εξωτερικού και από μελέτες χρηστικότητας και επιλογής μέσου που έχουν γίνει σε διάφορες περιοχές.

Το θέμα της διαφοράς του κόστους κατασκευής ενός σιδηροδρομικού έργου και ενός έργου οδοποιίας είναι ένα ιδιαίτερα αμφιλεγόμενο θέμα, για το οποίο υπάρχει μεγάλη διαμάχη ανάμεσα σε κατασκευαστές και κρατικές πολιτικές διαφορετικών κρατών. Η διαφορετικότητα αυτή των απόψεων μπορεί να αποδοθεί σε μια πληθώρα παραγόντων όπως οι γεωγραφικές και τοπογραφικές διαφορές της κάθε περιοχής, τα απαιτούμενα τεχνικά έργα και η πολυπλοκότητα της εκάστοτε χάραξης, η διαθέσιμη τεχνογνωσία και εξοικείωση του κάθε κράτους με τα αντίστοιχα έργα και η πολιτική που ακολουθεί το κάθε κράτος σχετικά με τις δημόσιες επενδύσεις στα έργα αυτά. Όλες αυτές οι διαφορές καθιστούν τη δημιουργία αντικειμενικών κριτηρίων για της σύγκριση κόστους των δύο αυτών έργων ιδιαίτερα δύσκολη και πολλές φορές μπορούν να οδηγήσουν σε ανακρίβειες και αυθαίρετη υιοθέτηση στερεοτύπων, όπως για παράδειγμα ότι τα σιδηροδρομικά έργα είναι πάντοτε ακριβότερα από τα έργα οδοποιίας. Το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να γίνει αντιληπτό από τη μεγάλη διαμαρτυρία που επέφερε η ανακοίνωση της απόφασης της Αμερικάνικής κυβέρνησης να επενδύσει ένα ιδιαίτερα μεγάλο ποσό πολλών δισεκατομμυρίων για να δημιουργήσει σιδηροδρομικά έργα υψηλών ταχυτήτων. Η διαμαρτυρία αυτή βασιζόταν στη γενική άποψη που υπήρχε ανάμεσα στους πολίτες και διάφορους πολιτικούς ότι τα σιδηροδρομικά έργα είναι πάντοτε κατά πολύ ακριβότερα από τα έργα οδοποιίας και λόγω αυτού ποτέ δεν αποφέρουν έσοδα στο κράτος. Έκτοτε πολλοί επιστήμονες και πολιτικοί έχουν τοποθετηθεί επί του θέματος, με πιο χαρακτηριστική την τοποθέτηση του PhilipLongman ερευνητικού μέλους τουNewAmericaFoundation στο **CNN**, ο οποίος δηλώνει ότι η διαφορά στο κόστος ανάμεσα σε μια σιδηροδρομική γραμμή και έναν αυτοκινητόδρομο εξαρτάται αποκλειστικά από τη τοπογραφία του εδάφους. Πιο συγκεκριμένα δηλώνει ότι οι ακτίνες που απαιτούνται για να αλλάξει πορεία ένα τρένο είναι ίδιες με αυτές που απαιτούνται για την αλλαγή πορείας σε έναν αυτοκινητόδρομο, ενώ το μόνο στοιχείο που διαφοροποιείται σημαντικά είναι οι πολύ μικρότερες κατά μήκος κλίσης. Αυτό

συνεπάγεται με το ότι σε ένα λοφώδες ή ορεινό περιβάλλον η σιδηροδρομική γραμμή απαιτεί περισσότερες εργασίες κίνησης χωματισμών και περισσότερα τεχνικά έργα που όπως σήραγγες, τα οποία αυξάνουν σημαντικά το κόστος. Αντίθετα σε πιο επίπεδα εδάφη η μικρότερη διατομή μιας σιδηροδρομικής γραμμής μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερους χωματισμούς και συνεπώς λιγότερα κόστη από έναν αυτοκινητόδρομο.

Παρακάτω παρατίθενται συνοπτικά ορισμένες εργασίες, άρθρα και μελέτες τα οποία ασχολούνται με τη σύγκριση του κόστους ενός σιδηροδρομικού έργου και ενός έργου οδοποιίας και τα κυριότερα αποτελέσματά τους:

-Ηεργασία'*ComparingInvestmentsonnewTransportInfrastructure: Roadsvs. Railways'*([1]) ασχολείται με τις δημόσιες επενδύσεις στον τομέα των μεταφορών. Πιο συγκεκριμένα γίνεται μια σύγκριση του κόστους κατασκευής των δύο έργων με δεδομένα τα οποία έχουν προκύψει από σύγκριση των δεδομένων για το κόστος διαφόρων έργων οδοποιίας και σιδηροδρομικής. Τα αποτελέσματα που πρόεκυψαν είναι τα εξής :

<u>Αυτοκινητόδρομοι</u>: Το κόστος κατασκευής ενός σύγχρονου αυτοκινητόδρομου δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση είναι 3,4 εκατ. £ ανά χιλιόμετρο ενώ για αυτοκινητόδρομο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση 1,7εκατ. £ ανά χιλιόμετρο με αύξηση των ποσών αυτών κατά 1,2 και 3,3 αν το έδαφος της χάραξης είναι λοφώδες ή ορεινό αντίστοιχα.

<u>Σιδηροδρομική Γραμμή</u>: Το μέσο κόστος μιας σιδηροδρομικής γραμμής που προκύπτει από αντίστοιχα έργα υπολογίζεται στα 7εκατ. £ ανά χιλιόμετρο. Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε το υψηλότερο κόστος οφείλεται στα πολλά τεχνικά έργα, όπως σήραγγες και γέφυρες που απαιτούσαν οι χαράξεις που μελετήθηκαν, ενώ καταλήγει στο ότι το κόστος κατασκευής ενός χιλιομέτρου μιας μονής σιδηροδρομικής γραμμής με μεγάλα τεχνικά έργα είναι πιο ακριβό από το κόστος κατασκευής ενός χιλιομέτρου ενός αυτοκινητόδρομου δύο λωρίδων ανά κατεύθυνση.

-Η εργασία '*HighSpeedRailTrends, TechnologiesandOperationalPatterns: aComparisonofEstablishedandEmergingNetworks'*([2])κάνει σύγκριση δύομοντέλωνκόστουςγιατηχάραξησιδηροδρομικήςγραμμής, τουΓαλλικούκαιτουΙαπωνικούκαιδιερευνάταιποιοθαέχειεκαλύτερηεφαρμογήσταδεδομένα της Αμερικής. Εδώ γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη διαφορά του κόστους που προκύπτει από τις τοπογραφικές διαφορές της κάθε περιοχής. Το Γαλλικό μοντέλο βγάζει μικρότερα κόστη λόγω του ότι το έδαφος στη Γαλλία δεν έχει μεγάλες υψομετρικές διαφορές και η ύπαιθρος είναι αραιοκατοικημένη, ενώ το Ιαπωνικό μοντέλο βγάζει σημαντικά μεγαλύτερα κόστη λόγω ότι το έδαφος είναι ορεινό με βραχώδη σύσταση εδάφους και πυκνοκατοικημένη ύπαιθρο. Συνεπώς η

μορφολογία του εδάφους είναι αυτή πού καθορίζει σε ένα σημαντικό βαθμό το κόστος ενός σιδηροδρομικού έργου.

-Ημελέτη*'ARTCMelbourne-BrisbaneInlandRaiAlignmentStudyWorkingPaperNo. 12 Stage 2 FinancialandEconomicAnalysis'*([3]) της *AustralianRailTrackCorporation*εξετάζειδύοεναλλακτικέςλύσεις γιατησύνδεσητωνπεριοχώνMelbourne-Brisbaneμεχρήσηυφιστάμενωνκαικαινούριωνγραμμών. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς τους προκύπτει ότι για τη χάραξη μιας καινούριας σιδηροδρομικής γραμμής στη συγκεκριμένη περιοχή η κατανομή των διαφορετικών κοστών κατασκευής είναι η εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 :Κατανομή Κοστών Κατασκευής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Είδος Εργασίας	Ποσοστό
Απαλλοτριώσεις	5%
Μελέτες και Έγκριση	4%
Χωματουργικά	35%
Επιδομή	35%
Γέφυρες	3%
Έργα Απορροής Υδάτων	3%
Οδογέφυρες	3%
Σήραγγες	10%
Αποκατάσταση Οδού	1%
Περιφράξεις	1%
Σύνολο	100%

Επίσης στα πλαίσια εναλλακτικών σεναρίων για την ένωση των δύο αυτών περιοχών προτάθηκε και η δημιουργία αυτοκινητόδρομου έναντι σιδηρόδρομου χρησιμοποιώντας τις διατομές και τα χωματουργικά που έχουν γίνει από παλαιότερα σιδηροδρομικά έργα. Έτσι συγκρίνοντας τα κόστη νέας επιδομής σε υπάρχουσα χάραξη και δημιουργίας αυτοκινητοδρόμου στηνυπάρχουσα θέση της σιδηροδρομικής γραμμής προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2:Σύγκριση Κόστους Διαφορετικών Σεναρίων

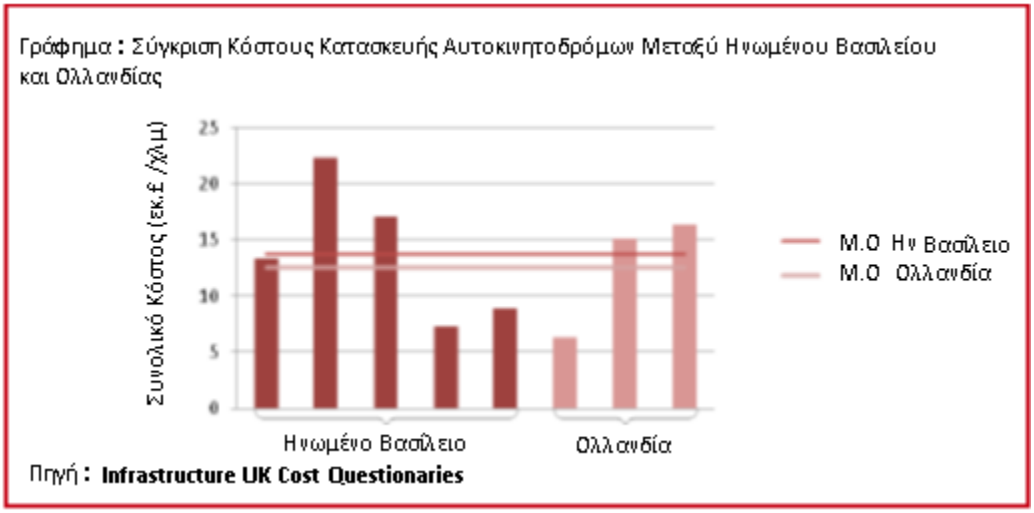
Παράγοντες	Εναλλακτικές	Βασική Υπόθεση	Σενάριο 1.880km	Σενάριο 1.690km
Υπολογιζόμενο Αρχικό Κεφάλαιο	Αστικός Σιδηρ.	Άγνωστο	$2.815 εκ.	$3.750 εκ.
	Σιδηρ. στην παλαιά Επιδομή	$2.701 εκ.	$2.101 εκ.	$2.101 εκ.
	Αυτοκίν. στην παλαιά Επιδομή	Υπολογίζεται ίδιο με τα παραπάνω σύμφωνα με τρία σενάρια		
Απόσταση σε km	Αστικός Σιδηρ.	Άγνωστο	1.881	1.696
	Παράκτιος Σιδηρ	1.904	1.904	1.904
	Αυτοκινητόδρομος	1.650	1.650	1.650

Από τον παραπάνω πίνακα κατανοούμε ότι το κόστος επιδομής μιας σιδηροδρομικής γραμμής και ενός αυτοκινητοδρόμου ίδιας διατομής είναι σχεδόν ίδιο.

-Ημελέτη 'InfrastructureCostReview: TechnicalReport'([4]) touInstitutionofCivilEngineers (ICE) andIndustrytouHνωμένουΒασιλείουκάνειμιααπογραφήτωνκοστώντωνυπαρχόντωνυποδομώνστοHνωμένοΒασίλειοκαιδιερευνάταιπώςμπορείναμειωθείτοκόστοςαυτό.
Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής σχετικά με τα έργα οδοποιίας και σιδηροδρομικής είναι τα εξής:

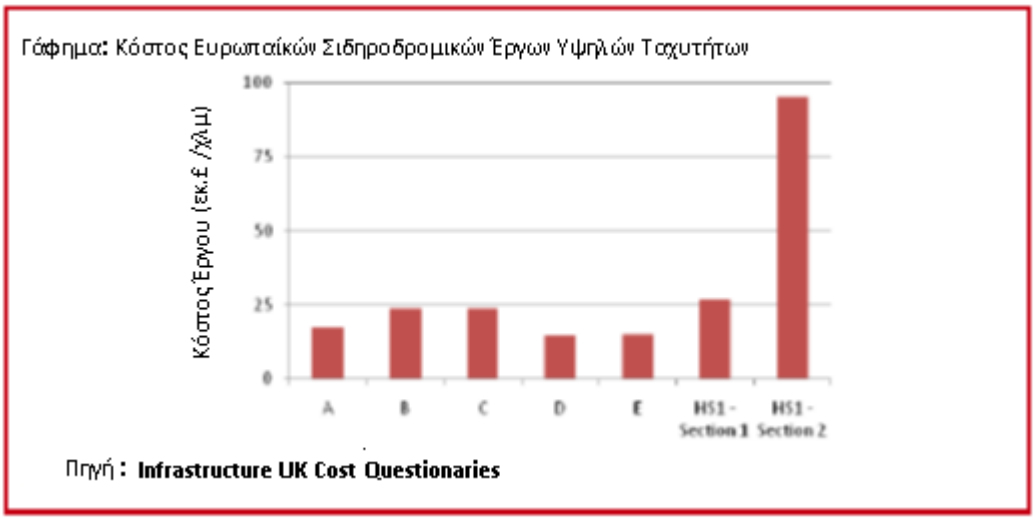
<u>Αυτοκινητόδρομοι:</u>Το κόστος κατασκευήςανά λωρίδα και χιλιόμετρο ενός σύγχρονου αυτοκινητόδρομουστο Ηνωμένο Βασίλειο έχει υπολογιστεί στα 13,8 εκατ.£ανά λωρίδα και χιλιόμετρο, ενώ σε άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το αντίστοιχο μέσο κόστος κυμαίνεται από 12,6 έως 6,3εκατ.£ανά λωρίδα και χιλιόμετρο. Η μεγάλη αυτή διαφορά αποδίδεται στο πιο ήπιο ανάγλυφο ορισμένων από των περιοχών αυτών, στην πολυπλοκότητα ορισμένων από αυτά τα έργακαι στο ότι διασχίζουν μεγάλες αστικές εκτάσεις και στους κανονισμούς που εφαρμόζονται σε συνδυασμό με την πολιτική τουHνωμένου Βασιλείου τα έργα οδοποιίας να μελετώνται έτσι ώστε να γίνονται ελάχιστα έργα βελτίωσης και συντήρησης κατά τη λειτουργία τους.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μια σύγκριση του κόστους κατασκευής αυτοκινητοδρόμων μεταξύ Ηνωμένου Βασιλείου και Ολλανδίας



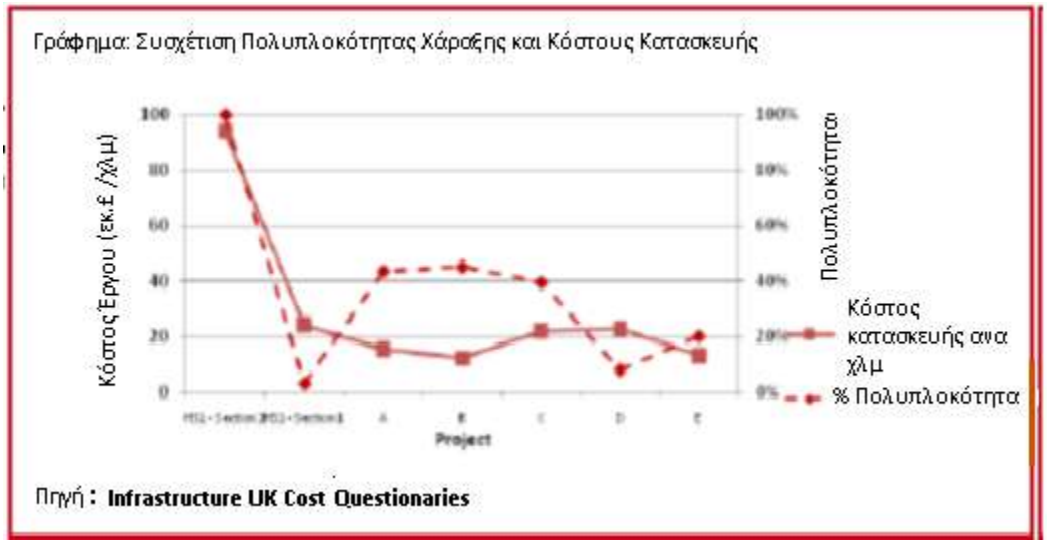
ΓΡΑΦΗΜΑ 2.1:Σύγκριση Κόστους Κατασκευής Αυτοκινητοδρόμων Μεταξύ Ηνωμένου Βασιλείου και Ολλανδίας

Σιδηροδρομικά Έργα: Το κόστος κατασκευής ενός σιδηροδρομικού έργου υπολογίζεται ότι κυμαίνεται από 12 έως 24 εκατ.£ανά γραμμή και χιλιόμετρο για την Ευρώπη, ενώ στο Ηνωμένο Βασίλειο τα δύο μεγαλύτερα σιδηροδρομικά έργα που έχουν γίνει κοστολογούνται στα 27 και 94εκατ.£ανά γραμμή και χιλιόμετρο όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα:



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.2:Σύγκριση Κόστους Κατασκευής Σιδηροδρόμου Μεταξύ Ηνωμένου Βασιλείου και Ευρώπης

Η μεγάλη αυτή διαφορά στο κόστος αποδίδεται στην πολυπλοκότητα της χάραξης, η οποία περιλαμβάνει το πλήθος των σηράγγων και των γεφυρών που απαιτούνται και το ποσοστό της σιδηροδρομικής γραμμής που περνάει από αστικό και κατοικήσιμο περιβάλλον. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το πόσο αυξάνεται το κόστος κατασκευής μιας σιδηροδρομικής γραμμής σε σχέση με την πολυπλοκότητα της χάραξης:



ΓΡΑΦΗΜΑ 2.3:Συσχέτιση Πολυπλοκότητας Χάραξης και Κόστους Κατασκευής

-Ηεργασία 'TheFullCostOfIntercityTransportation–AComparisonOfHighSpeedRail, AirAndHighwayTransportationInCalifornia'([5])πραγματοποιείμιασύγκρισητουσυνολικούκόστουςγιακάθεέργουυποδομήςστιςμεταφορές. Ταποτελέσματα της εργασίας αυτής σχετικάμεταέργαοδοποιίαςκαισιδηροδρομικής είναι ταεξής:

<u>Σιδηροδρομικά Έργα:</u> Το μέσο κόστος κατασκευής ενός σιδηροδρομικού έργου υπολογίζεται για τα πλαίσια της Αμερικής ότι είναι 6εκατ.$ ανά χιλιόμετρο για περιοχές με μέτριες υψομετρικές διαφορές όπως το CentralValley και το κόστος αυτό αυξάνεται σημαντικά σε ορεινές και κατοικήσιμες περιοχές και φτάνει τα 19 έως 30εκατ.$ ανά χιλιόμετρο. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα κόστη κατασκευής διαφόρων σιδηροδρομικών γραμμών της Αμερικής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3:Κόστη Κατασκευής Σιδηροδρομικών Έργων της Αμερικής

Τμήμα	**Απόσταση (km)**	**Κόστος (εκ. US $)**	**Κόστος ανά km (εκ. US $)**	**Χρόνος (min)**	**Ταχύτητα (kph)**
LosAngelesBasin	38.8	$742	$19,1	17,2	135
TechatchapiMnt ViaPalmdale	136.2	$2.760	$20,26	27,6	296
Central Valley	324.7	$2.010	$6,19	61,5	317
Pacheco Pass-Gilroy	53.8	$1.590	$29,55	10,3	313
Gilroy-San Jose	45.9	$531	$11,57	18,0	153
San Jose - San Francisco	77.6	$1.964	$25,31	38,5	121
Σύνολο	677.0	$9.597	$14,18	173,1	234

Επίσης γίνεται σύγκριση ανάμεσα στις τιμές αυτές και τις τιμές κόστους κατασκευής σιδηροδρομικών έργων στην Γαλλία, που είναι αρκετά πιο φθηνές. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα κόστη κατασκευής διαφόρων σιδηροδρομικών γραμμών της Γαλλίας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.4:Κόστη Κατασκευής Σιδηροδρομικών Έργων της Γαλλίας

Τμήμα	Απόσταση (km)	Κόστος (εκ. US $)	Κόστος ανά km (εκ. US $)
South-East	1004	$2.058	$2,049
Atlantic	725	$1.724	$2,375
Mediterranean	800	$4.047	$5,058
East	1080	$4.371	$4,047
Σύνολο	3610	$12.200	$3,380

Η μεγάλη αυτή διαφορά κόστους αποδίδεται στο πιο ήπιο ανάγλυφο της Γαλλίας και στο ότι μεγάλο μέρος των γραμμών δεν περνάνε από πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Αυτοκινητόδρομοι: Η εργασία αυτή κάνει αποτίμηση του κόστους κατασκευής ενός αυτοκινητόδρομου κυρίως με αναλυτικά οικονομικά μοντέλα . Οι μέσες τιμές που προκύπτουν για το κόστος κατασκευής διαφορετικών τύπων αυτοκινητοδρόμων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.5:Κόστη Κατασκευής Διαφορετικών Τύπων Αυτοκινητοδρόμων

Κατηγορία Οδού	Αστικός Αυτοκινητόδρομος	Υπεραστικός Αυτοκινητόδρομος	Τυπική Οδός
Κόστος Κατασκευής (ανά λωρίδα- km)	1.648.427€	540.545€	415.955€

2.2 ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Από τα παραπάνω αποτελέσματα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι κατά κύριο λόγο το μέσο κόστος κατασκευής μιας σιδηροδρομικής γραμμής ανά γραμμή και χιλιόμετρα είναι μεγαλύτερο από το κόστος κατασκευής ενός αυτοκινητοδρόμου ανά λωρίδα και χιλιόμετρα. Τη διαφορά αυτή κόστους τη δημιουργεί το γεγονός ότι κατά κύριο λόγο μία σιδηροδρομική γραμμή απαιτεί περισσότερα τεχνικά έργα όπως σήραγγες και γέφυρες από ότι απαιτεί ένας αυτοκινητόδρομος λόγω των πολύ μικρών κατά μήκος κλίσεων που εφαρμόζονται. Παρ’ όλα αυτά όταν ο βαθμός πολυπλοκότητας της χάραξης είναι ίδιος στα δύο αυτά έργα δηλαδή απαιτείται το ίδιο πλήθος μεγάλων τεχνικών έργων το κόστος κατασκευής μιας σιδηροδρομικής γραμμής και το κόστος κατασκευής ενός αυτοκινητοδρόμου τείνουν να συγκλίνουν σημαντικά. Συνεπώς όταν η τοπογραφία της χάραξης είναι ομαλή και δεν έχει

μεγάλες υψομετρικές διαφορές που να δικαιολογούν έργα όπως σήραγγες και γέφυρες το κόστος κατασκευής μιας σιδηροδρομικής γραμμής και κυρίως τα κόστη χωματισμών και υποδομής είναι ίδια με τα αντίστοιχαενός αυτοκινητοδρόμου ισάριθμων λωρίδων όσες και οι σιδηροδρομικές γραμμές. Επίσης στη διαμόρφωση του κόστους των δύο αυτών έργων παίζουν σημαντικό ρόλο οι κανονισμοί που εφαρμόζονται από το κάθε κράτος και η εκάστοτε κρατική πολιτική σε σχέση με τις υποδομές. Οι διαφορές όμως αυτές αυξάνουν και τα δύο κόστη κατασκευής κατά παρόμοια ποσοστά και δεν συμβάλλουν σημαντικά στην διαφοροποίηση των κοστών των δύο αυτών έργων.

3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΜΕ ΧΑΡΑΞΗ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

3.1 ΧΑΡΑΞΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παραθέσουμε όλους τους απαιτούμενους ελέγχους που πρέπει να πραγματοποιηθούν κατά την χάραξη μιας σύγχρονης σιδηροδρομικής γραμμής υψηλών ταχυτήτων και στην συνέχεια θα αναλύσουμε κάποιες ιδιαιτερότητες που παρουσιάζονται κατά την χάραξη και θα προτείνουμε τρόπους αντιμετώπισής αυτών.

3.1.1 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ

Οι σύγχρονοι κανονισμοί για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους (1435 χλστ.) συντάχθηκαν για τον εκσυγχρονισμό των κανονισμών που εκπονήθηκαν από τη Διεύθυνση Γραμμής των τότε ΣΕΚ και εγκρίθηκαν το 1952 από το Υπουργείο Συγκοινωνιών, οι οποίοι προβλέπουν μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα 100 χλμ./ώρ . Οι σύγχρονοι κανονισμοί επιτρέπουν την εφαρμογή ταχυτήτων μεγαλυτέρων των 100 χλμ./ωρ. και μέχρι 200 χλμ./ώρ και πραγματεύεται, τα εξής θέματα τα οποία αφορούν και οι έλεγχοι. Οι έλεγχοι αυτοί περιλαμβάνουν : Α) Μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες στις καμπύλες, συναρτήσει της ακτίνας R της καμπύλης. Β) Υπερυψώσεις. Γ) Οριζόντιες συναρμογές. Δ) Κατακόρυφες συναρμογές. Οι παρακάτω έλεγχοι θα πρέπει να εκτελούνται από τον ίδιο τον χρήστη και όχι από το ίδιο το πρόγραμμα καθώς οι έλεγχοι θα έχουν εκ των προτέρων απενεργοποιηθεί. Οι τιμές που θα προκύψουν από τους ελέγχους αυτούς θα είναι και οι ελάχιστες επιτρεπόμενες τιμές με τις οποίες ο χρήστες καλείται να συμπληρώσει τις αντίστοιχες καρτέλες του προγράμματος.

<u>Στοιχεία στις Καμπύλες</u>

Σε κάθε σιδηροδρομική χάραξη χρησιμοποιούνται συνδυασμοί μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων V (Vμεγ για τις επιβατικές αμαξοστοιχίες και Vελ για τις εμπορικές), ώστε να είναι δυνατός ο προσδιορισμός της υπερύψωσης h, καθώς και του μήκους της παραβολικής συναρμογής L, που θα εφαρμοσθούν και αυτά να

είναι εντός των επιτρεπόμενων από τους κανονισμούς ορίων. Οι συνδυασμοί αυτοί φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ**
α	$V_{\mu\varepsilon\gamma} \leq 100$ km/h	$V_{\varepsilon\lambda} = 60$ km/h
β	$100 < V_{\mu\varepsilon\gamma} \leq 140$ km/h	$V_{\varepsilon\lambda} = 70$ km/h
γ	$140 < V_{\mu\varepsilon\gamma} \leq 200$ km/h	$V_{\varepsilon\lambda} = 80$ km/h

Για νέα χάραξη αφού έχουμε ορίσει τη μέγιστη ταχύτητα Vμεγ που θα εφαρμοστεί από τους κανόνες προκύπτει η ελάχιστη ακτίνα R της καμπύλης ανάλογα με της κατηγορία μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων V που αναφέραμε παραπάνω.

-Για τους α και β συνδυασμούς των Rμεγ και Vελτου πίνακα μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων καθώς και για τον συνδυασμό γ εφόσον Vμεγ ≤ 170 km/h ισχύει:

$$R_{\varepsilon\lambda} = \frac{11{,}8V^2{}_{\mu\varepsilon\gamma}}{265} = 0{,}045V^2{}_{\mu\varepsilon\gamma}$$

-Για 170 <Vμεγ ≤ 200 km/h ισχύει:

$$R_{\varepsilon\lambda} = \frac{11{,}8}{205}\left(V^2{}_{\mu\varepsilon\gamma} - 80^2\right)$$

Για υφιστάμενη χάραξη όπου έχω την ακτίνα R της καμπύλης από τους κανονισμούς προκύπτει η μέγιστη ταχύτητα συρμού που μπορεί να κυκλοφορήσει σε αυτή.

-Για τους α και β, συνδυασμούς ταχυτήτων Vμεγ και Vελ του πίνακα μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων ισχύει ο τύπος:

$$V_{\mu\varepsilon\gamma} = \sqrt{\frac{265R}{11{,}8}} = 4{,}74\sqrt{R}$$

-Για τον συνδυασμό γτου πίνακα μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων ο τύπος αυτός ισχύει εφόσον R ≤ 1250 μ., ενώ για R > 1250 ισχύει ο τύπος:

$$V_{\mu\varepsilon\gamma} = \sqrt{\frac{205\ R}{11,8} + 80^2}$$

Από τους τύπους της ελάχιστης ακτίνας R της καμπύλης διαπιστώνουμε ότι η ακτίνα R αυξάνεται εκθετικά σε σχέση με την μέγιστη ταχύτητα Vμεγ, το οποίο οδηγεί σε όλο και μεγαλύτερες καμπύλες για αύξηση της μέγιστης ταχύτητας.

Για την μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα που προβλέπεται από τους κανονισμούς (200 χλμ./ώρ) η ελάχιστη ακτίνα είναι 1935μ. όμως προτείνεται η εφαρμογή μεγαλύτερης ακτίνας από την ελάχιστη, όπου αυτό είναι εφικτό, τόσο για την άνεση των επιβατών όσο και για την μεγαλύτερη ασφάλεια του συρμού.

<u>Υπερυψώσεις</u>

Στις καμπύλες η υπερύψωση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς που εφαρμόζεται προκύπτει από την από την κανονική υπερύψωση για την μέγιστη ταχύτητα του συρμού έτσι ώστε τόσο η ανεπάρκεια υπερύψωσης για τους ταχύτερους συρμούς όσο και το πλεόνασμα υπερύψωσης για τους βραδύτερους να είναι εντός των επιτρεπόμενων από τους κανονισμούς ορίων.

-Η κανονική υπερύψωση h που θα εφαρμοσθείγια την μέγιστη ταχύτητα του συρμού, υπολογίζεται με τον τύπο :

$$h = \frac{160}{265} \cdot \frac{11,8V^2}{R} = \frac{7,12V^2}{R}$$

(λαμβάνεται υπόψη η μεγαλύτερη υπερύψωση h=160 mm)

Στην περίπτωση αυτή, η ανεπάρκεια υπερύψωσης α δίνεται από τον τύπο :

$$a = \frac{105}{265} \cdot \frac{11,8V^2}{R} = \frac{4,68V^2}{R}$$

(Οριακή τιμή της ανεπάρκειας α της υπερύψωσης αμεγ $=h_{\theta}^{V\mu\varepsilon\gamma}$– h = 105 mm)

και το πλεόνασμα υπερύψωσης π από τον τύπο:

$$\pi = \frac{160}{265} \cdot \frac{11{,}8V^2}{R} - \frac{11{,}8V^2{}_{\varepsilon\lambda}}{R} = \frac{11{,}8}{R} \cdot (0{,}60V^2 - V^2{}_{\varepsilon\lambda})$$

(Οριακή τιμή του πλεονάσματος π της υπερύψωσηςπμεγ = h - $h_{\theta}^{V\varepsilon\lambda}$= 100 mm)

όπου Vελ η τιμή, που προκύπτει από τον συνδυασμό ταχυτήτωντου πίνακα μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων.

Επίσης πρέπει να ελέγχεται ότι η οριακή τιμή της μεταβολής της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, στις παραβολικές συναρμογές, ανά μονάδα μήκους i και η οριακή τιμή της μεταβολής της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης, στις παραβολικές συναρμογές, ανά μονάδα χρόνου μ βρίσκονται εντός των επιτρεπόμενών ορίων.

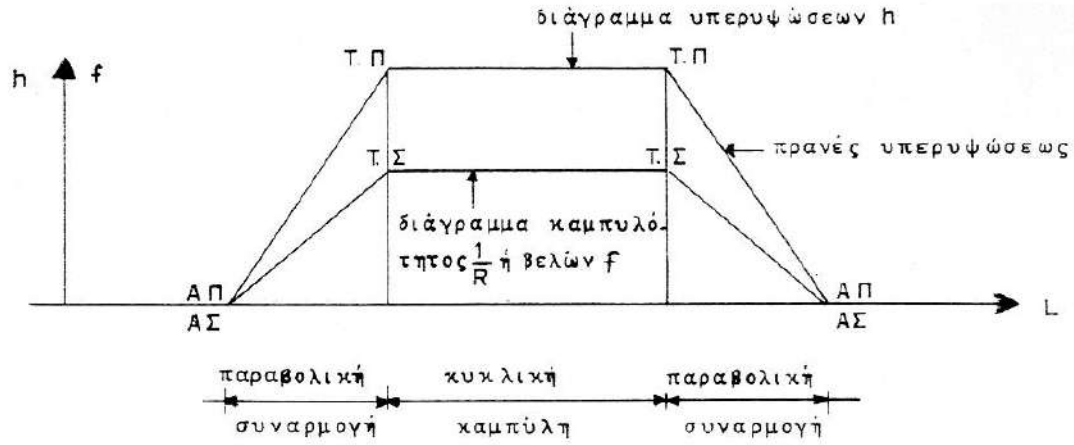
$\mu = \frac{\alpha}{\chi} \leq 60$ mm/sec

$i \leq \frac{144}{V\mu\varepsilon\gamma}$

<u>Οριζόντιες Συναρμογές</u>

Μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης (με ακτίνα R) ή μεταξύ δύο συνεχόμενων, ομόστροφων κυκλικών καμπυλών (με ακτίνες R1 και R2), πρέπει να παρεμβάλλεται καμπύλη συναρμογής, για να εξασφαλίζεται βαθμιαία και ομαλή μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητας, από την τιμή ∞ που έχει για την ευθυγραμμία στην τιμή R, ή από R1 σε R2, κατά την μετάβαση από τη μια καμπύλη στην άλλη. Κατά μήκος της καμπύλης συναρμογής, μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, η καμπυλότητα πρέπει να μεταβάλλεται γραμμικά. Για την ομαλή κύλιση

των συρμών, πρέπει το πρανές υπερύψωσης να εκτείνεται στο μήκος της παραβολικής συναρμογής. Δηλαδή η υπερύψωση πρέπει να αρχίζει στο ίδιο σημείο με την παραβολική συναρμογή και, αυξάνοντας γραμμικά ως το τέλος της συναρμογής, να φθάνει στο σημείο αυτό, την καθορισμένη, για το κυκλικό τόξο, τιμή h, όπως δείχνει το σχήμα :



Α.Π = άρχή πρανούς υπερυψώσεως

Τ.Π = τέλος πρανούς υπερυψώσεως

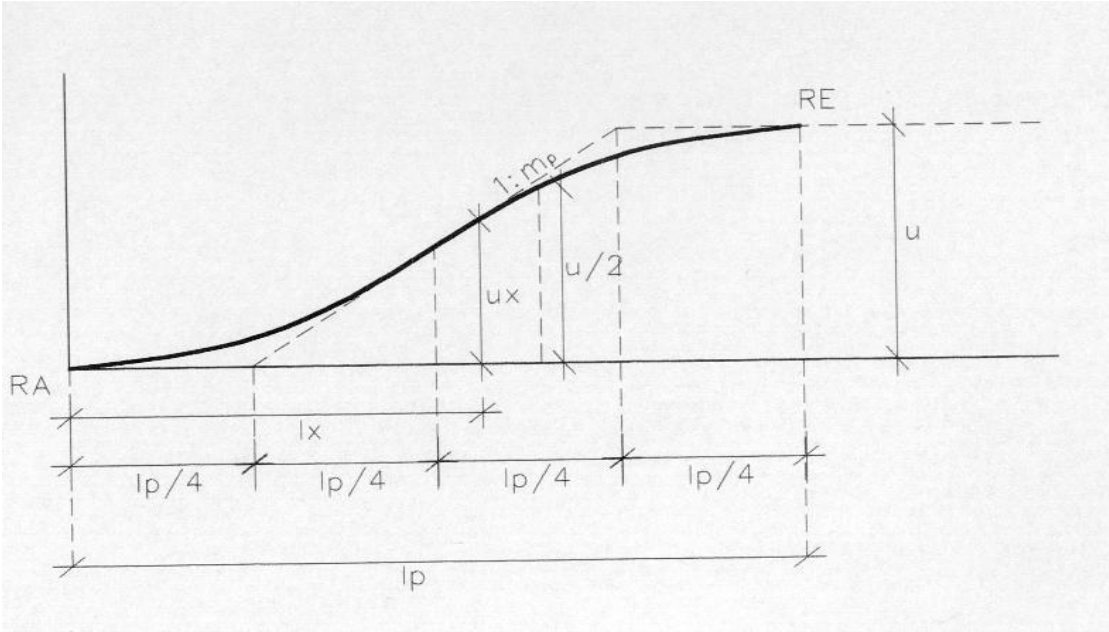
Α.Σ = άρχή παραβολικής συναρμογής

Τ.Σ = τέλος παραβολικής συναρμογής

Επίσης στις άκρες των οριζοντιογραφικών συναρμογών των κυκλικών καμπυλών, τόσο προς την ευθεία, όσο και προς το κυκλικό τμήμα της καμπύλης, δημιουργούνται, υποχρεωτικά, στρογγυλεύσεις, για να γίνει η κύλιση ομαλότερη.

Ένας ιδιαίτερα χρήσιμος τύπος σρτογγύλευσηςτων κυκλικών καμπυλών είναι ο εξής:

$$u_x = \frac{2 * \Delta u * x^2}{l_r^2}$$

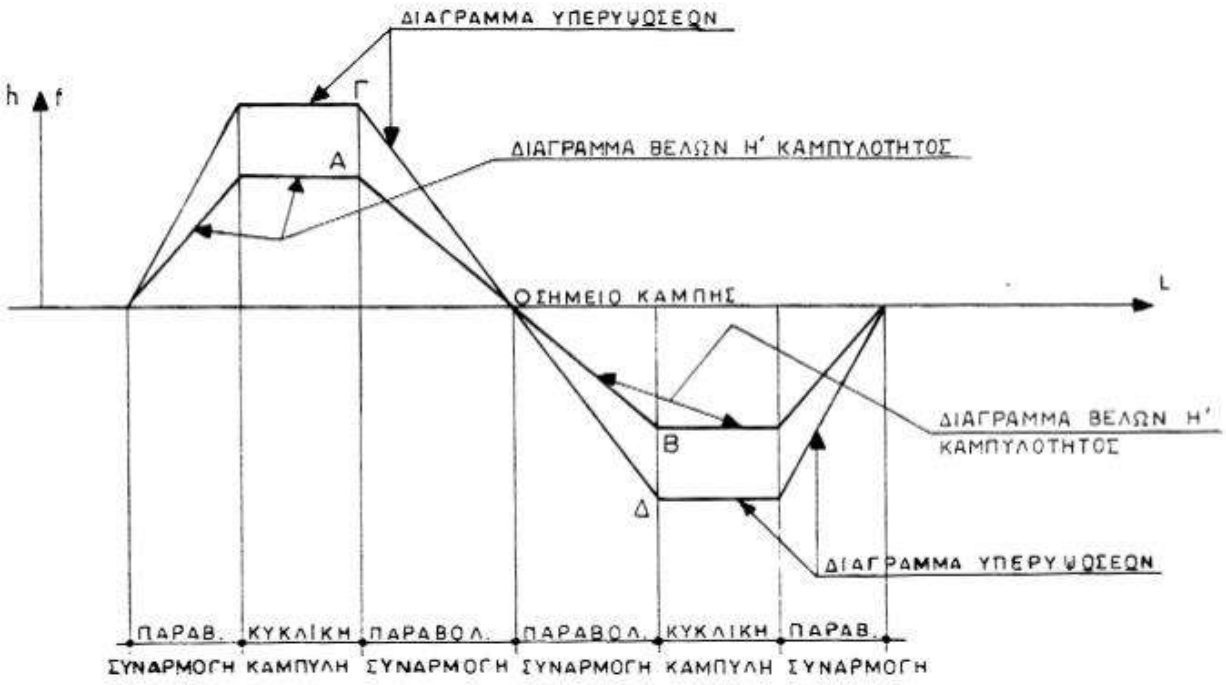


Με την βοήθεια του καμπύλου πρανούς-p μειώνεται η κατακόρυφη επιτάχυνση στα σημεία αρχής και τέλους του πρανούς, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερη άνεση για τους επιβάτες σε σχέση με το ευθύγραμμο πρανές.

Ένα σημείο που χρήζει ιδιαίτερης προσοχής από τον μελετητή είναι ότι η σρτογγύλευση των κυκλικών καμπυλών απαιτεί την ύπαρξη διαθέσιμου μήκους τόσο πριν τη συναρμογή της καμπύλης όσο και μετά, κάτι που μπορεί να προκαλέσει εμπλοκές των καμπύλων στην οριζοντιογραφία.

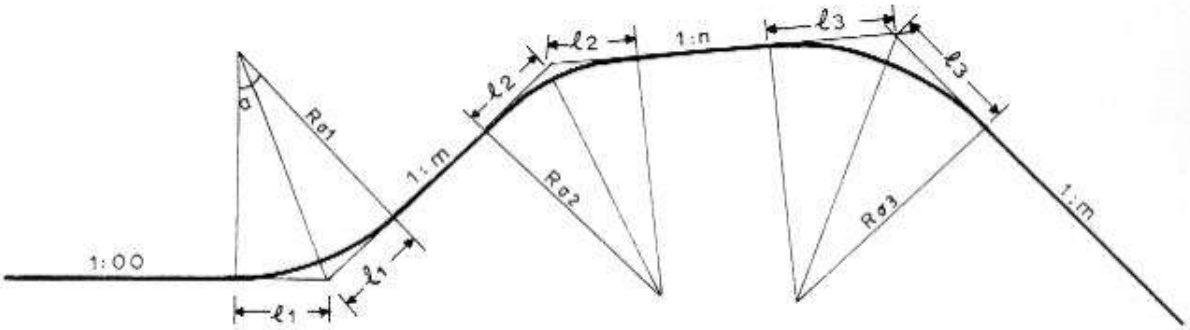
Μεταξύ δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών της κύριας γραμμής πρέπει οπωσδήποτε να μεσολαβεί ένα ευθύγραμμο τμήμα αρκετά μεγάλο, ώστε να μπορούν να παρεμβληθούν από μια παραβολική συναρμογή προς την κάθε κυκλική καμπύλη. Μεταξύ των δύο αυτών συναρμογών πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 30m , στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών, που απαιτούνται.

Στην περίπτωση σύνδεσης δύο αντίστροφων καμπυλών, με κοινή αρχή καμπύλης συναρμογής, θα πρέπει οι δύο συνεχόμενες παραβολικές συναρμογές να έχουν ελάχιστο μήκος που υπολογίζεται, για την κάθε μια, σύμφωνα με όσα ορίζονται στις προηγούμενες παραγράφους, και να συνδυάζονται κατά τρόπο ώστε να αποτελούν ενιαία συναρμογή, με σταθερή μεταβολή καμπυλότητας και υπερύψωσης, όπως περιγράφεται ανωτέρω.



<u>Κατακόρυφες Συναρμογές</u>

Στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις, πρέπει να συναρμόζονται στα σημεία αλλαγής κλίσεων, με κατάλληλα κυκλικά τόξα (κατακόρυφες κυκλικές συναρμογές), εφόσον η διαφορά των αντίστοιχων κλίσεων αν είναι ομόρροπες ή το άθροισμά τους αν είναι αντίρροπες προκύπτει μεγαλύτερο από 0,0025. Η κατακόρυφη συναρμογή γίνεται σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:

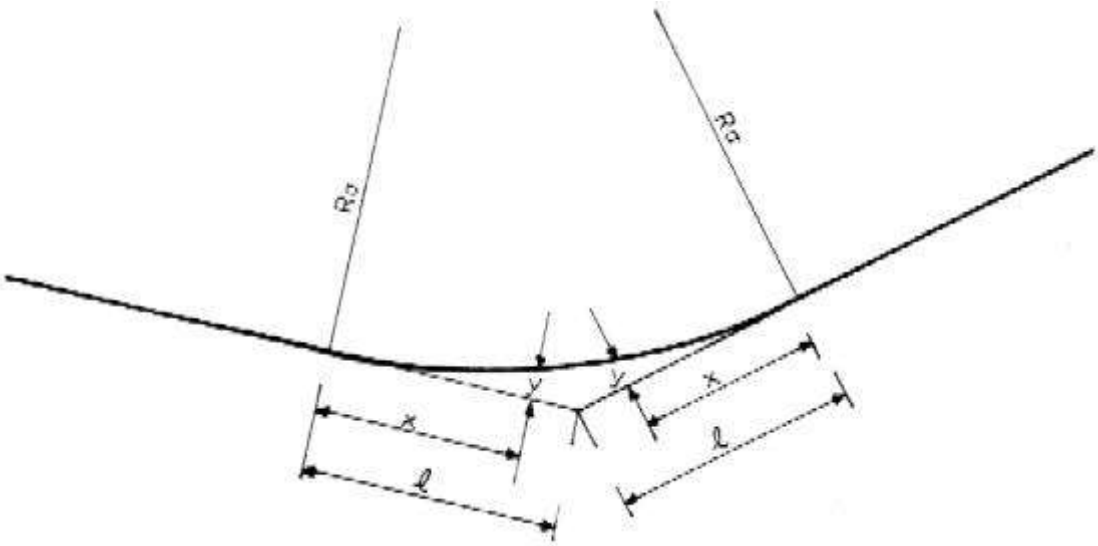


Σχήμα 10

Οι τεταγμένες y, για τη χάραξη της κυκλικής κατακόρυφης συναρμογής, δίνονται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τον τύπο:

$$y = \frac{X^2}{2R\sigma}$$

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



Για την άνεση της κυκλοφορίας, πρέπει να επιδιώκεται, η ακτίνα της κατακόρυφης κυκλικής συναρμογής να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη.

Ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέγιστη ταχύτητα, ορίζονται οι εξής ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής:

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m]	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m] Κατ' εξαίρεση
V ≤ 100 km/h	5.000 m	2.500m
100 < V ≤ 150 km/h	10.000m	5.000m
150 < V ≤ 200 km/h	20.000m	10.000m

Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής που προβλέπονται από τον κανονισμό μεγαλώνουν κατά πολύ με την αύξηση της ταχύτητας και η χάραξη γίνεται με τέτοιον τρόπο ώστε να προσεγγίζεται ο εγγύτατος κύκλος ανάμεσα στα τμήματα με διαφορετική κλίση. Παρ' όλα αυτά το γεγονός ότι οι εφαρμοζόμενες κατά μήκος κλίσεις είναι ιδιαίτερα μικρές έχει ως αποτέλεσμα το μήκος l των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως να είναι επίσης πολύ μικρό διευκολύνοντας έτσι την τοποθέτηση κορυφών στην μηκοτομή.

Η οριζόντια κλίση που μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα τμήμα χάραξης δίνεται από τους κανονισμούς, όμως οι τιμές αυτές της οριζόντιας κλίσης είναι εξαιρετικά μικρές, κάτι που περιορίζει κατά πολύ τις δυνατότητες χάραξης και πολλές φορές απαιτεί την ύπαρξη μεγάλων τεχνικών έργων όπως γέφυρες ή σήραγγες.

Η μέγιστη κατά μήκος κλίση ορίζεται σε:

Ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή

- Έως 25 ‰ σε υφιστάμενες γραμμές για ταχύτητες v ≤ 120 km/h
- Έως 14 ‰ σε νέες γραμμές (έως 16‰ κατόπιν εγκρίσεως της Δ.Γ.)

Σήραγγες (νεοκατασκευαζόμενες)

- Μήκους ≤ 1.000 m: ≤ 2‰
- Μήκους >1.000 m: ≤ 1‰

Σταθμοί (νεοκατασκευαζόμενοι)

- Έως 2,5‰

3.1.2 ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ

Οι σύγχρονοι κανονισμοί για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία τα οποία διαφοροποιούν την χάραξη που προκύπτει από αυτούς σε σχέση με τις χαράξεις οδοποιίας. Επίσης ο κάθε μελετητής πρέπει να γνωρίζει αυτά τα στοιχεία και να τα λαμβάνει σοβαρά υπόψη πριν την κάθε μελέτη χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής ειδικά όταν αφορά συρμούς μεγάλων ταχυτήτων. Τα στοιχεία αυτά καθώς και ο βέλτιστος τρόπος με τον οποίον πρέπει να αντιμετωπίζονται παρουσιάζονται παρακάτω:

-Εθυγραμμίες

Στη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός ως προς το μήκος των ευθυγραμμιών που μπορούν να εφαρμοστούν. Αντίθετα η ευθυγραμμία είναι το προτιμότερο μέσο χάραξης γιατί είναι ο συντομότερος δρόμος για την ένωση δύο σημείων, σχετίζεται με μικρότερα λειτουργικά κόστη γραμμής και προσφέρει περισσότερη άνεση στους επιβάτες. Παρόλα αυτά λόγω των πολύ μικρών κατακόρυφων κλίσεων της σιδηροδρομικής γραμμής οι καμπύλες είναι πολλές φορές αναγκαίες για την προσπέραση υψομετρικών εμποδίων που υπό άλλες συνθήκες θα απαιτούσαν μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες. Η μορφολογία του εδάφους είναι αυτή που παίζει καταλυτικό ρόλο στη τελική μορφή της χάραξης καθώς πολλές φορές κρίνεται αναγκαία η χρήση των παραπάνω έργων αλλά προτιμάμε να είναι όσο το δυνατόν πιο περιορισμένα.

-Ακτίνες Καμπυλότητας

Οι οριακές τιμές των ακτινών καμπυλότητας που ορίζονται από τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης αυξάνονται εκθετικά με την αύξηση της ταχύτητας του ταχύτερου συρμού της εκάστοτε χάραξης. Αυτό σημαίνει ότι αν στην γραμμή μου έχω τρένα μεγάλης ταχύτητας η ακτίνα καμπυλότητας που θα εφαρμόσω θα πρέπει να είναι μεγάλη άρα προκειμένου να έχω όσο το δυνατόν μικρότερο μήκος καμπύλης (η οποία έχει και μεγαλύτερο κόστος επιδομής ανά χιλιόμετρο από την ευθυγραμμία και μπορεί να προκαλέσει εμπλοκές κατά τη χάραξη με άλλες καμπύλες) ,κρίνεται σκόπιμο η γωνία που θα εφαρμοστεί στη χάραξη να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Για γραμμές που χρησιμοποιούνται από βραδύτερους

συρμούς οι επιτρεπόμενες ακτίνες καμπυλότητας μειώνονται σημαντικά, κάτι που δίνει στον μελετητή μεγαλύτερη ελευθερία κατά τη χάραξη.

-Μεταβολή Καμπυλότητας και Στρογγυλεύσεις Στα Άκρα

Σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους στις άκρες των συναρμογών μιας καμπύλης απαιτούνται να γίνονται στρογγυλεύσεις . Οι στρογγυλεύσεις αυτές απαιτούν να υπάρχει διαθέσιμο μήκος ώστε να καλυφθούν τόσο πριν όσο και μετά την κάθε συναρμογή, κάτι που μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα κατά τη χάραξη όπως ανεπάρκεια διαθέσιμου μήκους μεταξύ δύο καμπύλων ή ανεπάρκεια διαθέσιμου μήκους της καμπύλης. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και κατά την εκλογή της ακτίνας καμπυλότητας και κατά τη χάραξη όταν έχω κοντινές καμπύλες. Επίσης μεταξύ δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών της κύριας γραμμής πρέπει οπωσδήποτε να μεσολαβεί ένα ευθύγραμμο τμήμα αρκετά μεγάλο, ώστε να μπορούν να παρεμβληθούν από μια παραβολική συναρμογή προς την κάθε κυκλική καμπύλη. Μεταξύ των δύο αυτών συναρμογών πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 30m , στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών, που απαιτούνται . Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η παρεμβολή του ελάχιστου ευθύγραμμου τμήματος, θα πρέπει το τμήμα αυτό να παραλείπεται και οι δύο συναρμογές να έχουν κοινή αρχή, κοινή εφαπτομένη και την ίδια μεταβολή καμπυλότητας, κάτι που μπορεί να βοηθήσει πολύ κατά τη χάραξη.

- Τόξα στρογγύλευσηςμηκοτομής

Οι ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής που γίνεται με τη χρήση της τετραγωνικής παραβολής ως προσέγγισης του εγγύτατου κύκλου της καμπύλης, αυξάνονται σημαντικά με την αύξηση της ταχύτητας. Αυτό όμως δεν δημιουργεί προβλήματα στη χάραξη καθώς οι επιτρεπόμενες μέγιστες κατά μήκος κλίσεις που προβλέπονται από τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης είναι εξαιρετικά μικρές με αποτέλεσμα το μήκος l των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών να είναι και αυτό σχετικά μικρό και έτσι να δημιουργούνται σπάνια εμπλοκές στην μηκοτομή κατά την χάραξη.

-Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις

Οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις που προβλέπονται από τους σύγχρονους κανονισμούς για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους είναι ένα από τα χαρακτηριστικότερα στοιχεία των σύγχρονων κανονισμών και αυτό που ουσιαστικά ξεχωρίζει τις χαράξεις που γίνονται με τους κανονισμούς αυτούς. Οι επιτρεπόμενες κατά μήκος κλίσεις είναι εξαιρετικά μικρές (1,4% για νέες γραμμές),

με αποτέλεσμα πολλές φορές να απαιτούνται μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες για να καλύψουν μεγάλες υψομετρικές, οι οποίες δεν θα μπορούσαν να καλυφθούν αλλιώς με τις επιτρεπόμενες κατά μήκος κλίσεις. Αυτό καθιστά τα σιδηροδρομικά έργα πολύ ακριβότερα από άλλα έργα μεταφορών όπως της οδοποιίας. Συνεπώς ένας μελετητής πρέπει να είναι αρκετά προσεκτικός με τις υψομετρικές διαφορές που υπάρχουν στην εκάστοτε περιοχή χάραξης ώστε να αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο τα μεγάλα τεχνικά έργα.

3.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΧΑΡΑΞΕΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα συγκρίνουμε τους κανονισμούς χάραξης της σιδηροδρομικής με τους αντίστοιχους κανονισμούς χάραξης της οδοποιίας ώστε να εντοπίσουμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα τους, οι οποίες οδηγούν σε διαφορές της μορφολογίας της κάθε χάραξης και σε διαφοράς κόστους. Οι διαφορές αυτές χωρίζονται σε δύο είδη, τις διαφορές στους τύπους χάραξης και συναρμογής διαφόρων στοιχείων και στις διαφορές στα δεδομένα χάραξης και στις επιτρεπόμενες τιμές. Τα κυριότερα από αυτά τα στοιχεία αναλύονται εις βάθος παρακάτω.

3.2.1 ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ

<u>ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ</u>

Οι σύγχρονοι κανονισμοί για τη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής χρησιμοποιούν τη κυβική παραβολή y = K x^3 για τη συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, ενώ οι κανονισμοί της οδοποιίας κάνουν χρήση του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής Y=$\frac{x^3}{6LR}$ για αντίστοιχες συναρμογές, τον οποίο οι σύγχρονοι κανονισμοί για τη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής επιτρέπουν μόνο όταν ισχύει L≤R/3,5 . Συνεπώς κρίνεται σκόπιμο να

αποδείξουμε πότε ο απλοποιημένος τύπος της κυβικής παραβολής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια σιδηροδρομική χάραξη.

Για το σκοπό της απόδειξης θα χρησιμοποιήσω τη δυσμενέστερη δυνατή περίπτωση που προβλέπεται από τους σύγχρονους κανονισμούς όσον αφορά το μήκος συναρμογής, δηλαδή για V=200km/h όπου και το μήκος συναρμογής είναι μέγιστο και θα βρούμε για ποιες ταχύτητες η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας που προβλέπεται από τους κανονισμούς (πάλι δυσμενέστερη περίπτωση) δεν επαρκεί. Η διαδικασία που ακολουθείται για την απόδειξη είναι η εξής:

Θεωρούμε ότι ο συρμός χρησιμοποιείται εξ ολοκλήρου από επιβατικούς συρμούς με V=200km/h(δυσμενέστερη περίπτωση). Η κανονική υπερύψωση h που θα εφαρμοσθεί είναι h=7,12$\frac{V^2}{R}$=284800/Rmm (μέγιστη υπερύψωση)

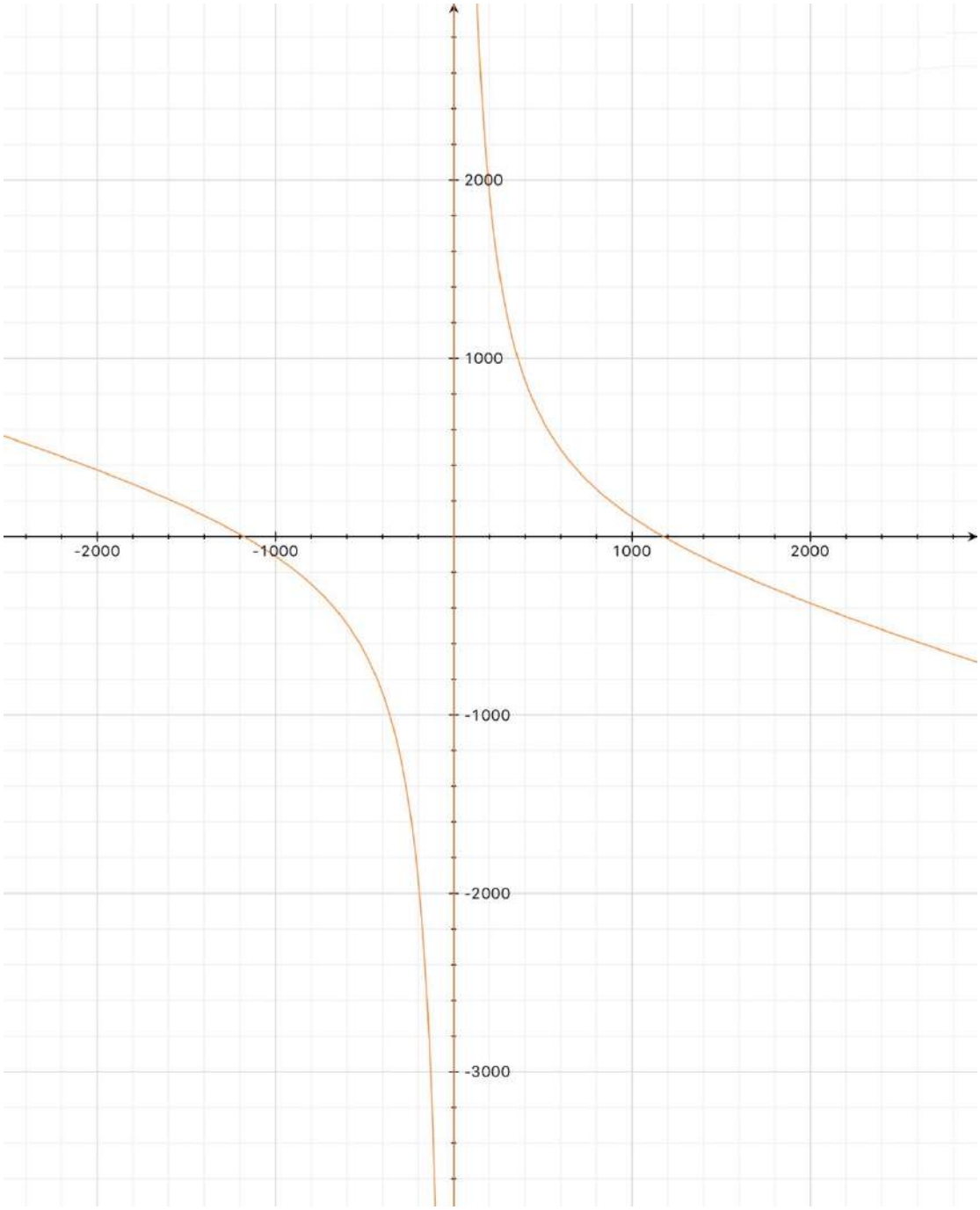
Αφου ο υπολογισμός της υπερύψωσης έγινε βάσει του τύπου h=7,12*v^2/R , σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης που έχουν εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ ο υπολογισμός του μήκους του τόξου συναρμογής γίνεται σύμφωνα με τον τύπο Lελ=$\frac{h*V}{144}$. Άρα για την παραπάνω περίπτωση (V=200 km/h) **<u>Lελ=395555,556/R</u>**

Θέλουμε L≤R/3,5

Άρα πρέπει Lελ=395555,556/R≤ R/3,5 (1)

Θεωρώ την εξίσωση y=395555,556/R- R/3,5 και θέλω y≤0 ώστε να ισχύει η (1)

Το γράφημα της εξίσωσης είναι το εξής :



ΣΧΗΜΑ 3.1:Γράφημα της εξίσωσηςy=395555,556/R- R/3,5

Από το γράφημα αυτό παρατηρούμε ότι για R≥1200m , y≤0

Το Rελ=1200m αντιστοιχεί σε μέγιστη ταχύτητα συρμού που χρησιμοποιείται από τη γραμμή 160km/h.

Για σύγχρονους συρμούς με ταχύτητα 170 <Vμεγ ≤ 200 km/h ισχύει:

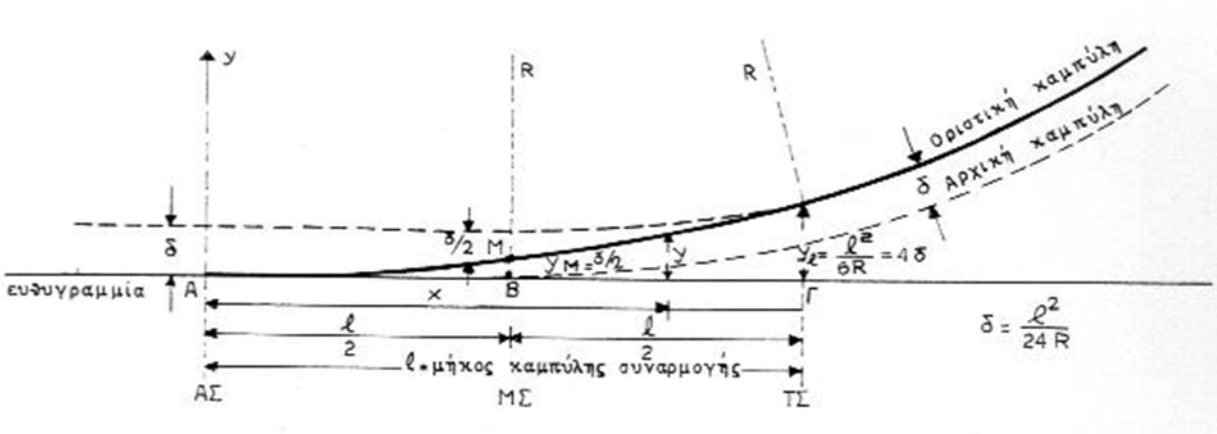
Rελ=$\frac{11,8}{205}(V\mu\varepsilon\gamma^2\text{-}80^2)$

Έστω Vμεγ=200km/h τότε σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο Rελ=1934m

Άρα για γραμμές πού θέλω να χρησιμοποιηθούν από τρένα μεγάλης ταχύτητας που η μέγιστη ταχύτητά τους θα κυμαίνεται από 160km/h έως 200 km/h και λόγω τοπογραφικών περιορισμών πρέπει να χρησιμοποιήσω την ελάχιστη δυνατή ακτίνα συναρμογής τότε για τη δυσμενέστερη περίπτωση όπου η κανονική υπερύψωση h εφαρμόζεται για V=200 km/h το ελάχιστο μήκος της παραβολικής συναρμογής πάντα θα είναι μικρότερο από R/3,5. Έτσι οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης που έχουν εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ μας δίνουν την δυνατότητα εφαρμογής του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής :

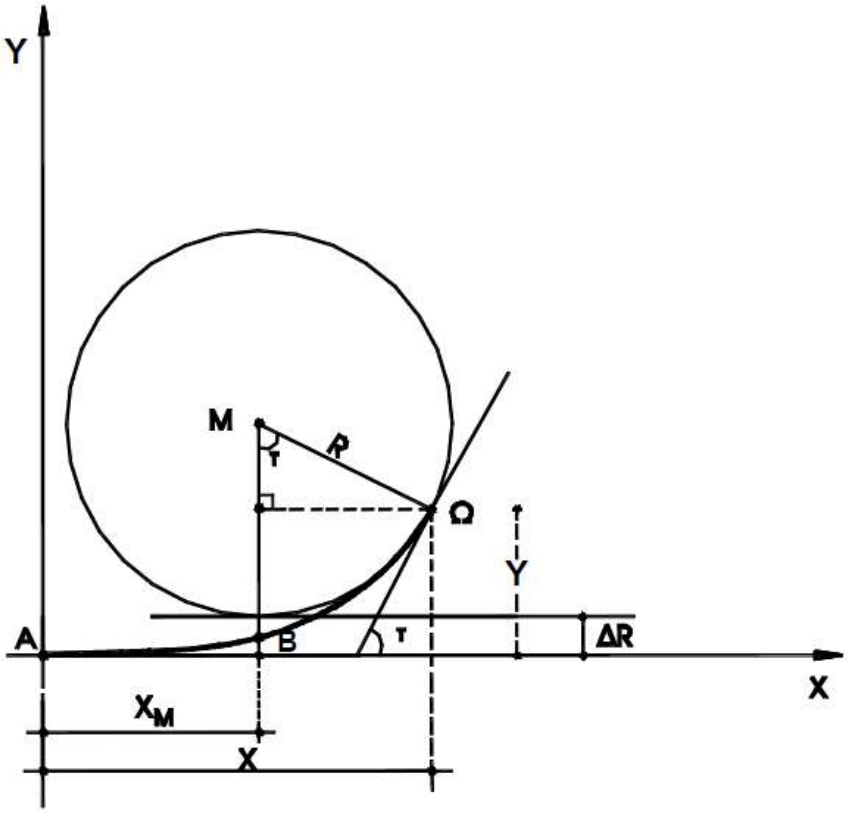
$$Y=\frac{x^3}{6LR}$$

όπου δεχόμαστε ότι : L = l



ΣΧΗΜΑ 3.2: Συναρμογή στη σιδηροδρομική με χρήση του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής

Ο απλοποιημένος αυτός τύπος είναι ο τύπος της κλωθοειδούς που χρησιμοποιείται στην χάραξη οδικού δικτύου :



ΣΧΗΜΑ 3.3: Συναρμογή στη οδοποιία με χρήση του απλοποιημένου τύπου της κλωθοειδούς

Προσεγγιστικά τα X, Y, XM, ΔR, YB υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις

$X \approx L$

$Y \approx \frac{L^2}{6R}$

$XM \approx \frac{L}{2}$

$\Delta R \approx \frac{L^2}{24R}$

$YB \approx \frac{\Delta R}{2}$

Για να έχω αρκετό μήκος τόξου συναρμογής ώστε η κλίση i του πρανούς υπερύψωσης να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων (i ≤ 144/ Vμεγ ≤ 2,5mm / m) παίρνω την δυσμενέστερη περίπτωση όπου έχω εφαρμόσει το ελάχιστο μήκος τόξου συναρμογήςLελ=$\frac{h*V}{144}$

i =h/L άρα για Lελ i = 144/ Vμεγ

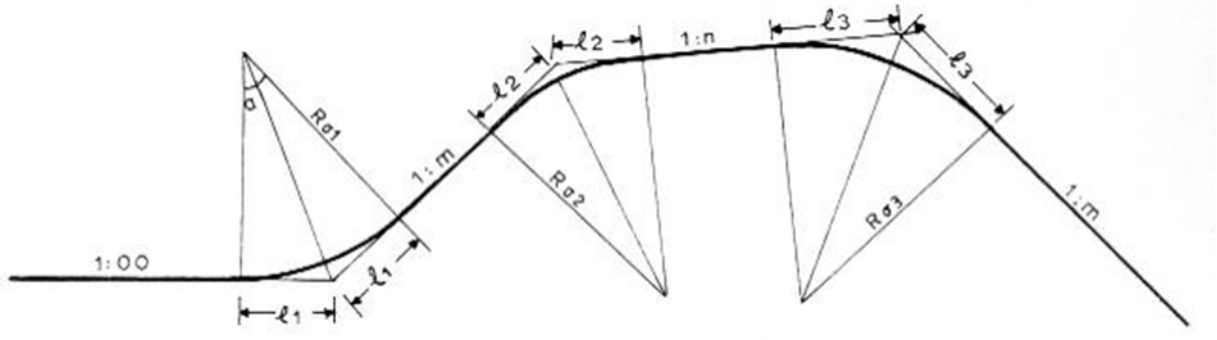
από το παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το Lελ είναι ανεπαρκές ως προς τη κλίση i του πρανούς υπερύψωσης μόνο όταν 144/ Vμεγ ≤ 2,5mm / m δηλαδή για ταχύτητες μικρότερες των 57,6 km/h (144/2,5km/h)

Συμπερασματικά διαπιστώνουμε ότι για σύγχρονες σιδηροδρομικές γραμμές όπου τουλάχιστον ένας συρμός έχει ταχύτητα 160 <Vμεγ ≤ 200 km/hοι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης που έχουν εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ μας δίνουν την δυνατότητα εφαρμογής του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής όπου είναι ίδιος με τον απλοποιημένο τύπο της κλωθοειδούς που χρησιμοποιείται στην χάραξη οδικού δικτύου.

ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΣΥΝΑΡΜΟΓΕΣ

Στη σιδηροδρομική στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις, πρέπει να συναρμόζονται στα σημεία αλλαγής κλίσεων, με κατάλληλα κυκλικά τόξα (κατακόρυφες κυκλικές συναρμογές), εφόσον η διαφορά των αντίστοιχων κλίσεων ,αν είναι ομόρροπες ή το άθροισμά τους αν είναι αντίρροπες προκύπτει μεγαλύτερο από 0,0025

Οι κατακόρυφες συναρμογές γίνονται σύμφωνα με το σχήμα :

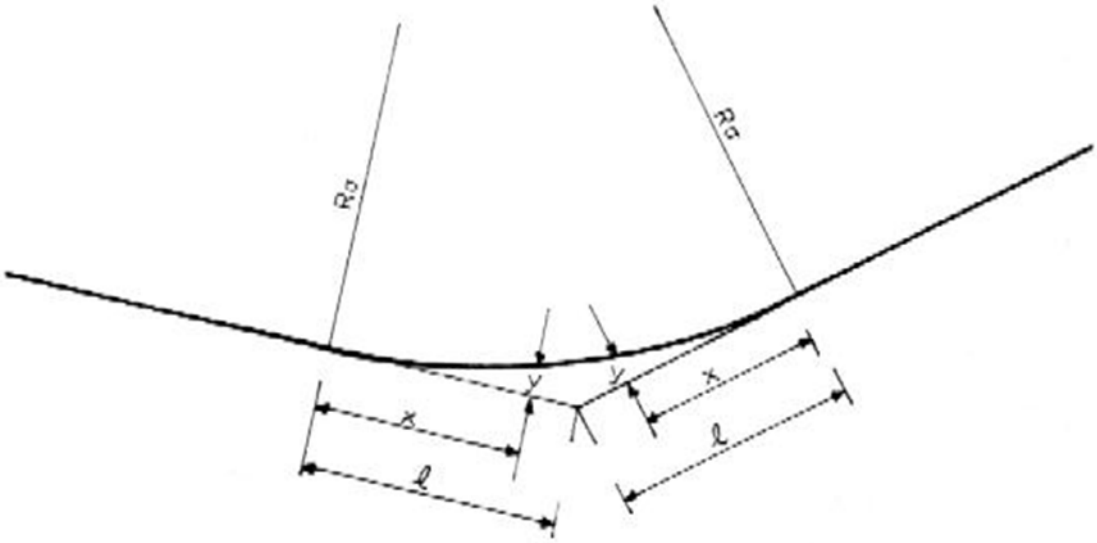


ΣΧΗΜΑ 3.4: Κατακόρυφες συναρμογές στη σιδηροδρομική γραμμή

Οι τεταγμένες y, για τη χάραξη της κυκλικής κατακόρυφης συναρμογής, δίνονται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τον τύπο:

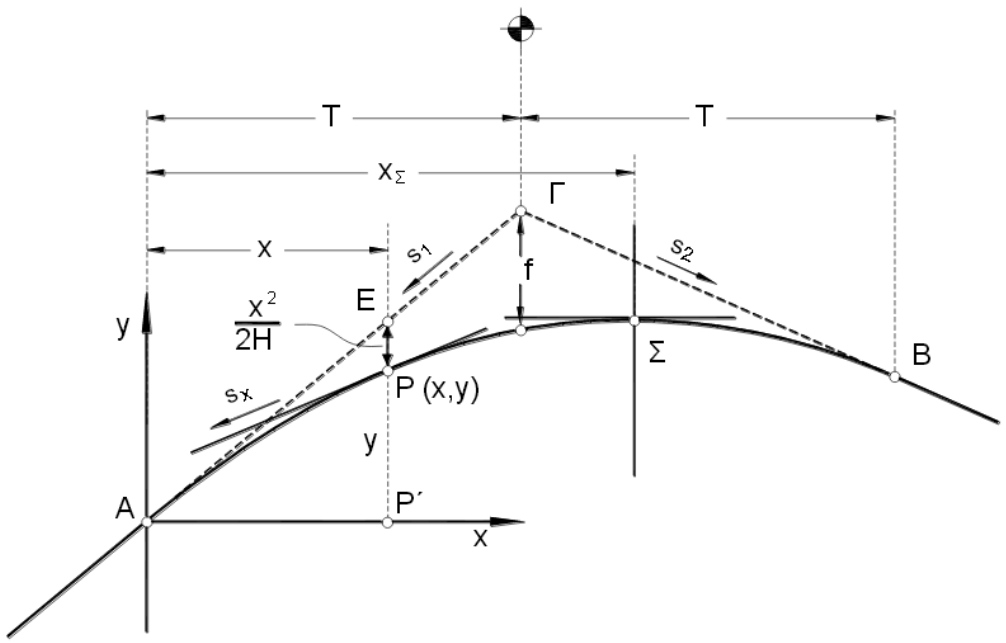
$$y = \frac{X^2}{2R\sigma}$$

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



ΣΧΗΜΑ 3.5: Ο άξονας των τετμημένων χ και τεταγμένων y της κατακόρυφης συναρμογής

Στην Οδοποιία η στρογγύλευση της μηκοτομής γίνεται συνήθως με τη χρησιμοποίηση της τετραγωνικής παραβολής ως προσέγγισης του εγγύτατου κύκλου της καμπύλης (του οποίου η ακτίνα ισούται με την ακτίνα καμπυλότητας Η στην κορυφή της παραβολής).



ΣΧΗΜΑ 3.6: Κατακόρυφες συναρμογές στην οδοποιία

Όπου η εξίσωση της τετραγωνικής παραβολής δίνεται από τη σχέση: y=s1*x-$\frac{x^2}{2*H}$

Από τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι οι τύποι που χρησιμοποιούνται για την κατακόρυφη συναρμογή είναι ίδιοι στους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής και στους κανονισμούς οδοποιίας.

3.2.2 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΩΝ ΤΙΜΩΝ ΚΑΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΧΑΡΑΞΗΣ

Εκτός από τις διαφορές που παρουσιάζουν οι κανονισμοί χάραξης της οδοποιίας και οι κανονισμοί χάραξης της σιδηροδρομική ως προς τους τύπους και τις εξισώσεις που χρησιμοποιούν, οι δύο αυτοί κανονισμοί διαφέρουν σημαντικά και στα δεδομένα χάραξης και στις επιτρεπόμενες τιμές πού αυτοί ορίζουν. Αυτές οι διαφορές χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής καθώς είναι αυτές που ορίζουν τη μορφή της εκάστοτε χάραξης και που ουσιαστικά τις διαφοροποιούν. Οι διαφορές αυτές παρουσιάζονται παρακάτω.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ακτίνες καμπυλότητας R

Στην οδοποιία οι ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας R που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάποιο οδικό τμήμα εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης (km/h) και την μέγιστη επίκληση που επικρατεί στο τμήμα αυτό ανάλογα με τον συντελεστή πλευρικής τριβήςfR

Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Αμερικανικούς Κανονισμούς:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Ακτίνες καμπυλότητας R στην οδοποιία Αμερικάνικοι Κανονισμοί

Ταχύτητα μελέτης (km/h)	Μέγιστη επίκλιση q (%)	Μέγιστες τιμές σχεδιασμού συντελεστή f_R	Συνολική τιμή f_R+q/100	Ελάχιστες τιμές ακτίνων (m)	Στρογγυλευμένες τιμές ακτίνων (m)
15	6,0	0,40	0,46	3,9	4
20	6,0	0,35	0,41	7,7	8
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123
70	6,0	0,15	0,21	183,7	184
80	6,0	0,14	0,20	252,0	252
90	6,0	0,13	0,19	335,7	336
100	6,0	0,12	0,18	437,4	437
110	6,0	0,11	0,17	560,4	560
120	6,0	0,09	0,15	755,9	756
130	6,0	0,08	0,14	950,5	951
15	8,0	0,40	0,48	3,7	4
20	8,0	0,35	0,43	7,3	7
30	8,0	0,28	0,36	19,7	20
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832
15	10,0	0,40	0,50	3,5	4
20	10,0	0,35	0,45	7,0	7
30	10,0	0,28	0,38	18,6	19
40	10,0	0,23	0,33	38,2	38
50	10,0	0,19	0,29	67,9	68
60	10,0	0,17	0,27	105,0	105
70	10,0	0,15	0,25	154,3	154
80	10,0	0,14	0,24	210,0	210
90	10,0	0,13	0,23	277,3	277
100	10,0	0,12	0,22	357,9	358
110	10,0	0,11	0,21	453,7	454
120	10,0	0,09	0,19	596,8	597
130	10,0	0,08	0,18	739,3	739

Στη σιδηροδρομική οι ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας R σε μια γραμμή εξαρτώνται αποκλειστικά από τη μέγιστη ταχύτητα του πιο γρήγορου συρμού σύμφωνα με τους εξής τύπους:

Για Vμεγ ≤ 170 km/h ισχύει:

$$R_{ελ}=0,045*V_{μεγ}^2$$

-Για 170 <Vμεγ ≤ 200 km/h ισχύει:

$$R_{ελ}=\frac{11,8}{205}(V_{μεγ}^2-80^2)$$

Στη συνέχεια δημιουργούμε έναν συγκριτικό πίνακα ταχυτήτων και ελάχιστων ακτίνων καμπυλότητας R, ο οποίος φαίνεται παρακάτω:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2 :Συγκριτικός Πίνακα Ταχυτήτων και Ελάχιστων Ακτίνων Καμπυλότητας

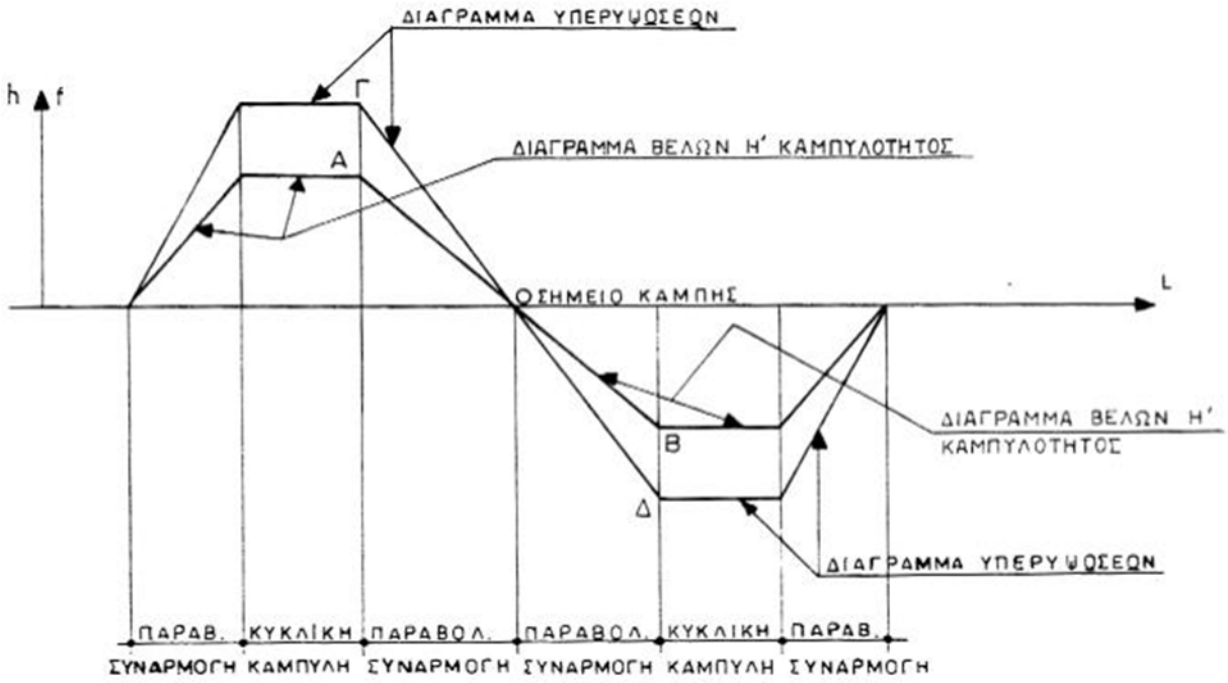
		Rελ(m)					
	Τύπος Συναρμογής	Ταχύτητα (km/h)					
		80	90	100	110	120	130
Σιδηροδρομική Γραμμή	κυβική παραβολή y = Kx^3	288	364,5	450	544,5	648	760,5
Αυτοκινητόδρομος	τύπος κλωθοειδούς y= x^3/6RL	229 (-20%)	304 (-16%)	394 (-12%)	501 (-8%)	667 (+3%)	832 (+10%)

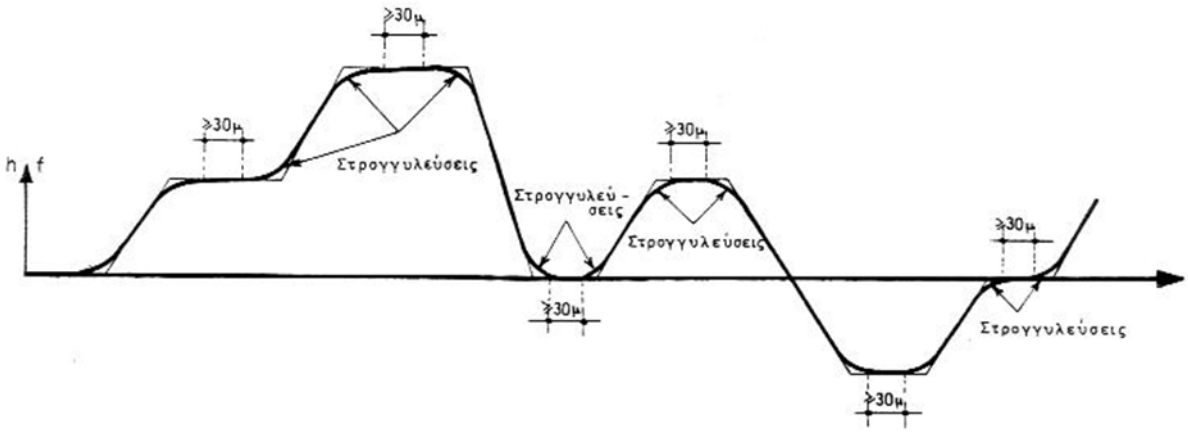
Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνουμε ότι οι ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας R είναι σχεδόν ίσες στην κάθε χάραξη για ίσες ταχύτητες, με αυτές της σιδηροδρομικής να είναι μεγαλύτερες για μικρότερες ταχύτητες και μικρότερες για μεγαλύτερες ταχύτητες. Στη σιδηροδρομική χάραξη όμως εφαρμόζονται συνήθως πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από αυτές που εφαρμόζονται στη χάραξη οδοποιίας κυρίως όταν πρόκειται για σύγχρονο συρμό υψηλών ταχυτήτων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ακτίνες καμπυλότητας R που εφαρμόζονται στη σιδηροδρομική να είναι κατά κύριο λόγο μεγαλύτερες.

Μεταβολή καμπυλότητας

Στη σιδηροδρομική μεταξύ δύο αντίστροφων κυκλικών καμπυλών της κύριας γραμμής πρέπει οπωσδήποτε, να μεσολαβεί ένα ευθύγραμμο τμήμα, αρκετά μεγάλο, ώστε να μπορούν να παρεμβληθούν από μια παραβολική συναρμογή προς την κάθε κυκλική καμπύλη. Μεταξύ των δύο αυτών συναρμογών πρέπει να παραμένει ευθύγραμμο τμήμα, ελάχιστου μήκους 30m , στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών, που απαιτούνται σύμφωνα με όσα θα αναφερθούν παρακάτω. Σε περίπτωση που δεν είναι δυνατή η παρεμβολή του ελάχιστου ευθύγραμμου τμήματος, θα πρέπει το τμήμα αυτό να παραλείπεται και οι δύο συναρμογές να έχουν κοινή αρχή, κοινή

εφαπτομένη και την ίδια μεταβολή καμπυλότητας σύμφωνα με τα παρακάτω σχήματα:





Στην οδοποιία δύο συναρμογές μπορούν να έχουν κοινή αρχή, κοινή εφαπτομένη και την ίδια μεταβολή καμπυλότητας όπως και στη σιδηροδρομική αλλά δεν απαιτείται ευθύγραμμο τμήμα ελάχιστου μήκους 30m ούτε στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών.

Ευθυγραμμίες

Στην οδοποιία πρέπει να αποφεύγονται οι μεγάλες ευθυγραμμίες οι οποίες πρέπει να συνδυάζονται και με αντίστοιχες ακτίνες κυκλικών τόξων καθώς ο οδηγός δεν βρίσκεται σε εγρήγορση μετά από μια μεγάλη ευθυγραμμία και δυσκολεύεται μετά να προσαρμόσει την πορεία του στο καμπύλο τμήμα. Ακόμα με τον περιορισμό των μεγάλων ευθυγραμμιών ο οδηγός δεν μπορεί να αναπτύξει εύκολα μεγάλες ταχύτητες οι οποίες μπορεί να τον θέσουν σε κίνδυνο.

Αντίθετα στη σιδηροδρομική δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός ανάμεσα στις ευθυγραμμίες και στα κυκλικά τόξα. Επίσης οι ευθυγραμμίες πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερες για καλύτερη άνεση των επιβατών και τη μείωση των λειτουργικών κόστων της γραμμής.

Αυτή η διαφορά ανάμεσα στις δύο χαράξεις σχετικά με τον περιορισμό των ευθυγραμμιών έχει ως αποτέλεσμα οι χαράξεις οδοποιίας να έχουν κατά κύριο λόγο μεγαλύτερο μήκος από αντίστοιχες χαράξεις σιδηροδρομικής. Αυτή η διαφορά μήκους επιδρά καταλυτικά και στη διαφορά κόστους ανάμεσα στις δυο χαράξεις καθώς μεγαλύτερο μήκος σημαίνει περισσότεροι όγκοι χωματισμών και μεγαλύτερο κόστος εργασιών επιδομής και ασφαλτικών.

ΕΙΚΟΝΑ 3.1: Αποτελέσματα Περιορισμού Εθυγραμμίας σε κάθε Χάραξη

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

Τόξα στρογγύλευσηςμηκοτομής

Στην Οδοποιία η στρογγύλευση της μηκοτομής γίνεται συνήθως με τη χρησιμοποίηση της τετραγωνικής παραβολής ως προσέγγισης του εγγύτατου κύκλου της καμπύλης (του οποίου η ακτίνα ισούται με την ακτίνα καμπυλότητας Η στην κορυφή της παραβολής).

Οι τιμές των ελάχιστων ακτινών στην οδοποιία προκύπτουν από τις απαιτήσεις ορατότητας, δυναμικής της κυκλοφορίας και αποφυγής οπτικών θλάσεων σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς είναι οι εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.3: Απαιτούμενο μήκος εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως για χάραξη οδοποιίας σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς

V_e (km/h)	min H_k (m) (για S_h)	min H_k (m) (για S_u)
50	1.400	28.200
60	2.400	30.000
70	3.150	35.000
80	4.400	40.000
90	5.700	48.000
100	8.300	52.000
120	16.000	-

Sh απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση

Su απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση

Αντίστοιχα στη σιδηροδρομική στην κατά μήκος τομή της γραμμής, τα τμήματα της ερυθράς με διαφορετικές κλίσεις, πρέπει να συναρμόζονται στα σημεία αλλαγής κλίσεων, με κατάλληλα κυκλικά τόξα (κατακόρυφες κυκλικές συναρμογές),

εφόσον η διαφορά των αντίστοιχων κλίσεων ,αν είναι ομόρροπες ή το άθροισμά τους αν είναι αντίρροπες προκύπτει μεγαλύτερο από 0,0025

Η διαφορά με τις ακτίνες της οδοποιίας βρίσκεται στο ότι οι τιμές των ελάχιστων ακτινών στη σιδηροδρομική προκύπτουν από την άνεση κυκλοφορίας των επιβατών και όχι από την ορατότητα με αποτέλεσμα να έχουμε μικρότερες ελάχιστες ακτίνες στην σιδηροδρομική για ίδιες ταχύτητες.

