



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Διερεύνηση σιδηροδρομικής σύνδεσης του νέου αερολιμένα Καστελλίου Κρήτης με τις πόλεις του Ηρακλείου και του Αγίου Νικολάου»**



Κωνσταντίνος Γκουβάτσος

**Επιβλέποντες**

Τ. Μοσχόβου, Ε.ΔΙ.Π. Ε.Μ.Π.

Φ. Μερτζάνης Ε.Δ.Π. Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2024



## Ευχαριστίες



Αυτό το φοιτητικό ταξίδι γεμάτο εμπειρίες, δυσκολίες και γνωριμίες με ξεχωριστούς ανθρώπους φτάνει και για μένα σήμερα στο τέλος του.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μου, την κυρία Τ. Μοσχόβου και τον κύριο Φ. Μερτζάνη, για την αμέριστη υποστήριξη, την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές τους καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η συμβολή τους υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας. Παράλληλα ευχαριστώ πολύ τα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής κύριο Σ.Μαυρομάτη και κύριο Κ.Γκιτσισαλίτη.

Ευχαριστώ ιδιαίτερω τον καθηγητή Σιδηροδρομικής κύριο Κ.Λυμπέρη, αρχικά για την αγάπη του για τον σιδηρόδρομο που τη μετέδωσε και σε εμάς, για τα μαθήματα που είχα την τύχη να παρακολουθήσω από τον ίδιο και για το γεγονός ότι όποτε χρειάστηκα οποιαδήποτε βοήθεια σε σχέση με την παρούσα εργασία οι απαντήσεις του και η βοήθειά του ήταν άμεσες, πόσο μάλλον η προθυμία του. Οι πολύτιμες συμβουλές του προς εμάς τους φοιτητές θα αποτελούν παρακαταθήκη για το μέλλον μου ως μηχανικός. Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Κ.Αποστολέρη για τη συνολική υποστήριξή του σε επιμέρους στάδια της εργασίας και της χάραξης, για τον χρόνο που διέθεσε και την αμέριστη συμπαράστασή του.

Επίσης, ευχαριστώ πολύ τον κύριο Ευάγγελο Γραββάνη, πολιτικό μηχανικό – συγκοινωνιολόγο από την ΕΡΓΟΣΕ για την αποστολή όλου του υλικού του ΟΣΕ σε σχέση με τους εν ισχύ κανονισμούς για τον γεωμετρικό σχεδιασμό σιδηροδρομικής γραμμής και τις τυπικές διατομές που εφαρμόζονται στην Ελλάδα, αλλά και για τη σημαντική ανατροφοδότησή του σε σχέση με τις σιδηροδρομικές χαράξεις του δικτύου του Ο.Σ.Ε., καθώς και τη γνώμη του σε σχέση με τις παραμέτρους σχεδιασμού για την παρούσα εργασία. Ευχαριστώ πολύ το προσωπικό της αναδόχου του Αεροδρομίου Καστελλίου ΓΕΚ ΤΕΡΝΑ Α.Ε. για την αποστολή του υλικού σε σχέση με το Master Plan του νέου αερολιμένα και του υπό μελέτη οδικού δικτύου σύνδεσης του με τον Β.Ο.Α.Κ.. Πολλές ευχαριστίες στη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και προσωπικά στο διοικητή της υπηρεσίας για την πολύ σημαντική βοήθειά του σε σχέση με την προμήθεια ενός τόσο ογκώδους γεωγραφικού υλικού.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους δικούς μου ανθρώπους, την οικογένειά μου, τους γονείς μου, τα αδέρφια μου, τους φίλους μου, τους παλαιότερους και νυν συμφοιτητές μου, όλοι με βοήθησαν πάρα πολύ σε αυτήν τη δύσκολη και γεμάτη εμπόδια διαδρομή. Η αλήθεια είναι ότι ήταν μια ψυχοφθόρα διαδικασία που χρειαζόταν μεγάλη υπομονή και προσήλωση για να μπορέσει να έρθει εις πέρας. Μια αλληλουχία αλληπάλλληλων και επαναλαμβανόμενων δυσκολιών που με δίδαξαν την επιμονή και την προσήλωση στον τελικό στόχο ανεξάρτητα από τροχοπέδη και δυσκολίες. Την εργασία

μου την αφιερώνω στη μνήμη των παππούδων μου π.Νικόλαο, Αθανασία, Θανάση και Ελένη, οι οποίοι δυστυχώς δεν με πρόλαβαν απόφοιτο.

**Τίτλος:** Διερεύνηση σιδηροδρομικής σύνδεσης του νέου αερολιμένα Καστελλίου Κρήτης με τις πόλεις του Ηρακλείου και του Αγίου Νικολάου

**Συγγραφέας Διπλωματικής Εργασίας:** Κωνσταντίνος Γκουβάτσος

**Επιβλέποντες:** Τ. Μοσχόβου, ΕΔΙΠ, Φ. Μερτζάνης, Ε.Δ.Π.

## Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της δυνατότητας σιδηροδρομικής σύνδεσης του νέου διεθνούς αερολιμένα στο Καστέλλι Κρήτης με το Ηράκλειο δυτικά και τον Άγιο Νικόλαο ανατολικά. Η μελέτη επικεντρώνεται στην αναγνωριστική χάραξη των σιδηροδρομικών διαδρόμων που θα απαιτηθούν, προκειμένου να θέσει τις βάσεις για την τεχνοοικονομική ανάλυση κόστους-οφέλους και τη μελέτη σκοπιμότητας του έργου.

Στην παρούσα εργασία δίνεται έμφαση στον γεωμετρικό σχεδιασμό της σιδηροδρομικής γραμμής και την επιλογή της κατάλληλης ζώνης διέλευσης, εφαρμόζοντας τους ελληνικούς κανονισμούς περί χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής. Αρχικά, γίνεται αναφορά στη θεωρία χάραξης σιδηροδρομικών δικτύων, στα στοιχεία γεωμετρικού σχεδιασμού και στους αντίστοιχους ελληνικούς κανονισμούς και οριακές τιμές χάραξης.

Στη συνέχεια, η μελέτη εστιάζει στα γεωγραφικά δεδομένα της Κρήτης, αναλύοντας τις προκλήσεις και τις αντικειμενικές δυσκολίες που προκύπτουν από το ορεινό ανάγλυφο και το μεγάλο υψόμετρο του νέου αερολιμένα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη χρήση του λογισμικού γεωμετρικού σχεδιασμού FM19, που έχει προσαρμοστεί για τις ανάγκες της σιδηροδρομικής χάραξης, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη δυνατή χάραξη με ελάχιστες ανάγκες για τεχνικά έργα.

Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζονται εναλλακτικά σενάρια ζωνών χάραξης για τη σιδηροδρομική σύνδεση του νέου αερολιμένα με τις δύο πόλεις. Η εργασία διερευνά την εφικτότητα εγκατάστασης του σιδηροδρομικού δικτύου από άποψη γεωμετρικού σχεδιασμού και θέτει τα θεμέλια για μελλοντική έρευνα σχετικά με την τεχνοοικονομική ανάλυση της επένδυσης.

Η δημιουργία ενός μέσου σταθερής τροχιάς στην Κρήτη κρίνεται ως αναγκαία λόγω της αυξανόμενης επιβατικής κίνησης, ειδικά σε περιόδους αιχμής. Το 2023, ο αερολιμένας Ν. Καζαντζάκης εξυπηρέτησε πάνω από 8,7 εκατομμύρια επιβάτες, και οι προβλέψεις για τον νέο αερολιμένα Καστελλίου αναφέρουν ότι θα εξυπηρετεί πάνω από 15 εκατομμύρια επιβάτες ετησίως, με δυνατότητα να φτάσει τους 20 εκατομμύρια επιβάτες.

**Λέξεις-κλειδιά:** Σιδηροδρομικές επιβατικές μεταφορές, γεωμετρική χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής, λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών, σιδηροδρομική όδευση, επιλογή θέσης σιδηροδρομικών σταθμών, Κρήτη



**Title:** «Investigation of railway passenger connection between the New International Airport of Crete in Kastelli and the cities of Heraklion and Agios Nikolaos»

**Thesis Author:** Konstantinos Gkouvatso

**Supervisors:** T. Moschovou, F. Mertzanis

### **Abstract**

The subject of this thesis is the investigation of the feasibility of a railway connection between the new international airport in Kastelli, Crete, and Heraklion to the west, and Agios Nikolaos to the east. This study focuses on the preliminary alignment of the required railway corridors, laying the groundwork for the subsequent cost-benefit analysis and feasibility study of the project.

The emphasis of this work is on the geometric design of the railway line and the selection of the appropriate crossing zone, applying the Greek railway alignment regulations. Initially, there is a reference to the theory of railway alignment, the elements of geometric design, and the corresponding Greek regulations and limit values for alignment.

Next, the study focuses on the geographical data of Crete, analyzing the challenges and objective difficulties arising from the mountainous terrain and the high elevation of the new airport. Particular emphasis is given to the use of the FM19 geometric design software, which has been adapted for railway alignment purposes, in order to achieve the best possible alignment with minimal need for technical works.

In this context, alternative alignment scenarios for the railway connection of the new airport with the two cities are examined. The study investigates the feasibility of establishing the railway network from a geometric design perspective and sets the foundations for future research on the economic analysis of the investment.

The creation of a fixed-track transport system in Crete is deemed necessary due to the increasing passenger traffic, especially during peak periods. In 2023, N. Kazantzakis Airport served over 8.7 million passengers, and projections for the new Kastelli Airport indicate that it will serve over 15 million passengers annually, with the potential to reach 20 million passengers.

**Keywords:** railway engineering, railway alignment, horizontal alignment, vertical alignment, Crete, railway alignment software, railway passengers transport, railway stations' location

## Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγικά στοιχεία .....	16
1.1	Εισαγωγή .....	16
1.2	Σκοπός της διπλωματικής εργασίας .....	17
1.3	Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας .....	17
2.	Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	19
2.1	Ιστορική αναδρομή .....	19
2.2	Ανάπτυξη σιδηροδρόμου στην Κρήτη.....	22
2.3	Το παράδειγμα του σιδηροδρομικού δικτύου της Κορσικής .....	23
2.4	Δήλωση δικτύου ΟΣΕ .....	26
2.5	Στοιχεία χάραξης Σ.Γ. από πραγματικές μελέτες του Ο.Σ.Ε. ....	28
2.6	Αρχές χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής σε ορεινό ανάγλυφο.....	28
2.7	Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης .....	29
3.	Θεωρητικό υπόβαθρο - Χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής .....	31
3.1	Εισαγωγικά στοιχεία και ορισμοί .....	31
3.2	Στοιχεία χάραξης.....	33
3.2.1	Στοιχεία οριζοντιογραφίας.....	33
3.2.2	Στοιχεία μηκοτομής.....	45
3.2.3	Στοιχεία εύρους γραμμής και τυπικών διατομών .....	47
3.2.4	Τμήματα του σιδηροδρομικού δικτύου.....	49
3.3	Το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19 .....	50
3.3.1	Προαπαιτούμενα και περιβάλλον εργασίας λογισμικού .....	51
3.3.2	Δεδομένα (input data).....	52
3.3.3	Προγράμματα που εκτελούνται .....	53
3.3.4	Σχέδια που δημιουργούνται .....	55
3.3.5	Αρχεία εργασίας που εξάγονται (output data).....	56
4.	Μεθοδολογία – Ανάλυση – Αποτελέσματα .....	58
4.1	Ροή εργασιών και μεθοδολογία.....	58
4.2	Ανάλυση της περιοχής μελέτης και προκαταρκτική διερεύνηση συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης .....	59
4.2.1	Συγκοινωνιακοί κόμβοι, γεωγραφία και πληθυσμιακά στοιχεία της περιοχής μελέτης.....	59
4.2.2	Χαρακτηριστικά προτεινόμενου σιδηροδρομικού δικτύου και συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση του νέου αερολιμένα.....	61
4.3	Συλλογή δεδομένων και παραδοχές παραμέτρων σχεδιασμού.....	62
4.3.1	Συλλογή δεδομένων .....	62
4.3.2	Καθορισμός παραμέτρων σχεδιασμού .....	63
4.3.3	Αντιπαραβολή τοπογραφικών δεδομένων με Ελληνικό Κτηματολόγιο και Google Earth.....	64



4.4	Επεξεργασία δεδομένων .....	66
4.4.1	Καθορισμός μοντέλου εδάφους.....	66
4.4.2	Προσθήκη οικισμών και τελική διαμόρφωση τοπογραφικού σχεδίου 67	
4.4.3	Καθορισμός των θέσεων των σιδηροδρομικών σταθμών.....	70
4.5	Σχεδιασμός οριζοντιογραφίας.....	74
4.5.1	Καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων διέλευσης .....	74
4.5.2	Διαμόρφωση της πολυγωνικής της χάραξης στα επιμέρους τμήματα 76	
4.5.3	Τελικός σχεδιασμός οριζοντιογραφίας .....	78
4.6	Σχεδιασμός μηκοτομής και καθορισμός τεχνικών έργων.....	84
4.6.1	Μηκοτομή εδάφους.....	84
4.6.2	Ερυθρά.....	84
4.6.3	Καθορισμός τεχνικών έργων .....	86
4.7	Τελικά αποτελέσματα .....	86
5.	Συμπεράσματα.....	97
5.1	Βασικά συμπεράσματα.....	97
5.2	Ειδικά συμπεράσματα – παρατηρήσεις – προτάσεις.....	98
5.3	Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα .....	99
6.	Βιβλιογραφία .....	101
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....	104
Π1.	Εννοιολογικοί προσδιορισμοί.....	105
Π2.	Τυπικές διατομές ελληνικών σιδηροδρόμων (ΟΣΕ) .....	109
Π3.	Αγγλική ορολογία σιδηροδρομικής.....	136
Π4.	Στοιχεία από πραγματικές μελέτες.....	140
Π5.	Χαρακτηριστικά σχεδίασης των γραμμών .....	146
Π6.	Η ανατομία της σιδηροδρομικής γραμμής.....	147
Π7.	Η λειτουργία της σιδηροδρομικής γραμμής.....	149
a.	Οι δυνάμεις που καταπονούν τη σιδηροδρομική γραμμή.....	149
b.	Η παρουσία του νερού στη σιδηροδρομική γραμμή.....	149
Π8.	Μεταφορά οικισμού από το Google Earth στο τοπογραφικό σχέδιο .dwg ...	151
Π9.	Επίπεδα αυτοματοποίησης στον σιδηρόδρομο .....	153

## Συμβολισμοί/συντομογραφίες

<b>E</b>	Ευθυγραμμία
<b>ΚΚ</b>	Κυκλική Καμπύλη
<b>ΚΣ/ΤΣ</b>	Καμπύλη ή τόξο συναρμογής
<b>PY</b>	Ράμπα υπερύψωσης
<b>ΚΥΣ</b>	Καμπύλη υψομετρικής συναρμογής
<b>R(m)</b>	Οριζοντιογραφική ακτίνα
<b>Ra(m)</b>	Ακτίνα κατακόρυφης συναρμογής
<b>V(km/h)</b>	Ταχύτητα κίνησης συρμού
<b>s(‰)</b>	κατά μήκος κλίση
<b>h(mm)</b>	υπερύψωση σιδηροτροχιάς
<b>h<sub>θ</sub>(mm)</b>	θεωρητική υπερύψωση σιδηροτροχιάς
<b>a(mm)</b>	ανεπάρκεια υπερύψωσης
<b>n(mm)</b>	πλεόνασμα υπερύψωσης
<b>e(%)</b>	επίκλιση
<b>2e(mm)</b>	εύρος γραμμής
<b>A</b>	παράμετρος της κλωθοειδούς
<b>k<sub>κτ</sub>(m<sup>-1</sup>)</b>	καμπυλότητα κυκλικού τόξου (k <sub>κτ</sub> =1/R)
<b>Δ(m)</b>	αξονική απόσταση σιδηροδρομικών γραμμών
<b>γ(m/s<sup>2</sup>)</b>	μη εξισσοροπούμενη πλευρική επιτάχυνση
<b>C(m/s<sup>3</sup>)</b>	τίναγμα=ρυθμός μεταβολής της επιτάχυνσης ως προς το χρόνο (C=dp/dt)
<b>Τ.Π.</b>	Τεχνική περιγραφή
<b>Χ.Θ.</b>	Χιλιομετρική θέση
<b>Σ.Γ.</b>	Σιδηροδρομική γραμμή
<b>ΓΠΣ</b>	Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο
<b>ΑΔ</b>	Άνω Διάβαση
<b>ΚΔ</b>	Κάτω Διάβαση
<b>ΚΟ</b>	Κάθετη οδός
<b>Σ.Γ.Υ.Τ.</b>	Σιδηροδρομική γραμμή υψηλών ταχυτήτων
<b>Σ.Γ.Σ.Τ.</b>	Σιδηροδρομική γραμμή συμβατικών ταχυτήτων
<b>Ο.Σ.Ε.</b>	Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος Α.Ε.
<b>Ν.Κ.Ε.Γ.</b>	Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής
<b>Γ.Κ.Κ.</b>	Γενικός Κανονισμός Κινήσεως
<b>Π.Τ.Π.</b>	Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές
<b>ΕΛ.Ο.Τ.</b>	Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
<b>Ι.Δ.</b>	Ισόπεδη Διάβαση
<b>Σ.Σ.</b>	Σιδηροδρομικός Σταθμός
<b>Σ.Στ.</b>	Σιδηροδρομική Στάση
<b>CL</b>	Γραμμή κανονικού εύρους (Conventional line)

<b>NL</b>	Νέα Γραμμή
<b>Κ.Υ.Α.</b>	Κοινή Υπουργική Απόφαση
<b>Π.Ζ.Δ.</b>	Διάβαση πεζών
<b>Δ.Υ.</b>	Διαχειριστής υποδομής
<b>UIC</b>	International Union of Railways
<b>ERA</b>	European Railway Agency
<b>Δ.Ε.</b>	Διπλωματική Εργασία

## Ευρετήριο πινάκων

Πίνακας 3.1 - Συμβολισμοί και περιγραφή όρων.....	33
Πίνακας 3.2 - Οριακές τιμές χαρακτηριστικών στοιχείων καμπυλών .....	35
Πίνακας 3.3 - Μέγιστες ταχύτητες ανάλογα με την ακτίνα R .....	36
Πίνακας 3.4 - Ελάχιστες ακτίνες ανάλογα με τις μέγιστες ταχύτητες σχεδιασμού. 37	
Πίνακας 3.5 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση $h=0$ .....	39
Πίνακας 3.6 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση $h=160\text{mm}$ .....	39
Πίνακας 3.7 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση $h=40\text{mm}$ .....	39
Πίνακας 3.8 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση $h=80\text{mm}$ .....	39
Πίνακας 3.9 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση $h=120\text{mm}$ .....	40
Πίνακας 3.10 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με ξύλινους ή μεταλλικούς στρωτήρες [5] .....	48
Πίνακας 3.11 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με διμερείς Ο.Σ. στρωτήρες [5] .....	48
Πίνακας 3.12 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με ολόσωμους στρωτήρες προεντεταμένου σκυροδέματος [5] .....	48
Πίνακας 3.13 – Λειτουργίες εικονιδίων κεντρικού μενού λογισμικού [14].....	51
Πίνακας 3.14 - Χρήσιμα φύλλα εισαγωγής δεδομένων λογισμικού FM19 [14] .....	53
Πίνακας 3.15 - Χρήσιμα προγράμματα του λογισμικού FM19 [14].....	54
Πίνακας 3.16 - Χρήσιμα σχέδια που δημιουργεί το λογισμικό FM19 [14] .....	55
Πίνακας 3.17 - Χρήσιμα αρχεία εργασίας που εξάγονται από το λογισμικό FM19 [14].....	57
Πίνακας 4.1 - Ενδεικτικός πίνακας που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό βήματος ισοκλινούς.....	77
Πίνακας 4.2 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Ηράκλειο-Χερσόνησος» (S2) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου.....	86

Πίνακας 4.3 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» (S1) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου.....	87
Πίνακας 4.4 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» (S3) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου .....	87
Πίνακας 4.5 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις σύμφωνα με το δεύτερο προτεινόμενο σενάριο .....	88
Πίνακας 4.6 - Κατάλογος τεχνικών έργων / Σενάριο 1 .....	90
Πίνακας 4.7 - Κατάλογος τεχνικών έργων / Σενάριο 2 .....	91
Πίνακας 4.8 - Στοιχεία μηκοτομής του τμ. Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος (S1)....	92
Πίνακας 4.10 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Ηράκλειο-Χερσόνησος»	93
Πίνακας 4.11 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Ν.Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» .....	93
Πίνακας 4.12 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» .....	93
Πίνακας 4.13 - Συνολικός χρόνος και μέση ταχύτητα ανά διαδρομή μεταξύ των τερματικών σταθμών του δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 1.....	93
Πίνακας 4.14 - Λειτουργικά στοιχεία της Σ.Γ. του προτεινόμενου σεναρίου 2.....	94

## **Ευρετήριο εικόνων**

Εικόνα 1.1 - Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας .....	18
Εικόνα 2.1 – Η βιομηχανική σιδηροδρομική γραμμή «Λατομείο Εσταυρωμένου – Κούλες Λ.Ηρακλείου [54].....	20
Εικόνα 2.2 - Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Κορσικής περιλαμβάνει πολυάριθμα τεχνικά έργα [57] .....	23
Εικόνα 2.3 - Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Κορσικής (η κόκκινη γραμμή είναι η ενεργή) [57].....	24
Εικόνα 2.4 - Στην περιοχή του σταθμού του Ponte Leccia ενώνονται οι 3 εν λειτουργία κλάδοι του σιδηροδρομικού δικτύου της Κορσικής (Google Earth) .....	24
Εικόνα 2.5 - Ο σταθμός του Ponte Leccia βρίσκεται επί του Κλάδου της Ajaccio (Google Earth).....	25
Εικόνα 2.6 - 3D αναπαράσταση Google Earth: Η γραμμή στην απόληξη της περιοχής του σταθμού του Ponte Leccia με κατάλληλο σύστημα αλλαγών μερίζεται προς Calvi/Bastia .....	25
Εικόνα 2.7 - Τμήμα χάραξης στις παρυφές ορεινού όγκου στην Κορσική. Με τον γεωμετρικό σχεδιασμό μας επιδιώκουμε να «αγκαλιάσουμε» τις ισοϋψείς και να ακολουθήσουμε κατά το δυνατόν τις φυσικές κλίσεις του εδάφους (Google Earth) .	26
Εικόνα 2.8 - Το ελληνικό σιδηροδρομικό δίκτυο - Τμήματά του όπως το μετρικό σιδηροδρομικό δίκτυο της Πελοποννήσου βρίσκονται εκτός λειτουργίας [10] .....	27
Εικόνα 2.9 - Τοπογραφικό σχέδιο οριζοντιογραφίας της μελέτης στο τμήμα Ίανθος-Πολύανθος [25].....	28
Εικόνα 3.1 - Διαδικασία σχεδιασμού καμπυλών [7].....	34

Εικόνα 3.2 – Οι 3 συνδυασμοί μέγιστων-ελάχιστων ταχυτήτων [5].....	36
Εικόνα 3.3 - Η μεταβολή της καμπυλότητας από την ευθυγραμμία στο κυκλικό τόξο μέσω του τόξου συναρμογής [13].....	38
Εικόνα 3.4 - Κίνηση σε καμπύλη, υπερύψωση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς [1] .....	41
Εικόνα 3.5 - Το κεντρικό menu του λογισμικού RAIL (FM19) .....	51
Εικόνα 3.6 - Το παράθυρο γραμμής εντολών (Command Prompt) που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος ΟΡΙΖΟΝΤ/ΦΙΑ [14] .....	54
Εικόνα 4.1 - Απλό διάγραμμα ροής εργασίας .....	58
Εικόνα 4.2 - Η περιοχή μελέτης.....	59
Εικόνα 4.3 - Οι συγκοινωνιακοί κόμβοι του υπό διερεύνηση σιδηροδρομικού συστήματος .....	60
Εικόνα 4.4 - Οι Δήμοι της περιοχής μελέτης μας .....	60
Εικόνα 4.5 – Εντοπισμός συγκεκριμένων σημείων των ισοϋψών της Γ.Υ.Σ.....	65
Εικόνα 4.6 – Αντιπαραβολή των συντεταγμένων Χ,Υ των σημείων με τον χάρτη του Ελληνικού Κτηματολογίου .....	65
Εικόνα 4.7 - Μετατροπή συντεταγμένων από το ΕΓΣΑ-87 στο WGS-84 [40].....	65
Εικόνα 4.8 – Αντιπαραβολή των υψομετρικών δεδομένων των ισοϋψών της Γ.Υ.Σ. με το Google Earth .....	66
Εικόνα 4.9 - Στιγμιότυπο από την εκτέλεση του προγράμματος «ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ».....	67
Εικόνα 4.10 – Σχέδιο μοντέλου εδάφους.....	67
Εικόνα 4.11 - Το τοπογραφικό ανάγλυφο όπως διαμορφώνεται με τη χρωματική διαβάθμιση των ισοϋψών .....	68
Εικόνα 4.12 - Εισαγωγή στο τοπογραφικό σχέδιο του Master Plan και του πρώτου τμήματος του συνδετήριου Α/Δ σύνδεσης του Β.Ο.Α.Κ. με τον νέο αερολιμένα .....	69
Εικόνα 4.13 - Το τοπογραφικό σχέδιο μετά την επεξεργασία που υπέστη.....	70
Εικόνα 4.14 - Η θέση (κόκκινο πλαίσιο) του Σ.Σ.Αεροδρομίου στα ανατολικά του κτιρίου επιβατών και του Α/Δ.....	71
Εικόνα 4.15 - Η θέση ανάπτυξης του νέου Σ.Σ. στα αριστερά, αποτύπωση από το Google Earth .....	71
Εικόνα 4.16 – Οι δύο προτεινόμενες θέσεις για τη χωροθέτηση του Κεντρικού Σ.Σ. Ηρακλείου.....	72
Εικόνα 4.17 - Η προτεινόμενη θέση του Σ.Σ. Αγίου Νικολάου.....	74
Εικόνα 4.18 - Σχεδίαση ισοκλινούς γραμμής κατά στάδια.....	77
Εικόνα 4.19 - Το αρχείο εισαγωγής δεδομένων «ΚΟΡΥΦΕΣ» .....	79
Εικόνα 4.20 - Συμπλήρωση του αρχείου «ΚΟΡΥΦΕΣ».....	79
Εικόνα 4.21 - Το σχέδιο της οριζοντιογραφίας που επιτυχώς δημιουργείται μέσω του λογισμικού RAIL για το κάθε επιμέρους τμήμα.....	80

Εικόνα 4.22 - Η οριζοντιογραφία που προκύπτει για το πρώτο σενάριο πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο.....	80
Εικόνα 4.23 - Η οριζοντιογραφία του πρώτου σεναρίου όπως φαίνεται πάνω στο layer των πόλεων/οικισμών/σημαντικών εγκαταστάσεων .....	81
Εικόνα 4.24 - Η οριζοντιογραφία που προκύπτει για το δεύτερο σενάριο πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο.....	81
Εικόνα 4.25- Η οριζοντιογραφία για το δεύτερο σενάριο όπως φαίνεται πάνω στο layer των πόλεων/οικισμών/σημαντικών εγκαταστάσεων.....	81
Εικόνα 4.26 - Η τοποθεσία των σιδηροδρομικών σταθμών και στάσεων του δικτύου για το σενάριο 1 .....	82
Εικόνα 4.27 – Ο Σ.Σ. Ηρακλείου στη Ν.Αλικαρνασσό σύμφωνα με το σενάριο 1 .	82
Εικόνα 4.28 - Σ.Σ. Άγιος Νικόλαος .....	83
Εικόνα 4.29 - Σ.Στ. Μάλια.....	83
Εικόνα 4.30 - Σχετικό στιγμιότυπο από το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού RAIL.....	84
Εικόνα 4.31 - Το σχέδιο της μηκοτομής εδάφους.....	84
Εικόνα 4.32 - Χειροκίνητη σχεδίαση της πολυγωνικής της ερυθράς στο αρχείο .dxf .....	85
Εικόνα 4.33 - Το φύλλο εισαγωγής δεδομένων «ΣΗΜΑΙΕΣ».....	85
Εικόνα 4.34 – Η τελική μορφή της ερυθράς της στέψης της υποδομής του συγκεκριμένου τμήματος.....	85
Εικόνα 4.35 - Το σχέδιο της μηκοτομής όπως διαμορφώνεται με τα τεχνικά έργα.....	86
Εικόνα 4.36 - Η τελική εικόνα του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου (1 <sup>ο</sup> προτεινόμενο σενάριο – S1,S2,S3) .....	87
Εικόνα 4.37 - Η τελική εικόνα του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το 2ο προτεινόμενο σενάριο (S4) .....	88
Εικόνα 4.38 - Η μηκοτομή του τμήματος Άγιος Νικόλαος - Χερσόνησος (S1) του σεναρίου 1 .....	89
Εικόνα 4.39 - Η μηκοτομή του τμήματος Ηράκλειο - Χερσόνησος (S2) του σεναρίου 1 .....	89
Εικόνα 4.40 - Η μηκοτομή του τμήματος Ν.Αερολιμένας Καστελλίου - Χερσόνησος (S3) του σεναρίου 1.....	89
Εικόνα 4.41 - Η μηκοτομή για το σενάριο 2 (S4) .....	90
Εικόνα 4.42 - Η εικόνα του σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 1 .	95
Εικόνα 4.43 - Η εικόνα του σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 2 .	96
Εικόνα Π6.0.1 - Συνιστώσες σιδηροδρομικής γραμμής (συμβατική επιδομή - από την υπόβαση έως τον διάδρομο κυκλοφορίας) [3] .....	147
Εικόνα Π8.0.1 - Οι δυνάμεις που δρουν σε έναν σιδηροδρομικό διάδρομο κυκλοφορίας [1] .....	149

Εικόνα Π8.0.2 - Διαμόρφωση της εγκάρσιας διατομής της κάτω στρώσης του έρματος, του υποστρώματος του έρματος και της υποδομής για την απομάκρυνση των υδάτων [3] ..... 150

Εικόνα Π8.0.3 - Οι τρόποι εισόδου του νερού στο διπλό σιδηροδρομικό διάδρομο για την περίπτωση κατασκευής εντός ορύγματος ..... 150

### **Ευρετήριο σχημάτων**

Σχήμα 2.1 - Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων [5] .....	42
Σχήμα 2.2 - Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης [5] .....	43
Σχήμα 2.3 - Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης για την περίπτωση όπου $L \leq R_{3,5}$ [5] .....	43
Σχήμα 2.4 - Διάγραμμα βελών [5] .....	44
Σχήμα 2.5 - Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων δύο διαδοχικών αντίστροφων(αντίρροπων) κυκλικών καμπυλών [5] .....	44
Σχήμα 2.6 - Στρογγυλεύσεις στα άκρα οριζόντιων συναρμογών και πρανών υπερύψωσης [5] .....	45
Σχήμα 2.7 - Κατακόρυφη συναρμογή διαφορετικών κλίσεων [5] .....	47
Σχήμα 2.8 [5] .....	47

# 1. Εισαγωγικά στοιχεία

## 1.1 Εισαγωγή

Η ανάπτυξη των σιδηροδρομικών συστημάτων αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την προώθηση της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης μιας περιοχής. Τα σιδηροδρομικά δίκτυα, λόγω της υψηλής χωρητικότητας, της αξιοπιστίας και της περιβαλλοντικής τους φιλικότητας, έχουν την ικανότητα να διασφαλίσουν τη συνδεσιμότητα και την προσβασιμότητα μεταξύ σημαντικών συγκοινωνιακών κόμβων. Στην περίπτωση της Κρήτης, η οποία παραδοσιακά δεν διαθέτει εκτεταμένο σιδηροδρομικό δίκτυο, η κατασκευή του νέου διεθνούς αερολιμένα στο Καστέλλι Ηρακλείου προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία για την ανάπτυξη ενός προαστιακού/περιφερειακού σιδηροδρομικού δικτύου που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες των κατοίκων και των επισκεπτών.

Οι σύγχρονες απαιτήσεις για αποδοτικά και περιβαλλοντικά βιώσιμα συστήματα μεταφορών, καθιστούν το σιδηρόδρομο μια ιδανική λύση για την εξυπηρέτηση της αναμενόμενης μεγάλης επιβατικής κίνησης στον νέο αερολιμένα. Τα σιδηροδρομικά συστήματα μπορούν να συμβάλουν στην αποσυμφόρηση των οδικών δικτύων, στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και στην ενίσχυση της οικονομικής δραστηριότητας μέσω της καλύτερης συνδεσιμότητας μεταξύ των περιοχών.

Βασικό στοιχείο του σχεδιασμού ενός σιδηροδρομικού συστήματος αποτελεί η γεωμετρία της χάραξης της σιδηροδρομικής γραμμής. Η βέλτιστη γεωμετρία της σιδηροδρομικής χάραξης, σε αντίθεση με την οδική χάραξη, χαρακτηρίζεται σε επίπεδο οριζοντιογραφίας από όσο το δυνατόν μεγαλύτερα διαστήματα ευθυγραμμίων χωρίς περιορισμό βάσει κανονισμών και εφαρμογή καμπύλων τμημάτων μόνο όπου αυτό είναι απαραίτητο. Η επιλογή αυτή εξαρτάται από τον προϋπολογισμό και τη χρηματοδότηση του έργου. Η εφαρμογή καμπύλων τμημάτων με μεγάλες οριζοντιογραφικές καμπύλες διατηρεί την ταχύτητα μελέτης σε υψηλά επίπεδα και βελτιώνει την άνεση των επιβατών. Επιπλέον, οι επιτρεπόμενες μη εξισορροπούμενες πλευρικές επιταχύνσεις για τα καμπύλα τμήματα καθορίζουν σημαντικά στοιχεία γεωμετρικού σχεδιασμού της σιδηροδρομικής γραμμής. Σε επίπεδο μηκοτομής, η σιδηροδρομική χάραξη απαιτεί μικρές κατά μήκος κλίσεις, με συνήθεις τιμές που δεν υπερβαίνουν τα 10-20‰, ενώ στο ελληνικό σιδηροδρομικό δίκτυο η μέγιστη κατά μήκος κλίση που συναντάται (πλην του οδοντωτού σιδηρόδρομου Καλαβρύτων) είναι στα 28,1‰ [10].

Στην περίπτωση του νέου αερολιμένα στο Καστέλλι, η ανάπτυξη ενός σιδηροδρομικού δικτύου που θα συνδέει τον αερολιμένα με το Ηράκλειο και τον Άγιο Νικόλαο, παρουσιάζει ιδιαίτερες προκλήσεις. Αυτές περιλαμβάνουν το μεγάλο υψόμετρο του αεροδρομίου, το ορεινό ανάγλυφο της Κρήτης και την ανάγκη για γεωμετρικό σχεδιασμό που να ικανοποιεί τις απαιτήσεις για μικρές κατά μήκος κλίσεις σύμφωνα με τις προδιαγραφές σιδηροδρομικής χάραξης. Επιπλέον, η προσέγγιση του αστικού ιστού του Ηρακλείου και η δημιουργία υποδομών εντός της πόλης αποτελούν επιπρόσθετες προκλήσεις δεδομένου ότι ιστορικά δεν έχει αναπτυχθεί σιδηροδρομική υποδομή στην περιοχή.

Η Κρήτη σήμερα αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις στο υπάρχον οδικό σύστημα, το οποίο συχνά υπερφορτώνεται, ιδιαίτερα κατά την τουριστική περίοδο. Ο σημερινός αερολιμένας Ν. Καζαντζάκης εξυπηρέτησε το 2023 συνολικά 8.723.031 επιβάτες, καθιστώντας το για ακόμα μια χρονιά το δεύτερο πιο απασχολημένο αεροδρόμιο της Ελλάδας. Με μήνες αιχμής όπως ο Αύγουστος με 1,4 εκατομμύρια επιβάτες, ο Ιούλιος με 1,3 εκατομμύρια επιβάτες και ο Σεπτέμβριος με 1,1 εκατομμύρια επιβάτες [62], το ζήτημα της αποτελεσματικής μεταφοράς των επιβατών από και προς το αεροδρόμιο είναι κρίσιμο.



Με την πρόοδο των έργων στον νέο αερολιμένα Καστελλίου, ο οποίος αναμένεται να ξεκινήσει τη λειτουργία του το 2027 και να εξυπηρετεί περί τους 15.000.000 επιβάτες ετησίως, τίθεται επιτακτικά το ερώτημα αν το σιδηροδρομικό σύστημα μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο σε αυτήν τη νέα συγκοινωνιακή πραγματικότητα. Λόγω της μεγάλης απόστασης του νέου αερολιμένα από το Ηράκλειο, περίπου 40 χιλιόμετρα, και της πολύ μεγάλης αναμενόμενης ζήτησης, η δημιουργία ενός μέσου σταθερής τροχιάς που θα εξυπηρετεί μαζικά μεγάλο αριθμό επιβατών κατά τις ώρες αιχμής, φαίνεται αναγκαία.

Το βασικό ερώτημα που τίθεται είναι αν το σιδηροδρομικό σύστημα μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο σε αυτήν τη νέα κατάσταση που διαμορφώνεται με τον νέο αερολιμένα.

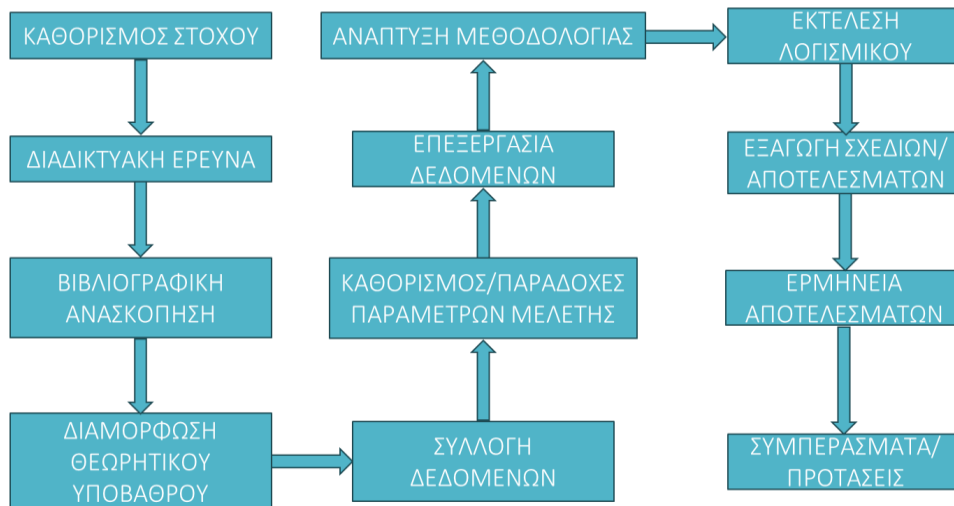
## 1.2 Σκοπός της διπλωματικής εργασίας

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση δυνατότητας σιδηροδρομικής σύνδεσης του νέου διεθνούς αερολιμένα στο Καστέλλι Ηρακλείου με το Ηράκλειο Κρήτης και τον Άγιο Νικόλαο, καθορίζοντας με αυτόν τον τρόπο ένα δίκτυο προαστιακού/περιφερειακού σιδηροδρόμου που θα συνδέει τις 3 περιοχές με κάποιες ενδιάμεσες στάσεις/σταθμούς που θα συμπληρώνουν την εικόνα του δικτύου. Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η αναγνωριστική μελέτη χάραξης του δικτύου σε αρχικό διερευνητικό επίπεδο, δηλαδή η διερεύνηση και παρουσίαση της επικρατέστερης ζώνης (ή των επικρατέστερων ζωνών) διάβασης του σιδηροδρομικού διαδρόμου. Στην παρούσα Δ.Ε. ασχολούμαστε αποκλειστικά με τον γεωμετρικό σχεδιασμό των επιμέρους σιδηροδρομικών τμημάτων με σκοπό να καθοριστεί η βέλτιστη ζώνη χάραξης που θα συνδέει τους 3 συγκοινωνιακούς κόμβους.

Βασικό ερώτημα που τίθεται στην παρούσα φάση είναι εάν το έργο είναι τεχνικά εφικτό, καθώς αντικειμενικές δυσκολίες και ιδιαίτερες προκλήσεις συναντώνται λόγω του υψομέτρου του νέου αεροδρομίου (H=350μ.) και γενικότερα λόγω του ορεινού αναγλύφου της Κρήτης αναφορικά με το γεωμετρικό σχεδιασμό και τις επιμέρους κατά μήκος κλίσεις στο σιδηροδρομικό δίκτυο όπως απαιτούν οι σχετικοί κανονισμοί σιδηροδρομικής χάραξης. Μια ακόμα πρόκληση αποτελεί η προσέγγιση του έντονου αστικού ιστού του, από τη στιγμή που ιστορικά δεν έχει αναπτυχθεί ίχνος σιδηροδρομικής υποδομής εντός της πόλης (πέραν ενός μικρού τμήματος προπολεμικά βιομηχανικού σιδηροδρόμου πλησίον της ακτογραμμής προς τον λιμένα από δυτικά) και επομένως πρόκειται για μια τελείως νέα χάραξη εκ του μηδενός υπό συγκεκριμένα δεδομένα αστικών περιοχών.

Γενικότερος στόχος της παρούσας εργασίας είναι να δώσει υλικό προς αξιοποίηση για μελλοντική έρευνα, ενώ αποτελεί ένα πρώτο ερέθισμα στην ιδέα κατασκευής σιδηροδρόμου στην Κρήτη.

## 1.3 Διάρθρωση της διπλωματικής εργασίας



Εικόνα 1.1 - Διάρθρωση διπλωματικής εργασίας

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας και βοηθάει στην κατανόηση του περιεχομένου της, με την περιγραφή του αντικειμένου της εργασίας και της προσέγγισης του σχεδιασμού του υπό διερεύνηση σιδηροδρομικού δικτύου στην Κρήτη και γενικών στοιχείων αναφορικά με το ζήτημα της χάραξης μιας σιδηροδρομικής γραμμής. Έπειτα, γίνεται αναφορά στον σκοπό της παρούσας εργασίας, ενώ στο τέλος, περιγράφεται η δομή της διπλωματικής εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αρχικά μια ιστορική αναδρομή στα ζητήματα που άπτονται του κρητικού σιδηροδρόμου, τότε τέθηκε πρώτη φορά η ιδέα, τι προϊστορία υπάρχει, τι μελέτες έχουν γίνει στο παρελθόν, ενώ στη συνέχεια αντλούνται στοιχεία από τη βιβλιογραφία από έρευνες που έχουν γίνει για την ανάπτυξη σιδηροδρομικού δικτύου στην Κρήτη, ενώ επιχειρείται να αντληθούν όσα περισσότερα στοιχεία γίνεται από εγχειρίδια του Ο.Σ.Ε., επιστημονικά άρθρα και πραγματικές μελέτες σε σχέση με τις προδιαγραφές και παραμέτρους της σιδηροδρομικής χάραξης που θα μας βοηθήσουν στην εφαρμογή του πραγματικού μελετητικού μας έργου.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο σε σχέση με τη χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής, αναλύονται οι ελληνικοί κανονισμοί και προδιαγραφές σιδηροδρομικής χάραξης και το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19 που είναι το εργαλείο που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση της ροής εργασιών της μελέτης.

Το τέταρτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην αναγνωριστική μελέτη χάραξης του προαστιακού/περιφερειακού σιδηροδρομικού δικτύου «Νέος Αερολιμένας Ηρακλείου Κρήτης (Καστέλλι)-Ηράκλειο-Άγιος Νικόλαος». Αρχικά περιγράφεται η ροή εργασιών που είναι προσαρμοσμένη στο λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19 (έκδοση RAIL) και η μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης. Αναλύονται βήμα-βήμα όλες οι διαδικασίες από τη συλλογή όλων των απαραίτητων δεδομένων, αναλύονται οι επιμέρους εργασίες που εκτελούνται, μέχρι τον τελικό καθορισμό των προτεινόμενων ζωνών διέλευσης. Παράγονται τα σχετικά σχέδια μέσω του λογισμικού τόσο σε επίπεδο οριζοντιογραφίας όσο και μηκοτομή. Γίνεται η ανάλυση των στοιχείων που προκύπτουν ανά προτεινόμενο σενάριο και διαμορφώνονται τα σχετικά αποτελέσματα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο προκύπτουν γενικά συμπεράσματα από την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης έρευνας, ειδικά συμπεράσματα και προτάσεις πάνω σε συγκεκριμένα σημεία των προκρινόμενων σεναρίων, ενώ γίνονται εισηγήσεις για μελλοντική έρευνα.

Στο τελευταίο έκτο κεφάλαιο παρατίθενται όλες οι πηγές και η σχετική βιβλιογραφία της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

## 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αρχικά μια ιστορική αναδρομή αναφορικά με το ζήτημα του σιδηροδρόμου στην Κρήτη, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζονται όσες έρευνες ή επιστημονικά άρθρα έχουν πραγματοποιηθεί σε σχέση με την ανάπτυξη σιδηροδρομικού δικτύου στο νησί, παρουσιάζεται το παράδειγμα της Κορσικής, ένα νησί ανάλογου μεγέθους της Κρήτης, το οποίο διαθέτει για πάνω από 100 χρόνια σιδηροδρομικό δίκτυο, ενώ διέρχεται από τμήματα ορεινού όγκου, όπως καλούμαστε να κάνουμε με την παρούσα έρευνα στην Κρήτη. Στη συνέχεια περιγράφονται στοιχεία χάραξης που αντλούνται από πολλές διαφορετικές πηγές και στο τέλος διατυπώνονται τα συμπεράσματα του κεφαλαίου.

### 2.1 Ιστορική αναδρομή

Η ιδέα κατασκευής σιδηροδρόμου στην Κρήτη έχει εκφραστεί και επανέλθει πολλές φορές από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα μέχρι και σήμερα. Παλαιότερα, τις περισσότερες φορές οι προτάσεις για δημιουργία σιδηροδρομικής γραμμής αντιμετωπίστηκαν ως μη ρεαλιστικές και ουτοπικές, ενώ το κόστος τους φάνταζε υπέρογκο. Η μόνη σιδηροδρομική γραμμή που λειτούργησε στην πράξη στην Κρήτη και δεν έμεινε μόνο στα σχέδια ήταν αυτή από το Φρούριο Κούλες του λιμένος Ηρακλείου μέχρι το λατομείο Ξηροποτάμου, μετρικού εύρους και μήκους 6 χιλιομέτρων. Λειτούργησε από το 1922 έως το 1937 και είχε χαρακτήρα βιομηχανικού σιδηροδρόμου και σκοπό τη μεταφορά φυσικών και τεχνητών λίθων για την κατασκευή του λιμανιού του Ηρακλείου μέχρι την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης του το 1930. Πέραν όμως αυτής της μικρής εμφάνισης σιδηροδρόμου στο νησί, το υπεραιωνόβιο αίτημα για δημιουργία ενός ολοκληρωμένου κανονικού σιδηροδρομικού δικτύου, με επιβατική χρήση πέραν εμπορικής ή βιομηχανικής, δεν έχει ευοδωθεί. Τον 20<sup>ο</sup> αιώνα η μικρή οικονομία του νησιού λειτούργησε ανασταλτικά στη κατασκευή σπουδαιών έργων υποδομής, μεταξύ των οποίων και του σιδηροδρόμου, ωστόσο τον 21<sup>ο</sup> αιώνα το ζήτημα έχει επανέλθει δυναμικά στο προσκήνιο χωρίς ωστόσο κάποια οριστική κατάληξη για δημιουργία σιδηροδρομικού δικτύου μέχρι και σήμερα ([34], [52], [53], [54], [55], [59], [64], [65], [73]).

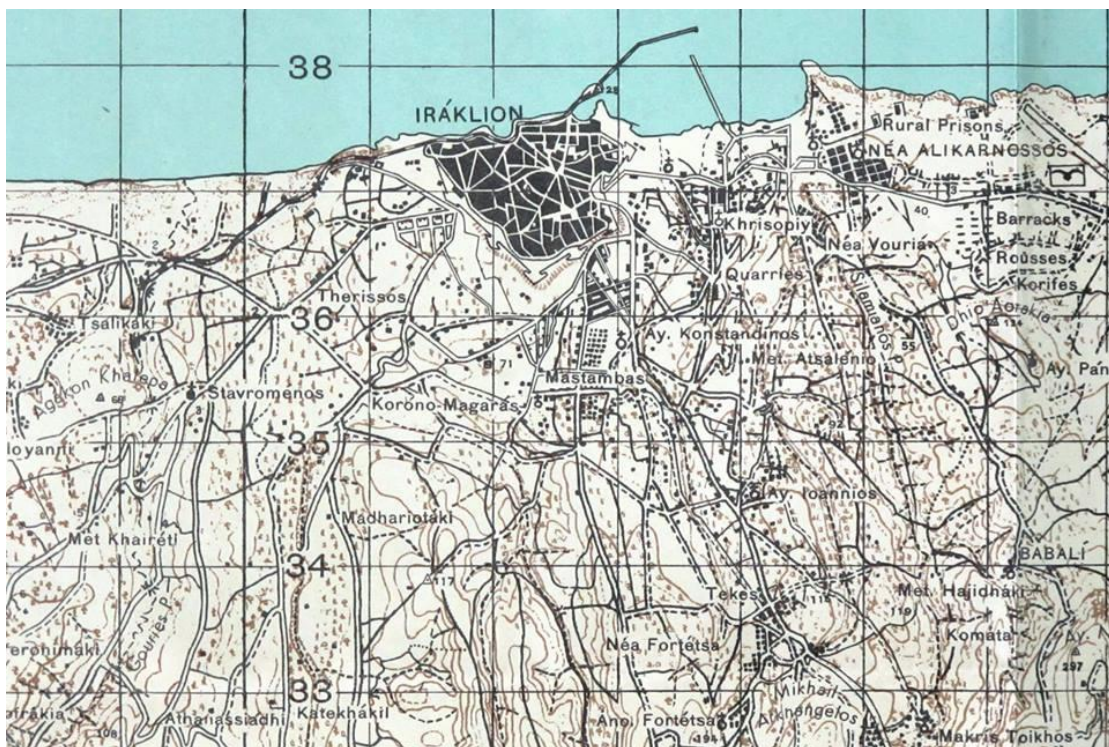
Η πρώτη προσπάθεια για δημιουργία σιδηροδρόμου στην Κρήτη έγινε το 1893, όταν επί της οθωμανικής διοίκησης της Κρήτης, εξαγγέλθηκε μεταξύ διαφόρων έργων και η κατασκευή σιδηροδρόμου στο νησί. Το 1895 η εξαγγελία προχωρά στην πράξη και ο Βέλγος πρόξενος στην Αθήνα μαζί με τον μηχανικό Σαββάκη και κλιμάκιο ξένων μηχανικών επισκέπτονται την Κρήτη και περιοδεύουν σε περιοχές της διαδρομής Χανίων-Ηρακλείου, καταλήγοντας σε σχέδιο γραμμής που θα ξεκινούσε από τα Χανιά, και διερχόμενο εν συνεχεία από το Ρέθυμνο και το Ηράκλειο θα κατέληγε προς Μεσσαρά και Κόκκινο Πύργο. Τελικώς, τα σχέδια μένουν μόνο στη θεωρία.

Το 1903, στην αυτόνομη πλέον Κρήτη, ο μηχανικός Ε.Μείμαράκης εκπονεί μελέτη σιδηροδρομικής σύνδεσης του Ηρακλείου με τη Μεσσαρά. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1908 έχουμε από το μηχανικό Σ.Πεζανό μια νέα μεγάλη μελέτη αυτήν τη φορά, η οποία σε πρώτη φάση προέβλεπε σιδηροδρομική γραμμή από το Καστέλλι Κισσάμου προς Χανιά – Ρέθυμνο – Μυλοπόταμο – Άγιο Μύρωνα – Ηράκλειο – Αρχάνες – Καστέλλι Πεδιάδος – Άγιο Νικόλαο και διακλάδωση από Καστέλλι Πεδιάδος προς Ίνι, ενώ σε δεύτερη φάση προέβλεπε και επεκτάσεις από Άγιο Νικόλαο προς Ιεράπετρα και Σητεία, από Ίνι προς Τυμπάκι, Άγιο Βασίλειο και Ρέθυμνο, από Ίνι προς Βιάνο και από Καστέλλι Κισσάμου προς Κάνδανο.

Το 1913, στην ενωμένη με την Ελλάδα, Κρήτη, υποβάλλονται δύο προτάσεις για σιδηρόδρομο στην πεδιάδα της Μεσσαράς με τη συμμετοχή Γάλλων τεχνοκρατών. Το 1921, προτείνεται στο πλαίσιο της προγραμματιζόμενης από τότε διαπλάτυνσης των Θεσσαλικών Σιδηροδρόμων, το υλικό του δικτύου που θα αποξηλωνόταν (επιδομή, τροχαιο υλικό, σήματα)

να μεταφερθεί στην Κρήτη και να χρησιμοποιηθεί εκεί για κατασκευή σιδηροδρομικού δικτύου μετρικού εύρους, στην εξής διαδρομή: Κίσαμος – Χανιά – Γεωργιούπολη – Ρούστικα – Άγιος Βασίλης – Τυμπάκι – Καστέλλι Πεδιάδος – Αρχάνες – Ηράκλειο, με διακλαδώσεις από Ρούστικα προς Ρέθυμνο και από Καστέλλι Πεδιάδος προς Νεάπολη και Άγιο Νικόλαο.

Δυστυχώς κανένα από τα σχέδια για εκτεταμένο σιδηροδρομικό δίκτυο δεν πραγματοποιήθηκε, ωστόσο η ανάγκη για την κατασκευή του λιμανιού του Ηρακλείου, οδήγησε τελικώς στη μόνη σιδηροδρομική γραμμή που μέχρι και σήμερα έχει λειτουργήσει στην Κρήτη. Και δεν πρόκειται για μια γραμμή που εξυπηρετούσε επιβατικές μεταφορές, αλλά για βιομηχανικό σιδηρόδρομο, μετρικού εύρους, μήκους 6χλμ, που χρησιμοποιούταν για τη μεταφορά λίθων στο πλαίσιο κατασκευής του νέου λιμένα Ηρακλείου, ξεκινούσε από το νταμάρι του Ξηροποτάμου στα δυτικά του Ηρακλείου (προς Γάζι) και κατέληγε στο φρούριο Κούλες του λιμένα Ηρακλείου. Η γραμμή αυτή λειτούργησε 15 ολόκληρα χρόνια, από το 1922 έως και το 1937, ενώ την ιδέα για την υλοποίησή της είχε ο καθηγητής και πρόεδρος του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (Ε.Μ.Π.) Νικόλαος Κιτσίκης, ο οποίος και επέβλεψε την κατασκευή του λιμένος Ηρακλείου.



Εικόνα 2.1 – Η βιομηχανική σιδηροδρομική γραμμή «Λατομείο Εσταυρωμένου – Κούλες Λ.Ηρακλείου» [54]

Μεταπολεμικά δεν προκύπτει κάποια εξέλιξη γύρω από το θέμα, οι όποιες συζητήσεις και τελικά κατασκευές ως προς το χερσαίο δίκτυο, περιορίζονται μόνο στο οδικό δίκτυο, το οποίο τελικώς μέχρι και τις μέρες μας διατηρεί το μονοπώλιο ως σταθμός μετεπιβίβασης από αεροδρόμια και λιμένες. Φτάνουμε τελικώς στη δεκαετία του '90, το θέμα της ανάπτυξης σιδηροδρόμου στο νησί αναζωπυρώνεται με την πρόταση Ιαπώνων επενδυτών για τουριστικές επενδύσεις συνδυαστικά με τη δημιουργία σιδηροδρόμου υψηλών ταχυτήτων κατά μήκος της βόρειας ακτής όπου και βρίσκονται τα μεγάλα αστικά κέντρα του νησιού, ενώ συμπληρώθηκε με πρόταση για δημιουργία σταθμού διαλογής στο Ηράκλειο και σύνδεσή του μέσω σιδηροδρομικών πορθμείων με την Ιταλία, για προώθηση με βαγόνια-ψυγεία (INTERFRIGO) των κρητικών προϊόντων, ιδιαίτερα των πρώιμων.

Λίγα χρόνια αργότερα, το 2000, εγκρίνονται από τον Δήμο Ηρακλείου δύο μελέτες: η μεν πρώτη προβλέπει την ανάπτυξη προαστιακού σιδηροδρόμου από Ηράκλειο προς Ρέθυμνο και

Χανιά, η δε δεύτερη και η πιο προβεβλημένη, προβλέπει τη δημιουργία τροχιοδρόμου στο Ηράκλειο σε δύο γραμμές: η πρώτη από το κατασκευαζόμενο τότε Παγκρήτιο Στάδιο προς τα Λιοντάρια και τον αερολιμένα «Νίκος Καζαντζάκης» και η δεύτερη από τα Λιοντάρια προς την Κνωσσό, με τις εξής επεκτάσεις: από το Παγκρήτιο στάδιο προς το Γάζι και τα Λινοπεράματα, από το αεροδρόμιο «Ν.Καζαντζάκης» προς Άγιο Ιωάννη, Καρτερό και Χάνι Κοκκίνη και από Κνωσσό προς Πανεπιστήμιο.

Το θέμα επανέρχεται το καλοκαίρι του 2007, είναι η εποχή που μόλις έχει μπει στο προσκήνιο η δημιουργία του νέου Διεθνούς Αερολιμένα Ηρακλείου Κρήτης στο Καστέλλι Πεδιάδος, στο συνέδριο των απόδημων Κρητών, που έγινε στο Ηράκλειο. Οι συγκοινωνιολόγοι Γιώργος Νάθενας και Βασίλης Οικονομόπουλος προτείνουν την ανάπτυξη σιδηροδρόμου στην Κρήτη και συγκεκριμένα τη διαδρομή Χανιά-Ρέθυμνο-Ηράκλειο σε 50 λεπτά (30+20 λεπτά) με προβλέψεις για επεκτάσεις από Χανιά προς Κίσαμο και από Ηράκλειο προς Νέο Αερολιμένα Καστελλίου Πεδιάδος και Άγιο Νικόλαο.

Το 2018, η Αττικό Μετρό ανέφερε ότι βρίσκεται σε επαφές με τον Δήμο Ηρακλείου προκειμένου να εκπονηθεί μελέτη σκοπιμότητας για την ανάπτυξη γραμμής τραμ στην περιοχή. Το 2022, εκφράζεται στον τύπο το έντονο ενδιαφέρον της εταιρείας με τη διεθνή εμπειρία Alstom μέσω του διευθύνοντος συμβούλου της στην Ελλάδα Σταύρου Βλάχου για σιδηροδρομική σύνδεση του νέου αερολιμένα του Καστελλίου με το Ηράκλειο μέσω συνδυαστικής γραμμής σιδηροδρόμου και τραμ εντός του αστικού ιστού του Ηρακλείου που θα συνδέει τον νέο αερολιμένα Κρήτης με τελική κατάληξη το κέντρο του Ηρακλείου. Υποστήριξε δε ότι υπάρχουν τα αναγκαία χρηματοδοτικά εργαλεία για την πραγματοποίηση του έργου και είναι υλοποιήσιμο.

Το 2023, το Δημοτικό Συμβούλιο Ηρακλείου αποφάσισε ομόφωνα (από κοινού όλες οι παρατάξεις) τη δημιουργία ενός μέσου σταθερής τροχιάς στην Κρήτη που θα συνδέει το Ηράκλειο με τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι και να γίνουν άμεσα οι σχετικές μελέτες διερεύνησης τρόπων ανάπτυξης και μελετών σκοπιμότητας και βιωσιμότητας. Με αυτόν τον τρόπο οι τοπικοί φορείς ευελπιστούν στη δημιουργία της πρώτης γραμμής, που θα αποτελέσει ωστόσο το έναυσμα και για μελλοντικές επεκτάσεις και διασύνδεση και με τα υπόλοιπα μεγάλα αστικά κέντρα του νησιού, ως ένα δίκτυο που θα λειτουργεί παράλληλα με τον Β.Ο.Α.Κ.. Το μέλος της επιτροπής διεκδίκησης του μέσου Τ.Β., μιλώντας είπε πως σχεδόν όλα τα μεγάλα νησιά της Μεσογείου, διαθέτουν τρένο, εκτός από την Κρήτη και την Κύπρο, ενώ η Κορσική έχει σιδηροδρομικό δίκτυο από τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Παράλληλα τόνισε: "Οι προοπτικές του αεροδρομίου είναι να μετακινήσει μέχρι 18 εκατ. επιβάτες ετησίως. Πώς θα μετακινούνται οι επιβάτες και τα καύσιμα από το λιμάνι του Ηρακλείου στο Καστέλι; Στην πρόταση εντάσσεται η συμπερίληψη όλων των μεγάλων πόλεων της Κρήτης. Ο προγραμματισμός μας είναι να πάμε σε όλα τα δημοτικά συμβούλια των νομών της Κρήτης καθώς και του δήμου Μινώα Πεδιάδος για να προωθήσουμε το αίτημα μας και έπειτα να απευθυνθούμε στην ελληνική κυβέρνηση".

Προσφάτως, το 2024, σε συνάντηση Ελλήνων Ευρωβουλευτών με εκπροσώπους της επιτροπής μεταφορών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και εκπρόσωπο της ERA (European Railway Agency) εκφράστηκε η καλή θέληση και η προθυμία των ευρωπαίων αξιωματούχων να εγκρίνουν επίσημη κυβερνητική πρόταση για δημιουργία μέσου σταθερής τροχιάς στην Κρήτη.

Ωστόσο η πραγματικότητα είναι ότι δεν έχει φανεί μέχρι και σήμερα τα τελευταία χρόνια οποιαδήποτε πρωτοβουλία κεντρικά από τις τελευταίες κυβερνήσεις που να φανερώνει την πολιτική βούληση για την ανάπτυξη ενός οποιοδήποτε έστω αρχικού σιδηροδρομικού δικτύου με αφορμή μάλιστα και τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι, και οι οποιοσδήποτε εξαγγελίες περιορίζονται στην περάτωση του αυτοκινητοδρόμου του Β.Ο.Α.Κ. και του συνδετηρίου Α/Δ με τον νέο αερολιμένα. Στην πραγματικότητα, η ανάπτυξη σιδηροδρομικού δικτύου ή οποιοσδήποτε μέσου σταθερής τροχιάς στην Κρήτη για την ώρα βρίσκεται εκτός του στρατηγικού σχεδιασμού του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών.

## 2.2 Ανάπτυξη σιδηροδρόμου στην Κρήτη

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούμε στην έρευνα που έγινε από το Πανεπιστήμιο της Στοκχόλμης το 2012, με τίτλο «Study for the development of a railway network in Crete, Greece». Η έρευνα αυτή ασχολείται με τη διερεύνηση ανάπτυξης σιδηροδρόμου στην Κρήτη διαμορφώνοντας μια προκαταρκτική μελέτη που συμπεριλαμβάνει στοιχεία για τη βιωσιμότητα του έργου, καθώς και λειτουργικά, οικονομικά και κατασκευαστικά. Δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα «γιατί η Κρήτη να αποκτήσει σιδηροδρομικό σύστημα μεταφορών;» «ποιες μέθοδοι κατασκευαστικές και λειτουργικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και πόσο χρόνο χρειάζεται το έργο μέχρι την τελική υλοποίησή του;» «πόσο θα κοστίσει εν τέλει το έργο και μπορούν να υπάρξουν χρηματοδοτικά εργαλεία για την κατασκευή, λειτουργία και συντήρησή του;» [20].

Από τη συγκεκριμένη έρευνα αντλούμε τα ακόλουθα σημαντικά στοιχεία που διαπιστώνονται:

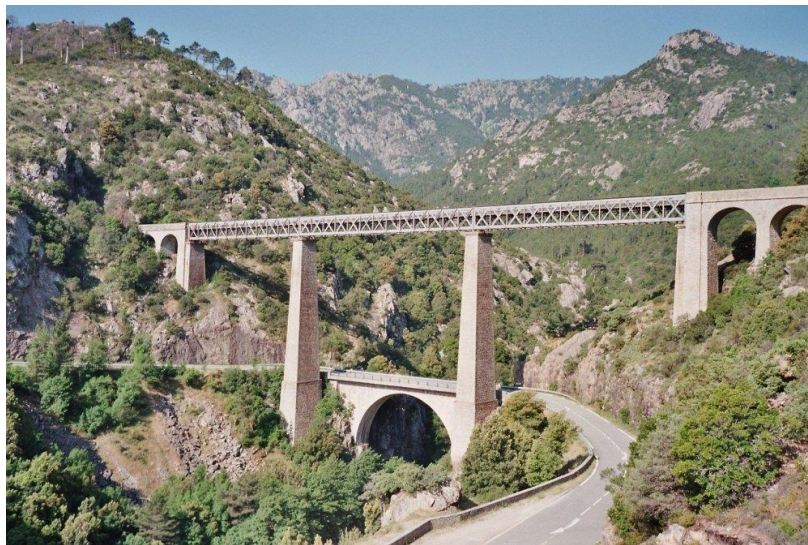
- Η όδευση της γραμμής θα χρειαστεί να κατασκευαστεί υπό ειδικούς περιορισμούς, καθώς πρέπει να ξεπεραστούν χωρικές, τεχνικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές δυσκολίες
- Βιώσιμη λύση αποτελεί η εφαρμογή ηλεκτροκίνησης, κανονικό εύρος γραμμής, μονή γραμμή και συμβατική επιδομή με έρμα.
- Μια σιδηροδρομική γραμμή στην Κρήτη θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί αφού πρώτα το τεκμηριώσουν αυτό οι απαραίτητες μελέτες που πρέπει να ολοκληρωθούν και αυτές είναι: μελέτη βιωσιμότητας-σκοπιμότητας, μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τοπογραφική και γεωλογική μελέτη
- Θα πρόκειται για έναν νέο κυκλοφοριακό διάδρομο, ο οποίος αναπτύσσεται εκ του μηδενός και όπως οποιοδήποτε έργο, θα μπορούσε να έχει καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον, κάτι που θα μειωθεί εάν εφαρμοσθεί διατομή μονής γραμμής
- Ο όγκος των εμπορευματικών μεταφορών στην ενδοχώρα της Κρήτης είναι πολύ μικρότερος συγκριτικά με αυτόν από τα κύρια λιμάνια του νησιού προς εξωτερικούς προορισμούς. Αυτό σημαίνει ότι οι τοπικές εμπορευματικές μεταφορές εντός της Κρήτης δεν είναι τόσο σημαντικές όσο οι εξαγωγές, και ως εκ τούτου η εξυπηρέτηση του σιδηροδρομικού συστήματος θα μπορούσε να βασιστεί κατά κύριο λόγο στις επιβατικές μεταφορές.
- Το τρένο θα μπορέσει να συνδέσει τις βασικές υποδομές του νησιού, όπως λιμάνια, αεροδρόμια, ιστορικοί αρχαιολογικοί χώροι, κλπ.), καθώς είναι πόλοι έλξης επιβατών και τουριστών, ενώ θα μπορέσει να καλύψει τις αποστάσεις των μεγάλων πόλεων σε ταχύτερο χρόνο συγκριτικά με τα ΚΤΕΛ, ακόμα και με ολοκληρωμένο Β.Ο.Α.Κ.
- Σύμφωνα με τη μελέτη βιωσιμότητας και κριτήρια όπως ο εκτιμώμενος αριθμός επιβατών, η ασφάλεια και οι ανάγκες κυκλοφορίας θα μας καθορίσουν τον αριθμό των γραμμών κυκλοφορίας, έχοντας τις επιλογές της μονής γραμμής σε όλο το μήκος, της διπλής σε όλο το μήκος και της ανά τμήματα μονής και διπλής. Το πλήθος τους ανά τμήματα μπορεί να καθοριστεί μετά την ολοκλήρωση της μελέτης βιωσιμότητας
- Τα γεωγραφικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του τοπίου της Κρήτης (ορεινό ανάγλυφο, βραχώδες, πολυσχιδές, υδάτινες λεκάνες, κλπ.) καθιστούν την ύπαρξη τεχνικών έργων όπως γεφυρών και σηράγγων αναπόφευκτη.
- Η διαδικασία απαλλοτρίωσης μπορεί να είναι ακριβή και να απαιτήσει χρόνο για να πραγματοποιηθεί εξαιτίας των πολλών ιδιωτικών εκτάσεων
- Οι υπεραστικές οδικές συγκοινωνίες (ΚΤΕΛ) μπορούν να καθυστερήσουν την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου, μέσω δικαστικών προσφυγών και επεισοδίων

Στην έρευνα αναλύονται όλα εκείνα τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του δικτύου κατά τη φάση εκμετάλλευσής του, ενώ αναλύονται και στοιχεία δρομολόγησής του. Το προτεινόμενο σιδηροδρομικό δίκτυο ξεκινά από τα Χανιά και καταλήγει στο Ηράκλειο και τον αερολιμένα «Ν. Καζαντζάκης». Η βέλτιστη διαδρομή επιλέχθηκε με βάση τεchnοοικονομικά κριτήρια, όπως ο πληθυσμός των πόλεων, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και η τοποθεσία των υπαρχουσών υποδομών και των πόλων έλξης του νησιού [20].