Πιο συγκεκριμένα για την άνεση της κυκλοφορίας, πρέπει να επιδιώκεται, η ακτίνα της κατακόρυφης κυκλικής συναρμογής να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη. Ανάλογα με την εφαρμοζόμενη μέγιστη ταχύτητα, ορίζονται οι εξής ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4: Ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής

ΤΑΧΥΤΗΤΑ	**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m]**	**ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ R [m] Κατ' εξαίρεση**
V ≤ 100 km/h	5.000 m	2.500m
100 < V ≤ 150 km/h	10.000m	5.000m
150 < V ≤ 200 km/h	20.000m	10.000m

Συγκριτικά η διαφορά των ελάχιστων ακτινών κατακόρυφης συναρμογής στην κάθε χάραξη φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.5 : Ελάχιστες Ακτίνες Κατακόρυφης Συναρμογής Σιδηροδρομικής και Οδικής Χάραξης

	Σισηροδρομική Χάραξη	Οδική Χάραξη (χωρίς προσπέραση)	Οδική Χάραξη (με προσπέραση)
Τύπος Συναρμογής	κυκλική κατακόρυφη συναρμογή **EP=x^2/Rσ**	εξίσωση τετραγωνικής παραβολής **y=s1*x-x^2/2H**	εξίσωση τετραγωνικής παραβολής **y=s1*x-x^2/2H**
Ακτίνες στρογγύλευσηςμηκοτομής**V≤100km/h**	5.000m	>1.400m <8.300m	<52.000m
Ακτίνες στρογγύλευσηςμηκοτομής**100<V≤150km/h**	10.000m	<16.000m	-
Ακτίνες στρογγύλευσηςμηκοτομής**150<V≤200km/h**	20.000m	-	-

Το μήκος l των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως δίνεται, με ικανοποιητική προσέγγιση, από τους εξής τύπους:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.6:Μήκος των εφαπτόμενων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως

α. Συναρμογή, οριζόντιου τμήματος γραμμής με κεκλιμένο, κλίσεως 1:m	$l_1 = \frac{R\sigma_1}{2} \cdot \frac{1}{m}$	(26α)
β. Συναρμογή μεταξύ ομόσημων κλίσεων 1:m και 1: n:	$l_2 = \frac{R\sigma_2}{2} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$	(26β)
γ. Συναρμογή μεταξύ ετερόσημων κλίσεων 1:m και 1:n	$l_3 = \frac{R\sigma_3}{2} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n}\right)$	(26γ)

Εδώ όπως και στις ελάχιστες ακτίνες καμπυλότητας R της οριζοντιογραφίας βλέπουμε ότι για ίδιες τιμές ταχύτητας οι ελάχιστες επιτρεπόμενες ακτίνες της κατακόρυφης συναρμογής είναι σχεδόν ίσες. Το κύριο στοιχείο που διαφοροποιεί όμως την κάθε χάραξη και τις συνήθεις τιμές που χρησιμοποιούνται σε αυτές είναι οι εφαρμοζόμενες ταχύτητες καθώς στη σιδηροδρομική χάραξη εφαρμόζονται συγκριτικά μεγαλύτερες ταχύτητες ιδίως αν πρόκειται για σύγχρονο συρμό υψηλών ταχυτήτων.

Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις

Στην οδοποιία οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης του οδικού τμήματος σύμφωνα με τον εξής πίνακα :

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.7: Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις στην οδοποιία

V_e (km/h)	max s (%) για οδούς κατηγορίας	
	A	B I / B II
50	9,0	12,0
60	8,0	10,0
70	7,0	8,0
80	6,0	7,0
90	5,0	6,0
100	4,5	5,0
120	4,0	-

Ενώ στη σιδηροδρομική οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις δεν εξαρτώνται εξ ολοκλήρου από την ταχύτητα και ορίζονται ως εξής :

Ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή

- Έως 25 ‰ σε υφιστάμενες γραμμές για ταχύτητες v ≤ 120 km/h
- Έως 14 ‰ σε νέες γραμμές (έως 16‰ κατόπιν εγκρίσεως της Δ.Γ.)

Σήραγγες (νεοκατασκευαζόμενες)

- Μήκους ≤ 1.000 m: ≤ 2‰
- Μήκους >1.000 m: ≤ 1‰

Σταθμοί (νεοκατασκευαζόμενοι)

- Έως 2,5‰

Όπως παρατηρούμε οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις που εφαρμόζονται σε μια σιδηροδρομική χάραξη είναι αρκετά μικρότερες από αυτές που εφαρμόζονται σε μια χάραξη οδοποιίας. Αυτό συνεπάγεται με αδυναμία της σιδηροδρομικής χάραξης να μπορεί καλύψει μεγάλες υψομετρικές διαφορές με αποτέλεσμα πολλές φορές να είναι αναγκαία μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες ώστε να καλυφθούν οι διαφορές αυτές. Έτσι σε πολλές περιπτώσεις οι υψομετρικές διαφορές της περιοχής μελέτης είναι τέτοιες ώστε να είναι αναγκαία η ύπαρξη τέτοιων έργων σε μια σιδηροδρομική χάραξη αλλά όχι σε μια χάραξη οδοποιίας, κάτι που αυξάνει σημαντικά τη διαφορά κόστους ανάμεσά τους καθώς τα έργα αυτά είναι ιδιαίτερα ακριβά.

ΕΙΚΟΝΑ 3.2: Διαφορές στη Μορφολογία των Δυο Χαράξεων Λόγω Μέγιστων ΕπιτρεπόμενωνΚλίσεων στον Άξονα WARDHA- NANDED στην Ινδία

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΤΗ ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΤΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΗΣ ΚΑΘΕ ΧΑΡΑΞΗΣ

Οι παραπάνω διαφορές στα δεδομένα και τις επιτρεπόμενες τιμές της κάθε χάραξης οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα τα οποία επηρεάζουν σημαντικά τη μορφή και το κόστος της κάθε μιας. Επίσης ο συνδυασμός των διαφορετικών αυτών στοιχείων μπορεί να συμβάλλει καταλυτικά στο φαινόμενο αυτό. Για το λόγω αυτό θα προσπαθήσουμε να ερευνήσουμε πώς τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να συνδυαστούν και ποιες συνέπειες θα έχει αυτό στη μορφή και το κόστος της κάθε χάραξης.

Οι ακτίνες της καμπύλης της μηκοτομής μιας σιδηροδρομικής χάραξης είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές ενός αυτοκινητόδρομου ειδικά όταν υπάρχουν πολλές λωρίδες κυκλοφορίας και συνεπώς επιτρέπεται η προσπέραση. Αυτό σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες επιτρεπόμενες κατακόρυφες κλίσεις του αυτοκινητόδρομου οδηγεί σε πιο αραιά τοποθέτηση των κορυφών της μηκοτομής ώστε να αποφεύγονται οι πιθανές εμπλοκές μεταξύ τους. Ο μεγαλύτερος αυτός περιορισμός τοποθέτηση των κορυφών της μηκοτομής της χάραξης οδοποιίας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μεγαλύτερους όγκους χωματισμών και συνεπώς μεγαλύτερο κόστος των εργασιών αυτών σε σύγκριση με την σιδηροδρομική χάραξη.

Οι οριακές τιμές των ακτινών καμπυλότητας τις σιδηροδρομικής χάραξης αυξάνονται εκθετικά με την αύξηση της ταχύτητας του ταχύτερου συρμού της εκάστοτε χάραξης. Έτσι δεδομένου ότι οι εφαρμοζόμενες τιμές ταχύτητας της χάραξης αυτής είναι κατά κύριο λόγο μεγαλύτερες από αυτές της οδοποιίας οι καμπύλες που πρέπει να χρησιμοποιήσω είναι συνήθως αρκετά μεγαλύτερες, κάτι που καθιστά τον ελιγμό υψομετρικών εμποδίων δυσκολότερο . Αυτό σε συνδυασμό με τις μικρές κατά μήκος κλίσεις της σιδηροδρομικής χάραξης μπορούν να δημιουργήσουν την ανάγκη επιπρόσθετων μεγάλων τεχνικών έργων όπως γέφυρες και σήραγγες συγκριτικά με την χάραξη οδοποιίας, κάτι που αυξάνει κατά πολύ το κόστος.

4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΞΗΣ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ

Στο παρόν κεφάλαιο έχουμε ως στόχο να εντοπίσουμε τις διαφορές στη μορφή και το κόστους που έχει μια χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής η οποία γίνεται με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης για συρμούς μεγάλων ταχυτήτων με διάφορες χαράξεις οδοποιίας. Στόχος μας είναι να διαπιστώσουμε ποιές διαφοροποιήσεις προκαλούν οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής σε σχέση με τους αντίστοιχους κανονισμούς της οδοποιίας και ποια τα αποτελέσματα αυτών των διαφοροποιήσεων στη μορφή των χαράξεων και συνεπώς στις αντίστοιχες ποσότητες χωματισμών και στα αντίστοιχα κόστη που αυτές έχουν. Για τον σκοπό αυτό θα δημιουργήσουμε πέντε χαράξεις: μια μονής σιδηροδρομικής γραμμήςμε τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης, μια διπλής σιδηροδρομικής γραμμής με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης, μια ενός τοπικού οδικού δικτύου, μια ενός αυτοκινητοδρόμου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση και μια ενός αυτοκινητοδρόμου τριών λωρίδων ανά κατεύθυνση. Οι χαράξεις αυτές θα γίνουν με το πρόγραμμα FM16 στην ίδια περιοχή μελέτης και θα ξεκινάνε και θα καταλήγουν στα ίδια σημεία. Η περιοχή μελέτης έχει επιλεγεί με τέτοιο τρόπο ώστε οριακά να μην απαιτούνται μεγάλα τεχνικά έργα για την σιδηροδρομική γραμμή, όπως γέφυρες και σήραγγες, καθώς αυτά θα αύξαναν σημαντικά το συνολικό κόστος της γραμμής, θα περιόριζαν τους όγκους εκσκαφών περιορίζοντας σημαντικά τις κατακόρυφες κλίσεις και θα μείωναν τις οριζόντιες καμπύλες κάνοντας τη σύγκριση αδύνατη. Στη συνέχεια θα παράγουμε τις χαράξεις αυτές και τα αντίστοιχα σχέδια με πρόγραμμα FM16, θα υπολογίσουμε τις ποσότητες χωματισμών που έχουν προκύψει από την κάθε μια, θα υπολογίσουμε τους αντίστοιχους προϋπολογισμούς και θα συγκρίνουμε όλα αυτά τα στοιχεία μεταξύ τους.

4.1 ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΓΙΑ ΧΑΡΑΞΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

4.1.1 ΤΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑFM16 ΩΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

ΓΕΝΙΚΑ

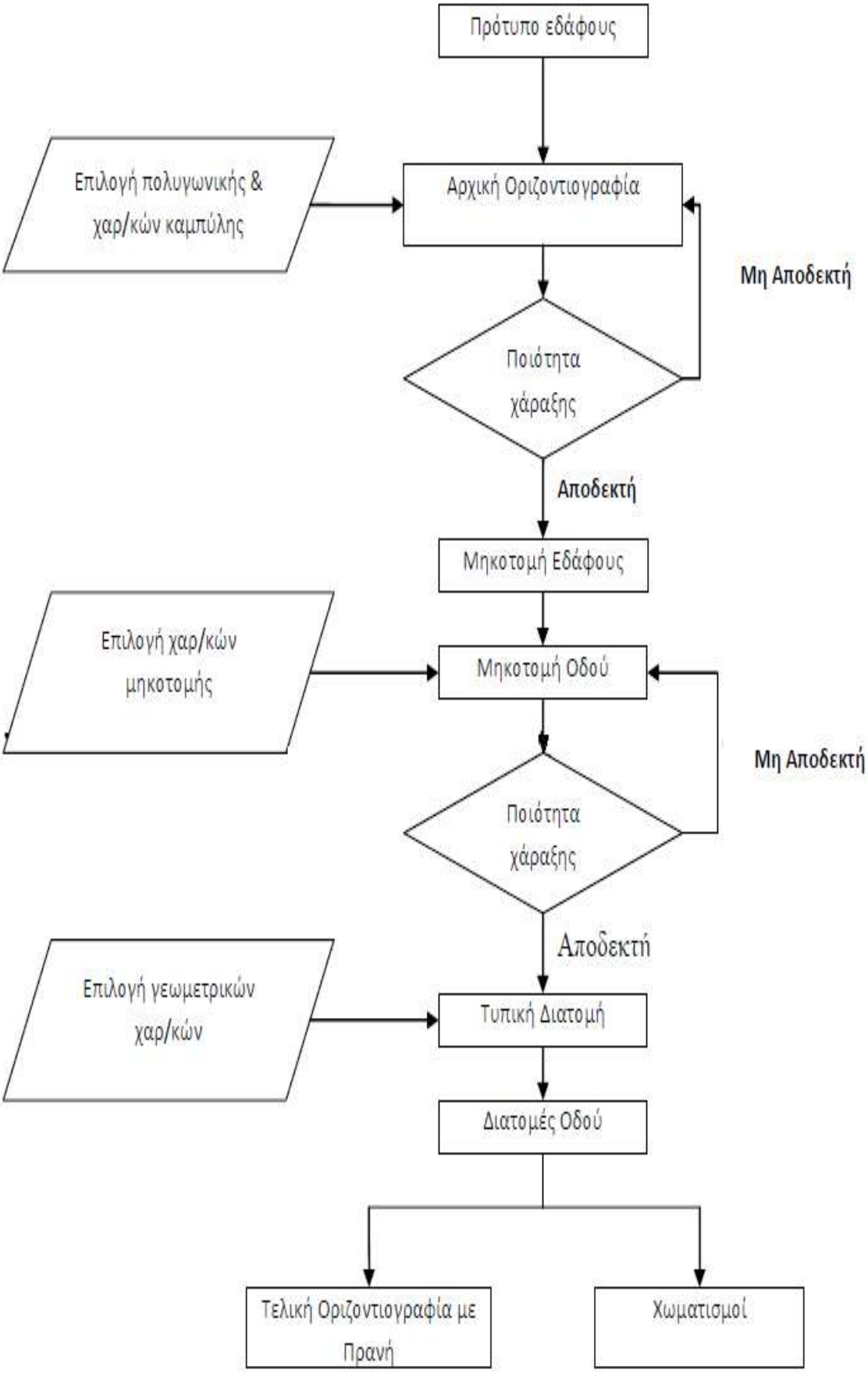
Το πρόγραμμα FM16 αποτελεί ένα σύνολο προγραμμάτων με σκοπό τη διευκόλυνση του χρήστη στη μελέτη μιας οδού και την παραγωγή των ασικών σχεδίων, με στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σημειώνεται ότι η αυτοματοποίηση των διαδικασιών και των ελέγχων μέσω του προγράμματος δεν

υποκαθιστούν τη γνώση του μελετητή για τον σχεδιασμό οδών. Απαιτείται πλήρης κατανόηση των ενεργειών που εκτελούνται από το πρόγραμμα καθώς και η εις βάθος γνώση των κανονισμών και της διαδικασίας χάραξης, αφού χωρίς τα παραπάνω ο χρήστης είναι εύκολο να υποπέσει σε λάθη τα οποία θα τον αναγκάσουν να αναθεωρεί συνεχώς τα στοιχεία χάραξης που έχει επιλέξει και θα τον αναγκάζει να αλλάζει συνεχώς τα δεδομένα των υποπρογραμμάτων χάραξης.

Η λογική της λειτουργίας του προγράμματος είναι ο χρήστης να εισάγει μόνο τα απαραίτητα στοιχεία για το σχεδιασμό και το πρόγραμμα να εκτελέσει τους υπολογισμούς και να παράγει όλα τα ζητούμενα σχέδια. Η βασική πορεία που ακολουθείται με τη χρήση του προγράμματος περιέχει τα εξής βήματα::

1. Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους
2. Ορισμός Κορυφών Οριζοντιογραφίας
3. Δημιουργία Οριζοντιογραφίας
4. Δημιουργία Μηκοτομής και Διατομών Εδάφους
5. Ορισμός Σημαίων Δρόμου
6. Δημιουργία Μηκοτομής Δρόμου
7. Δημιουργία Διαγράμματος Επικλίσεων
8. Ορισμός Τυπικής Διατομής
9. Δημιουργία Διατομών Δρόμου
10. Υπολογισμός Ποσοτήτων Χωματισμών
11. Δημιουργία Τελικής Οριζοντιογραφίας με Πρανή
12. Δημιουργία Διαγράμματος Όγκου Χωματισμών και Κίνησης Γαιών

Η διαδικασία που ακολουθείται από τον χρήστη του προγράμματος φαίνεται πιο αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα ροής:


Πρότυπο εδάφους
Επιλογή πολυγωνικής & χαρ/κών καμπύλης
Αρχική Οριζοντιογραφία
Μη Αποδεκτή
Ποιότητα χάραξης
Αποδεκτή
Μηκοτομή Εδάφους
Επιλογή χαρ/κών μηκοτομής
Μηκοτομή Οδού
Μη Αποδεκτή
Ποιότητα χάραξης
Αποδεκτή
Επιλογή γεωμετρικών χαρ/κών
Τυπική Διατομή
Διατομές Οδού
Τελική Οριζοντιογραφία με Πρανή
Χωματισμοί

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

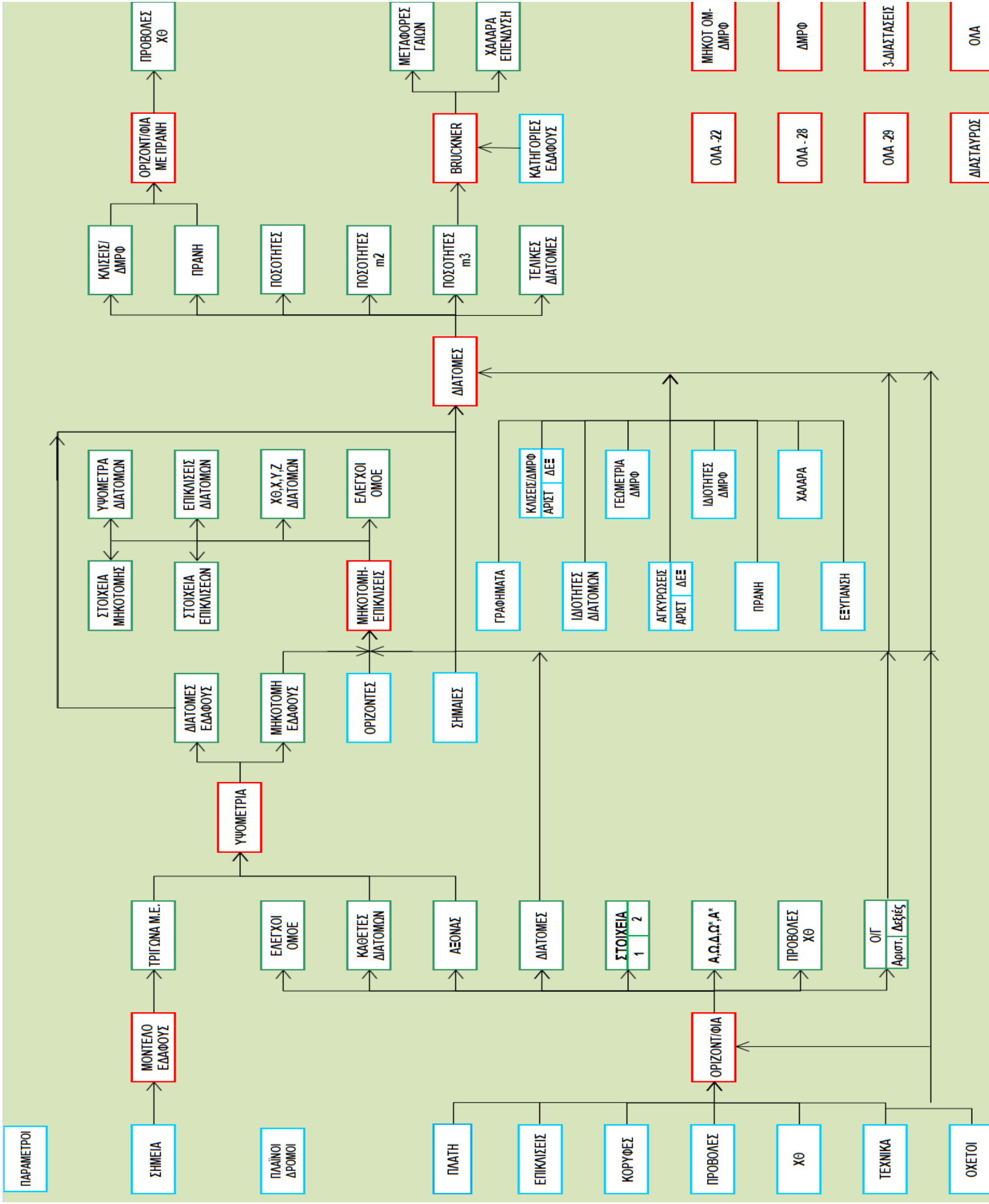
Η εγκατάσταση του προγράμματος είναι εύκολη και σύντομη. Περιλαμβάνει δύο βασικά βήματα και ορισμένες προϋποθέσεις. Κατ' αρχάς πρέπει να αντιγραφεί ο φάκελος FM16 στον κεντρικό σκληρό δίσκο C. Η λειτουργία της εφαρμογής απαιτεί να είναι εγκατεστημένα τα εξής προγράμματα :

- Microsoft Office Excel
- AutoCAD (version 2002 τουλάχιστον) / Microstation
- Σημειωματάριο των Windows (WordPad)

Εφόσον πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις πρέπει το επίπεδο ασφαλείας των μακροεντολών του Excel να τεθεί στο χαμηλότερο δυνατό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε από την αλληλουχία menu→tools→macros→security→low (για τις περισσότερες εκδόσεις του Excel) είτε από την επιλογή ''options'' που εμφανίζεται στην οθόνη του Excel και στη συνέχεια την επιλογή ''enablethiscontent''.

ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Όπως προαναφέρθηκε, η λογική του προγράμματος είναι ο χρήστης να εισάγει μόνο τα απαραίτητα στοιχεία και να μην εκτελεί υπολογισμούς, έχοντας όμως υπόψη τους κανονισμούς χάραξης και διατηρώντας μια γενική εποπτεία της χάραξής του ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα εμπλοκών και παλινδρόμησης μεταξύ των υποπρογραμμάτων. Εφόσον λοιπόν είναι επιτυχής η εγκατάσταση του προγράμματος και οι προϋποθέσεις πληρούνται τελικά το περιβάλλον του προγράμματος διαμορφώνεται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



ΣΧΗΜΑ 4.1.1 : Περιβάλλον εργασίας του Προγράμματος FM16

Το διαφορετικό χρώμα μεταξύ των κελιών δηλώνει ένα διαφορετικό τύπο λειτουργίας. Ο συμβολισμός των διαφόρων εικονιδίων φαίνεται παρακάτω:

Δεδομένα (Αρχεία που χρειάζονται την εμπλοκή του χρήστη

Σχέδια της οδού στα προγράμματα AutoCAD ή Microstation

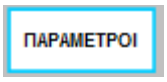
Αρχεία Εργασίας που δημιουργούνται από το πρόγραμμα

Προγράμματα του FM16

Βοηθητικές λειτουργίες

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Εδώ θα παρουσιαστούν τα βήματα όπου πρέπει να ακολουθήσει ο μελετητής. Αυτά περιλαμβάνουν τα δεδομένα που πρέπει να εισάγει, τα προγράμματα που πρέπει να εκτελέσει και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν

Βήμα 1-Παράμετροι 

Εδώ περιλαμβάνονται τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχουν καθοριστεί πρίν από τον σχεδιασμό και διαφέρουν σε κάθε έργο. Μέσα στο λογιστικό αυτό φύλλο ο χρήστης πρέπει να συμπληρώσει τις παραμέτρους του έργου που έχει αναλάβει. Επίσης δεξιά από κάθε παράμετρο βρίσκεται το πρόγραμμα στο οποίο αυτή χρησιμοποιείται και οι αποδεκτές τιμές στις οποίες κυμαίνεται η κάθε μια ενώ στο αριστερό μέρος ο χρήστης συμπληρώνει τις τιμές των παραμέτρων που θέλει να έχει στο συγκεκριμένο έργο. Πιο συγκεκριμένα οι κυριότεροι παράμετροι στους οποίους ο χρήστης καλείται να επέμβει είναι οι εξής :

Κύρια Χαρακτηριστικά του Έργου

Εδώ συμπληρώνουμε τις παραμέτρους με τα κύρια χαρακτηριστικά που θέλουμε να έχει το κάθε έργο και τα οποία είναι : το όνομα του έργου, η ταχύτητα μελέτης, η κατηγορία ΟΜΟΕ του οδικού άξονα, η μορφολογία του εδάφους (ορεινό, λοφώδες, πεδινό) , η κατηγορίες στις οποίες θέλουμε να ανήκει το έργο και τέλος το πλάτος της λωρίδας που χρησιμοποιείται για την πιο συχνή ταχύτητα του έργου.

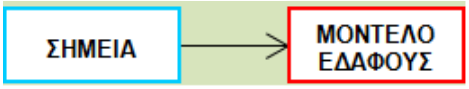
Τιμή	MENU
	Σύντομη Επεξήγηση
TRENO	Όνομα Έργου
60	Ταχύτητα Μελέτης OMOE (130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40,30,20)
-	Κατηγορία Δρόμου OMOE (AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK)
OREINO	Μορφολογία OMOE (PEDINO, LOFODES, OREINO)
-	Κατηγορία Δρόμου RAA2008 (ΕΚΑ1Α, ΕΚΑ1Β, ΕΚΑ2, ΕΚΑ3)
-	Κατηγορία Δρόμου AASHTO - Arterial , Freeway
-	Κατηγορία Δρόμου KME(A,B,C,H1,H2)
3,500	Πλάτος Λωρίδας Τύπου V85

Χαρακτηριστικά Λωρίδων

Εδώ συμπληρώνουμε τον αριθμό των λωρίδων που θέλουμε να έχει το έργο μας, το μήκος της κάθε λωρίδας, τον τύπο επίκλησής της και κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά της όπως πάχος στρώσης οδοστρωσίας, στράγγισης και έδρασης.

	Τύπος Επίκλησης	Οδοστρωσία	Στράγγιση	Έδραση	Χρώμα ΟΓ	Τίτλοι
1						Αριστερός Οδογραμμές
4,000	3	0,3	0,2	0,1	2	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 1
7,500	2	0,3	0,2	0,1	3	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 2
2,000	3	0,3	0,2	0,1	1	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 3
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 4
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 5
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 6
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 7
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 8
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 9
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 10
1						Δεξής Οδογραμμές
4,000	3	0,3	0,2	0,1	2	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 1
7,500	2	0,3	0,2	0,1	3	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 2
2,000	3	0,3	0,2	0,1	1	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 3
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 4
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 5
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 6
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 7
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 8
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 9
0,000	1	0	0	0	0	Πλάτος/Τύπος /Οδοστρωσία/Στράγγιση/Έδραση/Χρώμα ΟΓ 10

Βήμα 2-Μοντέλο Εδάφους



Σε αυτό το βήμα δίνεται η τοπογραφική απεικόνιση της περιοχής του έργου. Συμπληρώνεται η καρτέλα <<ΣΗΜΕΙΑ>> στην οποία δίνεται πλήθος σημείων υπό μορφή συντεταγμένων (X,Y,Z). Στη συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα <<ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ>> και παράγεται το τοπογραφικό της περιοχής και τα εξής αρχεία: Σημεία Μ.Ε , Τρίγωνα Μ.Ε , Πλευρές Μ.Ε

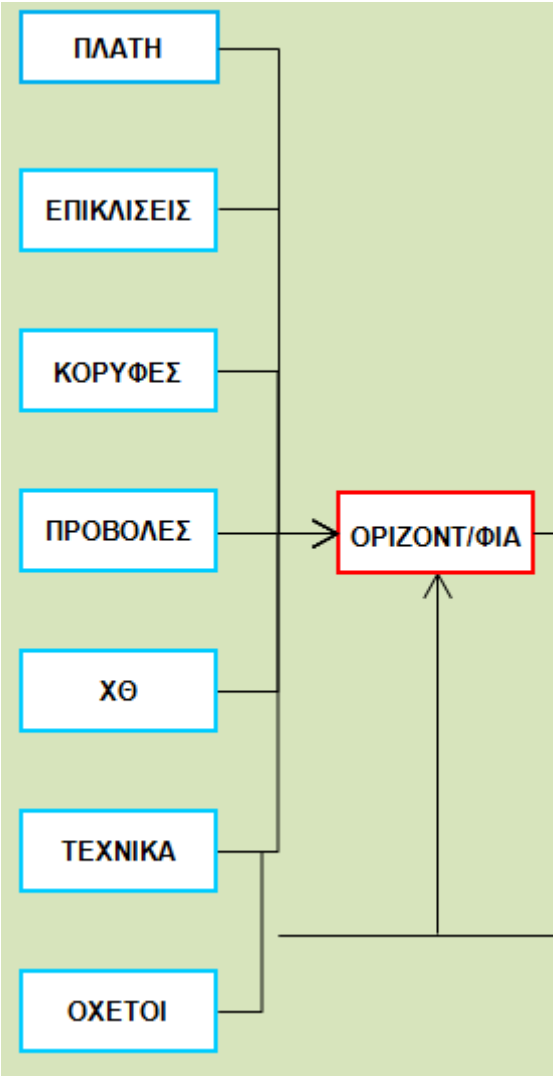
X	Y	Z
159,77	188,81	204
252,73	198,33	206
182,67	246,98	206
263,94	158,06	208
245,12	247,29	208
150,68	262,34	208
52,34	244,31	208
283,68	226,21	210
212,79	283,56	210
115,03	272,16	210
294,97	166,41	212
289,95	264,45	212
206,1	314,73	212
109,85	289,79	212
309,51	165,68	214
304,46	264,66	214
235,92	332,46	214
142,77	314,05	214
43,6	302,08	214
324,49	224,74	216
294	317,61	216
208,76	361,72	216
115,28	328,67	216
15,78	318,92	216
339,56	198,04	218
325,72	296,99	218
260,27	366,55	218
173,71	366,26	218
77,43	345,25	218

MENU

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.1 : Λογιστικό Φύλλο <<ΣΗΜΕΙΑ>>

Βήμα 3-Οριζοντιογραφία

Αρχικά ο χρήστης συμπληρώνει την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>>, όπου δίνει τις κορυφές της πολυγωνικής, τα μήκη συναρμογής ,τις ακτίνες των κυκλικών τόξων, τις επικλίσεις, το ποσοστό απόκλισης στον κύκλο και τη διαπλάτυνση. Οι καρτέλες <<ΠΛΑΤΗ>> και <<ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ>> συμπληρώνονται μόνο εφόσον η σειρά 48 των παραμέτρων έχει συμπληρωθεί ως 1 και χρησιμοποιούνται για να δώσουν στον χρήστη τη δυνατότητα να μεταβάλλει το πλάτος και τις επικλίσεις της οδού σε κάθε χαρακτηριστικό σημείο, όπου δεν ακολουθείται ο συνήθης κανονισμός όπως για παράδειγμα διασταυρώσεις.



ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.2: Λογιστικό Φύλλο <<ΚΟΡΥΦΕΣ>>

Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επίκλιση_%	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	Διαπλάτυνση	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
1	618753,0000	3893509,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	
2	622723,0000	3896689,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	5086,580
3	621828,0000	3900199,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	3622,309
4	625414,0000	3901989,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	4007,929
5	622252,0000	3905775,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	4932,752
6	624944,0000	3907569,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,000	0,000	3235,012
									0,000	0,000	3957227,627
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000
									0,000	0,000	0,000

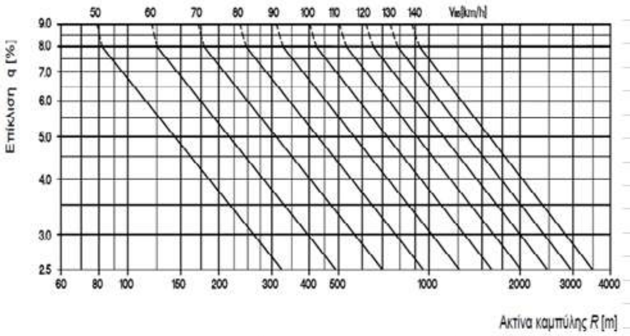
MENU

ΟΡΙΖΟΝΤ

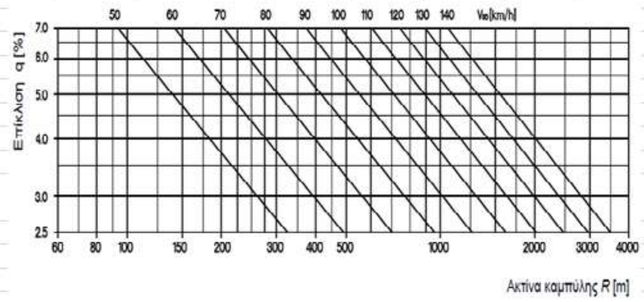
ΠΡΟΣΟΧΗ	ΠΡΟΣΟΧΗ	
Η τιμή του κελιού είναι μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη στον κανονισμό	Η τιμή του κελιού είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη στον κανονισμό	Εισάγονται τα ονόματα και οι συντεταγμένες X, Y των κορυφών της πολυγωνικής της χάραξης, εφόσον έχει δημιουργηθεί το αρχείο HPI.TXT από τον χρήστη μέσω του AutoCAD

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΠΟ HPI.TXT

R_{min} [m]						
	Ομάδα οδών Α				Ομάδα οδών Β	
	Πεδινά Εδάφη		Λοφώδη και Ορεινά Εδάφη		Όλες οι κατηγορίες εδαφών	
V_e [km/h]	q_{max}=8 (9)% n=45%	qmin=2,5% n=10%	q_{max}=7% n=40%	qmin=2,5% n=10%	q_{max}=6% n=60%	qmin=2,5% n=30%
50	80	325	95	325	70	150
60	125 (125)	490	140	490	110	230
70	180 (170)	700	200	700	160	335
80	250 (235)	960	280	960	220	470
90	330 (310)	1260	370	1260	300	630
100	420 (400)	1620	480	1620	-	-
110	530 (500)	2020	600	2020	-	-
120	650 (620)	2470	740	2470	-	-
(130)	790 (740)	2970	890	2970	-	-



Σχήμα 9-2 : ΟΜΑΔΑ ΟΔΩΝ Α. – ΠΕΔΙΝΑ ΕΔΑΦΗ.
Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών.



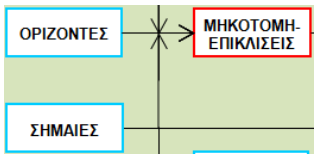
Σχήμα 9-3 : ΟΜΑΔΑ ΟΔΩΝ Α. – ΛΟΦΩΔΗ ΚΑΙ ΟΡΕΙΝΑ ΕΔΑΦΗ.
Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών.

Αφού συμπληρωθούν τα στοιχεία που έχει επιλέξει ο χρήστης στις καρτέλες εκτελείται η οριζοντιογραφία και παράγονται το σχέδιο της οριζοντιογραφίας και τα αρχεία : Κάθετες διατομές, Άξονας, Στοιχεία 1-2, Α,Ω,Δ,Ω*,Α*, Προβολές ΧΘ, Ο/Γ αριστ-δεξιές.

Βήμα 4-Υψομετρία

Το πρόγραμμα <<ΥΨΟΜΕΤΡΙΑ>> εκτελεί και παράγει το τρισδιάστατο σχέδιο της περιοχής του δρόμου και τα αρχεία: Διατομές εδάφους, Μηκοτομή εδάφους, ενώ για την εκτέλεσή του δεν απαιτείται η συμπλήρωση κάποιου επιπλέον λογιστικού φύλλου.

Βήμα 5-ΜΕΟ



Αρχικά συμπληρώνεται η καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> όπου δίνονται οι κορυφές της πολυγωνικής της μηκοτομής, οι χιλιομετρικές θέσεις, τα υψόμετρα και οι ακτίνες των καμπύλων

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.3: Λογιστικό Φύλλο <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>

Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Κατά Μήκος Κλίση S(i,i+1)	Μήκος T	Βέλος f
M1	0	341	0		0,000	
M2	16180	115	0	-1,397%	0,000	#ΔΙΑΙΡ/0!
				0,711%	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!
				#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!	#ΔΙΑΙΡ/0!

MENU

MEK

ΛΑΘΟΣ

Η τιμή του κελιού δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την επόμενη

ΟΚ

Η τιμή του κελιού είναι αποδεκτή **μόνο** αν είναι η τελευταία σημαία

ΕΙΣΑΓΩ
ΑΠΟ VPI.

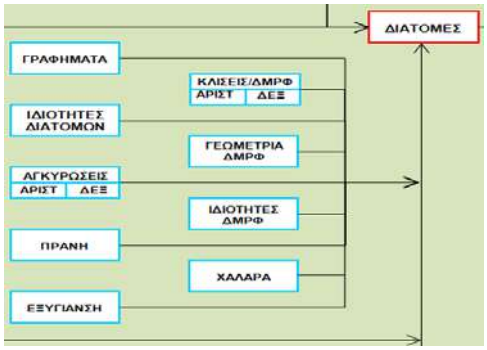
Στην καρτέλα <<ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ>> συμπληρώνεται το υψόμετρο βάσης της μηκοτομής ώστε το σχέδιο να έχει κατάλληλη απεικόνιση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.4: Λογιστικό Φύλλο <<ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ>>

ΧΘ	Ορίζοντας	MENU
0,000	0,000	
		ΛΑΘΟΣ
		Η τιμή του κελιού
		δεν μπορεί να είναι
		μεγαλύτερη από
		την επόμενη
		ΟΚ
		Η τιμή του κελιού
		είναι αποδεκτή **μόνο**
		αν είναι η τελευταία
		χιλιομετρική θέση
		στην οποία ο χρήστης
		έχει ορίσει ορίζοντα

Μετά την συμπλήρωση των δύο καρτελών ο χρήστης εκτελεί το πρόγραμμα <<ΜΕΟ>>, το οποίο παράγει το σχέδιο της μηκοτομής, το διάγραμμα επικλίσεων και τα αρχεία : Έλεγχοι ΟΜΟΕ, ΧΘ,Χ,Υ,Ζ Διατομών, Επικλίσεις Διατομών, Υψομετρία Διατομών, Στοιχεία Μηκοτομής, Στοιχεία Επικλίσεων

Βήμα 6-Διατομές



Αρχικά συμπληρώνονται οι καρτέλες <<ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΜΡΦ>>, όπου ο μελετητής συμπληρώνει τα ερείσματα, τα επιχώματα και τα ορύγματα και <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΜΡΦ>>, όπου ο μελετητής συμπληρώνει τις τομές των διαμορφώσεων και άλλα χαρακτηριστικά. Στη συνέχεια συμπληρώνονται οι καρτέλες <<Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>>, <<Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>>, <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ>> στις οποίες προσδιορίζεται ποια από τις διαμορφώσεις θα χρησιμοποιηθεί και πού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.5: Λογιστικό Φύλλο <<ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ>>

Διαμόρφωση	ΔΧ	ΔΥ	ΔΥ/ΔΧ [%]	ΔΖ	Κωδικός	Χρώμα	Κλίση
E	0,7500	0,0000	6,0000	0,0000	-1	11	0,00000
E	0,7500	0,0000	6,0000	0,0000	2	11	0,00000
T	1,2000	0,2000	0,0000	0,0000	2	7	0,16667
T	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-2	7	-3,00000
T	0,1000	-0,3000	0,0000	0,0000	0	7	0,00000
T	0,1000	0,0000	0,0000	0,0000	2	7	-0,06000
T	1,6000	-0,0960	0,0000	0,0000	2	7	0,33330
PD	1,0000	0,3333	0,0000	0,0000	0	0	-0,33333
FR	1,5000	-0,5000	0,0000	0,0000	0	0	#ΑΝΑΦ!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!
							#ΔΙΑΙΡ/0!

MENU

Κωδικός	
-2	Στραγγιστήριο στο Τέλος του Τμήματος
-1	Στηθαίο Ασφαλείας στο Τέλος του Τμήματος
0	Καμιά Πρόσθετη Ενέργεια
1	Κλίση η Κλίση της Τελευταίας Οδογραμμής
2	Αναγραφή Υψομέτρου
3	
4	

Χρώμα	
0	Μαύρο
1	Μπλε
2	Πράσινο
3	Κόκκινο
4	Κίτρινο
5	Ματζέντα
6	Καφέ
7	Κυανό
8	Γκρι σκούρο
9	Γκρι ανοιχτό
10	Ροζ
11	Λαχανί
12	Λαδί
13	Μωβ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.6: Λογιστικό Φύλλο <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ>>

Διαμόρφωση	Τομή Οδοστρωσίας	Τομή Στράγγισης	Τομή Έδρασης	Έναρξη ή Τέλος Πρανών Οριζοντιογραφίας	Χαρακτηριστκό Υψόμετρο Διαμόρφωσης
T	0	0	0	4	3
E	0	0	0	2	2
PD	0	0	0	0	0
FR	0	0	0	0	0

MENU

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.7: Λογιστικά Φύλλα <<Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>> και <<Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ>>

Από ΧΘ	Έως ΧΘ	Από ΔΗ	Έως ΔΗ	Από Επίκλιση	Έως Επίκλιση	Διαμόρφωση Δρόμου	Κλίση Πρανούς	Διαμόρφωση Εδάφους	MENU
0,000	3000,000	-50,000	0,000	-10,000	10,000	Τ	-1,0000	0	
0,000	3000,000	-50,000	0,000	-10,000	10,000	Τ	-1,0000	0	ΛΑΘΟΣ
0,000	3000,000	0,000	50,000	-10,000	10,000	Ε	0,6667	0	Η τιμή του κελιού
0,000	3000,000	0,000	50,000	-10,000	10,000	Ε	0,6667	0	δεν μπορεί να είναι
0,000	3000,000	-2,000	2,000	-10,000	10,000	Τ	0,6667	0	μικρότερη από την
0,000	3000,000	-2,000	2,000	-10,000	10,000	Ε	-1,0000	0	τιμή στη στήλη
									Από ΧΘ

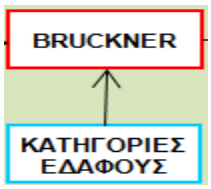
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.8: Λογιστικό Φύλλο <<ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ>>

Όνομα	ΧΘ	Διαμόρφωση Δρόμου Αριστερά	Κλίση Πρανούς Αριστερά	Διαμόρφωση Εδάφους Αριστερά	Διαμόρφωση Δρόμου Δεξιά	Κλίση Πρανούς Δεξιά	Διαμόρφωση Εδάφους Δεξιά	MENU

Βήμα 7-Οριζοντιογραφία με πρανή

Το πρόγραμμα αυτό παράγει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας με πρανή, όπου απεικονίζονται τα επιχώματα και τα ορύγματα του δρόμου, καθώς και το αρχείο: Προβολές ΧΘ. Για την εκτέλεση του προγράμματος αυτού δεν απαιτείται συμπλήρωση κάποιου επιπλέον λογιστικού φύλλου.

Βήμα 8-Bruckner



Αφού συμπληρωθεί η καρτέλα <<ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ>>, όπου δίνεται το ποσοστό των κατάλληλων εδαφών, του γαιοημίβραχου, του βράχου και ο

συντελεστής επιπλύσματος. Στη συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα <<BRUCKNER>>και παράγεται το διάγραμμαBruckner και το αρχείο Μεταφορές Γαιών

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.9: Λογιστικό Φύλλο <<ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ>>

Από ΧΘ	Εώς ΧΘ	% Κατάλληλων	% Γ/Η	% Βράχου	Επίπλησμα		MENU
0,000	2000,000	80,000	70,000	30,000	1,120		
							ΛΑΘΟΣ
							Η τιμή του κελιού
							δεν μπορεί να είναι
							μικρότερη από την
							τιμή στη στήλη
							Από ΧΘ

4.1.2 ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΓΙΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ

Το πρόγραμμα FM16 είναι ένα πρόγραμμα χάραξης οδικών δικτύων, όπου ο μελετητής εισάγει τα δεδομένα που έχει επιλέξει και αυτό εκτελεί τις απαραίτητες πράξεις και παράγει τα αναγκαία για την χάραξη σχέδια. Συνεπώς προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για χάραξη άλλων έργων εκτός των οδικών, όπως η χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής, πρέπει να γνωρίζουμε τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις δύο αυτές χαράξεις. Οι διαφορές αυτές χωρίζονται σε δύο είδη, τις διαφορές στους τύπους χάραξης και συναρμογής διαφόρων στοιχείων και στις διαφορές στα δεδομένα χάραξης και στις επιτρεπόμενες τιμές, οι οποίες αναλύθηκανεις βάθοςστοπαραπάνω υποκεφάλαιο. Στο κεφάλαιο αυτό συγκρίναμε τους τύπους που χρησιμοποιούνται για τη συναρμογή διαφορετικών τμημάτων της κάθε χάραξης και είδαμε ότι είναι ίδια. Επίσης κάναμε μια σύγκριση στα στοιχεία

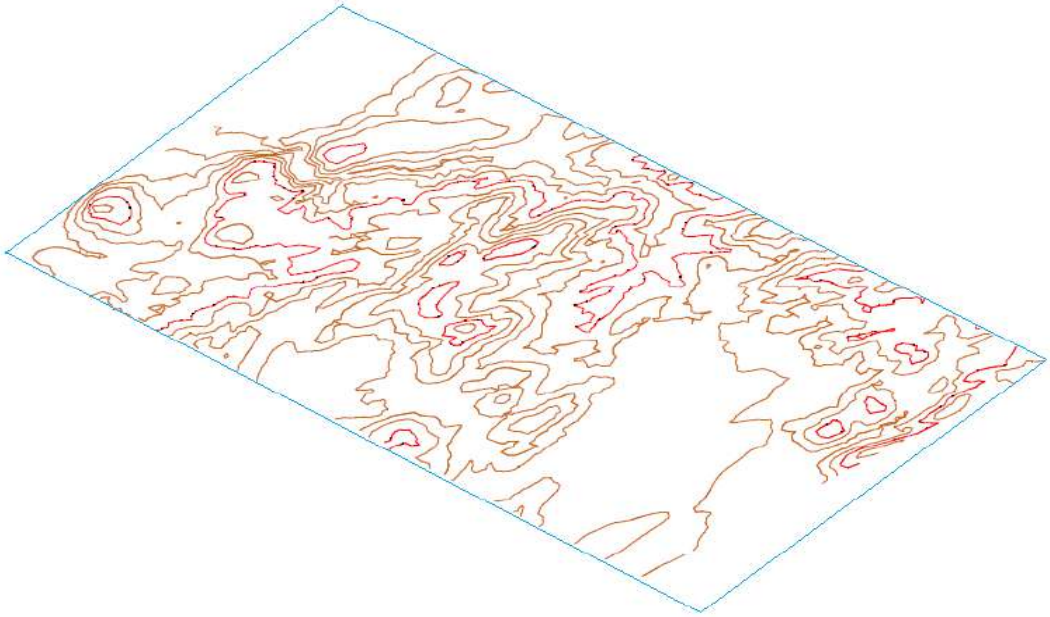
και τις επιτρεπόμενες τιμές της κάθε χάραξης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του υποκεφαλαίου αυτού συμπεραίνουμε ότι το πρόγραμμα FM16 αν και είναι πρόγραμμα οδοποιίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και για τη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης. Για τον σκοπό αυτό ο χρήστης απαιτείται αρχικά να εισάγει στις παραμέτρους του προγράμματος τις παραμέτρους της σιδηροδρομικής γραμμής (μήκος διατομής, κλίση οριογραμμής εδάφους, κλίσεις πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων) και να απενεργοποιήσει τους ελέγχους ΟΜΟΕ. Στη συνέχεια ο χρήστης συμπληρώνει κανονικά τα φύλλα εργασίας, τοποθετώντας σε αυτά δεδομένα που είναι σύμφωνα με τους περιορισμούς και τις επιτρεπόμενες τιμές των σύγχρονων κανονισμών χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής, έχοντας πρώτα πραγματοποιήσει τους αναγκαίους ελέγχους και εκτελεί τα απαραίτητα προγράμματα, τα οποία παράγουν και τα σχέδια. Μετά ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα του προγράμματος για να υπολογίσει όγκους χωματισμών και προϋπολογισμό, τα οποία και προκύπτουν χωρίς κάποιο σφάλμα εφόσον οι τιμές των παραμέτρων έχουν οριστεί σωστά. Ακολουθώντας τα παραπάνω βήματα ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει μια επιτυχημένη και σύμφωνη με τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής χρησιμοποιώντας το πρόγραμμαFM16.