Για τον σχεδιασμό της σιδηροδρομικής γραμμής, έγινε σύγκριση των λύσεων κανονικού εύρους (1435mm) και μετρικού (1000mm) και τελικώς επιλέχθηκε η πρώτη λύση. Η γραμμή κανονικού εύρους μπορεί να αυξήσει το κόστος των υποδομών, αλλά από την άλλη πλευρά θα αποτελέσει την προοπτική η σιδηροδρομική γραμμή της Κρήτης να μπορεί να διασυνδέεται (μέσω τρένου και φέριμποτ) με το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας ή των γειτονικών χωρών όπως η Ιταλία, ακολουθώντας το δίκτυο της ενιαίας Ευρώπης, ενώ είναι κάτι που θα επιτρέψει μεγαλύτερα φορτία και μεγαλύτερες ταχύτητες.

Η προκαταρκτική αυτή μελέτη [20] έδειξε ότι το σχέδιο είναι βιώσιμο σε κάθε πτυχή της μεθόδου "TELOS" (Technology, Economy, Law, Operation and Schedule) υπό συγκεκριμένες συνθήκες, ενώ η αξιολόγηση των επιπτώσεων σε περιβαλλοντικό και κοινωνικό επίπεδο ανέδειξε τις δυσκολίες και τις απειλές για την υλοποίησή του.

### 2.3 Το παράδειγμα του σιδηροδρομικού δικτύου της Κορσικής



Εικόνα 2.2 - Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Κορσικής περιλαμβάνει πολυάριθμα τεχνικά έργα [57]

Το νησί της Κορσικής εμφανίζει πολλά κοινά στοιχεία με την Κρήτη. Το ορεινό και έντονο ανάγλυφο στην ενδοχώρα της, καθιστούν τις αρχές χάραξης του δικτύου της παρεμφερείς με αυτές που απαιτούνται και για την Κρήτη. Η Κορσική έχει μόνιμο πληθυσμό 340.000 κατοίκων, ενώ η Κρήτη έχει πληθυσμό 625.000 κατοίκων. Η Κορσική είναι το τέταρτο μεγαλύτερο σε έκταση νησί της Μεσογείου, ενώ η Κρήτη το πέμπτο. Παρόλα αυτά η Κορσική διαθέτει εδώ και πάνω από 100 χρόνια οργανωμένο σιδηροδρομικό δίκτυο. Η έναρξη της λειτουργίας του έγινε περί το 1890, ενώ μέχρι και σήμερα με την επωνυμία «Chemins de fer de la Corse» ο σιδηρόδρομος διασχίζει το μεγαλύτερο μέρος του νησιού, διαμορφώνοντας ένα δίκτυο συνολικού μήκους 232χλμ με γραμμή μετρικού εύρους (1000mm), που εξυπηρετεί τόσο τις πεδινές ακτές, όσο και την ορεινή ενδοχώρα, στην οποία εντοπίζονται πολλά τεχνικά έργα για την προσπέλαση του ορεινού όγκου με τα καλύτερα δυνατά χαρακτηριστικά ως προς τη σιδηροδρομική όδευση, και τις κατάλληλες κατά μήκος κλίσεις.

Λαμβάνοντας στοιχεία από το [train-corse.com](http://train-corse.com) [71], το σιδηροδρομικό δίκτυο ενώνει τις μεγαλύτερες πόλεις του νησιού, την Bastia με την Ajaccio, μέσω Ponte Leccia και Corte, με το Calvi στα βορειοδυτικά. Υπάρχει και σιδηροδρομική γραμμή από Ajaccio προς τα νοτιοανατολικά του νησιού και το Porto Vecchio, ακολουθώντας πεδινή όδευση 130χλμ, η οποία ωστόσο καταστράφηκε κατά την περίοδο του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και μέχρι και σήμερα δεν έχει αποκατασταθεί. Ωστόσο τα 232χλμ του δικτύου που διαμορφώνουν ένα δίκτυο με 3 κλάδους,

Ajaccio-Ponte Leccia, Bastia-Ponte Leccia, Calvi-Ponte Leccia και τρισκελή κόμβο – ενδιάμεσο σταθμό στο Ponte Leccia της ορεινής ενδοχώρας που ενώνει του επιμέρους κλάδους μέσω κατάλληλου συστήματος αλλαγών.



Εικόνα 2.3 - Το σιδηροδρομικό δίκτυο της Κορσικής (η κόκκινη γραμμή είναι η ενεργή) [57]



Εικόνα 2.4 - Στην περιοχή του σταθμού του Ponte Leccia ενώνονται οι 3 εν λειτουργία κλάδοι του σιδηροδρομικού δικτύου της Κορσικής (Google Earth)





Εικόνα 2.5 - Ο σταθμός του Ponte Leccia βρίσκεται επί του Κλάδου της Ajaccio (Google Earth)



Εικόνα 2.6 - 3D αναπαράσταση Google Earth: Η γραμμή στην απόληξη της περιοχής του σταθμού του Ponte Leccia με κατάλληλο σύστημα αλλαγών μερίζεται προς Calvi/Bastia

Η γεωγραφία και τοπογραφία της Κορσικής έχουν καταστήσει αναγκαία την παρουσία πολυαριθμών τεχνικών έργων που εξασφαλίζουν τα χαρακτηριστικά εκείνα της σιδηροδρομικής χάραξης, σύμφωνα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές και την προσπέλαση των ορεινών όγκων και των ανάλογων γεωλογικών σχηματισμών με το βέλτιστο δυνατό τρόπο. Το δίκτυο περιλαμβάνει 32 σήραγγες και 51 γέφυρες και κοιλαδογέφυρες. Η μεγαλύτερη σήραγγα είναι μήκους 3,9χλμ και η διέλευση της όδευσης γίνεται κάτω από το υψηλότερο σημείο του αναγλύφου από το οποίο διέρχεται η γραμμή στα 906μ. (η προβολή του σημείου της μηκοτομής

του εδάφους με το υψόμετρο αυτό τέμνει την ερυθρά σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο της σήραγγας).

Η φιλοσοφία σχεδιασμού σε έντονα ορεινά ανάγλυφα είναι να διαβάζουμε όσο το δυνατόν καλύτερα το ανάγλυφο του εδάφους, να εφαρμόζουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη κλίση ανά τμήμα και να εκμεταλλευόμαστε τις ελάχιστες δυνατές ακτίνες που καθορίζει η ταχύτητα μελέτης, για την προσπέλαση του ορεινού όγκου έχοντας την ανάγκη για τα λιγότερα δυνατά τεχνικά έργα. Ο σχεδιασμός είναι ο βέλτιστος δυνατός όταν η όδευση έχει γίνει με τέτοιο τρόπο, ούτως ώστε η μηκοτομή της ερυθράς να εφαρμόζεται κατά το δυνατόν στο έδαφος (μηκοτομή του εδάφους) μειώνοντας την ποσότητα χωματισμών (επιχωμάτων-ορυγμάτων) που θα απαιτηθούν, την ποσότητα και το μήκος των λοιπών τεχνικών έργων.



*Εικόνα 2.7 - Τμήμα χάραξης στις παρυφές ορεινού όγκου στην Κορσική. Με τον γεωμετρικό σχεδιασμό μας επιδιώκουμε να «αγκαλιάσουμε» τις ισούψείς και να ακολουθήσουμε κατά το δυνατόν τις φυσικές κλίσεις του εδάφους (Google Earth)*

Το παράδειγμα της Κορσικής μας δείχνει ότι ακόμα και ένα νησί με αυτά τα χαρακτηριστικά, πολύ κοινά με της Κρήτης, μπορεί να διαθέτει ένα επιτυχημένο σιδηροδρομικό σύστημα και ειδικά με τα μέσα της σημερινής εποχής αυτό μπορεί να είναι πολύ πιο εύκολα υλοποιήσιμο τεχνικά, προσφέροντας πολλαπλά οφέλη για τη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση της περιοχής μελέτης κατά τη φάση εκμετάλλευσης του σιδηροδρομικού συστήματος.

## 2.4 Δήλωση δικτύου ΟΣΕ

Στο υποκεφάλαιο αυτό παραθέτουμε σημαντικά στοιχεία γεωμετρικού σχεδιασμού των κύριων γραμμών του ελληνικού σιδηροδρομικού δικτύου όπως εντοπίζουμε στην πιο πρόσφατη δήλωση του δικτύου του ΟΣΕ (2023) και στο παράρτημά της. [10]

Συγκεκριμένα αναφέρεται ότι η μέγιστη εφαρμοζόμενη κλίση εντός του δικτύου είναι 28,08‰, ενώ για τα στοιχεία ταχύτητας (κατά την εκμετάλλευση) αναφέρεται ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα στο δίκτυο για επιβατικούς συρμούς είναι 160km/h και για τους εμπορικούς αντίστοιχα 120km/h.

Παράλληλα για το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος συρμού ορίζει ότι πρέπει να είναι τέτοιο που να επιτρέπει στους συρμούς να σταθμεύσουν στους σταθμούς/στάσεις που επιθυμούν οι σιδηροδρομικές εταιρείες στις οποίες ανήκουν.



Εικόνα 2.8 - Το ελληνικό σιδηροδρομικό δίκτυο - Τμήματά του όπως το μετρικό σιδηροδρομικό δίκτυο της Πελοποννήσου βρίσκονται εκτός λειτουργίας [10]

Για τα μεν επιβατικά αυτό πρέπει να συμβαδίζει με το μήκος των αποβαθρών των σταθμών/στάσεων, για τα δε εμπορικά με το μήκος των ελεύθερων γραμμών των σταθμών. Αναφορικά με τις ελάχιστες οριζοντιογραφικές ακτίνες που εφαρμόζονται στο δίκτυο κανονικού εύρους (1435mm), από το σχετικό παράρτημα βλέπουμε ότι μπορεί να είναι μέχρι 150m για περιοχές σταθμών (ελάχιστο 138m στο τμήμα ΠΕΙΡΑΙΑΣ-ΡΕΝΤΗΣ), ενώ για περιοχές ελεύθερης γραμμής συνήθως είναι πάνω από 280-290m.

Άλλα χρήσιμο στοιχείο που αντλείται είναι η εφαρμοζόμενη στο δίκτυο ελάχιστη ακτίνα τόξου συναρμογής μηκοτομής η οποία είναι 2500m στην ακραία περίπτωση, ωστόσο σε άλλα τμήματα είναι 4000m, 5000m, 7000m, ακόμα και 10000m. Παράλληλα κάτι ακόμα που εξάγεται, από τη νέα Διπλή Γραμμή Κιάτο-Ροδόδαφνη, εφαρμόζεται σε όλα τα τμήματα αξονική απόσταση γραμμών 4200mm.

Τέλος, αναφορικά με τους σιδηροδρομικούς σταθμούς μας δίνει χρήσιμα στοιχεία για το μήκος των πλατφορμών/αποβαθρών που εφαρμόζεται. Συγκεκριμένα εντοπίζουμε στη σχετική λίστα ελάχιστη τιμή 135m και μέγιστη 400m. Η συνήθης τιμή είναι περί τα 150m. Σε σχέση με την απόσταση του άκρου πλατφόρμας από το κέντρο γραμμής, αυτό ορίζεται στα 1,65m. Σε σχέση με τα μήκη των αποβαθρών σε σημαντικούς σταθμούς του δικτύου, αναφέρουμε τις περιπτώσεις Σ.Σ. Αθηνών: (L=370m), Σ.Σ. Αερολιμένα Αθηνών (L=240m), Νέος Σ.Σ. Κορίνθου (L=400m), Σ.Σ. Ζευγολατιού (L=200m), Σ.Σ. Κιάτου (L=300m).

## 2.5 Στοιχεία χάραξης Σ.Γ. από πραγματικές μελέτες του Ο.Σ.Ε.

Από τους δημοσιευμένους φακέλους τεχνικών δεδομένων του ΟΣΕ σε σχέση με το έργο χάραξης Σ.Γ. στα τμήματα Ίανθος-Πολύανθος [25] και Μέστη-Αλεξανδρούπολη [26], εξάγουμε τα ακόλουθα στοιχεία χάραξης:



Εικόνα 2.9 - Τοπογραφικό σχέδιο οριζοντιογραφίας της μελέτης στο τμήμα Ίανθος-Πολύανθος [25]

- Κανονικό εύρος γραμμής 1435mm
- Ταχύτητα μελέτης  $V_{max}=160\text{km/h}$
- Ελάχιστες τιμές ακτινών κατακόρυφων κυκλικών τόξων συναρμογής μηκοτομής  $R_{min}=10000\text{m}$ , τόσο για κοίλες όσο και για κυρτές καμπύλες
- Ελάχιστο καθαρό ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ καμπυλών = 60m
- Ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου = 60m
- Κατά μήκος κλίση γραμμής  $s \leq 20\text{‰}$
- Κατά μήκος κλίση εντός σταθμών  $s \leq 2,5\text{‰}$
- Η διατομή μονής ανοιχτής γραμμής είναι συμμετρική ως προς τον άξονα με συνολικό πλάτος 7,20m
- Η περιοχή σταθμών μαζί με τις εισόδους, εξόδους έχει συνολικό μήκος  $L \geq 500\text{m}$
- Όλα τα γεωμετρικά στοιχεία (ακτίνες καμπυλότητας, παραβολικές συναρμογές, κατά μήκος κλίσεις, χιλιομέτρηση) νοούνται στον άξονα χάραξης και χιλιομέτρησης.
- Στα στοιχεία της μηκοτομής της Σ.Γ. θα πρέπει να αναγράφονται υψόμετρα εσωτερικής σιδηροτροχιάς (αναγράφονται και σχεδιάζονται), υψόμετρα ερυθράς, υψόμετρα εδάφους, διατομές, αποστάσεις μεταξύ διατομών, απόσταση από αρχή, χιλιομέτρηση, κλίση πολυγωνικής και ευθυγραμμίες-καμπύλες.

## 2.6 Αρχές χάραξης σιδηροδρομικής γραμμής σε ορεινό ανάγλυφο

Στο υποκεφάλαιο αυτό παρουσιάζουμε βασικές αρχές για τον σχεδιασμό και τη γεωμετρία της χάραξης σιδηροδρομικών γραμμών σε ορεινές περιοχές με στοιχεία που αντλούμε από διαφορετικές πηγές. Αντλώντας στοιχεία από επιστημονικά άρθρα όπως τα ακόλουθα "Railway Alignment Optimization in Mountainous Regions Considering Spatial Geological Hazards Considering Spatial Geological Hazards: A sustainable Safety, Perspective, Hao Pu, Jia Xie, Paul

Schonfeld, Taoran Song, Wei Li, Jie Wsng, Jianping Hu, China, 2021”, “Concurrent optimization of mountain railway alignment and station locations using a distance transform algorithm”, “[https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines\\_4139/](https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines_4139/)” ([17],[18],[41],[58]) παραθέτουμε βασικές αρχές σιδηροδρομικής χάραξης σε ορεινό ανάγλυφο και τη μεθοδολογία επίτευξης αυτού του προβλήματος όδευσης:

- Η προσαρμογή ευθύγραμμης χάραξης σε περιοχές έντονου ορεινού αναγλύφου προτιμώνται σε μικρότερο βαθμό, καθώς οδηγούν σε πολύ απότομες κλίσεις γραμμής. Επομένως για την εύκολη επίτευξη της χάραξης και της ομαλής καθόδου ή ανόδου αντίστοιχα των υψομέτρων του εδάφους με αποδεκτές κλίσεις θα πρέπει να υπάρχει μεγαλύτερη ακτίνα παράκαμψης και σχεδιασμός με καμπύλα τμήματα και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τρόπους σχεδίασης spiral, zigzag ή switch-back όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Με αυτούς τους τρόπους μπορούμε να κερδίζουμε γρήγορα την άνοδο και την κάθοδο υψομέτρου.
- Τα υψόμετρα στο ορεινό ανάγλυφο μεταβάλλονται απότομα και αν εφαρμοζόταν μια κανονική χάραξη όπως σε πεδινά και λοφώδη ανάγλυφα, οι κλίσεις που θα απαιτούνταν θα ήταν πολύ μεγάλες και πολύ πιθανόν μεγαλύτερες από τις επιτρεπόμενες. Ως εκ τούτου για να μείνουμε εντός των επιτρεπόμενων ορίων των κανονισμών, θα πρέπει να αυξήσουμε τεχνητά το μήκος του σιδηροδρομικού διαδρόμου μέσω μεθόδων όπως των προαναφερθέντων.
- Η τοποθέτηση των σιδηροδρομικών σταθμών και στάσεων σε ορεινές περιοχές πρέπει να προκύπτει συνδυαστικά με τη διαδικασία της σιδηροδρομικής χάραξης και της όδευσης κατά τη φάση του σχεδιασμού και δεν μπορεί να προκύψει σε προγενέστερο στάδιο. Η λειτουργική σιδηροδρομική χάραξη σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες παραμέτρους που επιδρούν στον καθορισμό της ζώνης χάραξης, θα συμβάλλουν στην τελική τοποθέτηση των εγκαταστάσεων αυτών, συγκρίνοντας όλες τις δόκιμες λύσεις που προσφέρουν οι εναλλακτικές διελεύσεις.

## 2.7 Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση υπογραμμίζει την ιστορική σημασία και την ανάγκη για ένα οργανωμένο σιδηροδρομικό σύστημα στην Κρήτη, παρέχοντας παράλληλα τεχνικά και γεωμετρικά στοιχεία που θα συμβάλουν στην επίτευξη των στόχων της εργασίας και θα βοηθήσουν στον σχεδιασμό του σιδηροδρομικού δικτύου. Τα κύρια συμπεράσματα που εξάγονται και μπορούν να ληφθούν υπόψη στην πορεία της Δ.Ε. είναι τα εξής:

### a) Ιστορική και Στρατηγική Σημασία:

Η δημιουργία ενός επιβατικού σιδηροδρομικού δικτύου στην Κρήτη αποτελεί διαρκές αίτημα για πάνω από 100 χρόνια. Η κατασκευή του νέου αερολιμένα στο Καστέλλι προσφέρει μια νέα ευκαιρία για την ανάπτυξη ενός δικτύου σταθερής τροχιάς. Η αναμενόμενη αύξηση της επιβατικής κίνησης του νέου αερολιμένα και ο υπερτουρισμός της Κρήτης θέτουν το ζήτημα εκπόνησης μελετών για την ανάπτυξη του δικτύου αυτού ως βασικού πυλώνα των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς (MMM) του νησιού.

### b) Παράμετροι Γεωμετρικού Σχεδιασμού:

Για τον γεωμετρικό σχεδιασμό του σιδηροδρομικού δικτύου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οριζοντιογραφικές ακτίνες  $R \geq 290-300m$ , επιδιώκοντας σε κάθε καμπύλη η  $V_{max}$  να προκύπτει ίση ή μεγαλύτερη των  $80km/h$ . Οι κατά μήκος κλίσεις φαίνεται ότι μπορεί να είναι μέχρι  $25\%$  το πολύ, προτιμώντας κατά το δυνατόν μικρότερες και μέχρι  $14-16\%$  όπου δεν υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερες. Για το τυπικό μήκος αποβάθρας σταθμών, μπορούν να χρησιμοποιούνται τιμές της τάξης των  $150-350m$ , ενώ για τις στάσεις,  $150m$ .

c) Σιδηροδρομική Χάραξη σε Ορεινό Ανάγλυφο:

Η εφαρμογή ευθυγραμμίων σε ορεινό ανάγλυφο πρέπει να γίνεται σε μικρότερο βαθμό, καθώς οδηγούν σε απότομες κλίσεις γραμμής. Συνίσταται η εφαρμογή σχεδιασμού με μεγαλύτερη ακτίνα παράκαμψης και εναλλακτικές λύσεις χάραξης όπως spiral, zigzag ή switch-back για γρήγορη άνοδο και κάθοδο υψομέτρου. Η τοποθέτηση σιδηροδρομικών σταθμών και στάσεων σε ορεινές περιοχές πρέπει να συνδυάζεται με τη διαδικασία της σιδηροδρομικής χάραξης κατά τη φάση του σχεδιασμού.

d) Συγκριτική Ανάλυση και Τεχνικές Προδιαγραφές:

Η ανασκόπηση των σιδηροδρομικών δικτύων άλλων νησιών όπως η Κορσική, προσφέρει ιδέες και αρχές σχεδιασμού που μπορούν να εφαρμοστούν και στην Κρήτη. Οι μελέτες και τα εγχειρίδια των ελληνικών σιδηροδρόμων παρέχουν σημαντικά στοιχεία για τη χάραξη του δικτύου, όπως οι ελάχιστες οριζοντιογραφικές ακτίνες, οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και οι ελάχιστες ακτίνες κατακόρυφης συναρμογής, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό του δικτύου στην Κρήτη.

### 3. Θεωρητικό υπόβαθρο - Χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής

Στο κεφάλαιο αυτό διαμορφώνεται το θεωρητικό υπόβαθρο σε σχέση με τη χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής και περιγράφονται όλες εκείνες οι παράμετροι σχεδιασμού, οι οριακές τιμές που καθορίζονται και γενικότερα το πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο γίνεται ο σχεδιασμός όλων των τμημάτων σιδηροδρομικών γραμμών ενός σιδηροδρομικού συστήματος όπως καθορίζονται από τους ελληνικούς κανονισμούς και προδιαγραφές. Έπειτα αναλύονται οι απαιτήσεις ως προς τη χάραξη για κάθε επιμέρους τμήμα του σιδηροδρομικού δικτύου, όπως τμήματα σταθμών, τεχνικών έργων και ανοιχτής γραμμής. Στο τέλος, περιγράφεται το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

#### 3.1 Εισαγωγικά στοιχεία και ορισμοί

Η χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής είναι μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει την τεχνική πλευρά του έργου, καθώς και άλλες παραμέτρους όπως περιβαλλοντικά ζητήματα, απαλλοτριώσεις, κοινωνικές επιπτώσεις και εξασφάλιση χρηματοδοτικών εργαλείων. Όλες αυτές οι παράμετροι καθορίζουν τη μελλοντική επιτυχία του σιδηροδρομικού έργου μέσω της μελέτης σκοπιμότητας, η οποία είναι κρίσιμη για την τεχνικο-οικονομική ανάλυση κόστους-οφέλους και την αναγκαιότητα υλοποίησης του έργου.

Πριν από τη μελέτη σκοπιμότητας, πρέπει να προηγηθεί η αναγνωριστική μελέτη χάραξης, η οποία καθορίζει την οριζοντιογραφία και τις κατά μήκος κλίσεις της ζώνης χάραξης. Ο άξονας της σιδηροδρομικής γραμμής προκύπτει ως καμπύλη στον χώρο και πρέπει να πληροί όλες τις σχετικές απαιτήσεις των κανονισμών. Η αναγνωριστική μελέτη, που αποτελεί το βασικό αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, περιλαμβάνει τη γενική οριζοντιογραφία της περιοχής, οριζοντιογραφία, μηκοτομή, αναλυτική τεχνική έκθεση και άλλα βοηθητικά στοιχεία.

Μια σιδηροδρομική γραμμή θεωρείται βέλτιστη ως προς τη γεωμετρία της όταν αποτελείται κυρίως από ευθύγραμμα τμήματα. Αυτό μειώνει τα λειτουργικά κόστη και παρέχει καλύτερη ισορροπία δυναμικών παραμέτρων και άνεση στους επιβάτες. Οι σιδηροτροχιές προσφέρουν σταθερή τροχιά, καθιστώντας περιττή την επιδίωξη για την εκγρήγορηση του μηχανοδηγού μεταξύ των διαφορετικών στοιχείων χάραξης, όπως συμβαίνει στην οδική χάραξη.

Η λογική του σχεδιασμού ενός σιδηροδρομικού διαδρόμου διαφέρει σημαντικά από την οδική χάραξη. Στον σιδηρόδρομο, το όχημα ακολουθεί σταθερή τροχιά με έναν μόνο βαθμό ελευθερίας, επιτρέποντας μεγαλύτερη αυτοματοποίηση των λειτουργιών του συστήματος και τον απομακρυσμένο έλεγχο μέσω κέντρου τηλεδιοίκησης.

Παρότι στη σιδηροδρομική προτιμάται κυρίως η χρήση ευθυγράμμων τμημάτων, αυτό δεν είναι πάντα εφικτό λόγω των απαιτούμενων μικρών κατά μήκος κλίσεων. Οι καμπύλες είναι συχνά αναπόφευκτες για την προσπέλαση υψομετρικών εμποδίων. Οι διαθέσιμοι οικονομικοί πόροι, τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της γραμμής και η μορφολογία του εδάφους καθορίζουν την τελική γεωμετρία της σιδηροδρομικής γραμμής τόσο οριζοντιογραφικά όσο και υψομετρικά.

Η χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής σε επίπεδο οριζοντιογραφίας αποτελείται από τις ευθυγραμμίες, τα κυκλικά καμπύλα τμήματα και τις οριζόντιες συναρμογές που παρεμβάλλονται μεταξύ των δύο πρώτων στοιχείων χάραξης. Σε επίπεδο μηκοτομής, την κατακόρυφη χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής συνθέτουν τα επιμέρους τμήματα κατά μήκος κλίσεων και οι μεταξύ τους κατακόρυφες κυκλικές συναρμογές. Σε επίπεδο διατομής, χαρακτηριστικό στοιχείο είναι το εύρος της γραμμής, η χαρακτηριστική αυτή απόσταση μεταξύ των εσωτερικών παρειών

των σιδηροτροχιών της γραμμής, που καθορίζει την κίνηση του συρμού επί αυτού του διαδρόμου σταθερής τροχιάς.

Η δυναμική άνεση των επιβατών συνδέεται άμεσα με τη χάραξη της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής της γραμμής. Η επιλογή της ακτίνας καμπυλότητας στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις τιμές της εγκάρσιας και κατακόρυφης αντίστοιχα επιτάχυνσης που γίνονται αποδεκτές. Η χάραξη της γραμμής πραγματοποιείται σε κατάλληλα τοπογραφικά υπόβαθρα με τη βοήθεια λογισμικών σχεδίασης. Η αρχή και το τέλος της όδευσης, τα υποχρεωτικά σημεία διέλευσης, το εύρος της γραμμής και η ταχύτητα μελέτης πρέπει να είναι καθορισμένα πριν από τη χάραξη.

Οι τιμές των παραμέτρων χάραξης διακρίνονται σε συνήθεις και οριακές. Η χρήση συνήθων τιμών προσφέρει καλύτερη κύλιση, χαμηλότερο λειτουργικό κόστος και λειτουργική άνεση επιβατών. Αντίθετα, οι οριακές τιμές μπορεί να οδηγήσουν σε πρόωρη συντήρηση και αυξημένα λειτουργικά έξοδα. Οι υποχρεωτικές, συνιστώμενες και επιβαλλόμενες τιμές καθορίζονται από τους κανονισμούς κάθε σιδηροδρομικού οργανισμού, οι οποίοι έχουν νομική ισχύ και δημοσιεύονται σε Φύλλο Εφημερίδας της Κυβέρνησης (ΦΕΚ).

Στην Ελλάδα, οι γενικές αρχές χάραξης για τη σιδηροδρομική γραμμή κανονικού εύρους (1435mm) καθορίζονται από τους ανάλογους κανονισμούς και προδιαγραφές που έχουν εκδοθεί προς τον σκοπό αυτό. Αυτοί που βρίσκονται σήμερα σε ισχύ είναι ο Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής (Ν.Κ.Ε.Γ.) [5] και η Τεχνική Προδιαγραφή «ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10:2021 – Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής» [7], οι οποίες και προβλέπουν ταχύτητες μέχρι και 200km/h. Συγκεκριμένα θίγουν ζητήματα σε σχέση με τα χαρακτηριστικά στοιχεία στις καμπύλες, τις μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες στις καμπύλες συναρτήσει της ακτίνας R της καμπύλης, τις υπερυψώσεις, τα πρηνή υπερύψωσης (μεταβολές υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους), τις μεταβολές της ανεπάρκειας της υπερύψωσης, την ανεπάρκεια υπερύψωσης, την απότομη αλλαγή της ανεπάρκειας υπερύψωσης, τις οριζόντιες συναρμογές, τις στρογγυλεύσεις στα άκρα τόξων συναρμογής, τη μέγιστη κατά μήκος κλίση, τις κατακόρυφες συναρμογές και το εύρος της γραμμής. Παράλληλα για τις τυπικές διατομές σιδηροδρομικής γραμμής βρίσκεται σε ισχύ η [7], ενώ έχει εκδώσει σχετικό εγχειρίδιο ο Ο.Σ.Ε. [6].

Ακολούθως αναλύονται τα γεωμετρικά στοιχεία σχεδιασμού που αφορούν την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή της γραμμής και τη διαμόρφωση του εύρους και της διατομής της Σ.Γ., ενώ οι τυπικές διατομές που εφαρμόζονται στον ελληνικό σιδηρόδρομο παρατίθενται στο Παράρτημα 1 της παρούσας Δ.Ε.. Επιλέγουμε να αναφερθούμε σε όλα αυτά τα στοιχεία και τις προδιαγραφές που αφορούν την αναγνωριστική χάραξη στην περιοχή μελέτης μας και θα μας βοηθήσουν να ορίσουμε ορθά και νόμιμα όλες εκείνες τις παραμέτρους και προδιαγραφές που θα επιλεγούν και θα υπολογιστούν σε σχέση με το μελετητικό έργο της παρούσας εργασίας.

Σε πρώτο επίπεδο ορίζονται τα ακόλουθα μεγέθη με τους συμβολισμούς τους και τις μονάδες μέτρησής τους:



Πίνακας 3.1 - Συμβολισμοί και περιγραφή όρων

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
h	mm	Η εφαρμοζόμενη υπερύψωση
R	m	Η ακτίνα της κυκλικής καμπύλης
V	km/h	Η εφαρμοζόμενη ταχύτητα
L	m	Το μήκος της καμπύλης συναρμογής (ή παραβολικό)
i	mm/m	Η κλίση του πρηνούς υπερύψωσης (η μεταβολή της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h ανά μονάδα μήκους στις οριζόντιες συναρμογές)
a	mm	Η ανεπάρκεια της υπερύψωσης
π	mm	Το πλεόνασμα της υπερύψωσης
μ	mm/sec	Η μεταβολή της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, ανά μονάδα χρόνου, στις παραβολικές συναρμογές
γ	m/sec <sup>2</sup>	Μη εξισορροπούμενη πλευρική επιτάχυνση
s	‰	Κατά μήκος κλίση

## 3.2 Στοιχεία χάραξης

### 3.2.1 Στοιχεία οριζοντιογραφίας

Σε σχέση με την οριζοντιογραφία της γραμμής θα ορίσουμε τα επιμέρους τμήματα της χάραξης, ανάλογα με την επίκλισή της. Η επίκλιση μιας σιδηροδρομικής γραμμής στις καμπύλες διαμορφώνεται μέσω της υπερύψωσης της εξωτερικής σιδηροτροχιάς. Στην ευθυγραμμία, η επίκλιση του σιδηροδρομικού διαδρόμου είναι μηδενική, δεν υπάρχει υπερύψωση κάποιας από της 2 σιδηροτροχιές και βρίσκονται και οι 2 ευθυγραμμισμένες στο ίδιο υψόμετρο. Στο κυκλικό τμήμα της καμπύλης η εξωτερική σιδηροτροχιά έχει σταθερή τιμή υπερύψωσης σε σχέση με την εσωτερική σιδηροτροχιά με τιμή h. Στο ενδιάμεσο τμήμα της οριζόντιας συναρμογής μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, η επίκλιση του διαδρόμου και κατά συνέπεια η υπερύψωση h της εξωτερικής σιδηροτροχιάς μεταβάλλεται γραμμικά κατά το μήκος της L, από το σημείο ΑΚΣ (Αρχή Καμπύλης Συναρμογής), το οποίο ταυτίζεται με το σημείο ΤΕ (Τέλος ευθυγραμμίας) όπου είναι μηδενική, έως το σημείο ΤΚΣ (Τέλος Καμπύλης Συναρμογής), το οποίο ταυτίζεται με το ΑΚΚ (Αρχή Κυκλικής Καμπύλης ή Ω από οδοποιία), στο οποίο η υπερύψωση έχει τη μέγιστη τιμή της h, η οποία και διατηρείται σταθερή καθ' όλο το κυκλικό τμήμα της.

Οι καμπύλες είναι καθοριστικές για τον καθορισμό μιας όδευσης και των λειτουργικών χαρακτηριστικών (ταχυτήτων, κλπ.) ενός συγκεκριμένου τμήματος. Επί της ουσίας τα καμπύλα τμήματα είναι αυτά που μας καθορίζουν τις μέγιστες ταχύτητες σε ένα τμήμα σιδηροδρομικής γραμμής. Στο σημείο αυτό θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά στοιχεία στις καμπύλες, τα οποία και είναι:

- Η οριζοντιογραφική ακτίνα κυκλικής καμπύλης R
- Το μήκος της καμπύλης συναρμογής (ή παραβολικό) L για το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί ο απλοποιημένος τύπος της κυβικής παραβολής και να ισούται με  $L \leq \frac{R}{3,5}$  και να μπορεί να εφαρμοστεί όπως και στην οδοποιία με την εφαρμογή της κλωθοειδούς ως

οριζόντιας συναρμογής μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης. Σε πλήρη αντιστοιχία με την οδοποιία μπορούμε να επιλέξουμε το σύστημα της πολυγωνικής της οριζόντιας χάραξης (οριζοντιογραφίας) με συμμετρικά τόξα συναρμογής.

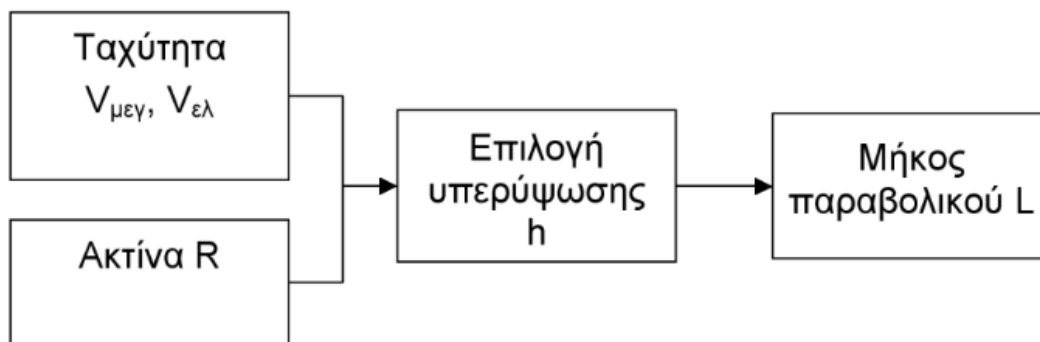
- Η εφαρμοζόμενη υπερύψωση  $h$
- Η ανεπάρκεια  $a$  της υπερύψωσης, η οποία ισούται με τη διαφορά της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης  $h$  από τη θεωρητική  $h_{\theta}^{V_{\mu\epsilon\gamma}}$  η οποία αντιστοιχεί στη μέγιστη ταχύτητα  $V_{\mu\epsilon\gamma}$  των ταχυκίνητων (επιβατικών) αμαξοστοιχιών, δηλ.  

$$a = h_{\theta}^{V_{\mu\epsilon\gamma}} - h$$
- Το πλεόνασμα  $\pi$  της υπερύψωσης, το οποίο είναι ίσο με τη διαφορά της θεωρητικής υπερύψωσης  $h_{\theta}^{V_{\epsilon\lambda}}$  που αντιστοιχεί στην ελάχιστη ταχύτητα  $V_{\epsilon\lambda}$  των βραδυκίνητων (εμπορικών) αμαξοστοιχιών από την εφαρμοζόμενη υπερύψωση  $h$ , δηλ.  

$$\pi = h - h_{\theta}^{V_{\epsilon\lambda}}$$
- Η κλίση  $i$  του πρηνούς υπερυψώσεως, που ορίζεται ως η μεταβολή της εφαρμοζόμενης υπερυψώσεως  $h$  ανά μονάδα μήκους εντός της οριζόντιας καμπύλης συναρμογής
- Η μεταβολή  $\mu = \Delta a / \Delta \chi$  της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης  $h$  ανά μονάδα χρόνου στις καμπύλες συναρμογής

Για κάθε ένα από τα αναφερόμενα στοιχεία θεσπίζονται οριακές τιμές, που πρέπει να τηρούνται. Ο συσχετισμός αυτών των οριακών τιμών οδηγεί για κάθε ακτίνα καμπύλης και για κάθε συνδυασμό μέγιστης και ελάχιστης ταχύτητας, σε ένα ορισμένο εύρος τιμών μέσα στο οποίο πρέπει να επιλεγεί η υπερύψωση που θα εφαρμοσθεί, η οποία είναι καθοριστικό μέγεθος για τον γεωμετρικό σχεδιασμό της σιδηροδρομικής γραμμής.

Από την τελική αυτή τιμή της υπερύψωσης προκύπτει εν συνεχεία ένα ελάχιστο μήκος για την καμπύλη συναρμογής το οποίο πρέπει επίσης να τηρηθεί.



Εικόνα 3.1 - Διαδικασία σχεδιασμού καμπυλών [7]

Για τα προαναφερόμενα λοιπόν χαρακτηριστικά στοιχεία των καμπυλών θεσπίζονται οι ακόλουθες οριακές τιμές:

Πίνακας 3.2 - Οριακές τιμές χαρακτηριστικών στοιχείων καμπυλών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗΣ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ	ΟΡΙΑΚΗ ΤΙΜΗ ΚΑΤ' ΕΞΑΙΡΕΣΗ
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h στην ελεύθερη γραμμή	$h_{\mu\epsilon\gamma}=160\text{mm}$	
Οριακή τιμή της υπερύψωσης h σε σταθμούς	$h_{\mu\epsilon\gamma}=100\text{mm}$	
Οριακή τιμή της ανεπάρκειας a της υπερύψωσης	$a_{\mu\epsilon\gamma}=h_{\theta}^{V_{\mu\epsilon\gamma}}-h=105\text{mm}$	
Οριακή τιμή του πλεονάσματος π της υπερύψωσης	$\pi_{\mu\epsilon\gamma}=h-h_{\theta}^{V_{\epsilon\lambda}}=100\text{mm}$	
Οριακή τιμή της μεταβολής της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης h, στις οριζόντιες (παραβολικές) συναρμογές ανά μονάδα μήκους ή η οριακή (μέγιστη) ανεκτή κλίση i του πρηνούς υπερύψωσης	$i=\frac{144}{V_{\mu\epsilon\gamma}}$ (σε mm/m)  (με παραδοχή μέγιστου ρυθμού αύξησης της υπερύψωσης $r=40\text{mm/sec}$ )	με απόφαση του Δ.Υ.: $i=\frac{216}{V_{\mu\epsilon\gamma}}$ (σε mm/m), με ανώτατο όριο $i_{\mu\epsilon\gamma}=2,5\text{mm/m}$  (με παραδοχή μέγιστου ρυθμού αύξησης της υπερύψωσης $r=40\text{mm/sec}$ )
Οριακή τιμή της μεταβολής της ανεπάρκειας της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης στις οριζόντιες παραβολικές καμπύλες συναρμογής, ανά μονάδα χρόνου	$\mu=\Delta a/\Delta x=60\text{mm/sec}$	
Οριακή τιμή της μη εξισορροπούμενης πλευρικής επιτάχυνσης	$\gamma=0,7\text{m/sec}^2$	
Οριακή τιμή της μέγιστης κατακόρυφης επιτάχυνσης	κυρτές καμπύλες $\gamma_{\kappa}=0,2\text{m/sec}^2$	
	κοίλες καμπύλες $\gamma_{\kappa}=0,3\text{m/sec}^2$	

[ $V_{\mu\epsilon\gamma}$ =μέγιστη αποδεκτή ταχύτητα γραμμής στην εξεταζόμενη θέση]

Για τις παραπάνω οριακές τιμές επιτρέπεται, ύστερα από έγκριση του Διαχειριστή Υποδομής (Δ.Υ.), υπέρβαση έως 5% και για μία μόνο από αυτές σε κάθε καμπύλη, πλην της μέγιστης τιμής της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης που έχει καθοριστεί  $h_{\max}=160\text{mm}$ .

Για τον προσδιορισμό της υπερύψωσης  $h$ , καθώς και του μήκους της οριζόντιας συναρμογής  $L$ , που θα εφαρμοσθούν, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι συνδυασμοί οι ακόλουθοι συνδυασμοί μέγιστων και ελάχιστων ταχυτήτων  $V$  ( $V_{\mu\epsilon\gamma}$  για τις επιβατικές αμαξοστοιχίες και  $V_{\epsilon\lambda}$  για τις εμπορικές αμαξοστοιχίες):

$$\begin{aligned} \alpha.- V_{\mu\epsilon\gamma} &\leq 100 \text{ χλμ/ωρ} & V_{\epsilon\lambda} &= 60 \text{ χλμ/ωρ.} \\ \beta.- 100 < V_{\mu\epsilon\gamma} &\leq 140 \text{ χλμ/ωρ} & V_{\epsilon\lambda} &= 70 \text{ χλμ/ωρ.} \\ \gamma.- 140 < V_{\mu\epsilon\gamma} &\leq 200 \text{ χλμ/ωρ} & V_{\epsilon\lambda} &= 80 \text{ χλμ/ωρ.} \end{aligned}$$

Εικόνα 3.2 – Οι 3 συνδυασμοί μέγιστων-ελάχιστων ταχυτήτων [5]

Εφόσον το επιβάλλουν οι τοπικές συνθήκες και κατόπιν έγκρισης του Δ.Υ., επιτρέπεται να χρησιμοποιηθεί για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση διαφορετικός συνδυασμός τιμών  $V_{\mu\epsilon\gamma}$  και  $V_{\epsilon\lambda}$ .

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα συναρτήσει της ακτίνας  $R$  των κυκλικών καμπυλών δίνεται από τους τύπους:

- $V_{\mu\epsilon\gamma} = \sqrt{\frac{265 \cdot R}{11,8}} = 4,74 \sqrt{R}$  (1) για τους α. και β. παραπάνω συνδυασμούς ταχυτήτων και ανεξάρτητα από την ακτίνα της καμπύλης και για τις περιπτώσεις του γ. συνδυασμού στις οποίες ισχύει  $R \leq 1250\text{m}$
- $V_{\mu\epsilon\gamma} = \sqrt{\frac{205 \cdot R}{11,8} + 80^2}$  (2) για τις περιπτώσεις του γ. συνδυασμού στις οποίες ισχύει  $R > 1250\text{m}$

(Στους παραπάνω τύπους η ταχύτητα εκφράζεται σε km/h και η ακτίνα σε m)

Από τους παραπάνω τύπους προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας, που θα μας διευκολύνει κατά τη φάση σχεδιασμού και την εισαγωγή των γεωμετρικών παραμέτρων:

Πίνακας 3.3 - Μέγιστες ταχύτητες ανάλογα με την ακτίνα  $R$

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ $R$													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	58	67	75	82	89	95	101	106	111	116	121	125	130
Για $R \leq 1250$ m ισχύει: $V_{\max} = \sqrt{\frac{265 \cdot R}{11,8}}$													
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	134	138	142	146	150	154	157	161	164	168	170	173	175
Για $R > 1250$ m ισχύει: $V_{\max} = \sqrt{\frac{205 \cdot R}{11,8} + 80^2}$													
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	>1935		
$V_{\max}$ (km/h)	178	180	183	185	187	190	192	194	196	199	200		

Από την επίλυση των (1) και (2) ως προς την ακτίνα  $R$  προκύπτουν οι ακόλουθοι τύποι που δίνουν την ελάχιστη ακτίνα  $R_{\epsilon\lambda}$  συναρτήσει της μέγιστης ταχύτητας  $V_{\mu\epsilon\gamma}$ :

- $R_{ελ} = \frac{11,8V_{μΕΥ}^2}{265} = 0,045V_{μΕΥ}^2$  (4) για τους α. και β. συνδυασμούς ταχυτήτων  $V_{μΕΥ}, V_{ελ}$  και για τις περιπτώσεις του συνδυασμού γ. όπου  $V_{μΕΥ} \leq 170\text{km/h}$
- $R_{ελ} = \frac{11,8}{205} (V_{μΕΥ}^2 - 80^2)$  (5) για τις περιπτώσεις του συνδυασμού γ. όπου  $170\text{km/h} < V_{μΕΥ} \leq 200\text{km/h}$

Κατά τη φάση εκμετάλλευσης του δικτύου, οι μέγιστες επιτρεπόμενες ταχύτητες που καθορίζονται από τον Δ.Υ. μέσω του Κανονισμού Κίνησης δεν πρέπει να υπερβαίνονται.

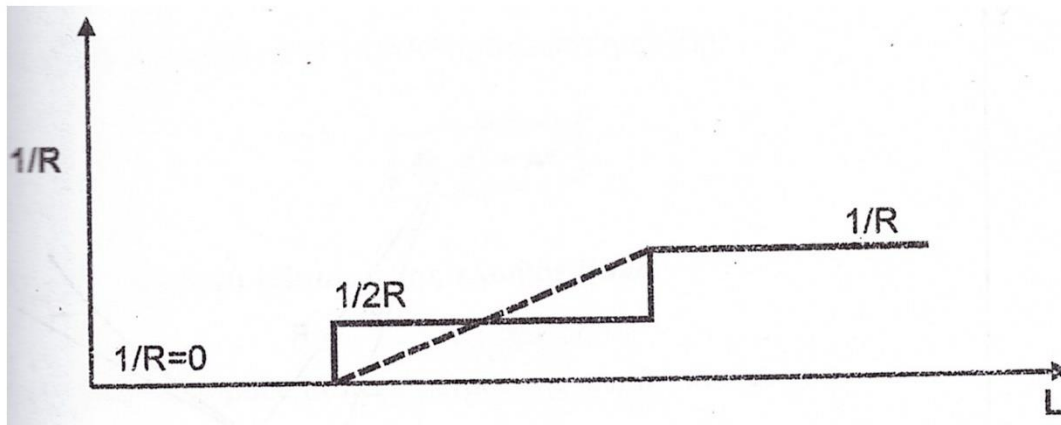
Από τους δύο τελευταίους τύπους προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας, που θα μας διευκολύνει κατά τη φάση σχεδιασμού και την εισαγωγή των γεωμετρικών παραμέτρων:

Πίνακας 3.4 - Ελάχιστες ακτίνες ανάλογα με τις μέγιστες ταχύτητες σχεδιασμού

ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΑΚΤΙΝΑ $R_{min}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{max}$									
$V_{max}$ (km/h)	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$R_{min}$ (m)	111	160	218	285	361	445	539	641	753
Για $V_{max} \leq 170 \text{ km/h}$ ισχύει: $R_{min} = \frac{11,8}{265} V_{max}^2$									
Για $170\text{km/h} < V_{max} \leq 200 \text{ km/h}$ ισχύει: $R_{min} = \frac{11,8}{205} \cdot (V_{max}^2 - 80^2)$									
$V_{max}$ (km/h)	140	150	150	160	170	180	190	200	
$R_{min}$ (m)	873	1002	1002	1140	1287	1497	1710	1934	

Σε σχέση με τις υπερυψώσεις, ως έχουμε ήδη αναφέρει, στα ευθύγραμμα τμήματα των γραμμών, η υπερύψωση είναι μηδενική και επομένως οι επιφάνειες κύλισης των σιδηροτροχιών τοποθετούνται στο ίδιο ύψος και για τις 2 τροχιοσειρές.

Το μέγεθος της υπερύψωσης έχει ουσία ύπαρξης για τα τμήματα των καμπυλών. Σε αυτές η εξωτερική τροχιοσειρά τοποθετείται ψηλότερα από την εσωτερική κατά την υπερύψωση  $h$ , δηλ. η υπερύψωση εφαρμόζεται πάντα στην εξωτερική σιδηροτροχιά, ενώ η εσωτερική σιδηροτροχιά ακολουθεί τα υψόμετρα της μηκοτομής. Η τιμή της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης παίρνει τη μέγιστη τιμή της  $h$  στο κυκλικό καμπύλο τμήμα και παραμένει σταθερή καθ' όλο το μήκος της  $\Omega\Omega'$  (από την αρχή έως το πέρας του μήκους της), ενώ από το κάθε άκρο της μέχρι το άκρο της ευθυγραμμίας, η τιμή της μεταβάλλεται γραμμικά, μέσω του πρηνούς υπερύψωσης και της κατασκευαστικής κλίσης που του έχει δοθεί. Το πρηνές υπερύψωσης, που εξασφαλίζει τη γραμμική μεταβολή της υπερύψωσης, εφαρμόζεται καθ' όλο το μήκος της οριζόντιας (παραβολικής) συναρμογής και ταυτίζεται με το μήκος της. Το μήκος αυτό επιδιώκει να ενώσει με το βέλτιστο δυνατό τρόπο το άκρο της ευθυγραμμίας με το άκρο της κυκλικής καμπύλης και να παρέχει ομαλή και γραμμική μεταβολή της καμπυλότητας, από τη μηδενική θεωρητικά τιμή της (άπειρη θεωρητικά τιμή της ακτίνας) στην ευθυγραμμία προς μια συγκεκριμένη τιμή καμπυλότητας (συγκεκριμένη τιμή ακτίνας), εντός πεπερασμένου ορίου.



Εικόνα 3.3 - Η μεταβολή της καμπυλότητας από την ευθυγραμμία στο κυκλικό τόξο μέσω του τόξου συναρμογής [13]

(Γιατί τοποθετείται η υπερύψωση; Στοιχεία κίνησης – κεντρομόλος δύναμη, πετάει το όχημα προς τα έξω, οπότε με τον τρόπο αυτό προσπαθεί να επιτύχει την ισορροπία στην καμπύλη.)

Η κανονική υπερύψωση  $h$  που θα εφαρμοσθεί υπολογίζεται από τον τύπο:

$$h = \frac{160}{265} \cdot \frac{11,8 \cdot V^2}{R} = \frac{7,12V^2}{R} \quad (6) \quad (V \text{ η μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα σε km/h, } R \text{ η}$$

ακτίνα της καμπύλης σε m και  $h$  η υπερύψωση σε mm). Στην περίπτωση αυτή:

- η ανεπάρκεια υπερύψωσης  $a$  δίνεται από τον τύπο:  $a = \frac{105}{265} \cdot \frac{11,8 \cdot V^2}{R} = \frac{4,68V^2}{R} \quad (7)$

- το πλεόνασμα υπερύψωσης από τον τύπο:

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

( $V_{\varepsilon\lambda}$  η τιμή που προκύπτει από τον καθορισμένο συνδυασμό  $V_{\varepsilon\lambda}$ ,  $V_{\mu\epsilon\gamma}$ )

Κατ'εξαιρέση, σε ορισμένες καμπύλες, στις οποίες οι τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την εφαρμογή της υπερύψωσης, όπως προκύπτει από τον τύπο (6), είτε γιατί δεν είναι εφικτή η εφαρμογή οριζόντιας παραβολικής συναρμογής του απαιτούμενου μήκους, είτε γιατί το μήκος του κυκλικού τόξου της καμπύλης είναι ανεπαρκές (όπως θα αναλυθεί στη συνέχεια) επιτρέπεται κατόπιν έγκρισης του Δ.Υ., για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, να εφαρμοστεί μικρότερη υπερύψωση με ελάχιστη τιμή, όπως δίνεται από τον τύπο:

$$h = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - 105 \quad (9) \quad (V \text{ η μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα σε km/h, } R \text{ η ακτίνα της καμπύλης σε m και } h \text{ η υπερύψωση σε mm)}$$

Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα  $V_{\mu\epsilon\gamma}$  για μια καμπύλη με ακτίνα  $R$  συναρτήσει μόνο της υπερύψωσης, δίνεται από τον τύπο:  $V_{\mu\epsilon\gamma} = 0,375\sqrt{R \cdot h} \quad (10)$

Η μέγιστη δυνατή ταχύτητα – επιτρεπτή μόνο ύστερα από έγκριση της ΔΓ σε μια καμπύλη με ακτίνα  $R$  συναρτήσει μόνο της υπερύψωσης δίνεται από τον τύπο:

$$V_{\mu\epsilon\gamma} = \sqrt{\frac{R}{11,8} \cdot (h + 105)} \quad (11)$$

Ο τύπος (11) για  $h=0$  γίνεται  $V_{\mu\epsilon\gamma}=2,98\sqrt{R}$  (11α) από τον οποίο προκύπτει ο ακόλουθος χρήσιμος πίνακας:

Πίνακας 3.5 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας  $R$  με δεδομένη υπερύψωση  $h=0$

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ $R$ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ( $h=0$ )													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	37	42	47	52	56	60	63	67	70	73	76	79	82
$h=2,98\sqrt{R}$													
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	84	87	89	92	94	97	99	101	103	105	108	110	112
$h=2,98\sqrt{R}$													
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
$V_{\max}$ (km/h)	114	116	117	119	121	123	125	127	128	130	132	133	135

Για  $h=160\text{mm}$  ο (10) δίνει:  $V_{\mu\epsilon\gamma}=4,74\sqrt{R}$  (11β) από τον οποίο προκύπτει ο ακόλουθος χρήσιμος πίνακας:

Πίνακας 3.6 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας  $R$  με δεδομένη υπερύψωση  $h=160\text{mm}$

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ $R$ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ( $h=160\text{mm}$ )													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	58	67	75	82	89	95	101	106	111	116	121	125	130
$V_{\mu\epsilon\gamma}=4,74\sqrt{R}$													
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	134	138	142	146	150	154	157	161	164	168	171	174	177
$V_{\mu\epsilon\gamma}=4,74\sqrt{R}$													
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	>1790					
$V_{\max}$ (km/h)	180	184	187	190	192	195	198	200					

Μεταβάλλοντας την εφαρμοζόμενη υπερύψωση κατά 40mm, προκύπτουν οι ακόλουθοι πίνακες διαδοχικά:

Πίνακας 3.7 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας  $R$  με δεδομένη υπερύψωση  $h=40\text{mm}$

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ $R$ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ( $h=40\text{mm}$ )													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	43	50	55	61	66	70	74	78	82	86	89	93	96
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	99	102	105	108	111	114	116	119	121	124	126	129	131
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
$V_{\max}$ (km/h)	133	136	138	140	142	145	147	149	151	153	155	157	159

Πίνακας 3.8 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας  $R$  με δεδομένη υπερύψωση  $h=80\text{mm}$

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ $R$ ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ( $h=80\text{mm}$ )													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	48	56	63	69	74	79	84	89	93	97	101	105	108
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	112	115	119	122	125	128	131	134	137	140	143	145	148
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
$V_{\max}$ (km/h)	151	153	156	158	161	163	166	168	170	173	175	177	179

Πίνακας 3.9 - Μέγιστες ταχύτητες συναρτήσει της ακτίνας R με δεδομένη υπερύψωση  $h=120\text{mm}$ 

ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ $V_{\max}$ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΑ R ΜΕ ΔΕΔΟΜΕΝΗ ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ ( $h=120\text{mm}$ )													
R (m)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
$V_{\max}$ (km/h)	53	62	69	76	82	87	93	98	102	107	111	116	120
R (m)	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400
$V_{\max}$ (km/h)	124	127	131	135	138	141	145	148	151	154	157	160	163
R (m)	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750	1800	1850	1900	1950	2000	2050
$V_{\max}$ (km/h)	166	169	172	175	177	180	183	185	188	190	193	195	198

Συνοψίζονται στο σημείο αυτό τα ακόλουθα σε σχέση με την υπερύψωση:

- Η μέγιστη επιτρεπόμενη υπερύψωση είναι  $h_{\mu\epsilon\gamma}=160\text{mm}$
- Οι υπερυψώσεις που εφαρμόζονται στρογγυλεύονται στα 5 mm
- Η μέγιστη επιτρεπόμενη υπερύψωση για τις κύριες γραμμές των σταθμών είναι 100mm (σε περιπτώσεις σταθμών σε καμπύλη)
- Σε ειδικές περιπτώσεις επιτρέπεται η εφαρμογή μεγαλύτερων υπερυψώσεων και κατόπιν έγκρισης του Δ.Υ.
- Σε αλλαγές τροχιάς τοποθετημένες σε καμπύλες κυρίας γραμμής, στον κλάδο τους, που ανήκει στην κύρια γραμμή, δίνεται η κανονική υπερύψωση, όπως προκύπτει από τον τύπο (6), για την αποδεκτή ταχύτητα διελεύσεως του κλάδου αυτού. Αρνητική υπερύψωση, που θα προκύψει, τυχόν, στον άλλο κλάδο της αλλαγής, μπορεί να γίνει δεκτή, ύστερα από έγκριση του Δ.Υ.
- Σε τμήματα με διπλή γραμμή και μεγάλες κλίσεις, εξαιτίας των οποίων προβλέπεται διαφορετική ταχύτητα για κάθε γραμμή, πρέπει να εφαρμόζεται αντίστοιχα και διαφορετική υπερύψωση
- Δεν επιτρέπεται ωστόσο η υπερύψωση στη γραμμή που διατρέχεται με μικρότερη ταχύτητα, να είναι μικρότερη από εκείνη, που δίνει ο τύπος (9) για τη μεγαλύτερη ταχύτητα της άλλης γραμμής.

Το πρηνές υπερύψωσης τώρα ταυτίζεται με το μήκος της οριζόντιας (παραβολικής) καμπύλης συναρμογής μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου, αποτελεί δηλαδή αντίστοιχα τη μετάβαση με ομαλό τρόπο από το τμήμα μηδενικής υπερύψωσης προς το τμήμα σταθερής τιμής της υπερύψωσης. Η μεταβολή αυτή της υπερύψωσης γίνεται με γραμμικό τρόπο κατά μήκος της καμπύλης, δηλαδή πραγματοποιείται με ευθύγραμμο πρηνές υπερύψωσης κλίσης  $i$ , κατά μήκος του οποίου επιτυγχάνεται η γραμμική μεταβολή της επίκλισης του σιδηροδρομικού διαδρόμου.

Κλίση πρηνούς υπερύψωσης  $i$  καλείται η μεταβολή της υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους και δίνεται από τον τύπο:  $i = \frac{\Delta h}{\Delta l}$  όπου  $\Delta h$  η μεταβολή υπερύψωσης, που αντιστοιχεί σε μήκος συναρμογής  $\Delta L$ .

Για την κλίση  $i$  του πρηνούς υπερύψωσης πρέπει:  $i \leq \frac{144}{V_{\mu\epsilon\gamma}} \leq 2,5\text{mm/m}$  (12) (το  $i$  εκφράζεται σε mm/m και το  $V_{\mu\epsilon\gamma}$  σε km/h)

Τα πρηνή υπερυψώσεως πρέπει να επιδιώκεται να βρίσκονται, ολόκληρα, έξω από αλλαγές τροχιάς, συσκευές διαστολής και γενικά συσκευές γραμμής. Όπου αυτό δεν είναι δυνατό, λόγω τοπικών συνθηκών, επιβάλλεται περιορισμός στην ταχύτητα, που ορίζεται από τον Δ.Υ. κατά περίπτωση.



Η μεταβολή  $\mu$  της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα χρόνου, εκφράζεται με το λόγο:  $\mu = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi}$  (σε mm/sec) όπου  $\Delta\alpha$  η μεταβολή της ανεπάρκειας υπερύψωσης σε χρονικό διάστημα  $\Delta\chi$ .

Η μεταβολή αυτή,  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi}$ , υπολογίζεται συναρτήσει της αντίστοιχης μεταβολής της ανεπάρκειας υπερύψωσης ανά μονάδα μήκους  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta L}$ , με τη σχέση:  $\frac{\Delta\alpha}{\Delta\chi} = \frac{\Delta\alpha}{\Delta L} \cdot \frac{V_{\mu\epsilon\gamma}}{3,6}$  (13) και έχει σταθερή τιμή ίση με:  $\mu = \frac{\alpha}{L} \cdot \frac{V_{\mu\epsilon\gamma}}{3,6}$  (13a) (η ανεπάρκεια  $\alpha$  εκφράζεται σε mm, το μήκος  $L$  σε m και η μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα  $V_{\mu\epsilon\gamma}$  σε km/h).

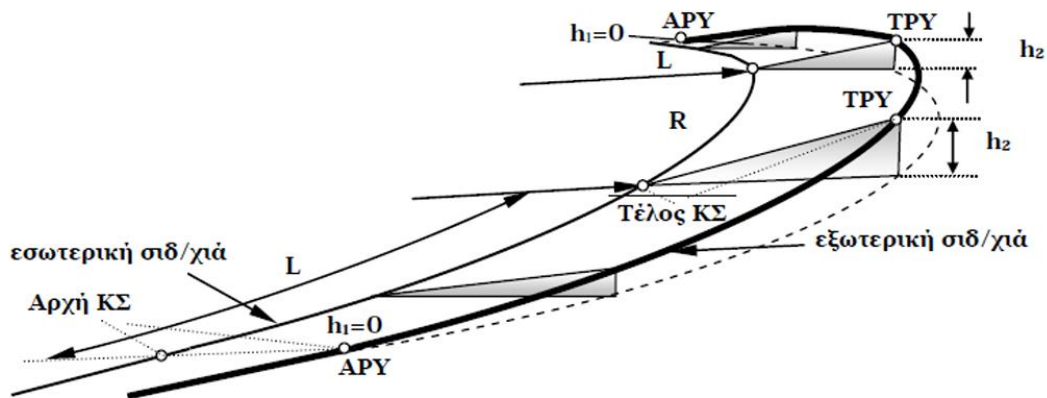
Η μέγιστη τιμή της  $\mu_{\mu\epsilon\gamma} = 60 \text{ mm/sec}$  για τη μέγιστη εφαρμοζόμενη ταχύτητα της γραμμής, θεωρείται ανεκτή από άποψη άνεσης των επιβατών.

Η απότομη αλλαγή της ανεπάρκειας υπερύψωσης παρουσιάζεται σε αλλαγές τροχιάς και σε τμήματα μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου όπου δεν έχει προβλεφθεί καμπύλη συναρμογής.

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές απότομης αλλαγής της ανεπάρκειας υπερύψωσης για τον ελληνικό σιδηρόδρομο, όπου έχουμε  $V \leq 200 \text{ km/h}$  είναι:

- 130mm για  $V \leq 60 \text{ km/h}$
- 125mm για  $60 \text{ km/h} < V \leq 200 \text{ km/h}$

Όπου  $V \leq 40 \text{ km/h}$  και ανεπάρκεια υπερύψωσης  $\alpha \leq 75 \text{ mm}$ , τόσο πριν όσο και μετά από απότομη αλλαγή της καμπυλότητας, η τιμή της απότομης αλλαγής της ανεπάρκειας υπερύψωσης μπορεί να αυξηθεί σε 150mm.



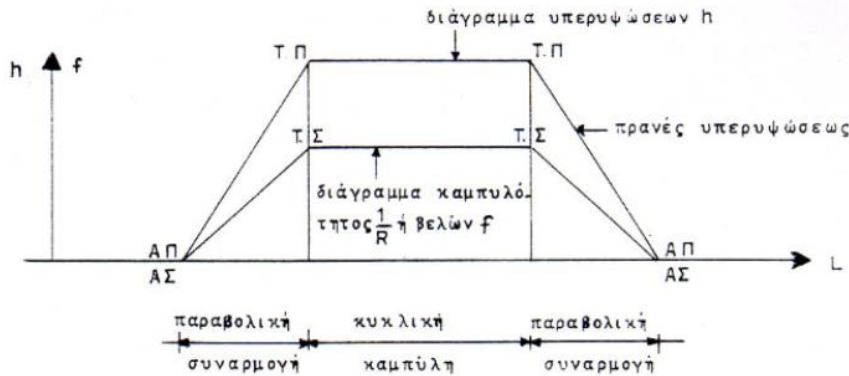
Εικόνα 3.4 - Κίνηση σε καμπύλη, υπερύψωση της εξωτερικής σιδηροτροχιάς [1]

Οι οριζόντιες παραβολικές συναρμογές είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο της σιδηροδρομικής χάραξης που επηρεάζει καθοριστικά την κίνηση του οχήματος και τη δυναμική άνεση των επιβατών. Μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης (με ακτίνα  $R$ ) πρέπει να παρεμβάλλεται καμπύλη συναρμογής, για να εξασφαλίζεται βαθμιαία και ομαλή μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητας, από την τιμή  $\infty$  που έχει για την ευθυγραμμία, στην τιμή  $R$ . Συμβάλλουν σημαντικά στην αντιμετώπιση φαινομένων ως προς τις πλευρικές επιταχύνσεις και τη μεταβολή από το ένα στοιχείο χάραξης στο άλλο.

Κατά μήκος της καμπύλης συναρμογής, μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, η καμπυλότητα πρέπει να μεταβάλλεται γραμμικά, από τη μηδενική τιμή που έχει στην αρχή της,

ως την τελική τιμή  $\frac{1}{R}$  που αντιστοιχεί στην ακτίνα  $R$  της κυκλικής καμπύλης, στο τέλος της καμπύλης συναρμογής (δηλ. στο σημείο επαφής της με το κυκλικό τόξο).

Ως αναφέραμε και νωρίτερα, για την ομαλή κύλιση των συρμών, το πρανές υπερψώσεως πρέπει να εκτείνεται κατά μήκος της οριζόντιας συναρμογής, δηλ. η υπερψώση αρχίζει στο ίδιο σημείο με την καμπύλη συναρμογής και αυξάνοντας γραμμικά ως το τέλος της συναρμογής, φθάνει στο σημείο αυτό την καθορισμένη και σταθερή για το κυκλικό τόξο τιμή  $h$ , όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



A.Π = αρχή πρανούς υπερψώσεως

T.Π = τέλος πρανούς υπερψώσεως

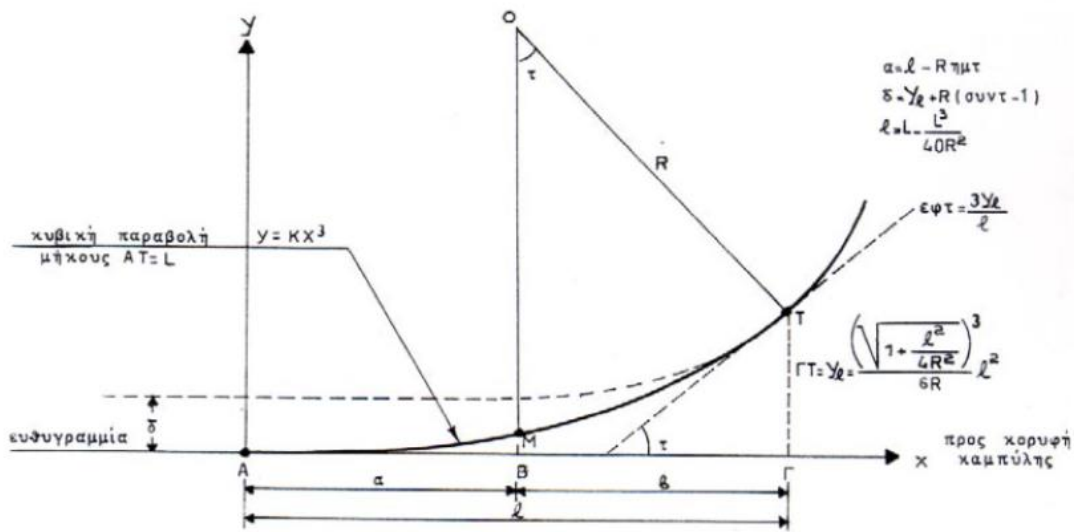
A.Σ = αρχή παραβολικής συναρμογής

T.Σ = τέλος παραβολικής συναρμογής

Σχήμα 3.1 - Διάγραμμα βελών και υπερψώσεων [5]

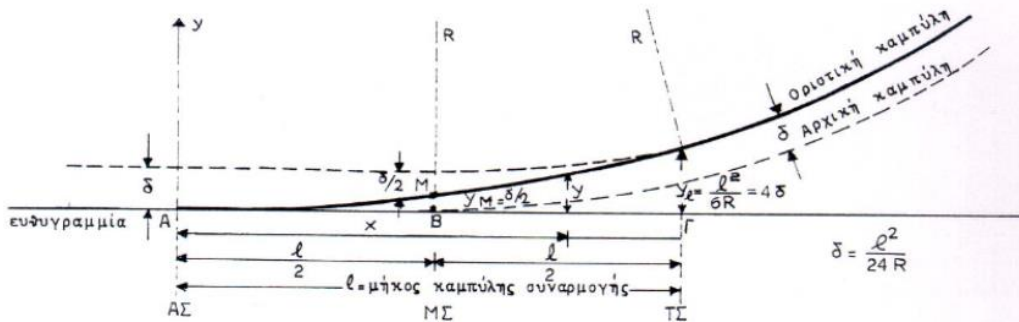
Σε σχέση με τον υπολογισμό των γεωμετρικών στοιχείων της καμπύλης οριζόντιας συναρμογής, ο Ν.Κ.Ε.Γ. ορίζει την κυβική παραβολή της μορφής:  $y=K \cdot x^3$  ως την καμπύλη συναρμογής που θα εφαρμόζεται. Για την περίπτωση συναρμογής ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης, ο σταθερός συντελεστής  $K$  ορίζεται:  $K=\frac{1}{6lR \text{ συν}^3 \tau}$  όπου  $l$  η προβολή στην ευθυγραμμία του μήκους  $L$  της καμπύλης συναρμογής,  $R$  η ακτίνα της καμπύλης και  $\tau$  η γωνία, που σχηματίζει με την ευθυγραμμία η κοινή εφαπτομένη της καμπύλης συναρμογής και του κυκλικού τόξου στο σημείο επαφής τους. Οπότε η εξίσωση της καμπύλης συναρμογής προκύπτει:

$$y=\frac{x^3}{6lR \text{ συν}^3 \tau} \quad (14)$$



Σχήμα 3.2 - Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης [5]

Στις περιπτώσεις όπου το μήκος της καμπύλης συναρμογής είναι:  $L \leq \frac{R}{3,5}$  επιτρέπεται να εφαρμόζουμε αντί του τύπου (14) τον απλοποιημένο τύπο της κυβικής παραβολής  $Y = \frac{X^3}{6lR}$  (15) όπου δεχόμαστε:  $L=l$ .



Σχήμα 3.3 - Παραβολική συναρμογή μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικής καμπύλης για την περίπτωση όπου  $L \leq \frac{R}{3,5}$  [5]

Σε σχέση με τον υπολογισμό του μήκους της οριζοντιογραφικής καμπύλης συναρμογής διακρίνουμε τις ακόλουθες δύο περιπτώσεις ανάλογα με τον τρόπο υπολογισμού του:

- Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου  $h = \frac{7,12V^2}{R}$  (7)

TACHYTHTA	ΜΗΚΟΣ ΤΟΞΟΥ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗΣ
$V \geq 57,6 \text{ km/h}$	$L_{\epsilon\lambda} = \frac{h \cdot V}{144}$ (16)
$V < 57,6 \text{ km/h}$	$L_{\epsilon\lambda} = \frac{h}{2,5}$ (17)

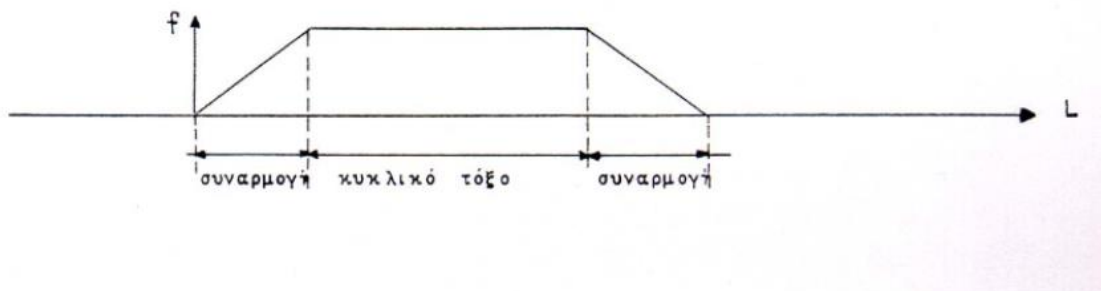
- Υπολογισμός υπερύψωσης βάσει του τύπου  $V_{μεγ} = \sqrt{\frac{R}{11,8} \cdot (h + 105)}$  (11)

Σε αυτήν την περίπτωση το ελάχιστο μήκος της παραβολικής συναρμογής θα είναι:

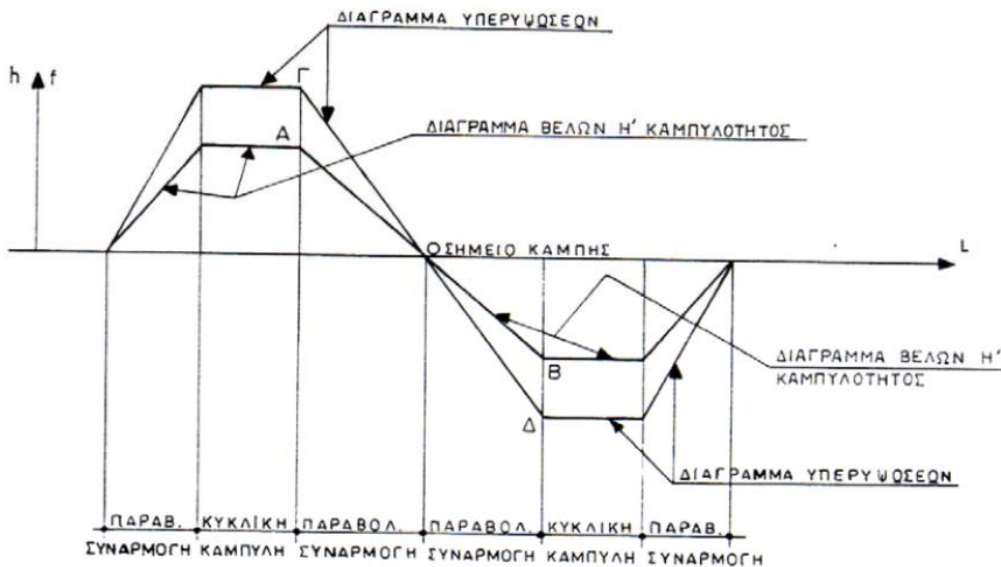
$$L_{ελ} = \max\left(\frac{h \cdot V}{144}; \frac{a \cdot V}{216}; \frac{h}{2,5}\right) \quad (18)$$

Μεταξύ δύο αντίστροφων (αντίρροπων) 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 λοιπόν ευθύγραμμο τμήμα ελάχιστου μήκους 30μ. στο οποίο δεν συμπεριλαμβάνονται οι στρογγυλεύσεις στις άκρες των συναρμογών. (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.)

Στα ακόλουθα σχήματα απεικονίζονται αρχικά το διάγραμμα βελών και εν συνεχεία μια ειδική περίπτωση με το διάγραμμα βελών υπερυψώσεων δύο διαδοχικών αντίστροφων (αντίρροπων) κυκλικών καμπυλών:



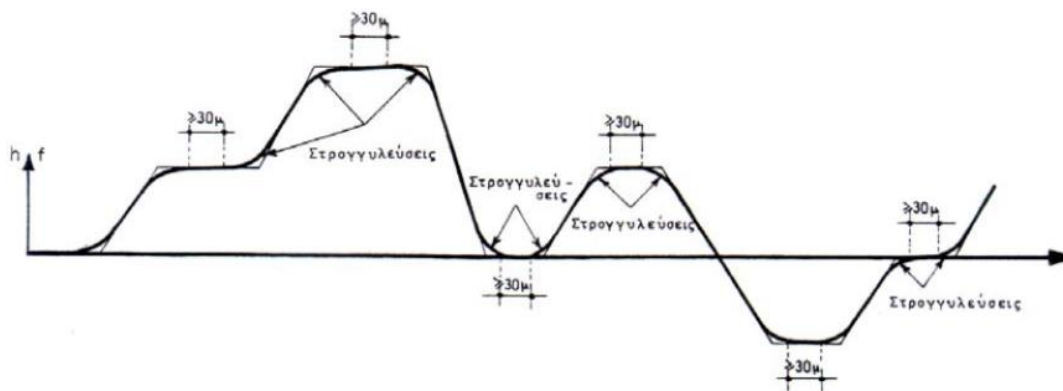
Σχήμα 3.4 - Διάγραμμα βελών [5]



Σχήμα 3.5 - Διάγραμμα βελών και υπερυψώσεων δύο διαδοχικών αντίστροφων (αντίρροπων) κυκλικών καμπυλών [5]

Οι οριζόντιες συναρμογές όπως προαναφέρθηκαν, επιτρέπεται να μην εφαρμόζονται σε δευτερεύοντες κλάδους αλλαγών τροχιάς, σε συνδέσεις αλλαγών μεταξύ τους, καθώς επίσης και σε παρακαμπτήριες γραμμές σταθμών, βιομηχανικών συνδέσεων, λιμένων, κλπ. Ειδική τεχνική οδηγία της Δ.Γ. θα καθορίσει τους όρους χάραξης και περιορισμού ταχύτητας που θα εφαρμόζονται σε αυτές τις περιπτώσεις. Επίσης για ταχύτητες έως 100km/h σε υφιστάμενες γραμμές επιτρέπονται επιμέρους εξαιρέσεις, εφόσον τοπικές συνθήκες το επιβάλλουν και κατόπιν έγκρισης του Δ.Υ. ανά περίπτωση.

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, όπως φαίνεται και στο ακόλουθο σχήμα. Αντίστοιχες στρογγυλεύσεις εφαρμόζονται και στις υπερυψώσεις, ενώ η μορφή τους καθορίζεται με τεχνική οδηγία του Δ.Υ..



Σχήμα 3.6 - Στρογγυλεύσεις στα άκρα οριζόντιων συναρμογών και πρηνών υπερύψωσης [5]

Οι ανωμαλίες που προκαλούνται από την είσοδο ή έξοδο σε μια παραβολική συναρμογή (ή πρηνές υπερύψωσης) δεν αποσβένονται αμέσως και επομένως, αν δύο συναρμογές βρίσκονται κοντά η μία στην άλλη, είναι πιθανό οι ανωμαλίες να επαυξηθούν. Για αυτό το λόγο επιβάλλεται να αφήνεται ένα διάστημα τουλάχιστον 30μ., ανεξαρτήτως ταχύτητας, ανάμεσα στα σημεία περατώσεως των στρογγυλεύσεων δύο διαδοχικών συναρμογών (ή πρηνών υπερύψωσης), τόσο στο μεταξύ των δύο καμπυλών ευθύγραμμο τμήμα, όσο και στο καθαρό κυκλικό τόξο που απομένει στην κάθε καμπύλη.

### 3.2.2 Στοιχεία μηκοτομής

Η χάραξη της ερυθράς είναι πολύ σημαντική εργασία καθότι καθορίζει ποιοτικά αλλά και οικονομικά χαρακτηριστικά της σιδηροδρομικής οδού και απαιτεί σαφώς μεγάλη εμπειρία. Πέραν όμως της εμπειρίας υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες που πρέπει να τηρηθούν. Το πρώτο μας μέλημα είναι αφενός να εξασφαλίσουμε τη λειτουργικότητα και την ασφάλεια της σιδηροδρομικής γραμμής και αφετέρου το δεύτερο να ελαχιστοποιήσουμε το κόστος. Από τα βασικά λοιπόν κριτήρια για τη χάραξη της ερυθράς είναι η μέγιστη κλίση ( $S_{max}$ ), η ελάχιστη ακτίνα κυρτής και κοίλης κατακόρυφης συναρμογής ( $R_{min}$ ), η ελαχιστοποίηση των χωματουργικών και η εξισορρόπηση επιχωμάτων-ορυγμάτων. Η μέγιστη κατά μήκος κλίση σύμφωνα με την επικαιροποιημένη έκδοση της προδιαγραφής του ΕΛ.Ο.Τ. (2021) ανά περίπτωση είναι:

- Σε ελεύθερη (εκτός περιοχής σταθμών) γραμμή καθορίζεται από τον Δ.Υ.

- Σε σήραγγες καθορίζεται από τον Δ.Υ.
- Σε περιοχές σταθμών/στάσεων είναι  $s_{\max}=2,5\%$

Στη μηκοτομή 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 εάν είναι ομόρροπες ή το άθροισμά τους αν είναι αντίρροπες προκύπτει μεγαλύτερο από 0,0025.

Σε περιπτώσεις όπου το άθροισμα ή η διαφορά τους ως αναφέραμε προκύπτει μικρότερη από 2,5‰, τότε μπορεί να μην εφαρμοστεί καθόλου κατακόρυφη συναρμογή.

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

Ειδικά στη σιδηροδρομική χάραξη αυτή η απαίτηση ικανοποιείται εύκολα, καθώς οι τόσο μικρές συναρμοζόμενες κατά μήκος κλίσεις των επιμέρους τμημάτων σχηματίζουν μεταξύ τους πολύ μεγάλη γωνία και επομένως συναρμόζονται εύκολα και με μεγάλες τιμές ακτινών κυκλικών καμπυλών κατακόρυφων συναρμογών και δεν έχουμε σχεδόν ποτέ ζητήματα εμπλοκών. Ως εκ τούτου στις περισσότερες των περιπτώσεων επιλέγουμε τις μεγαλύτερες δυνατές τιμές.

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

- για  $V \leq 100$  km/h πρέπει  $R_{\min}=5000$ m και κατ'εξαιρεση μέχρι 2500m
- για  $100\text{km/h} < V \leq 150$  km/h πρέπει  $R_{\min}=10000$ m και κατ'εξαιρεση μέχρι 5000m
- για  $150\text{km/h} < V \leq 200$  km/h πρέπει  $R=20000$ m και κατ'εξαιρεση μέχρι 10000m

Η κατακόρυφη συναρμογή πρέπει όσο είναι δυνατό να αποφεύγεται στα πρηνή υπερύψωσης. Αν όμως αυτό δεν μπορεί να γίνει, θα πρέπει να εφαρμόζεται συναρμογή με ακτίνα όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και για ταχύτητες μέχρι 100km/h, επιτρέπεται η ύπαρξη καμπύλης κατακόρυφης συναρμογής κλίσεων και σε συσκευές γραμμής, εφόσον η ακτίνα της κυκλικής αυτής συναρμογής είναι τουλάχιστον 5000m. Τέλος οι κατακόρυφες συναρμογές πρέπει να αποφεύγονται στα χωρίς έρμα καταστρώματα μεταλλικών γεφυρών.

Στις κατακόρυφες συναρμογές οι επιτρεπόμενες αναπτυσσόμενες κατακόρυφες επιταχύνσεις είναι:

- Σε κοίλα τόξα:  $\gamma_k=0,30\text{m/sec}^2$
- Σε κυρτά τόξα:  $\gamma_k=0,20\text{m/sec}^2$

Το μήκος  $l$  των εφαπτομένων των κατακόρυφων συναρμογών κλίσεως δίνεται με ικανοποιητική προσέγγιση από τους ακόλουθους τύπους:

α) Συναρμογή οριζόντιου τμήματος γραμμής με κεκλιμένο, κλίσεως 1:m:

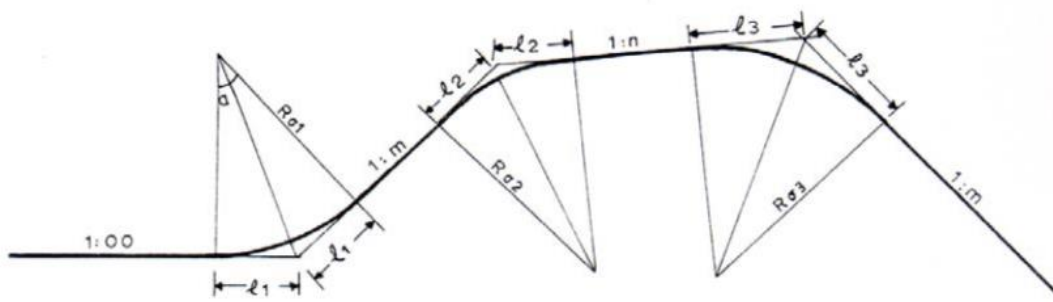
$$l_1 = \frac{R\sigma_1 \cdot 1}{2} \cdot \frac{1}{m} \quad (19\alpha)$$

β) Συναρμογή μεταξύ ομόσημων κλίσεων 1:m και 1:n :

$$l_1 = \frac{R\sigma_1 \cdot (\frac{1}{m} - \frac{1}{n})}{2} \quad (19\beta)$$

γ) Συναρμογή μεταξύ ετερόσημων κλίσεων 1:m και 1:n :

$$l_1 = \frac{R\sigma_1 \cdot (\frac{1}{m} + \frac{1}{n})}{2} \quad (19\gamma)$$

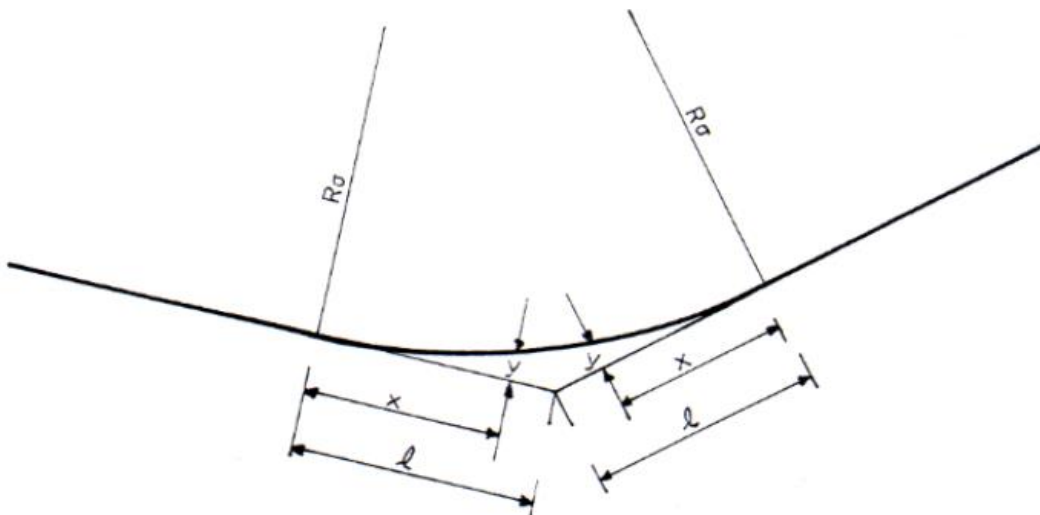


Σχήμα 3.7 - Κατακόρυφη συναρμογή διαφορετικών κλίσεων [5]

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

$$y = \frac{x^2}{2R\sigma} \quad (20)$$

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



Σχήμα 3.8 [5]

Η αρχή των τετμημένων προσδιορίζεται από το μήκος  $l$  των εφαπτομένων, που υπολογίζεται με έναν από τους τύπους (19) που προαναφέρθηκαν. Δεν θα πρέπει να γίνονται αλλαγές κλίσεις εκεί όπου οριζοντιογραφικά υπάρχουν παραβολικές συναρμογές και συνεπώς πρηνή υπερύψωσης. Οπότε κατά κανόνα δεν επιθυμούμε ταυτόχρονη συνύπαρξη συναρμογών σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή (οριζοντίων και κατακόρυφων συναρμογών). Εφόσον όμως αυτό δεν μπορεί να καταστεί εφικτό, αναγκαστικά θα πρέπει να εφαρμοστεί η μεγαλύτερη δυνατή ακτίνα καμπυλότητας. Τέλος, η κατακόρυφη συναρμογή κλίσεων, θα πρέπει να τερματίζεται τουλάχιστον 6μ. από την αρχή ή το τέλος αλλαγής.

### 3.2.3 Στοιχεία εύρους γραμμής και τυπικών διατομών

Ως εύρος της γραμμής ορίζεται η κάθετη απόσταση των δύο σιδηροτροχιών, μετρούμενη μεταξύ των εσωτερικών παρειών των κεφαλών τους και σε στάθμη 14mm κάτω από την επιφάνεια κύλισης.

Το κανονικό εύρος της γραμμής, που εφαρμόζεται στις ευθυγραμμίες και τις καμπύλες με μεγάλη ακτίνα είναι 1435mm. Το εύρος αυξάνεται στις καμπύλες με μικρή ακτίνα ( $R < 400\mu.$ ) για τις οποίες προβλέπονται διαπλάτυνσεις που κατά περίπτωση ορίζονται ως ακολούθως:

Πίνακας 3.10 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με ξύλινους ή μεταλλικούς στρωτήρες [5]

Ακτίνα καμπύλης ( $\mu$ )	Διαπλάτυνση ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )	Εύρος γραμμής ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )
Ευθυγραμμία και καμπύλη με ακτίνα: $R \geq 400$	0	1435
$400 > R \geq 350$	5	1440
$350 > R \geq 300$	10	1445
$300 > R \geq 250$	15	1450
$250 > R$	20	1455

Οι πρότυπες τυπικές διατομές του Ο.Σ.Ε. παρουσιάζονται για όλες τις περιπτώσεις στο Παράρτημα 1 της παρούσας Δ.Ε..

Χαρακτηριστικές διατομές είναι:

- τροχιά χωρίς υπερύψωση,
- τροχιά με μέγιστη υπερύψωση,
- τροχιά με τεχνικό έργο πάνω από τη γραμμή
- οποιαδήποτε άλλη θέση όπου το προβλεπόμενο οριακό περιτύπωμα εγκατάστασης προσεγγίζεται από λιγότερο από 100 mm ή το ονομαστικό περιτύπωμα εγκατάστασης ή το ενιαίο περιτύπωμα προσεγγίζεται από λιγότερο από 50mm

Πίνακας 3.11 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με διμερείς Ο.Σ. στρωτήρες [5]

Ακτίνα καμπύλης ( $\mu$ )	Διαπλάτυνση ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )	Εύρος γραμμής ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )
Ευθυγραμμία και καμπύλη με ακτίνα: $R \geq 600$	0	1435
Καμπύλη με ακτίνα $300 \leq R < 600$	5	1440

Πίνακας 3.12 - Διαπλάτυνση σε γραμμή με ολόσωμους στρωτήρες προεντεταμένου σκυροδέματος [5]

R	Διαπλάτυνση ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )	Εύρος γραμμής ( $\chi\lambda\sigma\tau$ )
Ευθυγραμμία και καμπύλη $R \geq 400$	0	1435
$400 > R \geq 300$	5	1440
$300 > R > 250$	10	1445

Οι τιμές των παραπάνω πινάκων δεν ισχύουν στις αλλαγές τροχιάς, για τις οποίες οι διαπλάτυνσεις καθορίζονται στα επιμέρους σχέδιά τους. Η διαπλάτυνση διαμορφώνεται στην καμπύλη συναρμογής με μετατόπιση της εσωτερικής σιδηροτροχιάς προς το εσωτερικό της καμπύλης.



Για περιπτώσεις δύο ή περισσότερων γραμμών κυκλοφορίας, σύμφωνα με τον Κανονισμό της ΕΕ αρ. 1299/2014, και για περιπτώσεις όπου  $V \leq 200 \text{ km/h}$ , όπως ισχύει επί του παρόντος για το σιδηροδρομικό δίκτυο της Ελλάδας απαιτείται ελάχιστη αξονική απόσταση μεταξύ των γεωμετρικών αξόνων των γραμμών ίση με 3,80m. Στην περίπτωση των πρότυπων τυπικών διατομών για τη διπλή γραμμή εφαρμόζεται αυτή η τιμή των 3,80m.

Η διαμόρφωση των τυπικών διατομών εξαρτάται από το εύρος της γραμμής, τον αριθμό των γραμμών κυκλοφορίας, το στατικό και κινηματικό περιτύπωμα του σιδηροδρομικού οχήματος σχεδιασμού. Η υποδομή διαμορφώνεται αμφικλινής με σκοπό την καλή και γρήγορη αποστράγγιση. Η επίκλιση και ως εκ τούτου η υπερύψωση στις καμπύλες επιτυγχάνεται με την ανάλογη διαμόρφωση της στρώσης έρματος του έργου επιδομής. Επομένως οι προκύπτουσες τιμές πλάτους διαφοροποιούνται ανά στοιχείο χάραξης.

Με βάση τις τυπικές διατομές του Ο.Σ.Ε. που παρατίθενται στο παράρτημα 2, μέχρι τη στάθμη της υποδομής (χωρίς τη στρώση της επιδομής) που θα μας απασχολήσει μόνο στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, για την περίπτωση μονής σιδ. γραμμής διαμορφώνεται στα 7,20m συνολικό πλάτος και 3,60m εκατέρωθεν του άξονα της Σ.Γ.. Ανεξαρτήτως τμήματος οριζόντιας χάραξης (ευθυγραμμία, κυκλικό τόξο, τόξο συναρμογής) η διατομή μέχρι τη στέψη της υποδομής διαμορφώνεται παντού με τον ίδιο τρόπο και αμφικλινής με επίκλιση 4% εκατέρωθεν. Αντίστοιχα το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση της διπλής Σ.Γ. με διαμόρφωση επικλινούς διατομής 4% εκατέρωθεν μέχρι τη στάθμη αυτή, ανεξαρτήτως στοιχείου χάραξης, ωστόσο στην περίπτωση αυτή το συνολικό πλάτος διαμορφώνεται στα 11,60m και 5,80m εκατέρωθεν του άξονα της Σ.Γ.. Το εύρος κατάληψης μια διπλής γραμμής κυμαίνεται στα 15-25m, ενώ μιας μονής γραμμής στα 10-15m. Το εύρος κατάληψης είναι το πλάτος του εδάφους που απαλλοτριώνεται για τις ανάγκες κατασκευής του έργου.

### 3.2.4 Τμήματα του σιδηροδρομικού δικτύου

Στην παρούσα έρευνα ασχολούμαστε με το σιδηροδρομικό δίκτυο και τον σχεδιασμό του μόνο υπό το πρίσμα της χάραξης (γεωμετρικού σχεδιασμού) των τμημάτων του, τόσο σε επίπεδο οριζοντιογραφίας, όσο και μηκοτομής. Προσεγγίζοντας το σιδηροδρομικό δίκτυο μακροσκοπικά ως ένα σύνολο διαφορετικών στοιχείων χάραξης, αυτό αποτελείται από:

- Τα τμήματα ανοιχτής ελεύθερης γραμμής,
- Τα τμήματα περιοχών σταθμών (και στάσεων),
- Τα τμήματα επί τεχνικών έργων
- Τα τμήματα αλλαγών/διασταυρώσεων

Τα τμήματα ανοιχτής/ελεύθερης γραμμής είναι τα τμήματα του σιδηροδρομικού δικτύου, τα οποία βρίσκονται επί της επιφανείας του εδάφους και περιλαμβάνουν τμήματα που εφάπτονται της κλίσης του αναγλύφου και τμήματα επιχωμάτων/ορυγμάτων που εξασφαλίζουν την απαιτούμενη κλίση σχεδιασμού της ερυθράς του σιδηροδρομικού διαδρόμου (στην παρούσα μελέτη προσεγγίζουμε την ερυθρά στη στάθμη της στέψης της υποδομής της Σ.Γ.). Οι μέγιστες επιτρεπόμενες κλίσεις καθορίζονται από τον Δ.Υ., ενώ από τη διεθνή βιβλιογραφία, για δίκτυα προαστιακών σιδηροδρόμων και δίκτυα μετρό επιτρέπονται τιμές μέχρι 30-40‰ στην ακραία περίπτωση, ενώ συνήθως εφαρμόζονται τιμές μέχρι 20-25‰. Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα χρησιμοποιηθεί μια τιμή της τάξης των 25‰ ως μέγιστη.

Τα τμήματα περιοχών σταθμών (και στάσεων) είναι τα τμήματα εκείνα που περιλαμβάνουν τις κύριες γραμμές του δικτύου που διέρχονται παραπλεύρως των αποβαθρών (πλατφορμών) των σταθμών και επιβιβάζουν/αποβιβάζουν επιβάτες και ικανό μήκος τμημάτων πριν/μετά τις εισόδους/εξόδους των τμημάτων αποβαθρών. Επιθυμούμε να βρίσκονται σε τμήματα με ήπια κλίση του εδάφους και σε σχετικά οριζόντιο ανάγλυφο και ως εκ τούτου δεν θα απαιτούνται μεγάλης έκτασης τεχνικά έργα για την κατασκευή τους. Απαιτούν ένα ελάχιστο μήκος

αποβαθρών περί τα 150m και ανά περίπτωση βέβαια σύμφωνα με τον συρμό σχεδιασμού. Αν για παράδειγμα λάβουμε ως όχημα σχεδιασμού το Siemens Desiro του ελληνικού προαστιακού δικτύου, το οποίο έχει συνολικό μήκος περί τα 90m (5βαγόνια\*18m), απαιτείται μήκος τουλάχιστον 100m. Σε περίπτωση που πρόκειται για έναν σταθμό συγκοινωνιακού κόμβου που υπάρχει μελλοντικά η πιθανότητα να εξυπηρετήσει μεγαλύτερους συρμούς και διαφορετικών κατηγοριών, αφήνουμε ένα μεγαλύτερο περιθώριο ασφαλείας και σχεδιάζουμε αποβάθρες μεγαλύτερου μήκους. Η μέγιστη επιτρεπόμενη κατά μήκος κλίση σε αυτά τα τμήματα του σιδηρ. δικτύου είναι 2,5‰.

Τα τμήματα τεχνικών έργων περιλαμβάνουν τα τμήματα αυτά στα οποία έχει δημιουργηθεί κάποιος τύπος σήραγγας ή γέφυρας. Για την περίπτωση των σηράγγων οι απαιτήσεις είναι πιο αυξημένες και επιδιώκουμε αφενός οριζοντιογραφικά να βρίσκονται σε ευθυγραμμίες ή σε τμήματα καμπυλών μεγάλης ακτίνας, αφετέρου σε επίπεδο μηκοτομής επί τμημάτων μικρών κατά μήκος κλίσεων. Σε περίπτωση που δεν μπορεί να αποφευχθεί η μέγιστη επιτρεπόμενη στο δίκτυο κλίση, αυτή πρέπει να μειωθεί κατά 20% λόγω μείωσης μέσα στη σήραγγα του συντελεστή πρόσφυσης. Στο δίκτυο του Ο.Σ.Ε. εντοπίζονται σήραγγες με κατά μήκος κλίσεις μέχρι 15‰. Στα τμήματα γεφυρών δεν υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις ως προς τις κατά μήκος κλίσεις και τον σχεδιασμό οριζοντιογραφικά και μπορούν να χρησιμοποιούνται οι ακραίες επιτρεπόμενες τιμές του δικτύου ανά περίπτωση.

Τα τμήματα αλλαγών/διασταυρώσεων πρέπει να βρίσκονται σε επίπεδο έδαφος και τα τμήματά τους να έχουν σχεδόν μηδενική κλίση. Όσο το δυνατόν πιο πεδινό έδαφος προτιμάται για την εφαρμογή τους.

### 3.3 Το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19

Τα λογισμικά γεωμετρικού σχεδιασμού οδών (και σιδηροδρομικών διαδρόμων) επιτρέπουν τον ακριβή καθορισμό της χάραξης, διευκολύνοντας την προσαρμογή της γραμμής στο φυσικό ανάγλυφο του εδάφους και την αξιολόγηση των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων. Μέσω αυτών των εργαλείων, είναι δυνατή η λεπτομερής ανάλυση και βελτιστοποίηση της γεωμετρίας της σιδηροδρομικής γραμμής, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς και την επίτευξη των απαιτούμενων λειτουργικών χαρακτηριστικών.

Στο πλαίσιο της χάραξης των σιδηροδρομικών διαδρόμων του δικτύου και για όλα τα στάδια των εργασιών, από τον καθορισμό των παραμέτρων, τον σχεδιασμό οριζοντιογραφίας και μηκοτομής της ερυθράς των σιδηροδρομικών διαδρόμων θα χρησιμοποιήσουμε το λογισμικό FM19, που για τις ανάγκες της παρούσας Δ.Ε. προσαρμόζεται στην έκδοση RAIL [14].

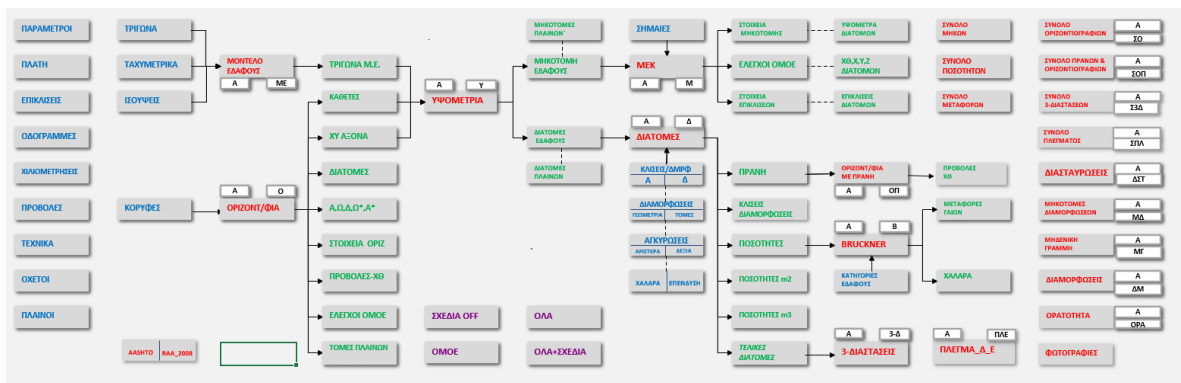
Το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών είναι αυτό που θα μας βοηθήσει στην εκπόνηση της αναγνωριστικής-προκαταρκτικής μελέτης μας αναφορικά με το γεωμετρικό σχεδιασμό του υπό μελέτη προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου Ηρακλείου Κρήτης – Ηράκλειο – Άγιος Νικόλαος», εισάγοντας αρχικά σε αυτό το μοντέλο εδάφους της περιοχής μελέτης. Αφού προσαρμόσουμε τη λειτουργία του λογισμικού βάσει της σιδηροδρομικής χάραξης και των ανάλογων προδιαγραφών (όπως αναλύσαμε στα προηγούμενα) προχωράμε βήμα-βήμα τον σχεδιασμό στο διαδραστικό του περιβάλλον, εισάγουμε τα δεδομένα που απαιτούνται, εκτελούμε τα επιμέρους αντίστοιχα προγράμματα και εξάγουμε εν τέλει ολοκληρωμένα σχέδια σε επίπεδο οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Με τα αποτελέσματα αυτά προσδιορίζουμε τη συνολική εικόνα του δικτύου, το συνολικό μήκος του, τους κλάδους του, την τοποθεσία των σταθμών του, καθώς και το εύρος των τεχνικών έργων του, συνοδευόμενα από όλα τα γεωμετρικά στοιχεία των σ.γραμμών του δικτύου. Στα ακόλουθα αναλύουμε τη δομή, το περιβάλλον εργασίας και τη λειτουργία του λογισμικού FM19(RAIL) για τον σχεδιασμό μιας σιδηροδρομικής οδού.

### 3.3.1 Προσπαιτούμενα και περιβάλλον εργασίας λογισμικού

Το *FM19* είναι ένα λογισμικό το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον καθηγητή κ. Φώτη Μερτζάνη, για εκπαιδευτική χρήση στο πλαίσιο των μαθημάτων Γεωμετρικού Σχεδιασμού Οδών στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Οι χρήστες του λογισμικού, έχοντας βασικές γνώσεις οδοποιίας και λειτουργίας ηλεκτρονικού υπολογιστή, μπορούν να μελετήσουν μια οδό και να παράγουν τα βασικά σχέδιά της.

Το λογισμικό λειτουργεί στο περιβάλλον του προγράμματος *Excel*, στα φύλλα του οποίου εισάγονται οι παράμετροι σχεδιασμού της υπό μελέτη οδού. Στη συνέχεια, εκτελούνται τα επιμέρους προγράμματα και εξάγονται τα υπολογιζόμενα στοιχεία της οδού και τα τελικά σχέδια της μελέτης. Τα αποτελέσματα διαβάζονται μέσω της εφαρμογής *Notepad* (*Σημειωματάριο*) και τα σχέδια της οδού μπορούν να ανοιχτούν από το *AutoCAD*. Για τη σύνταξη των προγραμμάτων του λογισμικού *FM19* έχει χρησιμοποιηθεί η γλώσσα προγραμματισμού *Fortran*, ενώ η ανάπτυξη του γραφικού περιβάλλοντος εργασίας πραγματοποιήθηκε με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού *Visual Basic for Applications* (*VBA*).

Το λογισμικό λειτουργεί σε υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα της σειράς *Windows*, ενώ στον υπολογιστή θα πρέπει να είναι εγκατεστημένα τα ακόλουθα προγράμματα για τη λειτουργία του: το *Excel* ως λογισμικό επεξεργασίας, το *Autocad* ως λογισμικό σχεδίασης, ενώ χρησιμοποιείται και η εφαρμογή *Notepad* (*Σημειωματάριο*), η οποία υπάρχει ήδη σε υπολογιστές με λειτουργικό σύστημα *Windows*.



Εικόνα 3.5 - Το κεντρικό μενού του λογισμικού RAIL (FM19)

Το κεντρικό μενού του λογισμικού RAIL(FM19) αποτελείται από εικονίδια με τίτλους διάφορων χρωμάτων. Στην καρτέλα *MENU* παρουσιάζεται με εποπτικό τρόπο και είναι σαφής η αλληλουχία των επιμέρους σταδίων που συνθέτουν τη μελέτη μιας οδού (σιδηροδρομικής). Η λειτουργία του κάθε εικονιδίου του κεντρικού μενού εξαρτάται από το χρώμα του κειμένου του. Στον Πίνακα 3.13 – που ακολουθεί περιγράφονται οι λειτουργίες των εικονιδίων ανάλογα με το χρώμα του κειμένου τους.

Πίνακας 3.13 – Λειτουργίες εικονιδίων κεντρικού μενού λογισμικού [14]

Εικονίδιο	Λειτουργία
	Δεδομένα της υπό μελέτη οδού, τα οποία εισάγονται από τον χρήστη, σε φύλλα του αρχείου <i>Excel</i> . Με το πάτημα του εικονιδίου, ο χρήστης μεταφέρεται στο αντίστοιχο φύλλο εισαγωγής δεδομένων.

<p><b>ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ</b></p>	<p>Προγράμματα του <i>FM19</i>. Με το πάτημα του εικονιδίου, εκτελείται το αντίστοιχο πρόγραμμα. Μετά την εκτέλεση του προγράμματος ανοίγει αυτόματα το αντίστοιχο σχέδιο.</p>
<p><b>ΑΡΧΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b></p>	<p>Αρχεία με τα υπολογιζόμενα στοιχεία της οδού, που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω της εφαρμογής <i>Σημειωματάριο-(Notepad)</i>.</p>
<p><b>A</b></p>	<p>Σχέδια της οδού, που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω του <i>AutoCAD</i>. Τα αντίστοιχα εικονίδια που βρίσκονται πάνω από τα εικονίδια των προγραμμάτων και δεν αναγράφουν το γράμμα "A", εκτελούν το αντίστοιχο πρόγραμμα χωρίς τη δημιουργία και εμφάνιση του σχεδίου.</p>

Η ροή εργασίας για τη μελέτη μιας σιδηροδρομικής γραμμής είναι συνοπτικά η ακόλουθη:

- Τα απαιτούμενα δεδομένα σχεδιασμού της σιδηροδρομικής οδού εισάγονται σε φύλλα του αρχείου Excel, αφού πρώτα ο χρήστης πατήσει το αντίστοιχο εικονίδιο με μπλε κείμενο και μεταφερθεί αυτόματα στο αντίστοιχο φύλλο εισαγωγής δεδομένων.
- Στη συνέχεια εκτελείται το αντίστοιχο πρόγραμμα με πάτημα του εικονιδίου με κόκκινο ή μωβ κείμενο. Η εκτέλεση πρέπει να πραγματοποιηθεί όταν για το πρόγραμμα έχουν εισαχθεί όλα τα απαιτούμενα δεδομένα, σύμφωνα με το διάγραμμα ροής.
- Μόλις ολοκληρωθεί η εκτέλεση του αντίστοιχου προγράμματος, το αντίστοιχο σχέδιο είτε ανοίγει αυτόματα, είτε χειροκίνητα από τον χρήστη. Ο χρήστης επίσης έχει τη δυνατότητα να ανοίξει τα αντίστοιχα αρχεία εργασίας, πατώντας τα αντίστοιχα εικονίδια με πράσινο κείμενο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται ανά στάδιο μελέτης (π.χ. οριζοντιογραφία, μηκοτομή, κ.λπ.).

### 3.3.2 Δεδομένα (input data)

Τα εικονίδια που εμφανίζονται στο κεντρικό μενού με μπλε κείμενο αντιστοιχούν στα φύλλα που πρέπει να συμπληρώσει ο χρήστης και αποτελούν τα δεδομένα για τη μελέτη μιας οδού. Στα φύλλα όπου πρέπει να εισαχθούν τα δεδομένα, υπάρχει το εικονίδιο MENU, με τη βοήθεια του οποίου ο χρήστης επιστρέφει στο κεντρικό MENU του λογισμικού, το οποίο επιλέγεται όπως περιγράφηκε προηγουμένως. Κάθε φορά που πατιέται το εικονίδιο MENU, δημιουργείται ένα αρχείο δεδομένων, το οποίο αποθηκεύεται στον φάκελο RAIL (FM19) και το οποίο θα χρησιμοποιηθεί κατά την εκτέλεση του αντίστοιχου προγράμματος. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημάνουμε ότι η επιστροφή του χρήστη στο φύλλο του κεντρικού MENU θα πρέπει να γίνεται μόνο με το πάτημα του εικονιδίου MENU και όχι μέσω των καρτελών (tabs) στο κάτω μέρος της οθόνης, έτσι ώστε να ενημερωθούν τα αντίστοιχα αρχεία με τα νέα δεδομένα. Τα φύλλα εισαγωγής δεδομένων, καθώς και τα αντίστοιχα αρχεία δεδομένων που δημιουργούνται στον φάκελο RAIL, παρατίθενται στον που ακολουθεί:

Πίνακας 3.14 - Χρήσιμα φύλλα εισαγωγής δεδομένων λογισμικού FM19 [14]

Φύλλο δεδομένων	Περιγραφή	Αρχείο
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	Εισάγονται γενικά δεδομένα για την υπό μελέτη οδό (ταχύτητα μελέτης, κατηγορία οδού, μορφολογία εδάφους της περιοχής μελέτης, κλίμακες σχεδίων κ.λπ.), καθώς και παράμετροι που αφορούν στα επιμέρους στάδια μελέτης της οδού (οριζοντιογραφία, μηκοτομή, διατομές κ.λπ.).	fm.prm
ΤΕΧΝΙΚΑ	Εισάγονται δεδομένα για την περιγραφή τυχόν τεχνικών έργων κατά μήκος της υπό μελέτης οδού (π.χ. γέφυρες, σήραγγες, τοίχοι αντιστήριξης).	fm.tgt
ΤΡΙΓΩΝΑ	Καταχωρούνται οι συντεταγμένες ενός πλήθους σημείων του εδάφους, που ορίζουν, ανά τρία, ένα τρίγωνο. Τα δεδομένα αυτά, επειδή είναι συνήθως αρχεία που έχουν εξαχθεί από τοπογραφικά λογισμικά (από την αποτύπωση της περιοχής μελέτης), είναι σε μορφή αρχείου δεδομένων και ανοίγουν μέσω της εφαρμογής <i>Σημειωματάριο (Notepad)</i> . <b>Σημείωση:</b> Το συγκεκριμένο αρχείο αποτελεί τον 1 <sup>ο</sup> τρόπο καταχώρισης δεδομένων του εδάφους.	in.tri
ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΚΑ	Καταχωρούνται οι συντεταγμένες ενός πλήθους σημείων του εδάφους της περιοχής μελέτης, προκειμένου να δημιουργηθεί το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής μελέτης, μέσω της διαδικασίας του τριγωνισμού των δεδομένων σημείων. Τα δεδομένα αυτά, επειδή είναι συνήθως αρχεία που έχουν εξαχθεί από τοπογραφικά λογισμικά (από την αποτύπωση της περιοχής μελέτης), είναι σε μορφή αρχείου δεδομένων και ανοίγουν μέσω της εφαρμογής <i>Σημειωματάριο (Notepad)</i> . <b>Σημείωση:</b> Το συγκεκριμένο αρχείο αποτελεί τον 2 <sup>ο</sup> (εναλλακτικό) τρόπο καταχώρισης δεδομένων του εδάφους.	in.sim
ΙΣΟΥΨΕΙΣ	Καταχωρούνται οι συντεταγμένες ενός πλήθους σημείων του εδάφους, που ορίζουν ισούψεις καμπύλες. Τα δεδομένα αυτά ανοίγουν μέσω της εφαρμογής <i>Σημειωματάριο (Notepad)</i> . <b>Σημείωση:</b> Το συγκεκριμένο αρχείο χρησιμοποιείται μόνο για την γραφική απεικόνιση των ισουψών	in.iso
ΚΟΡΥΦΕΣ	Καταχωρούνται οι συντεταγμένες των κορυφών της πολυγωνικής γραμμής της χάραξης και καθορίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπυλών της οριζοντιογραφίας (ακτίνες κυκλικών τόξων, μήκη τόξων συναρμογής, επικλίσεις).	fm.kor
ΣΗΜΑΙΕΣ	Καταχωρούνται οι χιλιομετρικές θέσεις και τα υψόμετρα των θλάσεων της χάραξης της μηκοτομής («σημείες») και οι ακτίνες των τόξων στρογγύλευσης.	fm.shm

### 3.3.3 Προγράμματα που εκτελούνται

Τα προγράμματα αποτελούν το σύνολο των λειτουργιών, με τη βοήθεια των οποίων σχεδιάζεται ο σιδηροδρομικός διάδρομος, αφού προηγουμένως έχουν εισαχθεί από τον χρήστη τα αντίστοιχα δεδομένα, τα οποία και αντιστοιχούν στα εικονίδια του κεντρικού μενού με κόκκινους τίτλους.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρατίθενται τα προγράμματα αυτά που περιλαμβάνονται στο λογισμικό RAIL (και μας αφορούν στο πλαίσιο της παρούσας Δ.Ε.), καθώς και μια σύντομη περιγραφή τους.

Πίνακας 3.15 - Χρήσιμα προγράμματα του λογισμικού FM19 [14]

Πρόγραμμα	Περιγραφή
<b>ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ</b>	Δημιουργείται το ψηφιακό μοντέλο του εδάφους της περιοχής μελέτης, σχηματίζεται, δηλαδή, ένα δίκτυο τριγώνων που αναπαριστούν την επιφάνεια του εδάφους, με χρήση της μεθόδου του τριγωνισμού δεδομένων σημείων, και χαράσσονται οι ισουψείς γραμμές.
<b>ΟΡΙΖΟΝΤ/ΦΙΑ</b>	Δημιουργείται η οριζοντιογραφία της οδού, η οποία περιλαμβάνει τον άξονα της οδού και τις οδογραμμές που έχουν οριστεί(οι οποίες περιλαμβάνουν π.χ. τις οριογραμμές του οδοστρώματος).
<b>ΥΨΟΜΕΤΡΙΑ</b>	Λαμβάνονται τα υψόμετρα του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού (μηκοτομή εδάφους), καθώς και εγκάρσια του άξονα της οδού, στις θέσεις των διατομών.
<b>ΜΕΚ</b>	(= <b>Μ</b> ηκοτομή – <b>Ε</b> πικλίσεις – <b>Κ</b> ανονισμοί) Δημιουργείται η μηκοτομή της οδού και το διάγραμμα επικλίσεων, και πραγματοποιείται ο έλεγχος της χάραξης σύμφωνα με τις οδηγίες μελέτης οδών («κανονισμούς») που έχουν επιλεγεί [συνήθως πρόκειται για τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)].

Όταν ο χρήστης επιλέξει την εκτέλεση κάποιου προγράμματος, εμφανίζεται στην οθόνη ένα παράθυρο γραμμής εντολών των Windows (Command Prompt) (βλ.), στο οποίο εμφανίζονται στοιχεία σχετικά με την εξέλιξη της εκτέλεσης (πχ. υπολογισμοί και έλεγχοι).

```

C:\FM12\Fm_hor
-----
Εγγραφές = 6
Κορυφή      X      Y      s      R      s*     d  %_Κύκλο  w
-----
A           144.000  296.000  .000  .000  .000  .0  .000  .000
1           298.000  388.000  41.290  155.000  41.290  7.0  .000  .000
2           550.000  200.000  67.220  180.000  67.220  7.0  .000  .000
3           892.000  502.000  57.620  210.000  57.620  7.0  .000  .000
4          1248.000  386.000  42.670  150.000  42.670  7.0  .000  .000
B          1360.000  630.000  .000  .000  .000  .0  .000  .000
-----
Κορυφές = 6
Ελέγχω Κλωθεϊδείς - Ακτίνες - Επικλίσεις
Ελέγχω Ιδίο Όνομα Κορυφών
Ελέγχω Ιδία XY Κορυφών
Ελέγχω Αρνητικές Τιμές
Διορθώνω Ιδία X ή Y Κορυφών
Σχεδιάζω Κορυφές

```

Εικόνα 3.6 - Το παράθυρο γραμμής εντολών (Command Prompt) που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση του προγράμματος ΟΡΙΖΟΝΤ/ΦΙΑ [14]

Η εκτέλεση του προγράμματος ολοκληρώνεται επιτυχώς όταν στο κάτω μέρος (τελευταία γραμμή) του παράθυρου γραμμής εντολών εμφανιστεί το μήνυμα «Άντε γεια». Σε αντίθετη περίπτωση, εμφανίζεται το μήνυμα «Λάθος – Το σχέδιο δεν ολοκληρώθηκε – Πατήστε Enter» και αναγράφεται ο λόγος για τον οποίο εμποδίζεται η ολοκλήρωση της εκτέλεσης. Όταν πατηθεί το πλήκτρο Enter, εμφανίζεται το αντίστοιχο σχέδιο το οποίο περιλαμβάνει μόνο τα στοιχεία που υπολογίστηκαν μέχρι να διακοπεί η εκτέλεση του προγράμματος. Έτσι, ο χρήστης είναι σε θέση να πραγματοποιήσει άμεσα τις απαιτούμενες διορθώσεις και να εκτελέσει εκ νέου το πρόγραμμα. Μετά το πέρας της εκτέλεσης, το παράθυρο γραμμής εντολών κλείνει αυτόματα.

Σημείωση: Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί για οποιονδήποτε λόγο, είτε να κάνει παύση της διαδικασίας εκτέλεσης, είτε να μην κλείσει το παράθυρο γραμμής εντολών όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεση του προγράμματος, θα πρέπει να πατήσει ταυτόχρονα τα πλήκτρα CTRL + S στο πληκτρολόγιο την κατάλληλη στιγμή. Για να συνεχιστεί η εκτέλεση, θα πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο Enter.

### 3.3.4 Σχέδια που δημιουργούνται

Τα σχέδια δημιουργούνται και ανοίγουν αυτόματα στο AutoCAD μετά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Τα αρχεία των σχεδίων αποθηκεύονται στον φάκελο όπου βρίσκεται το αντίστοιχο αρχείο Excel που έχει ανοιχθεί, ως αρχεία τύπου AutoCAD DXF (αρχεία με επέκταση .dxf), το οποίο σημαίνει ότι μπορούν να ανοιχτούν από διάφορα λογισμικά σχεδίασης.



Στην περίπτωση που επιθυμούμε την εμφάνιση ενός σχεδίου που ήδη έχουμε δημιουργήσει με την εκτέλεση του προγράμματος, πατάμε το αντίστοιχο εικονίδιο με τίτλο «Α».

Προκειμένου να ανοίξει ένα αρχείο σχεδίου μέσω του λογισμικού RAIL, προτείνεται να είναι ήδη ανοιχτό το AutoCAD.

Εάν ο χρήστης προσπαθήσει να ανοίξει κάποιο αρχείο σχεδίου χωρίς να είναι ανοιχτό το AutoCAD, ενδέχεται να εμφανιστεί ένα παράθυρο της VBA με μήνυμα σφάλματος.

Στον πίν. που ακολουθεί παρατίθενται τα σχέδια που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, καθώς και οι ονομασίες των αντίστοιχων αρχείων στον φάκελο RAIL. (παρουσιάζονται μόνο αυτά που αφορούν την παρούσα Δ.Ε.)

Πίνακας 3.16 - Χρήσιμα σχέδια που δημιουργεί το λογισμικό FM19 [14]

Σχέδιο	Δημιουργείται από	Αρχείο
<p><b>Ψηφιακό μοντέλο εδάφους &amp; τοπογραφικό διάγραμμα περιοχής μελέτης (τρισδιάστατο σχέδιο)</b></p> <p><b>Σημείωση:</b> Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι για τη δημιουργία του μοντέλου εδάφους:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Τρίγωνα</b></li> <li><b>2. Σημεία</b></li> </ol> <p>Απαιτείται η χρήση ενός από τους δύο αυτούς τρόπους.</p>		<i>mdl.dxf</i>
<b>Οριζοντιογραφία</b>		<i>hrz.dxf</i>

Σχέδιο	Δημιουργείται από	Αρχείο
<b>Επιφάνεια του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού, καθώς και εγκάρσια σε αυτόν, στις θέσεις των διατομών (τρισδιάστατο σχέδιο)</b>	<b>ΥΨΟΜΕΤΡΙΑ</b>	<i>yps.dxf</i>
<b>Σχέδιο που περιλαμβάνει:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Μηκοτομή</li> <li>– Διάγραμμα επικλίσεων</li> <li>– Διάγραμμα διαπλάτυνσης οδού</li> <li>– Διάγραμμα διαφοράς μεταξύ της κατά μήκος κλίσης και της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών</li> <li>– Διάγραμμα κατά μήκος κλίσης στις περιοχές των κλωθοειδών</li> <li>– Διάγραμμα σύνθετης (λοξής) κλίσης</li> </ul>	<b>ΜΕΚ</b>	<i>mek.dxf</i>
<b>Διατομές</b>	<b>ΔΙΑΤΟΜΕΣ</b>	<i>dia.dxf</i>

Σημείωση: Αξίζει να επισημανθεί στο σημείο αυτό ότι κάθε φορά που εκτελείται ένα πρόγραμμα, το σχέδιο που προκύπτει αντικαθιστά το σχέδιο από τυχόν προηγούμενη εκτέλεση του προγράμματος στον φάκελο όπου βρίσκεται το αντίστοιχο αρχείο Excel που έχει ανοιχθεί. Για αυτόν τον λόγο, εάν ο χρήστης επιθυμεί να κρατήσει κάποιο σχέδιο και να εκτελέσει ξανά το πρόγραμμα με νέα δεδομένα (για παράδειγμα μπορεί να μην επιθυμείται η διαγραφή της οριζοντιογραφίας, ώστε να μπορεί να συγκριθεί με κάποια επόμενη), θα πρέπει είτε να μεταφέρει το πρώτο σχέδιο σε κάποια άλλη θέση του υπολογιστή, είτε να το αποθηκεύσει στον φάκελο με ένα νέο όνομα.

### 3.3.5 Αρχεία εργασίας που εξάγονται (output data)

Τα αρχεία εργασίας δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, με σκοπό αφενός να αποτελέσουν δεδομένα εισαγωγής σε άλλα προγράμματα σύμφωνα με το διάγραμμα ροής του λογισμικού FM19 και αφετέρου να αποτελέσουν αρχεία με χρήσιμες πληροφορίες για τον μελετητή, ως μέρος της τεχνικής έκθεσης του έργου. Τα αρχεία εργασίας αποθηκεύονται στον φάκελο όπου βρίσκεται το αντίστοιχο αρχείο Excel που έχει ανοιχθεί ως αρχεία δεδομένων (αρχεία με επέκταση .dat) και ανοίγουν μέσω της εφαρμογής Notepad(Σημειωματάριο) πατώντας το αντίστοιχο εικονίδιο με πράσινο τίτλο. Στον πίν. που ακολουθεί παρατίθενται τα αρχεία εργασίας που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των προγραμμάτων, καθώς και οι ονομασίες των αντίστοιχων αρχείων στον φάκελο όπου βρίσκεται το αντίστοιχο αρχείο Excel που έχει ανοιχθεί (παρουσιάζονται τα στοιχεία που θα χρειαστούν για την εκπόνηση της παρούσας Δ.Ε.)



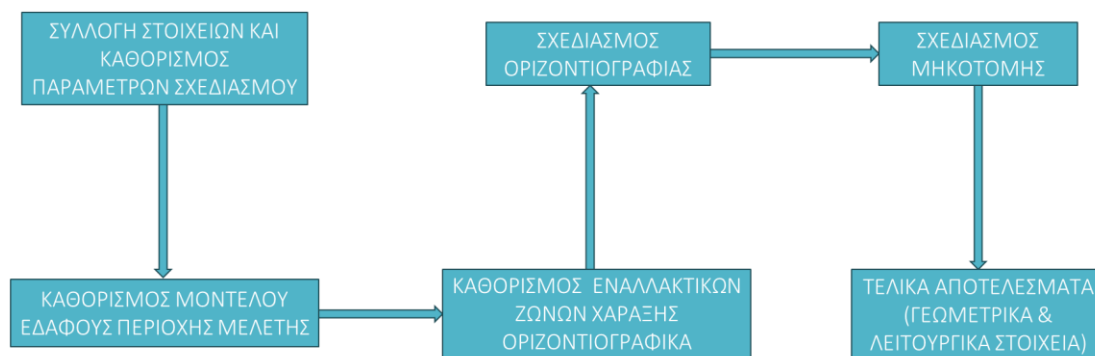
Πίνακας 3.17 - Χρήσιμα αρχεία εργασίας που εξάγονται από το λογισμικό FM19 [14]

Αρχείο εργασίας	Περιγραφή	Αρχείο
ΤΡΙΓΩΝΑ Μ.Ε.	Περιέχονται τα στοιχεία των τριγώνων του ψηφιακού μοντέλου εδάφους της περιοχής μελέτης.	<i>fm.tri</i>
ΚΑΘΕΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	Περιέχονται τα στοιχεία (συντεταγμένες) του εδάφους εγκάρσια του άξονα της οδού, στις θέσεις των διατομών.	<i>fm30.dat</i>
ΧΥ ΑΞΟΝΑ	Περιέχονται οι συντεταγμένες κατά μήκος του άξονα της οδού, με ορισμένο βήμα.	<i>fm38.dat</i>
ΔΙΑΤΟΜΕΣ	Περιέχονται στοιχεία όλων των διατομών της οδού.	<i>fm22.dat</i>
A,Ω,Δ,Ω*,A*	Περιέχονται στοιχεία των χαρακτηριστικών διατομών της οριζοντιογραφίας. Ως χαρακτηριστικές διατομές θεωρούνται οι διατομές στα χαρακτηριστικά σημεία των καμπυλών, $A_i$ , $\Omega_i$ , $\Delta_i$ , $\Omega'_i$ , $A'_i$ , καθώς και στα μέσα των κλωθοειδών, $E_i$ και $E'_i$ .	<i>fm37.dat</i>
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤ/ΦΙΑΣ	Περιέχονται τα γεωμετρικά στοιχεία των καμπυλών της οριζοντιογραφίας.	<i>fm34.dat</i>
ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	Περιέχονται τα στοιχεία της μηκοτομής του εδάφους κατά μήκος του άξονα της οδού.	<i>fm.prf</i>
ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	Περιέχονται τα στοιχεία της επιφάνειας του εδάφους εγκάρσια του άξονα της οδού, στις θέσεις των διατομών.	<i>fm.crs</i>
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ	Περιέχονται τα γεωμετρικά στοιχεία των καμπυλών της μηκοτομής.	<i>fm7.dat</i>
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	Περιέχονται στοιχεία για τα υψόμετρα άξονα και εδάφους, την κατά μήκος κλίση της οδού και την καμπυλότητα της μηκοτομής, στις θέσεις των διατομών.	<i>FM19.dat</i>
ΧΘ,Χ,Υ,Ζ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	Περιέχονται οι χιλιομετρικές θέσεις και οι συντεταγμένες του άξονα στις θέσεις των διατομών.	<i>fm18.dat</i>

## 4. Μεθοδολογία – Ανάλυση – Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε όλες τις εργασίες που έγιναν για την πραγματοποίηση της αναγνωριστικής χάραξης του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Ηράκλειο – Άγιος Νικόλαος», διαμορφώνοντας το διάγραμμα ροής που ακολουθήθηκε. Στο τέλος θα διαμορφωθούν τα σχετικά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου ξεκινούμε με την ανάλυση επιγραμματικά της μεθοδολογίας – διαμόρφωση διαγράμματος ροής των εργασιών που ακολουθήθηκαν, από το στάδιο της πρώτης αναγνωριστικής προσέγγισης, της συλλογής και της επεξεργασίας των απαιτούμενων στοιχείων, έως την εκτέλεση των εργασιών του λογισμικού γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19 και την εξαγωγή των τελικών σχεδίων της αναγνωριστικής-προκαταρκτικής μελέτης των σιδηροδρομικών διαδρόμων σε επίπεδο μηκοτομής και οριζοντιογραφίας και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων της παρούσα έρευνας. Στη συνέχεια αναλύονται βήμα-βήμα όλα εκείνα τα στάδια που περιγράφονται στο διάγραμμα ροής των εργασιών της αναγνωριστικής χάραξης του σιδηροδρομικού δικτύου έως ότου στο τελευταίο κεφάλαιο θα παρατεθούν τα οριστικά σχέδια, θα αναλυθούν όλα τα αποτελέσματα που εξήχθησαν βάση των προτεινόμενων λύσεων, ενώ θα προκρίνουμε τη βέλτιστη εκείνη λύση που θα επιλέξουμε, με βάση την οποία θα προκύψουν τα πρώτα λειτουργικά στοιχεία του νέου μεταφορικού συστήματος και θα μπορέσουν να μας δώσουν μερικά χρήσιμα συμπεράσματα στη συνέχεια για τη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση με βασικό πυλώνα τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι. Θα προσεγγίσουμε το πρόβλημα γύρω από την συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση του νέου αερολιμένα στο Καστέλλι και θα περιγράψουμε όλη τη διαδικασία και τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν μέσω κατάλληλου διαγράμματος ροής για την ολοκλήρωση της αναγνωριστικής οριζόντιας χάραξης – οριζοντιογραφίας και κατακόρυφης χάραξης – μηκοτομής των σιδηροδρομικών διαδρόμων του υπό μελέτη δικτύου.

### 4.1 Ροή εργασιών και μεθοδολογία



Εικόνα 4.1 - Απλό διάγραμμα ροής εργασιών

Η ροή εργασιών μας προσαρμόζεται κατάλληλα στο διάγραμμα ροής των εργασιών του λογισμικού FM19. Η μεθοδολογία ξεκινά με την ανάλυση των στοιχείων της περιοχής μελέτης και επιχειρείται μια προκαταρκτική διερεύνηση της συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης του σιδηροδρομικού συστήματος. Καθορίζονται οι προδιαγραφές και οι παράμετροι σχεδιασμού που θα χρησιμοποιηθούν και γίνεται η αρχική συλλογή των απαραίτητων δεδομένων για την εκπόνηση της εργασίας. Στη συνέχεια, γίνεται επεξεργασία των δεδομένων και η εκτέλεση του λογισμικού FM19, υπό την έκδοση RAIL, και ξεκινάει η πορεία επίλυσης της και η παραγωγή των αντίστοιχων σχεδίων. Αφού εισαχθούν τα αντίστοιχα δεδομένα, σχεδιάζονται η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή για κάθε σενάριο που προτείνεται ως η επικρατέστερη ζώνη χάραξης. Έτσι καθορίζεται η τελική εικόνα του δικτύου, με τους σταθμούς και τις στάσεις του και τη διέλευση από συγκεκριμένα κομβικά σημεία της περιοχής μελέτης. Ως αποτελέσματα προκύπτουν όλα

αυτά τα γεωμετρικά στοιχεία που σχετίζονται με τα προτεινόμενα σενάρια της ζώνης διέλευσης και κατ'επέκταση τα λειτουργικά στοιχεία των σιδηροδρομικών γραμμών ανά περίπτωση. Αφού καθοριστούν πλήρως τα επιμέρους στοιχεία γίνεται η σχετική σύγκριση των 2 σεναρίων και στο επόμενο κεφάλαιο διατυπώνονται τα σχετικά συμπεράσματα.

## 4.2 Ανάλυση της περιοχής μελέτης και προκαταρκτική διερεύνηση συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης

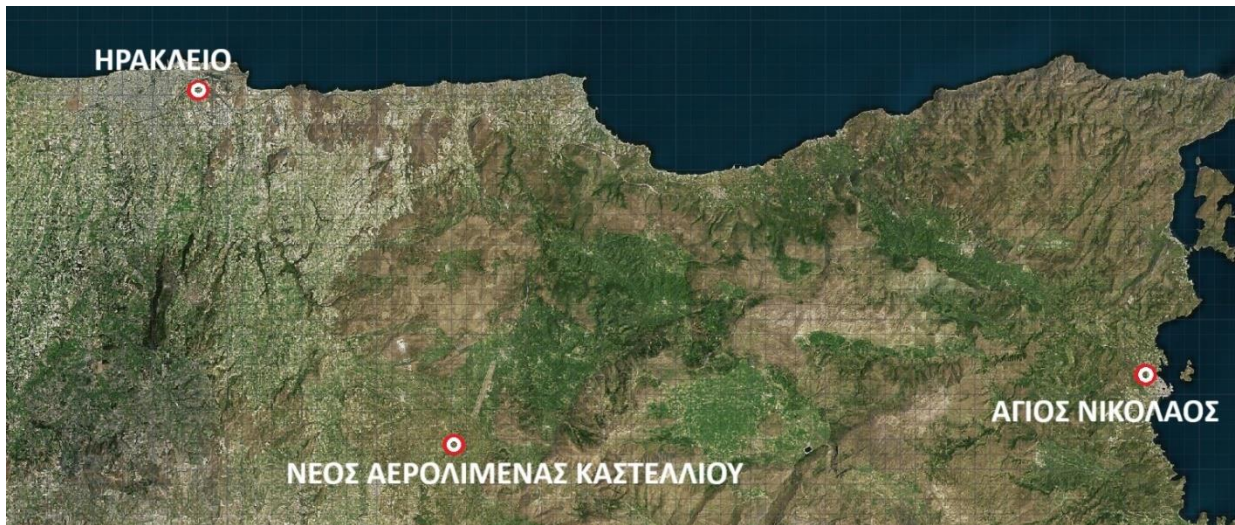
### 4.2.1 Συγκοινωνιακοί κόμβοι, γεωγραφία και πληθυσμιακά στοιχεία της περιοχής μελέτης



Εικόνα 4.2 - Η περιοχή μελέτης

Η Κρήτη, το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και πέμπτο της Μεσογείου, εντοπίζεται στρατηγικά στο σταυροδρόμι αυτό μεταξύ τριών ηπείρων: της Νοτιοανατολικής Ευρώπης, της Νοτιοδυτικής Ασίας και της Βόρειας Αφρικής. Αναφορικά με ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά της, η έκτασή της είναι 8.336km<sup>2</sup>, ο πληθυσμός της σύμφωνα με την Απογραφή 2021 στους 617.360 κατοίκους, το μήκος της στα 260km, και μια ακτογραμμή άνω των 1000km. Βρίσκεται σε απόσταση 160χλμ από τη χερσαία Ελλάδα. Ο Νέος Αερολιμένας στο Καστέλλι Ηρακλείου βρίσκεται υπό κατασκευή και θα αντικαταστήσει τον σημερινό αερολιμένα «Ν.Καζαντζάκης», ο οποίος βρίσκεται εντός των στενών ορίων της πόλης του Ηρακλείου. Έτσι, θα αποτελεί το νέο πιο σημαντικό συγκοινωνιακό πόλο έλξης επιβατών του νησιού της Κρήτης διαμορφώνοντας μια νέα τελειώς συγκοινωνιακή πραγματικότητα στο νησί και μια ευρύτερη μητροπολιτική περιοχή του Ηρακλείου που θα έχει την τάση να αναπτύσσεται προς τα ανατολικά και νότια. Λόγω της τοποθεσίας του νέου αερολιμένα ανατολικά του Ηρακλείου και πλησίον του νομού Λασιθίου, καθορίζονται τα όρια για την περιοχή μελέτης της οποίας θα πρέπει να διερευνηθούν σε πρώτο επίπεδο οι ανάγκες της για συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση.