.

4.2 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΧΑΡΑΞΗΣ ΚΑΙ Ο ΛΟΓΟΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΤΗΚΕ

Η περιοχή μελέτης στην οποία θα γίνουν οι χαράξεις πρόκειται για πραγματική περιοχή της Κρήτης (οικισμός Καστέλι) στην οποία έχουμε πειραματιστεί με τα υψόμετρα και μετά από πολλές χαράξεις έχουμε καταλήξει σε μείωση των υψομέτρων κατά τέτοιο ποσοστό ώστε οριακά να μην απαιτούνται μεγάλα τεχνικά έργα για την σιδηροδρομική γραμμή, όπως γέφυρες και σήραγγες τα οποία θα καθιστούσαν την σύγκριση των χαράξεων και των κοστών αδύνατη. Η συγκεκριμένη περιοχή έχει επιλεγεί γιατί προσφέρει μεγάλη διαφοροποίηση στο ανάγλυφο και διαθέτει τόσο επίπεδες περιοχές μεγάλου μήκους όσο και περιοχές με μεγάλες υψομετρικές διαφορές που εξαντλούν τις μέγιστες επιτρεπόμενες από τους σύγχρονους κανονισμούς χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής κλίσεις. Αυτό κρίθηκε σκόπιμο καθώς θέλαμε οι όγκοι χωματισμών που θα προκύψουν να είναι όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικοί ώστε να προκύψουν αντικειμενικά αποτελέσματα τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες διαφορετικές περιοχές ή

μεγαλύτερα μήκη χάραξης τα οποία καλύπτουν μεγαλύτερες ανομοιομορφίες υψομέτρου.



ΣΧΗΜΑ 4.2.1: Ισοϋψείς Περιοχής Χάραξης

4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΑΡΑΞΕΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ FM16 ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΣΤΩΝ

4.3.1 ΧΑΡΑΞΗ ΜΟΝΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Για την πραγματοποίηση της χάραξης μονής σιδηροδρομικής γραμμής απαιτείται η εισαγωγή στο λογισμικό παραμέτρων οι οποίοι να συμφωνούν με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που ορίζουν οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής. Για το σκοπό πραγματοποιούνται οι παρακάτω έλεγχοι από τους οποίους προκύπτουν οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές των παραμέτρων με τις οποίες θα συμπληρωθούν οι καρτέλες του λογισμικού ώστε να παράγουν τα απαραίτητα σχέδια και να υπολογίσουν τις απαιτούμενες ποσότητες και μεγέθη.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

α. Μέγιστη / Μέση Ταχύτητα Συρμού

Η σιδηροδρομική γραμμή θα χρησιμοποιείται από σύγχρονους επιβατικούς συρμούς με ταχύτητα 150 < V ≤ 200km/h άρα σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους (1435 χλστ.) , οι οποίοι έχουν επεξεργαστεί και εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ - ΕΤΕΠ) και εφαρμόζονται από τον ΟΣΕ, η ελάχιστη ταχύτητα ενός εμπορικού συρμού που μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γραμμή είναι V ελ = 80 km/h

β. Ακτίνες Συναρμογής R

Σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής για 170 <Vμεγ ≤ 200 km/h ισχύειRελ=$\frac{11,8}{205}(V\mu\varepsilon\gamma^2$-$80^2)$

Άρα για Vμεγ = 200 km/h:Rελ=1934m

γ. Υπερύψωση

Η σιδηροδρομική γραμμή θα χρησιμοποιείται κυρίως από επιβατικούς συρμούς με ταχύτητα V=160km/hάρα η κανονική υπερύψωση h που θα εφαρμοσθεί είναι h=7,12$\frac{V^2}{R}$=94,24mm=95mm

Η ανεπάρκεια υπερύψωσης α είναι :α=$\frac{4,68*V^2}{R}$=61,94mm<αμεγ =105 mm

Το πλεόνασμα υπερύψωσης πείναι :

π=$\frac{11,8}{R}$(0,60V^2-$V\varepsilon\lambda^2$)=54,66mm<πμεγ =100 mm

δ. Μήκος τόξου συναρμογήςL

Ο υπολογισμός υπερύψωσης έχει γίνει βάσει του τύπου h=7,12*v2/R και V =160 ≥ 57,6 km/h άρα :

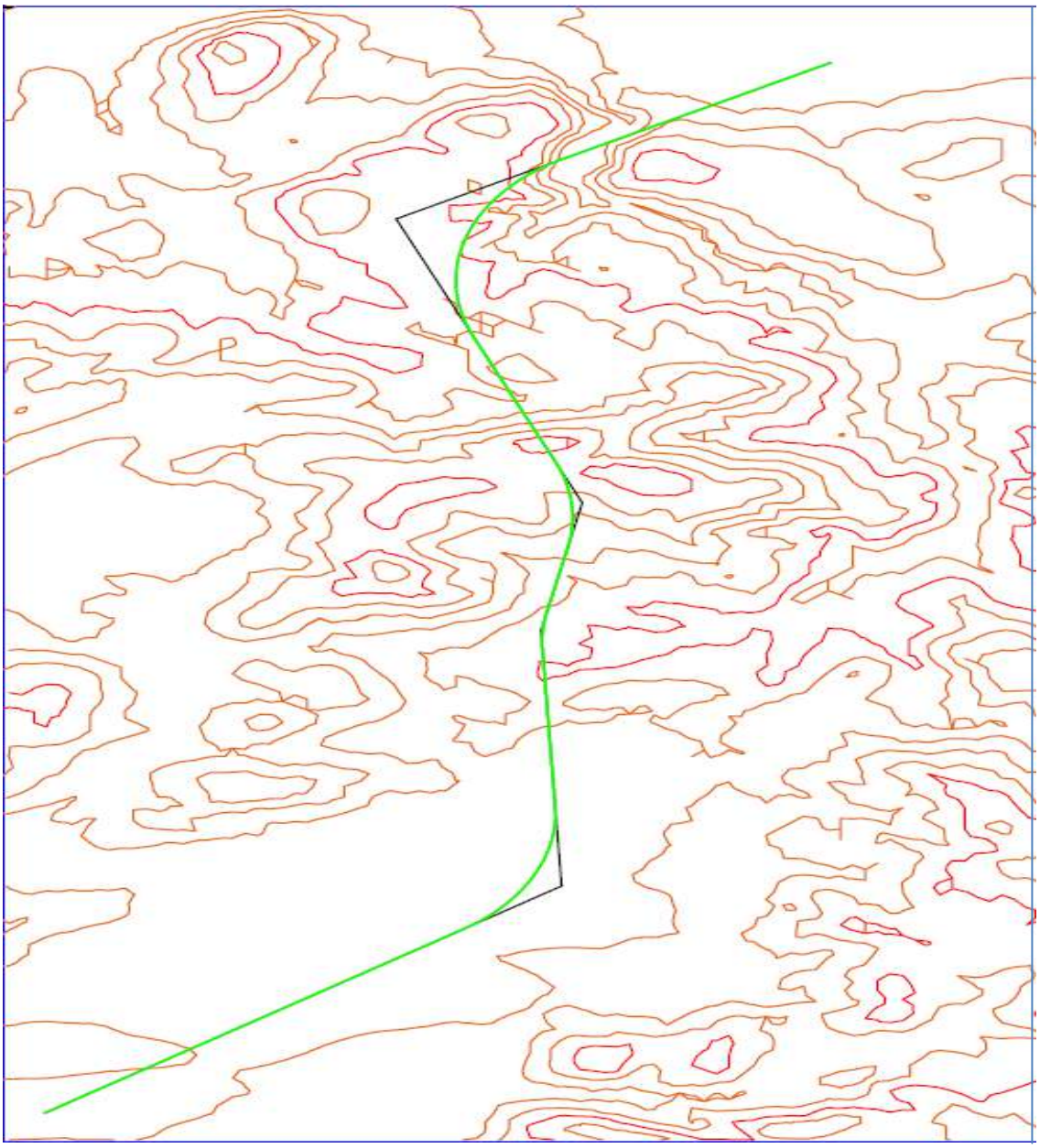
Lελ=$\frac{h*V}{144}$=105,55m

Lελ ≤ R/3,5=552,57 m άρα δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής Y=$\frac{x^3}{6LR}$

Η κλίση i του πρανούς υπερύψωσης είναι i =h/L=0,900≤ 144/ Vμεγ=0,900 ≤ 2,5mm / m

Η μεταβολή μ της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνουείναι $\mu=\frac{\alpha}{L}*\frac{V\mu\varepsilon\gamma}{3,6}$=32,69mm/sec≤$\mu_{\text{ορ}}$=60 mm/sec

Στη συνέχεια σύμφωνα με τους παραπάνω ελέγχους και επιλέγοντας τιμέςπου είναι σύμφωνες με αυτούς συμπληρώνω την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> του προγράμματος και από τηνκαρτέλα<<ΚΟΡΥΦΕΣ>> και τους αντίστοιχους τύπουςσυναρμογών και στοιχεία εδάφους προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας το οποίο φαίνεται παρακάτω :



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.1: Οριζοντιογραφία Χάραξης Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

Μετά την πραγματοποίηση της οριζοντιογραφίαςπροκύπτει από το πρόγραμμα η τομή εδάφους από την οποία παράγεται και το σχέδιο της μηκοτομής, αφού έχουμε συμπληρώσει καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>. Η καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> συμπληρώνεται ως εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.1: Στοιχεία Καρτέλας <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>

	A	B	C	D
1	**Σημαία**	**ΧΘ**	**Υψόμετρο**	**Ακτίνα**
2	M1	0	68	0
3	M2	7720,000	65,000	20000
4	M3	8850,000	55,000	20500
5	M4	11230,000	89,000	20700
6	M5	12750,000	67,000	20000
7	M6	14150,000	60,000	21000
8	M7	16775,000	24,000	20000
9	M8	17475,000	22,000	20500
10	M9	17900,000	27,000	20000
11	M10	19529,000	16,000	0,000

Καθώς το πρόγραμμα FM16 είναι πρόγραμμα οδοποιίας και δεν μπορεί να πραγματοποιήσει τους αντίστοιχους ελέγχους που απαιτούν οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής, οι έλεγχοι της μηκοτομής πρέπει να υπολογιστούν από τον χρήστη και είναι οι εξής:

α. Μέγιστη κατά Μήκος Κλίση

Πρόκειται για νέα ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή άρα μέγιστη κατά μήκος κλίση=14‰

Έλεγχος κλίσεων:

Από M1 σε M2 : κλίση i=(69-68)/7720=0,13‰≤14‰

Από Μ2 σε Μ3 : κλίση i=(55-69)/(8850-7720)=-12,39‰≤-14‰

Από Μ3 σε Μ4: κλίση i=(88-55)/(11230-8850)=13,86‰≤14‰

Από Μ4 σε Μ5 : κλίση i=(67-88)/(12750-11230)=-13,82‰≤-14‰

Από Μ5 σε Μ6 : κλίση i=(60-67)/(14150-12750)=-5‰≤-14‰

Από Μ6 σε Μ7 : κλίση i=(24-60)/(16775-14150)=13,71‰≤14‰

Από Μ7 σε Μ8 : κλίση i=(23-24)/(17475-16775)=1,43‰≤14‰

Από Μ8 σε Μ9 : κλίση i=(27-22)/(17900-17475)=11,76‰≤14‰

Από Μ9 σε Μ10: κλίση i=(16-27)/(19529-17900)=6,76‰≤14‰

β. Κατακόρυφες Συναρμογές

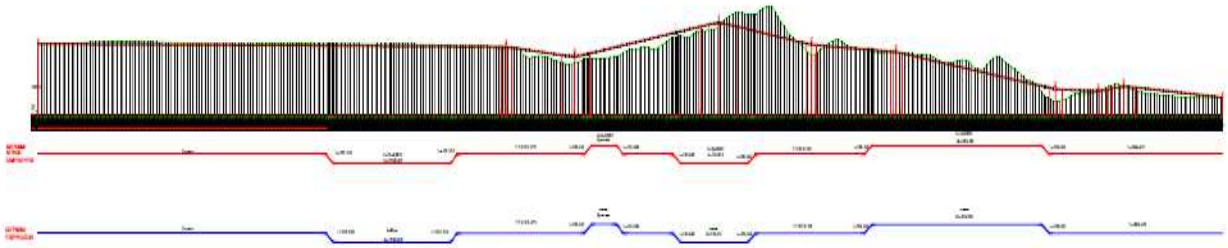
Σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής για 150 < V ≤ 200 km/h η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα της κατακόρυφης συναρμογής είναι :**R= 20.000m**

γ. Κατασκευαστικά

Μέγιστο ύψος ορύγματος : 26 μ (κατασκευάσιμο)

Μέγιστο ύψος επιχώματος : 10 μ (κατασκευάσιμο)

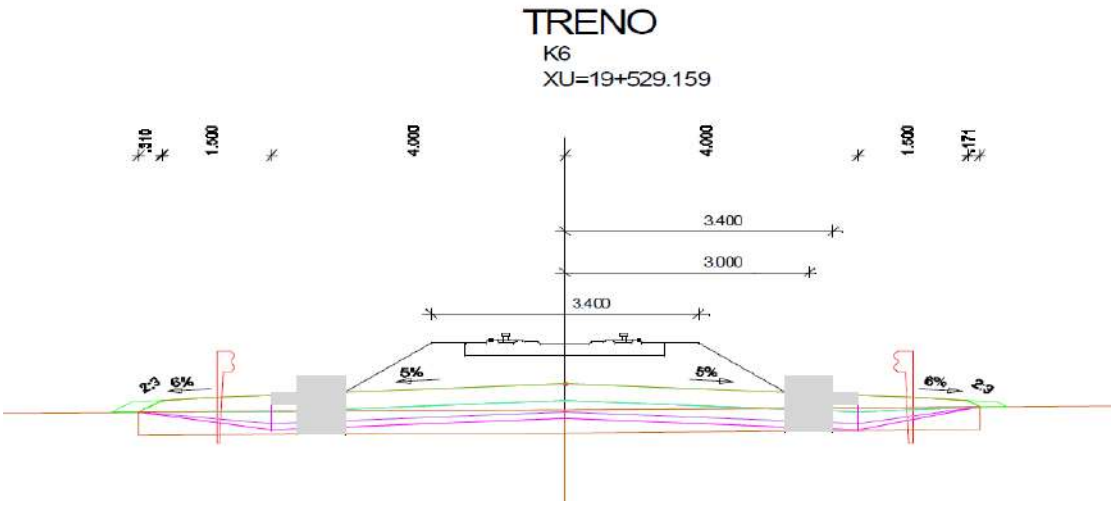
Στη συνέχεια σύμφωνα με τους παραπάνω ελέγχους και επιλέγοντας τιμές που είναι σύμφωνες με αυτούς συμπληρώνω την καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> του προγράμματος και από την καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> και τους αντίστοιχους τύπους συναρμογών και στοιχεία εδάφους προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας το οποίο φαίνεται παρακάτω :



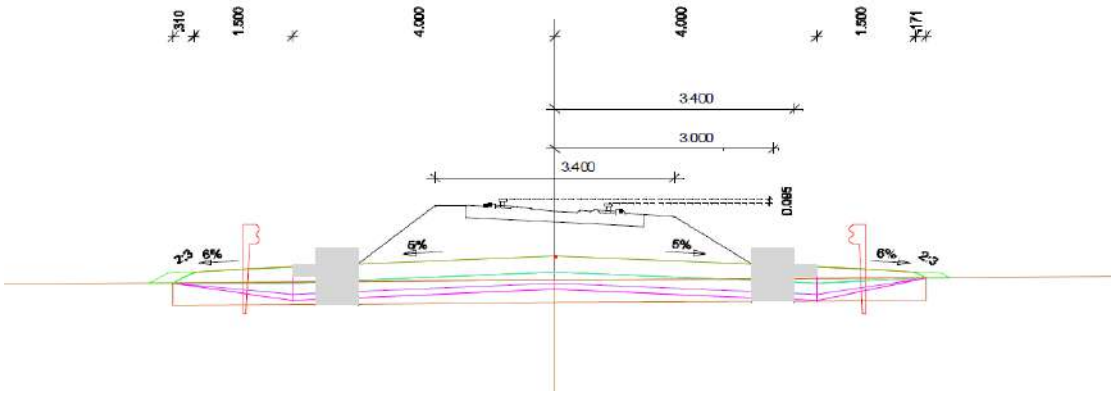
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Στη συνέχεια το πρόγραμμα υλοποιεί τα απαραίτητα σχέδια και υπολογίζει τις ποσότητες και τους όγκους χωματισμών.

<u>ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ</u>

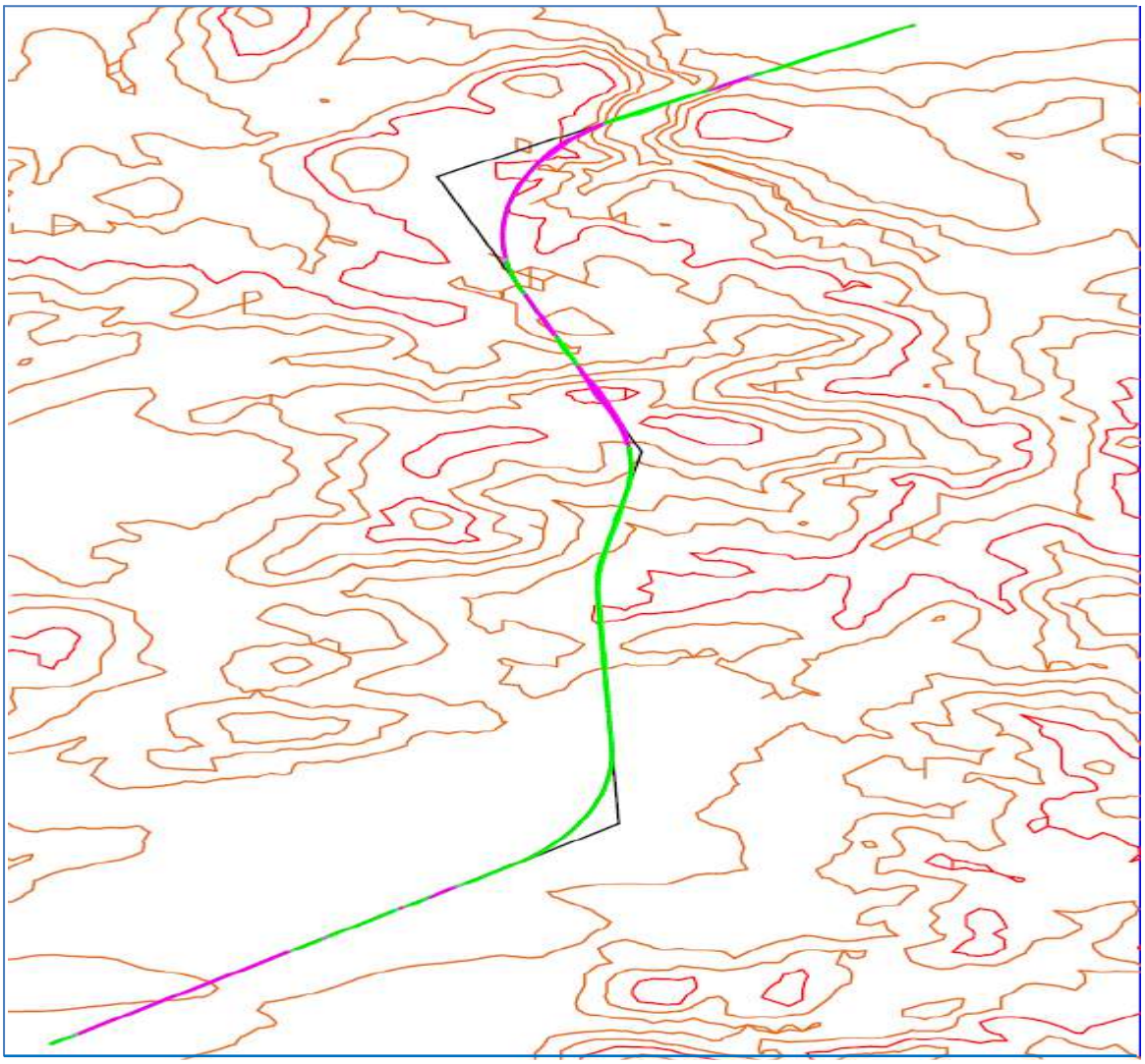


ΣΧΕΔΙΟ 4.3.3: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Ευθυγραμμία



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.4: Πρότυπη Τυπική Διατομή σε Καμπύλη

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.5: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΣΧΕΔΙΟ BRUCKNER

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.6: Σχέδιο BrucknerΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Το σχέδιο Bruckner για την μεταφορά των όγκων χωματισμών κρίνεται ικανοποιητικό καθώς ισχύουν τα παρακάτω:

Εμβαδόν ορυγμάτων: 446676 μ^2

Εμβαδόν επιχωμάτων: 387446 μ^2

Λόγος ορυγμάτων/επιχωμάτων = 1,15 θεωρείται ικανοποιητικός καθώς το 10% του όγκου των ορυγμάτων θα χαθεί κατά τη συμπύκνωση.

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Με σχέδιο Bruckner συμπληρώνω τον πίνακα μεταφοράς γαιών και βρίσκω την μέση απόσταση μεταφοράς γαιών Μ.Α.Μ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.2:Πίνακας Μεταφοράς Γαιών Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΑΠΌ	ΕΩΣ	m^3	M.A.M	m^3*km	Αποθέσεις
0	7000	41882	4,7	196845,4	
7000	12330	505356	2,67	1349300,5	
12330	12690	12719	0,23	2925,37	
12690	13490	29831	0,43	12827,33	
12690	14620	7017	2,07	14525,19	
14620	15150	0	0	0	18000
15150	19525	90000	2,3	207000	
15760	17550	177369	0,89	157858,41	
		864174		**1941282,2**	
	M.A.M=	2,246402			

Με τα παραπάνω στοιχεία και με τις ποσότητες χωματισμών που δίνονται από το πρόγραμμα μπορώ να φτιάξω τον αναλυτικό προϋπολογισμό χωματουργικών εργασιών του έργου που είναι ο εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.3:Προϋπολογισμός ΧωματουργικώνΕργασιώνΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ							
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	**Α-1**	ΟΔΟ-1110	m^3	19.129	2,72	5,0	52.031
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	604.922	1,63	2,246	988.046
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	153.100	3,00	5,0	459.300
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	1.945	0,60	-	1.167
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	12.600	3,00	5,0	37.800
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	259.252	7,83	2,246	2.030.812
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	65.620	9,20	5,0	603.704
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	834	6,80	-	5.669
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	5.400	9,20	5,0	49.680
	ΔΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ							
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	**Α-18.1**	ΟΔΟ-1510	m^3	0	1,05	-	0
11	Κατασκευή επιχωμάτων	**Α-20**	ΟΔΟ-1530	m^3	866.953	1,05	-	910.301
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Α ΣΑ =	**5.138.510**

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ

-Βασικά Χαρακτηριστικά Γραμμής

Συνολικό μήκος γραμμής: 19,53 km

Ταχύτητα Επιβατικών Συρμών: 160 km/h

Τύπος γραμμής: Μονή γραμμή

Ταχύτητα Εμπορικών Συρμών: 80 km/h

Γραμμή με συνεχώς συγκολλημένη σιδηροτροχιά

Μέγιστο αξονικό φορτίο: 22,5 t

-Στοιχεία Επιδομής

Τύπος στρωτήρα: Στρωτήρες από σκυρόδεμα

Μέση απόσταση στρωτήρων: 60 cm

Διατομή σιδηροτροχιάς: UIC 60

Τεμάχη Σιδηροτροχιάς: 18 m

Φέρουσα ικανότητα Υποδομής: Μέτρια υποδομή (κατηγορία P2)

Είδος αλλαγών στην περιοχή των Σ.Σ. :Αλλαγή με μικρή κλίση (1:16 έως 1:20) με στρωτήρες σκυροδέματος και UIC 60

Ποσοστό γραμμής με κλίση ≥5‰: 49,71 %

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.4:Προϋπολογισμός ΚόστουςΕπιδομήςΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Οι αναγραφόμενες τιμές κόστους αφορούν Μονή Γραμμή μηκους 19,53 χιλιομέτρων. Προκειται για Γραμμή με Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές με UIC 60, Στρωτήρες από σκυρόδεμα και μέση απόσταση μεταξύ τους 60 εκατοστά.

	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ	ΜΕΡΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
Εργασίες	Στρώση προσωρινής γραμμής	0
	Προσκυρόστρωση γραμμής άνευ της προμήθειας των σκύρων	263.121
	Σκυρόστρωση σιδηροδρομικής γραμμής άνευ της αξίας των σκύρων	592.023
	Στρώση επιδομής γραμμής επί έρματος άνευ της αξίας των υλικών επιδομής	1.035.090
	Αυτογενής συγκόλληση σιδηροτροχιών	225.680
	Αλουμινοθερμική συγκόλληση σιδηροτροχιών	52.080
	Απελευθέρωση τάσεων	175.770
	Οριζοντιογραφική και υψομετρική τακτοποίηση γραμμής, μόρφωση διατομής έρματος και σταθεροποίηση γραμμής με βαρέα μηχανήματα γραμμής	332.010
	Καταγραφή κυματοειδών φθορών και λείανση σιδηροτροχιών	166.005
	Αποξήλωση, μεταφορά και αποθήκευση γραμμής	0
Προμήθειες	Προμήθεια ενός μετρικού τόνου σιδηροτροχιών	1.834.406
	Προμήθεια Σκύρων γραμμής ποιότητας Κ1 (Dri >=16)	2.877.891
	Προμήθεια ολόσωμων στρωτήρων Β70 από σκυρόδεμα, πλήρων μετά των συνδέσμων και υποθεμάτων	2.278.500
	Προμήθεια ξύλινων στρωτήρων από αφρικανική ξυλεία AZOBE πλήρων μετά των αντίστοιχων συνδέσμων και υποθεμάτων	0
	Προμήθεια και εγκατάσταση αντιοδευτικού	173.600
	Προμήθεια σετ αμφιδετών για σιδηροτροχιά 60Ε1, πλήρων, μετά του απαραίτητου ψιλού υλικού	0
	Προμήθεια επιτόπου και εγκατάσταση ενός ζεύγους συσκευών διαστολής, ειδικού τύπου - ειδικής κατασκευής	0
	Σταθερη επιδομη	0
	Αλαγες σε ΣΣ	0
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€):	10.006.176
	Κοστος μαζι με επισφαλή έξοδα, εργαλεία, εγκαταστάσεις, για πάσης φύσεως βάρη ή υποχρεώσεις του Αναδόχου καθως και για απρόβλεπτες δαπάνες ή μη δυνάμενες να εκτιμηθούν	12.869.944

<u>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</u>

ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ =	5.138.510
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΔΩΜΗΣ =	12.869.944
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ =	18.008.454
Γ.Ε. & Ε.Ο. (18%) :	3241521,7
Μερικό Σύνολο (1) :	21.249.975
Αναθεώρηση (3%) :	637499,26
Μερικό Σύνολο (2) :	21.887.475
Φ.Π.Α. (23%) :	5034119,2
ΣΥΝΟΛΟ :	26.921.594

4.3.2 ΧΑΡΑΞΗ ΔΙΠΛΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ

Για την πραγματοποίηση της χάραξης διπλής σιδηροδρομικής γραμμής απαιτείται η εισαγωγή στο λογισμικό παραμέτρων οι οποίοι να συμφωνούν με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές που ορίζουν οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής. Για το σκοπό πραγματοποιούνται οι παρακάτω έλεγχοι από τους οποίους προκύπτουν οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές των παραμέτρων με τις οποίες θα συμπληρωθούν οι καρτέλες του λογισμικού ώστε να παράγουν τα απαραίτητα σχέδια και να υπολογίσουν τις απαιτούμενες ποσότητες και μεγέθη.

<u>ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>

α. Μέγιστη / Μέση Ταχύτητα Συρμού

Η διπλή σιδηροδρομική γραμμή θα χρησιμοποιείται από σύγχρονους επιβατικούς συρμούς με ταχύτητα 150 < V ≤ 200km/h άρα σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής κανονικού εύρους (1435 χλστ.) , οι οποίοι έχουν επεξεργαστεί και εκδοθεί από τον ΕΛΟΤ ως Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΛΟΤ ΤΠ - ΕΤΕΠ) και εφαρμόζονται από τον ΟΣΕ, η ελάχιστη ταχύτητα ενός εμπορικού συρμού που μπορεί να χρησιμοποιήσει τη γραμμή είναι V ελ = 80 km/h

β. Ακτίνες συναρμογής R

Σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής για 170 <Vμεγ ≤ 200 km/h ισχύειRελ=$\frac{11,8}{205}(V\mu\varepsilon\gamma^2$-$80^2)$

Άρα για Vμεγ = 200 km/h:Rελ=1934m

γ. Υπερύψωση

Η σιδηροδρομική γραμμή θα χρησιμοποιείται κυρίως από επιβατικούς συρμούς με ταχύτητα V=160km/hάρα η κανονική υπερύψωση h που θα εφαρμοσθεί είναι h=7,12$\frac{V^2}{R}$=94,24mm=95mm

Η ανεπάρκεια υπερύψωσης α είναι :α=$\frac{4,68*V^2}{R}$=61,94mm<αμεγ =105 mm

Το πλεόνασμα υπερύψωσης πείναι :

π=$\frac{11,8}{R}$(0,60V^2-$V\varepsilon\lambda^2$)=54,66mm<πμεγ =100 mm

δ. Μήκος τόξου συναρμογήςL

Ο υπολογισμός υπερύψωσης έχει γίνει βάσει του τύπου h=7,12*v2/R και V =160 ≥ 57,6 km/h άρα :

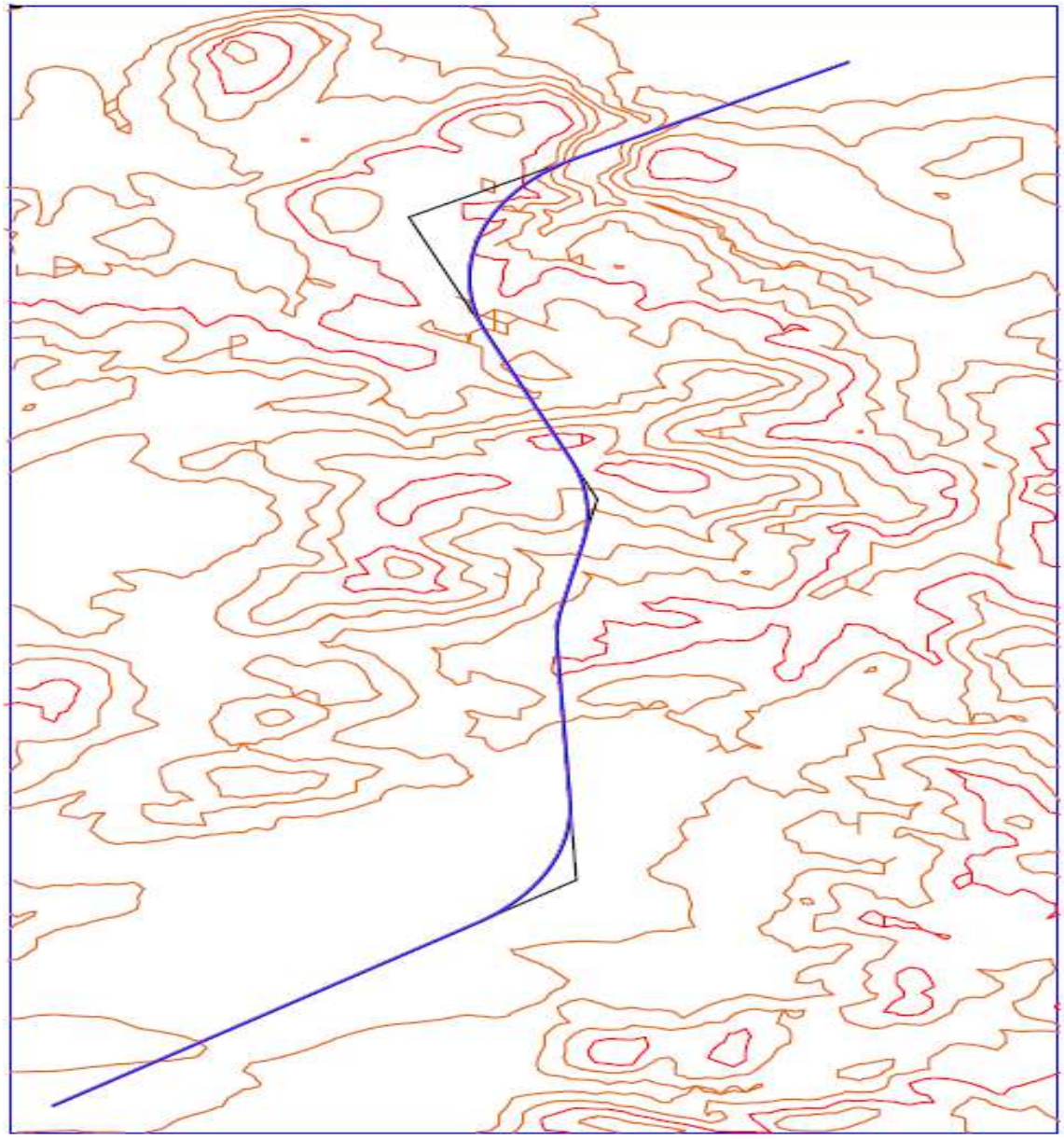
Lελ=$\frac{h*V}{144}$=105,55m

Lελ ≤ R/3,5=552,57 m άρα δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής του απλοποιημένου τύπου της κυβικής παραβολής Y=$\frac{x^3}{6LR}$

Η κλίση i του πρανούς υπερύψωσης είναι i =h/L=0,900≤ 144/ Vμεγ=0,900 ≤ 2,5mm / m

Η μεταβολή μ της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνουείναι $\mu=\frac{\alpha}{L}*\frac{V\mu\varepsilon\gamma}{3,6}$=32,69mm/sec≤$\mu_{\text{ορ}}$=60 mm/sec

Στη συνέχεια σύμφωνα με τους παραπάνω ελέγχους και επιλέγοντας τιμές που είναι σύμφωνες με αυτούς συμπληρώνω την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> του προγράμματος και από την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> και τους αντίστοιχους τύπους συναρμογών και στοιχεία εδάφους προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας το οποίο φαίνεται παρακάτω :



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.7: Οριζοντιογραφία Χάραξης Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

Μετά την πραγματοποίηση της οριζοντιογραφίας προκύπτει από το πρόγραμμα η τομή εδάφους από την οποία παράγεται και το σχέδιο της μηκοτομής, αφού έχουμε συμπληρώσει καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>. Η καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> συμπληρώνεται ως εξής:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.5: Στοιχεία Καρτέλας <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>

	A	B	C	D
1	Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα
2	M1	0,000	68,000	0,000
3	M2	7720,000	66,000	22000
4	M3	8850,000	55,000	21000
5	M4	11230,000	89,000	20000
6	M5	12750,000	69,000	22000
7	M6	14150,000	62,000	20000
8	M7	16775,000	28,000	21000
9	M8	17475,000	24,000	20000
10	M9	17900,000	27,000	20000
11	M10	19529,159	16,000	0,000

Καθώς το πρόγραμμα FM16 είναι πρόγραμμα οδοποιίας και δεν μπορεί να πραγματοποιήσει τους αντίστοιχους ελέγχους που απαιτούν οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής, οι έλεγχοι της μηκοτομής πρέπει να υπολογιστούν από τον χρήστη και είναι οι εξής:

α. Μέγιστη κατά μήκος κλίση

Πρόκειται για νέα ελεύθερη (εκτός σταθμών) γραμμή άρα μέγιστη κατά μήκος κλίση=14‰

Έλεγχος κλίσεων:

Από M1 σε M2 : κλίση i=(66-68)/7720=0,25‰≤14‰

Από Μ2 σε Μ3 : κλίση i=(55-66)/(8850-7720)=-9,73‰≥-14‰

Από Μ3 σε Μ4: κλίση i=(89-55)/(11230-8850)=3,27‰≤14‰

Από Μ4 σε Μ5 : κλίση i=(69-89)/(12750-11230)=-13,15‰≥-14‰

Από Μ5 σε Μ6 : κλίση i=(62-69)/(14150-12750)=-5‰≥-14‰

Από Μ6 σε Μ7 : κλίση i=(28-62)/(16775-14150)=-12,95‰≥-14‰

Από Μ7 σε Μ8 : κλίση i=(24-28)/(17475-16775)=-5,71‰≥-14‰

Από Μ8 σε Μ9 : κλίση i=(27-24)/(17900-17475)=11,76‰≤14‰

Από Μ9 σε Μ10: κλίση i=(16-27)/(19529-17900)=6,76‰≤14‰

β. Κατακόρυφες συναρμογές

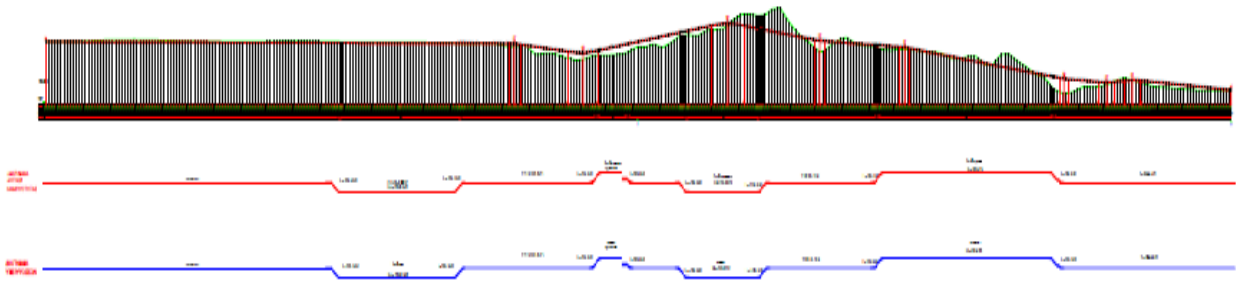
Σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς και αρχές για την χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής για 150 < V ≤ 200 km/h η ελάχιστη επιτρεπόμενη ακτίνα της κατακόρυφης συναρμογής είναι :**R= 20.000m**

γ. Κατασκευαστικά

Μέγιστο ύψος ορύγματος : 29 μ (κατασκευάσιμο)

Μέγιστο ύψος επιχώματος : 10 μ (κατασκευάσιμο)

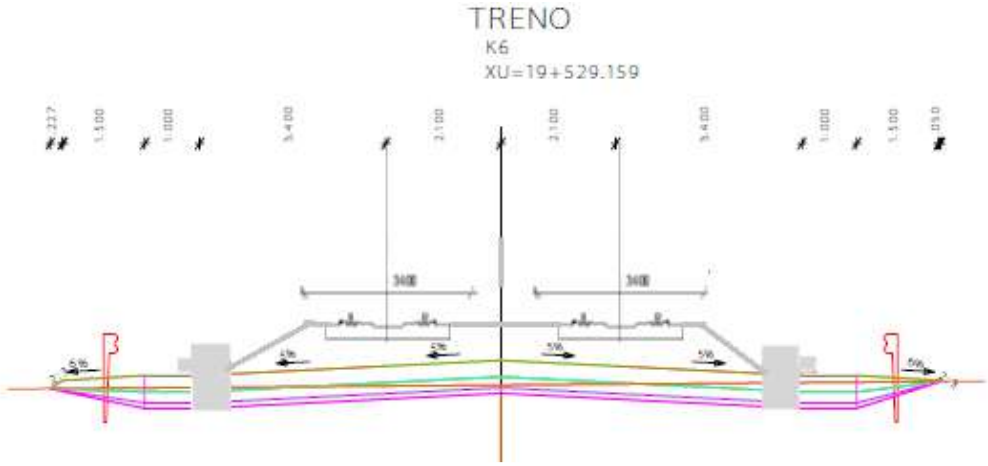
Στη συνέχεια σύμφωνα με τους παραπάνω ελέγχους και επιλέγοντας τιμές που είναι σύμφωνες με αυτούς συμπληρώνω την καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> του προγράμματος και από την καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>> και τους αντίστοιχους τύπους συναρμογών και στοιχεία εδάφους προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας το οποίο φαίνεται παρακάτω :



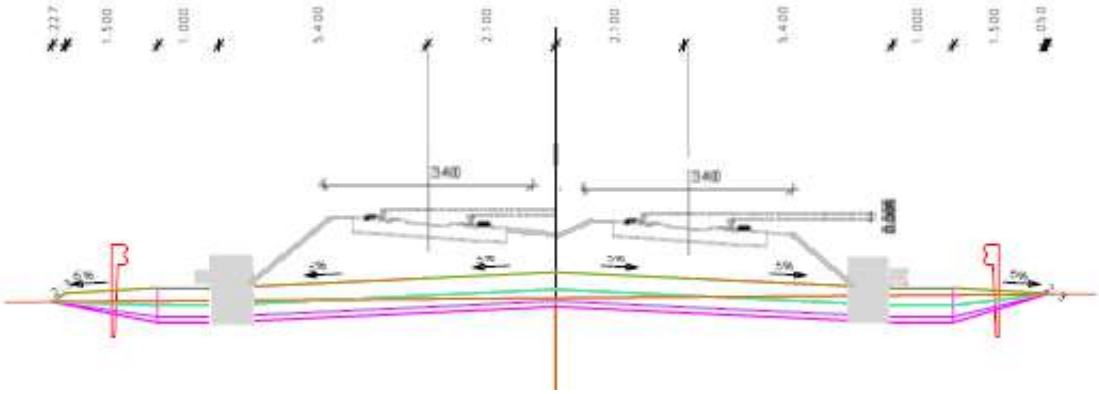
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.8: Μηκοτομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Στη συνέχεια το πρόγραμμα υλοποιεί τα απαραίτητα σχέδια και υπολογίζει τις ποσότητες και τους όγκους χωματισμών.

<u>ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ</u>



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Ευθυγραμμία

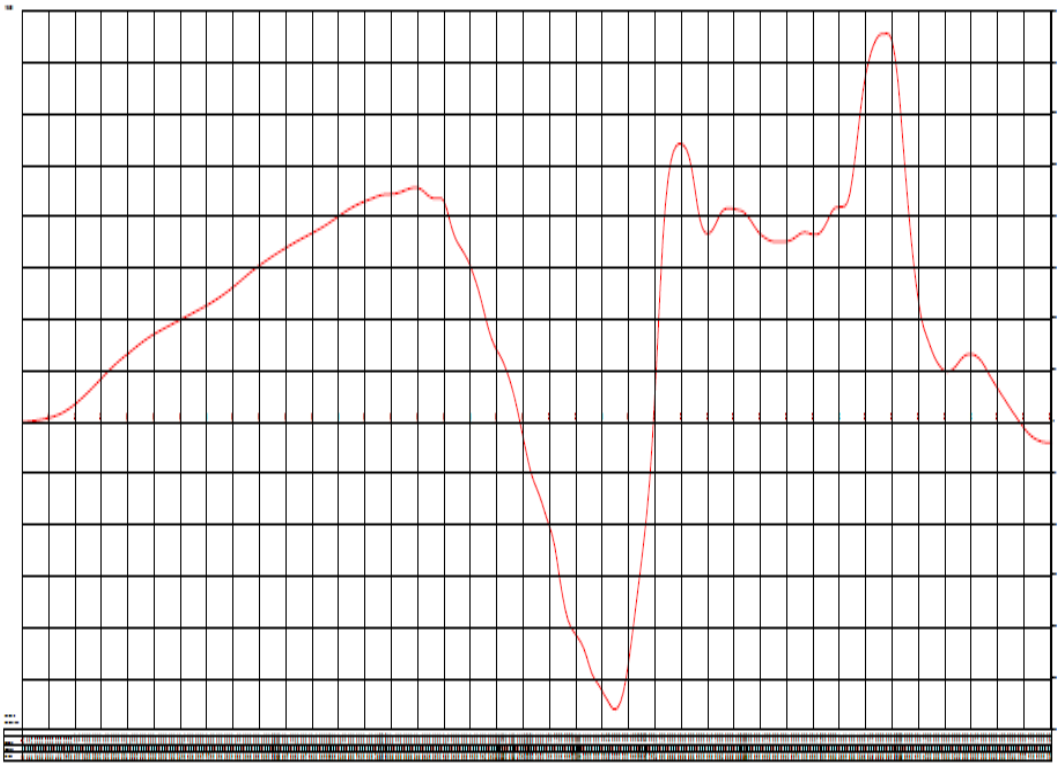


ΣΧΕΔΙΟ 4.3.9: Πρότυπη Τυπική Διατομή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής σε Καμπύλη

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.10: Οριζοντιογραφία Με Πρανή Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΣΧΕΔΙΟ BRUCKNER



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.11: Σχέδιο Bruckner Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Το σχέδιο Bruckner για την μεταφορά των όγκων χωματισμών κρίνεται ικανοποιητικό καθώς ισχύουν τα παρακάτω:

Εμβαδόν ορυγμάτων: 446676 μ^2

Εμβαδόν επιχωμάτων: 387446 μ^2

Λόγος ορυγμάτων/επιχωμάτων = 1,15 θεωρείται ικανοποιητικός καθώς το 10% του όγκου των ορυγμάτων θα χαθεί κατά τη συμπύκνωση.