Η περιοχή μελέτης μας εντοπίζεται στην Κρήτη και στη γεωγραφική επικράτεια των νομών Ηρακλείου και Λασιθίου. Συγκεκριμένα αναζητείται η βέλτιστη δυνατή λύση γεωμετρικού σχεδιασμού σιδηροδρομικού προαστιακού-περιφερειακού δικτύου με τα καλύτερα δυνατά εκείνα στοιχεία της σιδηροδρομικής χάραξης, που θα καταστήσουν το έργο τόσο σε δεύτερο στάδιο οικονομικό στο πλαίσιο της υλοποίησής του, όσο και το πιο σημαντικό, ένα ανταγωνιστικό και βιώσιμο έργο κατά τη φάση λειτουργίας του που θα προσφέρει προστιθέμενη αξία στην περιοχή μελέτης, και θα καθιστάται αποτελεσματικό για τη βελτίωση κατά το δυνατόν του έντονου κυκλοφοριακού προβλήματος της Κρήτης. Η μεγαλύτερη έκταση της περιοχής μελέτης ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Ηρακλείου και μια μικρότερη σε αυτήν της Περιφερειακής Ενότητας Λασιθίου. Αντικείμενο της παρούσας συγκοινωνιακής μελέτης είναι η σιδηροδρομική σύνδεση του νέου διεθνούς αερολιμένα του Ηρακλείου της Κρήτης στο Καστέλλι Πεδιάδος που θα αντικαταστήσει τον σημερινό διεθνή αερολιμένα του Ηρακλείου Κρήτης «Ν.Καζαντζάκης».



Εικόνα 4.3 - Οι συγκοινωνιακοί κόμβοι του υπό διερεύνηση σιδηροδρομικού συστήματος

Σημαντικοί συγκοινωνιακοί κόμβοι επομένως του σιδηροδρομικού συστήματος αποτελούν το Ηράκλειο, ο Νέος Αερολιμένας στο Καστέλλι και ο Άγιος Νικόλαος. Το Ηράκλειο και η ζώνη διέλευσης της γραμμής θα καθορίσει τους ενδιάμεσους σταθμούς/στάσεις και τους λοιπούς συγκοινωνιακούς κόμβους του δικτύου. Η παρουσία σημαντικών οικισμών πλησίον της ζώνης διέλευσης σίγουρα θα επηρεάσει τον καθορισμό των σταθμών/στάσεων.



Εικόνα 4.4 - Οι Δήμοι της περιοχής μελέτης μας

Η περιοχή που θα μας απασχολήσει για τη διέλευση του σιδηροδρομικού δικτύου, αποτελείται από τους δήμους Μινώα Πεδιάδας, Χερσονήσου, Ηρακλείου, Αρχανών-Αστερουσίων (ο τελευταίος Δήμος στο σενάριο που δεν προκρίνεται) αναφορικά με την Περιφερειακή Ενότητα Ηρακλείου και μόνο από τον Δήμο Αγίου Νικολάου αναφορικά με την Περιφερειακή Ενότητα Λασιθίου. Ο συνολικός πληθυσμός της περιοχής μελέτης, σύμφωνα με την απογραφή του 2021 διαμορφώνεται συνολικά στους 280.800 κατοίκους. Ανά δήμο ο πληθυσμός κατανέμεται ως ακολούθως (το Ηράκλειο το αντιμετωπίζουμε ως Μητροπολιτική Περιοχή Ηρακλείου συμπεριλαμβάνοντας και τη Δημοτική Κοινότητα Γαζίου του Δήμου Μαλεβιζίου στα δυτικά):

- Μητροπολιτική περιοχή Ηρακλείου (Δήμος Ηρακλείου και Δημοτική Κοινότητα Γαζίου): 195.558
- Δήμος Αγίου Νικολάου: 27.785
- Δήμος Χερσονήσου: 27.220
- Δήμος Αρχάνων-Αστερουσίων: 16.072
- Δήμος Μίνωα Πεδιάδας: 14.165

Ακολουθούν ο πληθυσμός του Πολεοδομικού Συγκροτήματος (Π.Σ.) Ηρακλείου και τον λοιπών σημαντικότερων αστικών κέντρων και κωμοπόλεων της περιοχής μελέτης:

- Π.Σ. Ηρακλείου (+Ν.Αλικαρνασός, Γάζι): 180.381
- Άγιος Νικόλαος: 13.605
- Χερσόνησος (+Λιμένας Χερσονήσου): 6.255
- Αρχάνες (Επάνω Αρχάνες και Κάτω Αρχάνες): 5.064
- Αρκαλοχώρι: 3.927
- Γούρνες-Κοκκίνη Χάνι: 3.610
- Μάλια: 3.522
- Γούβες (Άνω και Κάτω): 3.487
- Νεάπολη: 2.889
- Ελούντα: 2.254
- Βραχάσι: 1.903
- Καστέλλι: 1.285
- Επισκοπή: 1.214

Από τη διέλευση του σιδηροδρόμου επηρεάζονται και άλλοι γειτονικοί δήμοι, που μπορεί να μην βρίσκονται εντός κάποιας ζώνης διέλευσης του σιδηροδρομικού δικτύου, ωστόσο επηρεάζονται έμμεσα από τη λειτουργία ενός τέτοιου μεταφορικού συστήματος. Οι γειτονικοί δήμοι λοιπόν είναι ο Δήμος Ιεράπετρας (πληθυσμός:27.338), Δήμος Φαιστού (πληθυσμός:23.921), Δήμος Βιάννου (πληθυσμός:4.436) και ο Δήμος Οροπεδίου Λασιθίου (πληθυσμός:2.258). Στο σύνολό της διαμορφώνεται μια ευρύτερη περιοχή μελέτης με πληθυσμό 300.000 κατοίκων.

#### 4.2.2 Χαρακτηριστικά προτεινόμενου σιδηροδρομικού δικτύου και συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση του νέου αερολιμένα

Πρόκειται για ένα περιφερειακό προαστιακό σιδηροδρομικό δίκτυο συμβατικών ταχυτήτων, μήκους περί τα 80-100χλμ και σε πρώτη φάση με 3 σιδηροδρομικούς σταθμούς, εκ των οποίων οι 2 (Ηράκλειο, Άγιος Νικόλαος) θα είναι και τερματικοί. Η μορφή του δικτύου θα προκύψει σε συνέχεια της σιδηροδρομικής όδευσης.

Το Ηράκλειο είναι το πολεοδομικό συγκρότημα που θα εξυπηρετεί το μεταφορικό μας σύστημα και χρήζει ειδικής μεταχείρισης κατά τον σχεδιασμό μας. Μια σιδηροδρομική γραμμή αδιαμφισβήτητα διαταράσσει τη λειτουργία της αστικής ζώνης από την οποία διέρχεται, καθώς τη διχοτομεί και διαταράσσει πολλές φορές τη λειτουργία του τοπικού οδικού συστήματος, καθώς και μακροπρόθεσμα τις οικονομικές και άλλες δραστηριότητες της περιοχής. Είναι δεδομένο ότι σε μια μεγάλη αστική περιοχή ένα σιδηροδρομικό σύστημα είναι ανταγωνιστικό έναντι των άλλων μέσων, καθώς προσεγγίζει μέσω των ανεξάρτητων διαδρόμων του, οι οποίοι δεν επηρεάζονται από τις τοπικές κυκλοφοριακές συνθήκες, το κέντρο δραστηριότητας της μητροπολιτικής περιοχής, σε συγκεκριμένο χρόνο με πολύ μεγαλύτερη αξιοπιστία από ότι άλλα μέσα χερσαίας μεταφοράς, τα οποία τις περισσότερες φορές, υπόκεινται σε πολύ μεγαλύτερες αβεβαιότητες και διακυμάνσεις κυκλοφοριακών φόρτων. Σε ένα σιδηροδρομικό σύστημα με ορθό και υλοποιήσιμο χρονικό προγραμματισμό δρομολόγησης, το σύστημα είναι πολύ περισσότερο άκαμπτο κατά τη φάση λειτουργίας του και με πολύ μικρότερη διακύμανση ανάμεσα στις στάθμες εξυπηρέτησής του. Είναι ίσως το μοναδικό χερσαίο μεταφορικό σύστημα,

που λόγω των ανεξάρτητων διαδρόμων του και της δυνατότητας χρονικού προγραμματισμού λειτουργίας του με πολύ μεγάλη ακρίβεια, μπορεί και πετυχαίνει με αξιοπιστία ένα αρκετά ικανοποιητικό επίπεδο εξυπηρέτησης, ενώ τα σιδηροδρομικά οχήματα μεγάλης χωρητικότητας που διαθέτει, μπορούν να διαχειριστούν με μεγάλη αξιοπιστία μεγάλους όγκους επιβατών κατά τις ώρες αιχμής. Σημαντικός θα είναι ο τρόπος που θα εξασφαλιστεί η συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση του επιβάτη που επιθυμεί να προσεγγίζει το κέντρο της πόλης.

Το υπόψιν σιδηροδρομικό δίκτυο αναπτύσσεται στοχεύοντας κατά πρώτο λόγο στην εξυπηρέτηση του αναμενόμενου μεγάλου όγκου επιβατών από τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι προς τα τοπικά μεταφορικά συστήματα του νησιού που θα τα διαταράσσει έντονα ιδιαίτερα κατά τους μήνες αιχμής της περιόδου λειτουργίας του. Σε δεύτερο επίπεδο στοχεύει στην εξυπηρέτηση τοπικών αναγκών και μετακινήσεων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία επιβατικής κίνησης του αερολιμένα Ηρακλείου «Ν.Καζαντζάκης» για το 2023, ο αερολιμένας διακίνησε συνολικά 8.723.031 επιβάτες, αποτελώντας για άλλη μια χρονιά το δεύτερο πιο απασχολημένο αεροδρόμιο της χώρας. Ο Αύγουστος 2023 ήταν ο μήνας αιχμής με 1,4 εκατ. επιβάτες, ακολούθως ο Ιούλιος 2023 με 1,3 εκατ. επιβάτες, μετά ο Σεπτέμβριος 2023 με 1,1 εκατ. επιβάτες και ο Ιούνιος 2023 με 1,04 εκατ. επιβάτες [75].

Ως μια πρώτη προσέγγιση της συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης του σιδηροδρομικού δικτύου που θα εξυπηρετεί τον νέο αερολιμένα, θεωρούμε τον μήνα αιχμής Αύγουστο 2023 με 1.400.000 επιβάτες. Οπότε προκύπτει  $1.400.000/30 = 46667 \approx 50.000$  επιβάτες τη μέση ημέρα του μήνα αιχμής και θεωρώντας απλοποιητικά ότι από αυτούς το 30% θα μετακινηθεί με τρένο προκύπτουν  $50.000 * 0,3 = 15000$  επιβάτες που θα εξυπηρετηθούν από το σιδηροδρομικό σύστημα τη συγκεκριμένη ημέρα. Για τον υπολογισμό της ζήτησης του σιδηροδρόμου από τον Σ.Σ. Αεροδρόμιο για την ώρα αιχμής θεωρούμε απλοποιητικά ότι το σύνολο του φόρτου θα συγκεντρωθεί στις 12 ώρες της ημέρας. Ως εκ τούτου προκύπτουν  $15000/12 = 1250$  επιβάτες από και προς αεροδρόμιο την ώρα αιχμής και κατά συνέπεια  $\approx 650$  για κάθε κατεύθυνση. Αυτό σημαίνει ότι για την ώρα αιχμής θα απαιτηθούν σίγουρα 2 μεγάλοι συρμοί προαστιακού τύπου για κάθε κατεύθυνση μέγιστης χωρητικότητας περί τα 350 άτομα (4 συρμοί/ώρα θα διέρχονται από την τυπική διατομή της Σ.Γ.). Ειδικά αν αναλογιστούμε την εκτιμώμενη επιβατική κίνηση του νέου αερολιμένα κατά την έναρξη λειτουργίας του στα 15.000.000 και τον στόχο για ακόμα μεγαλύτερο αριθμό που θα προσεγγίζει τους 20.000.000 κατά το έτος σχεδιασμού, καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει και έντονο το ενδεχόμενο δραματικής αύξησης των μεγεθών που θεωρήσαμε προηγουμένως.

### 4.3 Συλλογή δεδομένων και παραδοχές παραμέτρων σχεδιασμού

#### 4.3.1 Συλλογή δεδομένων

Αφού αποκτούμε μια πρώτη εικόνα του σιδηροδρομικού δικτύου, συλλέγουμε τα δεδομένα εκείνα που μας είναι απαραίτητα για την εκπόνηση της αναγνωριστικής μελέτης μας. Συγκεκριμένα έγινε συλλογή των ακόλουθων στοιχείων:

- Τοπογραφικά δεδομένα (μοντέλο εδάφους υπό μορφή 3d ισοϋψών με υψόμετρο): Συγκεκριμένα, έγινε αίτημα στη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ) για άντληση του μοντέλου εδάφους υπό μορφή 3d ισοϋψών (με υψόμετρο) σε ηλεκτρονική μορφή. Μετά από διαδικασία περίπου δύο μηνών που απαιτήθηκε προς τον σκοπό αυτό, η υπηρεσία μας κοινοποίησε το ζητούμενο γεωγραφικό υλικό με ισοδιάσταση 5μ. μεταξύ των ισοϋψών και οι συντεταγμένες σύμφωνα με το ελληνικό σύστημα αναφοράς συντεταγμένων ΕΓΣΑ-87. Στη διαδικασία αυτή συνετέλεσε καθοριστικά η επικοινωνία της γραμματείας της σχολής μας με τον διοικητή της υπηρεσίας. Παράλληλα, με αφορμή την παρούσα διπλωματική εργασία έχουν γίνει οι πρώτες ενέργειες και έχει κατατεθεί επίσημο αίτημα από τη γραμματεία της

Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. για διμερή συμφωνία στο εξής μεταξύ της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και της Σχολής για την προμήθεια γεωγραφικού υλικού στους σπουδαστές της για εκπαιδευτικούς σκοπούς και υπήρξε η θετική διάθεση εξ αρχής για την πορεία του αιτήματος, το οποίο έχει προωθηθεί στο αρμόδιο τμήμα της υπηρεσίας προς έγκριση της υλοποίησής του.

- Γενική οριζοντιογραφία του MasterPlan του αερολιμένα Καστελλίου και του αρχικού τμήματος του συνδετηρίου αυτοκινητοδρόμου με τον ΒΟΑΚ: Έγινε επιτόπου επίσκεψη στο εργοτάξιο του νέου αερολιμένα στο Καστέλλι Ηρακλείου στις 29 Σεπτεμβρίου 2023 και υπήρξε επικοινωνία με την ανάδοχο του έργου ΤΕΡΝΑ για την κοινοποίηση του MasterPlan του αερολιμένα και του οδικού δικτύου σύνδεσής του με τον Β.Ο.Α.Κ.. Η εταιρεία μας προώθησε το ζητούμενο υλικό με σκοπό την επιλογή της κατάλληλης θέσης για τον σιδηροδρομικό σταθμό του αεροδρομίου και τη δημιουργία της κατάλληλης ζώνης διέλευσης της σιδηροδρομικής γραμμής περιμετρικά αυτού χωρίς να διαταράσσεται το υπάρχον Master Plan και με τρόπο τέτοιο ώστε να εξυπηρετείται με άνεση ο επιβάτης που εξέρχεται/εισέρχεται από το/ στο κτίριο επιβατών.
- Κανονισμοί και προδιαγραφές για τη χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής: Υπήρξε επικοινωνία με το τμήμα μελετών της ΕΡΓΟΣΕ για τους κανονισμούς και τις προδιαγραφές που χρησιμοποιούνται στη χώρα μας για τη χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής και για τις ανάλογες τυπικές διατομές που χρησιμοποιεί στο δίκτυό του ο διαχειριστής της σιδηροδρομικής υποδομής Ο.Σ.Ε. Παράλληλα, αντλήθηκαν τμήματα από πραγματικές χαράξεις (μηκοτομές) που μας δίνουν πληροφορίες για τη χάραξη διαφορετικών τμημάτων του δικτύου.

#### 4.3.2 Καθορισμός παραμέτρων σχεδιασμού

Στη συνέχεια με βάση το θεωρητικό υπόβαθρο γίνεται προσδιορισμός των παραμέτρων σχεδιασμού σύμφωνα με τους ελληνικούς κανονισμούς και προδιαγραφές που είναι απαραίτητα για την πορεία επίλυσης της σιδηροδρομικής χάραξης μέσω του λογισμικού γεωμετρικού σχεδιασμού.

Συγκεκριμένα, οι παράμετροι σχεδιασμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

- Οριζοντιογραφικές ακτίνες κυκλικών καμπυλών  $R \geq 290\mu.$ , με ενδεχόμενες εξαιρέσεις μόνο εάν είναι αναγκαίο σε περιοχές εισόδων/εξόδων σταθμών και σε αλλαγές, στις οποίες δεχόμαστε το λιγότερο μέχρι 150m και στα οποία εφαρμόζονται μικρότερες ταχύτητες
- Σχεδιάζουμε τα τμήματα με τέτοιο τρόπο ώστε η μέγιστη ταχύτητα σε κάθε τμήμα να μην είναι μικρότερη από  $V_{\max}=80\text{km/h}$
- Μέγιστη κατά μήκος κλίση τα 25‰
- Ελάχιστη τιμή ακτινών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής  $R_{\min}=5000\text{m}$
- Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις σηράγγων τα 16‰ και γεφυρών τα 25‰ το πολύ, επιδιώκοντας και μικρότερες τιμές εφόσον είναι εφικτό.
- Μήκη οριζοντιογραφικών συναρμογών ευθείας/κυκλικής καμπύλης  $L_{\min} \leq L \leq R/3,5$  και επομένως κάνουμε την παραδοχή απλοποιημένου τύπου κυβικής παραβολής, όπου αποδεχόμαστε  $L \approx l$
- Μέγιστη υπερύψωση  $h_{\max}=160\text{mm}$
- Κανονικό εύρος γραμμής 1435mm
- Στρογγυλοποίηση υπερύψωσης στα 5mm
- Μέγιστη μη εξισορροπούμενη πλευρική επιτάχυνση  $\gamma=0,7\text{m/s}^2$
- Ως οριζόντια συναρμογή θα χρησιμοποιηθεί η κλωθοειδής
- Επιδιώκουμε τα μεγαλύτερα δυνατά μήκη ευθυγραμμίων όπου είναι εφικτό
- Ελάχιστο καθαρό ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ καμπυλών = 50m
- Μήκη αποβαθρών σταθμών: 150-300m
- Μήκη αποβαθρών στάσεων: 150m (δρομολόγια προαστιακού τύπου)
- Μέγιστη κλίση κύριων γραμμών σταθμών/στάσεων: 2,5‰

- Αναφορικά με την οριζοντιογραφία θα εφαρμόσουμε αλληλουχία τμημάτων χάραξης «Ευθυγραμμία-Οριζόντια συναρμογή-Κυκλική Καμπύλη-Οριζόντια συναρμογή-Ευθυγραμμία-κ.ο.κ.» και ανάλυση μέσω συστήματος πολυγωνικής προσδιορισμό των κορυφών, των μηκών των τμημάτων της και όλων των μεγεθών όπως ορίζονται στο θεωρητικό υπόβαθρο του γεωμετρικού σχεδιασμού ενός σιδηροδρομικού διαδρόμου.
- Χρησιμοποιούμε πολυγωνική με συμμετρικά τόξα συναρμογής στα άκρα των κυκλικών καμπυλών και συνεπώς  $A1=A2=A$  και ως εκ τούτου  $L1=L2=L$  (τύπος μήκους κλωθοειδούς  $L=A^2/R$ )
- Για οριζοντιογραφικές ακτίνες  $R \geq 2000m$  δεν θα εφαρμόζουμε οριζόντιες συναρμογές εισόδου/εξόδου ( $L=0$ )
- Για τον καθορισμό των χωματισμών και των τεχνικών έργων, ως μέγιστο ύψος επιχωμάτων θα χρησιμοποιήσουμε τα 20-25m και μέγιστο ύψος ορυγμάτων τα 15-20m
- Η κατακόρυφη συναρμογή κλίσεων, θα πρέπει να τερματίζεται τουλάχιστον 6m. από την αρχή ή το τέλος αλλαγής
- Στην παρούσα φάση μελέτης στα σχέδια των μηκοτομών σχεδιάζονται οι ερυθρές της στέψης της υποδομής των σιδηροδρομικών διαδρόμων
- Στο πλαίσιο των παρόντων μελετητικών εργασιών δεν δείχνουμε τη διαμόρφωση των διατομών με την επιδομή, και την επίκλιση που διαμορφώνεται μέσω της στρώσης αυτής ανά διαφορετικό στοιχείο χάραξης. Στο παράρτημα 2 παρουσιάζουμε τις τυπικές διατομές του Ο.Σ.Ε., ενώ στην ουσία στο πλαίσιο της παρούσας αναγνωριστικής χάραξης, λαμβάνουμε υπόψιν τις διατομές μέχρι τη στάθμη της στέψης της υποδομής, η οποία διαμορφώνεται αμφικλινής με επίκλιση 4% εκατέρωθεν, ανεξαρτήτως στοιχείου χάραξης (ευθυγραμμίας, κυκλικού τόξου ή τόξου συναρμογής). Πάνω στη στρώση αυτή, με την παρεμβολή ίσως προστατευτικών μεμβρανών, θα εδρασθεί το έργο της επιδομής της γραμμής και μέσω της υπερύψωσης ανά στοιχείο οριζοντιογραφίας θα καθορισθεί η επίκλιση του διαδρόμου. Για την ευθυγραμμία είναι μηδενική, για το κυκλικό τόξο σταθερή και για το τόξο συναρμογής μεταβλητή, ακολουθώντας τη γραμμική μεταβολή της υπερύψωσης. Τα στοιχεία αυτά θα προσδιοριστούν σε επόμενα στάδια μελέτης, με τον τελικό καθορισμό και των γραμμών κυκλοφορίας.
- Η διατομή μονής ανοιχτής γραμμής είναι συμμετρική ως προς τον άξονα με συνολικό πλάτος 7,20m, η διατομή διπλής ανοιχτής γραμμής είναι επίσης συμμετρική ως προς τον άξονα με συνολικό πλάτος 11,60m
- Σε αυτή τη φάση μελέτης δεν θα δείξουμε τις στρογγυλεύσεις στα άκρα των οριζοντίων συναρμογών.

#### 4.3.3 Αντιπαραβολή τοπογραφικών δεδομένων με Ελληνικό Κτηματολόγιο και Google Earth

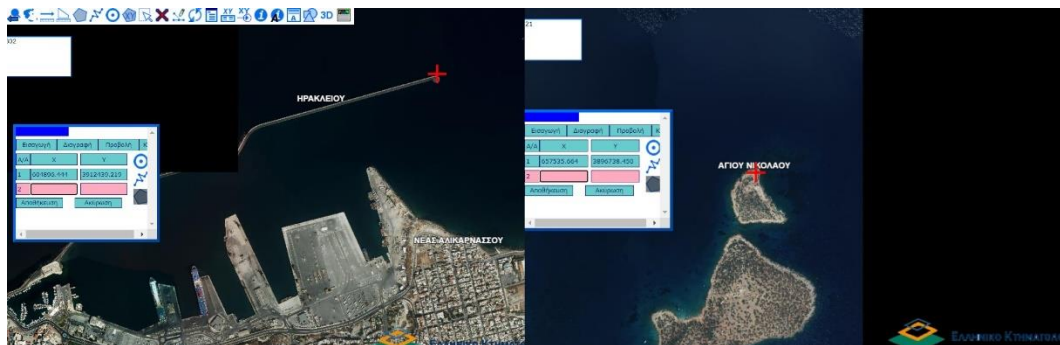
Σε πρώτο επίπεδο συγκρίνουμε τα στοιχεία των ισοϋψών, τόσο οριζοντιογραφικά, όσο και υψομετρικά σε αντιπαραβολή αφενός με στοιχεία του ελληνικού κτηματολογίου και αφετέρου με στοιχεία του Google Earth. Συγκεκριμένα επιλέγουμε 2 χαρακτηριστικά σημεία, ένα στην απόληξη του προβλήτα Ηρακλείου και έναν στη νησίδα Μικρονήσι που εντοπίζεται ανατολικά της πόλης του Αγίου Νικολάου. Δημιουργούμε σημεία στο φύλλο σχεδίασης του autocad/civil 3d και σημειώνουμε τις συντεταγμένες τους. Συγκεκριμένα σημειώνουμε το πρώτο σημείο στην απόληξη του προβλήτα του λιμένα Ηρακλείου και μέσω της εντολής ID βρίσκουμε τις συντεταγμένες του, συγκεκριμένα:  $X=604896.4445$ ,  $Y=3912439.2191$ ,  $Z=0$  και αντίστοιχα το δεύτερο σημείο σε χαρακτηριστική γωνία του σχήματος του Μακρονησιού Ηρακλείου βρίσκεται ως εξής:  $X=6577535.6636$ ,  $Y=3896738.4501$ ,  $Z=5$ .





Εικόνα 4.5 – Εντοπισμός συγκεκριμένων σημείων των ισούψων της Γ.Υ.Σ.

Στην ιστοσελίδα <https://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx> του Ελληνικού Κτηματολογίου διαπιστώνεται η ταύτιση των συντεταγμένων Χ,Υ σε ΕΓΣΑ-87 των εν λόγω σημείων, η οποία χαρακτηρίζεται εξαιρετικά ακριβής, χωρίς να εντοπίζεται καμία απόκλιση.



Εικόνα 4.6 – Αντιπαραβολή των συντεταγμένων Χ,Υ των σημείων με τον χάρτη του Ελληνικού Κτηματολογίου

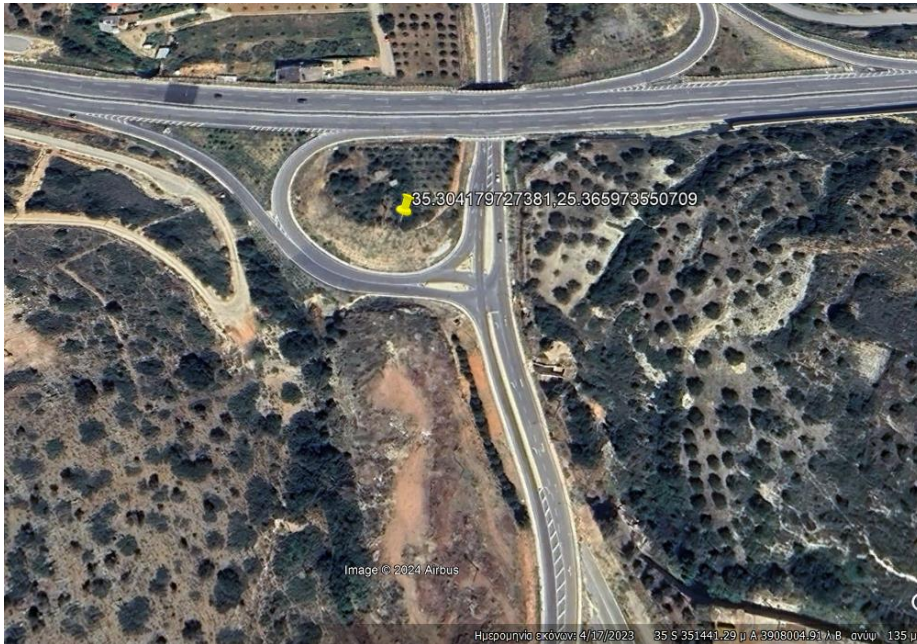
Σε αντιπαραβολή με το Google Earth και εφόσον διαπιστώθηκε η πλήρης ταύτιση των συντεταγμένων Χ,Υ των σημείων του υποβάθρου ισούψων της Γ.Υ.Σ. με τα στοιχεία του Ελληνικού Κτηματολογίου, επιλέγουμε τυχαία 2 σημεία με Χ,Υ,Z στο τοπογραφικό ανάγλυφο του φύλλου σχεδίασής μας .dwg. Οι συντεταγμένες Χ,Υ του τοπογραφικού μας σχεδίου είναι σύμφωνες με το σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ-87, ενώ οι αντίστοιχες συντεταγμένες του Google Earth είναι σύμφωνες με το σύστημα αναφοράς WGS-84. Επομένως προτού προβάλλουμε τα σημεία με συντεταγμένες Χ,Υ στην επιφάνεια του Google Earth, χρησιμοποιούμε εφαρμογή του διαδικτύου που μας βοηθά στη μετατροπή των συντεταγμένων από το σύστημα ΕΓΣΑ-87 στο WGS-84, ενώ μπορεί να γίνει και η αντίστροφη μετατροπή. Εν προκειμένω επιλέγουμε 2 σημεία με συντεταγμένες Α: Χ=620971.1613, Υ=3893047.0597,Z=360 και αντίστοιχα Β: Χ=624039.7987, Υ=3907343.1602,Z=135. Μετατρέπουμε τις συντεταγμένες Χ, Υ των δύο σημείων από το σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ-87 στο WGS-84 και έχουμε Α: Χ=35.17568230916, Υ=25.330123188775 και αντίστοιχα Β: Χ=35.304179727381, Υ=25.365973550709.

Coordinates in EGSA 87 format (e.g. 273069.647269,4171345.69667)	
X	<input type="text" value="620971.1613"/>
Y	<input type="text" value="3893047.0597"/>
<input type="button" value="egsa87 -&gt; wgs84"/>	
Coordinates in wgs84 format (e.g. 37.66384,21.42891)	
Lon (Lon)	<input type="text" value="35.17568230916"/>
Lat (Lat)	<input type="text" value="25.330123188775"/>

Εικόνα 4.7 - Μετατροπή συντεταγμένων από το ΕΓΣΑ-87 στο WGS-84 [40]

Προβάλλοντας τα σημεία αυτά στην επιφάνεια του Google Earth παρατηρούμε την πλήρη αντιστοιχία των σημείων και σε σχέση με το υψόμετρό τους, όπου η απόκλιση είναι πολύ μικρή

και της τάξης του ενός μέτρου. Εν προκειμένω στο σημείο Β, όπως φαίνεται παρακάτω, πηγαίνοντας τον κέρσορα του ποντικιού ακριβώς πάνω στο σημείο, παρατηρούμε ότι  $H=135m$ , το οποίο και ταυτίζεται με το Z που μας έδωσε το φύλλο autocad.



Εικόνα 4.8 – Αντιπαραβολή των υψομετρικών δεδομένων των ισούψών της Γ.Υ.Σ. με το Google Earth

**Σημείωση:** Με τον ίδιο τρόπο μεταφέρονται σε επόμενα βήματα στο τοπογραφικό σχέδιο δεδομένα οικισμών, οδικού δικτύου, σημαντικών ιστορικών περιοχών και οτιδήποτε άλλο θεωρήσαμε σημαντικό κατά τη φάση του καθορισμού των ζωνών χάραξης οριζοντιογραφικά. Μέσω αυτής της ενότητας διαπιστώνουμε μια καλή αντιστοιχία των δεδομένων της Γ.Υ.Σ. με αυτά του ελληνικού κτηματολογίου και του Google Earth, από τα οποία θα χρησιμοποιηθούν δεδομένα για τη βελτιστοποίηση του καθορισμού της ζώνης διέλευσης της Σ.Γ. οριζοντιογραφικά.

#### 4.4 Επεξεργασία δεδομένων

Αφού γίνει η συλλογή των δεδομένων από τη Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, ακολουθεί η εισαγωγή των δεδομένων υπό μορφή απείρων σημείων (X,Y,Z) και δημιουργία τριγώνων που θα καθορίσουν το μοντέλο εδάφους που θα χρησιμοποιήσει το λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού οδών FM19 το οποίο προσαρμόζεται σύμφωνα με τις αυστηρές απαιτήσεις της σιδηροδρομικής χάραξης.

##### 4.4.1 Καθορισμός μοντέλου εδάφους

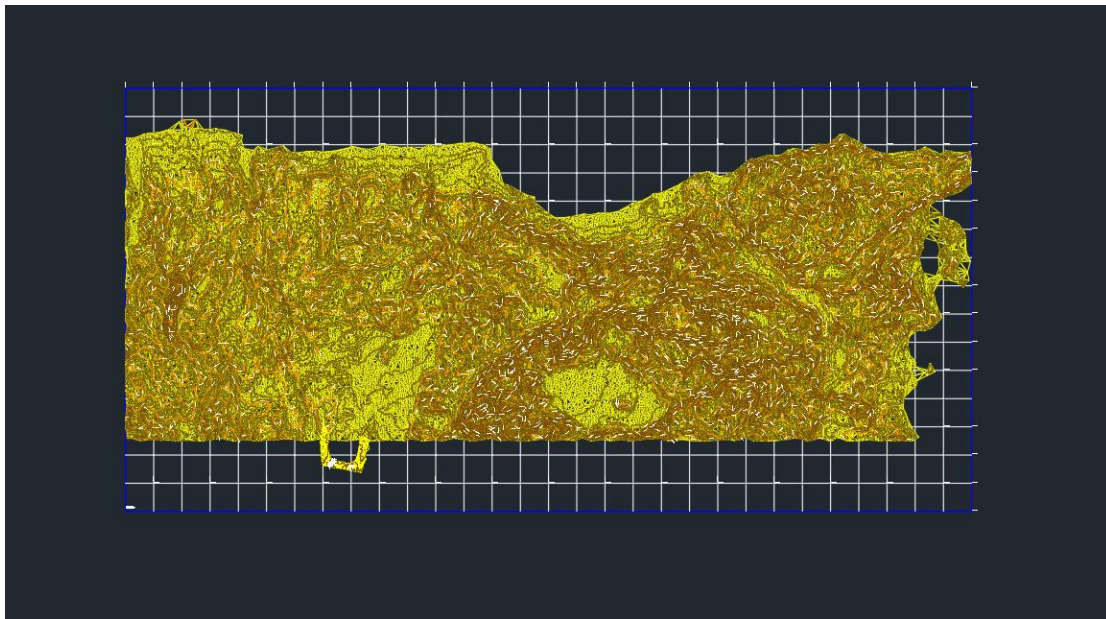
Το λογισμικό FM19 για τις ανάγκες της παρούσας διπλωματικής εργασίας προσαρμόζεται στον γεωμετρικό σχεδιασμό μιας σιδηροδρομικής οδού και χρησιμοποιείται υπό την έκδοση RAIL. Αφού ο φάκελος RAIL αντιγραφεί στον σκληρό δίσκο του υπολογιστή, ανοίγουμε το αρχείο .xls που περιλαμβάνει και εισάγουμε τα δεδομένα που έχουμε λάβει από τη Γ.Υ.Σ. σε σχέση με το μοντέλο εδάφους υπό τη μορφή σημείων και τριγώνων. Συμπληρώνουμε τα φύλλα εισαγωγής δεδομένων «ΤΡΙΓΩΝΑ»/«ΤΑΧΥΜΕΤΡΙΚΑ» και στη συνέχεια εκτελούμε την εντολή «ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ».

```

c:\m19\mtd1-e.exe
Υπάρχει Πλαίσιο
-----
Πλαίσιο
X_Min = 668880.
Y_Min = 3985089.
Z_Min = 0.
X_Max = 668880.
Y_Max = 3915880.
Z_Max = 3899.
-----
Σχεδιασμός Πλαισίου
Γραμμές Κανάβου
Σταυροί Κανάβου
Κείμενα Σταυρών Κανάβου
Τρίγωνα ---> Τρίγωνα Μ.Ε.
Εμβαδά Τριγώνων = 581260
Τρίγωνα = 145315
-----
A/A X Y Z Τύπος
-----
143440 636892.5798 3986498.4348 48.0888 0

```

Εικόνα 4.9 - Στιγμιότυπο από την εκτέλεση του προγράμματος «MONTELO ΕΔΑΦΟΥΣ»



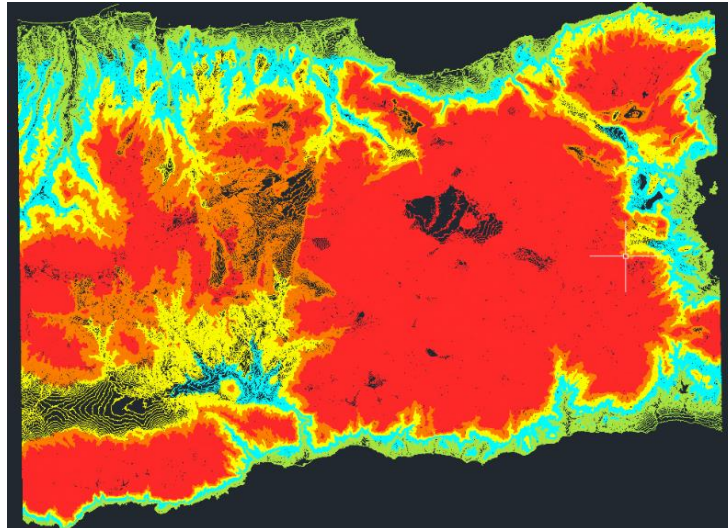
Εικόνα 4.10 – Σχέδιο μοντέλου εδάφους

Στο σημείο αυτό, το μοντέλο εδάφους της περιοχής μελέτης έχει καθοριστεί και προχωράμε στα επόμενα στάδια σχεδιασμού των σιδηροδρομικών τμημάτων και στην προετοιμασία των στοιχείων που θα εισάγουμε στο λογισμικό και στα ανάλογα φύλλα εισαγωγής δεδομένων.

Παράλληλα δημιουργούμε ένα αρχείο .dwg ως πρόχειρο που θα μας βοηθήσει για την επιλογή της κατάλληλης ζώνης διέλευσης της σιδηροδρομικής γραμμής και την οριστικοποίηση των γεωμετρικών στοιχείων της που θα καθορίζουν τα λειτουργικά στοιχεία εκμετάλλευσής της μέσω του τροχαίου υλικού.

#### 4.4.2 Προσθήκη οικισμών και τελική διαμόρφωση τοπογραφικού σχεδίου

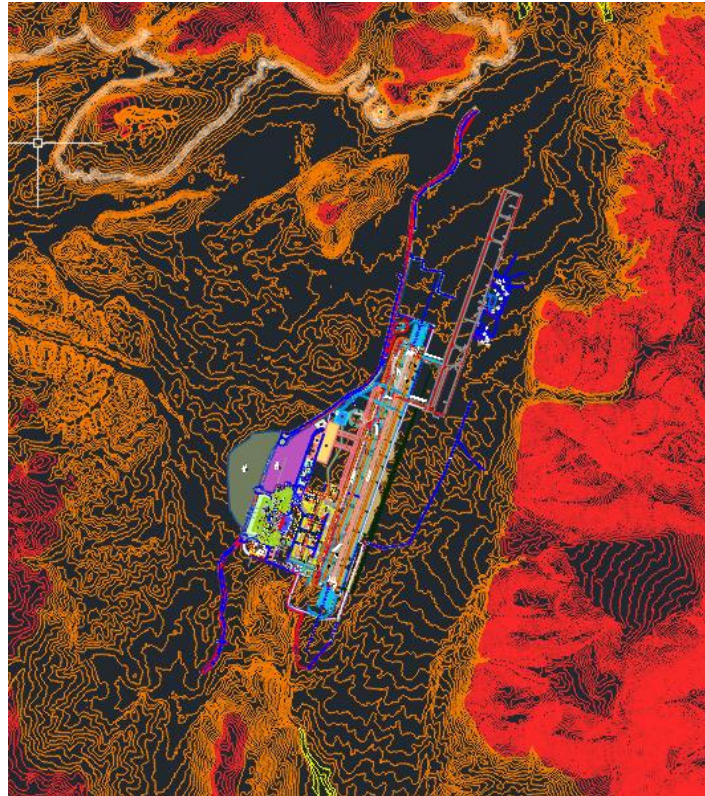
Στη συνέχεια, αντλούμε το σχετικό αρχείο ισοϋψών και αρχικά γίνεται χρωματική διαβάθμιση των ισοϋψών για δική μας διευκόλυνση με απώτερο σκοπό τη βέλτιστη δυνατή όδευση των σιδηροδρομικών διαδρόμων και την καλύτερη δυνατή ανάγνωση του αναγλύφου του εδάφους. Σημαίνουμε με κόκκινο χρώμα τις ισοϋψείς από 400μ. και πάνω, με πορτοκαλί χρώμα τις ισοϋψείς από 300μ. μέχρι 395μ., με κίτρινο χρώμα τις ισοϋψείς από 200μ. μέχρι 295μ., με γαλάζιο-κυανό χρώμα τις ισοϋψείς από 100μ. μέχρι 195μ. και με το πράσινο ανοιχτό χρώμα τις ισοϋψείς από 0 έως 95μ.



Εικόνα 4.11 - Το τοπογραφικό ανάγλυφο όπως διαμορφώνεται με τη χρωματική διαβάθμιση των ισοϋψών

Καθώς η χάραξη μιας σιδηροδρομικής γραμμής είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν σε πρώτο επίπεδο ζητήματα που έχουν να κάνουν με ιδιοκτησιακά θέματα, διέλευση της Σ.Γ. πλησίον οικιστικών ζωνών, ελαχιστοποίηση απαλλοτριώσεων κτιρίων και διατάραξης αστικών ζωνών. Επιδιώκεται κατά το δυνατόν η οικονομία της χάραξης, προσπαθούμε να «διαβάσουμε» το δυνατόν καλύτερα το ανάγλυφο του εδάφους με τελικό σκοπό τη βέλτιστη δυνατή όδευση του υπόψη σιδηροδρομικού άξονα. Εισάγουμε λοιπόν στο πρόχειρο φύλλο σχεδίασης .dwg τα στοιχεία εκείνα που θα μας καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό τη ζώνη χάραξης οριζοντιογραφικά με τελικό σκοπό τη δημιουργία της βέλτιστης δυνατής μηκοτομής του εδάφους, που θα απαιτεί τα λιγότερα δυνατά τεχνικά έργα, σήραγγες, γέφυρες και επιχώματα-ορύγματα, συμβάλλοντας κατά το δυνατόν στην οικονομία της χάραξης. Πριν τον σχεδιασμό της σιδηροδρομικής όδευσης καθορίζουμε την αρχή και το τέλος της για όλα τα επιμέρους τμήματα και τα υποχρεωτικά σημεία διέλευσης της όδευσης, ενώ ήδη έχουν καθοριστεί οι παράμετροι σχεδιασμού όπως η ταχύτητα μελέτης.

Πριν ασχοληθούμε με αυτά τα ζητήματα που άπτονται της χάραξης οριζοντιογραφικά της γραμμής, θα πρέπει να εμπλουτίσουμε το φύλλο σχεδίασης με όσα περισσότερα δεδομένα μπορούμε. Αρχικά αντιγράφουμε εντός του τοπογραφικού σχεδίου με τις ισοϋψείς το Master Plan του αερολιμένα μαζί με το τμήμα του οδικού δικτύου προς σύνδεση με τον Β.Ο.Α.Κ., όπως μας το κοινοποίησαν από την ανάδοχο κατασκευάστρια εταιρεία που έχει αναλάβει την κατασκευή του αερολιμένα.



*Εικόνα 4.12 - Εισαγωγή στο τοπογραφικό σχέδιο του Master Plan και του πρώτου τμήματος του συνδετήριου Α/Δ σύνδεσης του Β.Ο.Α.Κ. με τον νέο αερολιμένα*

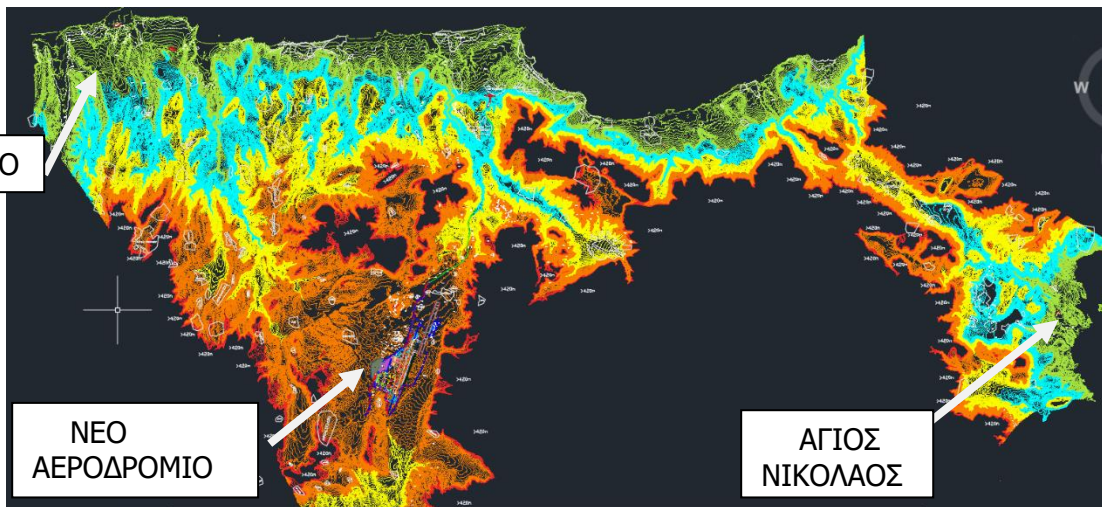
Εν συνεχεία με τη συνεχή αντιπαραβολή με το Google Earth και το Google Maps και τη μετατροπή συντεταγμένων με τον τρόπο που περιγράψαμε προηγουμένως, μπορούμε να εμπλουτίσουμε το σχέδιό μας με σημαντικά στοιχεία που αντλούνται μέσω των εικόνων των δορυφόρων. Συγκεκριμένα ως αποτέλεσμα αυτής της επαναληπτικής χειροκίνητης διαδικασίας που απαιτεί προσήλωση και υπομονή, μεταφέρουμε όλες εκείνες τις σημαντικές τοποθεσίες (υπό μορφή polylines) μέσα από τις οποίες το σιδηροδρομικό δίκτυο δεν μπορεί να διέλθει, καθώς θα διχοτομήσει τους οικισμούς διαταράσσοντας τον χαρακτήρα τους και τις δραστηριότητες εντός αυτής σε μεγάλο βαθμό. Ως εκ τούτου, ενστερνιζόμενοι τη φιλοσοφία ότι η όδευση της σιδηροδρομικής γραμμής πρέπει να γίνεται με τέτοιον τρόπο που να στοχεύει στις ελάχιστες δυνατές απαλλοτριώσεις, επιλέγουμε εάν δεν μπορούμε ούτε αυτό να αποφύγουμε, τη διέλευση της ελεύθερης γραμμής από οικισμούς του μικρότερου δυνατού μεγέθους, ούτως ώστε να υπάρχει η μικρότερη δυνατή απαίτηση για απαλλοτριώσεις ως αναφέραμε. Για τον σκοπό αυτό περνάμε χειροκίνητα στο σχέδιο όλους εκείνους τους σημαντικούς οικισμούς, μεγαλύτερους είτε μικρότερους, εντός των οποίων καθίσταται απαγορευτικό να διέλθει η σιδηροδρομική γραμμή. Παράλληλα εισάγουμε τις σημαντικές εγκαταστάσεις, τους αρχαιολογικούς χώρους και οποιαδήποτε μεγάλη επιφάνεια είναι απαγορευτική για τη διέλευση ενός σιδηροδρομικού διαδρόμου. Συν τις άλλους εμπλουτίζουμε το περιεχόμενο του σχεδίου εδάφους με τη σχεδίαση σε άλλο layer του αρχείου autocad σημαντικών τμημάτων του τοπικού οδικού δικτύου της περιοχής μελέτης, ενώ περνάμε επίσης και τον άξονα των τμημάτων Α/Δ του Β.Ο.Α.Κ. υπό λειτουργία και αυτών που βρίσκονται ακόμα υπό σχεδιασμό. Με αυτόν τον τρόπο σιγά-σιγά προσδιορίζουμε τις πιθανές ζώνες διέλευσης του νέου σιδηροδρομικού δικτύου και διαμορφώνεται ο χαρακτήρας του ως προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου που θα ενώνει την περιοχή του Ηρακλείου με τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι και τον Άγιο Νικόλαο.

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο Σ.Σ. Νέου Αερολιμένος Καστελλίου διαμορφώνεται σε ένα υπόμετρο περί τα 350μ. και στο Ηράκλειο και στον Άγιο Νικόλαο, επιλέγοντας θέσεις για περιφερειακούς σταθμούς, στο μεν Ηράκλειο εντοπίζουμε θέσεις περί τα 50μ. και λίγο

παραπάνω, ενώ στον Άγιο Νικόλαο εντοπίζεται θέση περί τα 20μ.. Πρέπει να πετύχουμε μια ομαλή όδευση σύμφωνα με τις αρχές της σιδηροδρομικής χάραξης και τις κλίσεις που απαιτεί, ένα σιδηροδρομικό δίκτυο που θα διέρχεται στις παρυφές των ορεινών όγκων με τρόπο τέτοιο που θα «διαβάξει» το ανάγλυφο του εδάφους, και θα «αγκαλιάζει» τις ισουψείς του αναγλύφου, πετυχαίνοντας παράλληλα μια ομαλή κατωφέρεια ή ανωφέρεια του εδάφους τέτοιας κλίσης που θα ευνοεί τη σχεδίαση της ερυθράς της σιδηροδρομικής γραμμής παράλληλα στο έδαφος, ελαχιστοποιώντας το δυνατόν περισσότερο τα τεχνικά έργα.

Παράλληλα για την απλοποίηση του πρόχειρου σχεδίου που δουλεύουμε και της χειροκίνητης διαδικασίας που ακολουθούμε στην παρούσα φάση για τον προσδιορισμό των πιθανών ζωνών χάραξης(ενώ στο μοντέλο εδάφους του λογισμικού περιλαμβάνονται κανονικά όλα τα σημεία), καθώς οι ισουψείς 400μ. και άνω καταλαμβάνουν τον μεγαλύτερο χώρο του αρχείου .dwg, διαγράφουμε τις κόκκινες ισουψείς άνω των 420μ., δηλαδή από αυτήν των 425μ. και άνω. Η ερυθρά της στέψης της υποδομής της σιδηροδρομικής γραμμής, δεν πρόκειται να ακολουθήσει υψόμετρο άνω των 400μ., ωστόσο η «κόκκινη περιοχή» θα μπορούσε να είναι μια πιθανή ζώνη διέλευσης για τη γραμμή, μέσω τμήματος σήραγγας που μπορεί να ακολουθείται στην περιοχή αυτή. Κρατώντας τις κόκκινες κλειστές ισουψείς 400,405,410,415,420 της κόκκινης περιοχής μπορούμε και οριοθετήσουμε τις περιοχές αυτές, και αφήνεται μόνο για εξαιρετικά αναγκαίες περιπτώσεις η διέλευση των σιδηροδρομικών διαδρόμων από εκεί. Παράλληλα αφαιρούμε τις ισουψείς των περιοχών από τις οποίες δεν θα διέλθει σίγουρα η ζώνη διέλευσης της γραμμής, όπως η Ελούντα, η νότια Κρήτη και γενικότερα σε έκταση που δεν θα επηρεάσει τη σχεδίαση των προτεινόμενων ζωνών χάραξης.

Το τοπογραφικό σχέδιο μετά την επεξεργασία που υπέστη διαμορφώνεται ως ακολούθως:



Εικόνα 4.13 - Το τοπογραφικό σχέδιο μετά την επεξεργασία που υπέστη

#### 4.4.3 Καθορισμός των θέσεων των σιδηροδρομικών σταθμών

Στο σημείο αυτό καθορίζονται οι θέσεις των σταθμών στο νέο αεροδρόμιο, στο Ηράκλειο και στον Άγιο Νικόλαο, που αποτελούν τους κύριους συγκοινωνιακούς κόμβους σε προκαταρκτικό επίπεδο του σιδηροδρομικού δικτύου.

- Πρώτα καθορίζουμε τη θέση του Σ.Σ. Νέου Αερολιμένα Καστελλίου, με τέτοιο τρόπο ώστε αφενός να μη διαταράσσει τη λειτουργία του τρέχοντος Master Plan όπως έχει διαμορφωθεί, αφετέρου να εξυπηρετεί άμεσα τις κινήσεις από και προς το κτίριο επιβατών, χωρίς δυσκολία για τους επιβάτες οι οποίοι θα μεταφέρουν αποσκευές, ενώ θα πρέπει να διαμορφωθεί αυτή η κατάλληλη ζώνη διέλευσης εντός της περιοχής του αεροδρομίου που δεν θα δημιουργεί κάποιο πρόβλημα. Τοποθετούμε λοιπόν τον σιδηροδρομικό σταθμό σε χώρο προς αποκλειστικά δική του έκταση, ανατολικά του κτιρίου επιβατών και πλησίον του συνδετήριου

Α/Δ με τον Β.Ο.Α.Κ.. Η θέση αυτή βρίσκεται σε ευθεία 400m από τις πύλες του κτιρίου επιβατών και απαιτεί τη διαμόρφωση κατάλληλου συστήματος ανισόπεδων πεζοδιαβάσεων για την προσέγγισή του και τον καθορισμό της ροής πεζών σύμφωνα με τις βιώσιμες αρχές αστικής κινητικότητας. Η τοποθεσία του προτεινόμενου σιδηροδρομικού σταθμού βρίσκεται σε υψόμετρο 350m.



Εικόνα 4.14 - Η θέση (κόκκινο πλαίσιο) του Σ.Σ.Αεροδρομίου στα ανατολικά του κτιρίου επιβατών και του Α/Δ



Εικόνα 4.15 - Η θέση ανάπτυξης του νέου Σ.Σ. στα αριστερά, αποτύπωση από το Google Earth

- Αναφορικά με τον Σ.Σ. Ηρακλείου, είναι καθοριστικής σημασίας η σωστή επιλογή της θέσης του, καθώς πρόκειται για κέντρο οικονομικής δραστηριότητας του νησιού και το μόνο πολεοδομικό συγκρότημα εντός της Κρήτης μεγάλου πληθυσμιακού μεγέθους άνω των 100.000 κατοίκων. Καθώς η πόλη και γενικά η Κρήτη έχει αναπτυχθεί χωρίς την παρουσία σιδηροδρομικού δικτύου που να έχει δημιουργήσει κάποια ζώνη διέλευσης που να μπορούμε να ακολουθήσουμε για την προσέγγιση του κέντρου της πόλης. Ως εκ τούτου σε πρώτο επίπεδο προκρίνουμε τη λύση ενός σιδηροδρομικού σταθμού περιμετρικά του πολεοδομικού

συγκροτήματος, ενώ ελέγχοντας συνδυαστικά και το τοπογραφικό σχέδιο με τις χρωματικά διαβαθμισμένες περιοχές ισοϋψών και την επιλογή των επικρατέστερων ζωνών διέλευσης από τον Αερολιμένα στο Καστέλλι έως το Ηράκλειο τοποθετούμε τον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό του Ηρακλείου από μια ευρύτερη περιοχή μεταξύ του Βενιζέλιου Νοσοκομείου στο νοτιοανατολικό άκρο της πόλης, έως την περιοχή της Αλικαρνασσού, βόρεια του Β.Ο.Α.Κ. προς την πλευρά του αερολιμένα «Ν.Καζαντζάκης».

Καταλήγουμε λοιπόν σε δύο θέσεις σιδηροδρομικών σταθμών περιμετρικά του Ηρακλείου, από τις οποίες θα προκύψουν σε συνδυασμό με τη διερεύνηση της όδευσης, σε δύο πιθανές ζώνες διέλευσης της Σ.Γ. εισόδου/εξόδου προς/από το Ηράκλειο. Οι θέσεις των σιδηροδρομικών σταθμών επιλέγονται ούτως ώστε να ευνοούν μελλοντικές επεκτάσεις του δικτύου προς τα δυτικά. Καθορίζεται η θέση τους τώρα σε πρώτη φάση και ακολούθως σε συνδυασμό με την όδευση της γραμμής προς το Ηράκλειο, καθορίζεται η τελική μορφή τους, το μήκος των αποβαθρών και η φορά τους.

Η πρώτη πιθανή θέση του κεντρικού σιδηροδρομικού σταθμού του Ηρακλείου τοποθετείται βόρεια του Β.Ο.Α.Κ. και πλησίον των στρατοπέδων που βρίσκονται νότια της περιοχής του αεροδρομίου «Ν.Καζαντζάκης». Το υψόμετρό της είναι περί τα 60-65m. Η δεύτερη θέση που προκρίνουμε βρίσκεται νότια του Βενιζέλιου Νοσοκομείου και σε κοντινή απόσταση προς τον αρχαιολογικό χώρο της Κνωσού. Το υψόμετρό της είναι περί τα 95-105m.



Εικόνα 4.16 – Οι δύο προτεινόμενες θέσεις για τη χωροθέτηση του Κεντρικού Σ.Σ. Ηρακλείου

Είναι σαφές ότι η Μητροπολιτική Περιοχή Ηρακλείου είναι η κρίσιμη αυτή περιοχή που θα καθορίσει τη βιωσιμότητα του συστήματος, ενώ διατηρεί τα χαρακτηριστικά αυτά που απαιτούν μια πρόσβαση όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο κέντρο του ή να αλληλεπιδρά με ένα αξιόπιστο



σύστημα αστικών συγκοινωνιών που θα εξασφαλίζει τη μεταφορά των επιβατών από τον σιδηροδρομικό σταθμό με καλό επίπεδο εξυπηρέτησης, προς τα καθοριστικά αυτά σημεία εντός του αστικού ιστού, όπως το εμπορικό κέντρο της πόλης, το λιμάνι, κ.λπ. πρέπει να γίνει μια πρώτη συγκοινωνιακή προσέγγιση των προτεινόμενων λύσεων και πώς ένας επιβάτης από το νέο αεροδρόμιο θα φτάσει στην πόλη του Ηρακλείου και συγκεκριμένα στο κέντρο του μόνο με Μ.Μ.Μ. σε ικανό χρόνο και χωρίς να υπάρξει κακό επίπεδο εξυπηρέτησης του.

Το Ηράκλειο στην καθημερινότητά του διατηρεί αυτά τα χαρακτηριστικά στο οδικό του σύστημα που καθιστούν δυσμενείς κυκλοφοριακές στάθμες εξυπηρέτησης κατά τις ώρες αιχμής, ενώ ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες με την έξαρση των συνθηκών υπερτουρισμού το πρόβλημα γίνεται ακόμα εντονότερο. Είναι σαφές ότι τα οδικά Μ.Μ.Μ. περιορίζονται εντός αυτών των κυκλοφοριακών προβλημάτων και δεν μπορούν να προσφέρουν πάντα με ασφάλεια ένα σταθερό επίπεδο εξυπηρέτησης.

Η πρώτη προτεινόμενη θέση βρίσκεται σε σχετικά κοντινή απόσταση από τον σημερινό αερολιμένα «Ν.Καζαντζάκης» και το λιμάνι της πόλης και ενδεχομένως μελλοντικά με τη διακοπή λειτουργίας του παλιού αερολιμένα, να μπορέσει να προκριθεί μια λύση διέλευσης που θα πλησιάζει ακόμα περισσότερο προς το λιμάνι και το κέντρο, μέσω ενός κατάλληλα διαμορφωμένου συστήματος σταθερής τροχιάς που λόγω και των πολυαρίθμων τεχνικών δυνατοτήτων που υπάρχουν στις μέρες μας, αυτό θα μπορούσε να γίνει με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ενδεικτικά αναφέρονται η οριζόντια απόσταση της συγκεκριμένης θέσης από τον αερολιμένα «Ν.Καζαντζάκης» περί το 1χλμ, από τον επιβατικό λιμένα Ηρακλείου περί τα 3χλμ και από το ιστορικό κέντρο Ηρακλείου περί τα 4χλμ, καθορίζοντας μια ζώνη χάραξης που προσεγγίζει την πόλη από ανατολικά.

Για τη δεύτερη προτεινόμενη θέση του σιδηροδρομικού σταθμού πρέπει να εξασφαλιστεί πάλι ένα καλό επίπεδο εξυπηρέτησης για τον επιβάτη που θέλει να προσεγγίζει το κέντρο της πόλης σε ικανό χρόνο από τον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό που βρίσκεται σε σημείο περιμετρικά της πόλης. Στην παρούσα περίπτωση θα μπορούσε ενδεχομένως να προκριθεί μελλοντικά η ανάπτυξη ενός δικτύου με διάδρομο προτεραιότητας και δυνατόν ανεξάρτητου διαδρόμου σταθερής τροχιάς που θα ακολουθεί τη Λ.Κνωσσού προς Β.Ο.Α.Κ και προς το κέντρο του Ηρακλείου. Ενδεικτικά αναφέρονται η οριζόντια απόσταση της συγκεκριμένης θέσης από τον επιβατικό λιμένα Ηρακλείου περί τα 4,3χλμ και από το ιστορικό κέντρο Ηρακλείου περί τα 4,5χλμ.

- Σε σχέση με τον τερματικό σταθμό του Αγίου Νικολάου, καθώς πρόκειται για μικρές πόλεις και κωμοπόλεις και όχι για μεγάλα πολεοδομικά συγκροτήματα, τις θέσεις των σταθμών αυτών θα καθορίσουμε στις παρυφές των αστικών ζωνών τους, σε σημείο τέτοιο που να μην διαταράσσει τις ισορροπίες του αστικού περιβάλλοντος. Μια σιδηροδρομική γραμμή αδιαμφισβήτητη διαταράσσει τη λειτουργία της αστικής ζώνης εντός της οποίας διέρχεται, καθώς τη διχοτομεί και δυσχεραίνει πολλές φορές τη λειτουργία του τοπικού οδικού συστήματος, καθώς και μακροπρόθεσμα τις οικονομικές και άλλες δραστηριότητες της περιοχής. Συνεπώς, πέραν του Ηρακλείου και της ιδιαίτερης προσοχής με την οποία πρέπει να αντιμετωπιστεί, λόγω των χαρακτηριστικών του ως ένα μεγάλο πολεοδομικό συγκρότημα, στις άλλες περιοχές δεν υπάρχει λόγος να διαταράξουμε τις αστικές ζώνες τους και ως εκ τούτου επιλέγουμε την τοποθέτηση των σταθμών στις παρυφές τους και από την πλευρά εκείνη που εξυπηρετεί που εξυπηρετεί την χάραξη, ακολουθώντας τη διεύθυνσή της. Στη νέα διπλή Σ.Γ. κανονικού εύρους της Πελοποννήσου, παρατηρούμε ότι στις νέες χαράξεις, σε πόλεις του πληθυσμιακού επιπέδου του Αγίου Νικολάου και μεγαλύτερες (λ.χ. Κόρινθος), οι σιδηροδρομικοί σταθμοί και οι στάσεις τοποθετούνται στις παρυφές των πόλεων με μεγάλη έκταση για την ανάπτυξή τους.



Εικόνα 4.17 - Η προτεινόμενη θέση του Σ.Σ. Αγίου Νικολάου

Επιλέγουμε λοιπόν τη θέση του Τερματικού Σιδηροδρομικού Σταθμού Αγίου Νικολάου σε οριζόντιο επίπεδο που να διευκολύνει την κατασκευή του, σε σημείο τέτοιο κοντά στη διέλευση του Β.Ο.Α.Κ. που να ευνοεί παράλληλα μελλοντικές επεκτάσεις του δικτύου προς τα νότια και ανατολικά (Ιεράπετρα/Σητεία). Κατάλληλο σύστημα τοπικών ΜΜΜ (λεωφορείων, κλπ.) μπορούν να λειτουργούν αρμονικά με το μέσο και να προσφέρουν τη μέγιστη δυνατή εξυπηρέτηση, έχοντας ανταπόκριση με τα δρομολόγιά του. Το ίδιο μπορεί να γίνεται σε όλους τους δήμους της περιοχής μελέτης που διαθέτουν σταθμούς/στάσεις, ειδικά σε περιοχές έντονης τουριστικής ζήτησης πέριξ κοντινών σταθμών του δικτύου, στις οποίες η συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση μπορεί να εξασφαλιστεί με τη δημοτική συγκοινωνία των επιμέρους περιοχών ή ΚΤΕΛ κλπ., συμβάλλοντας καθοριστικά στην οικονομική δραστηριότητα και ανάπτυξη της περιοχής μελέτης. Το υψόμετρο της τοποθεσίας του προτεινόμενου σιδηροδρομικού σταθμού Αγίου Νικολάου είναι στα 20m.

## 4.5 Σχεδιασμός οριζοντιογραφίας

### 4.5.1 Καθορισμός των εναλλακτικών σεναρίων διέλευσης

Έχοντας καθορίσει σε πρώτο επίπεδο τις θέσεις των τερματικών σιδηροδρομικών σταθμών του δικτύου και των συγκοινωνιακών κόμβων του και έχοντας αποτυπώσει στον χάρτη όλα τα απαραίτητα δεδομένα, υπεισερχόμαστε στο πρόβλημα της όδευσης και στον καθορισμό των εφικτών ζωνών της σιδηροδρομικής χάραξης. Οι ενδιάμεσοι σταθμοί/στάσεις θα προκύψουν στην πορεία της χάραξης της Σ.Γ..

Ο τρόπος προσέγγισης του Ηρακλείου και τα σημεία στα οποία έχουμε τοποθετήσει τις 2 προτεινόμενες θέσεις για τον σταθμό και τα περιθώρια που μας δίνει η τοπογραφία του εδάφους για μια εφικτή όδευση μας καθορίζουν 2 εναλλακτικά σεναρία για την ανάπτυξη του σιδηροδρομικού δικτύου. Ακολουθώντας τη χρωματική διαβάθμιση του εδάφους, από τις πορτοκαλί ισουψείς όπου εντοπίζεται ο Αερολιμένας του Καστελλίου (300-395m), στις κίτρινες ισουψείς (200-295m), στις γαλάζιες (100-195m) και τις πράσινες (0-95m) καθορίζουμε ομαλά

την όδευση σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σιδηροδρομικής. Εάν παρεμβάλλονται μικρές περιοχές με απότομη αλλαγή της κλίσης του αναγλύφου μπορούν να προσπελαστούν με τεχνικά έργα, τα οποία επιδιώκουμε να έχουν το μικρότερο δυνατό μήκος. Όλα αυτά τα στοιχεία σε συνδυασμό με τις θέσεις των σημαντικών οικισμών της περιοχής μελέτης, εντός των οποίων δεν μπορεί να διέρχεται η σιδηροδρομική γραμμή και να τις διχοτομεί, αλλά μόνο στις παρυφές τους και κατά το δυνατόν πιο απομακρυσμένα για την αποφυγή της διατάραξής τους, καθορίζουν και για το υπόλοιπο δίκτυο τις πιθανές ζώνες διέλευσης.

Επομένως οι δύο εναλλακτικές ζώνες διέλευσης του σιδηροδρόμου που προκύπτουν σε πρώτο επίπεδο είναι οι ακόλουθες:

- Πρώτο σενάριο: Συνίσταται από τρεις κλάδους και διαμορφώνεται ένας τρισκελής κόμβος στην περιοχή της Χερσονήσου, όπου θα δημιουργηθεί ένα κατάλληλο σύστημα αλλαγών/διασταυρώσεων. Θα καθορισθούν οι κλάδοι Ηράκλειο – Χερσόνησος, Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος, Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Χερσόνησος και στην περίπτωση αυτή η Χερσόνησος διαμορφώνεται ως μια ένας πολύ σημαντικός συγκοινωνιακός κόμβος του δικτύου. Οι πρώτοι δύο κλάδοι τοποθετούνται κοντά στις βόρειες ακτές του νησιού, ωστόσο όχι εντός αυτών, καθώς είναι όλες κατοικημένες. Ως εκ τούτου προκύπτουν μόνο πολύ λίγες περιοχές στις οποίες η σιδηροδρομική γραμμή μπορεί να διέλθει κοντά στη θάλασσα, λόγω του υψηλού συντελεστή δόμησης με τις περιοχές τουριστικού χαρακτήρα που έχουν καταλάβει τον διαθέσιμο χώρο στις περιοχές των ακτών. Επομένως η σιδηροδρομική γραμμή στο μεγαλύτερο διάστημα της διαδρομής Ηράκλειο – Χερσόνησος – Άγιος Νικόλαος ακολουθεί μια διαδρομή κοντινή και παράλληλη του Β.Ο.Α.Κ. με μικρές διαφορές που θα απαιτήσουν οι αρχές που διαφοροποιούν την όδευση του σιδηροδρομικού δικτύου. Στην πορεία της χάραξης θα προκύψουν οι θέσεις για την ανάπτυξη ενδιάμεσων στάσεων που θα εξυπηρετούν τις περισσότερες περιοχές της ζώνης διέλευσης, χωρίς να μειώσουν το επίπεδο εξυπηρέτησης. Θα διαμορφώνουμε σε κάθε κλάδο 1 με δύο σταθμούς. Ο κλάδος Ηράκλειο – Χερσόνησος διέρχεται των δήμων Ηρακλείου και Χερσονήσου, ο κλάδος Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος διέρχεται των Δήμων Αγίου Νικολάου και Χερσονήσου και ο κλάδος Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Χερσόνησος διέρχεται των δήμων Μίνωα Πεδιάδας και Χερσονήσου. Στην περιοχή της Χερσονήσου θα διαμορφωθεί πέραν από το σύστημα αλλαγών/διασταυρώσεων, μια περιοχή σταθμού με διαμόρφωση αποβαθρών (πλατφορμών) και επιπρόσθετων γραμμών σε 2 σημεία, ένα αφού έχει μπει ο κλάδος Νέος Αερολιμένας – Χερσόνησος στη γραμμή παράλληλα του Β.Ο.Α.Κ. και στην κατεύθυνση Ηράκλειο – Χερσόνησος – Άγιος Νικόλαος, στην ανατολική πλευρά της περιοχής σταθμού και ένα αφού έχει μπει ο κλάδος Νέος Αερολιμένας – Χερσόνησος μέσω της άλλης αλλαγής στη γραμμή παράλληλα του Β.Ο.Α.Κ. και στην κατεύθυνση Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος – Ηράκλειο, δηλαδή στη δυτική πλευρά της περιοχής σταθμού. Τα δύο συστήματα αποβαθρών σταθμών μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους εάν διαπιστωθεί αναγκαιότητα για αυτό, μέσω ανισόπεδων διαβάσεων πέραν των άλλων τρόπων που μπορεί αυτό να εξασφαλιστεί. Σίγουρα πρέπει να εξασφαλιστεί μια καλή οδική πρόσβαση στον σταθμό που θα δημιουργηθεί για την εξυπηρέτηση των τοπικών αναγκών. Η περιοχή σταθμών του προτεινόμενου σιδηροδρομικού σταθμού Χερσονήσου τοποθετείται σε υψόμετρο περί τα 130-160m και περιλαμβάνει ανάλυση των τμημάτων και των 3 κλάδων.
- Δεύτερο σενάριο: Η 2<sup>η</sup> προτεινόμενη θέση του σταθμού στο Ηράκλειο καθορίζει μια διαφορετική ζώνη χάραξης της γραμμής προς τον νέο αερολιμένα Καστελλίου και μετέπειτα τον Άγιο Νικόλαο, χωρίς να περιλαμβάνεται κάποια διασταύρωση και διακλάδωση. Η γραμμή είναι μια συνεχόμενη από το Ηράκλειο έως τον Άγιο Νικόλαο, οι οποίοι είναι οι δύο τερματικοί σταθμοί του δικτύου. Η Σ.Γ. θα διέρχεται από τους δήμους Ηρακλείου – Αρχάνων-Αστερουσίων – Μίνωα Πεδιάδας, Χερσονήσου και Αγίου Νικολάου και θα ακολουθεί τη διαδρομή Ηράκλειο – Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Χερσόνησος – Άγιος Νικόλαος. Στη διαδρομή Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Χερσόνησος – Άγιος Νικόλαος, η ζώνη διέλευσης του σιδηροδρομικού διαδρόμου ταυτίζεται με αυτή των 2 κλάδων του πρώτου σεναρίου. Στο

συγκεκριμένο σενάριο στην περιοχή της Χερσονήσου, θα αφήσουμε μόνο το ένα σύστημα αποβαθρών γραμμών στην ανατολική πλευρά της περιοχής σταθμού του σεναρίου 1 και θα διαμορφωθεί σε αυτήν την περίπτωση υπό μορφή σιδηροδρομικής στάσης.