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Με χρήση του πίνακα Bruckner και του πίνακα μεταφοράς γαιών και με χρήση των επικαιροποιημένων τιμών χωματουργικών εργασιών που ορίζονται από το ΦΕΚ του 2014 υπολογίζω τον προϋπολογισμό των χωματουργικών εργασιών για τη μονή σιδηροδρομική γραμμή, ο οποίος φαίνεται αναλυτικά πιο κάτω :

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.6: Προϋπολογισμός ΧωματουργικώνΕργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ							
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	**Α-1**	ΟΔΟ-1110	m^3	17.806	2,72	5,0	48.432
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	808.808	2,07	3,200	1.675.850
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	160.706	3,00	5,0	482.118
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	1.292	0,60	-	775
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	0	3,00	5,0	0
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	346.632	8,27	3,200	2.867.340
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρ ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	68.874	9,20	5,0	633.641
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	554	6,80	-	3.766
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	0	9,20	5,0	0
	ΔΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ							
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	**Α-18.1**	ΟΔΟ-1510	m^3	20.111	5,85	10,0	117.649
11	Κατασκευή επιχωμάτων	**Α-20**	ΟΔΟ-1530	m^3	1.157.286	1,05	-	1.215.150
	ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΡΑΝΩΝ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ							
12	Επένδυση πρανών με φυτική γη	**Α-24.1**	ΟΔΟ-1610	m^2	0	0,65	-	0
13	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη	**Α-25**	ΟΔΟ-1620	m^3	17.767	2,30	-	40.864
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Α ΣΑ =	**7.085.586**

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ

-Βασικά Χαρακτηριστικά Γραμμής

Συνολικό μήκος γραμμής: 19,53 km

Ταχύτητα Επιβατικών Συρμών: 160 km/h

Ταχύτητα Εμπορικών Συρμών: 80 km/h

Γραμμή με συνεχώς συγκολλημένη σιδηροτροχιά

Μέγιστο αξονικό φορτίο: 22,5 t

-Στοιχειά επιδομής

Τύπος στρωτήρα: Στρωτήρες από σκυρόδεμα

Μέση απόσταση στρωτήρων: 60 cm

Διατομή σιδηροτροχιάς: UIC 60

Τεμάχη Σιδηροτροχιάς: 18 m

Φέρουσα ικανότητα Υποδομής: Μέτρια υποδομή (κατηγορία P2)

Είδος αλλαγών στην περιοχη των Σ.Σ. :Αλλαγή με μικρή κλίση (1:16 έως 1:20) με στρωτήρες σκυροδέματος και UIC 60

Ποσοστο γραμμής με κλίση ≥5‰: 62,47%

Στη συνέχεια υπολογίζω το κόστος επιδομής της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής από τα στοιχεία επιδομής που έχω και από τις τιμές που ορίζονται από το ΦΕΚ του 2014.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.7:Προϋπολογισμός Κόστους Επιδομής Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

Οι αναγραφόμενες τιμές κόστους αφορούν Διπλή Γραμμή μηκους 19,53 χιλιομέτρων. Προκειται για Γραμμή με Συνεχώς Συγκολλημένες Σιδηροτροχιές με UIC 60, Στρωτήρες από σκυρόδεμα και μέση απόσταση μεταξύ τους 60 εκατοστά.

	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΙΔΟΜΗΣ	ΜΕΡΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
Εργασίες	Στρώση προσωρινής γραμμής	0
	Προσκυρόστρωση γραμμής άνευ της προμήθειας των σκύρων	448.537
	Σκυρόστρωση σιδηροδρομικής γραμμής άνευ της αξίας των σκύρων	1.009.209
	Στρώση επιδομής γραμμής επί έρματος άνευ της αξίας των υλικών επιδομής	2.070.180
	Αυτογενής συγκόλληση σιδηροτροχιών	451.360
	Αλουμινοθερμική συγκόλληση σιδηροτροχιών	104.160
	Απελευθέρωση τάσεων	351.540
	Οριζοντιογραφική και υψομετρική τακτοποίηση γραμμής, μόρφωση διατομής έρματος και σταθεροποίηση γραμμής με βαρέα μηχανήματα γραμμής	664.020
	Καταγραφή κυματοειδών φθορών και λείανση σιδηροτροχιών	332.010
	Αποξήλωση, μεταφορά και αποθήκευση γραμμής	0
Προμήθειες	Προμήθεια ενός μετρικού τόνου σιδηροτροχιών	3.668.812
	Προμήθεια Σκύρων γραμμής ποιότητας K1 (Dri >=16)	4.905.877
	Προμήθεια ολόσωμων στρωτήρων B70 από σκυρόδεμα, πλήρων μετά των συνδέσμων και υποθεμάτων	4.557.000
	Προμήθεια ξύλινων στρωτήρων από αφρικανική ξυλεία AZOBE πλήρων μετά των αντίστοιχων συνδέσμων και υποθεμάτων	0
	Προμήθεια και εγκατάσταση αντιοδευτικού	347.200
	Προμήθεια σετ αμφιδετών για σιδηροτροχιά 60E1, πλήρων, μετά του απαραίτητου ψιλού υλικού	0
	Προμήθεια επιτόπου και εγκατάσταση ενός ζεύγους συσκευών διαστολής, ειδικού τύπου - ειδικής κατασκευής	0
	Σταθερη επιδομη	0
	Αλαγες σε ΣΣ	0
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€):	18.909.905
	Κοστος μαζι με επισφαλή έξοδα, εργαλεία, εγκαταστάσεις, για πάσης φύσεως βάρη ή υποχρεώσεις του Αναδόχου καθως και για απρόβλεπτες δαπάνες ή μη δυνάμενες να εκτιμηθούν	24.321.920

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

ΚΟΣΤΟΣ ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΩΝ =	7.085.586
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΔΩΜΗΣ =	24.321.920
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ =	31.407.506
Γ.Ε. & Ε.Ο. (18%) :	5653351,1
Μερικό Σύνολο (1) :	37.060.857
Αναθεώρηση (3%) :	1111825,7
Μερικό Σύνολο (2) :	38.172.683
Φ.Π.Α. (23%) :	8779717
ΣΥΝΟΛΟ :	46.952.400

4.3.3 ΧΑΡΑΞΗ ΤΟΠΙΚΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Τα στοιχεία του τοπικού οδικού δικτύου είναι τα εξής:

Ταχύτητα Μελέτης: 70km/h

Ελάχιστη ακτίνα καμπυλών οριζοντιογραφίας Rmin=200m

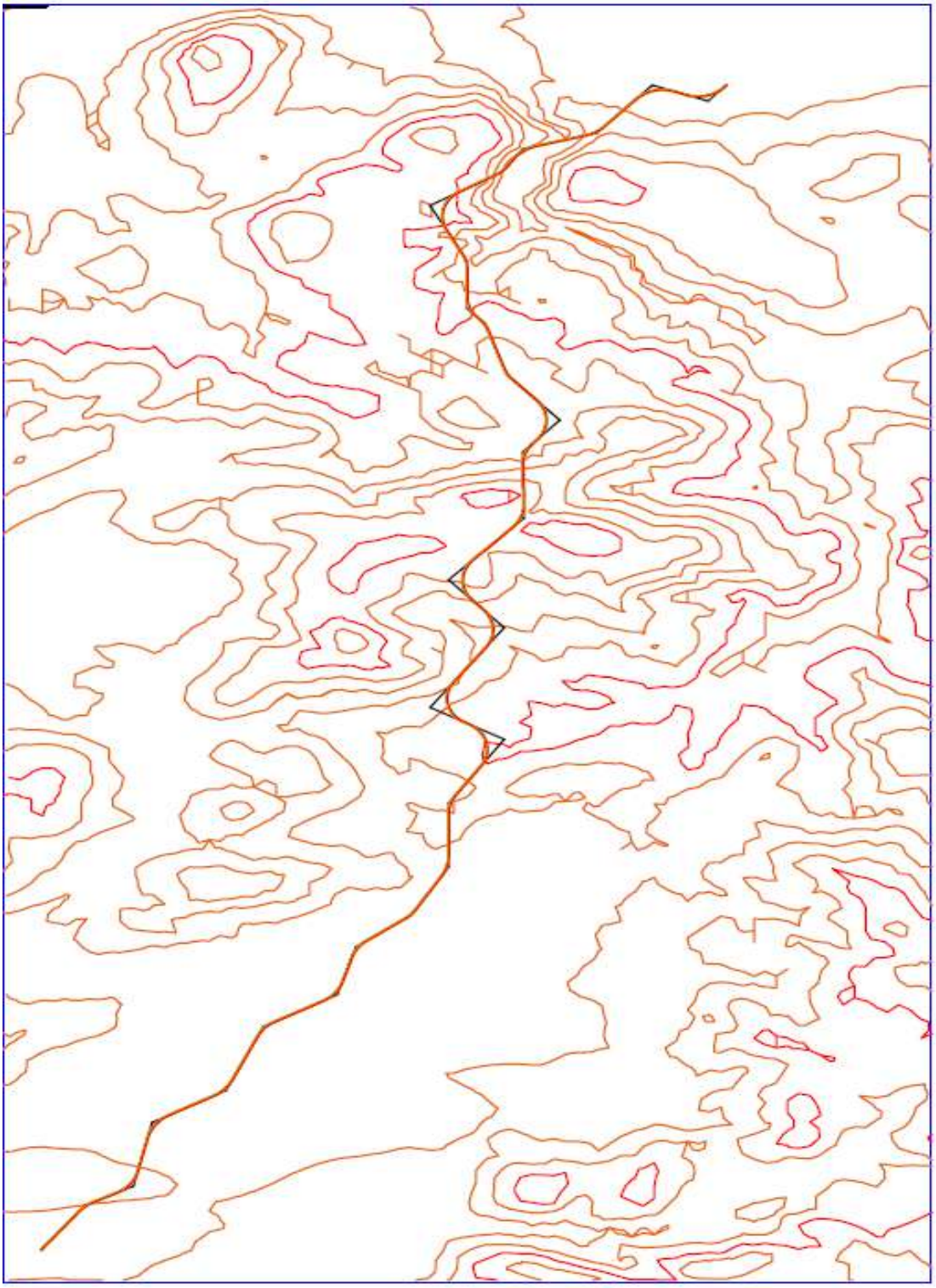
minA=60m

Lmin=$minA^2$/R

Για την χάραξη των οδικών έργων δεν απαιτείται να κάνουμε εμείς τους απαραίτητους ελέγχους καθώς το λογισμικό FM16 τους πραγματοποιεί αυτόματα και ενημερώνει την καρτέλα ΕΛΕΓΧΟΙ ΟΜΟΕ, στην οποία ο χρήστης μπορεί να δει αν υπάρχει κάποιο σφάλμα και πού αυτό βρίσκεται. Συνεπώς συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες καρτέλες με τα στοιχεία που θέλουμε να έχει η χάραξή μας και το πρόγραμμα παράγει τα επιμέρους σχέδια και υπολογίζει τις εκάστοτε ποσότητες και τους εκάστοτε όγκους.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

Συμπληρώνω την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> του προγράμματος και προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας.

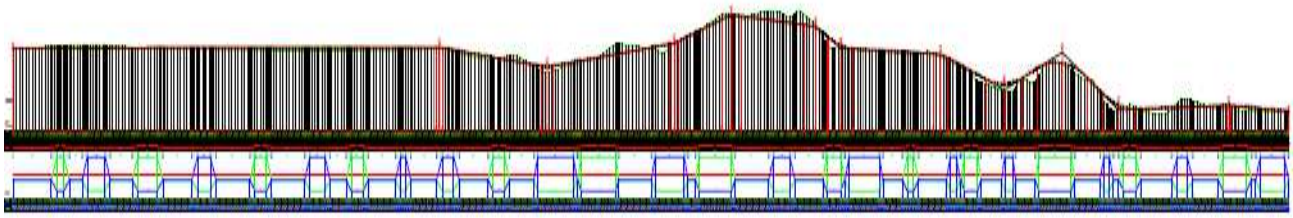


ΣΧΕΔΙΟ 4.3.12: Οριζοντιογραφία Χάραξης Τοπικού Οδικού Δικτύου

Η ύπαρξη τόσων πολλών κορυφών στην οριζοντιογραφία είναι απαραίτητη για να αποφεύγονται οι μεγάλες ευθυγραμμίες που μπορούν να δημιουργήσουν στον χρήστη μια ψευδή αίσθηση ασφάλειας με αποτέλεσμα να μην βρίσκεται σε εγρήγορση, κάτι που είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο.

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

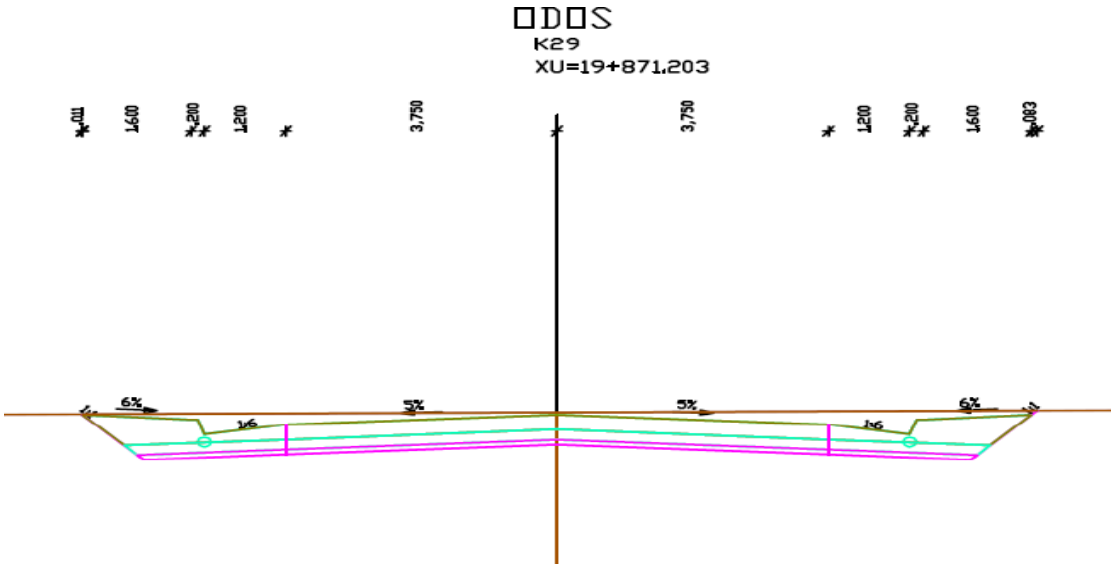
Μετά την οριζοντιογραφίαπροκύπτει από το πρόγραμμα η τομή εδάφους από την οποία παράγεται και το σχέδιο της μηκοτομής, αφού έχουμε συμπληρώσει καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>.



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.13:ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύου

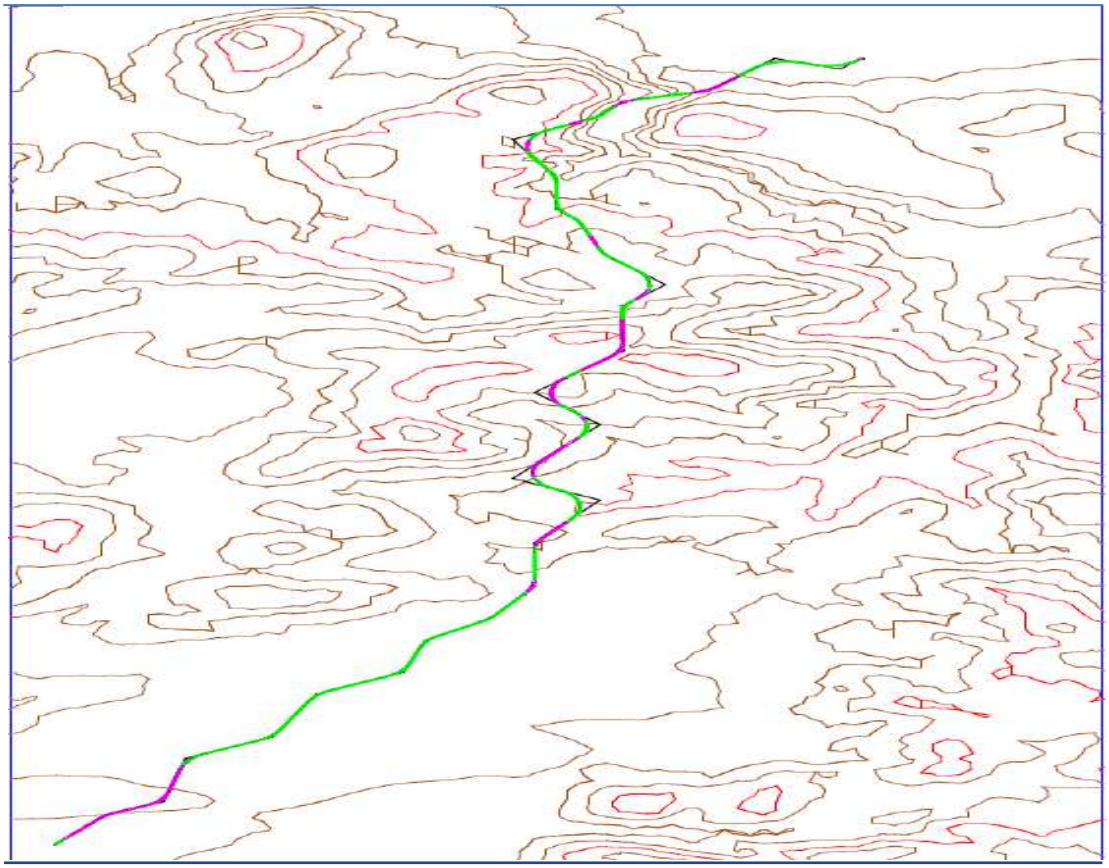
Στη συνέχεια το πρόγραμμα υλοποιεί τα απαραίτητα σχέδια και υπολογίζει τις ποσότητες και τους όγκους χωματισμών.

ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ



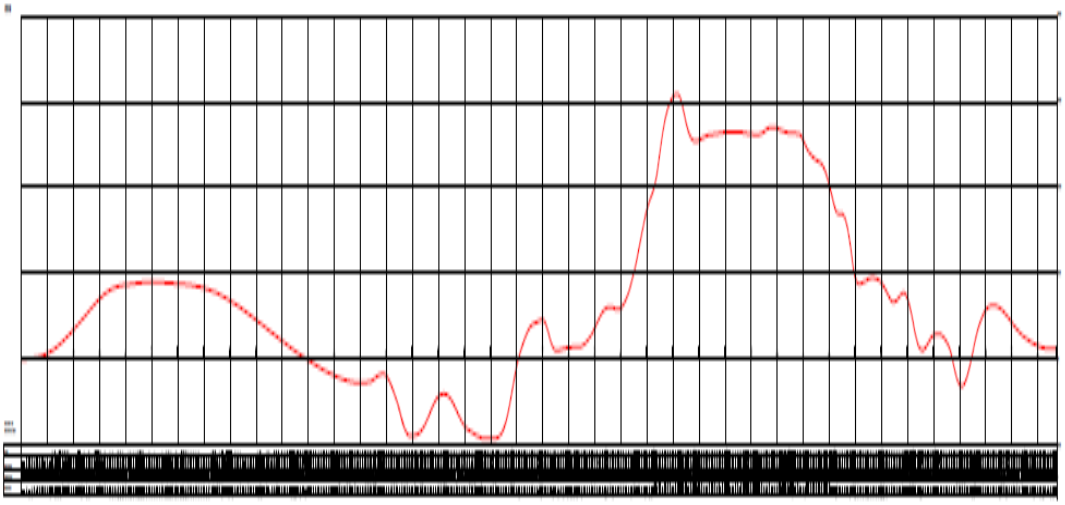
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.14: Τυπική Διατομή Τοπικού Οδικού Δικτύου

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.15: Οριζοντιογραφία Με Πρανή Τοπικού Οδικού Δικτύου

ΣΧΕΔΙΟ BRUCKNER



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.16: Σχέδιο BrucknerΤοπικού Οδικού Δικτύου

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που ακολούθησα προηγουμένως και με τις ποσότητες χωματισμών που δίνονται από το πρόγραμμα μπορώ να φτιάξω τον αναλυτικό προϋπολογισμό του έργου που είναι ο εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.8:Προϋπολογισμός Μελέτης Τοπικού Οδικού Δικτύου Χωματουργικά

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ							
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	**Α-1**	ΟΔΟ-1110	m^3	13.410	2,72	5,0	36.475
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	200.429	1,81	2,625	362.287
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	58.275	3,00	5,0	174.825
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	1.365	0,60	-	819
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	5.181	3,00	5,0	15.544
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	85.898	8,01	2,625	687.834
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	24.975	9,20	5,0	229.770
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	585	6,80	-	3.978
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	2.221	9,20	5,0	20.430
	ΔΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ							
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	**Α-18.1**	ΟΔΟ-1510	m^3	0	5,85	10,0	0
11	Κατασκευή επιχωμάτων	**Α-20**	ΟΔΟ-1530	m^3	288.277	1,05	-	302.691
	ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΡΑΝΩΝ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ							
12	Επένδυση πρανών με φυτική γη	**Α-24.1**	ΟΔΟ-1610	m^2	42	0,65	-	27
13	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη	**Α-25**	ΟΔΟ-1620	m^3	12.309	2,30	-	28.311
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Α ΣΑ =	**1.862.991**

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.9:Προϋπολογισμός Μελέτης Τοπικού Οδικού Δικτύου Επιδομή

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ								
	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
14	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων πλάτους έως 5,00m *	**Β-1**	ΟΔΟ-2151	m^3	18.288	6,40	5,0	117.043
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ							
15	Κοιτοστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κ.λπ. από σκυρόδεμα C12/15	**Β-29.2.2**	ΟΔΟ-2531	m^3	1.471	89,80	-	132.070
16	Μικροκατασκευές (φρεάτια, ορθογωνικές τάφροι κ.λπ.) με σκυρόδεμα C16/20	**Β-29.3.4**	ΟΔΟ-2532	m^3	5.483	126,00	-	690.883
	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ-ΔΙΚΤΥΑ							
17	Εσωτερικής διαμέτρου 200mm	**12.03.01**	ΟΔΟ-2861	m	15.986	18,50	-	295.741
	ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ							
18	Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	**Β-64.1**	ΟΙΚ-7914	m^2	77.180	1,65	-	127.348
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Β ΣΒ =	**1.363.085**
ΟΜΑΔΑ Γ: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
19	Υπόβαση οδοστρωσίας συμπυκωμένου πάχους 0,10m *	**Γ-1.2**	ΟΔΟ-3111.Β	m^2	724.119	1,88	15,0	1.361.343
20	Βάση πάχους 0,10m (Π.Τ.Π. Ο-155) *	**Γ-2.2**	ΟΔΟ-3211.Β	m^2	456.449	1,98	15,0	903.769
21	Κατασκευή ερεισμάτων	**Γ-5**	ΟΔΟ-3311.Β	m^3	15.441	12,60	-	194.562
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Γ ΣΓ =	**2.459.674**
ΟΜΑΔΑ Δ: ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ								
22	Ασφαλτική προεπάλειψη	**Δ-3**	ΟΔΟ-4110	m^2	222.620	1,20	-	267.143
23	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	**Δ-4**	ΟΔΟ-4120	m^2	439.538	0,45	-	197.792
24	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05m *	**Δ-5.1**	ΟΔΟ-4321.Β	m^2	221.194	7,36	15,0	1.626.883
25	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0,05m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-8.1**	ΟΔΟ-4521.Β	m^2	219.531	7,96	15,0	1.746.371
26	Αντιολισθηρή ασφαλτική στρώση συμπυκνωμένου πάχους 0,04m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-9.1**	ΟΔΟ-4521.Β1	m^2	218.581	9,00	15,0	1.968.103
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Δ ΣΔ =	**5.806.293**
ΟΜΑΔΑ Ε: ΣΗΜΑΝΣΗ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ								
27	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης N2, λειτουργικού πλάτους W2	**Ε-1.1.6**	ΟΔΟ-2653	m	23.756	45,00	-	1.069.020
28	Διαγράμμιση οδοστρώματος με ανακλαστική βαφή	**Ε-17.1**	ΟΙΚ-7788	m^2	17.487	3,10	-	54.209
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Ε ΣΕ =	**1.123.229**
							ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ =	**12.615.271**
							Γ.Ε. & Ε.Ο. (18%) :	2.270.749
							Μερικό Σύνολο (1) :	14.886.020
							Απρόβλεπτα (έως 15% περίπου) :	
							Μερικό Σύνολο (2) :	14.886.020
							Αναθεώρηση (3%) :	446.581
							Μερικό Σύνολο (3) :	15.332.601
							Φ.Π.Α. (23%) :	3.526.498
							ΣΥΝΟΛΟ :	**18.859.099**

4.3.4 ΧΑΡΑΞΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΜΙΑΣ ΛΩΡΙΔΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Τα στοιχεία του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση είναι τα εξής:

Ταχύτητα Μελέτης: 120 km/h

Ελάχιστη ακτίνα καμπυλών οριζοντιογραφίας Rmin=740 m

minA= 240 m

Lmin=$minA^2$/R

Για την χάραξη των οδικών έργων δεν απαιτείται να κάνουμε εμείς τους απαραίτητους ελέγχους καθώς το λογισμικό FM16 τους πραγματοποιεί αυτόματα και ενημερώνει την καρτέλα ΕΛΕΓΧΟΙ ΟΜΟΕ, στην οποία ο χρήστης μπορεί να δει αν υπάρχει κάποιο σφάλμα και πού αυτό βρίσκεται. Συνεπώς συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες καρτέλες με τα στοιχεία που θέλουμε να έχει η χάραξή μας και το πρόγραμμα παράγει τα επιμέρους σχέδια και υπολογίζει τις εκάστοτε ποσότητες και τους εκάστοτε όγκους.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

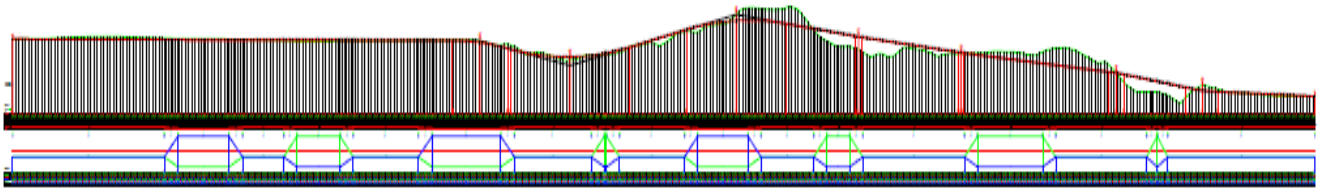
Συμπληρώνω την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> του προγράμματος και προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας.

ΣΧΕΔΙΟ 4.3.17 : Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

Οι κορυφές της οριζοντιογραφίας του αυτοκινητόδρομου είναι λιγότερες από αυτές του τοπικού οδικού δικτύου γιατί έχω πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες και μεγαλύτερες ακτίνες κυκλικών τόξων και μηκών συναρμογής.

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

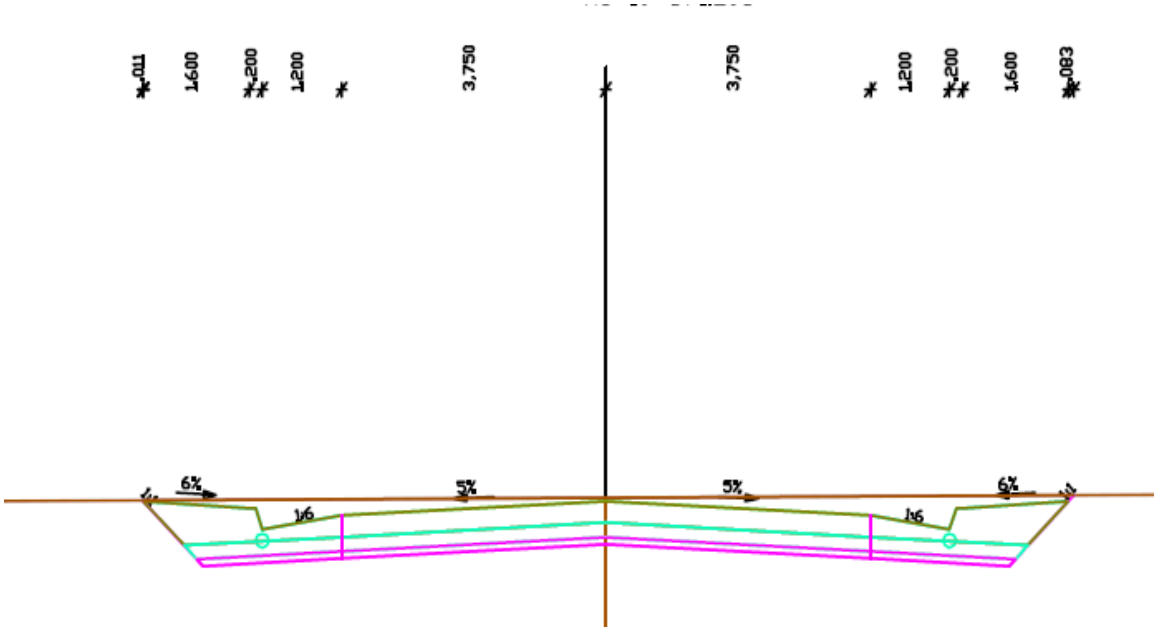
Μετά την οριζοντιογραφία προκύπτει από το πρόγραμμα η τομή εδάφους από την οποία παράγεται και το σχέδιο της μηκοτομής, αφού έχουμε συμπληρώσει καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>.



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.18:Μηκοτομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

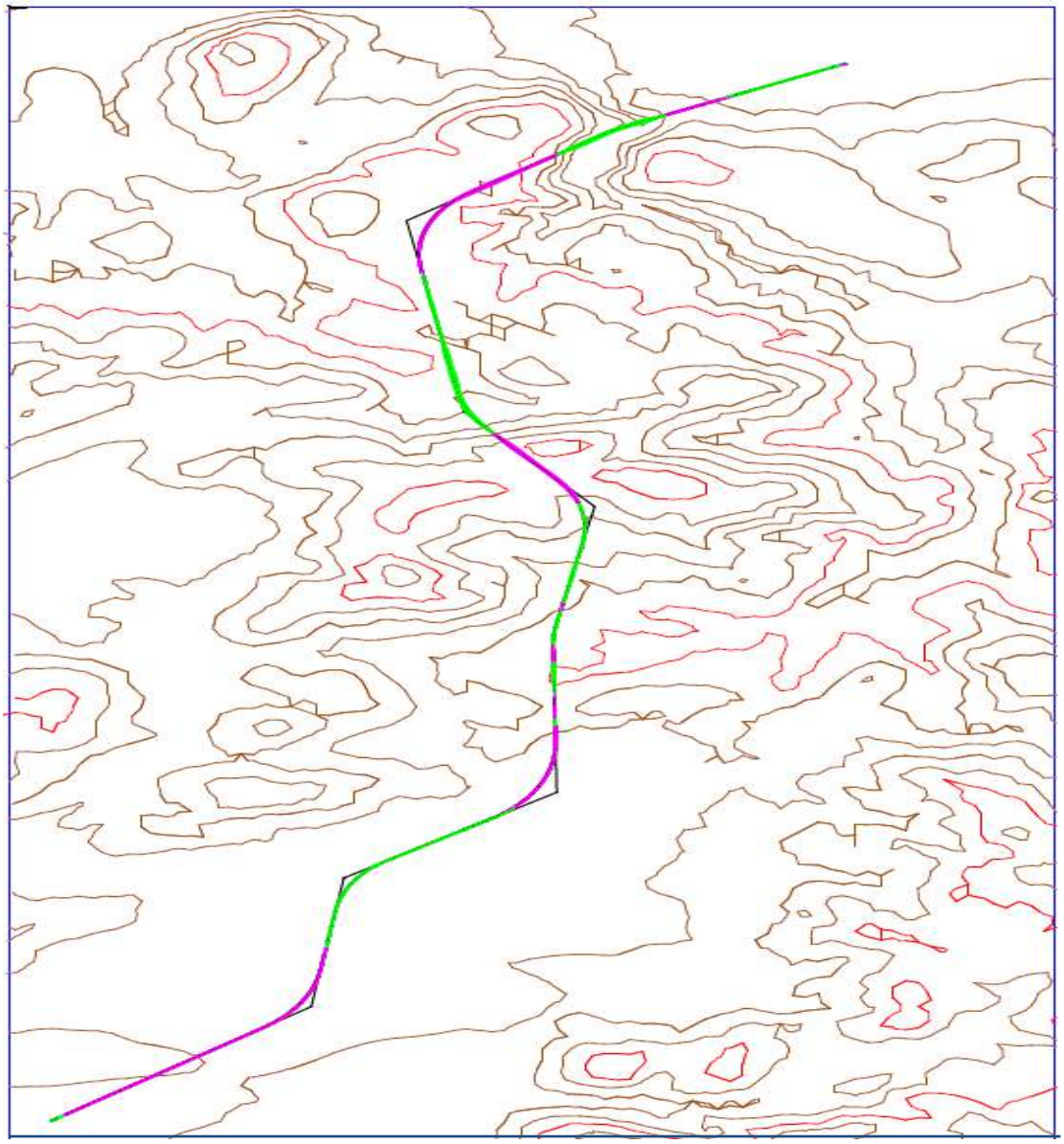
Στη συνέχεια το πρόγραμμα υλοποιεί τα απαραίτητα σχέδια και υπολογίζει τις ποσότητες και τους όγκους χωματισμών.

ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ



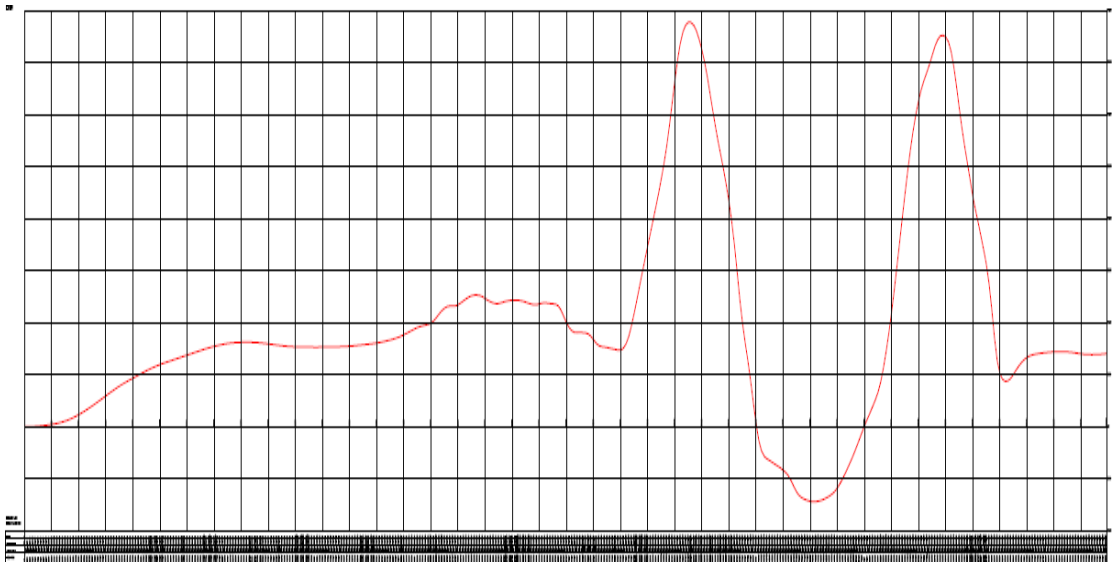
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.19: Τυπική Διατομή Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.20: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

ΣΧΕΔΙΟ BRUCKNER



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.21: Σχέδιο Bruckner Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που ακολούθησα προηγουμένως και με τις ποσότητες χωματισμών που δίνονται από το πρόγραμμα μπορώ να φτιάξω τον αναλυτικό προϋπολογισμό του έργου που είναι ο εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.10: Προϋπολογισμός Μελέτης Αυτοκινητόδρομου Μιας Λωρίδας ΑνάΚατεύθυνση

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	**Είδος εργασίας**	**Άρθρο Τιμολ.**	**Άρθρο Αναθεώρησης**	**Μον.**	**Ποσότητα**	**Τιμή Μονάδας**	**Απόσταση Μεταφοράς (km)**	**Δαπάνη (€)**
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ							
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	**Α-1**	ΟΔΟ-1110	m^3	17.001	2,72	5,0	46.243
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	740.673	1,62	2,208	1.196.612
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	181.598	3,00	5,0	544.793
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	1.061	0,60	-	637

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	61.624	3,00	5,0	184.871
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	317.431	7,82	2,208	2.480.906
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	77.828	9,20	5,0	716.013
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	455	6,80	-	3.093
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	26.410	9,20	5,0	242.973
	ΔΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ							
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	**Α-18.1**	ΟΔΟ-1510	m^3	0	5,85	10,0	0
11	Κατασκευή επιχωμάτων	**Α-20**	ΟΔΟ-1530	m^3	1.059.620	1,05	-	1.112.601
	ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΡΑΝΩΝ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ							
12	Επένδυση πρανών με φυτική γη	**Α-24.1**	ΟΔΟ-1610	m^2	40	0,65	-	26
13	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη	**Α-25**	ΟΔΟ-1620	m^3	8.355	2,30	-	19.215
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Α ΣΑ =	**6.547.983**
	ΟΜΑΔΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ							
	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
14	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων πλάτους έως 5,00m *	**Β-1**	ΟΔΟ-2151	m^3	24.825	6,40	5,0	158.879
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ							
15	Κοιτοστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κ.λπ. από σκυρόδεμα C12/15	**Β-29.2.2**	ΟΔΟ-2531	m^3	1.996	89,80	-	179.277
16	Μικροκατασκευές (φρεάτια, ορθογωνικές τάφροι κ.λπ.) με σκυρόδεμα C16/20	**Β-29.3.4**	ΟΔΟ-2532	m^3	7.443	126,00	-	937.831
	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ-ΔΙΚΤΥΑ							
17	Εσωτερικής διαμέτρου 200mm	**12.03.01**	ΟΔΟ-2861	m	21.700	18,50	-	401.450
	ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ							
18	Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	**Β-64.1**	ΟΙΚ-7914	m^2	104.768	1,65	-	172.867
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Β ΣΒ =	**1.850.303**

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο Τιμολ.	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Γ: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
19	Υπόβαση οδοστρωσίας συμπυκωμένου πάχους 0,10m *	**Γ-1.2**	ΟΔΟ-3111.Β	m^2	736.629	1,88	15,0	1.384.862
20	Βάση πάχους 0,10m (Π.Τ.Π. Ο-155) *	**Γ-2.2**	ΟΔΟ-3211.Β	m^2	457.069	1,98	15,0	904.997
21	Κατασκευή ερεισμάτων	**Γ-5**	ΟΔΟ-3311.Β	m^3	11.861	12,60	-	149.451
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Γ ΣΓ =								**2.439.310**
ΟΜΑΔΑ Δ: ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ								
22	Ασφαλτική προεπάλειψη	**Δ-3**	ΟΔΟ-4110	m^2	222.816	1,20	-	267.379
23	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	**Δ-4**	ΟΔΟ-4120	m^2	441.253	0,45	-	198.564
24	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05m *	**Δ-5.1**	ΟΔΟ-4321.Β	m^2	221.721	7,36	15,0	1.630.760
25	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0,05m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-8.1**	ΟΔΟ-4521.Β	m^2	220.444	7,96	15,0	1.753.631
26	Αντιολισθηρή ασφαλτική στρώση συμπυκνωμένου πάχους 0,04m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-9.1**	ΟΔΟ-4521.Β1	m^2	219.714	9,00	15,0	1.978.305
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Δ ΣΔ =								**5.828.639**
ΟΜΑΔΑ Ε: ΣΗΜΑΝΣΗ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ								
27	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης N2, λειτουργικού πλάτους W2	**Ε-1.1.6**	ΟΔΟ-2653	m	18.248	45,00	-	821.160
28	Διαγράμμιση οδοστρώματος με ανακλαστική βαφή	**Ε-17.1**	ΟΙΚ-7788	m^2	17.578	3,10	-	54.492
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Ε ΣΕ =								**875.652**
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ =								**17.541.887**
Γ.Ε. & Ε.Ο. (18%) :								3.157.540
Μερικό Σύνολο (1) :								20.699.427
Απρόβλεπτα (έως 15% περίπου) :								
Μερικό Σύνολο (2) :								20.699.427
Αναθεώρηση (3%) :								620.983
Μερικό Σύνολο (3) :								21.320.409
Φ.Π.Α. (23%) :								4.903.694
ΣΥΝΟΛΟ :								**26.224.104**

4.3.5 ΧΑΡΑΞΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΤΡΙΩΝ ΛΩΡΙΔΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Τα στοιχεία του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση είναι τα εξής:

Ταχύτητα Μελέτης: 120 km/h

Ελάχιστη ακτίνα καμπυλών οριζοντιογραφίας Rmin=740 m

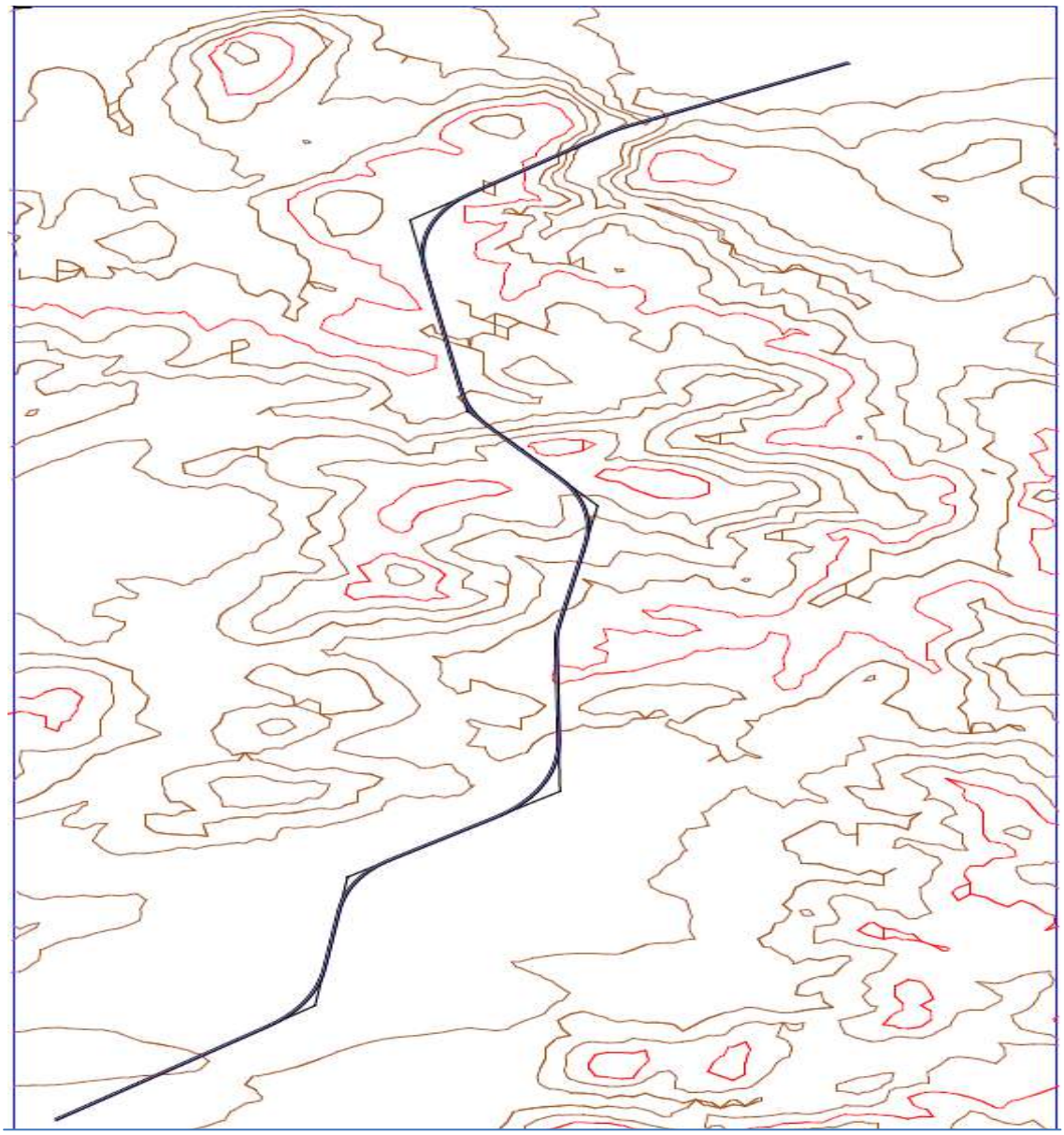
minA= 240 m

Lmin=$minA^2$/R

Για την χάραξη των οδικών έργων δεν απαιτείται να κάνουμε εμείς τους απαραίτητους ελέγχους καθώς το λογισμικό FM16 τους πραγματοποιεί αυτόματα και ενημερώνει την καρτέλα ΕΛΕΓΧΟΙ ΟΜΟΕ, στην οποία ο χρήστης μπορεί να δει αν υπάρχει κάποιο σφάλμα και πού αυτό βρίσκεται. Συνεπώς συμπληρώνουμε τις αντίστοιχες καρτέλες με τα στοιχεία που θέλουμε να έχει η χάραξή μας και το πρόγραμμα παράγει τα επιμέρους σχέδια και υπολογίζει τις εκάστοτε ποσότητες και τους εκάστοτε όγκους.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

Συμπληρώνω την καρτέλα <<ΚΟΡΥΦΕΣ>> του προγράμματος και προκύπτει το σχέδιο της οριζοντιογραφίας.