#### 4.5.2 Διαμόρφωση της πολυγωνικής της χάραξης στα επιμέρους τμήματα

Ξεκινώντας με το πρώτο σενάριο της ζώνης χάραξης και τους τρεις επιμέρους κλάδους, θα μελετήσουμε τον κάθε έναν ξεχωριστά. Μελετάμε επομένως το τμήμα «Ηράκλειο-Χερσόνησος» με απόληξή του τη δυτική είσοδο στην περιοχή σταθμών-αλλαγών της Χερσονήσου, το τμήμα «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» με απόληξή του την ανατολική είσοδο στην περιοχή σταθμών-αλλαγών της Χερσονήσου και το τμήμα «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» με απόληξή του αντίστοιχα τη νότια είσοδο προς την περιοχή σταθμών-αλλαγών της Χερσονήσου.

Η ενδιάμεση περιοχή σταθμών θα πρέπει να μελετηθεί ξεχωριστά σε επόμενο στάδιο μελέτης, στο οποίο θα μορφοποιηθεί το κατάλληλο αυτό σύστημα αλλαγών και τα συστήματα αποβαθρών που θα εγκατασταθούν σε σημεία παραπλεύρωσ των γραμμών.

Στην παρούσα φάση αφήνουμε ένα ικανό μήκος της τάξης των 600m από τον νότιο κλάδο προς Χερσόνησο και άλλα τόσα πλευρικά ανατολικά προς δυτικά (διεύθυνση από Άγιο Νικόλαο προς Ηράκλειο) διαμορφώνοντας μια περιοχή σταθμών 600m\*600m προς σχεδιασμό. Η ακριβής Χ.Θ. της τελευταίας διατομής ελεύθερης γραμμής του καθενός από τους τρεις κλάδους θα προσδιοριστεί με την ολοκλήρωση του ανατολικού σχεδιασμού της περιοχής σταθμών-αλλαγών. Εν συνεχεία θα μπορέσει να γίνει προσθήκη και της περιοχής αυτής και να γίνει η κατάλληλη γεωμετρική προσαρμογή με τους τρεις κλάδους ελεύθερης γραμμής.

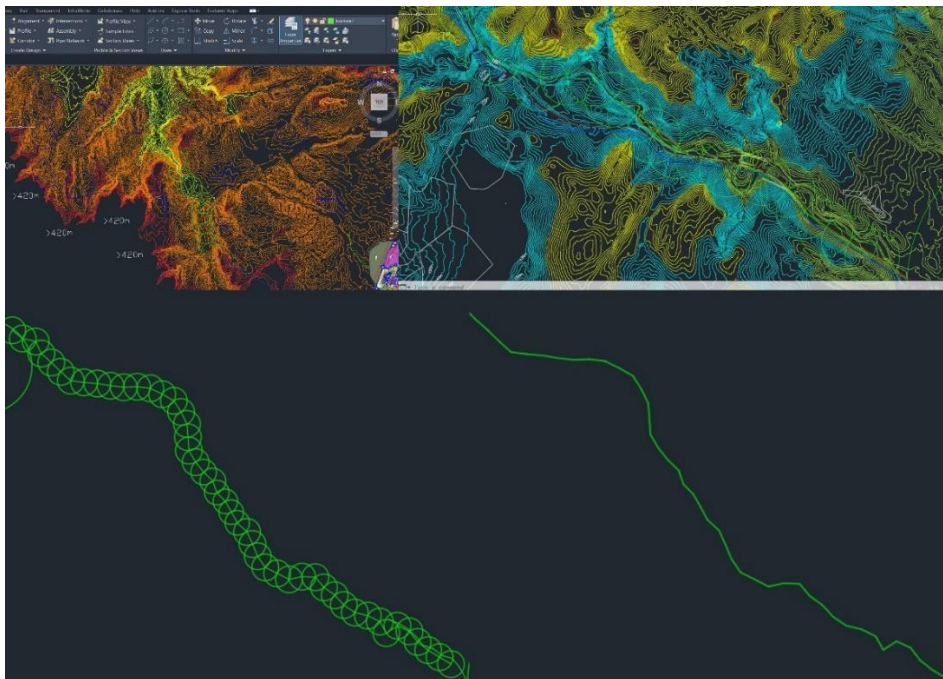
Για την όδευση/χάραξη των επιμέρους κλάδων αρχικά μετράμε την οριζόντια απόσταση (την πιο σύντομη διαδρομή) μεταξύ των ακραίων σημείων διέλευσης της γραμμής. Αρχής γενομένης από το τμήμα «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» έχουμε μια οριζόντια απόσταση μεταξύ σταθμού αερολιμένα και περιοχής σταθμού Χερσονήσου περί τα 15.650m και η υψομετρική διαφορά τους είναι στα 190m (350m→160m). Στο τμήμα «Κεντρικός Σ.Σ. Ηρακλείου-Χερσόνησος» έχουμε μια οριζόντια απόσταση μεταξύ του κεντρικού σιδηροδρομικού σταθμού (περιφερειακά του Ηρακλείου – Σενάριο 1) και της περιοχής σταθμού Χερσονήσου περί τα 16.950m και η υψομετρική διαφορά τους είναι στα 70m (60m→130m). Στο τμήμα «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» έχουμε μια οριζόντια απόσταση μεταξύ του σταθμού Αγίου Νικολάου και της περιοχής σταθμού Χερσονήσου περί τα 32.800m και η υψομετρική διαφορά τους είναι 120m (140m→20m).

Η υψομετρική αυτή διαφορά όμως δεν μας αρκεί και πρέπει να επιμερίσουμε τα τμήματα του κλάδου ανάλογα με την αραιότητα-πυκνότητα του αναγλύφου τους δηλ. αναλόγως εάν έχουμε πεδινό, λοφώδες ή ορεινό ανάγλυφο. Σε περιοχές των τμημάτων με ορεινό ανάγλυφο και σε κάποιες με λοφώδες θα απαιτηθεί σχεδίαση της ισοκλινούς γραμμής που θα οδηγήσει στη βέλτιστη μηκοτομή του εδάφους και στην ελάχιστη δυνατή απαίτηση για τεχνικά έργα υπό τις συγκεκριμένες παραμέτρους σχεδιασμού. Χωρίζουμε τις περιοχές αυτές σε τμήματα ανάβασης και κατάβασης και με τη σχεδίαση τις ισοκλινούς γραμμής σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σιδηροδρομικής χάραξης και ακολουθώντας μια απαιτητική επαναληπτική διαδικασία, σχεδιάζουμε τη βέλτιστη εκείνη ισοκλινή γραμμή για την ένωση 2 σημείων του αναγλύφου με μια συγκεκριμένη υψομετρική διαφορά και με μια προσαυξημένη απόσταση μεταξύ των 2 σημείων σε βαθμό τέτοιο που να επιτυγχάνεται η βέλτιστη όδευση. Πρόκειται για μια διαδικασία που δεν απαιτεί ακρίβεια σχεδίασης, που ωστόσο μας βοηθά να «διαβάζουμε» καλύτερα το έδαφος και τις κλίσεις του και να ανεβαίνουμε και να κατεβαίνουμε αντίστοιχα κλιμακωτά το υπόμετρο, καθορίζοντας τις επιμέρους κλίσεις της μηκοτομής εδάφους όχι απότομες, αλλά πιο ομαλές και στις οποίες είναι εφικτό να σχεδιαστούν τα επιμέρους τμήματα κατά μήκος κλίσεων, τα οποία αφενός ικανοποιούν τις απαιτήσεις της σιδηροδρομικής χάραξης, αφετέρου θα έχουν τη δυνατότητα να μην καθορίζουν μεγάλα ύψη επιχωμάτων-ορυγμάτων και εκτεταμένων τεχνικών έργων που θα αυξήσουν πολύ το κόστος κατασκευής.

Συγκεκριμένα, για τη σχεδίαση του κάθε τμήματος ισοκλινούς, αρχικά μετράμε την απόσταση μεταξύ των 2 σημείων τα οποία θέλουμε να ενώσουμε και την υψομετρική τους διαφορά. Έπειτα υπολογίζουμε αρχικά την κατά μήκος κλίση της ευθύγραμμης απόστασης μεταξύ των δύο σημείων. Ελέγχουμε εάν είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη κατά μήκος κλίση που έχουμε θέσει στο πρόβλημά μας ( $s_{max}=25\%$ ). Εφόσον είναι μικρότερη της μέγιστης τιμής, υπολογίζεται το βήμα  $D=\delta/s$ , όπου  $\delta(m)$  η ισοδιάσταση του χάρτη και  $s$  η κατά μήκος κλίση που υπολογίστηκε προηγουμένως. Εφόσον προκύπτει μεγαλύτερη τιμή της μέγιστης επιτρεπόμενης, τότε υπολογίζουμε  $D=\delta/s_{max}$ . Συνίσταται όμως η χάραξη της ισοκλινούς να γίνεται με κλίση  $s'$  κατά τι μικρότερη της  $s_{max}$  (λ.χ.  $s'=s_{max}-0,005$ ), ώστε να υπάρχουν ικανά περιθώρια για την τελική διαμόρφωση της χάραξης (της βράχυνσης του μήκους της χάραξης, κλπ). Επομένως με το τελικό βήμα  $D$  που προσδιορίζεται σε συνέχεια της επαναληπτικής διαδικασίας, σχεδιάζεται η ισοκλινής γραμμή, από ισοϋψή σε ισοϋψή είτε για ανάβαση, είτε για κατάβαση.

Πίνακας 4.1 - Ενδεικτικός πίνακας που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό βήματος ισοκλινούς

ΤΜΗΜΑΤΙΚΗ ΧΑΡΑΞΗ ΙΣΟΚΛΙΝΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΝΑΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ							
ΤΜΗΜΑ Η (ΤΜΗΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟ-ΚΑΣΤΕΛΛΙ ΜΕΣΩ ΔΗΜΟΥ ΑΡΧΑΝΩΝ-ΑΣΤΕΡΟΥΣΙΩΝ)							
ΣΗΜΕΙΟ	X	Y	Z	ΣΗΜΕΙΟ	X	Y	Z
A			175	B			350
distance	5902,00	6500,00	7100,00	7407,01	11000,00	11500,00	12000,00
elevdist	175	175	175	175	175	175	175
slope	2,97%	2,69%	2,46%	2,36%	1,59%	1,52%	1,46%
βήμα	169	186	203	212	314	329	343



Εικόνα 4.18 - Σχεδίαση ισοκλινούς γραμμής κατά στάδια

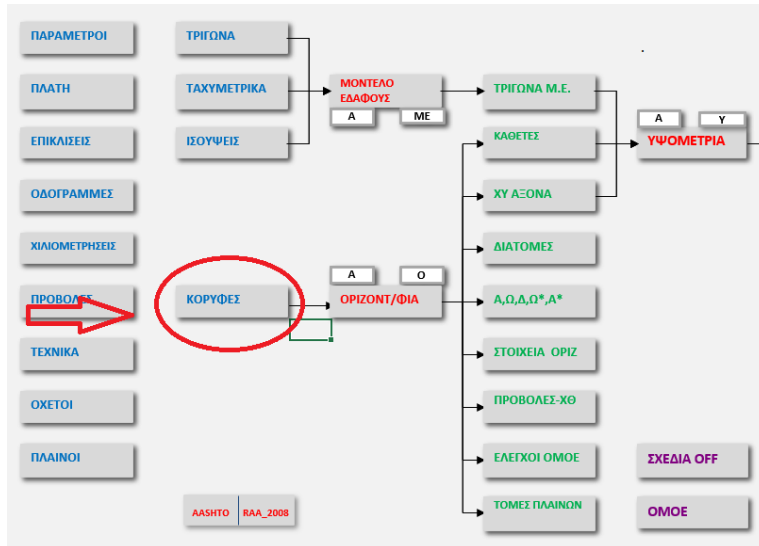
Μόλις ολοκληρώσουμε τη σχεδίαση των τελικών ισοκλινών σε όλα τα επιμέρους τμήματα σχεδιάζουμε αρχικά κύκλους που να εφάπτονται στην ισοκλινή γραμμή. Όσο καλύτερα εφάπτονται οι κύκλοι στην ισοκλινή γραμμή, τόσο πιο βέλτιστη χάραξη επιτυγχάνω, ενώ όσο αποκλίνουν από αυτήν αρχικά καθορίζουν μεγαλύτερη ανάγκη για έργα χωματισμών (επιχωμάτων-ορυγμάτων). Εάν η απόκλιση είναι μεγαλύτερη καθορίζουν τμήματα που θα

απαιτήσουν την κατασκευή τεχνικών έργων όπως γεφυρών και σηράγγων. Όλα αυτά όμως θα διερευνηθούν περισσότερο στο στάδιο σχεδίασης των μηκοτομών. Αφού τοποθετήσουμε τους κύκλους στα περισσότερα τμήματα που απαιτούνται, σχεδιάζω κοινές εφαπτομένες μεταξύ των κύκλων και καθώς στη σιδηροδρομική χάραξη επιδιώκουμε κατά το δυνατόν τον σχεδιασμό όσο δυνατόν ευθυγραμμιών μεγάλου μήκους, ενώνουμε όπου είναι εφικτό ενδιάμεσα σημεία με ευθυγραμμίες. Σχεδιάζοντας όλες αυτές τις γραμμές διαδοχικά σε όλο το μήκος των τμημάτων της ισοκλινούς και δημιουργούνται τα αντίστοιχα τμήματα πολυγωνικών γραμμών, για τα οποία έχουμε τις συντεταγμένες των κορυφών τους (X,Y σε ΕΓΣΑ87) και τις ακτίνες των κυκλικών τμημάτων τους. Κατά τον σχεδιασμό των τμημάτων επιδιώξαμε κατά το δυνατόν την εφαρμογή όσο το δυνατόν μεγαλύτερων οριζοντιογραφικών ακτινών.

Συναρμόζοντας όλα τα κομμάτια πολυγωνικών γραμμών μεταξύ τους, ελέγχοντας τα υψομετρικά στοιχεία των ενδιάμεσων περιοχών και σχεδιάζοντας με ελεύθερο χέρι το δυνατόν βέλτιστα («αγκαλιάζοντας» τις ισοϋψείς και όχι τέμνοντάς τις όσο είναι εφικτό) τα ενδιάμεσα τμήματα πεδινού ή ομαλού λοφώδους αναγλύφου τελικώς καθορίζεται η τελική μορφή της πολυγωνικής της χάραξης για το κάθε έναν από τους 3 κλάδους του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου. Ακολουθούμε ακριβώς την ίδια διαδικασία και για το δεύτερο προτεινόμενο σενάριο, μόνο που σε αυτήν την περίπτωση έχουμε έναν και μοναδικό ενιαίο κλάδο σιδηροδρομικής γραμμής. Επιμερίζουμε και εδώ όμως σε τμήματα κατά τη διαδικασία της όδευσης, αρχικά μεταξύ των υποχρεωτικών σημείων διέλευσης της Σ.Γ.. Αρχικά στο τμήμα «Ηράκλειο-Αερολιμένας Καστελλίου» έχουμε μια οριζόντια απόσταση μεταξύ του τερματικού κεντρικού σιδηροδρομικού σταθμού του Ηρακλείου (2<sup>ο</sup> προτεινόμενο σενάριο) και του σταθμού του νέου αερολιμένα του Καστελλίου περί τα 19.655m και υψομετρική διαφορά 250m (100m→350m). Το εν λόγω τμήμα σχεδιάζεται με τους τρόπους που προαναφέραμε στο πρώτο σενάριο και με τη βοήθεια ισοκλινούς σχεδόν στο σύνολο του μήκους του, καθορίζουμε εν τέλει την τελική μορφή της πολυγωνικής του.

Στη συνέχεια επιστρέφουμε στο λογισμικό σχεδίασης και δημιουργούμε 4 φακέλους εντός του φακέλου του λογισμικού RAIL (παραμετροποιημένο λογισμικό FM19 για χρήση στη σιδηροδρομική χάραξη), οι 3 πρώτοι (S1,S2,S3 αφορούν τους κλάδους «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος», «Ηράκλειο-Χερσόνησος», «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος») του πρώτου σεναρίου και ο τελευταίος φάκελος (S4) αφορά τον έναν μεγάλο ενιαίο κλάδο του δεύτερου προτεινόμενου σεναρίου. Αντιγράφουμε το περιεχόμενο του φακέλου που είχαμε δημιουργήσει στους υπόλοιπους φακέλους και φροντίζουμε και στους 4, η ονομασία του αρχείου excel να αντιστοιχεί στην ονομασία του φακέλου.

#### 4.5.3 Τελικός σχεδιασμός οριζοντιογραφίας



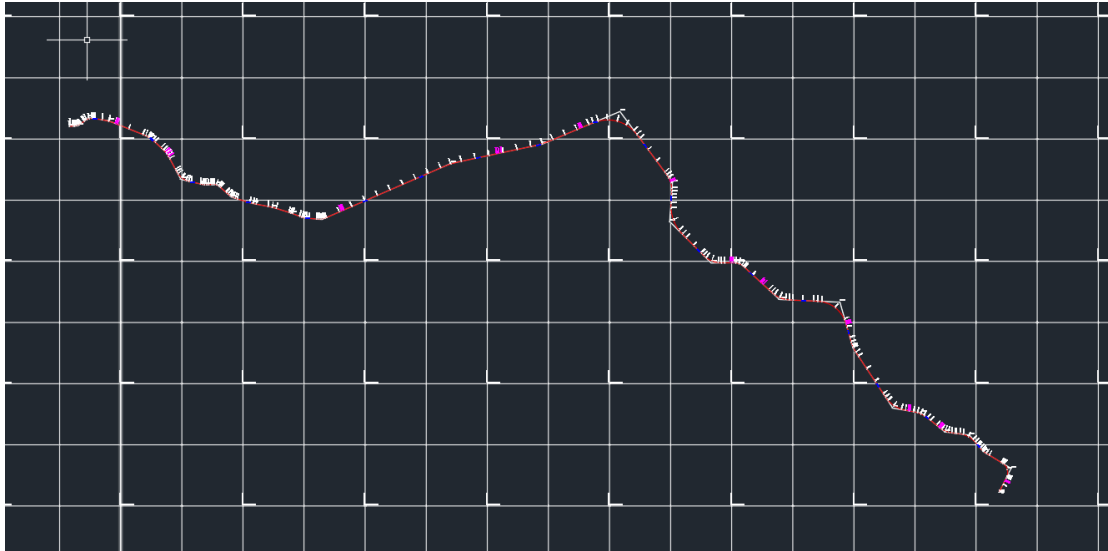
Εικόνα 4.19 - Το αρχείο εισαγωγής δεδομένων «ΚΟΡΥΦΕΣ»

Κάνοντας την ίδια διαδικασία ξεχωριστά για κάθε ένα από τα 3+1 σιδηροδρομικά τμήματα, συμπληρώνουμε το αρχείο «ΚΟΡΥΦΕΣ» με όλα τα απαιτούμενα γεωμετρικά στοιχεία που εξάγουμε από το αρχείο .dwg (ακτίνες κυκλικών τμημάτων, συντεταγμένες κορυφών πολυγωνικής) και καθορίζουμε σε κάθε κορυφή τα μήκη των οριζοντίων συναρμογών  $L_{min} \leq L1=L2=L \leq R/3,5$  όπως αυτά έχουν προκύψει από τον καθορισμό των παραμέτρων μελέτης. Έτσι προκύπτουν όλα τα στοιχεία που καθορίζουν την τελική μορφή του σχεδίου της οριζοντιογραφίας.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τέθου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επικλίση %	Ποσοστό απόβλησης στον κύκλο	Α_Εσοδου	Α_Εξόδου	R9	R	Απόσταση (L,i+1)	MENU			
1																
2	1	654755,9990	3895455,8070	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				
3	2	655145,6520	3896231,3043	90,000	340,000	90,000	0,000	174,929	174,929	37,778	340,000	867,886				ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΗΡΩΔΙΧΤ
4	3	654230,2059	3896783,5679	220,000	800,000	220,000	0,000	419,524	419,524	88,889	800,000	1069,129				
5	4	653783,5531	3897320,2296	220,000	800,000	220,000	0,000	419,524	419,524	88,889	800,000	698,215				
6	5	652983,3232	3897420,2578	220,000	800,000	220,000	0,000	419,524	419,524	88,889	800,000	806,457				
7	6	652212,7438	3898039,5687	270,000	1000,000	270,000	0,000	519,615	519,615	111,111	1000,000	988,604				
8	7	651273,5753	3898200,1242	265,000	970,000	265,000	0,000	507,001	507,001	107,778	970,000	952,794				
9	8	649997,3507	3900173,9925	315,000	1200,000	315,000	0,000	614,817	614,817	133,333	1200,000	2366,664				
10	9	649543,2311	3901664,9935	270,000	1000,000	270,000	0,000	519,615	519,615	111,111	1000,000	1550,437				
11	10	647563,5380	3901752,0649	245,000	900,000	245,000	0,000	469,574	469,574	100,000	900,000	1981,607				
12	11	646255,6834	3902955,5281	120,000	450,000	120,000	0,000	232,379	232,379	50,000	450,000	1777,303				
13	12	645328,2869	3902945,9211	220,000	800,000	220,000	0,000	419,524	419,524	88,889	800,000	927,446				
14	13	643968,9908	3904300,4812	345,000	1300,000	345,000	0,000	669,701	669,701	144,444	1300,000	1918,989				
15	14	644061,9198	3905578,7568	220,000	820,000	220,000	0,000	424,735	424,735	91,111	820,000	1281,649				
16	15	642342,2888	3907899,8846	315,000	1200,000	315,000	0,000	614,817	614,817	133,333	1200,000	2888,731				
17	16	639803,2386	3906333,9002	0,000	4000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	444,444	4000,000	2753,743				
18	17	638895,2777	3906199,1287	0,000	3500,000	0,000	0,000	0,000	0,000	388,889	3500,000	3064,426				
19	18	632584,2213	3904367,7593	120,000	450,000	120,000	0,000	232,379	232,379	50,000	450,000	4601,221				
20	19	632006,6873	3904417,7391	160,000	600,000	160,000	0,000	309,839	309,839	66,667	600,000	579,693				
21	20	631571,8553	3904581,0575	0,000	2000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	222,222	2000,000	484,491				
22	21	630959,4544	3904771,5092	0,000	2350,000	0,000	0,000	0,000	0,000	261,111	2350,000	641,332				
23	22	630334,3905	3904888,5737	0,000	2000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	222,222	2000,000	635,932				
24	23	629619,6294	3905100,2704	160,000	600,000	160,000	0,000	309,839	309,839	66,667	600,000	745,452				
25	24	629149,8469	3905521,8996	95,000	310,000	95,000	0,000	182,346	182,346	34,444	310,000	631,256				
26	25	628744,3394	3905499,0467	135,000	500,000	135,000	0,000	259,808	259,808	55,556	500,000	406,156				
27	26	627968,4374	3905681,0718	160,000	600,000	160,000	0,000	309,839	309,839	66,667	600,000	796,967				
28	27	627504,9199	3906545,0795	200,000	750,000	200,000	0,000	387,298	387,298	83,333	750,000	980,489				
29	28	626955,0701	3907056,7283	200,000	750,000	200,000	0,000	387,298	387,298	83,333	750,000	751,079				
30	29	625608,8319	3907593,9960	0,000	2000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	222,222	2000,000	1449,487				
31	30	624962,4923	3907696,6631	95,000	350,000	95,000	0,000	182,346	182,346	38,889	350,000	654,443				
32	31	624595,9438	3907431,6883	95,000	350,000	95,000	0,000	182,346	182,346	38,889	350,000	452,294				
33	32	624320,8924	3907412,0186	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	275,754				
34																
35																

Εικόνα 4.20 - Συμπλήρωση του αρχείου «ΚΟΡΥΦΕΣ»

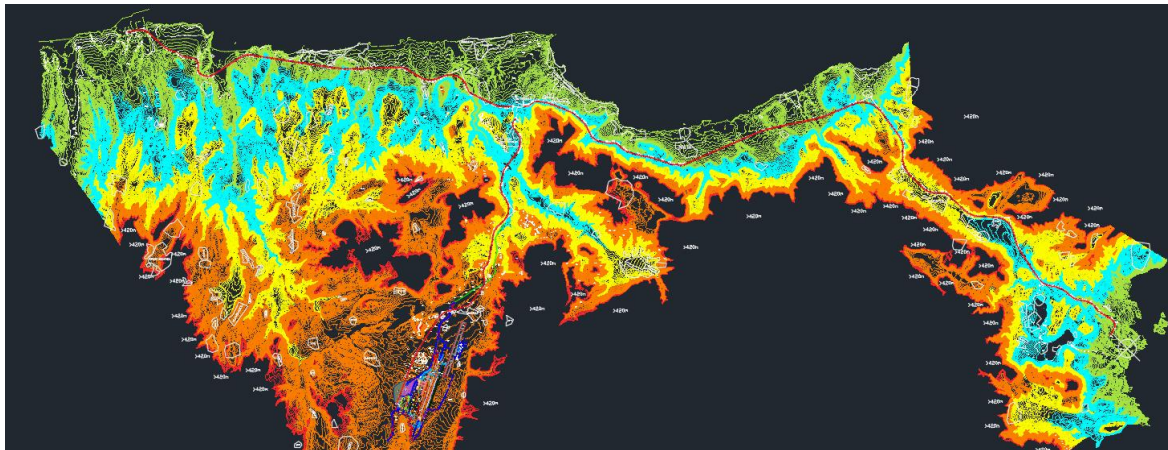
Σε συνέχεια επαναληπτικής διαδικασίας και διορθώσεων, εάν αυτό απαιτηθεί, κάνουμε κλικ στο «ΟΡΙΖ/ΦΙΑ» και αφού εκτελεστούν τα επιμέρους προγράμματα, δημιουργείται το σχέδιο της οριζοντιογραφίας για κάθε τμήμα.



Εικόνα 4.21 - Το σχέδιο της οριζοντιογραφίας που επιτυχώς δημιουργείται μέσω του λογισμικού RAIL για το κάθε επιμέρους τμήμα

Κάνουμε την ίδια διαδικασία για το μεν πρώτο προτεινόμενο σενάριο για τα 3 επιμέρους τμήματα και για το δεύτερο σενάριο στο οποίο χρησιμοποιούμε τμήματα από τις χαράξεις S1 και S3, προσθέτοντας την ενδιάμεση περιοχή ανάμεσά τους στη Χερσόνησο και καθορίζοντας επί της ουσίας το τμήμα που διαφέρει «Ηράκλειο-Αρκαλοχώρι-Αερολιμένας Καστελλίου» το οποίο διέρχεται από τον δήμο Αρχάνων-Αστερουσίων.

Αφού προκύψει πλήρως η οριζόντια χάραξη και για τα 2 προτεινόμενα σενάρια, τις προβάλλουμε πάνω στον τοπογραφικό χάρτη που δουλέψαμε όλη τη προηγούμενη διαδικασία, ξεχωριστά για κάθε σενάριο, αποθηκεύοντας 2 διαφορετικά αρχεία .dwg. Πάνω σε αυτά τα αρχεία θα γίνει ο τελικός καθορισμός της γεωμετρίας και της θέσης όλων των σιδηροδρομικών σταθμών των ενδιάμεσων στάσεων του δικτύου για τα επιμέρους τμήματά του.

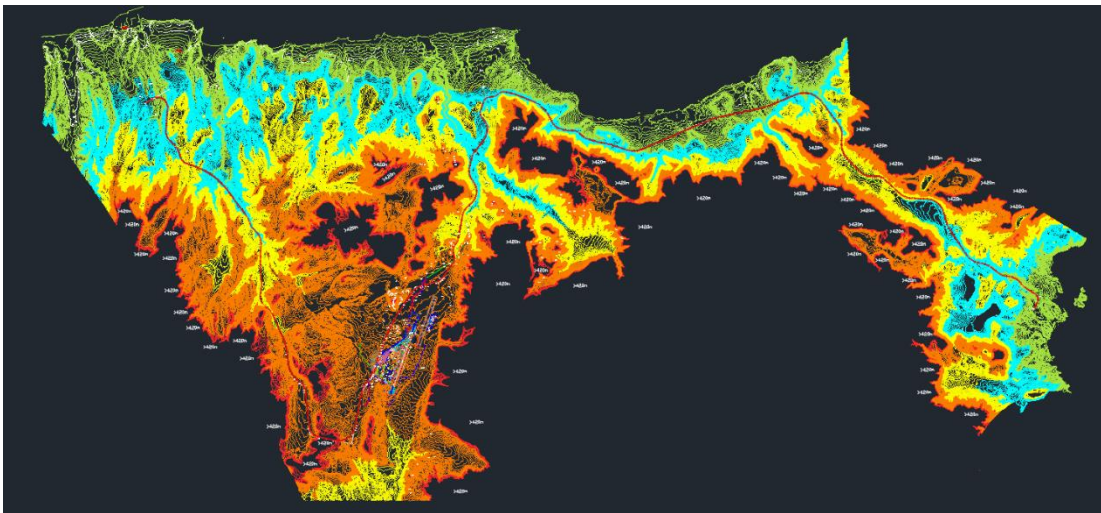


Εικόνα 4.22 - Η οριζοντιογραφία που προκύπτει για το πρώτο σενάριο πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο

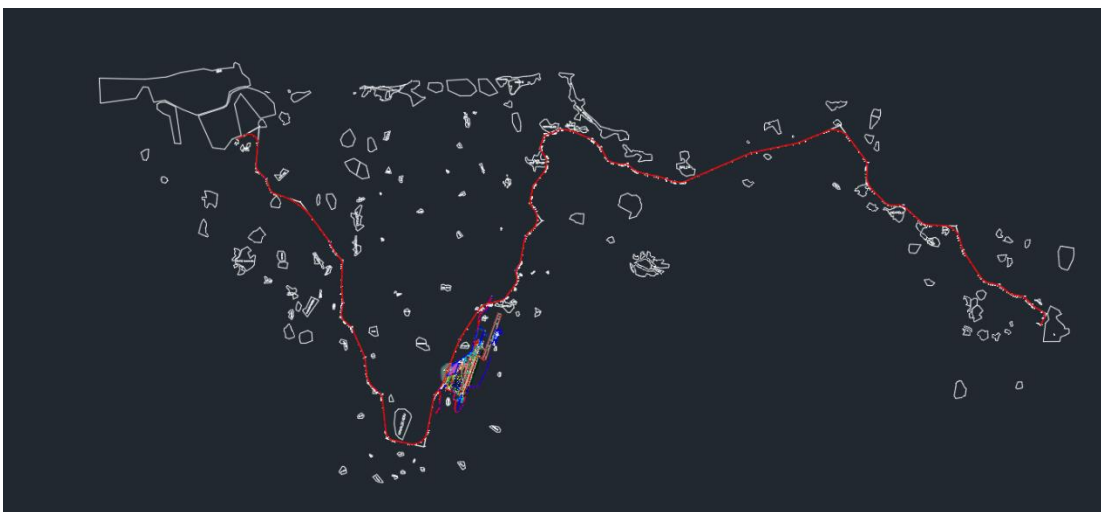




Εικόνα 4.23 - Η οριζοντιογραφία του πρώτου σεναρίου όπως φαίνεται πάνω στο layer των πόλεων/οικισμών/σημαντικών εγκαταστάσεων



Εικόνα 4.24 - Η οριζοντιογραφία που προκύπτει για το δεύτερο σενάριο πάνω στο τοπογραφικό ανάγλυφο



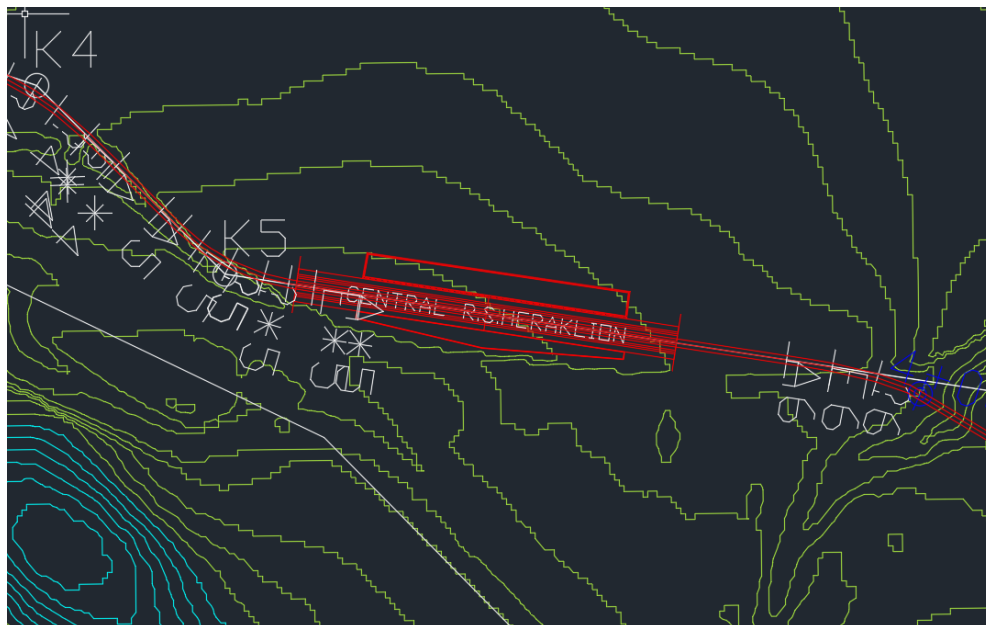
Εικόνα 4.25- Η οριζοντιογραφία για το δεύτερο σενάριο όπως φαίνεται πάνω στο layer των πόλεων/οικισμών/σημαντικών εγκαταστάσεων

Για τις θέσεις των ενδιάμεσων στάσεων προσέχουμε να βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο και σε ομαλό ανάγλυφο. Η διεύθυνσή τους μπορεί να είναι σχεδόν παράλληλη με αυτές των ισοϋψών. Θα καθορίσουμε τις θέσεις τους στις παρυφές σημαντικών οικισμών.

Συγκεκριμένα, αρχικά αναφορικά με το πρώτο σενάριο, στον κλάδο «Ηράκλειο-Χερσόνησος» τοποθετούμε μια ακόμα ενδιάμεση σιδηροδρομική στάση με την ονομασία «Γούρνες-Κοκκίνη Χάνι», στον κλάδο «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» τοποθετούμε μια ενδιάμεση σιδηροδρομική στάση «Καστέλλι» και στον κλάδο «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» τοποθετούμε 2 ενδιάμεσες στάσεις «Μάλια» και «Νεάπολη».



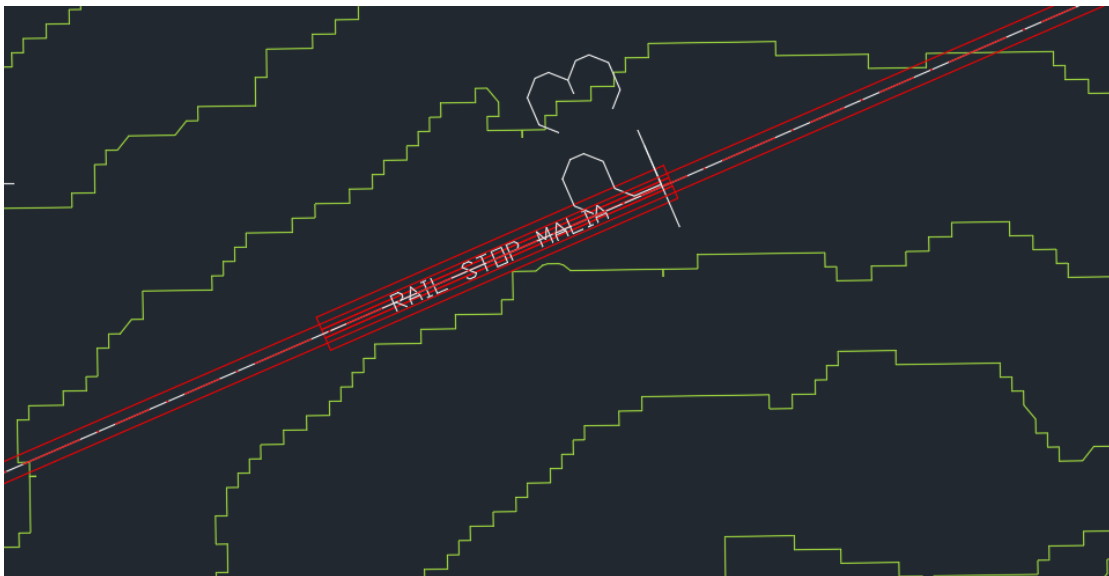
Εικόνα 4.26 - Η τοποθεσία των σιδηροδρομικών σταθμών και στάσεων του δικτύου για το σενάριο 1



Εικόνα 4.27 – Ο Σ.Σ. Ηρακλείου στη Ν.Αλικαρνασσό σύμφωνα με το σενάριο 1



Εικόνα 4.28 - Σ.Σ. Άγιος Νικόλαος



Εικόνα 4.29 - Σ.Σ.τ. Μάλια

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο προκύπτουν ακόμα οι Σ.Σ.τ. Αρκαλοχώρι και Σ.Σ.τ. Επισκοπή στο τμήμα «Ηράκλειο-Νέος Αερολιμένας Καστελλίου» και δεν τοποθετούμε κάποια επιπλέον στάση στο τμήμα αυτό. Στα υπόλοιπα κοινά τμήματα τοποθετούνται οι ίδιες ενδιάμεσες στάσεις ως έχουν και για το πρώτο σενάριο, ενώ στη Χερσόνησο διαμορφώνεται σιδηροδρομική στάση και όχι σταθμός.

Την πλήρη εικόνα του σιδηρ.δικτύου, τις τοποθεσίες των σταθμών και το μήκος τους θα παρουσιάσουμε και για τις 2 λύσεις με την παρουσίαση των τελικών αποτελεσμάτων.

## 4.6 Σχεδιασμός μηκοτομής και καθορισμός τεχνικών έργων

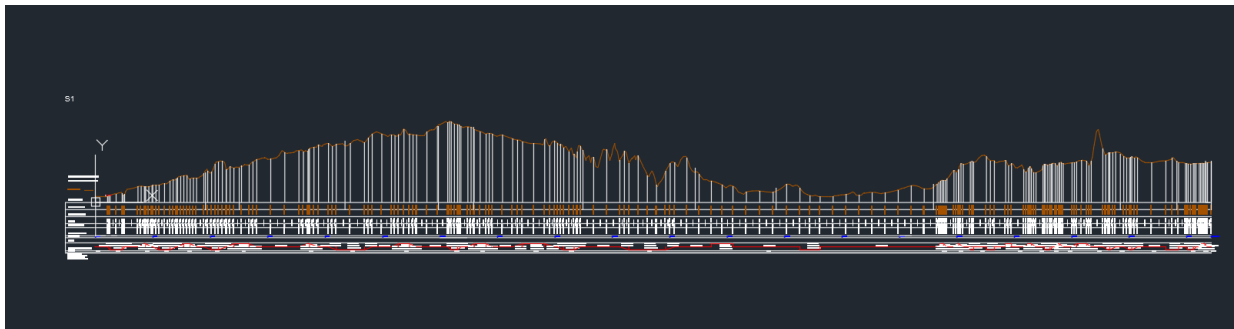
### 4.6.1 Μηκοτομή εδάφους

Στη συνέχεια της διαδικασίας, για κάθε τμήμα χάραξης εκτελούμε το πρόγραμμα «ΥΨΟΜΕΤΡΙΑ» του λογισμικού RAIL, όπου δημιουργούνται τα αντίστοιχα σχέδια και αρχεία δεδομένων.



Εικόνα 4.30 - Σχετικό στιγμιότυπο από το περιβάλλον εργασίας του λογισμικού RAIL

Αμέσως μετά κάνουμε κλικ και εκτελούμε το πρόγραμμα «ΜΕΚ» του λογισμικού RAIL για κάθε τμήμα χάραξης και έτσι για κάθε ένα από αυτά δημιουργούνται τα αντίστοιχα σχέδια της μηκοτομής του εδάφους και τα ανάλογα αρχεία δεδομένων.

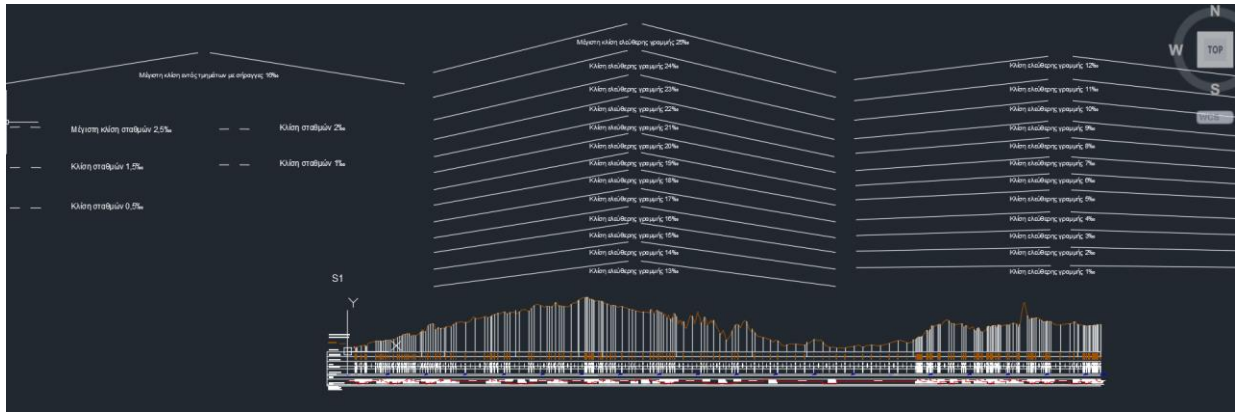


Εικόνα 4.31 - Το σχέδιο της μηκοτομής εδάφους

### 4.6.2 Ερυθρά

Στο σημείο αυτό για το κάθε επιμέρους τμήμα χάραξης, σχεδιάζουμε χειροκίνητα στο αρχείο mek.dxf που δημιουργείται, την πολυγωνική της ερυθράς της μηκοτομής της χάραξης. Σχεδιάζουμε με τέτοιον τρόπο ώστε να τηρούνται τα βασικά κριτήρια για τη χάραξη της ερυθράς που είναι η μέγιστη κλίση για την ανοιχτή γραμμή (25‰), τη μέγιστη κλίση σε τμήματα σηράγγων (16‰ το πολύ), την ελάχιστη ακτίνα κυρτής και κοίλης κατακόρυφης συναρμογής ( $R_{min}$ ) που έχουμε καθορίσει για τη μελέτη μας στα 5000m, την ελαχιστοποίηση των χωματουργικών και την εξισορρόπηση επιχωμάτων-ορυγμάτων, επιδιώκοντας τα επιχώματα να είναι λίγο περισσότερα προκειμένου να εξασφαλίζεται η διανομή γαιών.

Μέσω ευθύγραμμων τμημάτων που σχεδιάζουμε και μας βοηθούν (βλ. παρακάτω εικόνα) των στην τελική διαμόρφωση της πολυγωνικής της μηκοτομής της ερυθράς επιμέρους τμημάτων κατά μήκος κλίσεων, σχεδιάζουμε όλα τα τμήματα, ανοιχτής γραμμής ( $s_{max}=25‰$ , όλα τα τμήματα εκτός σηράγγων), τμήματα σηράγγων ( $s_{max}=16‰$ ) και τμήματα σταθμών ( $s_{max}=2,5‰$ ).



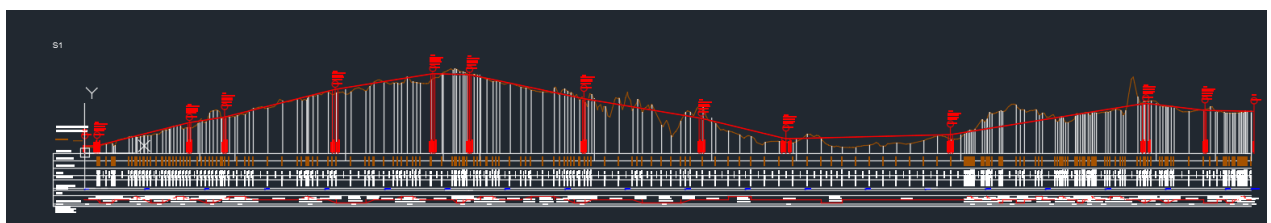
Εικόνα 4.32 - Χειροκίνητη σχεδίαση της πολυγωνικής της ερυθράς στο αρχείο .dxf

Αφού ολοκληρώσουμε τη σχεδίασή της, μετράμε τις αποστάσεις που απαιτούνται και συμπληρώνουμε το αρχείο εισαγωγής δεδομένων «ΣΗΜΑΙΕΣ» του λογισμικού RAIL με τα δεδομένα που απαιτούνται. Συγκεκριμένα συμπληρώνουμε τις Χ.Θ. και τα υψόμετρα της ερυθράς των σημείων της πολυγωνικής της ερυθράς και επιλέγουμε τις ακτίνες των κυκλικών συναρμογών για όλες τις ενδιάμεσες τιμές με  $R_{min}=5000m$  όπως έχουμε ορίσει νωρίτερα στον καθορισμό των παραμέτρων μελέτης.

A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
Σημεία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Διατομή	Κλίση	Μήκος T	Βέλος f	Διατομή	
2 F1	0,000	24,813	0,000	0				0	Όχι
3 F2	406,328	25,812	5000,000	0	0,246%	56,480	0,319	1	Ναι
4 F3	3482,148	102,869	10000,000	0	2,505%	47,782	0,114		
5 F4	4656,377	121,065	10000,000	0	1,550%	47,519	0,113		
3 F5	8338,548	213,119	20000,000	0	2,500%	90,000	0,203		
7 F6	11592,516	265,183	7000,000	0	1,600%	64,750	0,299		
3 F7	12814,354	262,128	5000,000	0	-0,250%	46,250	0,214		
9 F8	16625,194	182,101	20000,000	0	-2,100%	43,557	0,047		
0 F9	20536,531	116,999	20000,000	0	-1,664%	74,616	0,139		
1 F10	23355,313	49,050	10000,000	0	-2,411%	133,030	0,885		
2 F11	28832,820	62,744	10000,000	0	0,250%	67,500	0,228		
3 F12	35340,763	166,871	8000,000	0	1,600%	112,000	0,784		
4 F13	37312,966	143,204	7000,000	0	-1,200%	35,598	0,091		
5 F14	38947,223	140,215	0,000	0	-0,183%				

Εικόνα 4.33 - Το φύλλο εισαγωγής δεδομένων «ΣΗΜΑΙΕΣ»

Εκτελούμε εκ νέου το πρόγραμμα «ΜΕΚ» για κάθε τμήμα χάραξης μέσω του οποίου δημιουργείται και το σχέδιο της μηκοτομής της ερυθράς πάνω στην προϋπάρχουσα μηκοτομή του εδάφους.



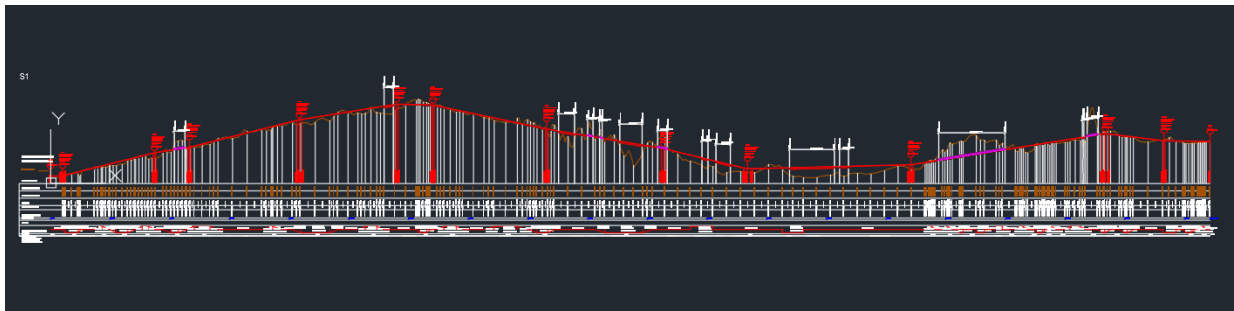
Εικόνα 4.34 – Η τελική μορφή της ερυθράς της στέψης της υποδομής του συγκεκριμένου τμήματος

Σημείωση: Στην παρούσα φάση η ερυθρά αναφέρεται στην στέψη της υποδομής της Σ.Γ.. Όπως φαίνεται και στο παράρτημα 2, η τυπική διατομή μέχρι την στάθμη αυτή διαμορφώνεται με τον ίδιο τρόπο (αμφικλινής με εκατέρωθεν επίκλιση 4% για την αποστράγγιση των υδάτων)

ανεξαρτήτως στοιχείου οριζόντιας χάραξης. Ως εκ τούτου και καθώς οι επικλίσεις (υπερυψώσεις) των σιδηροδρομικών γραμμών ανά περίπτωση διαμορφώνονται μέσω της κλίσης της επιδομής της γραμμής, δεν παρουσιάζονται στο σημείο αυτό και μας αφορά μόνο η διέλευση της γραμμής σε επίπεδο οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

#### 4.6.3 Καθορισμός τεχνικών έργων

Στο επόμενο βήμα επιστρέφουμε στα «μπλε» αρχεία εισαγωγής δεδομένων και καθορίζουμε τα τεχνικά έργα που θα καθοριστούν σε όλα τα τμήματα. Συγκεκριμένα στην παρούσα φάση μελέτης ορίζουμε σήραγγες και γέφυρες. Με τον κωδικό S καθορίζουμε τη σήραγγα και με τον κωδικό G τη γέφυρα. Καθορίζουμε το ύψος του τεχνικού έργου και τον κωδικό των διαμορφώσεων δεξιά και αριστερά. Έπειτα εκτελούμε τα προγράμματα «ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ» και «ΜΕΚ» και σημαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια, ενώ εξάγονται τα σχετικά δεδομένα στα αντίστοιχα «πράσινα» αρχεία του λογισμικού.



Εικόνα 4.35 - Το σχέδιο της μηκοτομής όπως διαμορφώνεται με τα τεχνικά έργα

Με αυτόν τον τρόπο ολοκληρώνεται συνολικά ο σχεδιασμός του σιδηροδρομικού δικτύου υπό διερεύνηση σύμφωνα με τα δύο προτεινόμενα σενάρια και προκύπτουν τα τελικά αποτελέσματα της μελέτης μας.

#### 4.7 Τελικά αποτελέσματα

Η τελική μορφή του σιδηροδρομικού δικτύου με την αλληλουχία, σταθμών/στάσεων και σιδηροδρομικών τμημάτων προκύπτουν ως ακολούθως:

- Σύμφωνα με το πρώτο προτεινόμενο σενάριο:

Πίνακας 4.2 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Ηράκλειο-Χερσόνησος» (S2) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου

ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ/ΣΤΑΣΗΣ
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0+000	0+374	374	ΗΡΑΚΛΕΙΟ
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ - Σ.ΣΤ. ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ	0+374	8+190	7816	
Σ.ΣΤ. ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ	8+190	8+340	150	ΓΟΥΡΝΕΣ/ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ. ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ - ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	8+340	18+950	10610	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ			18950	

Στον κλάδο «Ηράκλειο-Χερσόνησος» προκύπτουν 1 σιδηροδρομικός σταθμός, 1 σιδηροδρομική στάση και 2 επιμέρους τμήματα ελεύθερης γραμμής. Το συνολικό μήκος του κλάδου αυτού μέχρι την είσοδο στην περιοχή σταθμών/αλλαγών Χερσονήσου διαμορφώνεται στα 18.950m.

Πίνακας 4.3 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» (S1) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου

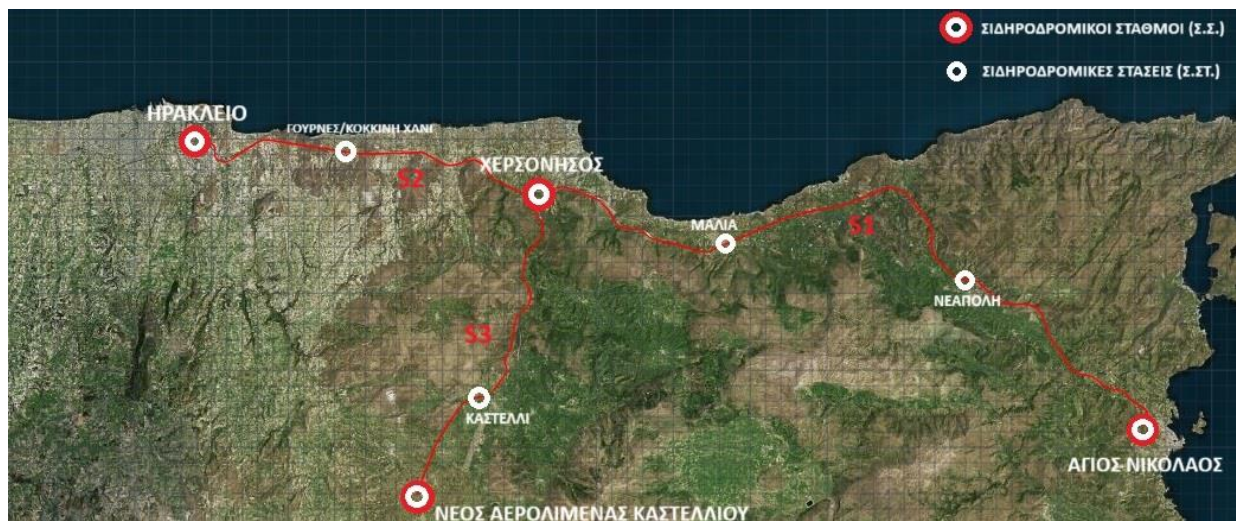
ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ/ΣΤΑΣΗΣ
Σ.Σ. ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	0+000	0+220	220	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ
Σ.Σ. ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ - Σ.ΣΤ. ΝΕΑΠΟΛΗ	0+220	12+600	12380	
Σ.ΣΤ. ΝΕΑΠΟΛΗ	12+600	12+750	150	ΝΕΑΠΟΛΗ ΛΑΣΙΘΙΟΥ
Σ.ΣΤ. ΝΕΑΠΟΛΗ - Σ.ΣΤ. ΜΑΛΙΑ	12+750	28+400	15650	
Σ.ΣΤ. ΜΑΛΙΑ	28+400	28+550	150	ΜΑΛΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ. ΜΑΛΙΑ - ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	28+550	38+856	10306	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ			38856	

Στον κλάδο «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» προκύπτουν 1 σιδηροδρομικός σταθμός (τερματικός), 2 σιδηροδρομικές στάσεις και 3 επιμέρους τμήματα ελεύθερης γραμμής. Το συνολικό μήκος του κλάδου αυτού μέχρι την είσοδο στην περιοχή σταθμών/αλλαγών Χερσονήσου διαμορφώνεται στα 38.556m.

Πίνακας 4.4 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις του κλάδου «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» (S3) του πρώτου προτεινόμενου σεναρίου

ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ/ΣΤΑΣΗΣ
Σ.Σ. ΝΕΟΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	0+000	0+373	373	ΚΑΣΤΕΛΛΙ/ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.Σ. ΝΕΟΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ - Σ.ΣΤ. ΚΑΣΤΕΛΛΙ	0+373	6+234	5861	
Σ.ΣΤ. ΚΑΣΤΕΛΛΙ	6+234	6+384	150	ΚΑΣΤΕΛΛΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ. ΚΑΣΤΕΛΛΙ - ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	6+384	17+561	11177	
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ			17561	

Στον κλάδο «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» προκύπτουν 1 σιδηροδρομικός σταθμός (τερματικός), 1 σιδηροδρομική στάση και 2 επιμέρους τμήματα ελεύθερης γραμμής. Το συνολικό μήκος του κλάδου αυτού μέχρι την είσοδο στην περιοχή σταθμών/αλλαγών Χερσονήσου διαμορφώνεται στα 17.561m.



Εικόνα 4.36 - Η τελική εικόνα του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου (1<sup>ο</sup> προτεινόμενο σενάριο – S1,S2,S3)

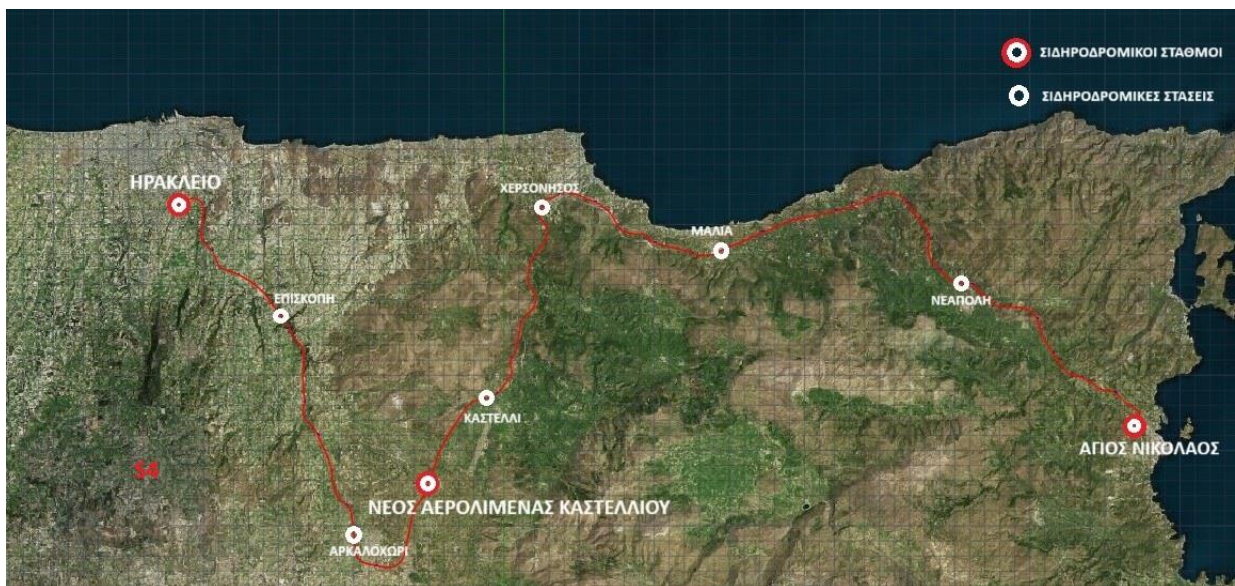
Οπότε το συνολικό μήκος του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου «Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Ηράκλειο – Άγιος Νικόλαος» προκύπτει στα 75.367m αν ενώσουμε τους 3 κλάδους του δικτύου και μαζί με την περιοχή σταθμών/αλλαγών της Χερσονήσου, που θα πρέπει να μελετηθεί χωριστά, προκύπτει περί τα 76,5χλμ.

- Για το δεύτερο προτεινόμενο σενάριο:

Πίνακας 4.5 - Τα τμήματα και οι σταθμοί/στάσεις σύμφωνα με το δεύτερο προτεινόμενο σενάριο

ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ/ΣΤΑΣΗΣ
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	0+000	0+374	374	ΗΡΑΚΛΕΙΟ (ΠΛΗΣΙΟΝ ΒΕΝΙΖΕΛΕΙΟΥ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟΥ)
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ - Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ	0+374	9+025	8651	
Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ	9+025	9+175	150	ΕΠΙΣΚΟΠΗ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ - Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ	9+175	22+225	13050	
Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ	22+225	22+375	150	ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ-Σ.Σ.ΝΕΟΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	22+375	29+190	6815	
Σ.Σ.ΝΕΟΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	29+190	29+563	373	ΚΑΣΤΕΛΛΙ/ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.Σ.ΝΕΟΣ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ-Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ	29+563	35+424	5861	
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ	35+424	35+574	150	ΚΑΣΤΕΛΛΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ-Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	35+574	46+820	11246	
Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	46+820	46+970	150	ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ-Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ	46+970	57+865	10895	
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ	57+865	58+015	150	ΜΑΛΙΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ-Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ	58+015	73+665	15650	
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ	73+665	73+815	150	ΝΕΑΠΟΛΗ ΛΑΣΙΘΙΟΥ
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ-Σ.Σ.ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	73+815	86+195	12380	
Σ.Σ.ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	86+195	86+415	220	ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ			86415	

Σύμφωνα με το δεύτερο σενάριο το συνολικό μήκος του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου «Ηράκλειο – Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Άγιος Νικόλαος» προκύπτει στα 86,415χλμ. Περιλαμβάνονται 3 σιδηροδρομικοί σταθμοί, 6 σιδηροδρομικές στάσεις και 8 επιμέρους τμήματα ελεύθερης γραμμής.



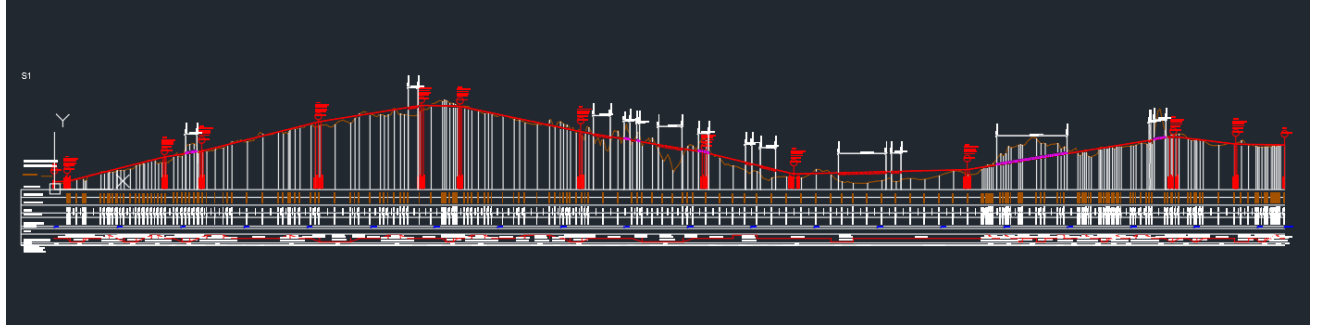
Εικόνα 4.37 - Η τελική εικόνα του προαστιακού σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το 2ο προτεινόμενο σενάριο (S4)

Σ.Σ. Όλοι οι σταθμοί και οι στάσεις που προτάθηκαν και για τις 2 λύσεις βρίσκονται σε ευθυγραμμία, συμφωνούν με την απαίτηση για μέγιστη κλίση μέχρι 2,5‰, χωρίς να προσεγγίζεται καν η μέγιστη τιμή για τους περισσότερους σταθμούς. Η τοποθεσία των ενδιάμεσων στάσεων καθορίστηκε ούτως ώστε να εξυπηρετεί σημαντικούς οικισμούς της ζώνης διέλευσης του σιδηροδρόμου, ενώ επιλέχθηκε οριζόντιο ανάγλυφο και διεύθυνση αποβαθρών

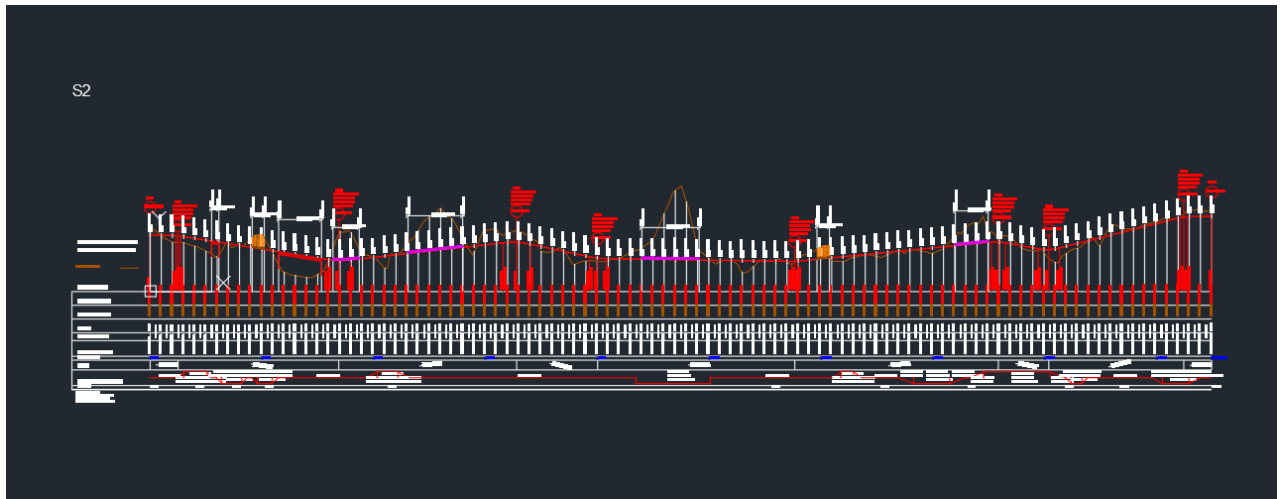


και χάραξης τους σχεδόν παράλληλη με αυτή των γειτονικών ισοϋψών. Επιλέχθηκαν θέσεις στις οποίες οι ισοϋψείς δεν πτυχώνονται.

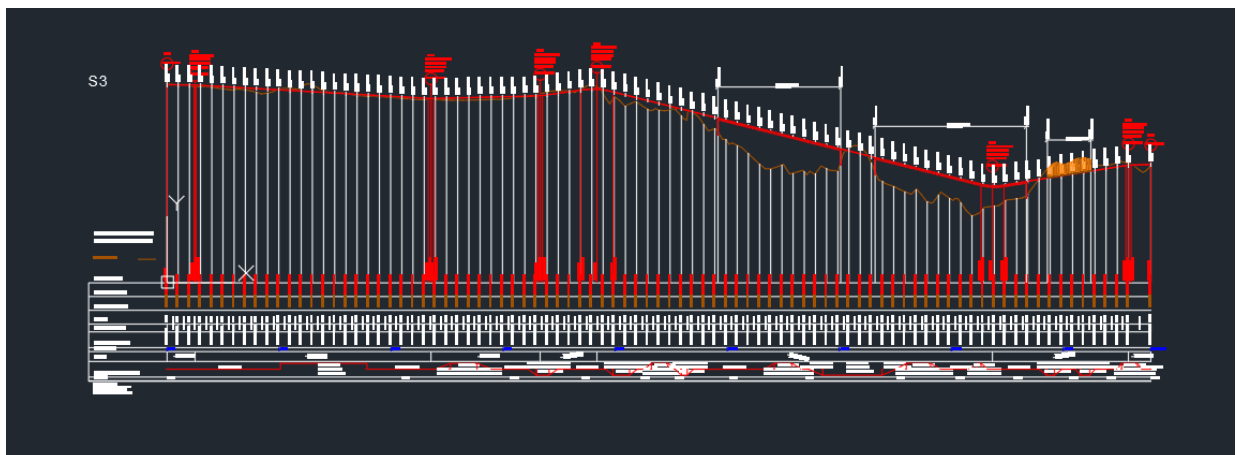
Στο σημείο αυτό παρατίθενται τα σχέδια των μηκοτομών όπως προέκυψαν για κάθε σενάριο μαζί με τα τεχνικά έργα που εφαρμόζονται. Αρχής γενομένης από το πρώτο σενάριο, προκύπτουν 3 μηκοτομές ανά κλάδο (S1,S2,S3):



Εικόνα 4.38 - Η μηκοτομή του τμήματος Άγιος Νικόλαος - Χερσόνησος (S1) του σεναρίου 1

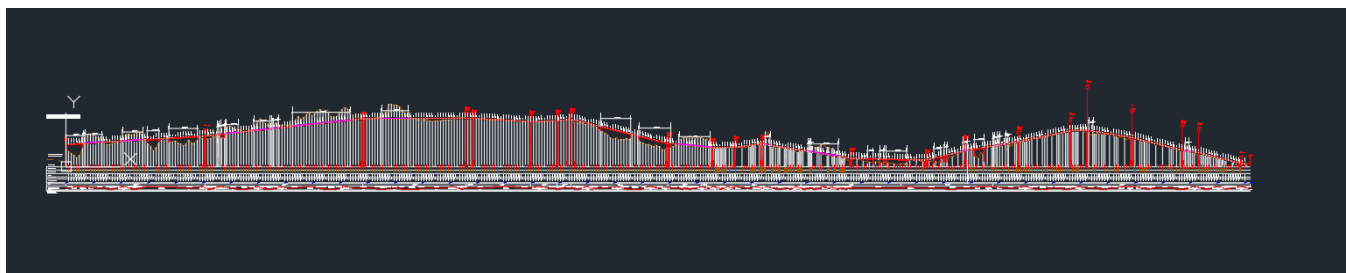


Εικόνα 4.39 - Η μηκοτομή του τμήματος Ηράκλειο - Χερσόνησος (S2) του σεναρίου 1



Εικόνα 4.40 - Η μηκοτομή του τμήματος Ν.Αερολιμένας Καστελλίου - Χερσόνησος (S3) του σεναρίου 1

Ακολουθώντας για το σενάριο 2 προκύπτει ένα σχέδιο μηκοτομής για τον έναν ενιαίο κλάδο που προτείνεται:



Εικόνα 4.41 - Η μηκοτομή για το σενάριο 2 (S4)

Τα τεχνικά έργα σε αυτήν τη φάση σχεδιασμού σχεδιάζονται απλοειδώς, χωρίς καθορισμό διαμορφώσεων εκατέρωθέν τους. Όπως έχει αναφερθεί και στον καθορισμό των παραδοχών σχεδιασμού, λαμβάνουμε μέγιστο ύψος επιχωμάτων 20-25m και μέγιστο ύψος ορυγμάτων 15-20m. Όταν υπερβαίνονται οι οριακές τιμές καθορίζονται αντίστοιχα έργα γεφυρών και σηράγγων.

Αρχής γενομένης από το σενάριο 1 προκύπτει ο πίνακας που ακολουθεί με τα τεχνικά έργα όπως διαμορφώνονται ανά σιδηροδρομικό τμήμα (S1,S2,S3).

Πίνακας 4.6 - Κατάλογος τεχνικών έργων / Σενάριο 1

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ - ΣΕΝΑΡΙΟ 1 (S1,S2,S3) [G: ΓΕΦΥΡΑ, S: ΣΗΡΑΓΓΑ]									
S1: ΚΛΑΔΟΣ «ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ - ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»					S2: ΚΛΑΔΟΣ «ΗΡΑΚΛΕΙΟ - ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»				
A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)
1	S	4+149	4+504	355	1	G	1+099	1+230	131
2	G	11+179	11+487	308	2	S	1+824	2+041	217
3	G	17+027	17+561	534	3	G	2+298	3+064	766
4	S	18+000	18+179	179	4	S	3+271	3+739	468
5	S	18+396	18+487	91	5	S	4+613	5+590	977
6	G	19+078	19+825	747	6	S	8+792	9+817	1025
7	S	20+346	20+665	319	7	S	11+925	12+148	223
8	G	21+831	22+033	202	8	S	14+399	14+986	587
9	G	22+299	22+783	484	S3: ΚΛΑΔΟΣ «Ν. ΑΕΡΟΛ. ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ - ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»				
10	G	24+765	26+270	1505	A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ Τ.ΕΡΓΟΥ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)
11	G	26+442	26+741	299	1	G	9+834	12+025	2191
12	S	29+766	31+986	2220	2	G	12+638	15+340	2702
13	G	34+577	34+627	50	3	C	15+715	16+491	776
14	S	34+738	35+106	368					

Αντίστοιχα για το προτεινόμενο σενάριο 2 (ενιαίος κλάδος – S4) προκύπτει ο πίνακας που ακολουθεί με τα τεχνικά έργα που διαμορφώνονται:

Πίνακας 4.7 - Κατάλογος τεχνικών έργων / Σενάριο 2

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ - ΣΕΝΑΡΙΟ 2 (S4) [G: ΓΕΦΥΡΑ, S: ΣΗΡΑΓΓΑ]									
«ΗΡΑΚΛΕΙΟ - Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ - ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ»									
A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)	A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ	Χ.Θ. ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ. ΠΕΡΑΤΟΣ	ΜΗΚΟΣ (m)
1	G	0+022	1+247	1225	17	S	51+016	51+373	357
2	S	1+390	2+647	1257	18	S	54+143	54+259	116
3	S	4+131	5+615	1484	19	S	54+325	56+349	2024
4	G	5+941	6+798	857	20	G	58+492	58+901	409
5	G	7+518	9+609	2091	21	G	59+380	59+674	294
6	S	11+053	11+142	89	22	G	59+845	61+351	1506
7	G	11+304	11+599	295	23	G	63+333	63+816	483
8	S	11+679	12+573	894	24	G	64+083	64+269	186
9	S	13+710	14+897	1187	25	S	65+445	65+773	328
10	S	15+026	15+097	71	26	G	66+280	66+998	718
11	S	15+155	15+505	350	27	S	67+628	67+722	94
12	S	16+535	20+740	4205	28	S	67+933	68+117	184
13	S	23+026	24+981	1955	29	G	68+561	68+735	174
14	G	39+020	41+213	2193	30	G	74+628	74+937	309
15	G	41+802	44+131	2329	31	S	81+661	81+939	278
16	S	44+730	46+999	2269					

Ως προς τα επιμέρους τμήματα κάθε σιδηροδρομικού τμήματος, διακρίνουμε τα τμήματα περιοχής σταθμών, ελεύθερης γραμμής (+γεφυρών) και τμήματα σήραγγων. Μέσω της συνεχούς αντιπαραβολής των στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, καθορίσαμε αρχικά τα οριζόντια τμήματα των σταθμών να είναι σε όλα τα τμήματα μέχρι 2,5‰ το πολύ. Συγκεκριμένα στις περιοχές των σταθμών/στάσεων τοποθετήσαμε τμήμα ευθυγραμμίας και σταθερής κλίσης μήκους 500m τουλάχιστον και όπου ήταν εφικτό τεχνικά, χωρίς να δημιουργεί την απαίτηση για μεγάλα τεχνικά έργα καθορίζαμε και μεγαλύτερο μήκος τους, ούτως ώστε η κατακόρυφη κυκλική συναρμογή να μη βρίσκεται σίγουρα εντός του καθαρού τμήματος εντός αποβαθρών (όπως έχουμε παρουσιάσει σε προηγούμενους πίνακες του παρόντος κεφαλαίου) ενώ αφήνεται και ένα ικανό περιθώριο για τα τμήματα εισόδων-εξόδων προς τους σταθμούς. Στη συνέχεια καθορίζαμε με βάση τη μηκοτομή του εδάφους τη βέλτιστη εκείνη κλίση για τα τμήματα ελεύθερης γραμμής με μέγιστη τιμή τα 25‰, ενώ σε τμήματα που απαιτούνταν η παρουσία σήραγγας καθορίζαμε εντός των μηκών τους και της περιοχής εισόδου-εξόδου τους τμήματα διαφορετικής κλίσης εφόσον απαιτούνταν με μέγιστη τιμή σε αυτήν την περίπτωση τα 16‰. Αναφορικά με την ελάχιστη ακτίνα κατακόρυφης κυκλικής συναρμογής εφαρμόζουμε όπου απαιτείται την ελάχιστη τιμή  $R_{\min}=5000m$  και συγκεκριμένα κατά κύριον λόγο σε τμήματα περιοχών σταθμού/στάσης. Όπου όμως δεν απαιτείται και ειδικά σε τμήματα ελεύθερης γραμμής (χωρίς να παρεμβάλλονται τεχνικά έργα στο μεσοδιάστημα πέραν επιχωμάτων-ορυγμάτων, καθώς σε αυτά επιδιώκουμε ευθύγραμμα τμήματα κλίσεων, ενώ αν αυτό δεν είναι εφικτό, εφαρμόζουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ακτίνα κυκλικής συναρμογής) μπορούμε και εφαρμόζουμε και αρκετά μεγαλύτερες ακτίνες κατακόρυφης συναρμογής. Κορυφές της πολυγωνικής της μηκοτομής της ερυθράς, στις οποίες να προκύπτει άθροισμα ή διαφορά αντίστοιχα των κατά μήκος κλίσεων των επιμέρους συναρμοζόμενων τμημάτων ίση ή μικρότερη των 2,5‰ δεν προκύπτουν και ως εκ τούτου εφαρμόσαμε κυκλικές συναρμογές σε όλες τις κορυφές της πολυγωνικής της ερυθράς.

Ενδεικτικά αναλύοντας το τμήμα «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» (S2) σχεδιάστηκαν πάνω στο ανάγλυφο του εδάφους (στο σχέδιο της μηκοτομής του εδάφους) τα τμήματα συναρμοζόμενων

κλίσεων με τέτοιο τρόπο ώστε αφενός να ικανοποιούνται όλες οι απαιτούμενες κλίσεις των επιμέρους τμημάτων του δικτύου (περιοχές σταθμών, ελεύθερη γραμμή, γραμμή εντός σήραγγας) σύμφωνα με τις προδιαγραφές της σιδηροδρομικής χάραξης, αφετέρου να επιτυγχάνεται η βέλτιστη δυνατή κατακόρυφη χάραξη με τα επιμέρους τμήματα σταθερών κλίσεων να είναι όσο το δυνατόν παράλληλα στη γραμμή του εδάφους, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την ανάγκη για τεχνικά έργα. Επιδιώκεται η βέλτιστη δυνατή εξισορρόπηση επιχωμάτων-ορυγμάτων, έχοντας καθοριστεί μέγιστο ύψος για τα μεν επιχώματα στα 20-25m και για τα δε ορύγματα στα 15-20m. Ως εκ τούτου με αυτόν τον τρόπο προκύπτουν λίγο περισσότερα επιχώματα εξυπηρετώντας τη διανομή γαιών κατά μήκος του σιδηροδρομικού διαδρόμου. Με αυτόν τον σχεδιασμό επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση των τεχνικών έργων υπό τις συγκεκριμένες οριακές τιμές που απαιτούν οι κανονισμοί.

Ως εκ τούτου προκύπτουν τα ακόλουθα στοιχεία για τα επιμέρους τμήματα κατά μήκος κλίσεων ως προς τη Χ.Θ. και το πού ακριβώς βρίσκονται ως προς τα πραγματικά επιμέρους τμήματα του δικτύου:

Πίνακας 4.8 - Στοιχεία μηκοτομής του τμ. Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος (S1)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΣΙΔ.ΔΙΑΔΡΟΜΟΥ «Σ.Σ.ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ-ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ»					
Χ.Θ.ΑΡΧΗΣ	Χ.Θ.ΠΕΡΑΤΟΣ	ΤΜΗΜΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΟΠΟΙΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ (ΤΜΗΜΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΚΛΙΣΗΣ/ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ)	ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ (m)	S‰	R (m)
0+000	0+350	Σ.Σ. ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΡΧΙΚΟ ΤΜ.ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	350	2,46	
0+350	0+463	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	113		5000
0+463	3+434	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	2971	25,00	
3+434	3+530	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	96		10000
3+530	4+609	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	1079	15,50	
4+609	4+704	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	95		10000
4+704	8+294	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	3590	25,00	
8+249	8+429	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	180		20000
8+429	11+528	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	3099	16,00	
11+528	11+657	ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ	129		7000
11+657	12+768	ΤΕΛΙΚΟ ΤΜ. ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΝΕΑΠΟΛΗ, Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ, ΑΡΧΙΚΟ ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	1111	-2,50	
12+768	12+861	ΑΡΧΙΚΟ ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	93		5000
12+861	16+582	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	3721	-21,00	
16+582	16+669	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	87		20000
16+669	20+462	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	3793	-16,64	
20+462	20+611	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	149		20000
20+611	23+622	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	3011	-24,11	
23+222	23+488	ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ	266		10000
23+488	28+765	ΤΕΛΙΚΟ ΤΜ.ΝΕΑΠΟΛΗ-ΜΑΛΙΑ, Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ, ΑΡΧ.ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	5277	2,50	
28+765	28+900	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	135		10000
28+900	35+229	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	6329	16,00	
35+229	35+453	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	224		8000
35+453	37+278	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	1825	-12,00	
37+278	37+348	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	70		7000
37+348	38+856	ΤΜ.ΜΑΛΙΑ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	1508	-1,83	

S‰: κατά μήκος κλίση, R(m): κατακόρυφη ακτίνα συναρμογής, +: ανωφέρεια, -: κατωφέρεια

Τέλος, με βάση τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ανά τμήμα και τις ελάχιστες οριζοντιογραφικές ακτίνες που εφαρμόζονται σε αυτά, προκύπτουν ενδεικτικά σε αυτό το διερευνητικό στάδιο λειτουργικά στοιχεία για το εκάστοτε σενάριο. Συγκεντρωτικά έχουμε:

## - Για το πρώτο σενάριο:

Πίνακας 4.9 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Ηράκλειο-Χερσόνησος»

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ «ΗΡΑΚΛΕΙΟ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»	ΜΗΚΟΣ (km)	Rmin (m)	Ve(km/h)	Δt(min)
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ - Σ.ΣΤ.ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ	7,816	330	85	6
Σ.ΣΤ. ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ				2
Σ.ΣΤ. ΓΟΥΡΝΕΣ-ΚΟΚΚΙΝΗ ΧΑΝΙ - ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	10,610	380	90	7
ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΓΩ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ				2
ΛΟΙΠΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ				1
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (min)				18
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΘΕΩΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΙΣΧΥΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ				
Δt(min): ο χρόνος διαδρομής ή ο χρόνος αναμονής για τμήματα και σταθμούς αντίστοιχα				
Rmin: Ελάχιστη οριζοντιογραφική ακτίνα που εφαρμόζεται στο τμήμα				

Πίνακας 4.10 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Ν.Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος»

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ «Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»	ΜΗΚΟΣ (km)	Rmin (m)	Ve(km/h)	Δt(min)
Σ.Σ. Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ - Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ	5,861	1000	150	2
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ				2
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ - ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	11,177	300	80	8
ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΓΩ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ				2
ΛΟΙΠΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ				1
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (min)				16
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΘΕΩΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΙΣΧΥΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ				

Πίνακας 4.11 - Λειτουργικά στοιχεία του τμήματος Σ.Γ. «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος»

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ «ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ-ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ»	ΜΗΚΟΣ (km)	Rmin (m)	Ve(km/h)	Δt(min)
Σ.Σ. ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ - Σ.ΣΤ. ΝΕΑΠΟΛΗ	12,380	340	85	9
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ				2
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ - Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ	15,650	800	130	7
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ				2
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ-ΠΕΡΙΟΧΗ Σ.Σ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ	10,306	350	85	7
ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ ΛΟΓΩ ΠΕΡΙΟΧΗΣ Σ.Σ. ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΥ				2
ΛΟΙΠΕΣ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ				1
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (min)				30
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΘΕΩΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΙΣΧΥΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ				

Πίνακας 4.12 - Συνολικός χρόνος και μέση ταχύτητα ανά διαδρομή μεταξύ των τερματικών σταθμών του δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 1

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΓΙΑ ΟΛΟΚΛΗΡΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΕΡΜΑΤ.ΣΤΑΘΜΩΝ		
ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (min)	ΜΕΣΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ (km/h)
«ΗΡΑΚΛΕΙΟ-Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ»	33	68
«ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ-Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ»	46	75
«ΗΡΑΚΛΕΙΟ-ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ»	48	74
ΠΑΡΑΔΟΧΗ: ΤΑ ΙΔΙΑ ΙΣΧΥΟΥΝ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ		

- Για το δεύτερο σενάριο:

Πίνακας 4.13 - Λειτουργικά στοιχεία της Σ.Γ. του προτεινόμενου σεναρίου 2

ΤΜΗΜΑΤΑ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ «ΗΡΑΚΛΕΙΟ-Ν.ΑΕΡΟΛ.ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ-ΑΓ.ΝΙΚΟΛΑΟΣ»	ΜΗΚΟΣ (km)	Rmin (m)	Ve(km/h)	Δt(min)
Σ.Σ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ - Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ	8,651	500	100	6
Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ				2
Σ.ΣΤ.ΕΠΙΣΚΟΠΗ - Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ	13,050	700	120	7
Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ				2
Σ.ΣΤ.ΑΡΚΑΛΟΧΩΡΙ-Σ.Σ.Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ	6,815	550	100	4
Σ.Σ. Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ				4
Σ.Σ. Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ - Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ	5,861	1000	150	2
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ				2
Σ.ΣΤ.ΚΑΣΤΕΛΛΙ-Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ	11,246	300	80	8
Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ				2
Σ.ΣΤ.ΧΕΡΣΟΝΗΣΟΣ-Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ	10,895	350	85	8
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ				2
Σ.ΣΤ.ΜΑΛΙΑ-Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ	15,650	800	130	7
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ				2
Σ.ΣΤ.ΝΕΑΠΟΛΗ-Σ.Σ.ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	12,380	340	85	9
ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΕΣ				3
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ (min)				71
ΧΡΟΝΟΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΩΝ ΚΟΜΒΩΝ/ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ Σ.Σ.				
«ΗΡΑΚΛΕΙΟ-Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ»				28
«ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ-Ν.ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑΣ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ»				45
«ΗΡΑΚΛΕΙΟ-ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ»				71
ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΘΕΩΡΟΥΜΕ ΟΤΙ ΙΣΧΥΟΥΝ ΑΚΡΙΒΩΣ ΤΑ ΙΔΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ				
Δt(min): ο χρόνος διαδρομής ή ο χρόνος αναμονής για τμήματα και σταθμούς αντίστοιχα				
Rmin: Ελάχιστη οριζοντιογραφική ακτίνα που εφαρμόζεται στο τμήμα				

Συνοψίζοντας λοιπόν αναφορικά με τα δύο προτεινόμενα σενάρια:

1) Το πρώτο σενάριο προτείνει ένα σιδηροδρομικό δίκτυο με τρεις κλάδους:

- Νέος Αερολιμένας Καστελλίου – Χερσόνησος
- Ηράκλειο – Χερσόνησος
- Άγιος Νικόλαος – Χερσόνησος



Εικόνα 4.42 - Η εικόνα του σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 1

Αυτό το σενάριο περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός τρισκελούς κόμβου στη Χερσόνησο, με ανάπτυξη κατάλληλου συστήματος αλλαγών/διασταυρώσεων στην περιοχή που θα εξασφαλίζει όλες τις δυνατές μετακινήσεις από όλους προς όλους τους προορισμούς.

Σε σχέση με τα πλεονεκτήματα του σεναρίου 1, μπορούμε να αναφέρουμε:

- Την ευελιξία στις μετακινήσεις: Ο τρισκελής κόμβος στη Χερσόνησο εξασφαλίζει τη δυνατότητα άμεσων μετακινήσεων από όλους προς όλους τους προορισμούς.
- Την καλύτερη κάλυψη τουριστικών περιοχών: Το δίκτυο διέρχεται από περιοχές υψηλού τουριστικού ενδιαφέροντος, ειδικά κοντά στις βόρειες ακτές της Κρήτης.
- Τον συγχρονισμό με το οδικό δίκτυο: Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, το σιδηροδρομικό δίκτυο ακολουθεί μια ζώνη χάραξης στο μεγαλύτερο μήκος της παράλληλα στον Β.Ο.Α.Κ. στον άξονα «Ηράκλειο-Άγιος Νικόλαος» και μια ζώνη διέλευσης πάλι πλησίον του συνδετηρίου Α/Δ από τον οδικό άξονα που εξυπηρετεί τον νέο αερολιμένα, Αυτό το γεγονός μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη οικονομικής και κοινωνικής δραστηριότητας πλησίον των περιοχών των ζωνών διέλευσης.

Σε σχέση με τα μειονεκτήματα του σεναρίου 1, μπορούμε να αναφέρουμε:

- Το κόστος κατασκευής: Η δημιουργία τρισκελούς κόμβου στη Χερσόνησο και οι υποδομές που θα πρέπει να δημιουργηθούν εκεί μπορεί να αυξήσουν σημαντικά το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του δικτύου.
- 2) Το δεύτερο σενάριο περιλαμβάνει έναν ενιαίο κλάδο με δύο τερματικούς σταθμούς σε Ηράκλειο και Άγιο Νικόλαο, με καθορισμό ενδιάμεσου σιδηροδρομικού σταθμού στον Νέο Αερολιμένα Καστελλίου.



Εικόνα 4.43 - Η εικόνα του σιδηροδρομικού δικτύου σύμφωνα με το σενάριο 2

Ως πλεονεκτήματα του σεναρίου αυτού μπορούν να αναφερθούν:

- Η απλούστερη διαμόρφωση: Πιο απλή χάραξη του δικτύου χωρίς ανάγκη για κατασκευή ενός πιο σύνθετου συστήματος με αλλαγές/διασταυρώσεις που αυξάνουν το κόστος
- Η συντομότερη προσέγγιση του Ηρακλείου από τον νέο αερολιμένα: Μέσω αυτής της ζώνης χάραξης επιτυγχάνεται μια πιο σύντομη προσέγγιση του Ηρακλείου από τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι.

Ως μειονεκτήματα του σεναρίου αυτού μπορούν να αναφερθούν:

- Η περιορισμένη ευελιξία: Η ενιαία αυτή διαδρομή δεν παρέχει την ευελιξία για σύντομες μετακινήσεις από όλους προς όλους τους προορισμούς του δικτύου.
- Η μικρότερη κάλυψη τουριστικών περιοχών: Η διαδρομή διέρχεται από λιγότερο δημοφιλείς τουριστικούς προορισμούς και πολύ μακριά από τις ακτές για ένα πολύ μεγάλο μήκος του δικτύου.
- Η ανεπαρκής συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση του κέντρου του Ηρακλείου: Ο κεντρικός σταθμός βρίσκεται σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο της πόλης, και δεν περιλαμβάνει τμήμα για καλύτερη προσέγγιση του κέντρου. Απαιτείται ένα οργανωμένο αστικό μεταφορικό σύστημα που θα μπορέσει να παρέχει καλύτερη στάθμη εξυπηρέτησης προς του επιβάτες οι οποίοι επιθυμούν μέσω των ΜΜΜ να προσεγγίσουν το κέντρο του πολεοδομικού συγκροτήματος.



## 5. Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό διατυπώνονται αρχικά τα βασικά συμπεράσματα σε σχέση με την παρούσα διπλωματική εργασία και τους στόχους που ικανοποιήθηκαν σε σχέση με την αναγνωριστική μελέτη χάραξης του δικτύου. Στη συνέχεια διατυπώνονται επιμέρους ειδικά συμπεράσματα σε σχέση με την πρόταση που τελικά προκρίνεται, γίνονται οι σχετικές παρατηρήσεις και διατυπώνονται προτάσεις. Τέλος, διατυπώνονται οι εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα σχετική με το θέμα της παρούσας εργασίας.

### 5.1 Βασικά συμπεράσματα

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας διερευνήθηκε η δυνατότητα σιδηροδρομικής σύνδεσης του νέου διεθνούς αερολιμένα στο Καστέλλι Ηρακλείου με το Ηράκλειο και τον Άγιο Νικόλαο, στοχεύοντας στον καθορισμό της βέλτιστης εκείνης ζώνης χάραξης ενός προαστιακού/περιφερειακού σιδηροδρομικού δικτύου. Μέσω της αναγνωριστικής μελέτης χάραξης, καθορίστηκαν οι δύο επικρατέστερες ζώνες διέλευσης του σιδηροδρομικού δικτύου, ενώ αναλύθηκαν και παρουσιάστηκαν όλα τα επιμέρους στοιχεία που αφορούν τον γεωμετρικό σχεδιασμό των επιμέρους σιδηροδρομικών τμημάτων.

Η έρευνα έδειξε ότι υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις που συνδέονται με το γεωγραφικό ανάγλυφο της Κρήτης και το μεγάλο υψόμετρο του νέου αερολιμένα στο Καστέλλι. Θα απαιτηθούν τεχνικά έργα για την προσπέλαση του ορεινού όγκου της Κρήτης σε σημεία που αναπόφευκτα η ζώνη χάραξης πρέπει να διέλθει και από αυτά, ωστόσο υπάρχουν πολλαπλά οφέλη του σιδηροδρομικού συστήματος. Το σιδηροδρομικό δίκτυο θα μπορούσε να συνδέει συγκοινωνιακούς κόμβους της Κρήτης με μεγάλο τουριστικό ενδιαφέρον αξιόπιστα και σε γρήγορο χρόνο μέσω των ανεξάρτητων σιδηροδρομικών διαδρόμων του και να παρέχει ένα μέσο σταθερής τροχιάς ικανής στάθμης εξυπηρέτησης για τον μεγάλο αναμενόμενο όγκο επιβατών του νέου αερολιμένα. Αφενός θα είχε τη δυνατότητα να εξυπηρετήσει τις αυξημένες ανάγκες του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου ως προς την επικοινωνία του με τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι, αφετέρου θα μπορούσε να εξυπηρετεί άλλου είδους μετακινήσεις όπως τουριστική κίνηση, τοπικές μετακινήσεις, κλπ.

Στο πλαίσιο της παρούσας διερευνητικής αναγνωριστικής μελέτης χάραξης καθορίζεται η μορφή της ζώνης χάραξης σε επίπεδο οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, όχι ωστόσο και ο αριθμός των γραμμών κυκλοφορίας και ως εκ τούτου η τελική διαμόρφωση της τυπικής διατομής. Οι επιλογές είναι, η σιδηροδρομική γραμμή να διαμορφωθεί είτε μονή σε όλο το δίκτυο, είτε διπλή σε όλο το δίκτυο, είτε τμηματικά μονή και διπλή το οποίο και συγκεντρώνει τις περισσότερες πιθανότητες. Από εκεί και πέρα σε περιοχές σταθμών, όπως ο Σ.Σ. Χερσονήσου του σεναρίου 1 που αποτελεί κομβικό σημείο για τη λειτουργία του δικτύου, μπορεί να απαιτηθεί ο καθορισμός σε συγκεκριμένο τμήμα περισσότερων γραμμών που θα μπορούν να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της χωρητικότητας σχεδιασμού και οι εγκαταστάσεις να είναι πλήρως λειτουργικές. Ο τελικός καθορισμός όλων των τυπικών διατομών των επιμέρους τμημάτων του δικτύου, θα πρέπει να καθοριστεί σε συνέχεια της αναλυτικής τεχνικής διερεύνησης συγκοινωνιακής εξυπηρέτησης και μέσω της χωρητικότητας σχεδιασμού θα μπορέσουν να καθοριστούν τα στοιχεία τυπικών διατομών των κρίσιμων σιδηροδρομικών τμημάτων.

Τέλος, συγκρίνοντας τα δύο εναλλακτικά σενάρια χάραξης, το πρώτο προσφέρει:

- Περισσότερες επιλογές μετακίνησης: Η ύπαρξη τρισκελούς κόμβου στη Χερσόνησο εξασφαλίζει μεγαλύτερη ευελιξία στις μετακινήσεις, επιτρέποντας στους επιβάτες να φτάνουν εύκολα σε διαφορετικούς προορισμούς και με πολλούς διαφορετικούς τρόπους.
- Τουριστική κάλυψη: Το σενάριο 1 εξυπηρετεί καλύτερα τις τουριστικές περιοχές που εντοπίζονται στις ακτές της Βόρειας Κρήτης, κάτι που είναι πολύ σημαντικό για τη

βιωσιμότητα του μεταφορικού συστήματος κατά τη φάση εκμετάλλευσης και τον αντίκτυπο ως προς την τοπική οικονομία και την ανάπτυξη.

- Συγχρονισμός με την ανάπτυξη του οδικού άξονα: Η παράλληλη διαδρομή με τον οδικό άξονα που θα εξυπηρετεί τον νέο αερολιμένα στο Καστέλλι ενισχύει την αναπτυξιακή δυναμική της περιοχής κατά μήκος του δικτύου

Το σενάριο 1 έχει το πλεονέκτημα ότι πολύ μεγαλύτερο τμήμα του δικτύου βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τις ακτές τουριστικού ενδιαφέροντος της Κρήτης και ακολουθεί μια ζώνη χάραξης παράλληλη με τον οδικό άξονα που θα δημιουργηθεί για την εξυπηρέτηση του νέου αερολιμένα. Αυτό καθιστά το δίκτυο ελκυστικότερο για τουριστικές μετακινήσεις και ευνοεί την ανάπτυξη οικονομικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων κατά μήκος του άξονα. Αντίθετα, το σενάριο 2, παρόλο που παρέχει τη δυνατότητα προσέγγισης του Κεντρικού Σιδηροδρομικού Σταθμού (Σ.Σ.) Ηρακλείου σε λίγο καλύτερο χρόνο, δεν παρέχει την ίδια ευελιξία για σύντομες μετακινήσεις από όλους προς όλους τους προορισμούς, ευνοώντας μόνο μερικές από αυτές.

Ως εκ τούτου, το πρώτο σενάριο προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη λύση που εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες των επιβατών, των τουριστών, και της τοπικής ανάπτυξης. Η επιλογή του πρώτου σεναρίου παρέχει μια ισχυρή υποδομή που μπορεί να υποστηρίξει τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη και να προσφέρει υψηλής ποιότητας μεταφορικές υπηρεσίες στους κατοίκους και επισκέπτες της Κρήτης.

## 5.2 Ειδικά συμπεράσματα – παρατηρήσεις – προτάσεις

Το προτεινόμενο σιδηροδρομικό δίκτυο καλύπτει βασικές περιοχές όπως ο νέος αερολιμένας, το πολεοδομικό συγκρότημα Ηρακλείου συμπεριλαμβανομένου του κέντρου του και τον Άγιο Νικόλαο, εξασφαλίζοντας τη σύνδεση των σημαντικών πόλεων και τουριστικών προορισμών της περιοχής μελέτης.

Η ύπαρξη του πολυλειτουργικού τρισκελούς κόμβου στην περιοχή της Χερσονήσου είναι καθοριστική για τη λειτουργία του σιδηροδρομικού δικτύου, την χωρητικότητά του και τη μέγιστη δυνατή συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση που μπορεί να προσφέρει. Ωστόσο για τη βέλτιστη λειτουργία του συστήματος σύμφωνα με το σενάριο 1 θα πρέπει η περιοχή της Χερσονήσου να προσδώσει όλα εκείνα τα γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά στο σύστημα, σύμφωνα με τα οποία θα μπορέσει να υπάρξει η βέλτιστη εκμετάλλευση του σιδηροδρομικού συστήματος με στόχο το καλύτερο δυνατό παρεχόμενο μεταφορικό έργο και τη μέγιστη δυνατή χωρητικότητα σύμφωνα με τις ανάγκες σχεδιασμού.

### Διαφορετικές θεωρήσεις/προσεγγίσεις ως προς τη μορφή του τρισκελούς κόμβου Χερσονήσου

Ο καθορισμός της μορφής της περιοχής του Σ.Σ. Χερσονήσου μπορεί να συμβάλει στη βέλτιστη δυνατή λειτουργική εκμετάλλευση του δικτύου. Η κατάλληλη μορφοποίηση του τρισκελούς κόμβου στη Χερσονήσο επιτρέπει την καλύτερη διαχείριση και διασπορά της επιβατικής κίνησης, μειώνοντας την πίεση στους τερματικούς σταθμούς και διευκολύνοντας τη ροή των επιβατών. Ως εκ τούτου μπορούν να προταθούν τα ακόλουθα σενάρια ως προς τη μορφή της περιοχής που μπορούν να καθορίσουν τελείως διαφορετικά δεδομένα κατά τη φάση εκμετάλλευσης:

- Σενάριο διασύνδεσης όλων των κλάδων με κατάλληλο σύστημα αλλαγών

Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, οι τρεις επιμέρους κλάδοι δεν είναι ανεξάρτητοι, αλλά υπάρχει πλήρης διασύνδεση μεταξύ όλων των κλάδων. Μέσω αυτού του συστήματος αλλαγών θα επιτυγχάνονται όλες οι μετακινήσεις από όλους προς όλους τους προορισμούς και σε όλες τις κατευθύνσεις. Ως εκ τούτου, η υποδομή παρέχει στον επιβάτη τη δυνατότητα να μετακινηθεί απευθείας χωρίς να απαιτείται μετεπιβίβαση σε άλλον συρμό μεταξύ και των 3 τερματικών σταθμών του δικτύου, είτε μιλάμε για τη διαδρομή «Ηράκλειο-Άγιος Νικόλαος», είτε για τη διαδρομή «Ηράκλειο-Ν.Αερολιμένας Καστελλίου», είτε για τη διαδρομή «Άγιος Νικόλαος-

Ν.Αερολιμένας Καστελλίου» και αντίστροφα. Ανάλογα με το πλήθος των γραμμών κυκλοφορίας σε κάθε έναν από τους κλάδους, θα πρέπει να διαμορφωθούν κατάλληλα συστήματα αποβαθρών που θα βελτιστοποιούν την παρεχόμενη χωρητικότητα των επιμέρους τμημάτων.

Περιγράφοντας το σύστημα αποβαθρών/αλλαγών της περιοχής της Χερσονήσου, αρχικά στην απόληξη του δυτικού κλάδου, της διαδρομής «Ηράκλειο-Χερσόνησος», συναντάται το σύστημα αποβαθρών/πλατφορμών 1 και στη συνέχεια ο σιδηροδρομικός διάδρομος μερίζεται προς Καστέλλι στα δεξιά (νότια) και Άγιο Νικόλαο (προς ανατολικά) αντίστοιχα που συνεχίζει στην ευθεία πορεία. Στην απόληξη του ανατολικού κλάδου, της διαδρομής «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος», συναντάται το σύστημα αποβαθρών/πλατφορμών 2 και στη συνέχεια ο σιδηροδρομικός διάδρομος μερίζεται προς Καστέλλι στα αριστερά (νότια) και Ηράκλειο (προς δυτικά) αντίστοιχα που συνεχίζει στην ευθεία πορεία. Στην απόληξη του νοτίου κλάδου, της διαδρομής «Ν.Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος», δεν τοποθετείται κάποιο σύστημα αποβαθρών, ο σιδηροδρομικός διάδρομος αρχικά μερίζεται προς Άγιο Νικόλαο στα δεξιά (ανατολικά) και ευθεία (αριστερός μερισμός) προς τον επόμενο μερισμό. Σύμφωνα με την επόμενη αλλαγή, η γραμμή μερίζεται προς Ηράκλειο στα αριστερά (δυτικά) και ευθεία προς μόρτα γραμμή.

#### - Σενάριο δύο ανεξάρτητων σιδηροδρομικών διαδρόμων

Σύμφωνα με αυτό το σενάριο, διαμορφώνονται δύο τελείως ανεξάρτητοι σιδηροδρομικοί διάδρομοι που τέμνονται ανισόπεδα στον Σ.Σ. Χερσονήσου χωρίς καμία απαίτηση για κατασκευή συστήματος αλλαγών/διασταυρώσεων. Έτσι, θα μπορέσει να δημιουργηθεί ένας πολυεπίπεδος σιδηροδρομικός σταθμός στη συγκεκριμένη θέση στη Χερσόνησο, που θα μπορεί να εξυπηρετεί τις μετακινήσεις προς όλες τις κατευθύνσεις και όλους τους προορισμούς του δικτύου.

Ανάλογα με την τοπογραφία της περιοχής, τον δυσμενέστερο κλάδο του συστήματος από άποψη χωρητικότητας και τις τεχνικές δυνατότητες, μπορούν να διαμορφωθούν δύο ανεξάρτητοι σιδηροδρομικοί διάδρομοι ως εξής:

- Πρώτη Υπόθεση: Το ένα ανεξάρτητο τμήμα να είναι το τμήμα «Ηράκλειο-Χερσόνησος-Άγιος Νικόλαος» με τερματικούς προορισμούς το Ηράκλειο και τον Άγιο Νικόλαο και ενδιάμεσο σταθμό τη Χερσόνησο. Το άλλο ανεξάρτητο τμήμα να είναι το τμήμα «Ν.Αερολιμένας Καστελλίου-Χερσόνησος» με τερματικούς σταθμούς τον Ν.Αερολιμένα Καστελλίου και τη Χερσόνησο, τερματίζοντας στη Χερσόνησο.
- Δεύτερη Υπόθεση: Το ένα ανεξάρτητο τμήμα να είναι το τμήμα «Ηράκλειο-Χερσόνησος-Ν.Αερολιμένας Καστελλίου» με ενδιάμεσο σταθμό τη Χερσόνησο και το άλλο ανεξάρτητο τμήμα να είναι το τμήμα «Άγιος Νικόλαος-Χερσόνησος» με τερματικούς σταθμούς τον Άγιο Νικόλαο και τη Χερσόνησο.

Με αυτόν τον τρόπο, είτε εφαρμοσθεί η πρώτη είτε η δεύτερη υπόθεση, ο Σιδηροδρομικός Σταθμός (Σ.Σ.) Χερσονήσου θα είναι για τον ένα κλάδο τερματικός και για τον άλλον ενδιάμεσος, ενώ θα μπορεί να εξυπηρετεί με τον βέλτιστο δυνατό και ευέλικτο τρόπο όλες τις δυνατές μετεπιβιβάσεις. Παράλληλα, ενισχύεται η παρεχόμενη χωρητικότητα των επιμέρους τμημάτων.

### 5.3 Εισηγήσεις για περαιτέρω έρευνα

Οι στόχοι της παρούσας εργασίας περιορίστηκαν σε θέματα που άπτονται του γεωμετρικού σχεδιασμού του δικτύου, ενώ μέσω αυτού προσδιορίστηκαν και ορισμένα παρεχόμενα λειτουργικά χαρακτηριστικά. Η μελέτη αυτή ως αρχική έρευνα μπορεί να δώσει τη "σκυτάλη" σε περαιτέρω μελέτες που θα μπορέσουν να καταδείξουν εάν το έργο πρέπει να πραγματοποιηθεί και υπό ποια τελικά χαρακτηριστικά. Συγκεκριμένα, δίνονται οι ακόλουθες εισηγήσεις για σχετική περαιτέρω έρευνα:

- Τεχνοοικονομική Ανάλυση Κόστους-Οφέλους και Μελέτη Σκοπιμότητας: Η ολοκλήρωση αυτής της μελέτης θα παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα για την απόφαση υλοποίησης του έργου, αναλύοντας λεπτομερώς τα επιμέρους κόστη και τα οφέλη του.
- Ανάπτυξη Σιδηροδρόμου Υψηλών Ταχυτήτων: Διερεύνηση αναδιαμόρφωσης της τρέχουσας χάραξης με εφαρμογή μεγαλύτερων ακτινών οριζοντιογραφικών καμπυλών και περισσότερα τεχνικά έργα. Εφαρμογή εναλλακτικών σεναρίων με βάση την ταχύτητα μελέτης, το κόστος του έργου και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά για την εκμετάλλευση του δικτύου.
- Σχεδιασμός Σιδηροδρομικού Κόμβου Χερσονήσου: Λεπτομερής σχεδιασμός του τρισκελούς κόμβου της Χερσονήσου, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού των αλλαγών και την χωροθέτηση των περιοχών αποβαθρών σταθμού. Εξέταση όλων των εναλλακτικών σεναρίων διαμόρφωσης της περιοχής και διερεύνηση των λειτουργικών χαρακτηριστικών που παρέχονται ανά περίπτωση.
- Περιβαλλοντική Μελέτη: Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και διερεύνηση της διατάραξης του οικοσυστήματος στην προτεινόμενη ζώνη διέλευσης της γραμμής.
- Εναλλακτικές Προτάσεις Χάραξης: Διάκριση εναλλακτικών προτάσεων χάραξης με βάση την ταχύτητα μελέτης του δικτύου. Συσχέτιση της ταχύτητας μελέτης με το κόστος κατασκευής και την ποιότητα του δικτύου, και εύρεση του ιδανικού σημείου ισορροπίας για τη βέλτιστη απόφαση.
- Αυτοματισμός Σιδηροδρομικού Συστήματος: Διερεύνηση της εφαρμογής υψηλού επιπέδου αυτοματοποίησης στο σιδηροδρομικό σύστημα, με στόχο τη βελτιστοποίηση της ασφάλειας, της μεταφορικής ικανότητας και της αξιοπιστίας, καθώς και την ελαχιστοποίηση του κόστους λειτουργίας.
- Ενεργειακή Διαχείριση: Διερεύνηση της ενσωμάτωσης πράσινων τεχνολογιών, όπως φωτοβολταϊκά πάνελ, για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και την ενεργειακή αυτονομία του σιδηροδρομικού δικτύου.
- Γεωτεχνική Μελέτη: Εκπόνηση γεωτεχνικής μελέτης της ζώνης χάραξης για να διαπιστωθούν οι γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες της περιοχής.
- Διασταυρώσεις με Β.Ο.Α.Κ. και Τοπικές Οδούς: Διερεύνηση ανισόπεδων διαβάσεων και διασταυρώσεων με τον Βόρειο Οδικό Άξονα Κρήτης και άλλες τοπικές οδούς για την εξασφάλιση της ασφάλειας και της λειτουργικότητας του δικτύου.
- Μελέτες Πεζοδιαβάσεων: Σχεδιασμός ανισόπεδων πεζοδιαβάσεων σε καίρια σημεία του δικτύου για την ασφαλή διέλευση πεζών και την ενίσχυση της βιώσιμης αστικής κινητικότητας.
- Αναλυτική Έρευνα για τις Αλλαγές Γεωμετρικών Στοιχείων: Μελέτη της επίδρασης των αλλαγών στα γεωμετρικά στοιχεία της χάραξης στην ταχύτητα και το κόστος του έργου, εξετάζοντας τις επιπτώσεις στην κατασκευαστική και λειτουργική φάση.

Αυτές οι εισηγήσεις προτείνουν ένα πλαίσιο για τη συνέχιση της έρευνας, καλύπτοντας τεχνοοικονομικές, περιβαλλοντικές, γεωτεχνικές, και τεχνικές πτυχές του έργου, και παρέχουν τις βάσεις για την ολοκληρωμένη διερεύνηση και την υλοποίηση ενός βιώσιμου και λειτουργικού σιδηροδρομικού συστήματος.

## 6. Βιβλιογραφία

- [1] Λυμπέρης Κ., Σιδηροδρομική Θεωρία και Εφαρμογές, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία, 2009
- [2] Proflidis V.A., Railway Management and Engineering (Third Edition), London: Routledge, 2006
- [3] Πυργίδης Χ., Συστήματα Σιδηροδρομικών Μεταφορών, Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη: 2015
- [4] Αθανάσιος Μπαλλής, Σημειώσεις μαθήματος Σιδηροδρομικής Τεχνικής, Αθήνα, Παραδόσεις 2022
- [5] Νέος Κανονισμός Επιδομής Γραμμής (ΝΚΕΓ) ΟΣΕ – ΦΕΚ Β' 1156/19-9-2000
- [6] Οργανισμός Σιδηροδρόμων Ελλάδος (ΟΣΕ), Τυπικές διατομές έργων μονής και διπλής σιδηροδρομικής γραμμής για συμβατικό σιδηρόδρομο και σιδηρόδρομο για ταχύτητες  $V \leq 200 \text{ km/h}$  του ΟΣΕ, Αθήνα: ΟΣΕ, 2014
- [7] ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-01-01-10:2021 – Χάραξη Σιδηροδρομικής Γραμμής
- [8] ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-03-01-10:2021 – Γενικές απαιτήσεις στρώσης σιδηροδρομικών γραμμών - Γεωμετρικές ανοχές - Τυπικές διατομές
- [9] ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-07-03-01-20: 2021 – Επιδομή Σιδηροδρομικής γραμμής
- [10] Δήλωση Δικτύου ΟΣΕ 2023
- [11] Γενικός Κανονισμός Κινήσεως ΟΣΕ (ΦΕΚ Β' 698/1-3-2019)
- [12] Μαυρομάτης Σ., Σημειώσεις για το μάθημα ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΔΩΝ, Τεύχος Α: Στοιχεία Σχεδιασμού, Αθήνα, 2023
- [13] Κανελλαΐδης Γ. – Μερτζάνης Φ. – Γλαρός Γ. – Βαρδάκη Σ., Σημειώσεις Γεωμετρικού Σχεδιασμού των Οδών, Αθήνα, 2017
- [14] Μερτζάνης Φ, Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών με Η/Υ, Εγχειρίδιο χρήσης λογισμικού FM19, Αθήνα 2024
- [15] Satish C., Railway Engineering, Oxford University Press, 2007
- [16] Sirong Y., Principles of Railway Location and Design, Elsevier, 2018
- [17] Xinjie Wan, Hao Pu, Paul Schonfeld, Taoran Song, Wei Li, Lihui Peng, Jianping Hu, Ming Zhang, Mountain railway alignment optimization based on landform recognition and presetting of dominating structures, 2023 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/mice.13073>)
- [18] Hao Pu-Hong Zhang-Wei Li-Jiaxing Xiong-Jianping Hu-Jie Wang, Mountain railway alignment optimization based on landform recognition and presetting of dominating structures, 2018
- [19] Rail Baltica Design guidelines – Railway Alignment / RBDG-MAN-013-0105 / 07-06-2021
- [20] Protonotarios D., Study for the development of a railway network in Crete, Greece, Stockholm 2012 (Royal Institute of Technology)
- [21] Εργαστήριο Σχεδιασμού και Ανάπτυξης Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων – Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης – Πολυτεχνείο Κρήτης, Ποιοτική Έρευνα Τουρισμού για την Κρήτη

- [22] Ε 01.01.20 – ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΝΤΑΞΗΣ ΣΧΕΔΙΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ / Ε 1.0 / 28-4-2009
- [23] ΥΠΕΧΩΔΕ, ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΝΕΟΥ ΑΕΡΟΛΙΜΕΝΑ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ, 2009
- [24] International Airport of Heraklion, Crete, CSR Strategy
- [25] ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε., ΦΑΚΕΛΟΣ ΕΡΓΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΑΣΜΟΣ-ΠΟΛΥΑΝΘΟΣ, ΑΘΗΝΑ, 2023
- [26] ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε., ΦΑΚΕΛΟΣ ΕΡΓΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΤΗ-ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ, ΑΘΗΝΑ, 2023
- [27] Ο.Σ.Ε., ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ «ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΗΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΛΑΡΙΣΑΣ-ΒΟΛΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ ΛΑΤΟΜΕΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΑΓΧΙΑΛΟΥ ΚΑΙ ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΜΥΡΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ ΜΗΚΟΥΣ 34,9ΚΜ»
- [28] Δεληγιάννης Λ., Εκτίμηση κόστους κατασκευής σιδηροδρομικών έργων, Αθήνα: ΕΜΠ, 2014 (Διπλωματική Εργασία)
- [29] Αλαμάνος Γ., Σύγκριση Σιδηροδρομικής με Οδική Χάραξη, Αθήνα: ΕΜΠ, 2017 (Διπλωματική Εργασία)
- [30] Χατζηαθανασίου Α., Συμβολή στη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος αξιολόγησης σιδηροδρομικών τεχνικών έργων, Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ, 2009 (Διπλωματική Εργασία)
- [31] <https://www.era.europa.eu/>
- [32] <https://uic.org/>
- [33] <https://www.railjournal.com/>
- [34] <https://septrainose.gr/article/15032>
- [35] <https://ose.gr/>
- [36] <https://www.ergose.gr/>
- [37] <https://www.emetro.gr/>
- [38] <https://www.trackopedia.com/>
- [39] <https://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>
- [40] <https://www.calcfun.eu/calculate-75-convert-coordinates-wgs84-to-egsa87.html>
- [41] [https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12235404\\_03.pdf](https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12235404_03.pdf)
- [42] <https://www.youtube.com/watch?v=-t8ObQvXsyw>
- [43] [https://en.wikipedia.org/wiki/Railway\\_track](https://en.wikipedia.org/wiki/Railway_track)
- [44] [https://en.wikipedia.org/wiki/Track\\_geometry](https://en.wikipedia.org/wiki/Track_geometry)
- [45] [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Union\\_of\\_Railways](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Union_of_Railways)
- [46] [https://en.wikipedia.org/wiki/Rail\\_transport](https://en.wikipedia.org/wiki/Rail_transport)
- [47] [https://en.wikipedia.org/wiki/Double-track\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Double-track_railway)
- [48] [https://el.wikipedia.org/wiki/Κρητικός\\_Σιδηρόδρομος](https://el.wikipedia.org/wiki/Κρητικός_Σιδηρόδρομος)
- [49] [https://en.wikipedia.org/wiki/Quadruple-track\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Quadruple-track_railway)
- [50] <https://civengtech.com/railway-track-alignment/>
- [51] [https://el.wikipedia.org/wiki/Νέος\\_Διεθνής\\_Αερολιμένας\\_Ηρακλείου\\_Κρήτης](https://el.wikipedia.org/wiki/Νέος_Διεθνής_Αερολιμένας_Ηρακλείου_Κρήτης)
- [52] <https://ered.gr/real-estate-news/french-alstom-express-interest-in-building-a-suburban-rail-in-heraklion-crete>
- [53] <https://www.candiadoc.gr/2021/06/12/agnostes-fotografies-1941-o-koyles/>
- [54] [https://el.wikipedia.org/wiki/Σιδηροδρομική\\_Γραμμή\\_Ηρακλείου\\_Κρήτης\\_-\\_Λατομείου\\_Εσταυρωμένου](https://el.wikipedia.org/wiki/Σιδηροδρομική_Γραμμή_Ηρακλείου_Κρήτης_-_Λατομείου_Εσταυρωμένου)

- [55] <https://patris.gr/2024/04/05/ferre-mas-protasi-to-treno/>
- [56] <http://traincorse.free.fr/>
- [57] [https://en.wikipedia.org/wiki/Chemins\\_de\\_fer\\_de\\_la\\_Corse](https://en.wikipedia.org/wiki/Chemins_de_fer_de_la_Corse)
- [58] [https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines\\_4139/](https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines_4139/)
- [59] <https://www.ekriti.gr/kriti/synantisi-me-ton-prothypoyrgo-gia-ti-dimioyrgia-trenoy-stin-kriti>
- [60] [https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic\\_train\\_operation](https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_train_operation)
- [61] [https://en.wikipedia.org/wiki/Elevated\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Elevated_railway)
- [62] <https://www.internationalairportreview.com/article/184100/2023-new-year-new-challenges-airport-heraklion-crete/>
- [63] [https://www.stepc.gr/wp-content/uploads/2020/09/Erevna-Tourismou\\_Kritil\\_Polyt\\_Kritis.pdf](https://www.stepc.gr/wp-content/uploads/2020/09/Erevna-Tourismou_Kritil_Polyt_Kritis.pdf)
- [64] <https://www.tanea.gr/2008/12/06/greece/to-treno-tha-sfyriksei-stin-kriti/amp/>
- [65] <https://creta24.gr/i-kriti-chanei-to-treno-ton-sidirodromon/>
- [66] [https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines\\_4139/](https://www.brainkart.com/article/Selection-of-a-Good-Alignment-of-Railway-Lines_4139/)
- [67] [https://www.ergose.gr/project/anavathmisi\\_ska\\_oinoi](https://www.ergose.gr/project/anavathmisi_ska_oinoi)
- [68] [https://en.wikipedia.org/wiki/Interchange\\_station](https://en.wikipedia.org/wiki/Interchange_station)
- [69] <https://www.skyscrapercity.com/threads/misc-curved-platforms-on-a-station.2037123/>
- [70] [https://en.wikipedia.org/wiki/Platform\\_gap](https://en.wikipedia.org/wiki/Platform_gap)
- [71] <https://www.train-corse.com/en/network>
- [72] <https://www.bbc.com/travel/article/20231023-corsicas-trinicellu-europes>
- [73] <https://fonimaleviziou.gr/2023/03/24/kritikos-sidirodromos-polla-ta-schediakai-oi-protaseis-omos-ti-egine-praxi/>
- [74] [https://en.wikipedia.org/wiki/Metre-gauge\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Metre-gauge_railway)
- [75] <https://news.qtp.gr/2023/01/16/cretes-heraklion-airport-marks-3-5-increase-in-2022-over-2019/>

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ**



## Π1. Εννοιολογικοί προσδιορισμοί

**Άξονας σιδηροδρομικής γραμμής:** Η χωρική καμπύλη που καθορίζει τη θέση της οδού. Στην περίπτωση της μονής σιδηροδρομικής γραμμής συμπίπτει με τη μέση γραμμή του καταστρώματος της σιδηροδρομικής γραμμής (απόκλιση παρουσιάζεται στις καμπύλες που έχουν διαπλατυνθεί).

**Διατομή σιδηροδρομικού διαδρόμου:** Η τομή σιδηροδρομικού διαδρόμου και εδάφους από κατακόρυφο επίπεδο κάθετο στον άξονά του.

**Διατομή σιδηροδρομικής γραμμής σε όρυγμα:** Η διατομή στην οποία ολόκληρο το κατάστρωμα του σιδηροδρομικού διαδρόμου βρίσκεται χαμηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους

**Διατομή σιδηροδρομικής γραμμής σε επίχωμα:** Η διατομή στην οποία ολόκληρο το κατάστρωμα του σιδηροδρομικού διαδρόμου βρίσκεται ψηλότερα από την επιφάνεια του εδάφους

**Μικτή διατομή σιδηροδρομικής γραμμής:** Η διατομή της οποίας ένα μέρος είναι σε όρυγμα και το άλλο σε επίχωμα

**Σιδηροδρομικός διάδρομος κυκλοφορίας:** Πρόκειται για τον διάδρομο που αποτελείται από δύο σιδηροτροχιές, επί των οποίων κυλιεται το σιδηροδρομικό όχημα μέσω των χαλύβδινων τροχών που φέρει. Στον σύγχρονο σιδηρόδρομο, συνήθως απαιτείται τουλάχιστον μια σιδηροδρομική γραμμή αποκλειστικά για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας, ενώ σε σιδηροδρομικά δίκτυα με μεγάλη κυκλοφορία πολλές φορές απαιτείται και δεύτερος διάδρομος ανά κατεύθυνση που θα διαχωρίζει την κίνηση με τα βραδυπορούντα οχήματα.

**Σιδηροδρομικός σταθμός:** σύστημα σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων με τουλάχιστον μια αλλαγή, όπου οι συρμοί μπορούν να αναχωρούν, να αφικνούνται να αλλάζουν κατεύθυνση και να αναστρέφουν.

**Σιδηροδρομική στάση:** η εγκατάσταση η οποία εξυπηρετεί μόνο επιβίβαση/αποβίβαση επιβατών και ο διερχόμενος συρμός δεν έχει καμία δυνατότητα οποιουδήποτε ελιγμού

**Πλάτος κατάληψης σιδηροδρομικής γραμμής:** Η οριζόντια απόσταση που ορίζεται από τις τομές του φυσικού εδάφους με τα πρηνή της σιδηροδρομικής γραμμής

**Πλάτος απαλλοτρίωσης σιδηροδρομικής γραμμής:** Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των ορίων απαλλοτρίωσης. Περιλαμβάνει το εύρος κατάληψης της σιδηροδρομικής γραμμής (μονής ή πολλαπλής) και ελεύθερο χώρο, και καθορίζει τα όρια της ιδιοκτησίας στο σιδηροδρομικό έργο.

**Ζώνη κατάληψης σιδηροδρομικής γραμμής:** Η περιοχή του εδάφους που ορίζεται από το πλάτος κατάληψης της Σ.Γ.

**Ζώνη απαλλοτρίωσης σιδηροδρομικής γραμμής:** Η περιοχή του εδάφους που ορίζεται από το πλάτος απαλλοτρίωσης της Σ.Γ.

**Επιδομή:** αποτελείται από το έρμα (σκύρα), τους στρωτήρες, το μικρό υλικό, τις σιδηροτροχιές και τις συσκευές γραμμής

**Συσκευές γραμμής:** νοούνται οι πάσης φύσεως αλλαγές και διασταυρώσεις καθώς και οι συσκευές διαστολής

**Μικρό υλικό:** αποτελείται από τους συνδέσμους, τα παρεμβλήματα, τις ροδέλες, τα βλήτρα παντός είδους, τα ελαστικά υποθέματα και τους αμφιδέτες

**Ανισόπεδη διάβαση:** πρόκειται για την ανισόπεδη διασταύρωση της σιδηροδρομικής γραμμής και της οδού. Προϋποθέτει την ύπαρξη τεχνικού έργου στην τομή τους.

**Ισόπεδη διάβαση:** χαρακτηρίζεται η ισόπεδη διασταύρωση της σιδηροδρομικής γραμμής και της οδού

**Υπόστρωμα επιδομής ή στέψη υποδομής:** είναι το τμήμα της υποδομής που κατασκευάζεται σε πάχος 30 εκ. κάτω από την επιδομή. Αποτελεί δηλαδή την ενδιάμεση στρώση μεταξύ των σκύρων της γραμμής και του σιδηροδρομικού επιχώματος. Κατασκευάζεται συνήθως από κατάλληλα διαβαθμισμένο θραυστό υλικό. Οι αντοχές των χρησιμοποιούμενων υλικών για την κατασκευή του πρέπει να ικανοποιούν την οδηγία UIC 719R.

**Στρώση διαμόρφωσης:** είναι η ανώτερη στρώση του επιχώματος κάτω από το υπόστρωμα επιδομής.

**Υποδομή σιδηροδρομικού διαδρόμου:** είναι το σύνολο των στρώσεων του συμπυκνωμένου και διαμορφωμένου εδαφικού υλικού το οποίο βρίσκεται κάτω από υπόστρωμα επιδομής.

**Μόρτα ή νεκρή γραμμή:** Ονομάζεται η αδιέξοδος γραμμή

**Ερυθρά της μηκοτομής:** Ορίζεται η άνω στάθμη της κεφαλής της σιδηροτροχιάς (Υ.Κ.Σ.)

**Ερυθρά της μηκοτομής (σε πιο αρχικά στάδια μελετών):** Ορίζεται ως η στέψη της υποδομής, το σημείο πάνω στον άξονα του σιδηροδρομικού διαδρόμου

**Εξοπλισμός γραμμής:** Ονομάζονται οι συσκευές και τα μικροϋλικά στο σύνολό τους, που τοποθετούνται στη Σ.Γ. και είναι απαραίτητα για τη λειτουργία ενός συστήματος αυτοματισμού σιδηροδρομικού συστήματος (Σηματοδότησης, Ηλεκτροκίνησης, ΑΣΙΔ, Τηλεπικοινωνιών).

**Σύστημα ΑΣΙΔ:** Η/Μ Σύστημα αυτόματης εξασφάλισης ισόπεδης διάβασης (ΑΣΙΔ) με φωτεινά, ηχητικά σήματα και ημιδρύφακτα

**Περιοχή ΑΣΙΔ:** Το τμήμα της γραμμής που περιλαμβάνεται μεταξύ των δύο εκατέρωθεν της ΙΔ διατάξεων ανίχνευσης της αμαξοστοιχίας που διέρχεται (διατάξεις εντολής κατάληψης της ΙΔ).

**Σταθμός:** Σιδηροδρομική εγκατάσταση όπου υπάρχει το κτίριο του σταθμού, με τις αποβάθρες και τις τροχιές κυκλοφορίας και παρακαμπτήριες

**Στάση:** Σιδηροδρομική εγκατάσταση όπου υπάρχει αποβάθρα και μόνο κύριες τροχιές κυκλοφορίας χωρίς παρακαμπτήριες

**Τμήμα αποκλεισμού:** Τμήμα σιδηροδρομικής γραμμής στο οποίο επιτρέπεται η είσοδος αμαξοστοιχίας, μόνο όταν αυτό είναι ελεύθερο από οποιοδήποτε όχημα

**Κύρια γραμμή:** Το τμήμα της ΣΓ το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ των κύριων σημάτων καλύψεως δύο συνακόλουθων σε λειτουργία σταθμών.

**Εύρος γραμμής:** Η απόσταση μεταξύ των εσωτερικών παρειών των κεφαλών 2 σιδηροτροχιών

**Περιτύπωμα οχήματος:** η επιφάνεια που έχει καθοριστεί κατά πλάτος και καθ' ύψος, το περιγράμμα (περιβάλλουσα) του οποίου περιέχει όλες τις ακραίες θέσεις που μπορεί να λάβει ένα όχημα λόγω της δυναμικής του συμπεριφοράς (ταλαντώσεις, θέσεις σε καμπύλη, κ.ά.)

**Στατικό περιτύπωμα:** Το περιτύπωμα που προκύπτει από τις οριακές διαστάσεις ενός οχήματος σε στάση, σε ευθυγραμμία και οριζόντιο επίπεδο και με τον κατακόρυφο άξονα να τέμνει κάθετα τον κατά μήκος άξονα της γραμμής

**Κινηματικό περιτύπωμα:** περιβάλλει το στατικό περιτύπωμα, είναι δυσμενέστερο και καθορίζεται από τις εγκάρσιες και κατακόρυφες μετατοπίσεις του οχήματος κατά την κίνηση, τη θέση του στην καμπύλη (οριζοντιογραφικά και υψομετρικά), την κλίση του ως προς την κατακόρυφο λόγω της ανεπάρκειας ή του πλεονάσματος υπερύψωσης, της στροφής του περί τον πόλο και των φθαρμένων αναρτήσεων

**Περιτύπωμα σταθερών εμποδίων:** το δυσμενέστερο περιτύπωμα, περιβάλλει και το κινηματικό περιτύπωμα σε μια σταθερή απόσταση που καθορίζεται από τις ανάγκες και τους κανονισμούς του κάθε Σιδηροδρομικού Οργανισμού

**Γραμμές κανονικού εύρους:** Οι γραμμές με εύρος γραμμής ίσο με 1435mm

**Φορείο :** σύστημα δύο αξόνων - βάση που αποτελείται από 2 άξονες και στηρίζουν το αμάξωμα του σιδηροδρομικού οχήματος. Μπορούν πολλά διαδοχικά φορεία να στηρίζουν το αμάξωμα. 1 φορείο μπορεί να έχει και 3 άξονες, οπότε διαξονικό φορείο, τριαξονικό, κοκ. Τα φορεία προσφέρουν καλύτερη εγγραφή των οχημάτων στις καμπύλες. Τα φορεία επίσης βοηθούν στη δυναμική άνεση των επιβατών

**Φορείο Jacob:** 2 αμαξώματα στο ίδιο φορείο

**Χωρητικότητα:** ως χωρητικότητα ή κυκλοφοριακή ικανότητα C μιας σιδηροδρομικής γραμμής νοείται ο αριθμός των αμαξοστοιχιών που μπορούν να κυκλοφορήσουν μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε μια γραμμή, λαμβανομένων υπόψη των ειδικών συνθηκών εκμετάλλευσης και λειτουργίας της εν λόγω γραμμής και την τήρηση ορισμένων περιορισμών που εξασφαλίζουν ένα αποδεκτό επίπεδο εξυπηρέτησης

**Γραμμή :** μια γραμμή συνδέει δύο πολύ σημαντικούς σταθμούς. Αποτελείται από περισσότερα τμήματα γραμμής.

**Τμήμα γραμμής:** ένα τμήμα γραμμής συνδέει δύο σταθμούς υπέρβασης ή διασταύρωσης (γενικά μη γειτονικούς) ή δύο διακλαδώσεις, με την προϋπόθεση ότι στο μεταξύ τους διάστημα δεν υπάρχουν αισθητές μεταβολές όσον αφορά το συνολικό αριθμό των διερχόμενων αμαξοστοιχιών (η μεταβολή να μην υπερβαίνει το 10%), τη σχετική αναλογία των διαφόρων τύπων αμαξοστοιχιών (επιβατικές, εμπορικές, κλπ). Ένα τμήμα γραμμής γενικά αποτελείται από περισσότερα του ενός υπομήματα γραμμής.

**Υπομήμα γραμμής:** ένα υπομήμα γραμμής συνδέει δύο γειτονικούς σταθμούς υπέρβασης ή διασταύρωσης καθώς και ένα σταθμό υπέρβασης ή σταθμό διασταύρωσης με μια διακλάδωση

**Κρίσιμο υπομήμα γραμμής:** το κρίσιμο υπομήμα γραμμής είναι το υπομήμα εκείνο ενός δεδομένου τμήματος γραμμής που παρουσιάζει τη μικρότερη χωρητικότητα ή ισodύναμα τον μεγαλύτερο χρόνο διαδρομής των διερχόμενων από αυτό αμαξοστοιχιών. Η χωρητικότητα υπολογίζεται στο κρίσιμο υπομήμα του υπό εξέταση τμήματος γραμμής και εκφράζεται σε αριθμό αμαξοστοιχιών ανά χρονικό διάστημα (24ωρο, 12ωρο, κλπ).

**Διαχειριστής υποδομής:** η εταιρεία που είναι υπεύθυνη κυρίως για την εγκατάσταση και τη συντήρηση της σιδηροδρομικής υποδομής καθώς και των συστημάτων ελέγχου και ασφαλείας

**Δίκτυο:** το σύνολο της σιδηροδρομικής υποδομής το οποίο διαχειρίζεται ο Διαχειριστής Υποδομής

**Εθνική σιδηροδρομική υποδομή:** η σιδηροδρομική υποδομή που βρίσκεται εντός της ελληνικής επικράτειας, όπως και κάθε μελλοντική επέκτασή της

**Κατανομή:** η κατανομή της χωρητικότητας σιδηροδρομικής υποδομής από τον Διαχειριστή Υποδομής

**Κορεσμένη υποδομή:** τμήμα υποδομής για το οποίο η ζήτηση χωρητικότητας υποδομής δεν μπορεί να ικανοποιηθεί πλήρως κατά τη διάρκεια ορισμένων περιόδων μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας συντονισμού.

**Σιδηροδρομική διαδρομή:** η χωρητικότητα υποδομής που απαιτείται για να κινηθεί ένας συρμός μεταξύ δύο τόπων σε δεδομένο χρονικό διάστημα.

**Πίνακας δρομολογίων:** τα δεδομένα που καθορίζουν όλες τις προγραμματισμένες κινήσεις συρμών και τροχαιού υλικού που λαμβάνουν χώρα στην εν λόγω υποδομή κατά την περίοδο ισχύος του πίνακα.

**Διαδρομή:** γραμμή ή τμήμα γραμμής που αποτελεί διακριτό τμήμα του δικτύου, εφόσον βρίσκεται ανάμεσα σε καίριους/κύριους συγκοινωνιακούς κόμβους δικτύου.

**Συγκοινωνιακός κόμβος δικτύου:** συγκεκριμένη γεωγραφική θέση/σταθμός του δικτύου που χρησιμεύει για την εξασφάλιση της κυκλοφορίας ή/και για την εξυπηρέτηση πελατών (επιβατών ή/και εμπορευμάτων).

**Τερματικός σταθμός:** ορίζεται ο σταθμός στον οποίο οι σιδηροδρομικές γραμμές τερματίζουν και ο οποίος συνδέεται με το υπόλοιπο σιδηροδρομικό δίκτυο κατά μια μόνο κατεύθυνση

**Επιβατικός σταθμός:** ορίζεται ο σταθμός που εξυπηρετεί επιβατική κίνηση, χωρίς όμως να εξαντλείται η λειτουργία/ρόλος του στην εξυπηρέτηση επιβατών. Τέτοιοι θα είναι οι σταθμοί του υπό διερεύνηση σιδηροδρομικού δικτύου μας στην Κρήτη.

**Εμπορευματικός σταθμός:** ορίζεται ο σταθμός που εξυπηρετεί εμπορευματική κίνηση, χωρίς όμως να εξαντλείται η λειτουργία/ρόλος του στη διακίνηση εμπορευμάτων.