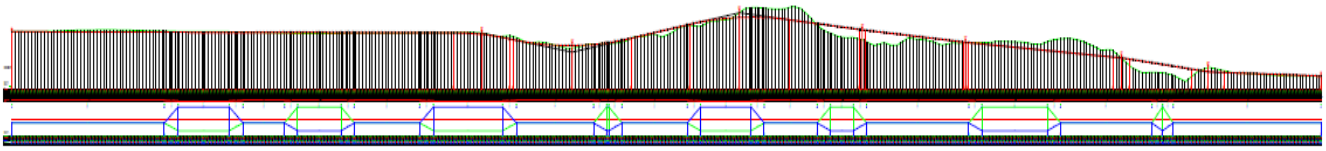


ΣΧΕΔΙΟ 4.3.22: Οριζοντιογραφία Χάραξης Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

Οι κορυφές της οριζοντιογραφίας του αυτοκινητόδρομου είναι λιγότερες από αυτές του τοπικού οδικού δικτύου γιατί έχω πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες και μεγαλύτερες ακτίνες κυκλικών τόξων και μηκών συναρμογής.

ΜΗΚΟΤΟΜΗ

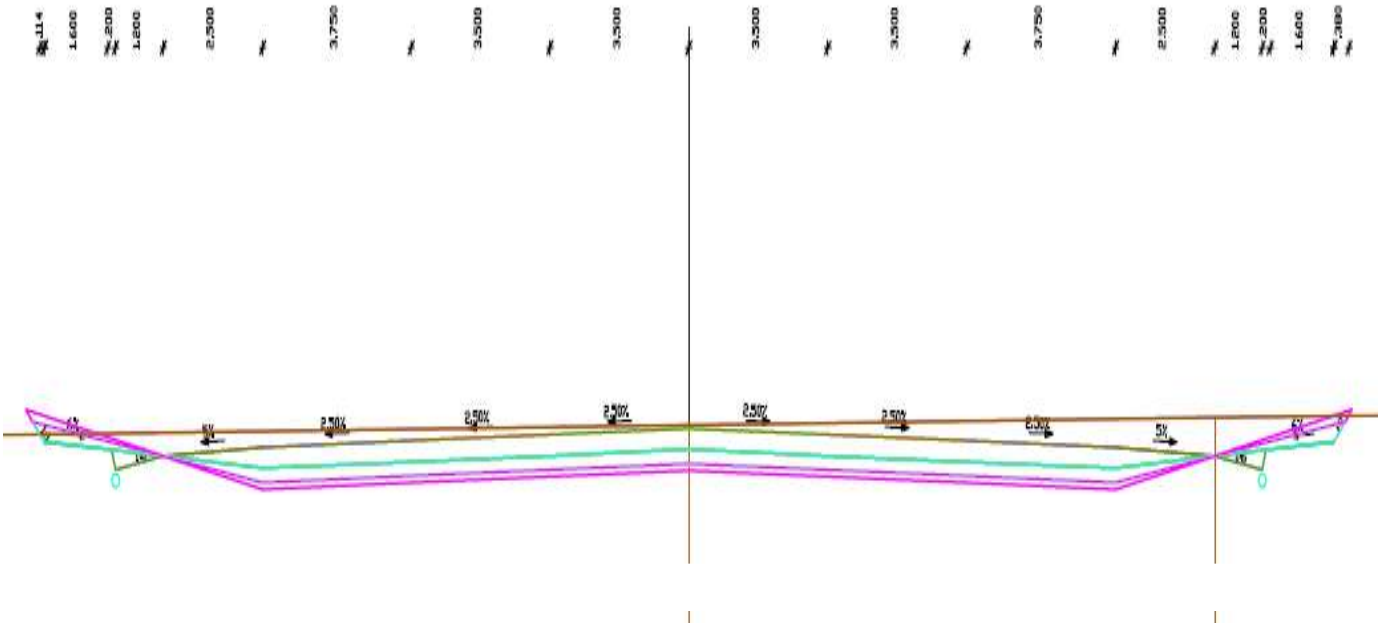
Μετά την οριζοντιογραφία προκύπτει από το πρόγραμμα η τομή εδάφους από την οποία παράγεται και το σχέδιο της μηκοτομής, αφού έχουμε συμπληρώσει καρτέλα <<ΣΗΜΑΙΕΣ>>.



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.23: ΜηκοτομήΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

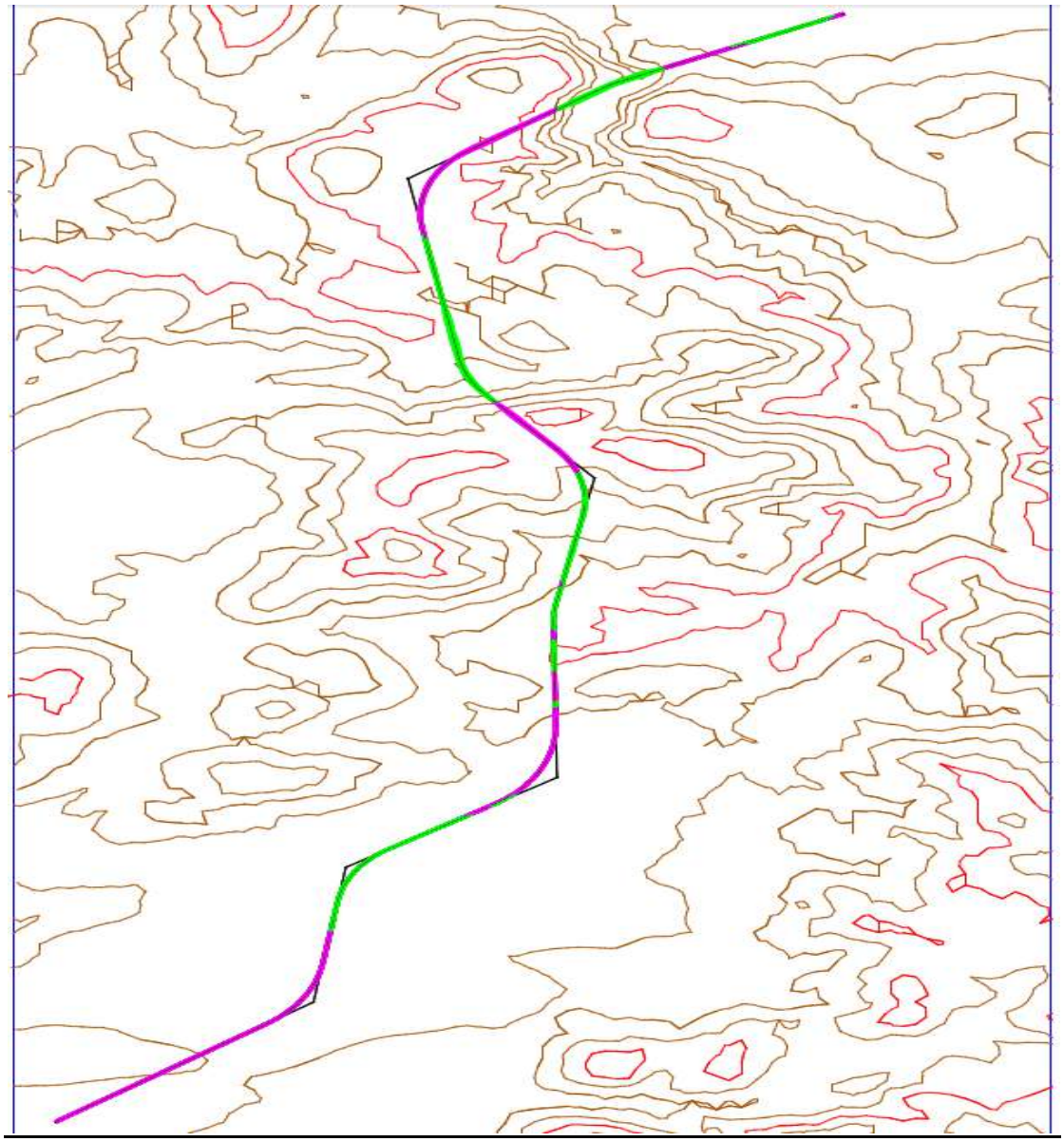
Στη συνέχεια το πρόγραμμα υλοποιεί τα απαραίτητα σχέδια και υπολογίζει τις ποσότητες και τους όγκους χωματισμών.

ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ



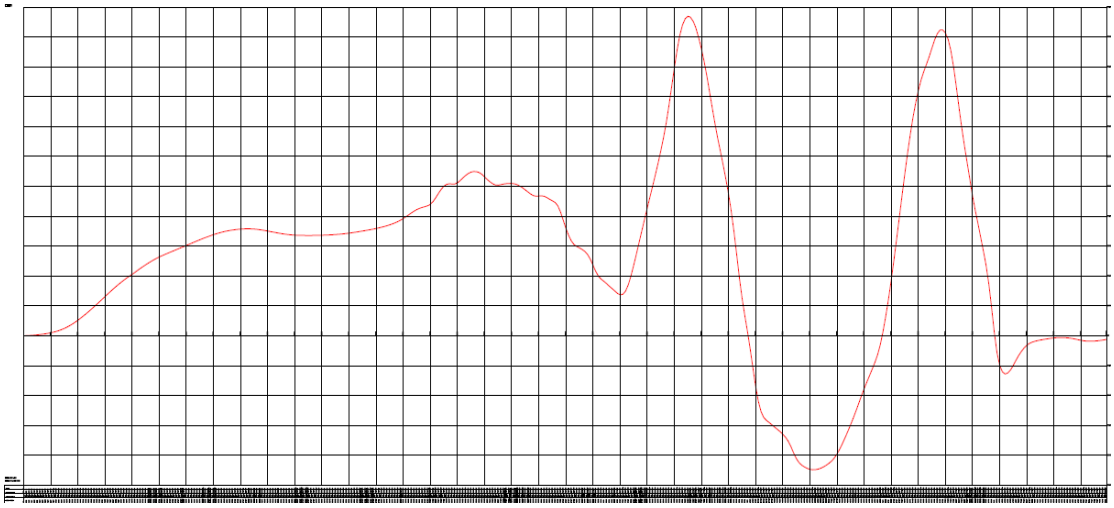
ΣΧΕΔΙΟ 4.3.24 : Τυπική Διατομή ΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.25: Οριζοντιογραφία Με ΠρανήΑυτοκινητόδρομουΤριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

ΣΧΕΔΙΟ BRUCKNER



ΣΧΕΔΙΟ 4.3.26: Σχέδιο BrucknerΑυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία που ακολούθησα προηγουμένως και με τις ποσότητες χωματισμών που δίνονται από το πρόγραμμα μπορώ να φτιάξω τον αναλυτικό προϋπολογισμό του έργου που είναι ο εξής :

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3.11: Προϋπολογισμός Μελέτης Αυτοκινητόδρομου Τριών Λωρίδων Ανά Κατεύθυνση

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	**Είδος εργασίας**	**Άρθρο Τιμολ.**	**Άρθρο Αναθεώρησης**	**Μον.**	**Ποσότητα**	**Τιμή Μονάδας**	**Απόσταση Μεταφοράς (km)**	**Δαπάνη (€)**
ΟΜΑΔΑ Α: ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ								
	ΕΚΣΚΑΦΕΣ							
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	**Α-1**	ΟΔΟ-1110	m^3	29.014	2,72	5,0	78.918
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	1.075.400	1,62	2,213	1.740.211
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	244.115	3,00	5,0	732.346
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	4.432	0,60	-	2.659

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο ΤιμοΛ	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-2**	ΟΔΟ-1123Α	m^3	12.600	3,00	5,0	37.800
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	460.886	7,82	2,213	3.603.297
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	104.621	9,20	5,0	962.511
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	1.899	6,80	-	12.915
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	**Α-3.3**	ΟΔΟ-1133Α	m^3	5.400	9,20	5,0	49.680
	ΔΑΝΕΙΑ - ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ							
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	**Α-18.1**	ΟΔΟ-1510	m^3	0	5,85	10,0	0
11	Κατασκευή επιχωμάτων	**Α-20**	ΟΔΟ-1530	m^3	1.542.617	1,05	-	1.619.748
	ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΠΡΑΝΩΝ - ΠΛΗΡΩΣΗ ΝΗΣΙΔΩΝ							
12	Επένδυση πρανών με φυτική γη	**Α-24.1**	ΟΔΟ-1610	m^2	0	0,65	-	0
13	Πλήρωση νησίδων με φυτική γη	**Α-25**	ΟΔΟ-1620	m^3	17.767	2,30	-	40.864
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Α ΣΑ =	**8.880.949**
	ΟΜΑΔΑ Β: ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ							
	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
14	Εκσκαφή θεμελίων τεχνικών έργων και τάφρων πλάτους έως 5,00m *	**Β-1**	ΟΔΟ-2151	m^3	26.397	6,40	5,0	168.939
	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ							
15	Κοιτοστρώσεις, περιβλήματα αγωγών, εξομαλυντικές στρώσεις κ.λπ. από σκυρόδεμα C12/15	**Β-29.2.2**	ΟΔΟ-2531	m^3	2.123	89,80	-	190.628
16	Μικροκατασκευές (φρεάτια, ορθογωνικές τάφροι κ.λπ.) με σκυρόδεμα C16/20	**Β-29.3.4**	ΟΔΟ-2532	m^3	7.914	126,00	-	997.212
	ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ-ΔΙΚΤΥΑ							
17	Εσωτερικής διαμέτρου 200mm	**12.03.01**	ΟΔΟ-2861	m	23.074	18,50	-	426.869
	ΓΕΩΥΦΑΣΜΑΤΑ							
18	Γεωύφασμα στραγγιστηρίων	**Β-64.1**	ΟΙΚ-7914	m^2	111.401	1,65	-	183.812
							ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Β ΣΒ =	**1.967.460**

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ								
α/α	Είδος εργασίας	Άρθρο ΤιμολΛ	Άρθρο Αναθεώρησης	Μον.	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Απόσταση Μεταφοράς (km)	Δαπάνη (€)
ΟΜΑΔΑ Γ: ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ								
19	Υπόβαση οδοστρωσίας συμπυκωμένου πάχους 0,10m *	**Γ-1.2**	ΟΔΟ-3111.Β	m^2	2.216.243	1,88	15,0	4.166.536
20	Βάση πάχους 0,10m (Π.Τ.Π. Ο-155) *	**Γ-2.2**	ΟΔΟ-3211.Β	m^2	1.369.895	1,98	15,0	2.712.392
21	Κατασκευή ερεισμάτων	**Γ-5**	ΟΔΟ-3311.Β	m^3	10.967	12,60	-	138.190
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Γ ΣΓ =								**7.017.118**
ΟΜΑΔΑ Δ: ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ								
22	Ασφαλτική προεπάλειψη	**Δ-3**	ΟΔΟ-4110	m^2	667.731	1,20	-	801.277
23	Ασφαλτική συγκολλητική επάλειψη	**Δ-4**	ΟΔΟ-4120	m^2	1.323.313	0,45	-	595.491
24	Ασφαλτική στρώση βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05m *	**Δ-5.1**	ΟΔΟ-4321.Β	m^2	664.694	7,36	15,0	4.888.821
25	Ασφαλτική στρώση κυκλοφορίας συμπυκνωμένου πάχους 0,05m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-8.1**	ΟΔΟ-4521.Β	m^2	661.150	7,96	15,0	5.259.450
26	Αντιολισθηρή ασφαλτική στρώση συμπυκνωμένου πάχους 0,04m με χρήση κοινής ασφάλτου *	**Δ-9.1**	ΟΔΟ-4521.Β1	m^2	659.126	9,00	15,0	5.934.766
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Δ ΣΔ =								**17.479.805**
ΟΜΑΔΑ Ε: ΣΗΜΑΝΣΗ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ								
27	Στηθαίο ασφαλείας ικανότητας συγκράτησης Ν2, λειτουργικού πλάτους W2	**Ε-1.1.6**	ΟΔΟ-2653	m	16.873	45,00	-	759.285
28	Διαγράμμιση οδοστρώματος με ανακλαστική βαφή	**Ε-17.1**	ΟΙΚ-7788	m^2	17.577	3,10	-	54.488
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΔΑΠΑΝΩΝ ΟΜΑΔΑΣ Ε ΣΕ =								**813.773**
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ =								**36.159.106**
Γ.Ε. & Ε.Ο. (18%) :								6.508.639
Μερικό Σύνολο (1) :								42.667.745
Απρόβλεπτα (έως 15% περίπου) :								
Μερικό Σύνολο (2) :								42.667.745
Αναθεώρηση (3%) :								1.280.032
Μερικό Σύνολο (3) :								43.947.777
Φ.Π.Α. (23%) :								10.107.989
ΣΥΝΟΛΟ :								**54.055.766**

4.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ

Παρατηρούμε ότι οι ποσότητες χωματισμών και τα κόστη των χαράξεων διαφέρουν σημαντικά, κάτι που έχει άμεση σχέση με τα χαρακτηριστικά στοιχεία της κάθε χάραξης και με το εύρος των επιτρεπόμενων τιμών που επιτρέπει ο εκάστοτε κανονισμός. Για τον λόγο αυτό θα παραθέσουμε και θα συγκρίνουμε τις ποσότητες αυτές και τα κόστη που δημιουργούν και στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να επεξηγήσουμε από πού προκύπτουν οι διαφορές αυτές, το οποίο θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τις ιδιαιτερότητες που έχουν οι σύγχρονοι κανονισμοί για τη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής σε σχέση με τους κανονισμούς οδοποιίαςκαι πώς αυτές διαμορφώνουν τελικά τη διαφορά κόστους ανάμεσα στις δύο αυτές χαράξεις.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΥΣ

Στους παρακάτω πίνακες παραθέτουμε τις ποσότητες χωματισμών και τα κόστη που προκύπτουν από την αντίστοιχη εργασία σε κάθε χάραξη και τα συγκρίνουμε με τα αντίστοιχα της σιδηροδρομικής γραμμής, βρίσκοντας τη διαφορά που έχουν εκφρασμένη επί τις εκατό με τη μονή και τη διπλή σιδηροδρομική γραμμή αντίστοιχα. Αρχικά δημιουργούμε ένα πίνακα σύγκρισης των ποσοτήτων χωματισμών που έχει η κάθε εργασία εκσκαφής για να δούμε σε ποιες από αυτές τις εργασίες οι σύγχρονοι κανονισμοί χάραξης επιφέρουν κάποια αλλαγή όσον αφορά τις ποσότητες αυτές και πόσο μεγάλη είναι αυτή η διαφορά σε σχέση με τις άλλες τρείς χαράξεις οδοποιίας. Στη συνέχεια δημιουργούμε έναν πίνακα σύγκρισης κόστους της κάθε εργασίας ανάμεσα στις χαράξεις αυτές για να δούμε πόσο επηρεάζεται το κόστος από τις παραπάνω διαφοροποιήσεις των ποσοτήτων. Τέλος κάνουμε μια γενική σύγκριση κόστους για τις χαράξεις αυτές που αφορά τα κόστη χωματουργικών, τα κόστη επιδομής και τα συνολικά κόστη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.1: Πίνακας Σύγκρισης Ποσοτήτων Χωματουργικών ΕργασιώνΜονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ		ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	19.129	16.763	-12,4	17.001	-11,1	29.014	51,7
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	604.922	250.536	-58,6	740.673	22,4	1.075.400	77,8
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	153.100	72.844	-52,4	181.598	18,6	244.115	59,4
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	1.945	1.706	-12,3	1.061	-45,4	4.432	127,8
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	12.600	6.477	-48,6	61.624	389,1	13.610	8,0
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	259.252	107.373	-58,6	317.431	22,4	460.886	77,8
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	65.620	31.219	-52,4	77.828	18,6	104.621	59,4
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	834	731	-12,3	455	-45,4	1.899	127,8
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	5.400	2.776	-48,6	26.410	389,1	5.830	8,0
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	0	0	-	0	-	0	-
11	Κατασκευή επιχωμάτων	866.953	360.346	-58,4	1.059.620	22,2	1.542.617	77,9

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.2: Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Χωματουργικών Εργασιών Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
		ΚΟΣΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	52.031	45.594	-12,4	46.243	-11,1	78.918	51,7
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	988.046	452.859	-54,2	1.196.612	21,1	1.740.211	76,1
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	459.300	218.531	-52,4	544.793	18,6	732.346	59,4
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	1.167	1.024	-12,3	637	-45,4	2.659	127,8
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	37.800	19.430	-48,6	184.871	389,1	37.800	0,0
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	2.030.812	859.793	-57,7	2.480.906	22,2	3.603.297	77,4
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	603.704	287.213	-52,4	716.013	18,6	962.511	59,4
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	5.669	4.973	-12,3	3.093	-45,4	12.915	127,8
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	49.680	25.537	-48,6	242.973	389,1	49.680	0,0
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	0	0	-	0	-	0	-
11	Κατασκευή επιχωμάτων	910.301	378.364	-58,4	1.112.601	22,2	1.619.748	77,9
12	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	5.138.510	2.293.316	-55,4	6.528.742	27,1	8.840.085	72,0

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.3: Γενικός Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΕΙΔΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
	ΚΟΣΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ	5.138.510	2.293.316	-55,4	6.528.742	27,1	8.840.085	72,0
ΕΠΙΔΟΜΗ	12.869.944	10.752.280	-16,5	10.993.904	-14,6	27.278.157	112,0
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	18.008.454	13.045.596	-27,6	17.522.646	-2,7	36.118.242	100,6

Στους παραπάνω πίνακες σημειώνονται με κόκκινο χρώμα οι τιμές των χαράξεων οδοποιίας που υστερούν κατά πολύ αυτές της μονής σιδηροδρομικής γραμμής , με ροζ αυτές πουυστερούνσε σημαντικό αλλά μικρότερο βαθμό από τις κόκκινες τις τιμές της μονής σιδηροδρομικής γραμμής, με πράσινο αυτές που υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές της μονής σιδηροδρομικής γραμμής , με λαχανί αυτές που υπερβαίνουν σε σημαντικό αλλά μικρότερο βαθμό από τις πράσινες τις τιμές της μονής σιδηροδρομικής γραμμής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.4: Πίνακας Σύγκρισης Ποσοτήτων Χωματουργικών Εργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ		ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
		ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	17.806	16.763	-5,9	17.001	-4,5	29.014	62,9
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	808.808	250.536	-69,0	740.673	-8,4	1.075.400	33,0
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	160.706	72.844	-54,7	181.598	13,0	244.115	51,9
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	1.292	1.706	32,0	1.061	-17,9	4.432	243,0
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	0	6.477	-	61.624	-	13.610	-
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	346.632	107.373	-69,0	317.431	-8,4	460.886	33,0
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	68.874	31.219	-54,7	77.828	13,0	104.621	51,9
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	554	731	32,0	455	-17,9	1.899	243,0
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	0	2.776	-	26.410	-	5.830	-
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	20.111	0	-	0	-	0	-
11	Κατασκευή επιχωμάτων	1.157.286	360.346	-68,9	1.059.620	-8,4	1.542.617	33,3

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.5: Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Χωματουργικών Εργασιών Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

	ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
		ΚΟΣΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
1	Εκσκαφή χαλαρών εδαφών *	48.432	45.594	-5,9	46.243	-4,5	78.918	62,9
2	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	1.675.850	452.859	-73,0	1.196.612	-28,6	1.740.211	3,8
3	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	482.118	218.531	-54,7	544.793	13,0	732.346	51,9
4	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (εσωτερικές μεταφορές)	775	1.024	32,0	637	-17,9	2.659	243,0
5	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος γαιώδες - ημιβραχώδες (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	0	19.430	-	184.871	-	37.800	-
6	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος) *	2.867.340	859.793	-70,0	2.480.906	-13,5	3.603.297	25,7
7	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών) *	633.641	287.213	-54,7	716.013	13,0	962.511	51,9
8	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (εσωτερικές μεταφορές)	3.766	4.973	32,0	3.093	-17,9	12.915	243,0
9	Γενικές εκσκαφές σε έδαφος βραχώδες χωρίς χρήση εκρηκτικών (μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση) *	0	25.537	-	242.973	-	49.680	-
10	Συνήθη δάνεια υλικών Κατηγορίας Ε1 έως Ε4 *	117.649	0	-	0	-	0	-
11	Κατασκευή επιχωμάτων	1.215.150	378.364	-68,9	1.112.601	-8,4	1.619.748	33,3
12	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	6.927.073	2.293.316	-66,9	6.528.742	-5,8	8.840.085	27,6

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4.5: Γενικός Πίνακας Σύγκρισης Κόστους Διπλής Σιδηροδρομικής Γραμμής

ΕΙΔΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ	ΟΔΙΚΟ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (1 ΛΩΡΙΔΑ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)		ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΣ (3 ΛΩΡΙΔΕΣ/ΚΑΤΕΥΘΗΝΣΗ)	
	ΚΟΣΤΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)	ΚΟΣΤΟΣ	ΔΙΑΦΟΡΑ(%)
ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ	7.085.586	2.293.316	-67,6	6.528.742	-7,9	8.840.085	24,8
ΕΠΙΔΟΜΗ	24.321.920	10.752.280	-55,8	10.993.904	-54,8	27.278.157	12,2
ΣΥΝΟΛΙΚΟ	31.407.506	13.045.596	-58,5	17.522.646	-44,2	36.118.242	15,0

Στους παραπάνω πίνακες σημειώνονται με κόκκινο χρώμα οι τιμές των χαράξεων οδοποιίας που υστερούν κατά πολύ αυτές της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής , με ροζ αυτές που υστερούν σε σημαντικό αλλά μικρότερο βαθμό από τις κόκκινες τις τιμές της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής, με πράσινο αυτές που υπερβαίνουν κατά πολύ αυτές της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής , με λαχανί αυτές που υπερβαίνουν σε σημαντικό αλλά μικρότερο βαθμό από τις πράσινες τις τιμές της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής.

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΟΣΤΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΡΑΞΗΣ

Οι διαφορές που προκύπτουν στις παραπάνω τιμές τόσο των ποσοτήτων χωματισμών όσο και του κόστους των πέντε χαράξεων είναι αποτέλεσμα των διαφορών που υπάρχουν στους κανονισμούς χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής και αυτούς της οδοποιίας. Συνεπώς εξηγώντας τους λόγους που οδήγησαν σε αυτές τις διαφορές μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τα βασικά στοιχεία που διαφοροποιούν τις δύο αυτές χαράξεις και τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία αυτά επιδρούν στη μορφή και το κόστος του κάθε έργου. Επίσης τα στοιχεία αυτά θα μας βοηθήσουν να διαμορφώσουμε κάποια αντικειμενικά κριτήρια σχετικά με τη διαφορά κόστους μιας σιδηροδρομικής χάραξης και μιας χάραξης οδοποιίας και σε ποιες περιπτώσεις το κόστος του ενός ξεπερνάει το κόστος του άλλου. Οι διαφορές κόστους εντοπίζονται σε δύο σημεία, στα χωματουργικά και στην επιδομή.

Χωματουργικά

-Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή

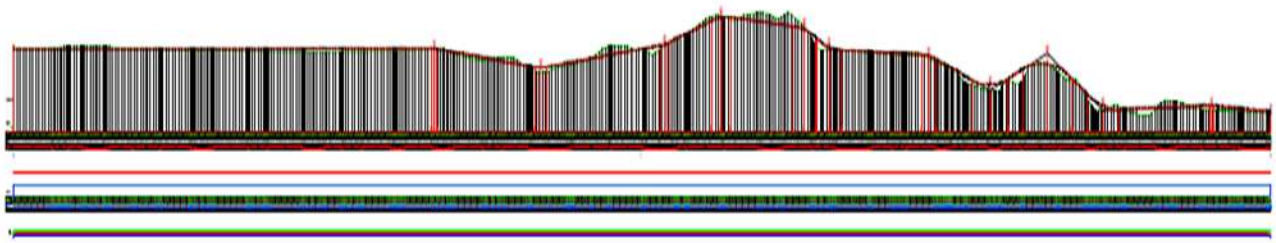
Αρχικά παρατηρούμε ότι οι όγκοι εκσκαφής χαλαρών εδαφώναναλογικά με την τυπική διατομή της κάθε χάραξης είναι μεγαλύτεροι στη σιδηροδρομική γραμμή από ότι στις άλλες χαράξεις. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι στη σιδηροδρομική γραμμή έχω πολύ μικρότερες κλίσεις, το οποίο με αναγκάζει να κινούμαι πολύ πιο κοντά στο έδαφος το οποίο συνεπάγεται με εκσκαφή περισσότερων χαλαρών εδαφών.

Στις υπόλοιπες ποσότητες εκσκαφής παρατηρείται μια σχετική ομοιομορφία. Οι ποσότητες χωματισμών της τοπικής οδού είναι λιγότερες από αυτές της μονής σιδηροδρομικής γραμμή. Στον αυτοκινητόδρομο μίας λωρίδας ανά κατεύθυνση οι ποσότητες έχουν κατά κύριο λόγο μικρές διαφορές ενώ φαίνεται ότι σε άλλες εργασίες εκσκαφής η μονή σιδηροδρομική γραμμή έχει λιγότερους όγκους χωματισμών και σε άλλες συμβαίνει το αντίθετο. Τέλος στον αυτοκινητόδρομο τριών λωρίδων ανά κατεύθυνση οι ποσότητες χωματισμών είναι μεγαλύτερες από αυτές της σιδηροδρομικής γραμμή. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να δικαιολογηθούν ως εξής:

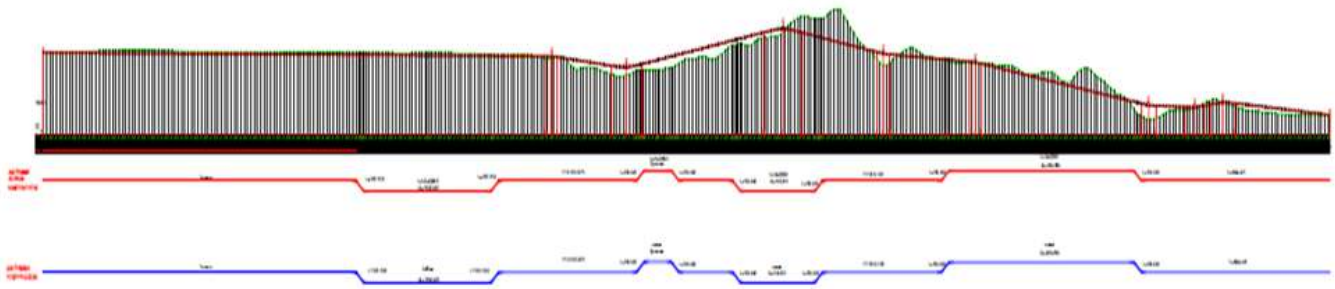
Στο τοπικό οδικό δίκτυο οι επιτρεπόμενες κατά μήκος κλίσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές της σιδηροδρομικής γραμμής (5 ή 6% έναντι 1,4% αντίστοιχα) και οι τιμές των καμπύλων μηκοτομής είναι μικρότερες από τις

επιτρεπόμενες στη σιδηροδρομική (R=9.000μέναντι R=20.000μαντίστοιχα) το οποίο επιτρέπει μεγαλύτερη ταύτιση της μηκοτομής με το φυσικό έδαφος συνεπώς μικρότερους όγκους χωματισμών και μικρότερες αποστάσεις μεταφοράς το οποίο δικαιολογεί και τη μεγάλη διαφορά κόστους ανάμεσα στα δύο.

Μηκοτομή τοπικού οδικού δικτύου :

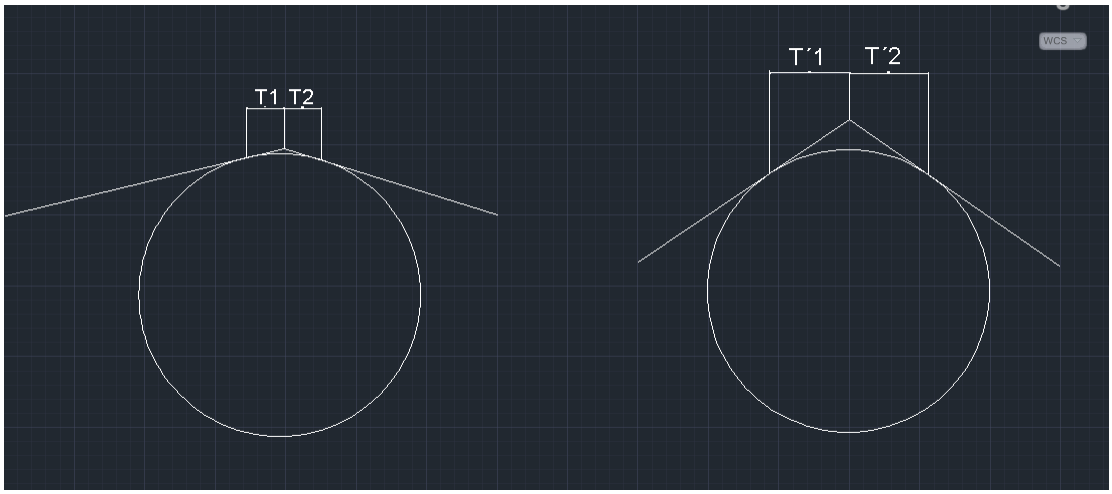


Μηκοτομή μονής σιδηροδρομικής γραμμής :



Στον αυτοκινητόδρομο με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση οι επιτρεπόμενες κατά μήκος κλίσεις είναι μεγαλύτερες από αυτές της σιδηροδρομικής γραμμής όμως και οι ακτίνες της καμπύλης της μηκοτομής είναι μεγαλύτερες (R=52000m) , το οποίο

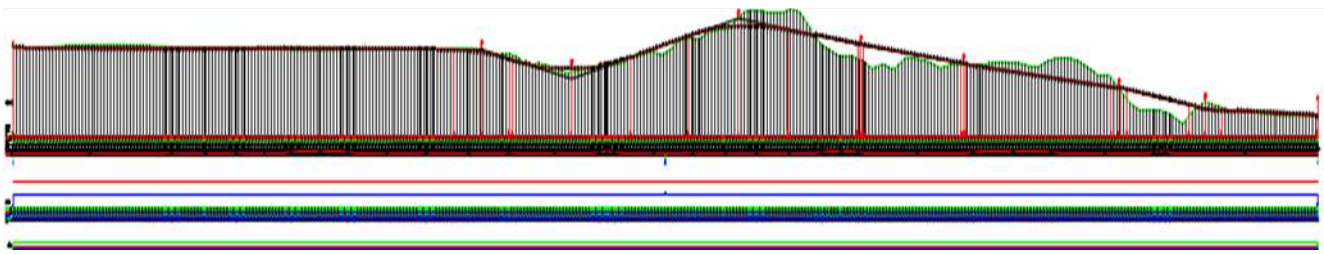
σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες κλίσεις απαιτούν πιο αραιά τοποθέτηση των κορυφών της μηκοτομής (σχήμα 1) , ώστε να αποφεύγονται οι πιθανές εμπλοκές μεταξύ τους.



ΣΧΗΜΑ 5.4.1: Διαφορά Μήκους Κυκλικής Προσαρμογής για Διαφορετικές Οριζόντιες Κλίσεις

Σύμφωνα με τα παραπάνω στη μηκοτομή του αυτοκινητοδρόμου με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση οι μεγαλύτερες κατά μήκος κλίσεις μας επιτρέπουν μεγαλύτερη ταύτιση της μηκοτομής με το φυσικό έδαφος από ότι στη σιδηροδρομική γραμμή αλλά τα μεγάλα καμπύλα τμήματα που προκύπτουν επιβάλλουν αραιότερες κορυφές στη μηκοτομή το οποίο δικαιολογεί και την τόσο μικρή διαφορά στις ποσότητες και τα κόστη των χωματισμών ανάμεσα στον αυτοκινητόδρομο με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση και στην μονή σιδηροδρομική γραμμή.

Μηκοτομήαυτοκινητοδρόμου με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση:



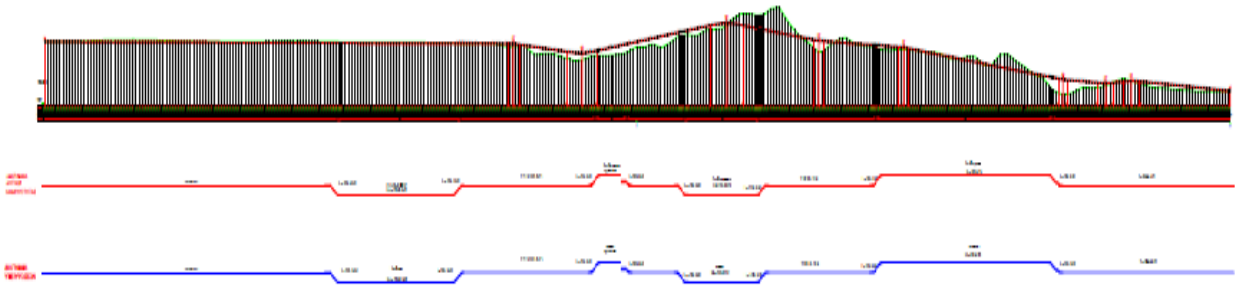
Στον αυτοκινητόδρομο με τρείς λωρίδες ανά κατεύθυνση οι τόσο μεγάλες διαφορές ποσοτήτων και κόστους οφείλονται στη τυπική διατομή πού αυξάνει σημαντικά τις ποσότητες χωματισμών στην κάθε διατομή παρά το γεγονός ότι η μηκοτομή του είναι σχεδόν ίδια με τον αυτοκινητόδρομο με μία λωρίδα ανά κατεύθυνση.

-Διπλή Σιδηροδρομική Γραμμή

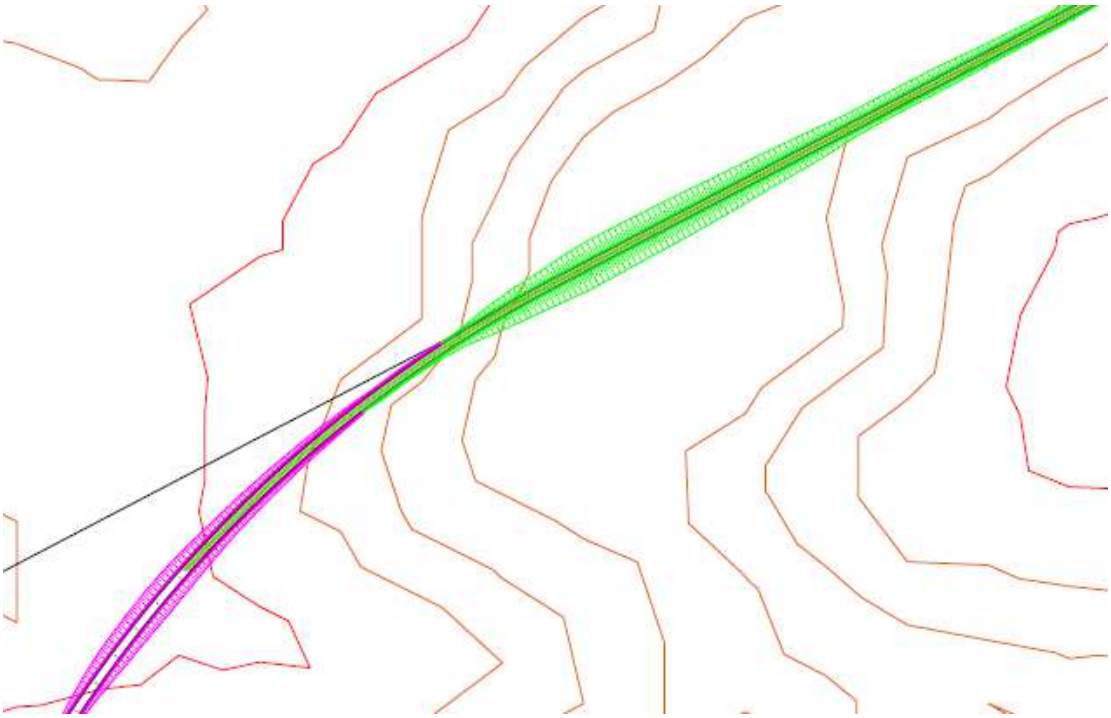
Στον πίνακα σύγκρισης ποσοτήτων χωματισμών της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής παρατηρείται επίσης μια σχετική ομοιομορφία των αποτελεσμάτων. Οι ποσότητες χωματισμών της τοπικής οδού είναι σημαντικά λιγότερες από αυτές της διπλής σιδηροδρομικής γραμμή. Στον αυτοκινητόδρομο μίας λωρίδας ανά κατεύθυνση οι ποσότητες έχουν κατά κύριο λόγο μικρές διαφορές με τις ποσότητες του αυτοκινητόδρομου να είναι μικρότερες. Τέλος στον αυτοκινητόδρομο τριών λωρίδων ανά κατεύθυνση οι ποσότητες χωματισμών είναι μεγαλύτερες από αυτές της σιδηροδρομικής γραμμή. Επίσης παρατηρούμε ότι οι ποσότητες χωματισμών της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής επιφέρουν μεγαλύτερο κόστος λόγω της μεγαλύτερης μέσης απόστασης μεταφοράς. Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να δικαιολογηθούν ως εξής:

Λόγω της μεγαλύτερης τυπικής διατομής της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής σε σχέση με τη μονή αναγκαζόμαστε να χρησιμοποιήσουμε όσο το δυνατόν πιο ήπιες κατακόρυφες κλίσεις και μικρότερη διαφορά μεταξύ των κλίσεων αυτών, ώστε να μειώσουμε τους όγκους χωματισμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η μέση απόσταση μεταφοράς των χωματισμών λόγω των μικρών διαφορών των κλίσεων αλλά να υπάρχει μεγαλύτερη ταύτιση της χάραξης με το φυσικό έδαφος, κάτι που δημιουργεί πολλές μεικτές διατομές και συνεπώς περισσότερες εσωτερικές μετακινήσεις χωματισμών που μειώνουν το κόστος. Έτσι το κόστος μπορεί να αυξάνεται αλλά οι ποσότητες χωματισμών σε σχέση με το πλάτος της τυπικής διατομής μειώνονται συγκριτικά με τις άλλες χαράξεις .

Μηκοτομή διπλής σιδηροδρομικής γραμμής :



Παράδειγμα μεικτών διατομών στην διπλή σιδηροδρομική γραμμή :



Επίσης η διαφοροποίηση των ποσοτήτων χωματισμών της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής σε σχέση με τα δεδομένα της χάραξης και τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συγκριτικά με τις χαράξεις οδοποιίας οφείλεται στους ίδιους λόγους που διαφοροποιούν και τη μονή σιδηροδρομική γραμμή και οι οποίοι εξηγήθηκαν παραπάνω.

Επιδομή

Και οι πέντε χαράξεις έχουν παραπλήσιο μήκος. Πιο συγκεκριμένα η μονή σιδηροδρομική γραμμή 19.527μ,η διπλή σιδηροδρομική γραμμή 19.538μ, το τοπικό οδικό δίκτυο 19.872μ , ο αυτοκινητόδρομος με μια λωρίδα ανά κατεύθυνση 19.974μ καιο αυτοκινητόδρομος με τρείς λωρίδες ανά κατεύθυνση 19.974μ

Λόγω της παραπλήσιας τυπικής διατομής ανάμεσα στοτοπικό οδικό δίκτυο και στον αυτοκινητόδρομο με μια λωρίδα ανά κατεύθυνση το κόστος επιδομής των δύο είναι σχεδόν ίδιο με τον αυτοκινητόδρομο να είναι λίγο πιο ακριβός λόγω του μεγαλύτερους μήκους οριογραμμών σε όρυγμα που προκύπτουν λόγω των διαφορών χάραξης στη μηκοτομή.

Το κόστος επιδομής της διπλής σιδηροδρομικής είναι το διπλάσιο από αυτό της μονής καθώς έχουν σχεδιαστεί για ίδιο μέγιστο αξονικό φορτίο.

Το κόστος επιδομής της σιδηροδρομικήςανά γραμμή είναι κατά 14% ακριβότερο από αυτό του αυτοκινητοδρόμουανά λωρίδα και κατεύθυνση λόγω του μεγαλύτερου κόστους προμήθειας υλικών και του μεγαλύτερου κόστους εργασιών

Το κόστος επιδομήςτου αυτοκινητοδρόμου με τρείς λωρίδες ανά κατεύθυνση είναι το διπλάσιο από αυτό της σιδηροδρομικής γραμμής λόγω της μεγαλύτερης τυπικής διατομής του και των ποσοτήτων των ασφαλτικών που απαιτούνται.

4.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Από τους παραπάνω πίνακες διαπιστώνουμε ότι το κόστος της μονής σιδηροδρομικής γραμμής είναι παραπλήσιο με αυτό του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση. Πιο συγκεκριμένα το κόστος των εργασιών χωματισμών της μονής σιδηροδρομικής γραμμής είναι μικρότερο ενώ το κόστος επιδομής είναι μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα κόστη του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση. Αυτό σε συνδυασμό με το ότι το κόστος χωματουργικών εργασιών αυξάνεται κατά πολύ όσο η σύσταση του εδάφους τείνει προς το βραχώδες δείχνει

ότι σε διαφορετικές συστάσεις εδάφους το κόστος μιας μονής σιδηροδρομικής γραμμής και αυτό ενός αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση μπορούν να εξισορροπήσουν. Το ίδιο δεν ισχύει για τις άλλες δύο χαράξεις καθώς σε αυτές το κόστος χωματισμών βγαίνει σημαντικά πιο διαφορετικό. Επίσης η ίδια σύγκριση δεν κρίνεται σκόπιμη στη διπλή σιδηροδρομική γραμμή καθώςτο κόστος χωματισμών και επιδομής βγαίνει σημαντικά διαφορετικό από αυτό των χαράξεων οδοποιίας. Συνεπώς θα προσπαθήσουμε να διαμορφώσουμε κάποιες συναρτήσεις κόστους οι οποίες θα σχετίζουν τους όγκους χωματισμών με τα χιλιόμετρα, το ποσοστό εδάφους γαιώδες –ημιβραχώδες και το ποσοστό βραχώδους εδάφους και με τις συναρτήσεις αυτές θα προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε για ποία από τα παραπάνω ποσοστά το κόστος των δύο αυτών χαράξεων συγκλίνει. Στόχος μας είναι να διαπιστώσουμε πως η σύσταση του εδάφους χάραξης μπορεί να επιδράσει στη διαφορά κόστους των δύο έργων.

ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ ΚΟΣΤΟΥΣ

Θεωρώ ότι οι ποσότητες χωματισμών των χαράξεων είναι αντιπροσωπευτικές καθώς το μήκος χάραξης είναι μεγάλο ,υπάρχει μεγάλη ανομοιομορφία στο ανάγλυφο και καλύπτονται μεγάλες υψομετρικές διαφορές (πολλές φορές χρησιμοποιούνται οι μέγιστες επιτρεπόμενες κλίσεις). Επομένως συσχετίζω τις ποσότητες αυτές με τα χιλιόμετρα της εκάστοτε χάραξης για να δημιουργήσω μια συνάρτηση χιλιομέτρων-κόστους που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χαράξεις διαφορετικού μήκους. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσω τις συναρτήσεις αυτές για να συγκρίνω το κόστος μιας μονής σιδηροδρομικής γραμμής με τους νέους κανονισμούς χάραξης με αυτό ενός αυτοκινητοδρόμου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση (καθώς οι προϋπολογισμοί τους έχουν μικρή απόκλιση ο ένας από τον άλλο), για να διαπιστώσω που συγκλίνουν για διαφορετικές συστάσεις εδάφους.

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή

Συνολικό μήκος γραμμής: 19,53km

Εκσκαφή χαλαρών εδαφών: 19.129 m3

Γενικές εκσκαφές-χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος: 864.174 m3

Γενικές εκσκαφές-εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών: 218.714 m3

Γενικές εκσκαφές-εσωτερικές μεταφορές: 2.778 m3

Γενικές εκσκαφές-μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση: 18.000 m3

Κατασκευή επιχωμάτων: 866.953 m3

Μέση Απόσταση Μεταφοράς: 2,24km

Επικαιροποιμένες Τιμές Μονάδας Εργασιών από ΦΕΚ 2013

Έστω χ= ποσοστό εδάφους γαιώδες - ημιβραχώδες

Έστω ψ= ποσοστό εδάφους βραχώδες

Χ=100-ψ

Έστω Ζ τα χιλιόμετρα της χάραξης

Από τον προϋπολογισμό προκύπτει:

Κόστος Χωματισμών = 2,72€/m3*19.129m3/19,53km+1,63€/m3*χ*864.174m3/19,53km+3€/m3*χ*218.714m3/19,53km+0,6€/m3*χ*2.778m3/19,53km+3€/m3*χ*18.000m3/19,53km+7,83€/m3*ψ*864.174m3/19,53km+9,20€/m3*ψ*218.714m3/19,53km+6,80€/m3*ψ*2.778m3/19,53km+9,20€/m3*ψ*18.000m3/19,53km+1,05€/m3*866.953m3/19,53km

=49.175,68+108.572,06*χ+458.942,22*ψ €/km

Επαλήθευση : για μήκος γραμμής 19,53km , ποσοστό εδάφους γαιώδες –ημιβραχώδες χ=0,7 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,3 → Κόστος Χωματισμών= 5.138.510 € ίδιο με τον προϋπολογισμό

Κόστος Επιδομής = 12.869.944 €/19,53km=658.983 €/km

Συνολικό Κόστος = 708.158,68+108.572,06*χ+458.942,22*ψ €/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση

Συνολικό μήκος χάραξης : 19,97km

Εκσκαφή χαλαρών εδαφών: 17.001 m3

Γενικές εκσκαφές-χρήση των προϊόντων εκσκαφής για κατασκευή επιχώματος: 1.058.104m3

Γενικές εκσκαφές-εκσκαφή ακατάλληλων εδαφών: 259.425 m3

Γενικές εκσκαφές-εσωτερικές μεταφορές: 1.516 m3

Γενικές εκσκαφές-μεταφορά των προϊόντων εκσκαφής προς απόθεση: 88.033 m3

Κατασκευή επιχωμάτων: 1.059.620 m3

Μέση Απόσταση Μεταφοράς: 2,20km

Επικαιροποιμένες Τιμές Μονάδας Εργασιών από ΦΕΚ 2013

Έστω χ= ποσοστό εδάφους γαιώδες - ημιβραχώδες

Έστω ψ= ποσοστό εδάφους βραχώδες

Χ=100-ψ

Έστω Ζ τα χιλιόμετρα της χάραξης

Από τον προϋπολογισμό προκύπτει:

Κόστος Χωματισμών = 2,72€/m3*17.001m3/19,97km+1,62€/m3*χ*1.058.104m3/19,97km+3€/m3*χ*259.425m3/19,97km+0,6€/m3*χ*1.516m3/19,97km+3€/m3*χ*88.033m3/19,97km+7,82€/m3*ψ*1.058.104m3/19,97km+9,20€/m3*ψ*259.425m3/19,97km+6,80€/m3*ψ*1.516m3/19,97km+9,20€/m3*ψ*88.033m3/19,97km+1,05€/m3*1.059.620m3/19,97km

=58.029,22+138.077,72*χ+574.927,17*ψ €/km

Επαλήθευση : για μήκος χάραξης 19,97km , ποσοστό εδάφους γαιώδες –ημιβραχώδες χ=0,7 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,3 → Κόστος Χωματισμών= 6.528.742 € ίδιο με τον προϋπολογισμό

Κόστος Επιδομής = 10.993.904€/19,97km=550.520,98 €/km

Συνολικό Κόστος = 608.550,20+138.077,72*χ+574.927,17*ψ €/km

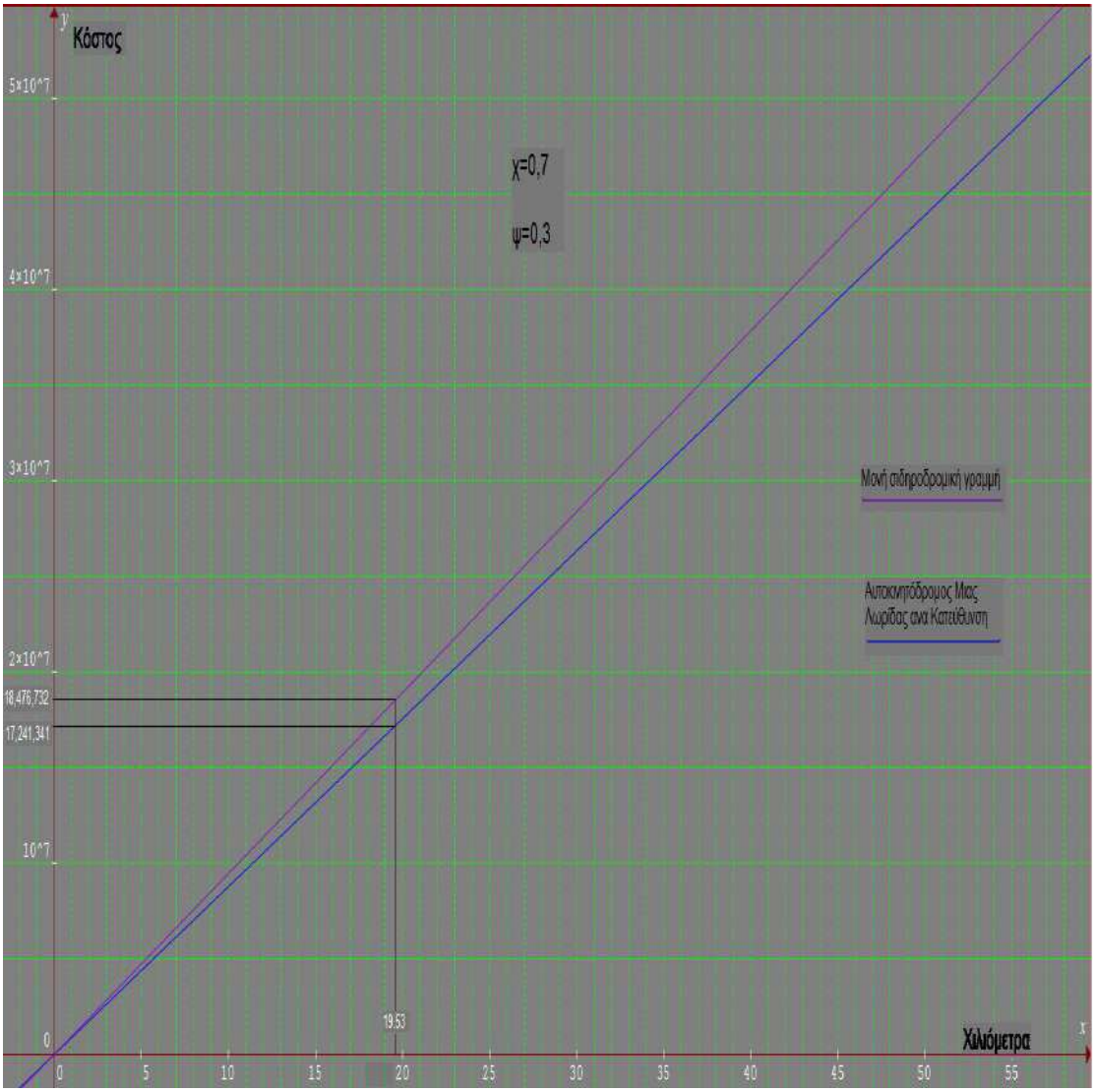
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ

Από τη σύγκριση των δυο συναρτήσεων κόστους βλέπω ότι η μονή σιδηροδρομική γραμμή έχει μεγαλύτερο κόστος επιδομής ανά χιλιόμετρο από τον αυτοκινητόδρομο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση, όμως οι ποσότητες χωματισμών είναι αρκετά μικρότερες κυρίως λόγω του μικρότερου πλάτους της τυπικής διατομής τους. Αυτό σε συνδυασμό με τη μεγάλη αύξηση του κόστους χωματουργικών εργασιών σε βραχώδες έδαφος έναντι αυτών σε έδαφος

γαιώδες –ημιβραχώδες μπορεί να μειώσει σημαντικά τη διαφορά κόστους ανάμεσα στη μονή σιδηροδρομική γραμμή και στον αυτοκινητόδρομο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση.

Πιο συγκεκριμένα :

–Για ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,7 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,3 η συνάρτηση κόστους της μονής σιδηροδρομικής γραμμής είναι 921.841,78€/km ενώ η αντίστοιχη του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση είναι 877. 682,75€/km δηλαδή έχουν διαφορά κόστους 44.159,03€/km άρα ο αυτοκινητόδρομος μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση είναι κατά4,7% πιο φθηνός από τη μονή σιδηροδρομική γραμμή όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2.9.1: Διαφορά Κόστους για ΠοσοστόΓια Εδάφους Γαιώδες – Ημιβραχώδες χ=0,7 και Εδάφους Βραχώδες ψ=0,3

Αυτή η διαφορά οφείλεται στο μεγάλο κόστος επιδομής της μονής σιδηροδρομικής γραμμής το οποίο επισκιάζει το κόστος των χωματουργικών έργων της το οποίο είναι σημαντικά μικρότερο των αντίστοιχων χωματουργικών εργασιών του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση. Συγκριτικά :

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 262.87,03 €/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 327.161,77 €/km

Κόστος Επιδομής

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 658.983€/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 550.520,98 €/km

Συνολικό Κόστος

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή:921.841,78€/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση:877.682,75 €/km

–Για ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,5 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,5 τα αντίστοιχα επιμέρους κόστη διαμορφώνονται ως εξής:

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 332.932,82 €/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 414.531,66 €/km

Κόστος Επιδομής

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 658.983€/km

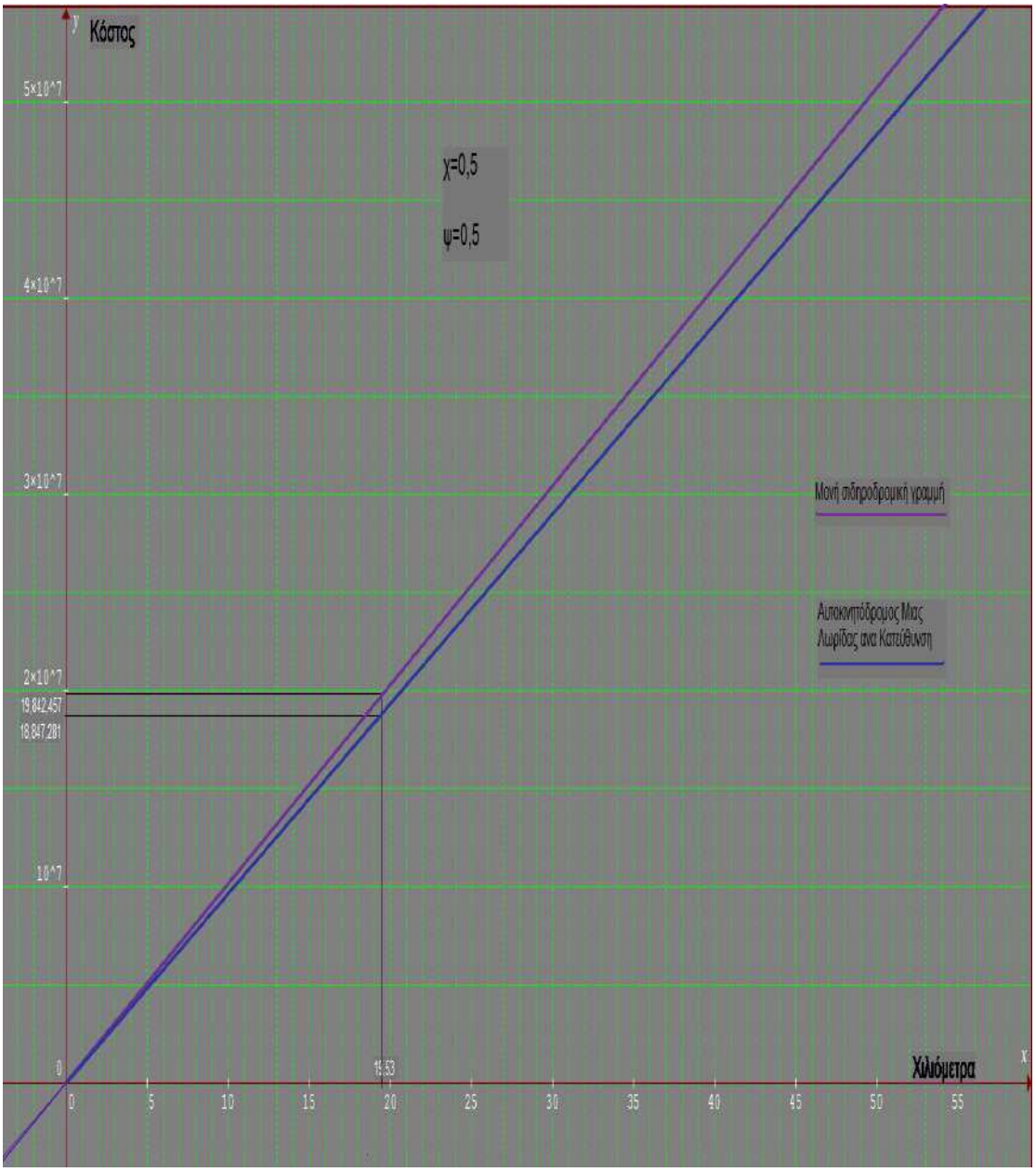
Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 550.520,98 €/km

Συνολικό Κόστος

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 991.915,82 €/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση:965.052,64€/km

Από τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνω ότι η διαφορά στο συνολικό κόστος για αυτή τη σύσταση εδάφους έχει μειωθεί στα 26.863,18€/km έναντι των44.159,03 €/km που ήταν στην προηγούμενη και το οποίο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2.9.2: Διαφορά Κόστους για ΠοσοστόΓια Εδάφους Γαιώδες – Ημιβραχώδες χ=0,5 και Εδάφους Βραχώδες ψ=0,5

Η σύγκλιση αυτή των διαγραμμάτων κόστους οφείλεται στη σύσταση του εδάφους. Για σύσταση εδάφους βραχώδες το κόστος χωματουργικών εργασιών αυξάνεται πολύ περισσότερο από το κόστος των αντίστοιχων εργασιών για σύσταση εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες . Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μονή σιδηροδρομική γραμμή ,που έχει λιγότερους όγκους χωματισμών λόγω της τυπικής της διατομής από τον αυτοκινητόδρομο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση , να έχει όλο και μικρότερο κόστος χωματουργικών συγκριτικά με τον αυτοκινητόδρομο όσο η σύσταση του εδάφους τείνει περισσότερο προς το βραχώδες . Αυτό εξισορροπεί το μεγάλο κόστος επιδομής της μονής σιδηροδρομικής γραμμής με αποτέλεσμα τα συνολικά κόστη των δύο έργων να συγκλίνουν.

–Για ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,3 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,7 τα αντίστοιχα επιμέρους κόστη διαμορφώνονται ως εξής:

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 403.006,85€/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 501.901,55 €/km

Κόστος Επιδομής

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 658.983€/km

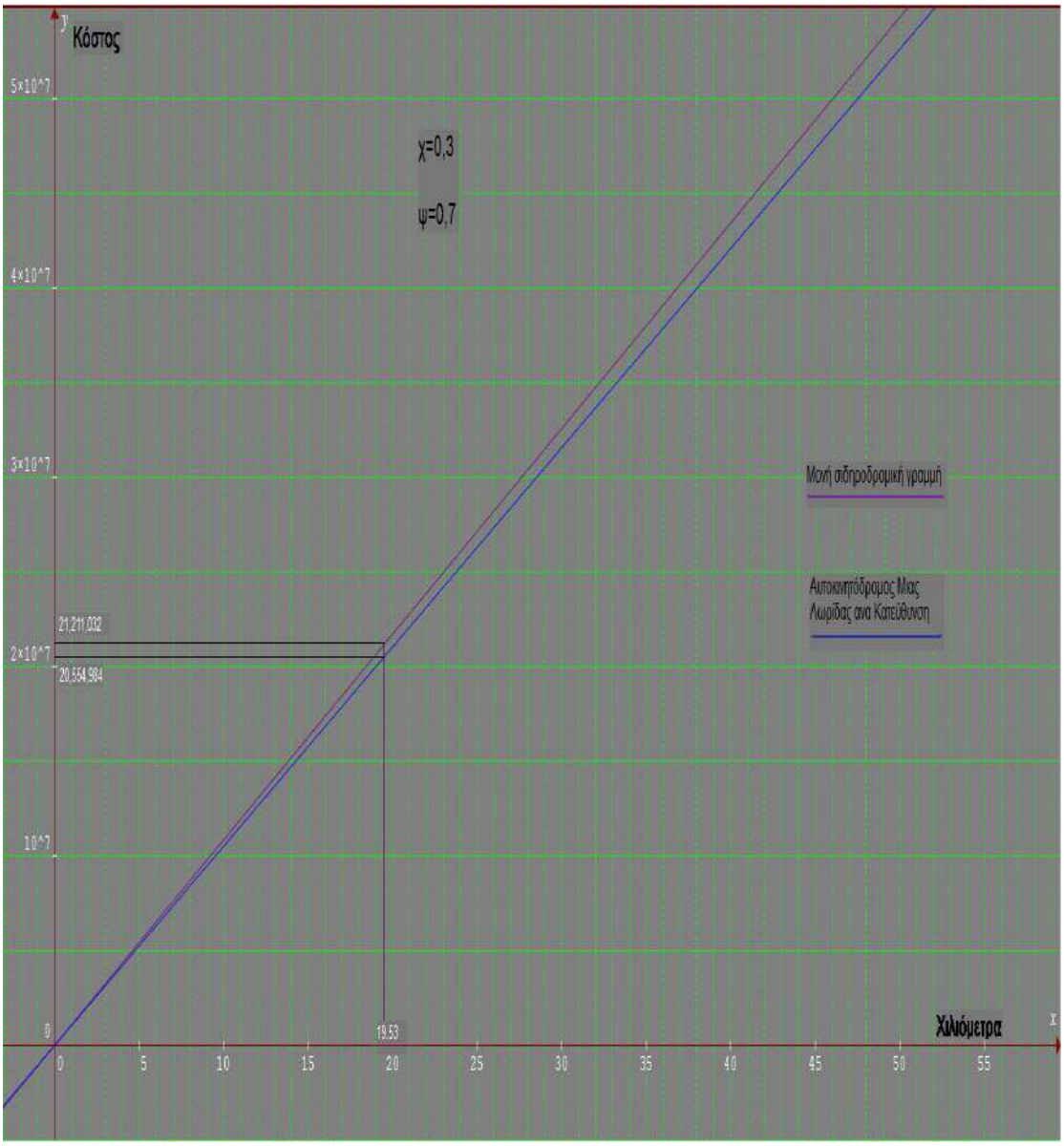
Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση: 550.520,98 €/km

Συνολικό Κόστος

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή: 1.061.989,852€/km

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση:1.052.422,53 €/km

Από τα παραπάνω στοιχεία διαπιστώνω ότι η διαφορά στο συνολικό κόστος για αυτή τη σύσταση εδάφους έχει μειωθεί στα 9.57,32€/km έναντι των 26.863,18 €/km και44.159,03 €/km που ήταν στις προηγούμενες συστάσεις εδάφους και το οποίο φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2.9.3: Διαφορά Κόστους για ΠοσοστόΓια Εδάφους Γαιώδες – Ημιβραχώδες χ=0,3 και Εδάφους Βραχώδες ψ=0,7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα παραπάνω βλέπουμε ότι η μονή σιδηροδρομική γραμμή έχει πολύ μεγαλύτερο κόστος επιδομής από έναν αυτοκινητόδρομο μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση ,αλλά το μικρότερο πλάτος της τυπικής της διατομής οδηγεί σε λιγότερους όγκους χωματισμών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το συνολικό της κόστος να συγκλίνει με το αντίστοιχο συνολικό κόστος ενός αυτοκινητοδρόμου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση όσο η σύσταση του εδάφους χάραξης τείνει περισσότερο προς το βραχώδες, όπου οι χωματουργικές εργασίες είναι αρκετά ακριβότερες. Πιο συγκεκριμένα για ποσοστό εδάφους βραχώδες μεγαλύτερο του 0,7 η διαφορά συνολικού κόστους είναι μικρότερη του 0,7% του συνολικού κόστους της μονής σιδηροδρομικής γραμμής ενώ για ποσοστό εδάφους γαιώδες –

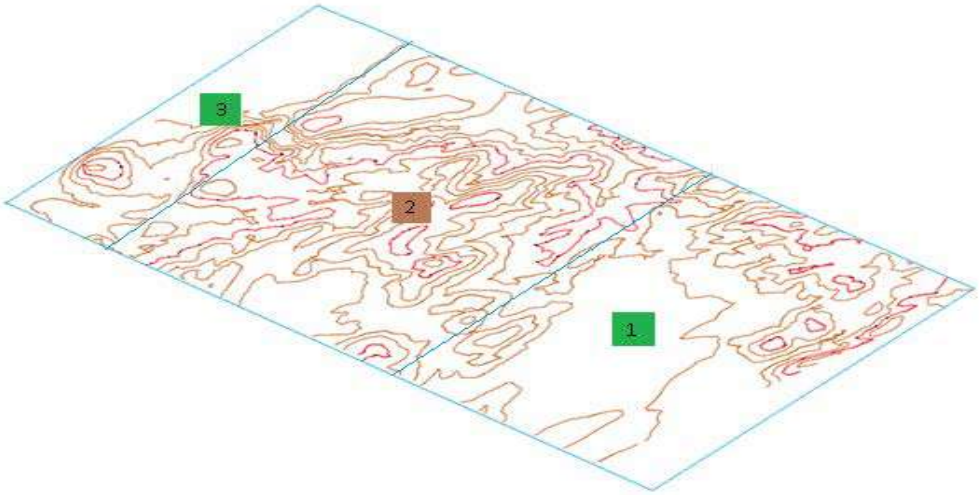
ημιβραχώδεςμεγαλύτερο του 0,7 η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη του 4,7%. Επίσης για σύσταση εδάφους που είναι εξ' ολοκλήρου βραχώδες η μονή σιδηροδρομική γραμμή είναι φθηνότερη του αυτοκινητόδρομου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση κατά 16.37,47 €/km δηλαδή ο αυτοκινητόδρομος είναι κατά 1,4 % πιο ακριβός από τη μονή σιδηροδρομική γραμμή.

4.6 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στις παρακάτω παραγράφους θα προσπαθήσουμε να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα στα οποία έχουμε καταλήξει παραπάνω. Η αξιολόγηση αυτή θα γίνει με δύο τρόπους: με χαράξεις τις οποίες θα πραγματοποιήσουμε για διαφορετικές υψομετρίες και συστάσεις εδάφους χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα χάραξης της περιοχής μελέτης και με χαράξεις μεγάλων τεχνικών έργων στα οποία υπάρχει σημαντική ταύτιση της σιδηροδρομικής χάραξης με την χάραξη οδοποιίας. Μελετώντας τις χαράξεις αυτές και συγκρίνοντας τα κόστη και τις ιδιομορφίες της κάθε μιας θα ελέγξουμε κατά πόσο τα αποτελέσματα που έχουμε βρει έχουν ευρεία εφαρμογή για διαφορετικά δεδομένα περιοχής μελέτης και μορφής και μήκους έργου.

4.6.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΥΨΟΜΕΤΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

Η υψομετρία είναι ένα καθοριστικό στοιχείο το οποίο επηρεάζει σημαντικά τη μορφή της εκάστοτε χάραξης αλλά και το συνολικό κόστος. Η περιοχή μελέτης που έχουμε επιλέξει είναι μια μεγάλη περιοχή η οποία παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία σχετικά με τα υψόμετρά της, έχοντας τόσο μεγάλες πεδιάδες με μικρές κατά μήκος κλίσεις όσο και λοφώδεις περιοχές με μεγάλες κατά μήκος κλίσεις. Για το λόγο αυτό θα χωρίσουμε την περιοχή μελέτης σε τρείς περιοχές ανάλογα με την υψομετρία τους και θα μελετήσουμε κάθε κομμάτι της χάραξης που εντάσσεται σε αυτές ξεχωριστά ώστε να διαπιστώσουμε με ποιο τρόπο επιδρά η υψομετρία στη διαφορά κόστους μιας σιδηροδρομικής χάραξης και μιας χάραξης οδοποιίας. Οι περιοχές αυτές είναι η περιοχή 1 που αποτελείται από μια μεγάλη πεδιάδα μικρών υψομετρικών διαφορών, η περιοχή 2 που αποτελείται από ψηλούς λόφους μεγάλων υψομετρικών διαφορών και η περιοχή 3 που αποτελείται από μια μικρή πεδιάδα μεσχετικά μικρές υψομετρικές διαφορές σχετικά μικρές μεγαλύτερες όμως της περιοχής 1. Ο διαχωρισμός της περιοχής μελέτης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



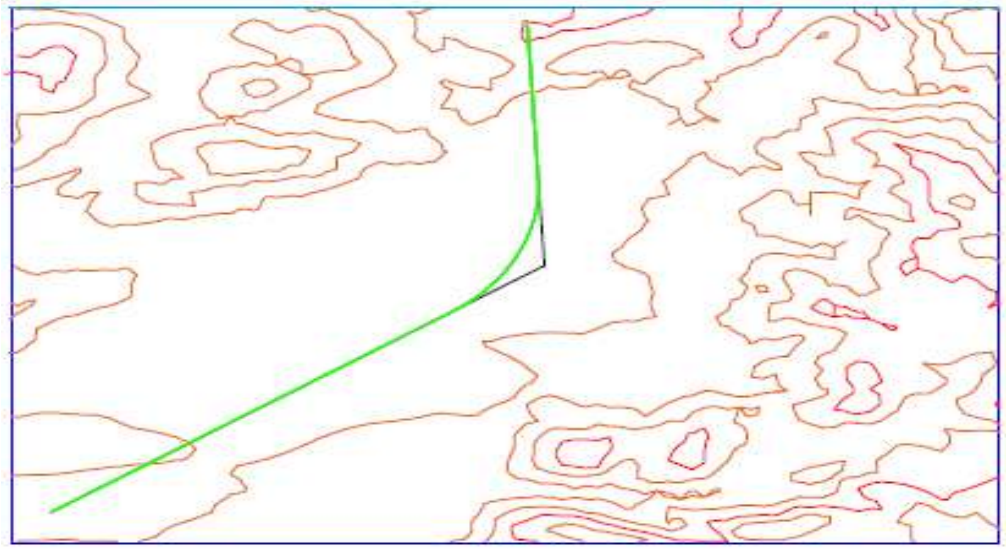
ΣΧΗΜΑ 4.6.1: Διαχωρισμός Περιοχής Χάραξης

Σε κάθε μία από τις περιοχές αυτές θα κάνουμε τη χάραξη μιας μονής σιδηροδρομικής γραμμής και ενός αυτοκινητοδρόμου μιας λωρίδας ανά κατεύθυνση, ώστε να διαπιστώσουμε κατά πόσο επηρεάζει η υψομετρία τη διαφορά κόστους ανάμεσα στις δύο αυτές χαράξεις. Για κάθε μια από τις περιοχές αυτές θα δείξουμε τα σχέδια της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής της κάθε χάραξης, τα οποία θα μας δείξουν και με ποιο τρόπο διαφοροποιούνται οι χαράξεις σε εδάφη με διαφορετική υψομετρία. Στη συνέχεια θα παραθέσουμε τα κόστη των χαράξεων και θα βγάλουμε συμπεράσματα σχετικά με τη διαφορά κόστους μιας σιδηροδρομικής χάραξης και μιας χάραξης οδοποιίας και θα δούμε αν τα αποτελέσματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα στα οποία είχαμε καταλήξει στις παραπάνω παραγράφους.

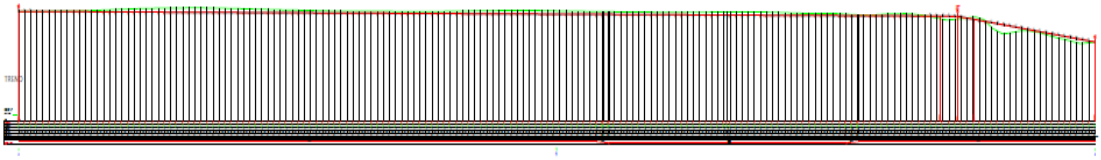
ΠΕΡΙΟΧΗ 1

Ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,3 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,7

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.1: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 1



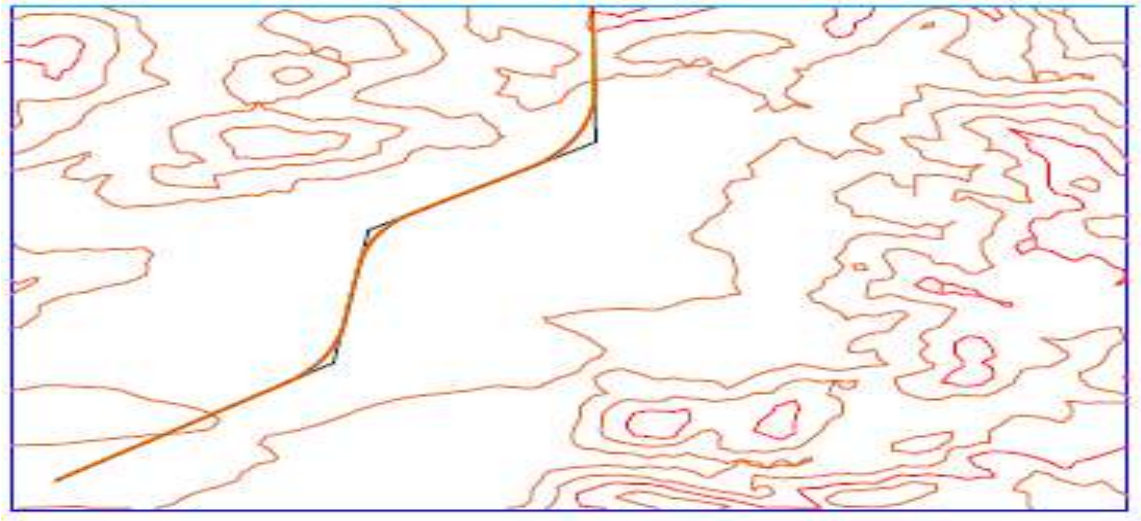
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.2: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 1

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών: 1.833.709€

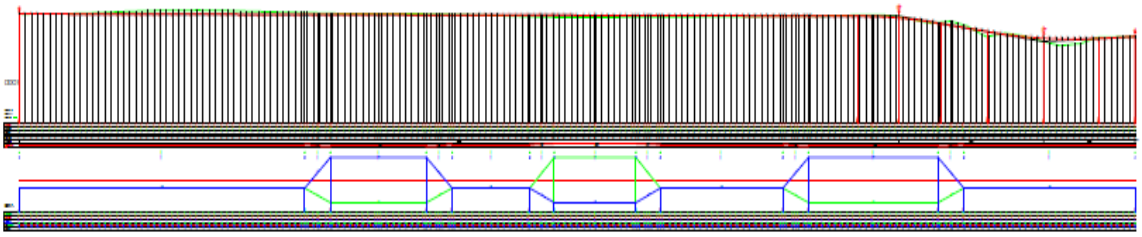
Κόστος Επιδομής: 5.831.99€

Συνολικό Κόστος: 7.665.708€

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.3: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.4: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 1

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών:2.253.879 €

Κόστος Επιδομής: 4.954.688€

Συνολικό Κόστος: 7.208.567€

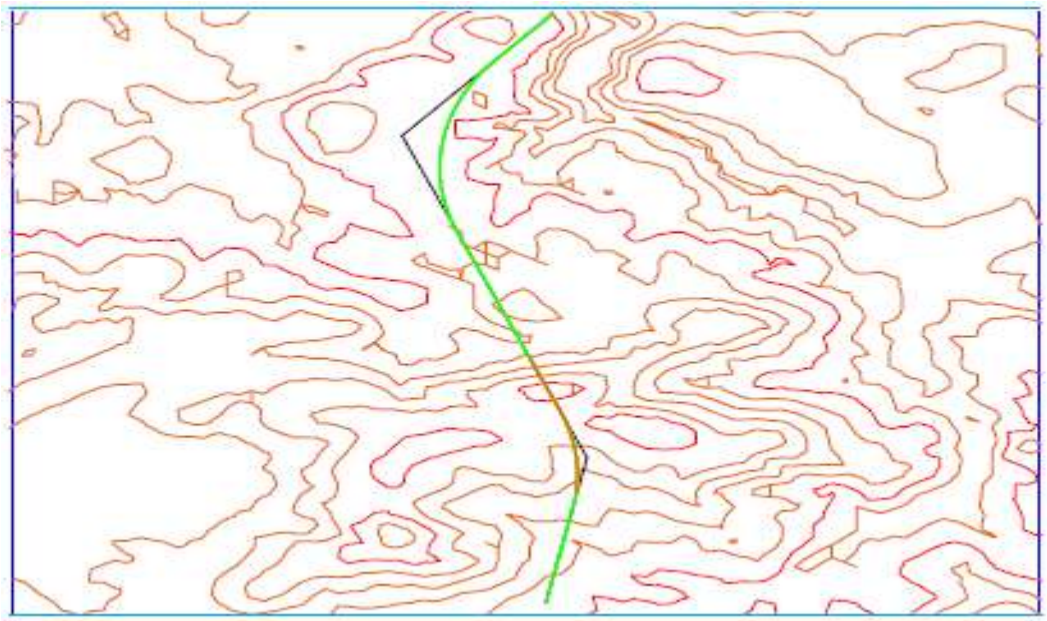
Συμπεράσματα

Η περιοχή 1 είναι μια πεδινή περιοχή με ελάχιστες κατά μήκος κλίσεις που επιτρέπουν και στις δύο χαράξεις μεγάλη ταύτιση με το φυσικό έδαφος, κάτι που εξηγεί και πολύ μικρό κόστος χωματουργικών εργασιών και στις δύο χαράξεις. Το κόστος χωματουργικών εργασιών στη σιδηροδρομική χάραξη είναι μικρότερο από το αντίστοιχο κόστος του αυτοκινητόδρομου λόγω του μικρότερου πλάτους της τυπικής διατομής της σιδηροδρομικής γραμμής και λόγω του μεγαλύτερου μήκους του αυτοκινητόδρομου που προκύπτει από τον περιορισμό των ευθυγραμμιών. Ωστόσο το κόστος υποδομής της σιδηροδρομικής γραμμής είναι μεγαλύτερο και αντισταθμίζει τα παραπάνω. Η συνολική διαφορά κόστους είναι 457.141€

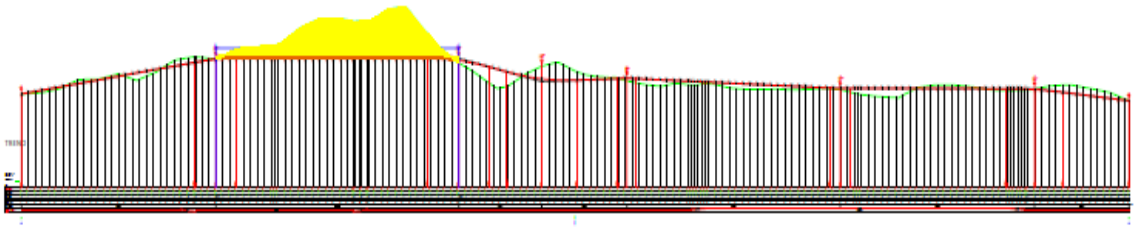
ΠΕΡΙΟΧΗ 2

Ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,7 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,3

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.5: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.6: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 2

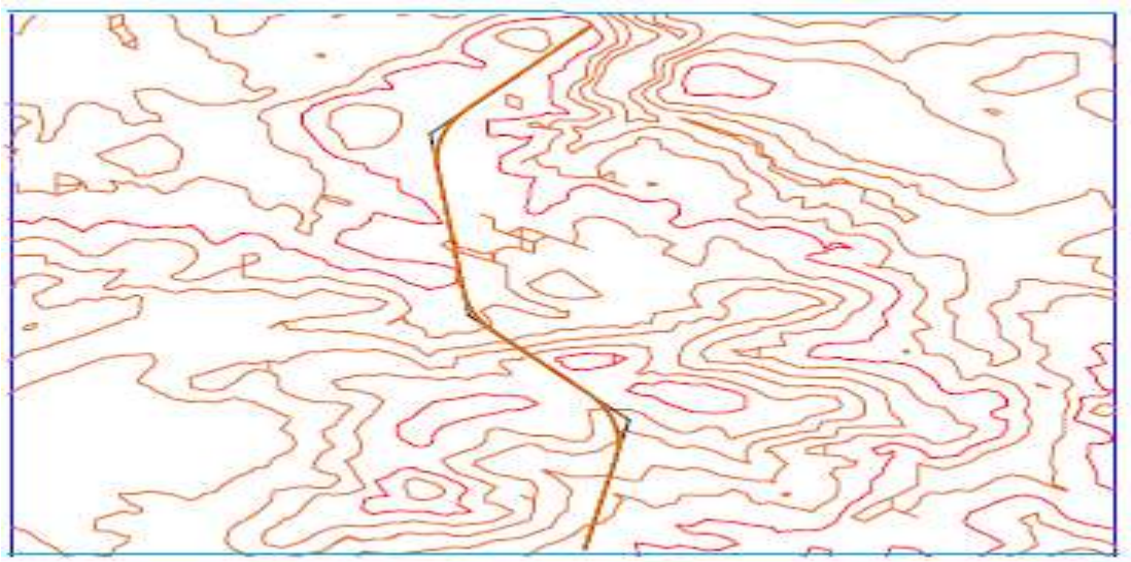
Κόστος Χωματουργικών Εργασιών: 1.845.700€

Κόστος Επιδομής: 6.392.135€

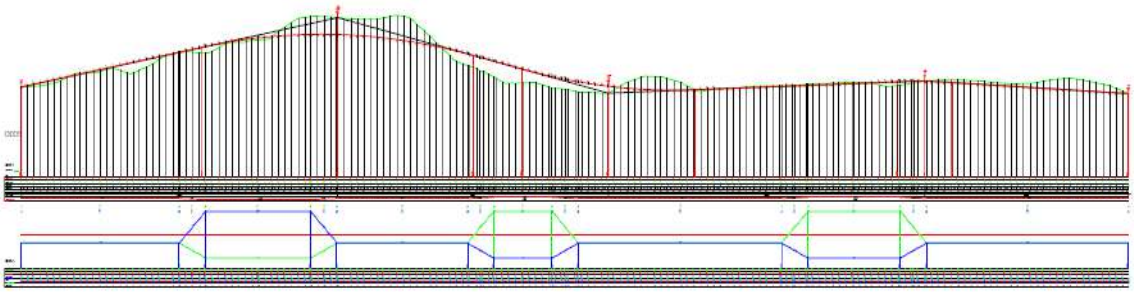
ΚόστοςέργουCutandCover: 9.500.000€ (δεδομένου ότι το ύψος εκσκαφής είναι σχετικά μικρό σε σύγκριση με άλλα έργα)

Συνολικό Κόστος: 17.737.835€

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.7: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 2



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.8: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 2

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών:5.420.324 €

Κόστος Επιδομής: 6.402.509€

Συνολικό Κόστος: 11.822.833€

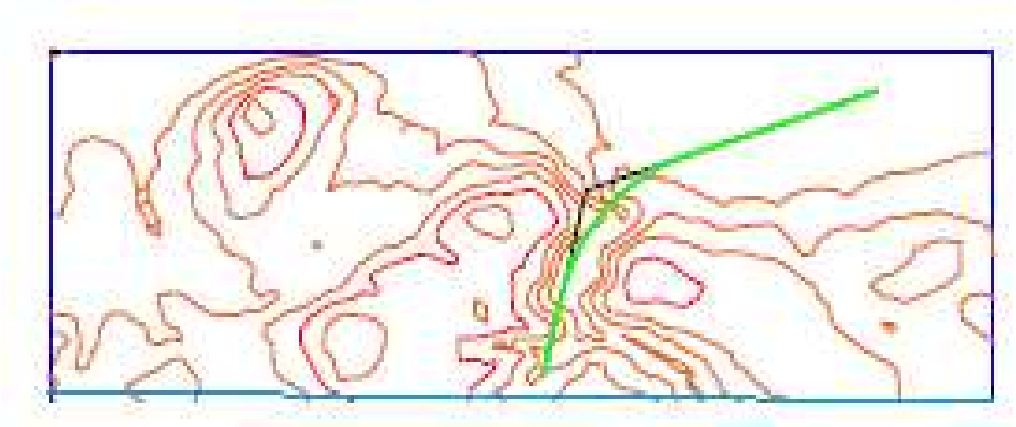
<u>Συμπεράσματα</u>

Η περιοχή 2 είναι ορεινή περιοχή και παρουσιάζει μεγάλες υψομετρικές διαφορές οι οποίες δεν μπορούν να καλυφθούν από τις κατά μήκος κλίσεις της σιδηροδρομικής γραμμής και για αυτό απαιτείται ένα έργο CutandCover ώστε να καλυφθούν, κάτι που δεν ισχύει για τον αυτοκινητόδρομο. Οι μεγάλες ακτίνες της μηκοτομής προκαλούν αραιή τοποθέτηση των κορυφών του αυτοκινητοδρόμου και έτσι δεν υπάρχει μεγάλη ταύτιση με το φυσικό έδαφος. Επίσης για τον περιορισμό των ευθυγραμμιών ο αυτοκινητόδρομος έχει περισσότερα καμπύλα και συνεπώς πολύ μεγαλύτερο μήκος από τη σιδηροδρομική γραμμή κάτι που αυξάνει σημαντικά το κόστος επιδομής και το χωματισμών του αυτοκινητόδρομου έναντι της σιδηροδρομικής γραμμής. Παρ' όλα αυτά το κόστος του έργουCutandCover είναι πολύ μεγάλο και καθιστά τη σιδηροδρομική γραμμή αρκετά πιο ακριβή.