**Στατικό περιτύπωμα τροχαιού υλικού:** είναι το μέγιστο περίγραμμα που καταλαμβάνει ο συρμός σε στάση (βλ. παράρτημα 1 - τυπικές διατομές ΟΣΕ)

**Μονή σιδηροδρομική γραμμή:** μονός σιδηροδρομικός διάδρομος, αποτελούμενος από μια σιδηροδρομική γραμμή, με 2 σιδηροτροχιές, μεικτής προς όλες τις κατευθύνσεις

**Πολλαπλή σιδηροδρομική γραμμή:** πολλαπλός σιδηροδρομικός διάδρομος, αποτελούμενος από 2 ή παραπάνω διαδρόμους (σιδ. γραμμές) κυκλοφορίας και εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο η αποκλειστική διέλευση συρμών ανάλογα με την κατεύθυνσή τους. Σιδηροδρομική γραμμή περισσότερων των 2 γραμμών μπορεί να διαχωρίζει την κίνηση μεταξύ συρμών υψηλών ταχυτήτων και βραδυκίνητων, κάτι που μπορεί να βελτιστοποιήσει τη συχνότητα δρομολόγησης. Ο αριθμός των γραμμών κυκλοφορίας είναι βασικό στοιχείο που καθορίζει την χωρητικότητα της γραμμής.

**Ταχύτητα μελέτης ή σχεδιασμού γραμμής ( $V_{σχ}$ ):** η ταχύτητα με την οποία μελετήθηκε η χάραξη της γραμμής και διαστασιολογήθηκε και κατασκευάστηκε η σιδηροδρομική υποδομή (επιδομή, υπόβαση, τεχνικά έργα, εγκαταστάσεις). Εκφράζει ουσιαστικά τη μέγιστη ταχύτητα με την οποία ένας συρμός μπορεί να κυκλοφορήσει σε μια συγκεκριμένη σιδηροδρομική υποδομή με ασφάλεια και άνεση.

**Επιτρεπόμενη ταχύτητα γραμμής ( $V_{maxy}$ ):** η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα τμήμα γραμμής τη στιγμή που δρομολογείται ένας συρμός. Η ταχύτητα αυτή καθορίζεται από το Διαχειριστή Σιδηροδρομικής Υποδομής (ΔΥ) ενός σιδηροδρομικού δικτύου, λαμβάνοντας υπόψη τη δεδομένη κατάσταση της ποιότητας της σιδηροδρομικής υποδομής. Η επιτρεπόμενη ταχύτητα γραμμής εξαρτάται άμεσα από το επίπεδο συντήρησης της γραμμής.

**Μέγιστη ταχύτητα πορείας συρμού ( $V_{max}$ ):** η μέγιστη ταχύτητα που αναπτύσσει ένας συγκεκριμένος τύπος συρμού σε μια συγκεκριμένη γραμμή εκτελώντας ένα προγραμματισμένο

δρομολόγιο. Η ταχύτητα αυτή μπορεί να αναφέρεται μόνο σε ένα μικρού μήκους τμήμα γραμμής, μπορεί όμως να αναπτύσσεται και στο μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής.

**Λειτουργική ταχύτητα συρμού ( $V_L$ ):** η ταχύτητα που αναπτύσσει στο μεγαλύτερο τμήμα της διαδρομής (πχ στα 2/3 του μήκους της διαδρομής) ένας συγκεκριμένος τύπος συρμού εκτελώντας ένα προγραμματισμένο δρομολόγιο.

**Ταχύτητα διέλευσης συρμού ( $V_d$ ):** η σταθερή ταχύτητα με την οποία ένας συρμός διέρχεται από ένα συγκεκριμένο, μικρού μήκους, «χαρακτηριστικό» τμήμα γραμμής (π.χ. διέλευση από μια σήραγγα, από σχηματισμό γραμμής (αλλαγές τροχιάς), διέλευση από περιοχή σταθμών, διέλευση ενός καμπύλου οριζοντιογραφικά τμήματος, κτλ.).

**Στιγμιαία ταχύτητα συρμού ( $V_t$ ):** η ταχύτητα διέλευσης από ένα συγκεκριμένο χιλιομετρικό σημείο μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

**Εμπορική ταχύτητα ή μέση ταχύτητα διαδρομής ή ταχύτητα εκμετάλλευσης ( $V_e$ ):** το πηλίκο του μήκους μιας σιδηροδρομικής διαδρομής (συνήθως μεταξύ των δύο τερματικών σταθμών ή μεταξύ δύο σημαντικών ενδιάμεσων σταθμών) προς τον χρόνο στον οποίο αυτή διανύεται, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου όλων των ενδιάμεσων σταθμεύσεων και καθυστερήσεων. Η εμπορική ταχύτητα αναφέρεται πάντοτε σε ένα συγκεκριμένο τύπο συρμού και σε μια συγκεκριμένη διαδρομή.

**Μέση ταχύτητα πορείας ( $V_{μη}$ ):** το πηλίκο του μήκους διάνυσης ενός διαστήματος (τμήματος) γραμμής (συνήθως μεταξύ δύο διαδοχικών στάσεων) προς το χρόνο διάνυσης υπό ομαλές συνθήκες κυκλοφορίας (π.χ. χωρίς απρόβλεπτες καθυστερήσεις). Η μέση ταχύτητα πορείας αναφέρεται πάντοτε σε ένα συγκεκριμένο τύπο συρμού και σε ένα συγκεκριμένο τμήμα γραμμής.

**Κατασκευαστική ταχύτητα ή ταχύτητα σχεδιασμού τροχαίου υλικού ( $V_{maxtr}$ ):** η μέγιστη ταχύτητα που σύμφωνα με τον κατασκευαστή του μπορεί να αναπτύξει ένας συγκεκριμένος τύπος έλκοντος οχήματος ή με την οποία μπορεί να κινηθεί ένα ελκόμενο όχημα ή τέλος η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει μια αυτοκινητάμαξα συγκεκριμένης σύνθεσης και ελκτικών στοιχείων, λαμβάνοντας υπόψη το σύστημα έλξης (ντηζελοκίνηση ή ηλεκτροκίνηση), το ελκόμενο βάρος, τα γεωμετρικά στοιχεία της χάραξης (μηκοτομή, οριζοντιογραφία) και θεωρώντας πολύ καλή ποιότητα οδού μεταφοράς.

**Κατώτερη υπόστρωση έρματος:** τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να διαμορφώνει την κλίση της γραμμής. Πάνω σε αυτήν τη στρώση εδράζεται η εσχάρα της γραμμής και μέσω αυτής της στρώσης και επομένως με την κλίση της γραμμής διαμορφώνεται η επίκλιση του κάθε σιδηροδρομικού διαδρόμου.

**Ανώτερη υπόστρωση έρματος:** στοχεύει να σταθεροποιήσει την εσχάρα της γραμμής και να εγκιβωτίσει τους στρωτήρες, προσδίδοντας τη μεγαλύτερη δυνατή συνοχή στο έργο της επιδομής, το οποίο στόχος μας είναι να λειτουργεί ως μια ενότητα και η στέψη του, ο "σιδηρός" δρόμος, οι δύο σιδηροτροχιές να αποτελούν έναν σταθερό και ασφαλή διάδρομο κυκλοφορίας των συρμών. Το πάχος της ανώτερης αυτής υπόστρωσης κυμαίνεται στα 15-20 cm.

**Ταχύτητα ισορροπίας καμπύλων τμημάτων:** η ιδεατή αυτή ταχύτητα του σιδηροδρομικού οχήματος στα καμπύλα τμήματα της γραμμής όταν βρίσκεται σε δυναμική κατάσταση ισορροπίας, δηλ. όταν η εφαρμοζόμενη υπερύψωση εξουδετερώνει πλήρως τη φυγόκεντρη δύναμη και οι δύο σιδηροτροχιές καταπονούνται ακριβώς το ίδιο.

**Περίσσεια εγκάρσια επιτάχυνση ή μη εξισορροπούμενη φυγόκεντρος επιτάχυνση:** η επιτάχυνση που δεν εξισορροπείται κατά την κίνηση ενός συρμού σε καμπύλη, όταν αυτός κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερη της ταχύτητας ισορροπίας. Σε αυτήν την περίπτωση έχουμε ανεπάρκεια υπερύψωσης

**Έλλειμμα εγκάρσιας επιτάχυνσης:** έχουμε όταν κινείται στην καμπύλη συρμός με ταχύτητα μικρότερη της ταχύτητας ισορροπίας. Ως εκ τούτου η φυγόκεντρος δύναμη εξισορροπείται από ένα μόνο μέρος της εφαρμοζόμενης υπερύψωσης, και το υπόλοιπο περισσεύει.

## **Π2. Τυπικές διατομές ελληνικών σιδηροδρόμων (ΟΣΕ)**

ΠΗΓΗ: [6]

### **ΜΟΝΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ**

- A. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΝΟΙΧΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ
- B. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΓΕΦΥΡΑ
- Γ. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ
  - 1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΣΚΥΡΟΓΡΑΜΜΗ
  - 2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΟΠΟΥ ΟΛΟ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΕΙΝΑΙ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ
  - 3. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΠΙΔΟΜΗ

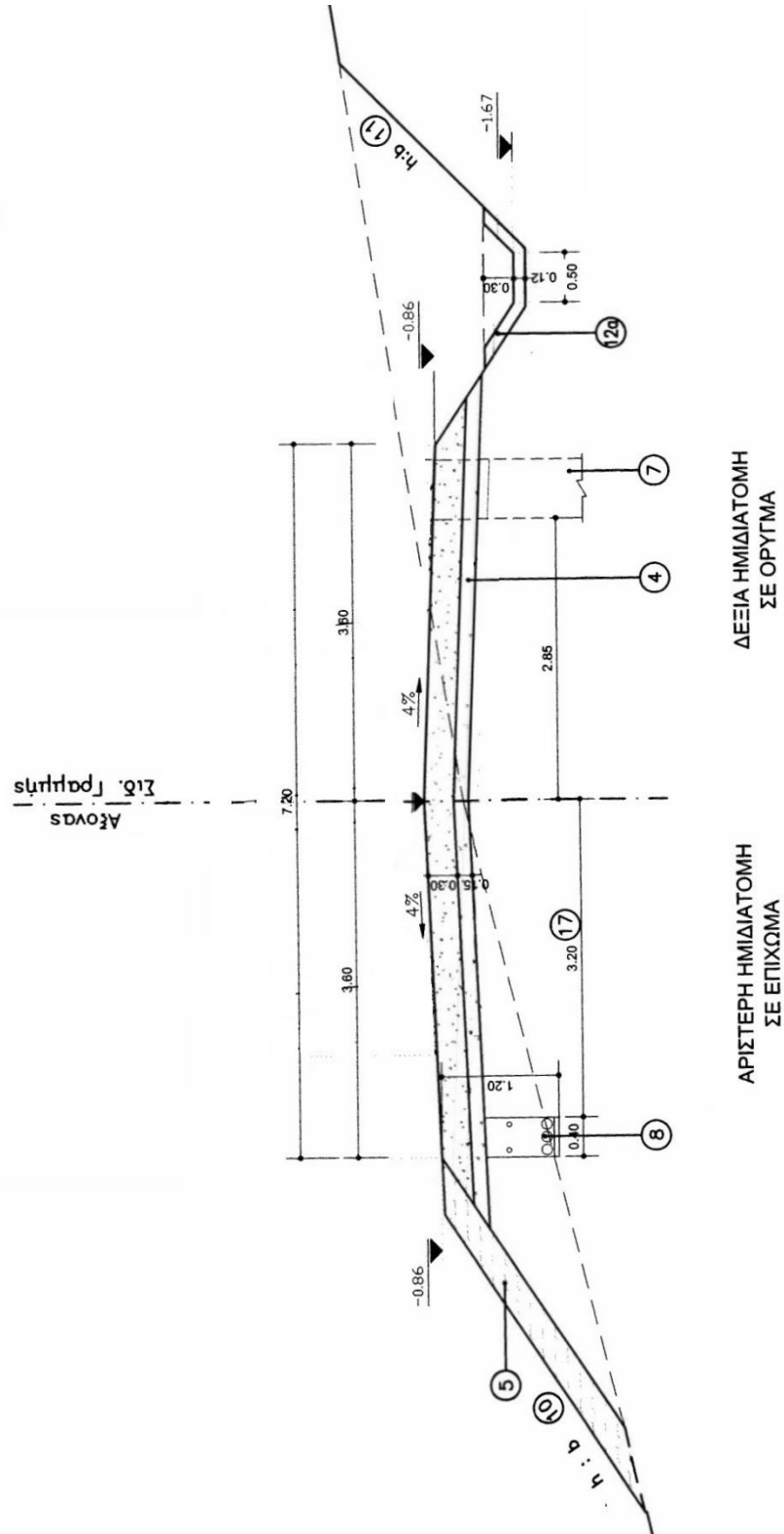
### **ΔΙΠΛΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ**

- A. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΝΟΙΧΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ
- B. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΓΕΦΥΡΑ
- Γ. ΤΥΠΙΚΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΣΕ ΣΗΡΑΓΓΑ
  - 1. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΣΚΥΡΟΓΡΑΜΜΗ
  - 2. ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΠΙΔΟΜΗ

ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΩΣ ΤΗΝ ΣΤΕΨΗ ΤΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ

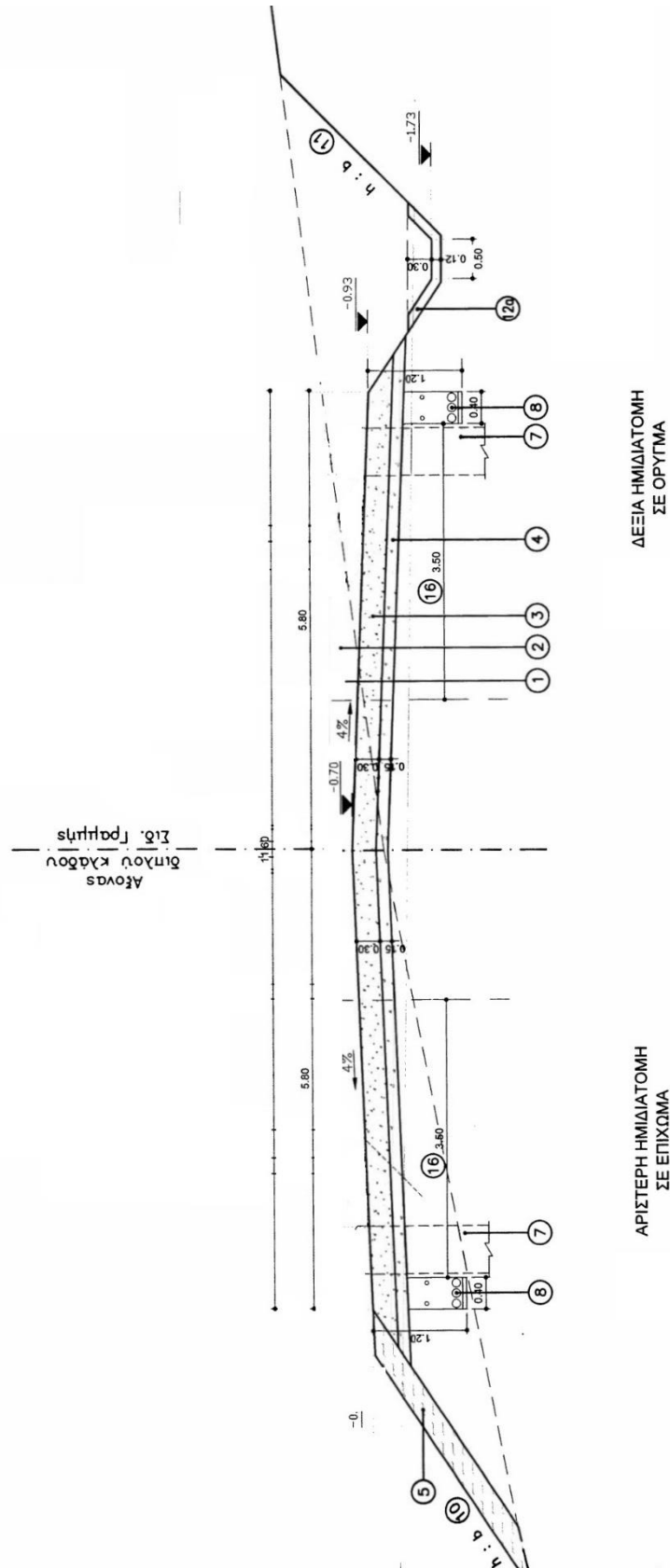
- ΜΟΝΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ

(Ανεξαρτήτως στοιχείου γεωμετρικού στοιχείου οριζοντιογραφίας [ευθυγραμμία, κυκλικό τόξο, τόξο συναρμογής] διαμορφώνεται μέχρι το στρώμα αυτό παντού με τον ίδιο τρόπο)



- ΔΙΠΛΗ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ

(Ανεξαρτήτως στοιχείου γεωμετρικού στοιχείου οριζοντιογραφίας [ευθυγραμμία, κυκλικό τόξο, τόξο συναρμογής] διαμορφώνεται μέχρι το στρώμα αυτό παντού με τον ίδιο τρόπο)



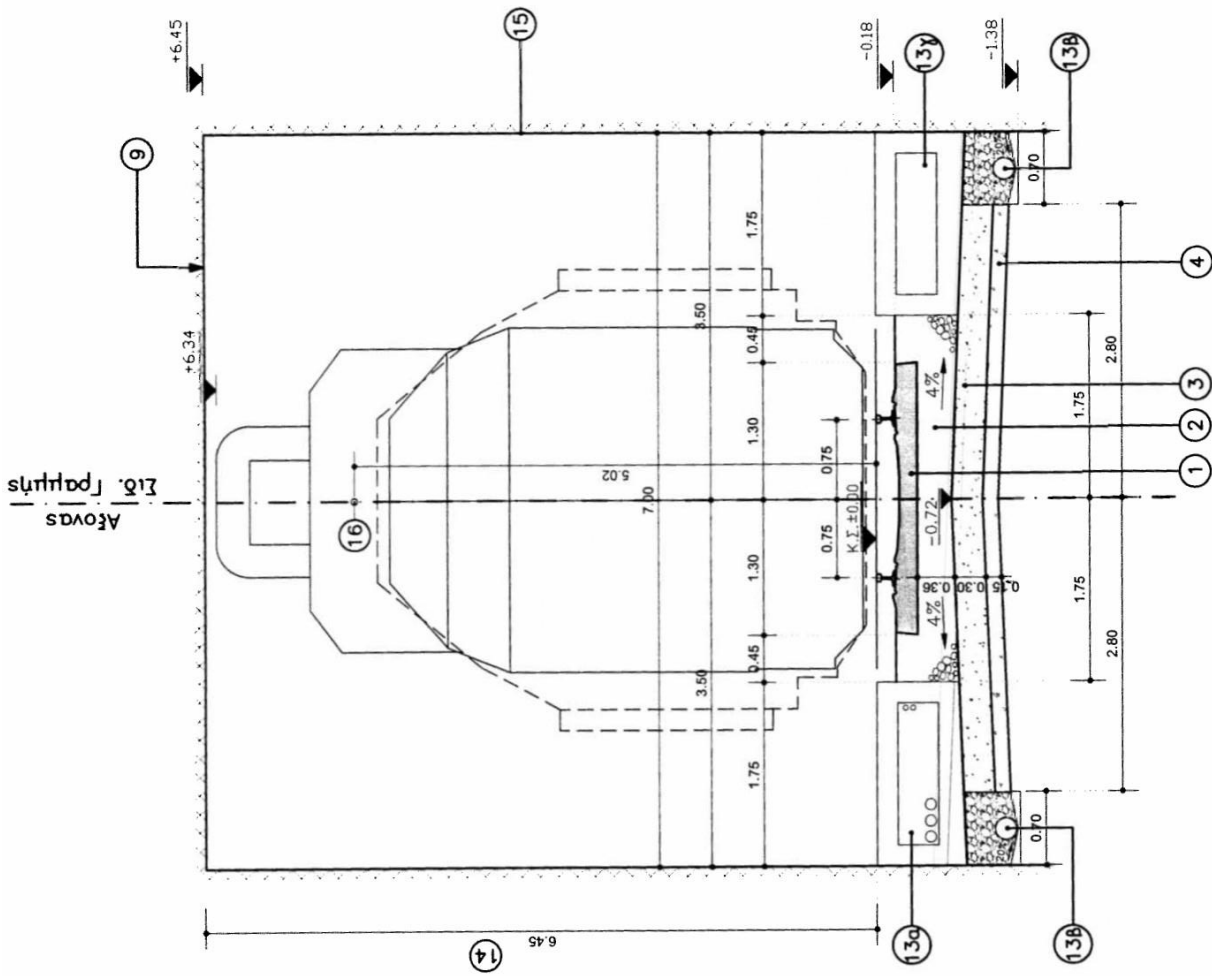








*[Handwritten signature]*



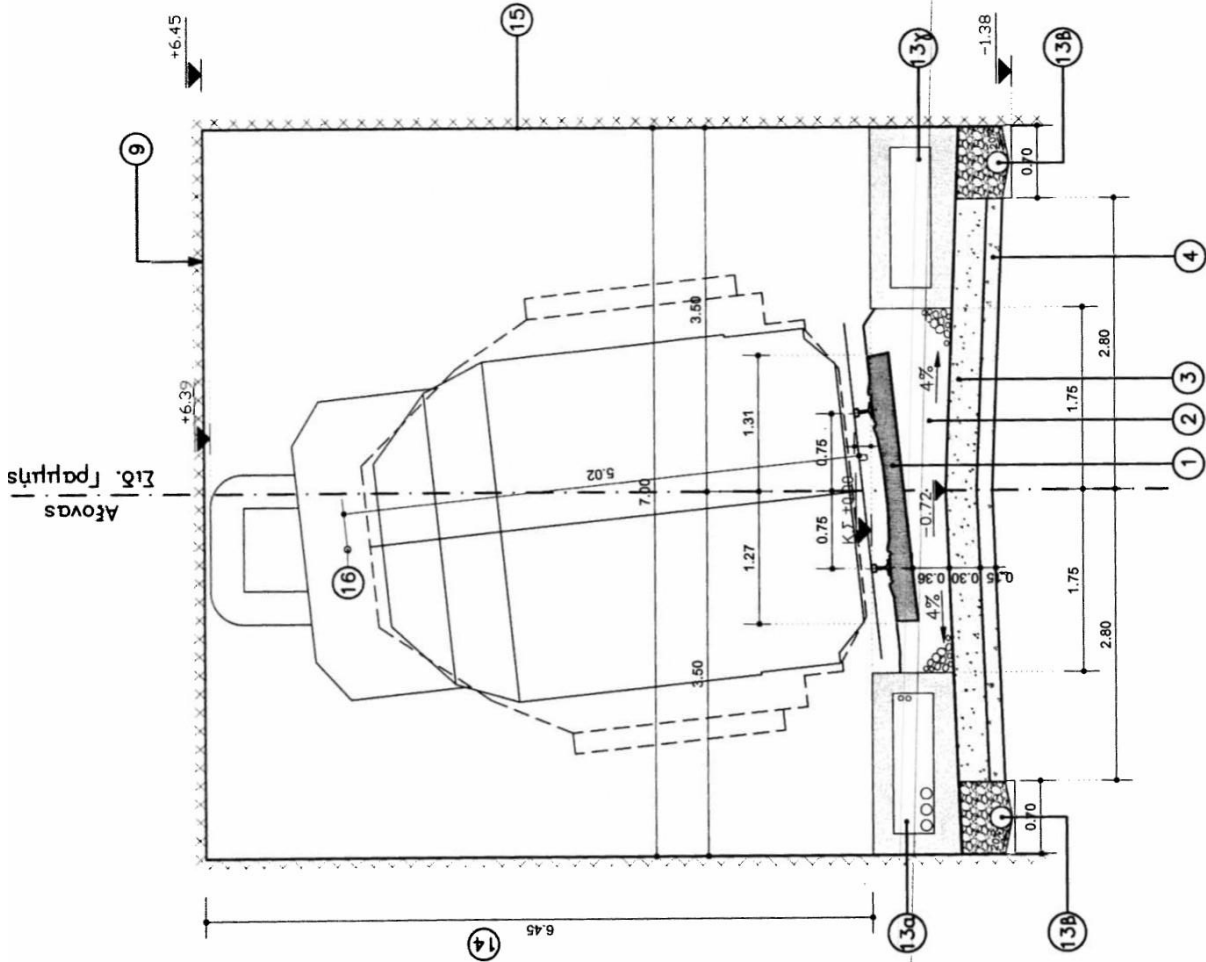
\* Για μήκος γέφυρας  $L \geq 40\mu$ .  
 απαιτείται ειδική μελέτη ανάρτησης  
 μέρους της ηλεκτροκίνησης επί του τεχνικι

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
 ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
 Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.4 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΓΕΦΥΡΑ (ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ)  
 (ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ  $L < 40\mu$ .) \*  
 ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



*Handwritten signature*



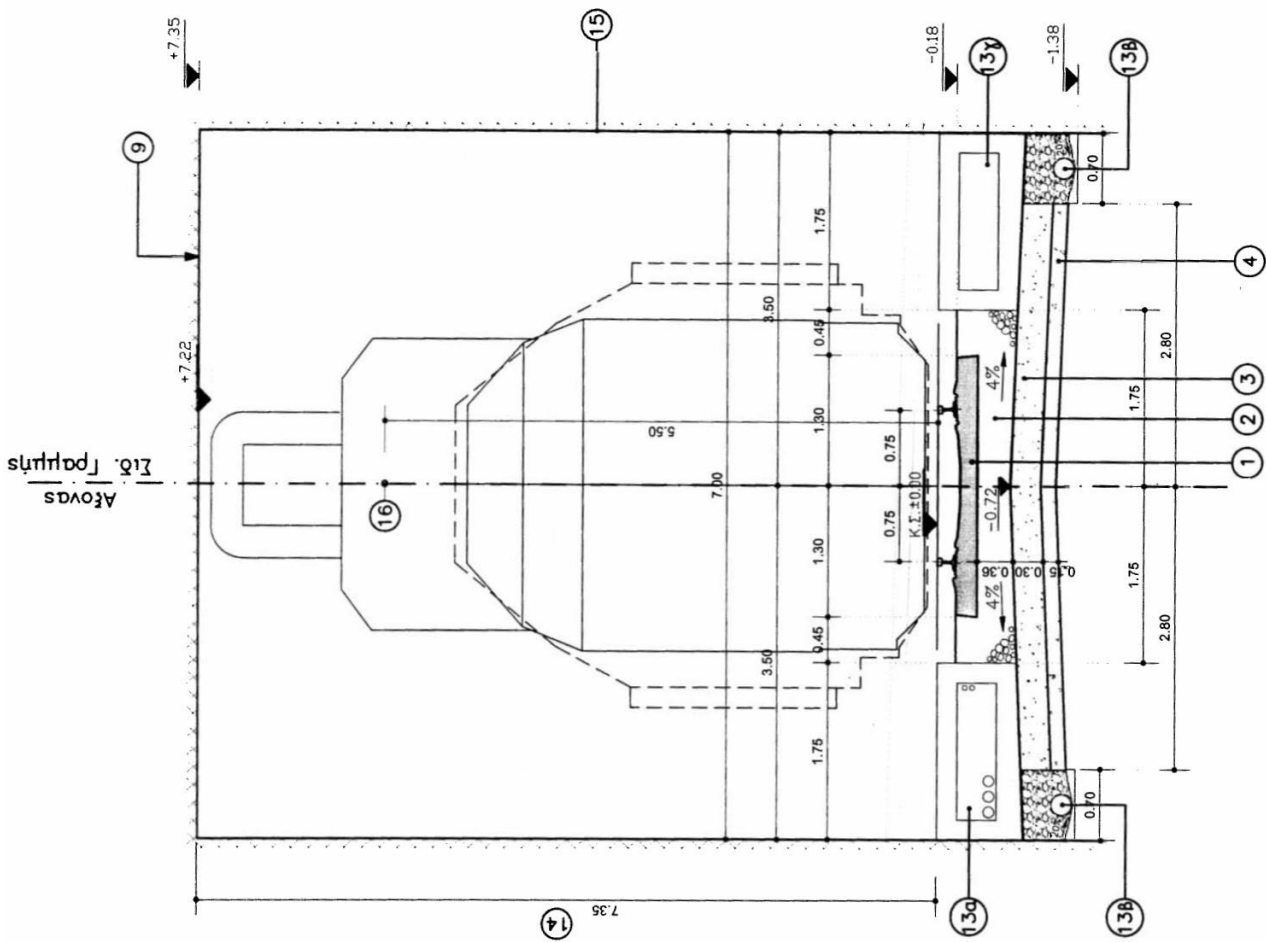
\* Για μήκος γέφυρας  $L \geq 40\mu$ .  
 απαιτείται ειδική μελέτη ανάρτησης  
 μέρους της ηλεκτροκίνησης επί του τεχνικού.

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Nobo  
 ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
 Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.5 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΓΕΦΥΡΑ (ΚΑΜΠΥΛΗ -  $\mu=160$  mm)  
 (ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ  $L < 40\mu$ ) \*  
 ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50



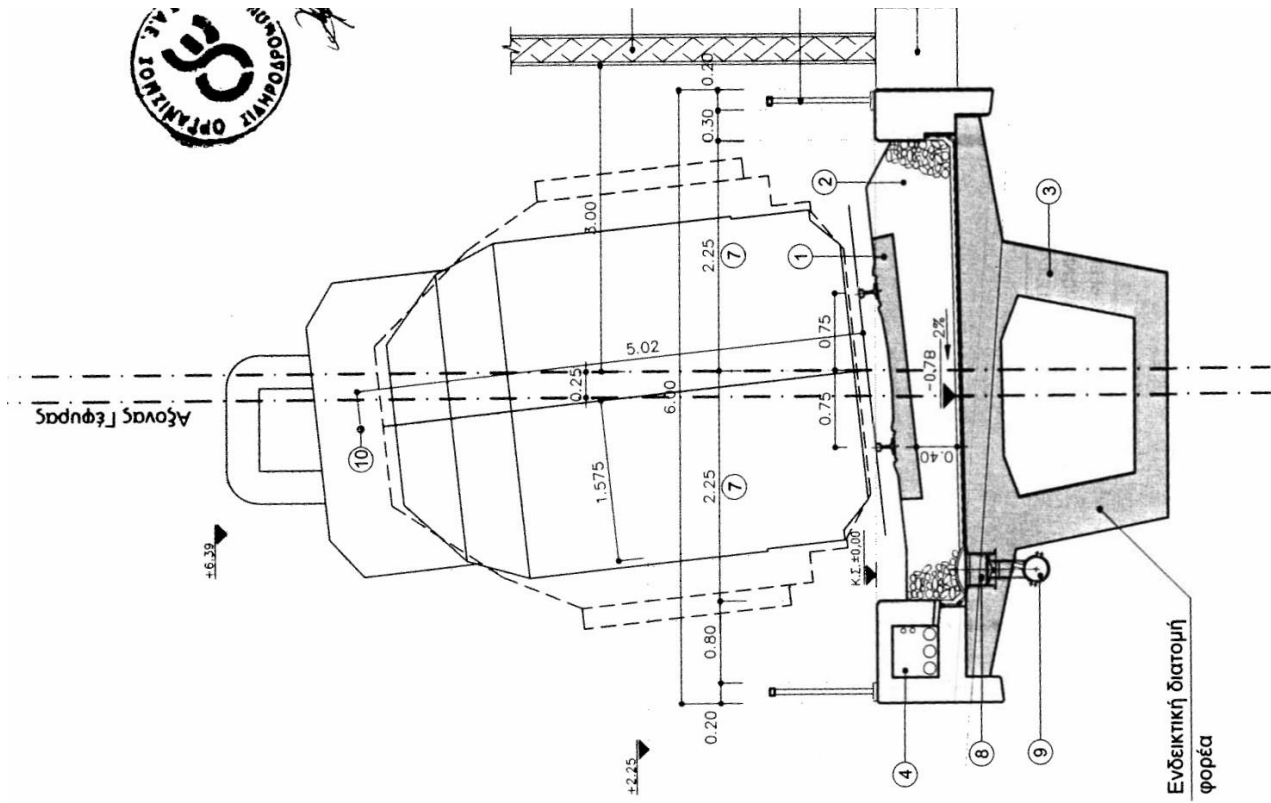
*[Handwritten signature]*



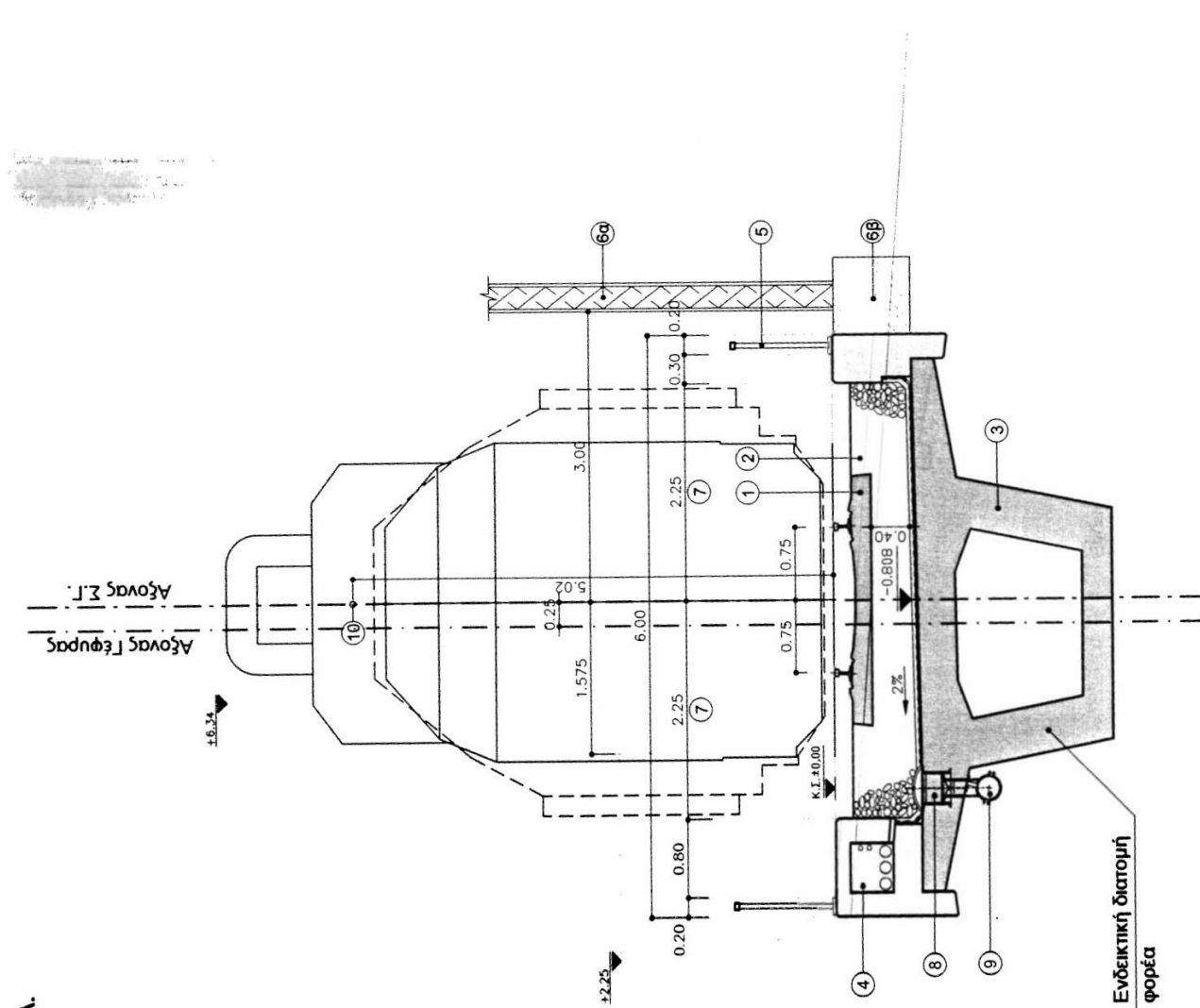
\* Για μήκος γέφυρας  $L \geq 40\mu$ .  
 απαιτείται ειδική μελέτη ανάρτησης  
 μέρους της ηλεκτροκίνησης επί του τεχνικού.

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Nobo  
 ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
 Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

2.4 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΓΕΦΥΡΑ (ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ)  
 (ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ  $L < 40\mu$ .) \*



1.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΕ  $h_{max}=160mm$   
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50

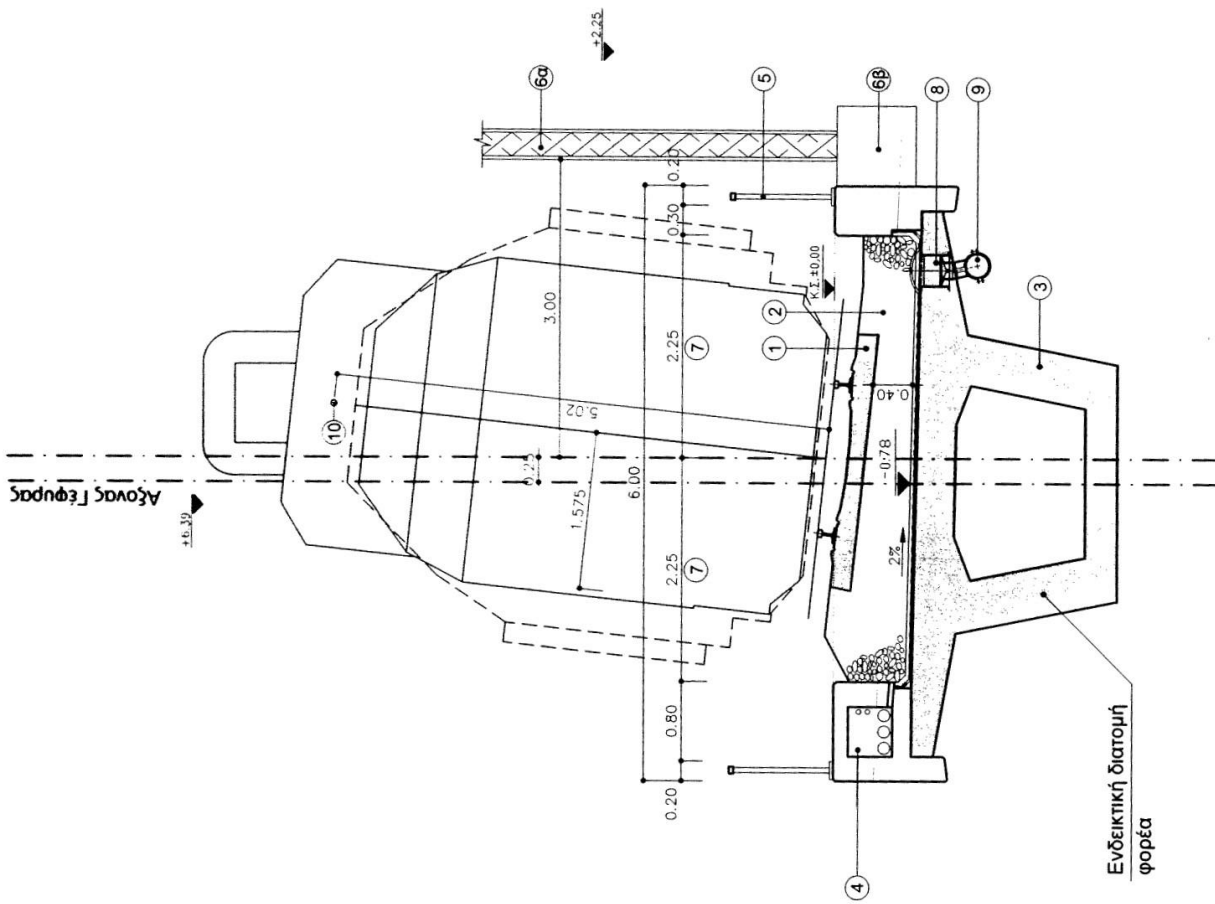
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νόβο  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

Σ.Α.



*Handwritten signature*

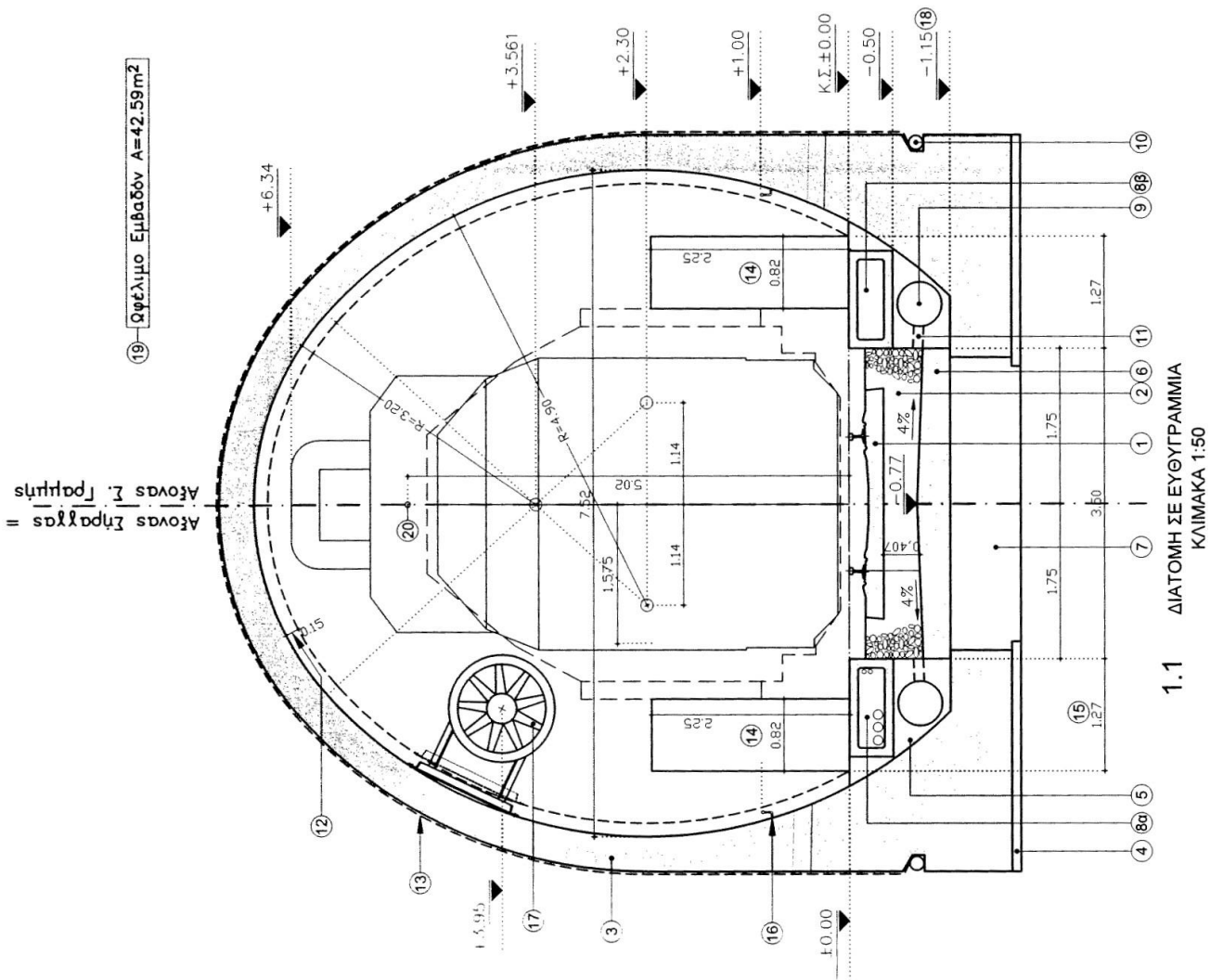
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)



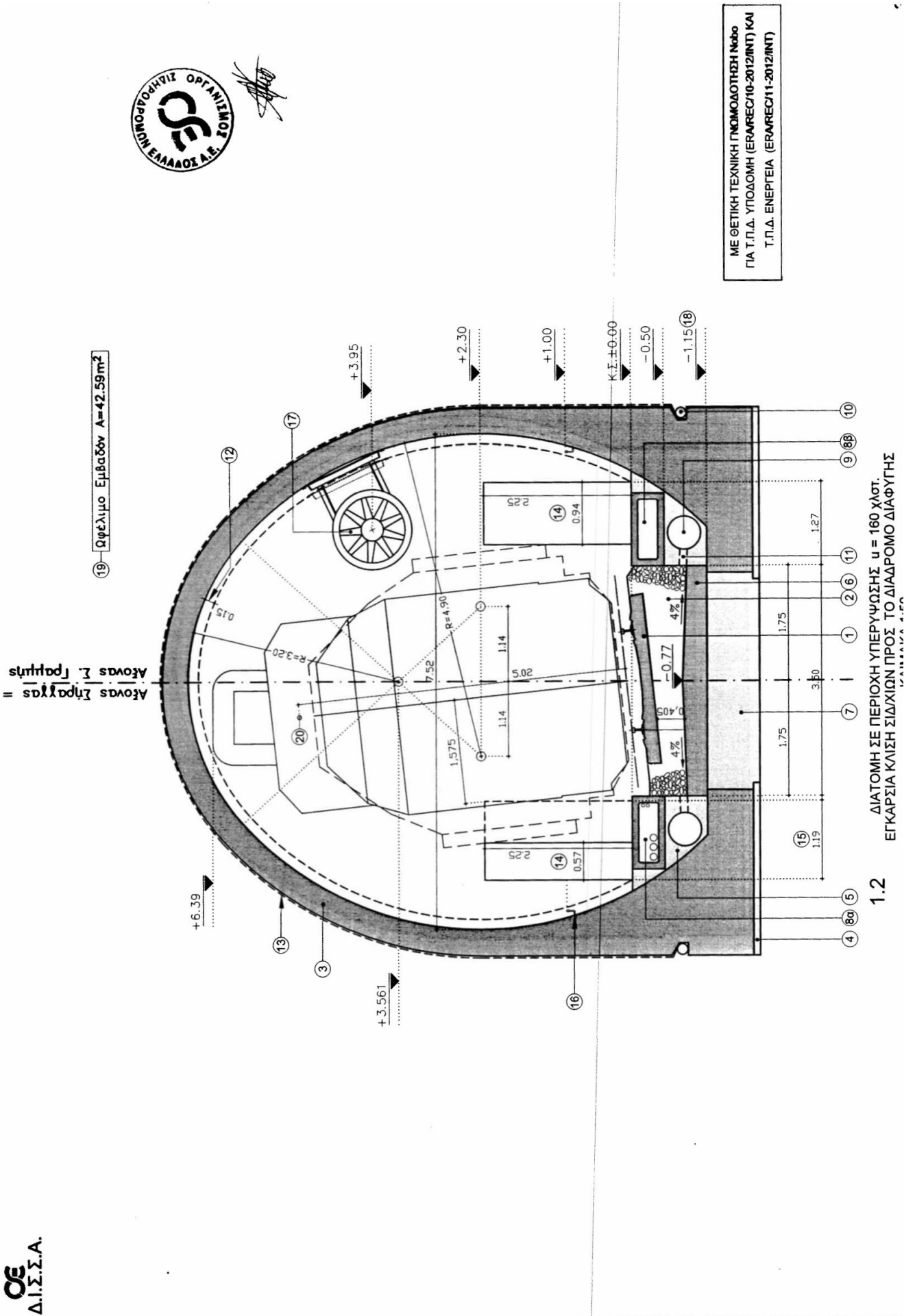
1.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΕ  $h_{max}=160mm$   
ΚΑΙΜΑΚΑ 1:50



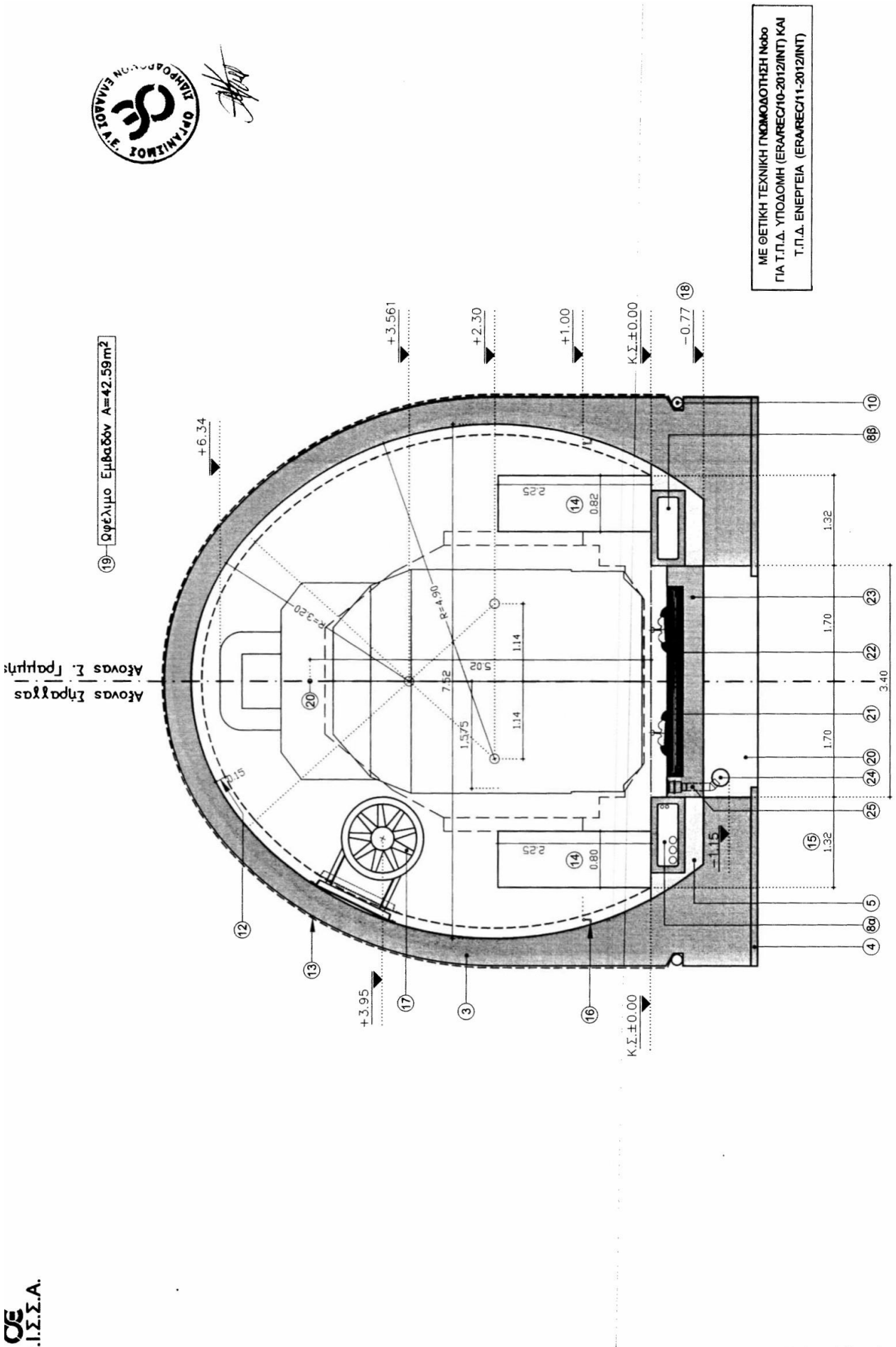
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο6  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT)  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)



1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50





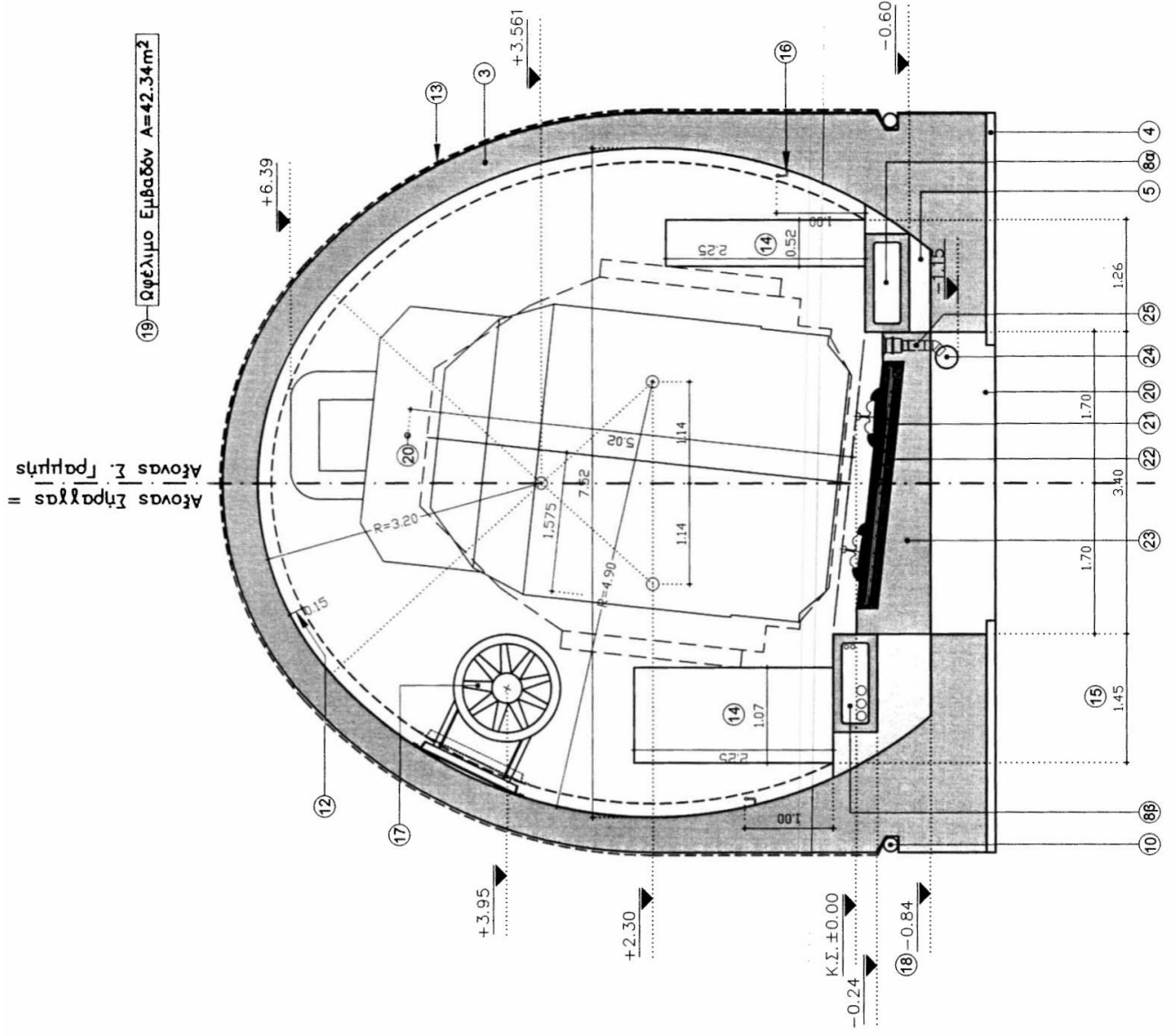


3.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ



*Handwritten signature*

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΛΟΓΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑΡΕC10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑΡΕC11-2012/INT)

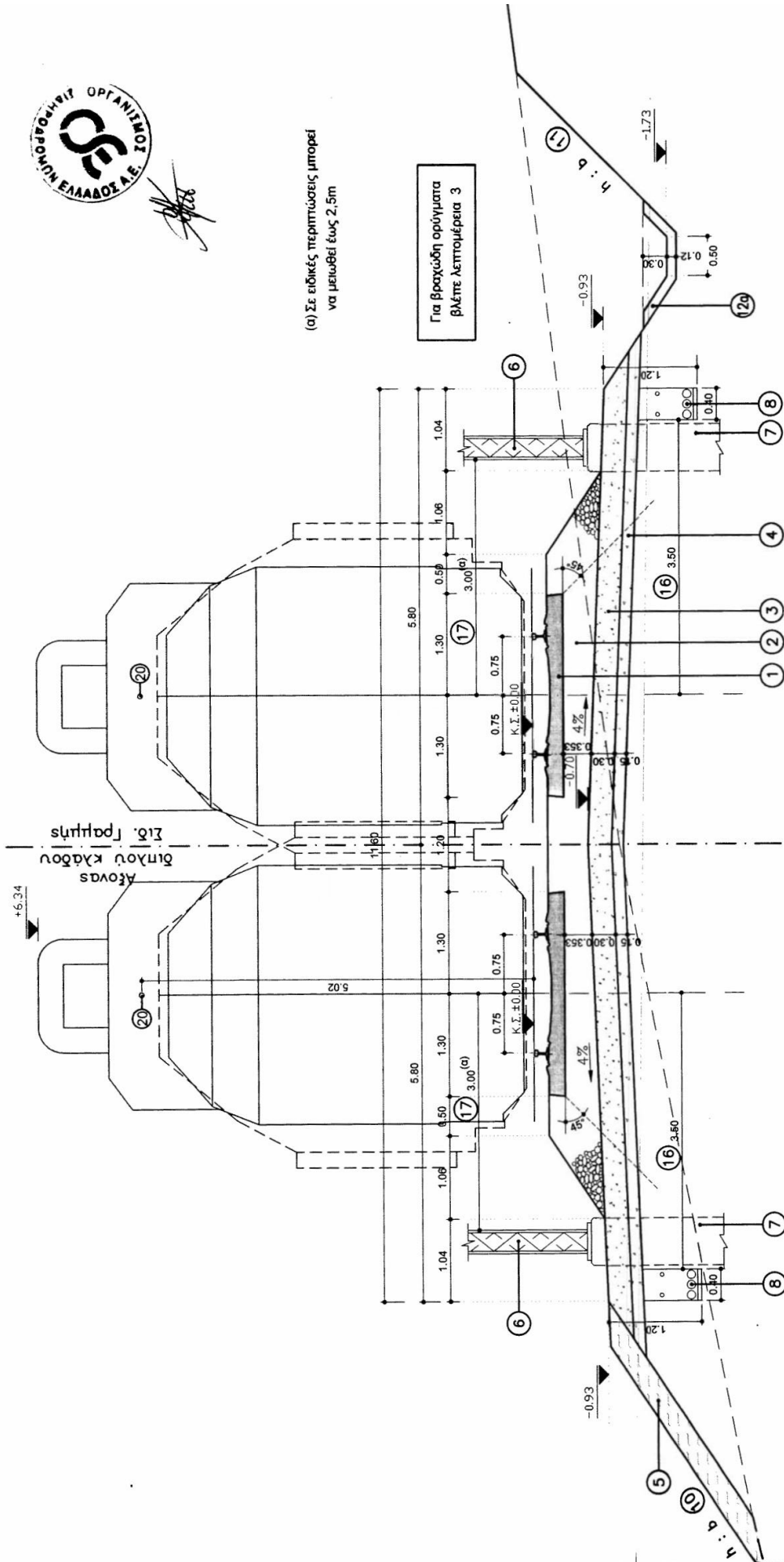




(α) Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να μειωθεί έως 2,5m

Για βραχύωδη ορόγμια  
βλέπε λεπτομέρεια 3

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡ/Α/ΡΕ/Σ/10-2012/ΙΝΤ) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡ/Α/ΡΕ/Σ/11-2012/ΙΝΤ)



1.1β ΔΕΞΙΑ ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ  
ΣΕ ΟΡΥΓΜΑ

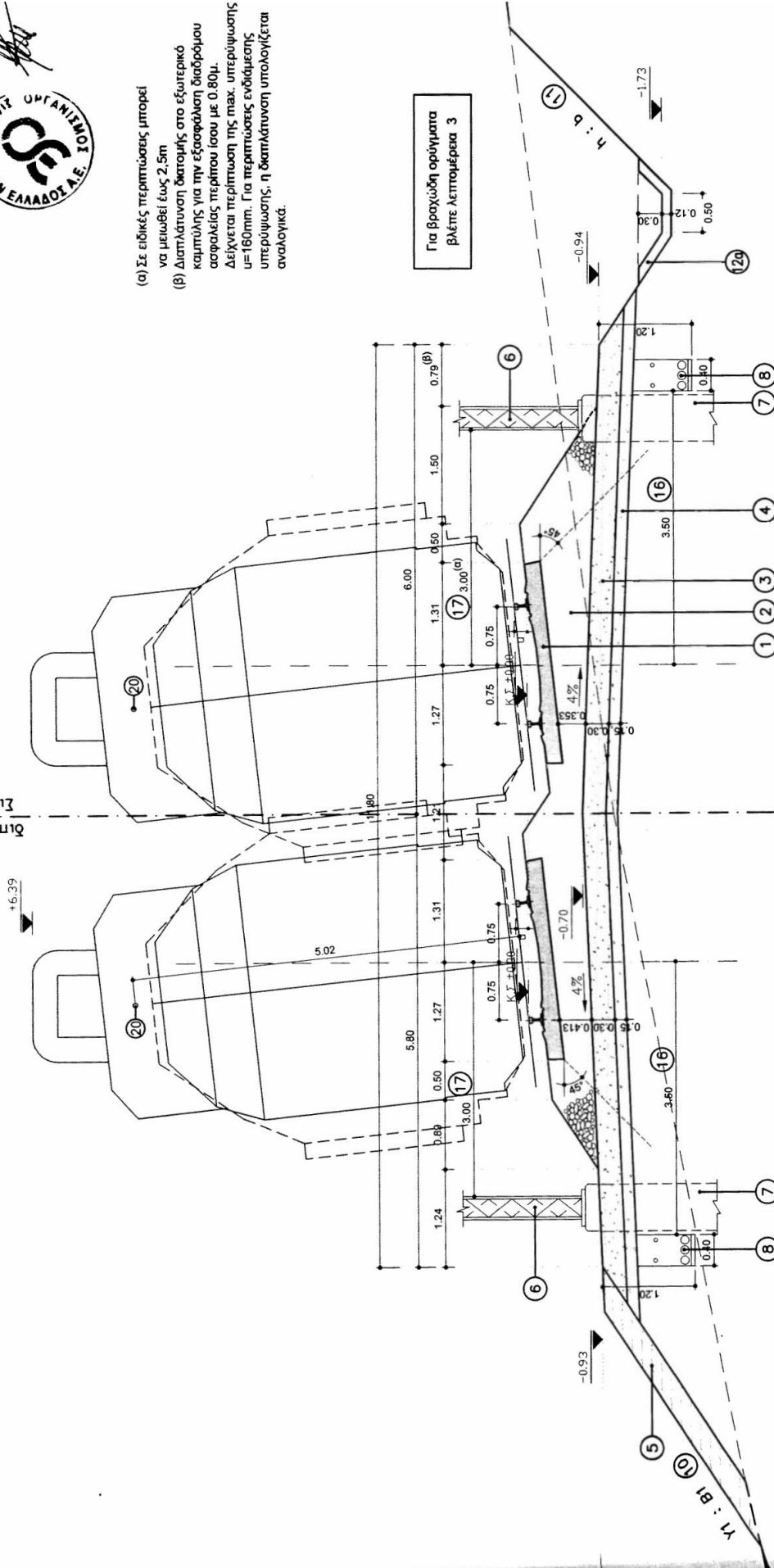
1.1α ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ  
ΣΕ ΕΠΙΧΩΜΑ

1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ  
(ΔΕΙΧΝΕΤΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΑΙΩΔΗ ΕΔΑΦΗ)  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



- (α) Σε ειδικές περιπτώσεις μπορεί να μειωθεί έως 2,5m
- (β) Διαπλάτυνη διατομής στο εξωτερικό καμπύλης για την εξασφάλιση διαδρόμου ασφαλείας περίπου ίσου με 0,80m. Δείχεται περιτύπωση της max. υπερύψωσης u=160mm. Για περιπτώσεις ενδιάμεσης υπερύψωσης, η διαπλάτυνη υπολογίζεται αναλογικά.

Αξόνια  
Σιδηρ. Κάδου  
Σιδηρ. Γραμμής



ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

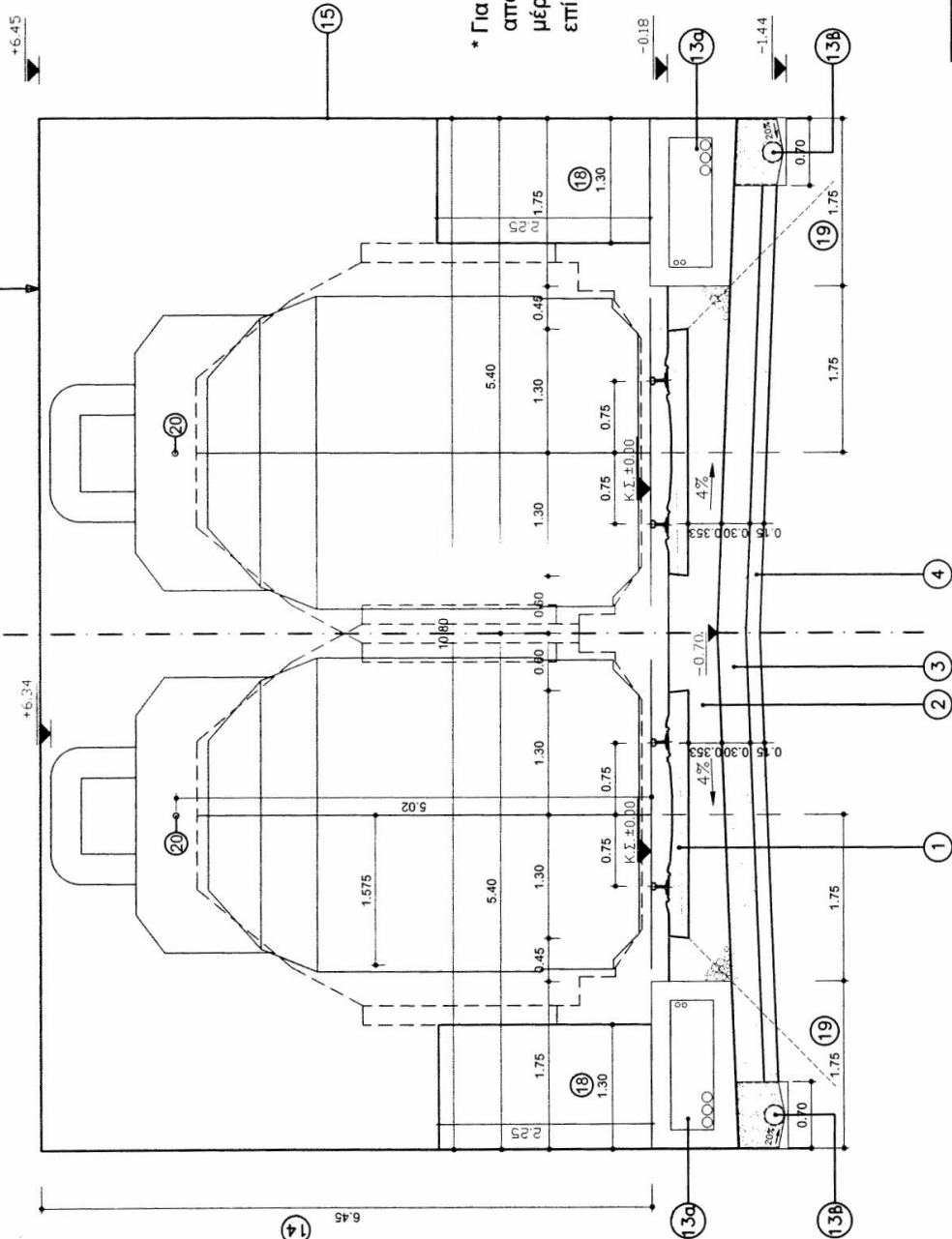
1.2β ΔΕΞΙΑ ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΟΡΥΓΜΑ

1.2α ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΗΜΙΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΠΙΧΩΜΑ

1.2 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΣΕ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ (u=160 mm)  
(ΔΕΙΧΝΕΤΑΙ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ ΣΕ ΓΑΙΩΔΗ ΕΔΑΦΗ)

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΗΝ

Αξονας  
δίπλου κλάδου  
Σιδηρ. Γραμμής

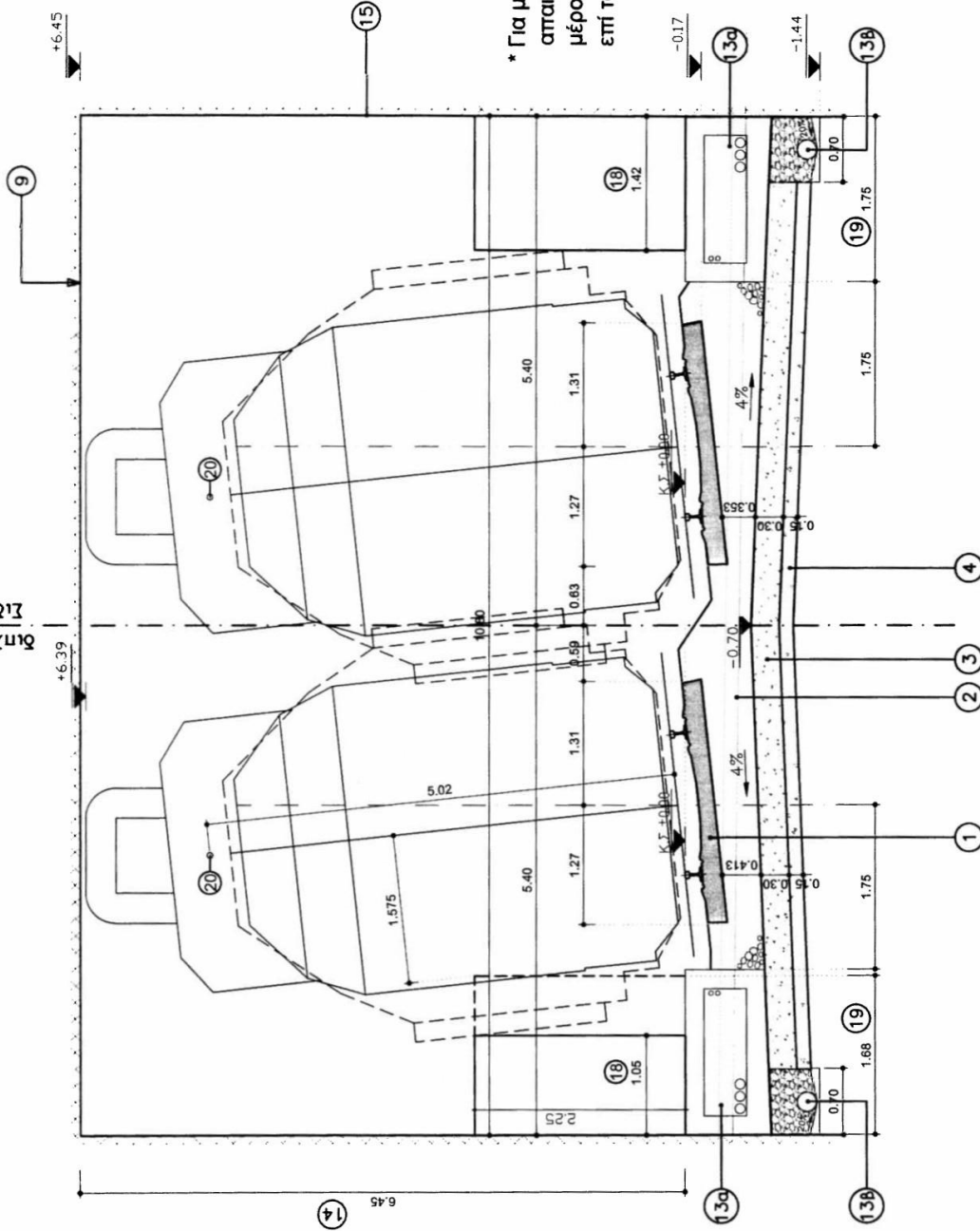


\* Για μήκος γέφυρας  $L > 40\mu$ .  
απαιτείται ειδική μελέτη ανάρτησης  
μέρους της ηλεκτροκίνησης  
επί του τεχνικού.

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο66  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.3 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΓΕΦΥΡΑ (ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ)  
(ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ  $< 40\mu$ )\*

Άξονας  
Σιδηρού κάδου  
Σιδηρ. Γραμμής

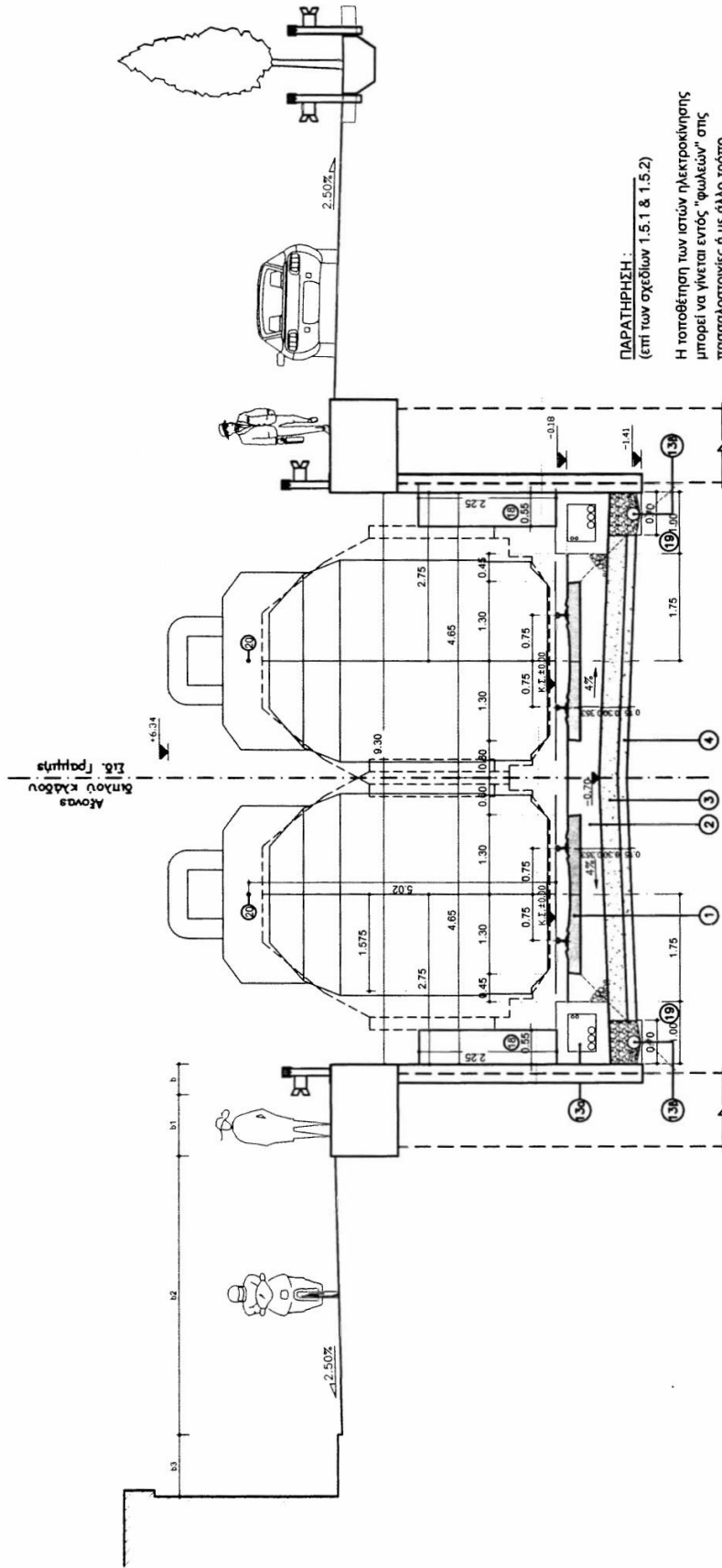


\* Για μήκος γέφυρας  $L \geq 40\mu$ .  
απαιτείται ειδική μελέτη ανάρτηση  
μέρους της ηλεκτροκίνησης  
επί του τεχνικού.

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο66  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.4 ΔΙΑΤΟΜΗ Σ.Γ. ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΓΕΦΥΡΑ (ΚΑΜΠΥΛΗ -  $\mu=160$  mm)  
(ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ < 40μ.)\*

1.5 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΔΥΣΧΕΡΕΙΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ  
(ΔΕΙΧΝΕΤΑΙ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΙΧΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ)



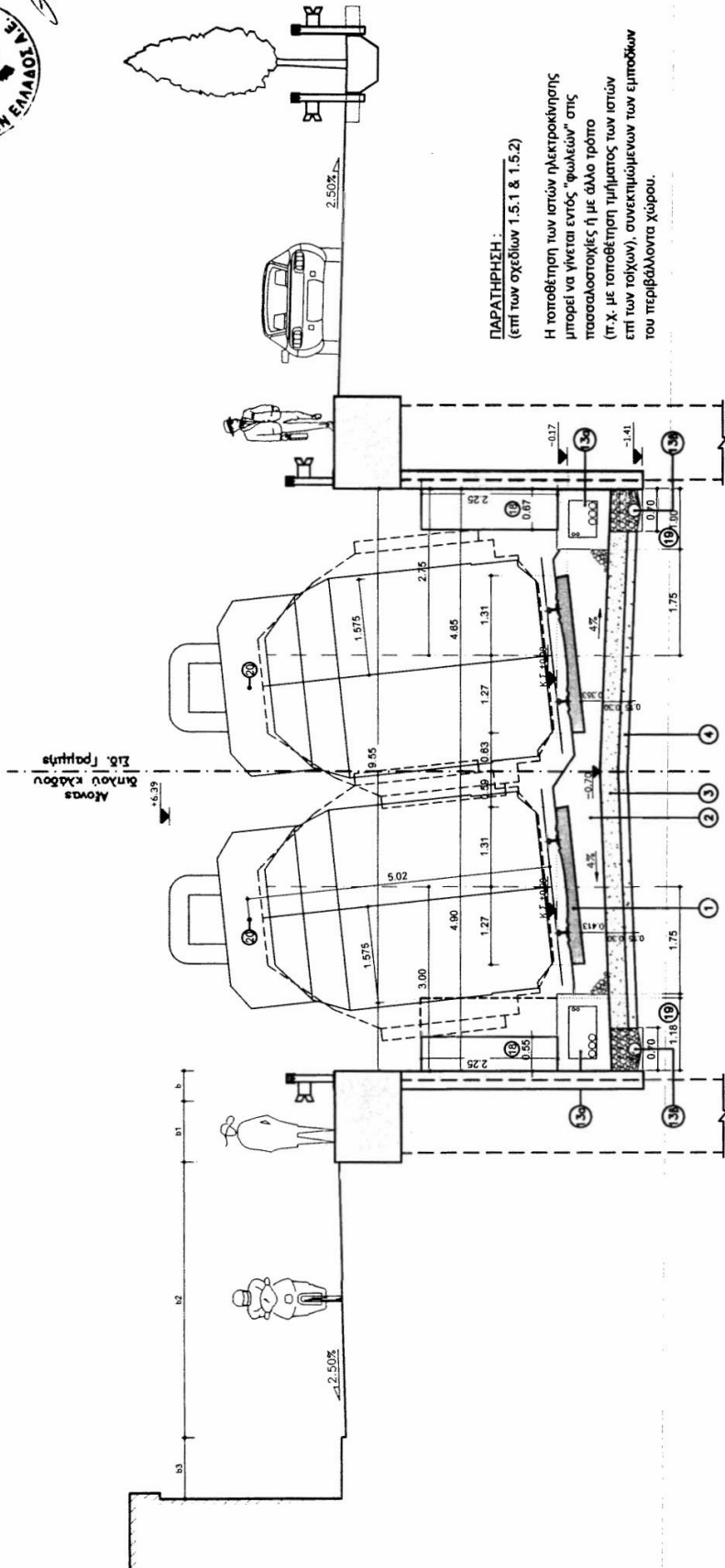
1.5.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:75

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:  
(επί των σχεδίων 1.5.1 & 1.5.2)

Η τοποθέτηση των ιστών ηλεκτροκίνησης μπορεί να γίνει εντός "φωκίων" στις πασσαλοστοιχίες ή με άλλο τρόπο (π.χ. με τοποθέτηση τμήματος των ιστών επί των τοίχων), συνεκτιμώμενων των εμποδίων του περιβάλλοντα χώρου.

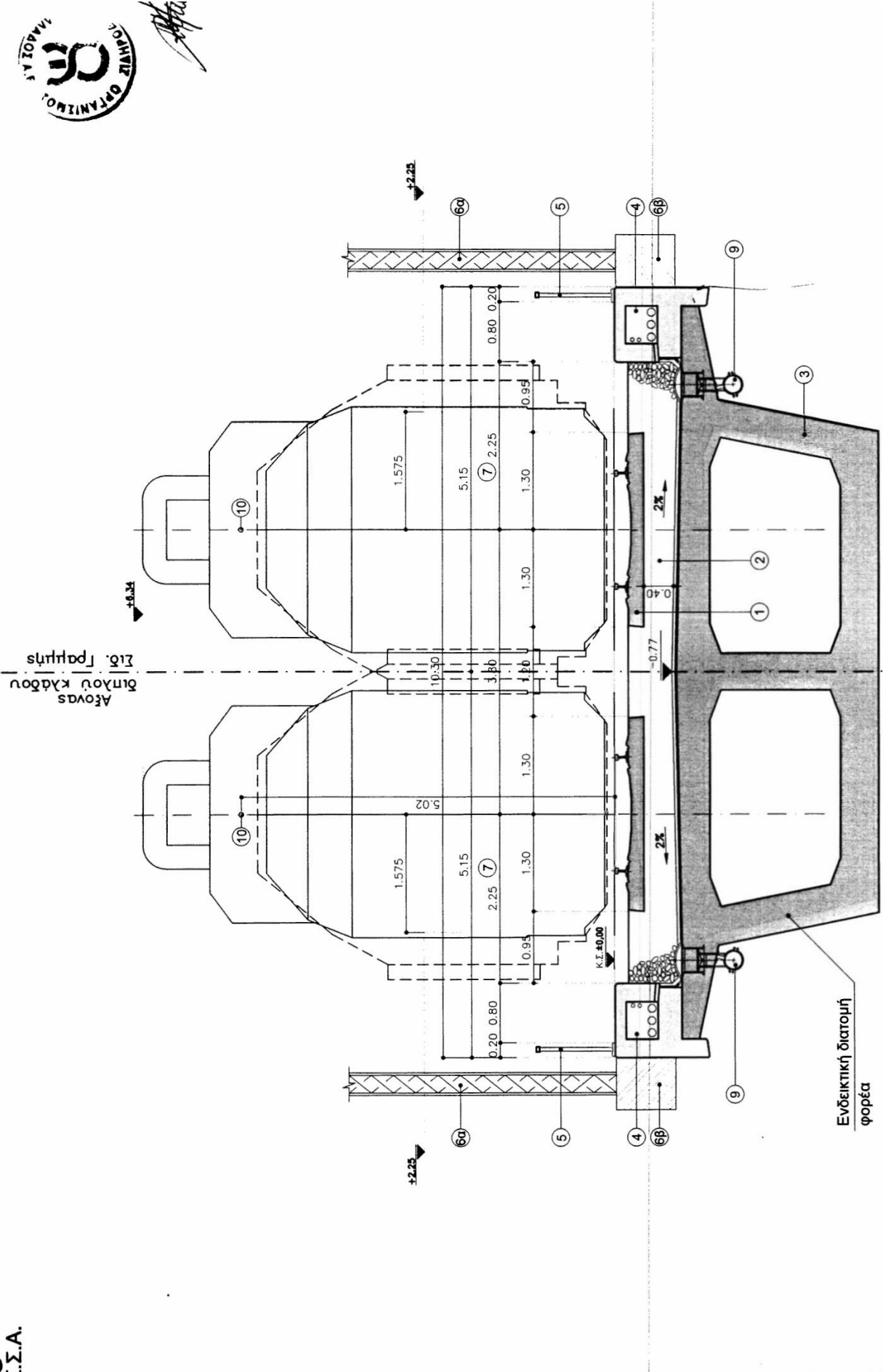
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)



1.5.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΚΑΜΠΥΛΗ (u=160mm)  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:75

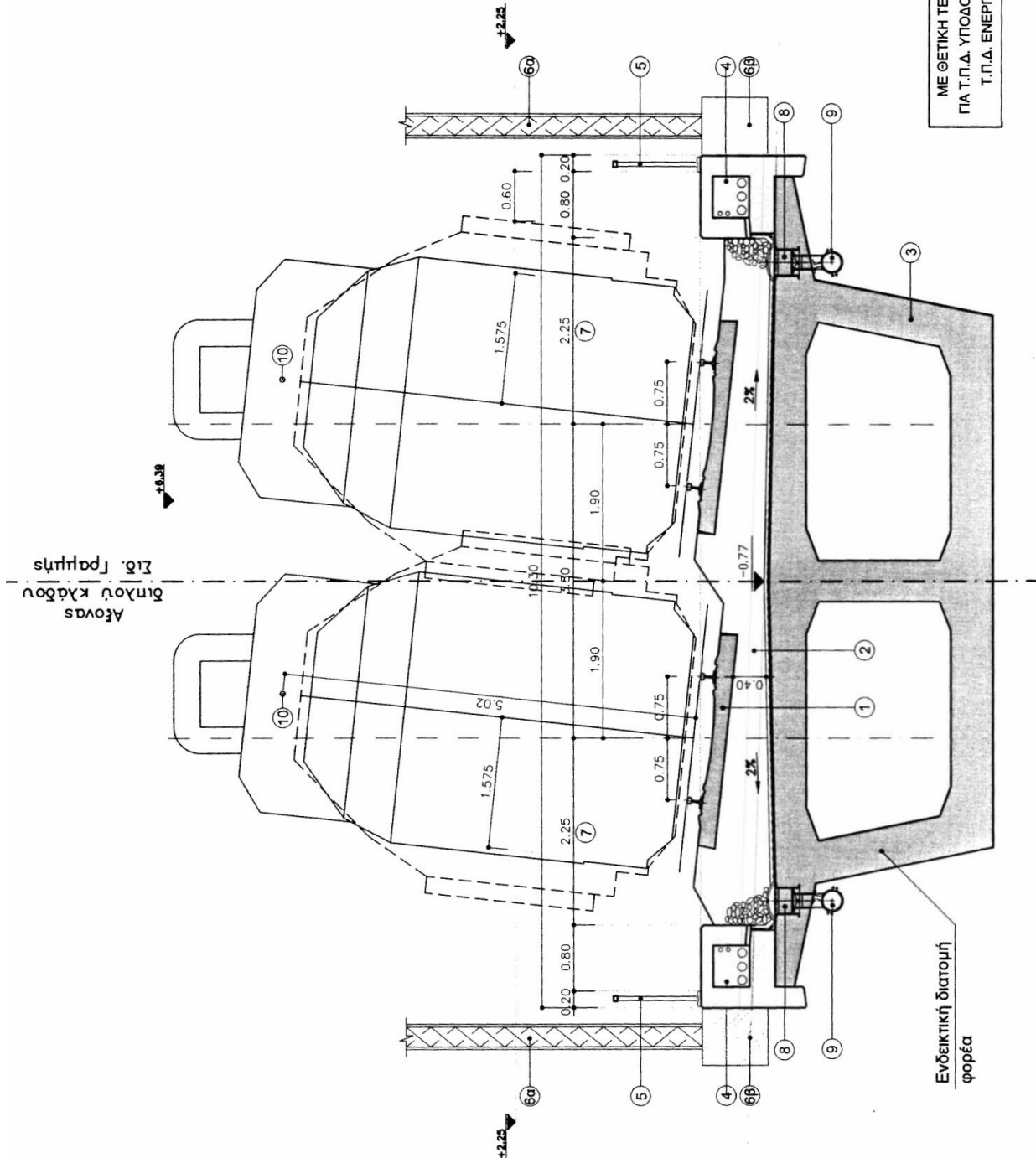
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)





ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΣΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ  
ΚΑΙΜΑΚΑ 1-50



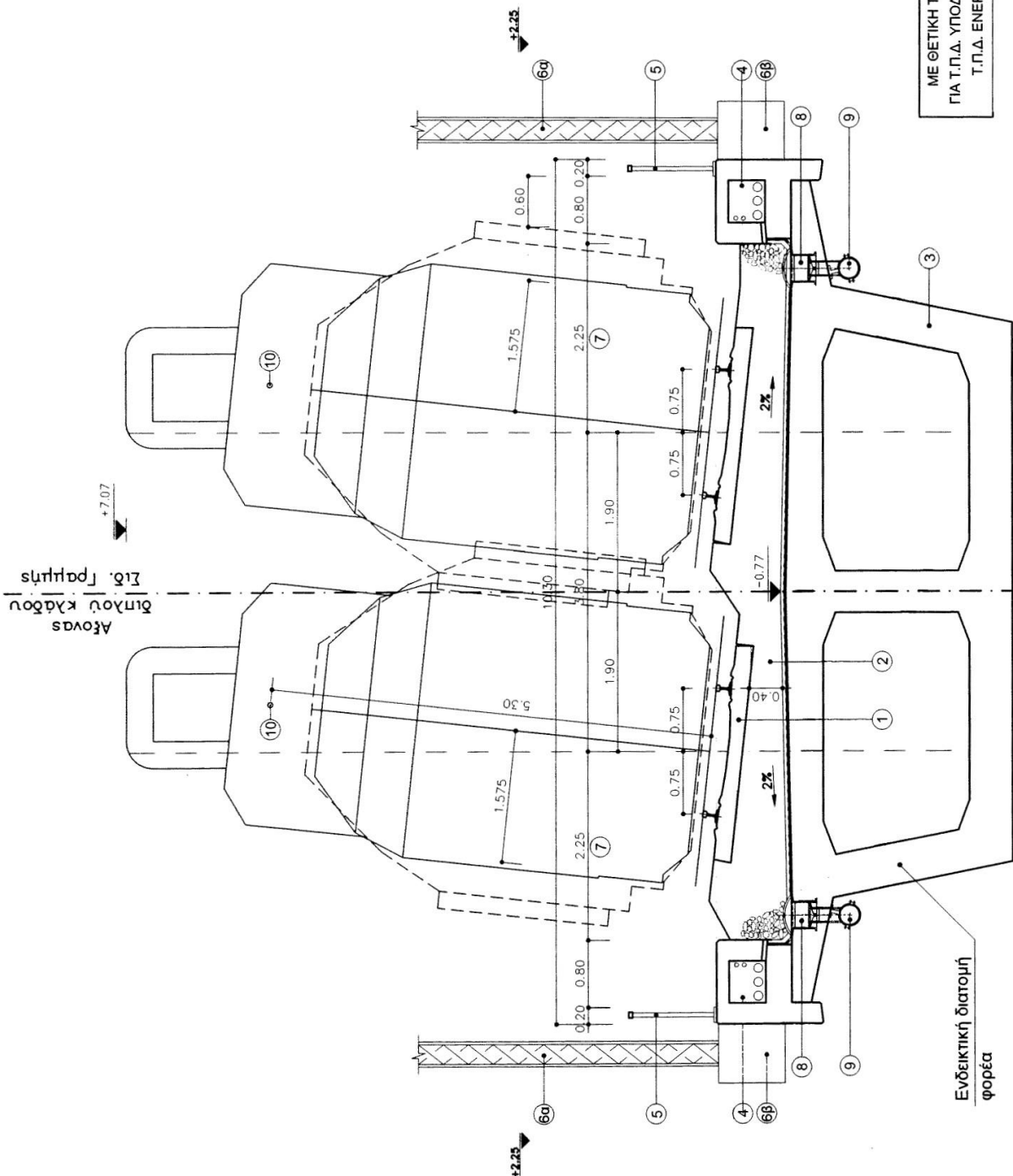
ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΛΟΓΗΣΗ Νο66  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

1.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΕ  $h_{max}=160mm$

ΣΑΒΒΑΣ 1/02



ΜΕ ΓΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Νο60  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

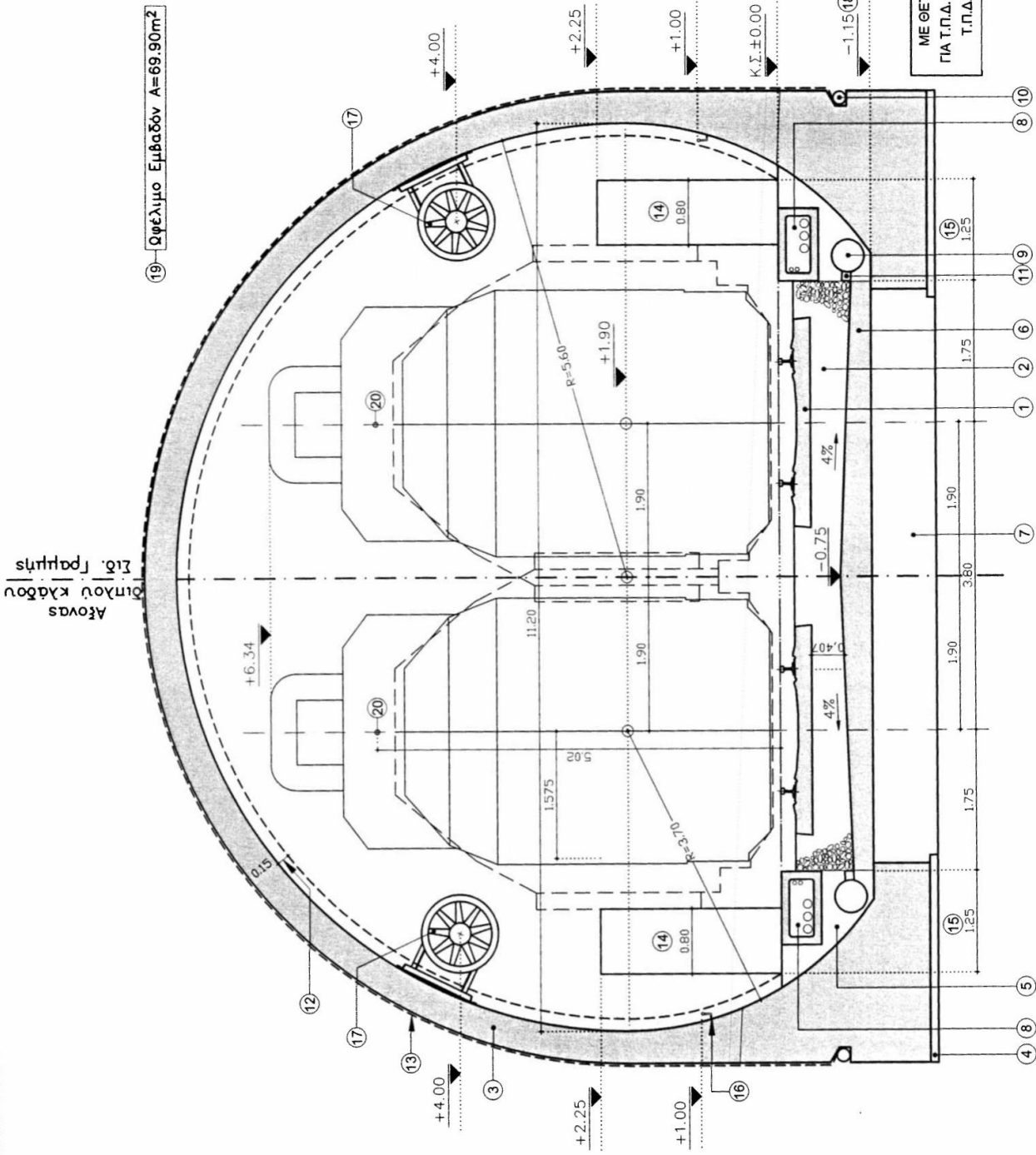


2.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΜΠΥΛΗ ΜΕ  $h_{max}=160mm$

ΥΠΟΜΟΝΗ 4.25



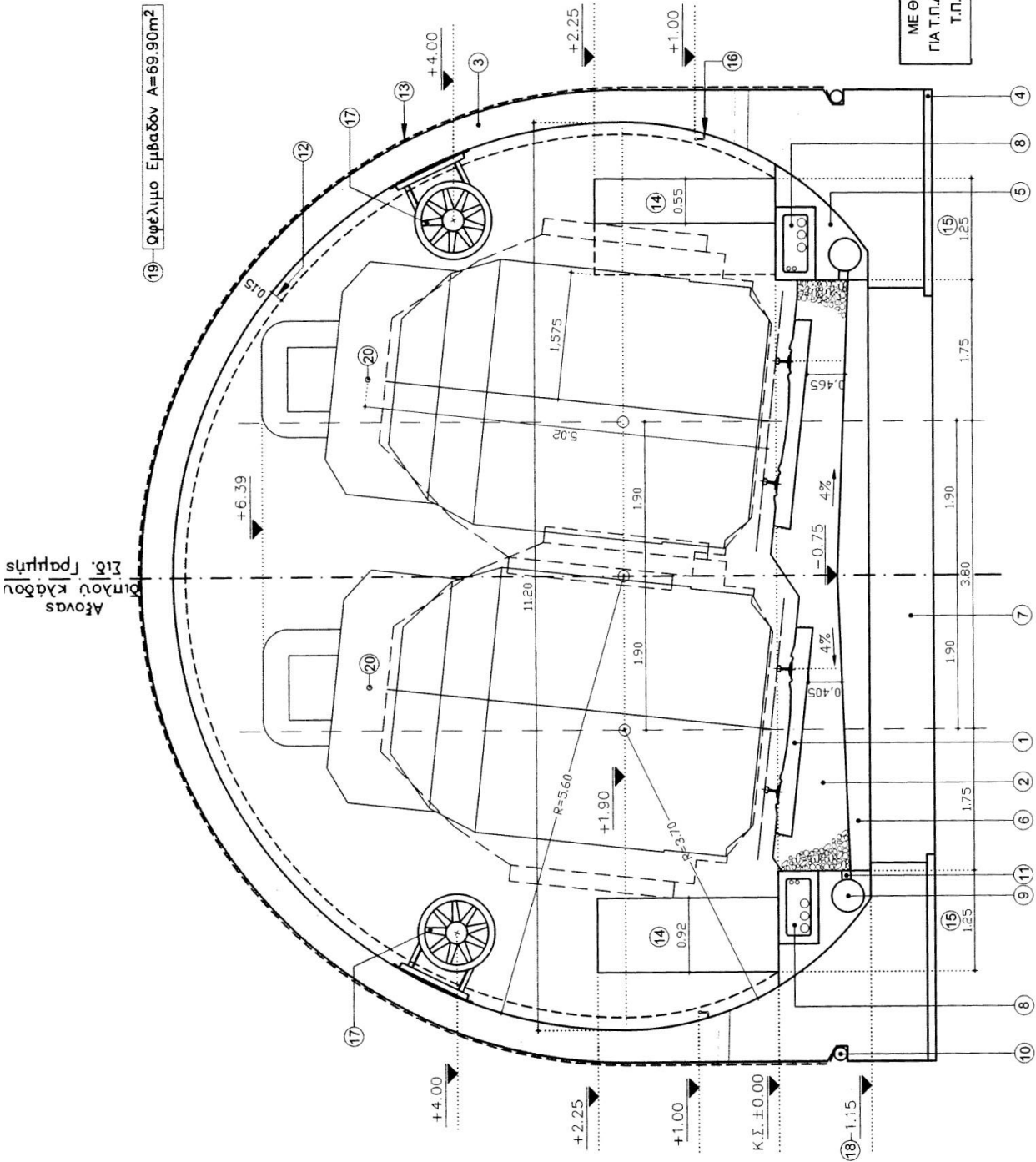
*Handwritten signature*



1.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ  
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50



*Handwritten signature*



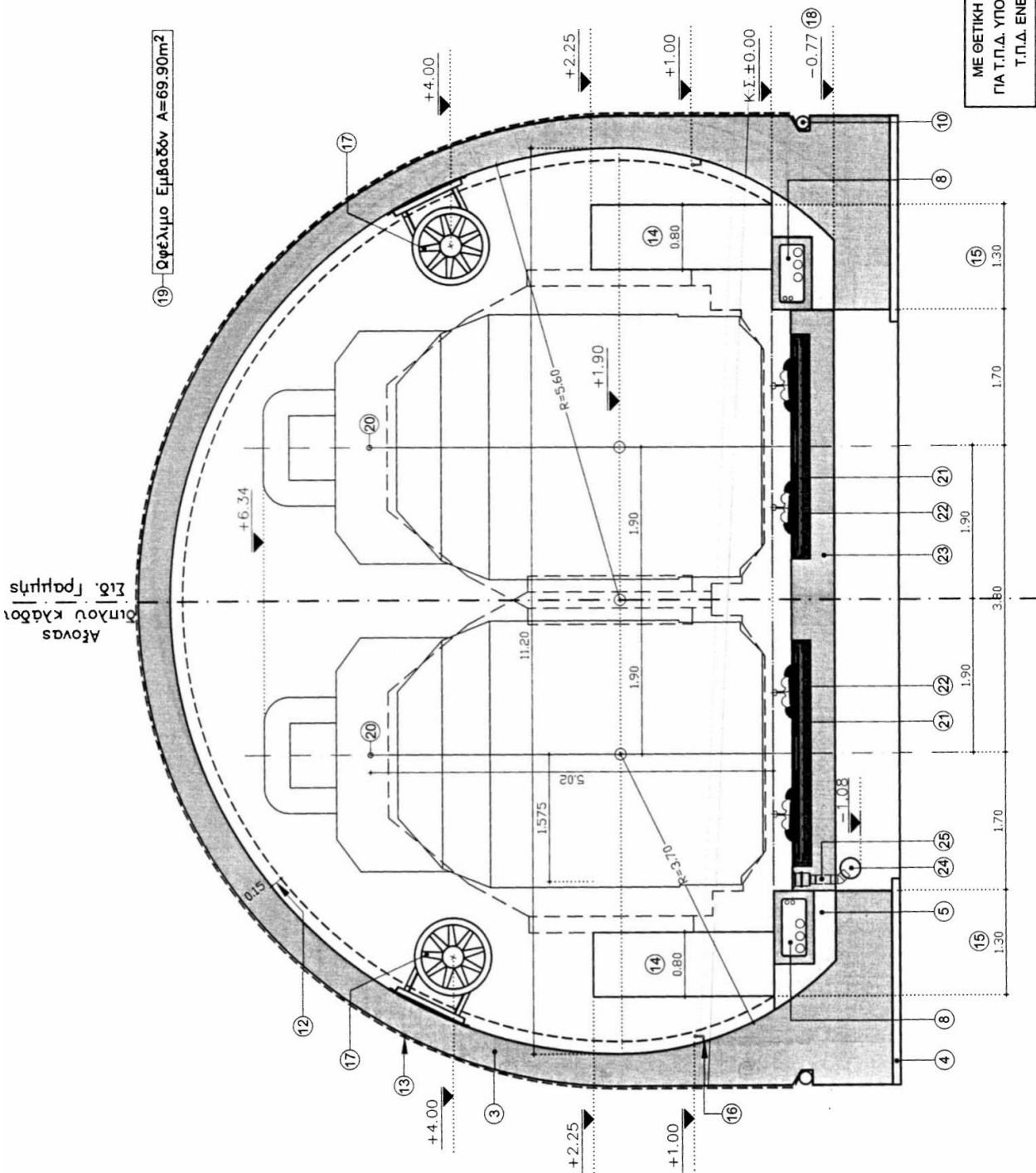
1.3 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ υ = 160 χλστ.

ΣΚΑΛΟΥΣ 1.50



*[Handwritten signature]*

ΜΕ ΘΕΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΝΩΜΟΔΟΤΗΣΗ Nobo  
ΓΙΑ Τ.Π.Δ. ΥΠΟΔΟΜΗ (ΕΡΑ/REC/10-2012/INT) ΚΑΙ  
Τ.Π.Δ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΕΡΑ/REC/11-2012/INT)

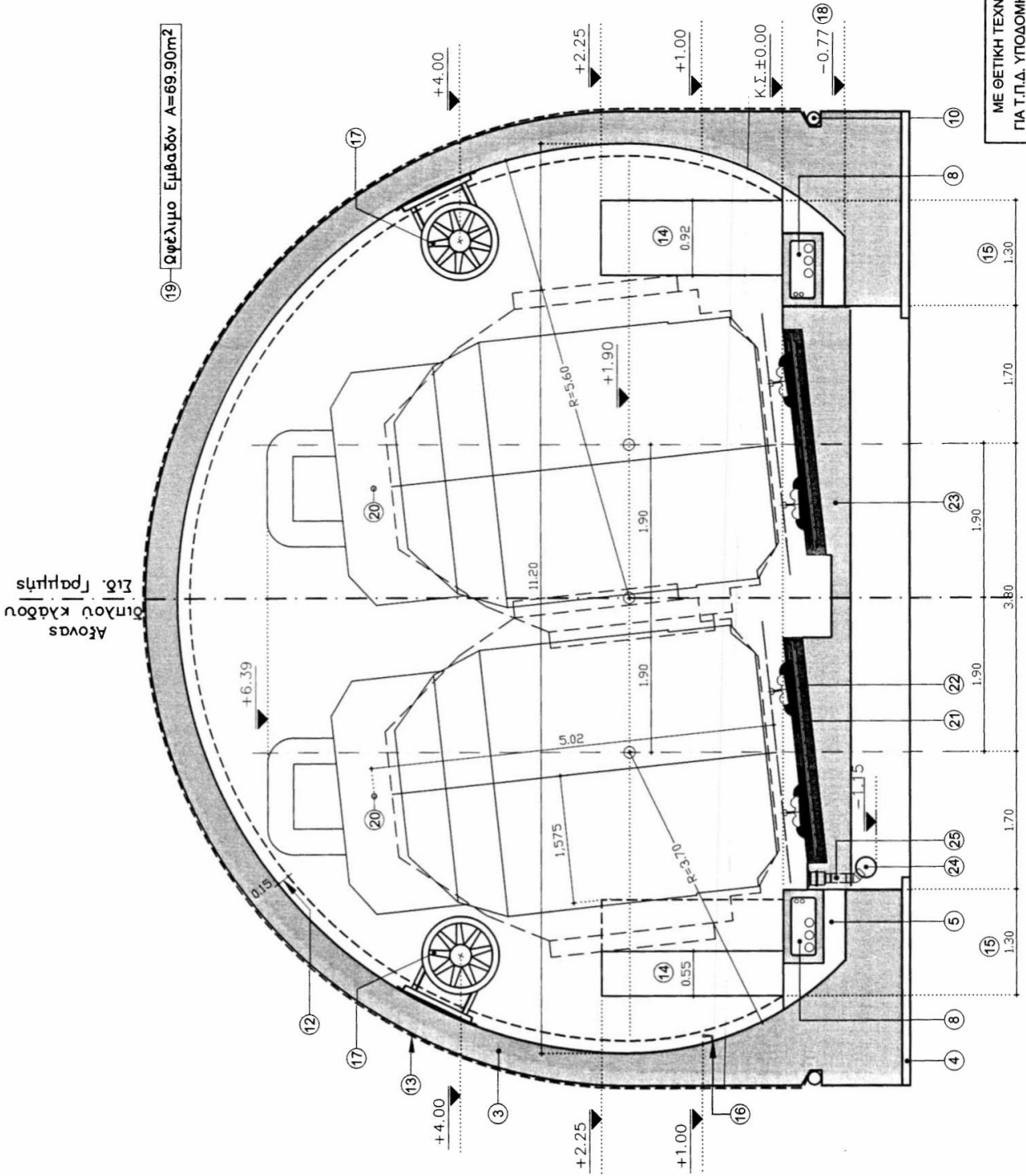


Άξονας  
στην καύση  
Στ. Παμπής

2.1 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΑ



*Handwritten signature*



2.2 ΔΙΑΤΟΜΗ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ u = 160 χλστ.  
ΚΑΙΝΑΚΑ 1-ΕC

### Π3. Αγγλική ορολογία σιδηροδρομικής

<b>railway (or railroad)</b>	σιδηρόδρομος
<b>railway track (or railway line or permanent way)</b>	σιδηροδρομική γραμμή
<b>single-track railway</b>	μονή σιδηροδρομική γραμμή
<b>double-track railway</b>	διπλή σιδηροδρομική γραμμή
<b>railway infrastructure structures</b>	σιδηροδρομικές υποδομές
<b>railway system</b>	σιδηροδρομικό σύστημα
<b>railway station</b>	σιδηροδρομικός σταθμός
<b>depot</b>	μηχανοστάσιο
<b>passenger terminal</b>	επιβατικός σταθμός
<b>railway superstructure</b>	σιδηροδρομική επιδομή
<b>railway substructure</b>	σιδηροδρομική υποδομή
<b>alignment</b>	χάραξη
<b>railway track alignment</b>	χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής
<b>horizontal alignment</b>	οριζοντιογραφία (οριζόντια χάραξη)
<b>vertical alignment</b>	μηκοτομή (κατακόρυφη χάραξη)
<b>study</b>	μελέτη
<b>preliminary study</b>	προκαταρκτική έρευνα – μελέτη
<b>reconnaissance survey/alignment</b>	αναγνωριστική έρευνα – χάραξη
<b>reconnaissance study</b>	αναγνωριστική μελέτη
<b>reconnaissance alignment</b>	αναγνωριστική χάραξη
<b>reconnaissance alignment study</b>	αναγνωριστική μελέτη χάραξης
<b>feasibility study</b>	μελέτη βιωσιμότητας
<b>study area</b>	περιοχή μελέτης
<b>Crete</b>	Κρήτη
<b>Cretan Railways</b>	Κρητικοί Σιδηρόδρομοι
<b>railcar</b>	αυτοκινητάμαξα
<b>superstructure</b>	επιδομή
<b>track panel</b>	εσχάρα γραμμής
<b>rail</b>	σιδηροτροχιά
<b>sleeper or crosstie</b>	στρωτήρας
<b>hunting</b>	οφιοειδής κίνηση
<b>ballast</b>	έρμα
<b>subballast</b>	υπόστρωμα έρματος
<b>granular material</b>	κοκκώδες υλικό
<b>fastener</b>	σύνδεσμος
<b>layer</b>	στρώμα
<b>underlying layers</b>	υποκείμενα στρώματα
<b>substructure</b>	υποδομή



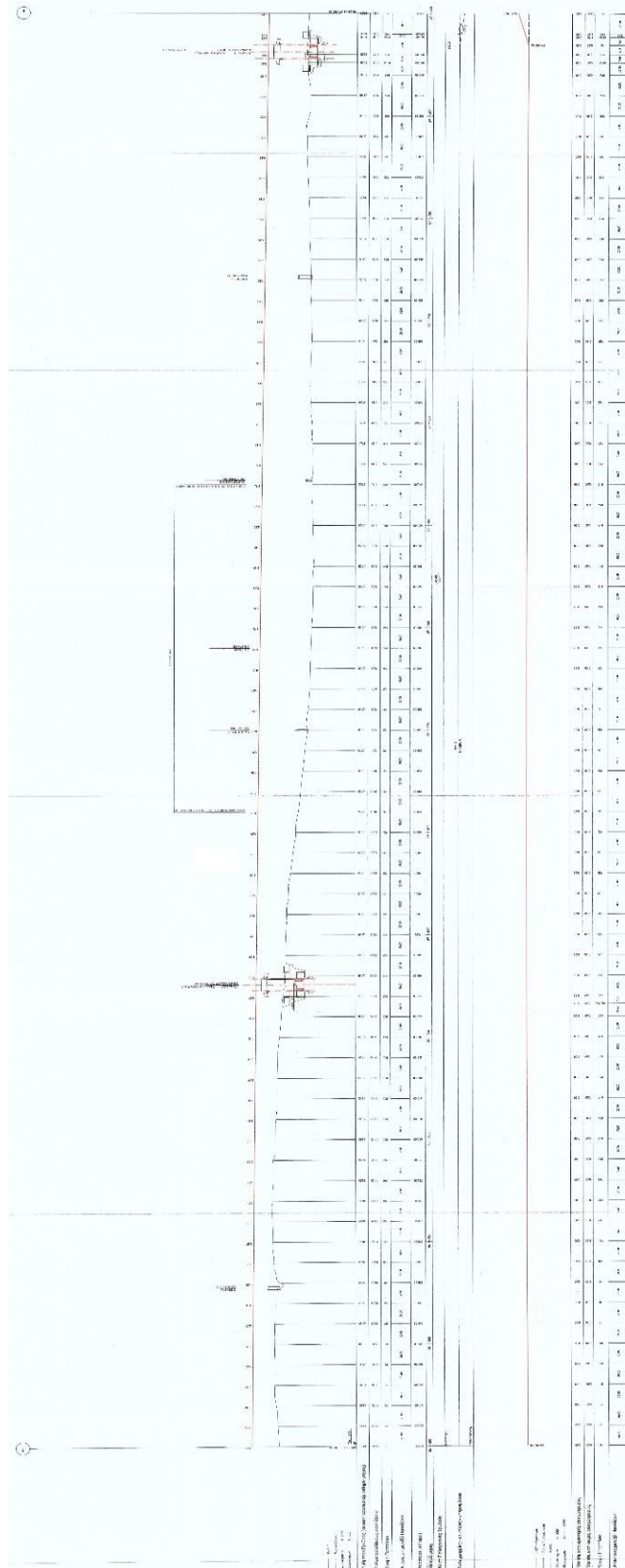
<b>subgrade</b>	υπόβαση
<b>placed fill</b>	στρώση διαμόρφωσης
<b>maintenance</b>	συντήρηση
<b>ballasted track</b>	σκυρογραμμή (γραμμή με συμβατική επιδομή με σκύρα)
<b>ballastless track (or slab track)</b>	γραμμή με σταθερή επιδομή
<b>outer rail</b>	εξωτερική σιδηροτροχιά (ως προς τα κοιλά της καμπύλης)
<b>inner rail (or gradient rail)</b>	εσωτερική σιδηροτροχιά
<b>cant (or superelevation or cant superelevation)</b>	υπερύψωση
<b>cant deficiency</b>	ανεπάρκεια υπερύψωσης
<b>cant excess or surplus</b>	πλεόνασμα υπερύψωσης
<b>superelevation or horizontal plane</b>	επίκλιση
<b>gradient (or grade or slope or inclination or incline)</b>	κλίση
<b>longitudinal gradient</b>	κατά μήκος κλίση
<b>ground gradient</b>	κλίση εδάφους
<b>ground profile</b>	προφίλ γραμμής εδάφους (μηκοτομή)
<b>rail gradient</b>	κλίση σιδηροδρομικής γραμμής
<b>maximum rail gradient</b>	μέγιστη κλίση σιδηροδρομικής γραμμής
<b>slight gradient (or gentle gradient)</b>	μικρή (ήπια) κατά μήκος κλίση
<b>average gradient</b>	μέση κατά μήκος κλίση
<b>signaling</b>	σηματοδότηση
<b>catenary</b>	παντογράφος/ηλεκτροδότηση
<b>flange</b>	όνυχας τροχού
<b>rail clearance</b>	διάκενο μεταξύ όνυχα και εσωτερικής παρειάς σιδηροτροχιάς
<b>centralized traffic control</b>	κέντρο ελέγχου κυκλοφορίας (τηλεδιοίκηση)
<b>centrifugal force</b>	φυγόκεντρος δύναμη
<b>railway track geometry</b>	γεωμετρία σιδηροδρομικής γραμμής
<b>straight line (or straight)</b>	ευθυγραμμία
<b>curve</b>	καμπύλη
<b>circular curve</b>	κυκλική καμπύλη
<b>transitional curve</b>	καμπύλη συναρμογής
<b>round corners</b>	σημεία στρογγύλευσης
<b>cubic parabola</b>	κυβική παραβολή
<b>spiral curve</b>	σπειροειδής καμπύλη
<b>clothoid</b>	κλωθοειδής
<b>horizontal curve</b>	καμπύλη οριζοντιογραφίας
<b>horizontal circular curve</b>	οριζοντιογραφική κυκλική καμπύλη
<b>vertical curve</b>	καμπύλη μηκοτομής

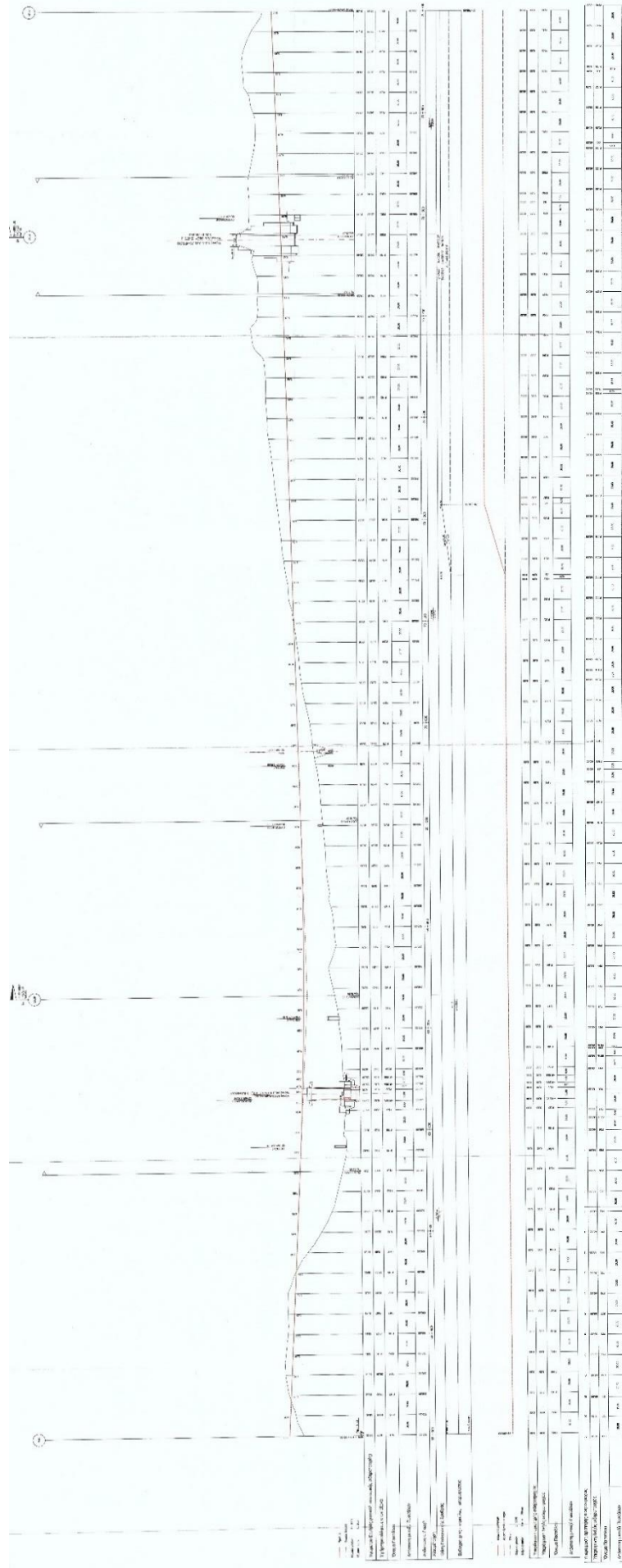
<b>align isocline</b>	ισοκλινής της χάραξης
<b>align polygon</b>	πολυγωνική της χάραξης
<b>alignment width</b>	πλάτος χάραξης
<b>alignment zone</b>	ζώνη χάραξης
<b>horizontal alignment polygon</b>	οριζοντιογραφική πολυγωνική χάραξης
<b>vertical alignment polygon</b>	πολυγωνική της μηκοτομής ερυθράς
<b>Geographic Information Systems (G.I.S.)</b>	Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (Σ.Γ.Π.)
<b>datum</b>	σύστημα αναφοράς
<b>HGRS87 datum (Hellenic Geodetic Reference System 1987)</b>	Σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87 (Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987)
<b>WGS84 datum (World Geodetic System 1984)</b>	Παγκόσμιο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς WGS84
<b>expropriation</b>	απαλλοτρίωση
<b>expropriation costs</b>	κόστη απαλλοτρίωσης
<b>expropriation width</b>	πλάτος απαλλοτρίωσης
<b>expropriation zone</b>	ζώνη απαλλοτρίωσης
<b>gauge</b>	περιτύπωμα
<b>track gauge</b>	εύρος γραμμής
<b>normal track gauge</b>	κανονικό εύρος γραμμής (1435mm)
<b>metric track gauge</b>	μετρικό εύρος γραμμής (1000mm)
<b>centre line of the railway track specification</b>	ο άξονας της σιδηροδρομικής γραμμής προδιαγραφής
<b>technical specifications</b>	τεχνικές προδιαγραφές
<b>interoperability</b>	διαλειτουργικότητα
<b>Technical Specifications for Interoperability (TSI)</b>	Τεχνικές Προδιαγραφές Διαλειτουργικότητας
<b>railway track carrying structures</b>	τεχνικά έργα σιδηροδρομικής γραμμής
<b>railway tunnel</b>	σιδηροδρομική σήραγγα
<b>railway bridge</b>	σιδηροδρομική γέφυρα
<b>railway viaduct</b>	σιδηροδρομική κοιλαδογέφυρα
<b>railway earthworks</b>	χωματισμοί σιδηροδρομικής γραμμής
<b>railway track embankment</b>	επίχωμα σιδηροδρομικής γραμμής
<b>fill slope</b>	κλίση επιχώματος
<b>railway track cutting</b>	όρυγμα σιδηροδρομικής γραμμής
<b>cut slope</b>	κλίση ορύγματος
<b>rock cutting</b>	όρυγμα σε βράχο
<b>soil cutting</b>	όρυγμα σε εδαφικό υλικό
<b>natural ground</b>	φυσικό έδαφος
<b>drainage</b>	αποστράγγιση
<b>railway platform</b>	αποβάθρα σιδηροδρομικής γραμμής (σύνδεση του σιδηροδρομικού σταθμού με τις σιδηροδρομικές γραμμές που εξυπηρετούν τους επιβάτες του)

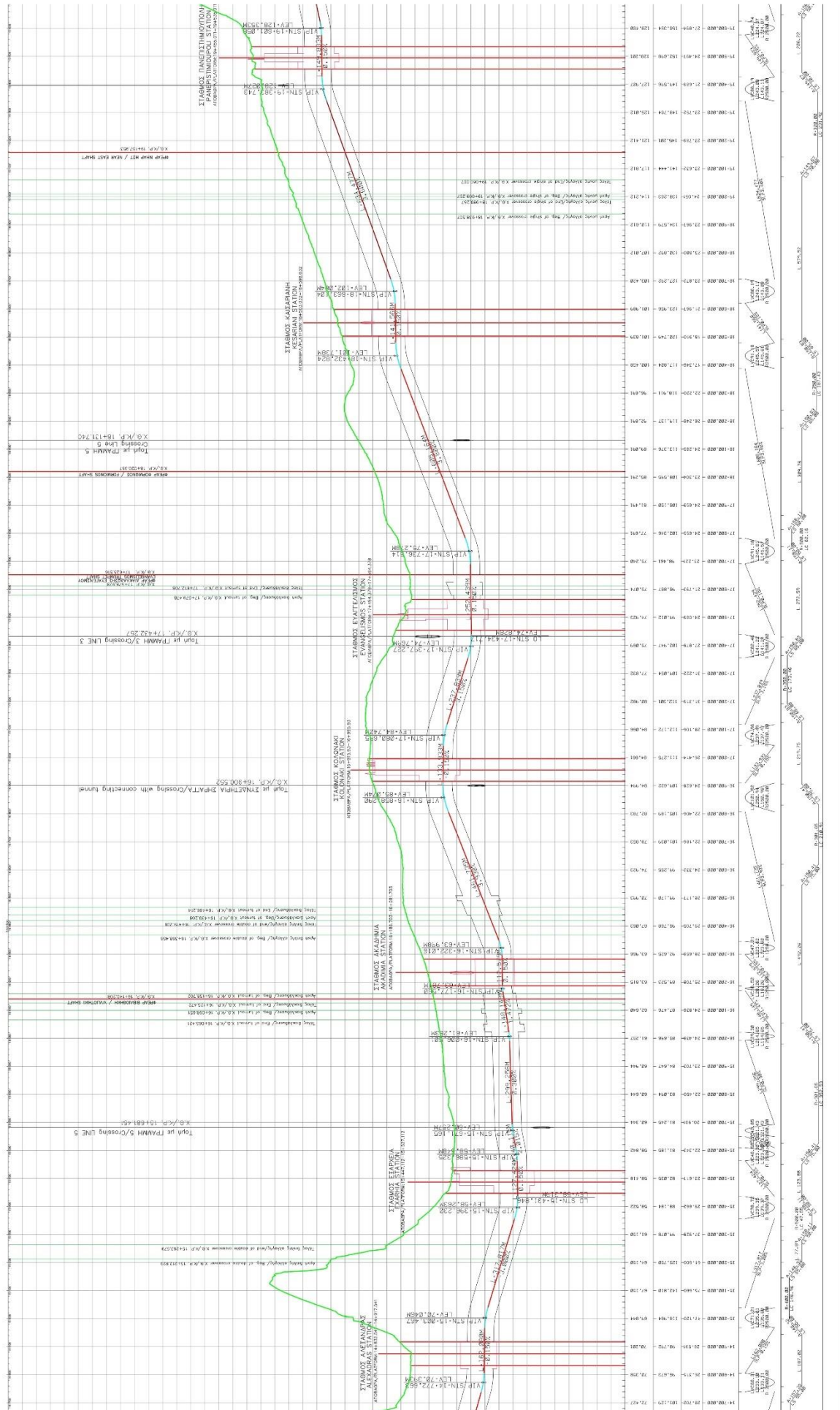
<b>alight</b>	αποβιβάζομαι
<b>main railway line (permanent way)</b>	κύρια σιδηροδρομική γραμμή
<b>secondary line</b>	δευτερεύουσα γραμμή
<b>track circuit</b>	κύκλωμα γραμμής
<b>signaling</b>	σηματοδότηση
<b>turnout</b>	αλλαγή τροχιάς
<b>crossing</b>	σταυρός (διασταύρωση)
<b>points of crossing</b>	σημεία σταυρού
<b>rolling stock</b>	τροχαίο υλικό
<b>locomotive</b>	μηχανή τρένου
<b>bogie</b>	φορείο
<b>wheel</b>	τροχός
<b>axle load</b>	αξονικό φορτίο
<b>rail directions</b>	σιδηροδρομικοί κλάδοι (κατευθύνσεις)
<b>railway alignment guidelines</b>	εγχειρίδια οδηγιών σιδηροδρομικής χάραξης
<b>accredited rail organization</b>	πιστοποιημένος σιδηροδρομικός οργανισμός (π.χ. ΟΣΕ στην Ελλάδα)
<b>derailment</b>	εκτροχιασμός
<b>transport interchange</b>	συγκοινωνιακός κόμβος
<b>speed profile</b>	προφίλ ταχύτητας
<b>rail profile</b>	προφίλ σιδηροτροχιάς
<b>head</b>	κεφαλή σιδηροτροχιάς
<b>web</b>	κορμός σιδηροτροχιάς
<b>base</b>	βάση σιδηροτροχιάς
<b>rail joint</b>	αμφιδέτης σιδηροτροχιών
<b>Automatic Train Operation (ATO)</b>	Αυτοματοποιημένη λειτουργία τρένων
<b>degree of train automation</b>	βαθμός αυτοματοποίησης τρένου
<b>Grade of Automation (GoA)</b>	Επίπεδο αυτοματοποίησης

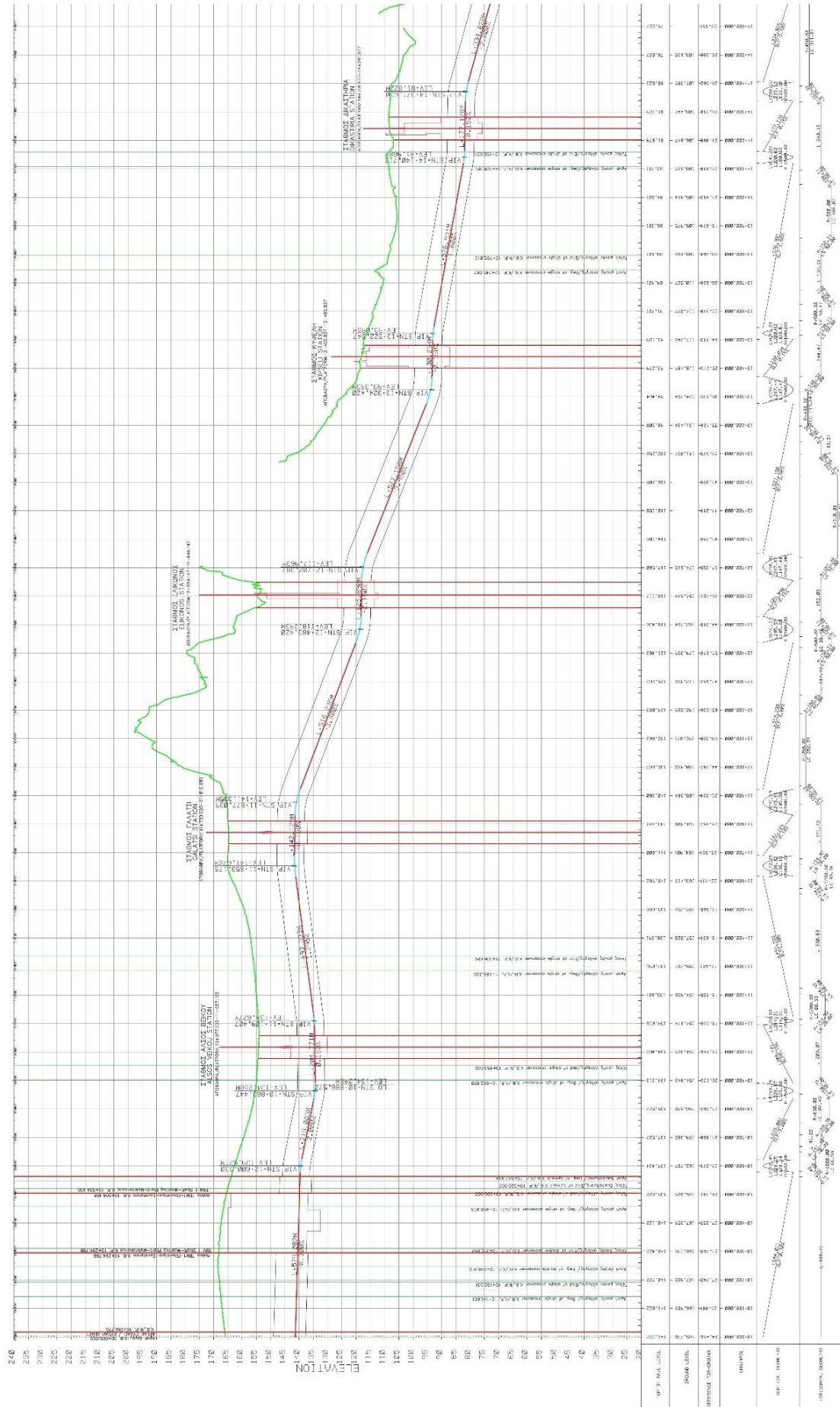
## Π4. Στοιχεία από πραγματικές μελέτες

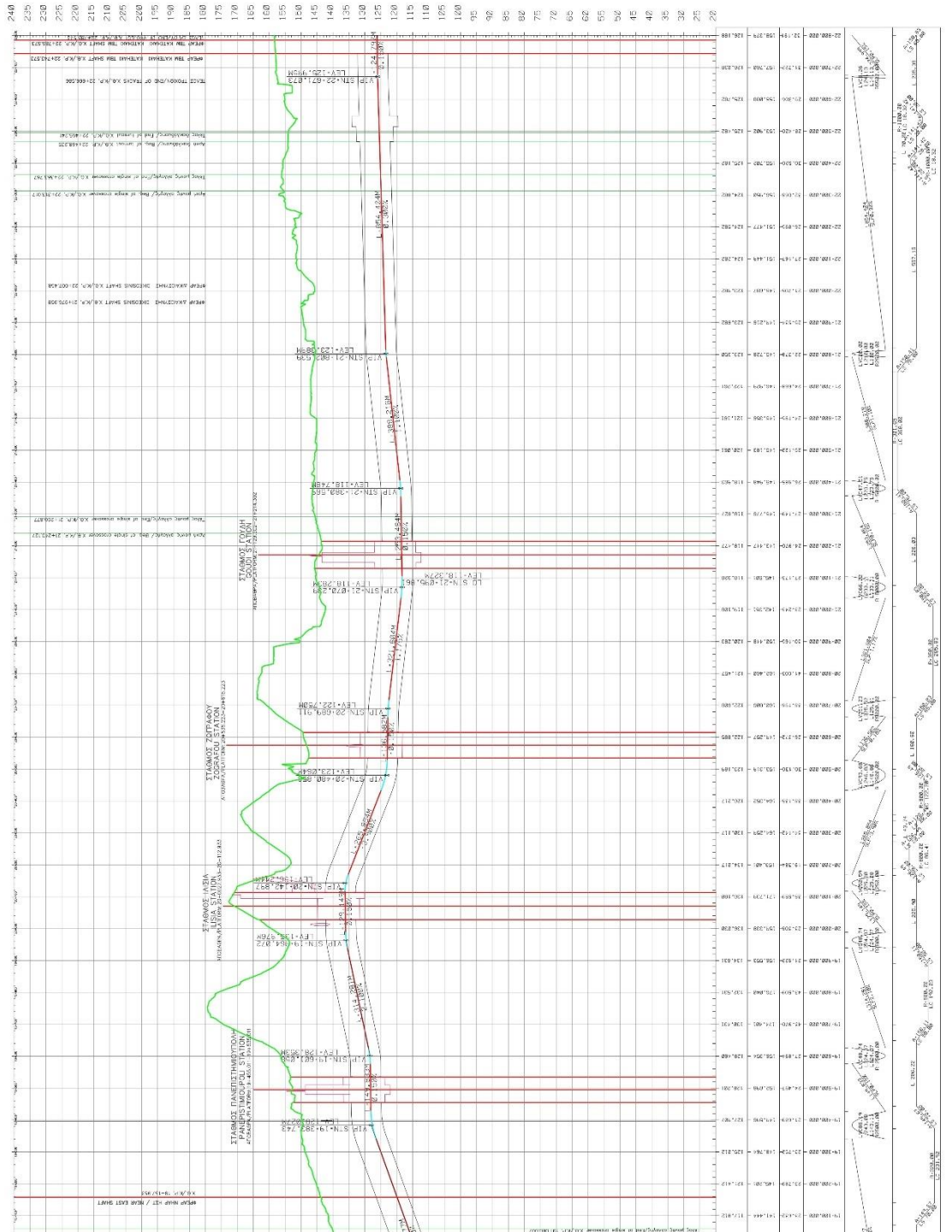
- Υλικό που απεστάλη και δημοσιεύεται με τη συγκατάθεση της ΕΡΓΟΣΕ (σελ. 145-147)
- Δημοσιευμένο υλικό της νέας Γ4 του μετρό της Αθήνας [34] (σελ.148-151)











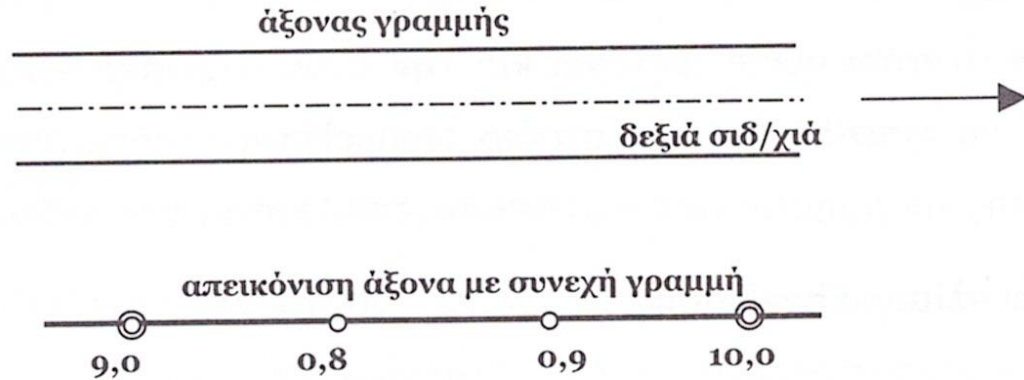




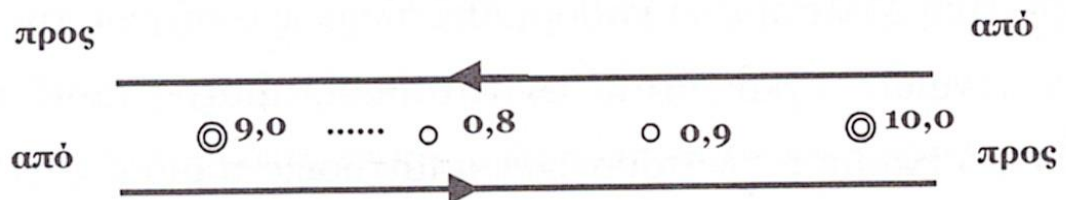
## Π5. Χαρακτηριστικά σχεδίασης των γραμμών

Οι γραμμές τόσο μεταξύ των σταθμών όσο και στους σταθμούς απεικονίζονται με τον άξονά τους. Ως άξονας νοείται η νοητή γραμμή στο μέσο της απόστασης μεταξύ των σιδηροτροχιών. Οριζοντιογραφικά ο άξονας απεικονίζεται με συνεχή γραμμή. Η χιλιομέτρηση τοποθετείται για την περίπτωση της διπλής γραμμής επί του άξονα μεταξύ των δύο γραμμών.

- Απεικόνιση άξονα γραμμής και χιλιομέτρησης σε μια κατεύθυνση [1]:