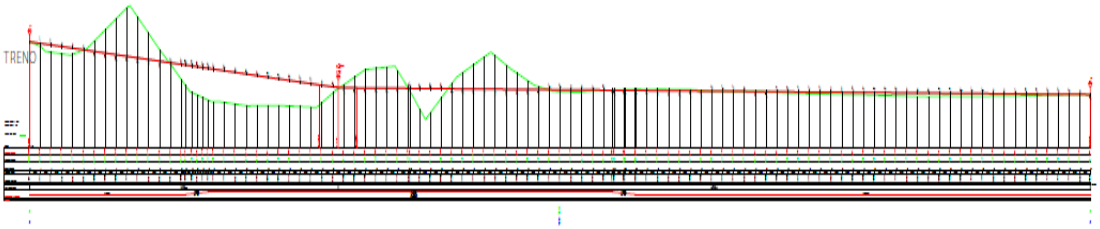
ΠΕΡΙΟΧΗ 3

Ποσοστό εδάφους γαιώδες – ημιβραχώδες χ=0,5 και ποσοστό εδάφους βραχώδες ψ=0,5

Μονή Σιδηροδρομική Γραμμή



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.9: Οριζοντιογραφία Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3



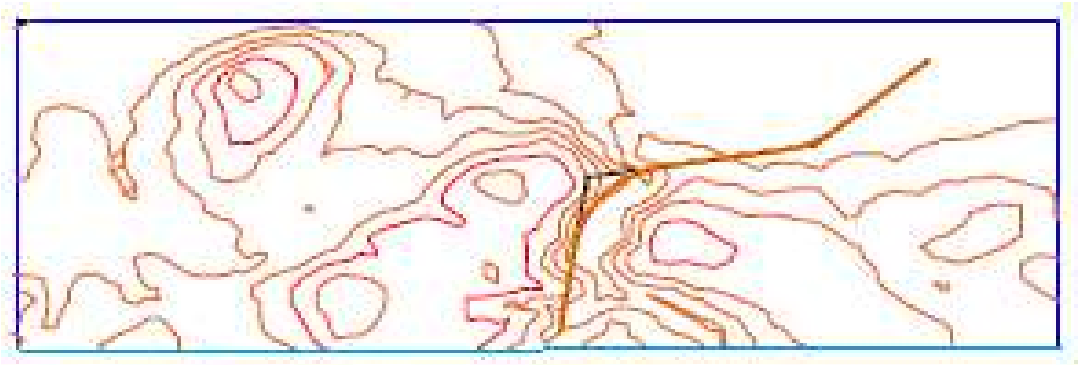
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.10: Μηκοτομή Μονής Σιδηροδρομικής Γραμμής στην Περιοχή 3

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών: 1.341.303€

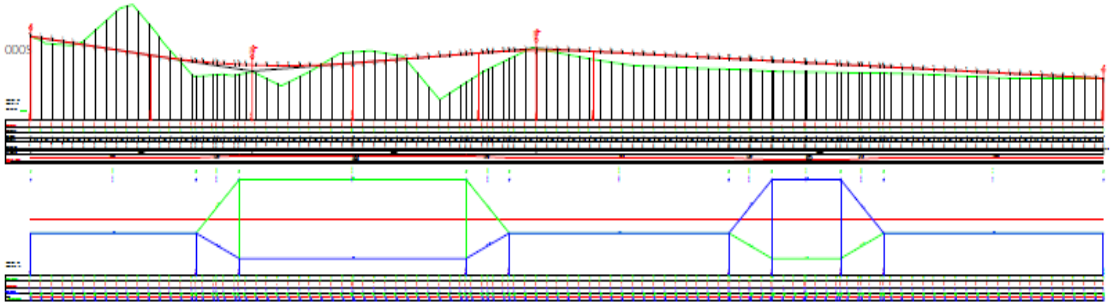
Κόστος Επιδομής: 3.294.915€

Συνολικό Κόστος: 4.636.218€

Αυτοκινητόδρομος Μιας Λωρίδας Ανά Κατεύθυνση



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.11: Οριζοντιογραφία Τοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 3



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.12: ΜηκοτομήΤοπικού Οδικού Δικτύουστην Περιοχή 3

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών:1.885.332€

Κόστος Επιδομής: 2.752.604€

Συνολικό Κόστος: 4.637.936€

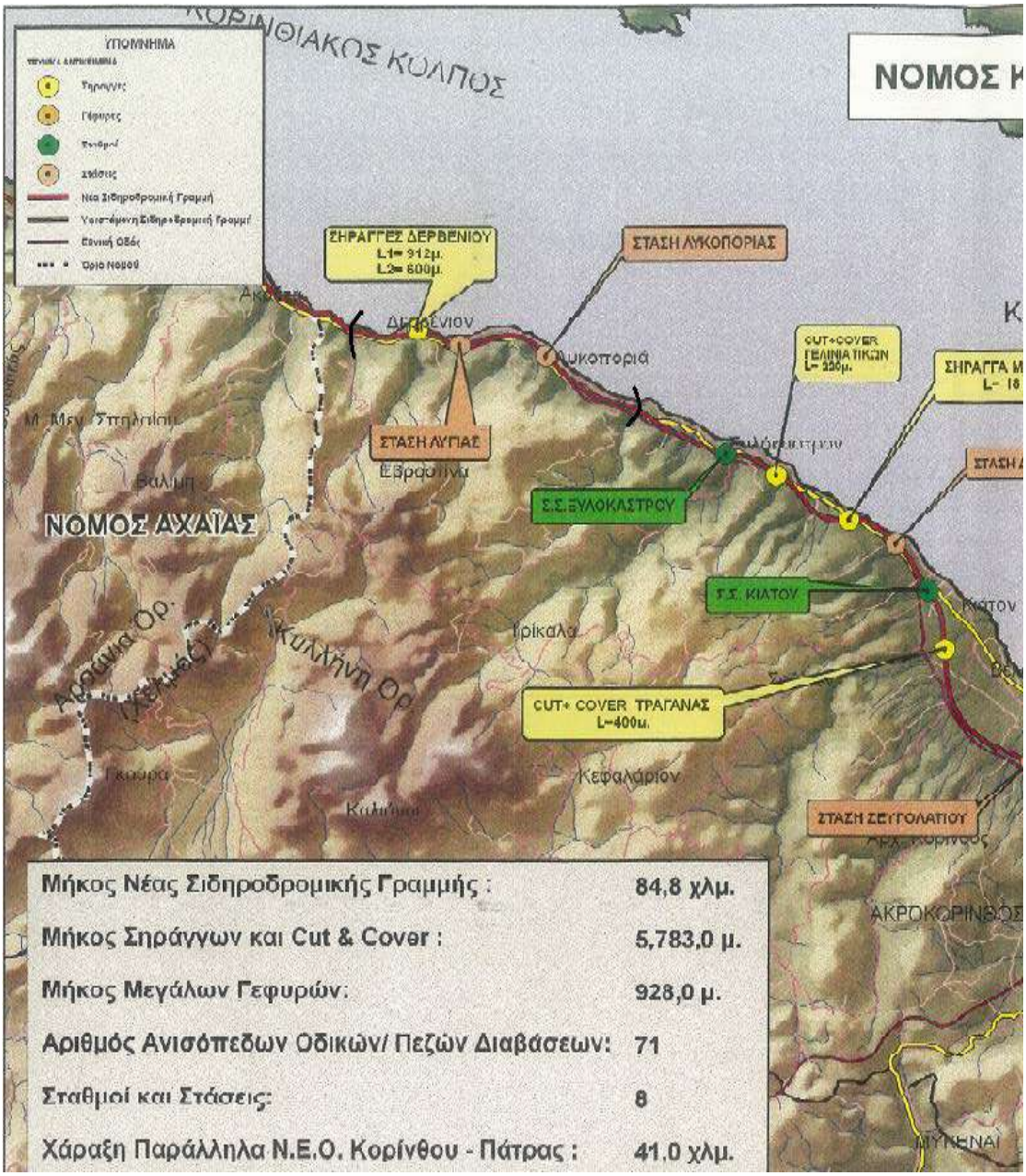
Συμπεράσματα

Η περιοχή 3 είναι μια περιοχή με μέτριες υψομετρικές διαφορές οι οποίες δεν μας δημιουργούν την ανάγκη για μεγάλα τεχνικά έργα. Εδώ παρατηρούμε ότι το κόστος των δύο έργων είναι σχεδόν το ίδιο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αυτοκινητόδρομος έχει μεγαλύτερο μήκος από τη σιδηροδρομική γραμμή λόγω

περιορισμών της εθυγραμμίας κάτι που αυξάνει σημαντικά το και το κόστος χωματουργικών εργασιών και το κόστος επιδομής. Αυτό σε συνδυασμό με τη μικρότερη τυπική διατομή της σιδηροδρομικής γραμμής που παράγει λιγότερους χωματισμούς αλλά απαιτεί περισσότερο κόστος επιδομής ανά χιλιόμετρο κάνει τα συνολικά κόστη των δύο χαράξεων να ισοσταθμίζονται.. Η συνολική διαφορά κόστους είναι 1.718€ υπέρ του αυτοκινητόδρομου, διαφορά που κρίνεται αμελητέα.

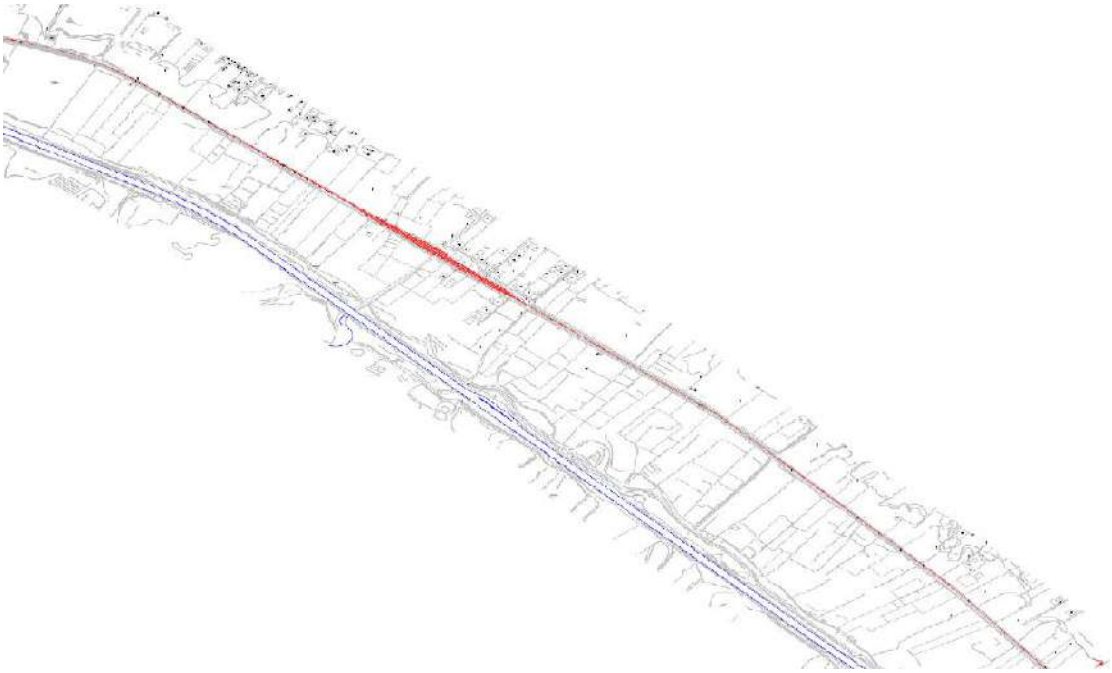
4.6.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΥΠΑΡΧΩΝ ΕΡΓΟ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΑΞΟΝΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ-ΠΑΤΡΑΣ

Για τον σκοπό της επαλήθευσης των αποτελεσμάτων στα οποία έχουμε καταλήξει θα μελετήσουμε τμήμα του οδικού και σιδηροδρομικού άξονα Κορίνθου-Πάτρας και πιο συγκεκριμένα του τμήματος μεταξύ Λυκοποριάς και Δερβενίου. Στον άξονα Κορίνθου-Πάτρας βρίσκονται υπό κατασκευή μια διπλή σιδηροδρομική γραμμή υψηλών ταχυτήτων από τον ΟΣΕ και ένας αυτοκινητόδρομος υψηλών ταχυτήτων από την Ολυμπία Οδό. Το τμήμα αυτού του άξονα που επιλέχθηκε κρίνεται αντιπροσωπευτικό για τον σκοπό της επαλήθευσης των αποτελεσμάτων μας καθώς στο τμήμα αυτό υπάρχει σημαντική οριζοντιογραφική ταύτιση της σιδηροδρομικής γραμμής με τον αυτοκινητόδρομο και υπάρχουν μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες τόσο στη σιδηροδρομική γραμμή όσο και στον αυτοκινητόδρομο. Πιο συγκεκριμένα ο άξονας Κορίνθου-Πάτρας και το τμήμα που επιλέχθηκε φαίνονται στον παρακάτω χάρτη :

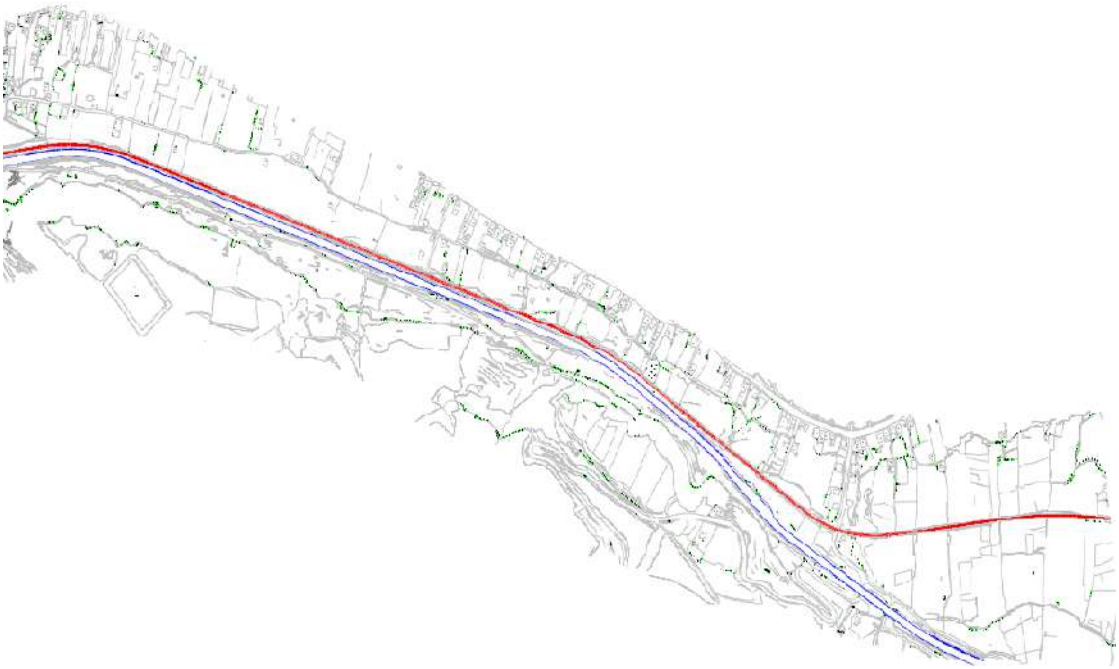


ΧΑΡΤΗΣ 4.3.2.1 : Τμήμα Άξονα Κορίνθου-Πάτρας

Στο τμήμαμεταξύ Λυκοποριάς και Δερβενίου υπάρχει σημαντική οριζοντιογραφική ταύτιση της σιδηροδρομικής γραμμής με τον αυτοκινητόδρομο και τα μήκη των δύο είναι παραπλήσια, όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα:



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.13: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο ΤμήμαΛυκοποριάς και Δερβενίου.



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.14: Μέρος Σιδηροδρομικής Χάραξης και Χάραξης Οδοποιίας στο ΤμήμαΛυκοποριάς και Δερβενίου.

Στο τμήμα αυτό υπάρχουν επίσης και μεγάλα τεχνικά έργα τα οποία βρίσκονται υπό κατασκευή. Τα έργα αυτά υπάρχουν τόσο στην σιδηροδρομική γραμμή όσο και στον αυτοκινητόδρομο και πιο συγκεκριμένα βρίσκονται στην περιοχή του Δερβενίου μεταξύ του 48+816,13 και του 53+520,44 χιλιομέτρουτης σιδηροδρομικής γραμμής. Τα έργα αυτά φαίνονται στις μελέτες της σιδηροδρομικής γραμμής και του αυτοκινητοδρόμου και βρίσκονται το ένα πλησίον του άλλου.

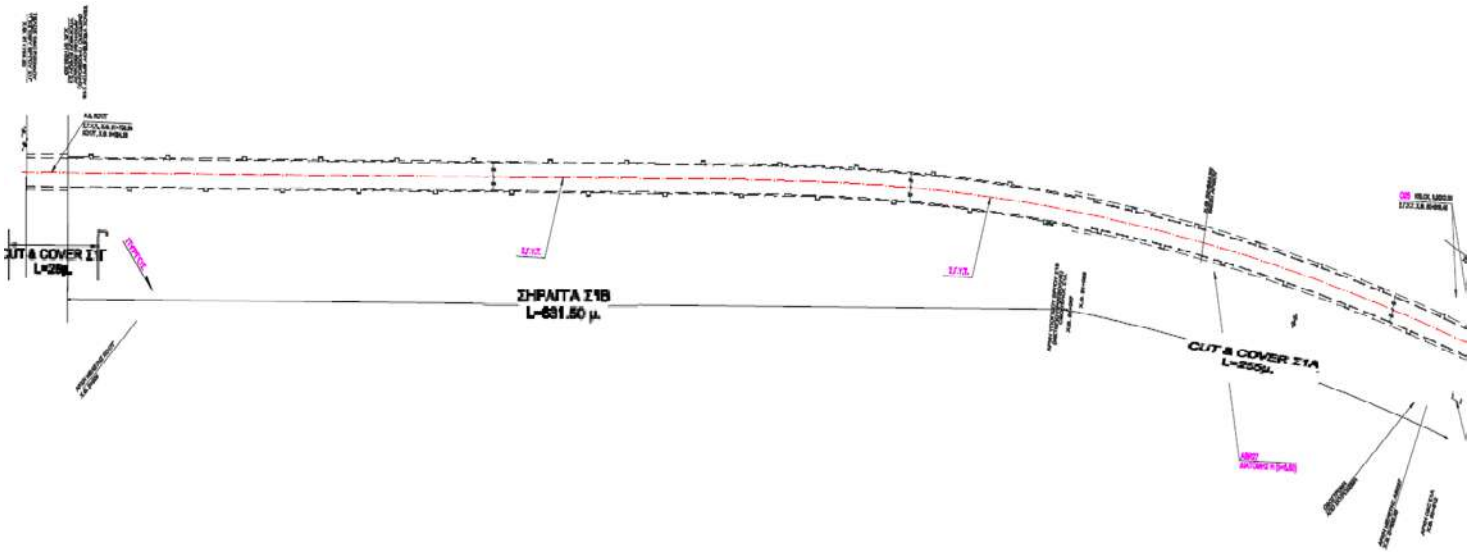
Στη σιδηροδρομική γραμμή τα έργα αυτά είναι τα εξής:

<u>1η ΣΗΡΑΓΓΑ (ΣΣ3) ΔΕΡΒΕΝΙΟΥ</u>

Μήκος κύριας σήραγγας : 631,5m

Cut&Cover εισόδου μήκους: 255m

Cut&Cover εξόδου μήκους: 24,0m



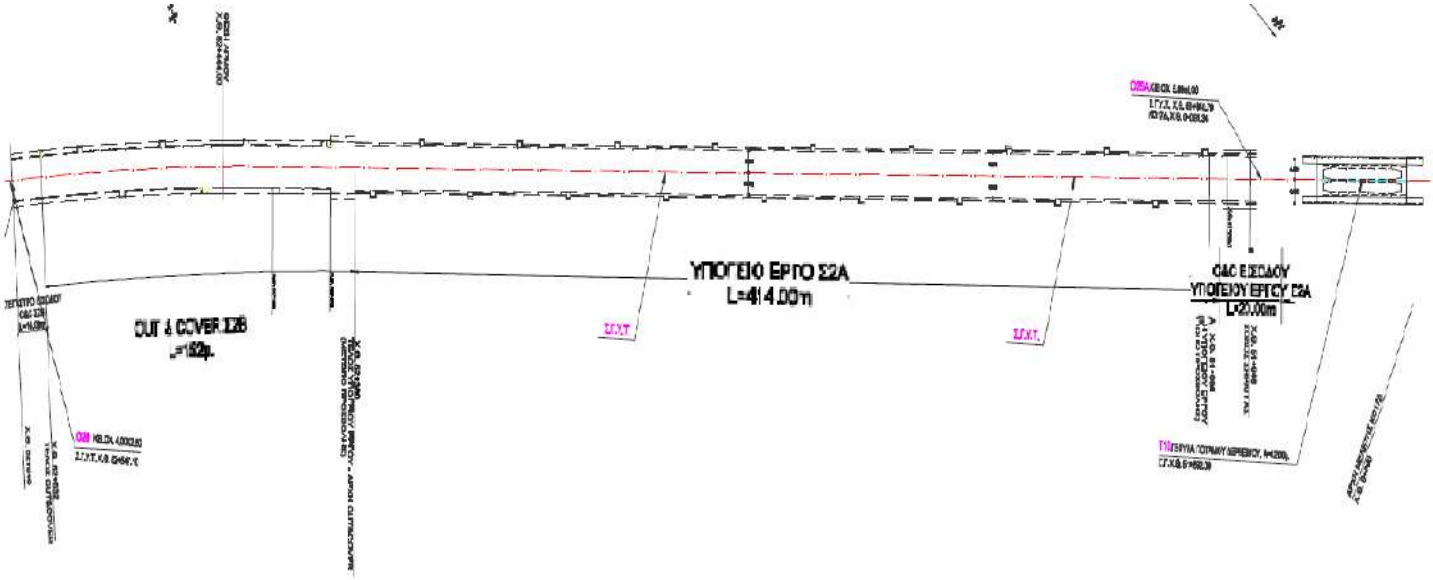
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.15 :1η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου

2η ΣΗΡΑΓΓΑ (ΣΣ4) ΔΕΡΒΕΝΙΟΥ

Μήκος κύριας σήραγγας : 414 m

Cut&Coverεισόδουμήκους:20m

Cut&Cover εξόδου μήκους: 152m



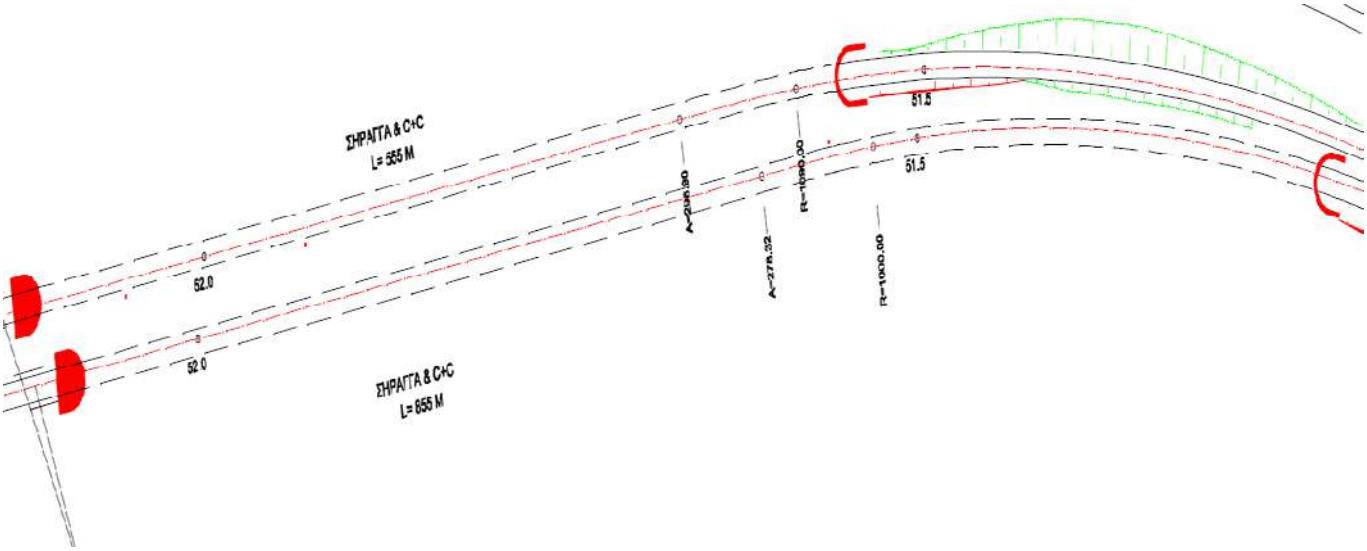
ΣΧΕΔΙΟ 4.6.16 :2η Σήραγγα (ΣΣ3) Δερβενίου

Στον αυτοκινητόδρομο τα αντίστοιχα έργα είναι τα εξής:

1ηΔΙΠΛΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΔΕΡΒΕΝΙΟΥ

Μήκος κύριας σήραγγας καιCut&CoverΑυτοκινητοδρόμου προς Κόρινθο: 555m

Μήκος κύριας σήραγγας καιCut&CoverΑυτοκινητοδρόμου προς Πάτρα: 855m



ΣΧΕΔΙΟ 4.6.17 :1η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου

<u>2ηΔΙΠΛΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΔΕΡΒΕΝΙΟΥ</u>

Μήκος κύριας σήραγγας καιCut&CoverΑυτοκινητοδρόμου προς Κόρινθο: 610m

Μήκος κύριας σήραγγας καιCut&CoverΑυτοκινητοδρόμου προς Πάτρα: 550m

ΣΧΕΔΙΟ 4.6.18:2η Διπλή Σήραγγα Δερβενίου

Ο προϋπολογισμός μελέτης της διπλής σιδηροδρομικής που μας δόθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας από την ΕΡΓΟΣΕ είναι χωρισμένος σε τρία τμήματα. Τμήμα Ι : Χ.Θ. 41+784,27 - Χ.Θ. 48+816,13, Τμήμα ΙΙ : Χ.Θ. 48+816,13 - Χ.Θ. 53+620,44 όπου βρίσκονται και οι σήραγγες και Τμήμα ΙΙΙ: Χ.Θ. 53+620,44 - Χ.Θ. 58+953,74. Η σύσταση εδάφους και στα τρία τμήματα αποτελείται κυρίως από γαίες και ημίβραχο σε ποσοστό που αγγίζει το 90% και το οποίο δικαιολογείται καθώς οι χαράξεις είναι κοντά στην θάλασσα και σε χαμηλό υψόμετρο. Παρακάτω θα μελετήσουμε τον προϋπολογισμό του κάθε τμήματος της σιδηροδρομικής γραμμής ξεχωριστά και θα τον συγκρίνουμε με τα δικά μας αποτελέσματα.

Τμήμα Ι : Χ.Θ. 41+784,27 - Χ.Θ. 48+816,13

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών: 2.420.596€

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών ανά χιλιόμετρο: 344.277,78€/km

Κόστος Εργασιών Επιδομής: 899.332,2€

Συνολικό Κόστος: 3.319.928€

Όπως βλέπουμε το κόστος χωματισμών ανά χιλιόμετρο είναι παραπλήσιο αυτού που είχαμε υπολογίσει και εμείς στη χάραξη της διπλής σιδηροδρομικής γραμμής μας (364.582,78€/km). Η διαφορά κόστους οφείλεται στο ότι στη δικιά μας μελέτη το ποσοστό βραχώδους εδάφους ήταν αρκετά μεγαλύτερο, κάτι που αυξάνει το κόστος. Επίσης παρατηρούμε ότι το κόστος επιδομής είναι αρκετά μικρότερο από αυτό που είχαμε υπολογίσει. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι εδώ αναφερόμαστε μόνο στο κόστος εργασιών υποδομής και όχι στο κόστος προμήθειας υλικών το οποίο είχαμε συνυπολογίσει εμείς στην δικιά μας χάραξη και το οποίο είναι και σημαντικά μεγαλύτερο. Επίσης εμείς είχαμε γραμμή με συνεχώς συγκολλημένη σιδηροτροχιά συνεπώς έπρεπε να υπολογίσουμε και το κόστος των εργασιών αυτογενούς συγκόλλησης σιδηροτροχιών, αλουμινοθερμικής συγκόλλησης σιδηροτροχιών και απελευθέρωσης τάσεων. Επίσης η γραμμή της χάραξης που πραγματοποιήσαμε είναι σχεδιασμένη και για εμπορικούς συρμούςμε μέγιστο δυνατό επιτρεπόμενο φορτίο. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι για το Τμήμα Ι τα στοιχείακαι ο προϋπολογισμός μελέτης χάραξης συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τα δικά μας αποτελέσματα.

Τμήμα ΙΙ : Χ.Θ. 48+816,13 - Χ.Θ. 53+620,44

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών:892.342 €

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών ανά χιλιόμετρο: 185.749 €/km

Κόστος Εργασιών Επιδομής:1.124.947 €

Συνολικό Κόστος:2.017.289 €

Στο τμήμα αυτό υπάρχουν 2 σήραγγες και μια γέφυρα, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά τη μορφολογία της χάραξης και περιορίζουν τους όγκους χωματισμών, κάτι που δικαιολογεί και το περιορισμένο κόστος χωματουργικών εργασιών. Επίσης το κόστος εργασιών επιδομής είναι σημαντικά μεγαλύτερο κυρίως λόγω των μικρών τεχνικών έργων που πρέπει να γίνουν, όπως κατασκευή φρεατίων, βάθρα, τοίχοι, πτερυγότοιχοι, πρόχυτοι, πάσσαλοι, ολόσωμα ακρόβαθρα, θωράκια, προσκεφάλαια, δοκοί έδρασης γεφυρών και πλάκες πρόσβασης των οποίων το κόστος αυξάνεται σημαντικά στις σήραγγες. Τα στοιχεία και ο προϋπολογισμός μελέτης χάραξης για το Τμήμα ΙΙ αν και δεν συμφωνούν αυτά της αρχικής δικής μας χάραξης, όπως ήταν αναμενόμενο λόγω των μεγάλων τεχνικών έργων που βρίσκονται στο τμήμα αυτό, συμφωνούν σημαντικά με τα στοιχεία και τον προϋπολογισμό μελέτης της σιδηροδρομικής χάραξης που πραγματοποιήσαμε στην περιοχή 2 της περιοχής μελέτης όσον αφορά τον περιορισμό του κόστους χωματουργικών εργασιών και αύξησης του κόστους επιδομής της σιδηροδρομικής γραμμής όταν υπάρχουν μεγάλα τεχνικά έργα. Συνεπώς και το Τμήμα ΙΙ επαληθεύει τα αποτελέσματά μας.

Τμήμα ΙΙΙ: Χ.Θ. 53+620,44 - Χ.Θ. 58+953,74

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών: 1.667.028€

Κόστος Χωματουργικών Εργασιών ανά χιλιόμετρο: 312.763 €/km

Κόστος Εργασιών Επιδομής: 775.045€

Συνολικό Κόστος:2.442.073,85 €

Τα στοιχεία και ο προϋπολογισμός μελέτης χάραξης για το Τμήμα ΙΙΙείναι παραπλήσιος με αυτά του Τμήματος Ι και συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τα δικά μας αποτελέσματαόσον αφορά τα κόστη εργασιών χωματισμών και επιδομής, για

τους λόγους που αναφέραμε και στο Τμήμα Ι. Συνεπώς και το Τμήμα ΙΙΙ επαληθεύει τα αποτελέσματά μας.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΛΥΚΟΠΟΡΙΑΣ-ΔΕΡΒΕΝΙΟΥ

Δυστυχώς στα πλαίσια της διπλωματικής μας εργασίας δεν καταφέραμε να αποκτήσουμε αρκετά στοιχεία για τον προϋπολογισμό μελέτης του αυτοκινητοδρόμου στην περιοχή αυτή κυρίως λόγου του ότι το τμήμα αυτό βρίσκεται ακόμη υπό κατασκευή. Παρόλα αυτά μπορούμε να κάνουμε μια γενικότερη σύγκριση του κόστους αυτών των δύο έργων, χρησιμοποιώντας δεδομένα που μας δόθηκαν από την Ολυμπία Οδό συμπληρωμένα με αυτά από παρόμοια έργα οδοποιίας και από στοιχεία που έχουν προκύψει από τις δίκες μας χαράξεις οδοποιίας. Έχοντας αυτά ως δεδομένα και εκτιμώντας το συνολικό κόστος κατασκευής του αυτοκινητόδρομου ότι ανέρχεται στα 1.203.900 €/km (ευνοϊκό σενάριο σε σύγκριση με πολλά έργα) και καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Το συνολικό κόστος κατασκευής των δύο έργων θα είναι ίδιο για τα τμήματα που δεν περιέχουν μεγάλα τεχνικά έργα καθώς θα προστεθεί στο κόστος επιδομής της σιδηροδρομικής γραμμής και το κόστος προμήθειας υλικών. Επίσης τα μήκη των δύο χαράξεων είναι σχετικά ίδια και δεν επηρεάζουν σημαντικά στη διαφοροποίηση του κόστους των δύο έργων.

- Στα τμήματα στα οποία υπάρχουν σήραγγες το κόστος χωματισμών και των δύο έργων υπολογίζεται να μειωθεί κατά παρόμοιο ποσοστό ενώ θα υπάρχει συγκριτικά μεγαλύτερη αύξηση του κόστους των μικρών τεχνικών έργων επιδομής όπως κατασκευή φρεατίων, βάθρα, τοίχοι, πτερυγότοιχοι, πρόχυτοι, πάσσαλοι, ολόσωμα ακρόβαθρα, θωράκια, προσκεφάλαια, δοκοί έδρασης γεφυρών και πλάκες πρόσβασης στον αυτοκινητόδρομο δεδομένου της μεγαλύτερης διατομής του και του μεγαλύτερου όγκου που καταλαμβάνει η σήραγγα .

- Το κόστος των σηράγγων των δύο έργων εκτιμάται ότι θα είναι μεγαλύτερο στον αυτοκινητόδρομο καθώς το μήκος των σηράγγων είναι μεγαλύτερο και το εμβαδόν που καταλαμβάνει η τυπική διατομή του αυτοκινητόδρομου είναι μεγαλύτερο από αυτό του σιδηρόδρομου. Αυτό πιθανώς να είναι και ένας καταλυτικός παράγοντας που θα αναδείξει την κατασκευή της σιδηροδρομικής γραμμής φθηνότερη από αυτή του αυτοκινητοδρόμου λόγω του μεγάλου κόστους των έργων αυτών.

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το θέμα της σύγκρισης των χαράξεων οδοποιίας και σιδηροδρομικής είναι ένα σύνθετο θέμα το οποίο επηρεάζεται από μια πληθώρα παραγόντων, οι οποίοι διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με την περιοχή χάραξης, την μορφολογία της αλλά και τη χρηστικότητα που θέλουμε να έχει το κάθε έργο και από τους κανόνες που εφαρμόζονται. Ένας ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι ο περιορισμός των ευθυγραμμιών στην κάθε χάραξη καθώς οδηγεί σε μεγαλύτερα μήκη χάραξης στα οδικά έργα, ενώ στα σιδηροδρομικά έργα όπου δεν υπάρχει τέτοιος περιορισμός η οριζοντιογραφία της χάραξης είναι πιο ομαλή και συνεπώς έχουμε μικρότερα μήκη. Επίσης ένας από τουςκύριοτερους παράγοντας που καθορίζει τη διαφορά της μορφής χάραξης και του κόστους των δύο αυτών έργων είναι οι υψομετρικές διαφορές της περιοχής χάραξης και κατά πόσο είναι αναγκαία μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες ώστε να μπορέσει να πραγματοποιηθεί το κάθε έργο. Πιο συγκεκριμένα οι επιτρεπόμενες κατακόρυφες κλίσεις στην σιδηροδρομική χάραξη είναι κατά πολύ μικρότερες από αυτές μιας χάραξης οδοποιίας, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα συνήθως η σιδηροδρομική χάραξη να απαιτεί περισσότερα μεγάλα τεχνικά έργα ώστε να καλυφθούν οι υψομετρικές διαφορές της περιοχής χάραξης. Αυτό αυξάνει σημαντικά το κόστος της σιδηροδρομικής χάραξης έναντι της χάραξης οδοποιίας, λόγω του μεγάλου κόστους των έργων αυτών.Παρ' όλα αυτά όταν για τα δύο αυτά έργα ο αριθμός και το κόστος των μεγάλων τεχνικών έργων που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι ίδιος (η περιοχή είναι ομαλή ή έχει εξαιρετικά μεγάλες υψομετρικές διαφορές) τότε η εικόνα που έχουμε για τα κόστη των δύο αυτών έργων αλλάζει σημαντικά, καθώς η διαφορά του κόστους ανάμεσα στα δύο τείνει να εξισορροπείται. Οι κυριότεροι παράγοντες που συντελούν σε αυτό είναι οι εξής:

-Οι μικρότερες κατακόρυφες κλίσεις της σιδηροδρομικής γραμμής μπορεί να αυξάνει τους όγκους χωματισμών που προκύπτουν καθώς δεν επιτρέπουν μεγάλη ταύτιση της χάραξης με το φυσικό έδαφος αλλά οι ακτίνες της καμπύλης της μηκοτομής είναι σημαντικά μικρότερες από αυτές ενός αυτοκινητόδρομου ειδικά όταν υπάρχουν πολλές λωρίδες κυκλοφορίας και συνεπώς επιτρέπεται η προσπέραση. Αυτό σε συνδυασμό με τις μεγαλύτερες επιτρεπόμενες κατακόρυφες κλίσεις του αυτοκινητόδρομου οδηγεί σε πιο αραιά τοποθέτηση των κορυφών της μηκοτομής ώστε να αποφεύγονται οι πιθανές εμπλοκές μεταξύ τους, κάτι που

αυξάνει σημαντικά τους όγκους των χωματισμών και συνεπώς σε χαράξεις μεγάλου μήκους εξισορροπεί τη διαφορά κόστους ανάμεσα στα δύο.

-Η τυπική διατομή μιας σιδηροδρομικής χάραξης ανά γραμμή έχει μικρότερο πλάτος από τη τυπική διατομή ενός αυτοκινητόδρομου ανά λωρίδα κυκλοφορίας. Αυτό οδηγεί σε λιγότερους όγκους χωματισμών και μικρότερα κόστη χωματουργικών εργασιών της σιδηροδρομικής γραμμής έναντι του αυτοκινητόδρομου.

-Οι ακτίνες των κυκλικών τόξων και τα μήκη συναρμογής των δύο χαράξεων δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Παρ' όλα αυτά ο περιορισμός των επιτρεπόμενων μηκών ευθυγραμμίας στον αυτοκινητόδρομο μπορεί να οδηγήσει σε περισσότερες οριζοντιογραφικές καμπύλες οι οποίες αυξάνουν το μήκος χάραξης και συνεπώς το κόστος.

-Το κόστος επιδομής μιας σιδηροδρομικής χάραξης ανά γραμμή είναι κατά κύριο λόγο μεγαλύτερο από το κόστος επιδομής ενός αυτοκινητοδρόμου ανά λωρίδα. Η διαφορά αυτή του κόστους μεταβάλλεται όμως ανάλογα με τα φορτία που θέλω να μεταφέρονται από τον κάθε άξονα και τη φέρουσα ικανότητα που θέλω να έχουν. Η μεικτή κυκλοφορία δεν επιδρά με τόσο καταλυτική αύξηση του κόστουςκατασκευής ενός οδικού έργου.

-Το κόστος των χωματουργικών εργασιών αυξάνεται σημαντικά όσο η σύσταση του εδάφους τείνει προς το βραχώδες. Έτσι η διαφορά κόστους χωματισμών των δύο έργων που προκύπτει από τους λιγότερους όγκους χωματισμών της σιδηροδρομικής γραμμής μπορεί να αυξηθεί σημαντικά σε βραχώδη εδάφη και να εξισορροπήσει ή ακόμη και να υπερνικήσει τη διαφορά στο κόστος επιδομής.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το κύριο συμπέρασμα της εργασίας είναι ότι για χαράξεις που δεν απαιτούν μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες το κόστοςκατασκευής ανά γραμμή ενός σιδηρόδρομου τείνει να είναι ίδιο με το κόστος κατασκευής ανά λωρίδα ενός αυτοκινητόδρομου. Η διαφορά κόστους επίσης διαφοροποιείται και από τη σύσταση του εδάφους κάνοντας την σιδηροδρομική γραμμή φθηνότερη σε βραχώδη εδάφη και ακριβότερη σε πιο γαιώδη εδάφη.

5.2 ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Οι χρονικοί περιορισμοί μιας διπλωματικής εργασίας αφήνουν ανοιχτά θέματα για περαιτέρω ερεύνα. Πολλά από τα κεφάλαια που αναπτύχτηκαν στη μεθοδολογία μπορούν να αποτελέσουν απαρχή νέων ερευνών. Οι εισηγήσεις για νέες μελέτες ως συνέχεια της εργασίας μου είναι:

- Η σύγκριση κόστους σιδηροδρομικής γραμμής και αυτοκινητόδρομου για κανονισμούς χάραξηςσιδηροδρομικής γραμμής άλλων χωρών, που επιτρέπουν πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες επιβατικών συρμών.
- Διερεύνηση της μεταβολής της διαφοράς του κόστους επιδομής σιδηροδρομικής γραμμής και αυτοκινητόδρομου για διαφορετικό μέγιστο αξονικό φορτίο ανάλογα με τις ποσότητες που θέλουμε να μεταφέρουν.
- Τροποποίηση του προγράμματος FM16 ώστε να εκτελεί τους απαραίτητους σιδηροδρομικούς ελέγχους και να υπολογίζει προϋπολογισμούς σιδηροδρομικής γραμμής.
- Διερεύνηση των περιοχών χάραξης όπου δεν απαιτούνται μεγάλα τεχνικά έργα όπως γέφυρες και σήραγγες για τη χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής και ανάπτυξη μοντέλου που θα κρίνει αν θα απαιτούνται τέτοια έργα σε μια περιοχή χάραξης και με ποια πιθανότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Luisa Affuso ,Julien Masson ,David Newbery 'Comparing Investments on new Transport Infrastructure: Roads vs. Railways' σελ 7-9

[2]Roberto Palacin, LukáRaif , ÖzenDeniz 'High Speed Rail Trends, Technologies and Operational Patterns: a Comparison of Established and Emerging Networks' σελ127-130

[3]Australian Rail Track Corporation 'ARTC Melbourne-Brisbane Inland Rail Alignment Study Working Paper No. 12 Stage 2 Financial and Economic Analysis' σελ 11-52

[4]Institution of Civil Engineers (ICE) and Industry 'Infrastructure Cost Review: Technical Report'σελ 70-90

[5] Levinson David, Gillen David, KanafaniAdib , Mathieu Jean 'The Full Cost Of Intercity Transportation - A Comparison Of High Speed Rail, Air And Highway Transportation InCalifornia'

- ΕΛΟΤΤΠ 1501-07-01-01-10:2009 Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής

- Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας Τεύχος Δεύτερο 'Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής 2000 ' ,Αρ. Φύλλου 1253

- Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας Τεύχος Έγκριση τετρακοσίων σαράντα (440) Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) με υποχρεωτική εφαρμογή σε όλα τα Δημόσια Έργα'Δεύτερο Αρ. Φύλλου 2221 ΦΕΚ 2012

- 'Ελληνική Τεχνική Προδιαγραφή, Γενικές Διατάξεις Στρώσης Γραμμής – Όρια Σφαλμάτων Γραμμής - Τυπικές Διατομές', 2004

-Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Πρόγραμμα Δράσεων για τον Εκσυγχρονισμό της Παραγωγής των Δημ Έργων 2η Ομάδα Διοίκησης Έργου Ινστιτούτο Οικονομίας Κατασκευών 'Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής'

-Οργανισμός Σιδηρόδρομων Ελλάδος Γενική Διεύθυνση Υποδομής Διεύθυνση Γραμμής 'Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής' Νέο κωδικοποιημένο κείμενο με τροποποιήσεις- συμπληρώσεις της υπ' αριθμ. 2467/9.2.2000 Απόφασης του ΔΣ/ΟΣΕ

- Δεληγιάννης Λάμπρος, 'Εκτίμηση Κόστους Κατασκευής Σιδηροδρομικών Έργων'

-ΕΡΓΑ Ο.Σ.Ε. Α.Ε., Μελέτες και προϋπολογισμοί μελέτης για την κατασκευή νέας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής του τμήματος μεταξύ Λυκοποριάς και Δερβενίου του άξονα Κορίνθου-Πάτρας

- 'Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, Στρώση - απελευθέρωση των τάσεων των σιδηροτροχιών των συγκολλημένων σε μεγάλα μήκη (Σ.Σ.Σ.)', 2009

- Λυμπέρης, Κ, 'Σιδηροδρομική Θεωρία και Εφαρμογές'. Αθήνα : Συμμετρία, 2009

-Γ. Κανελλαΐδης, Γ. Μαλέρδος, Α. Καλτσούνης, Γ. Γλαρός ,'Σημειώσεις για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών'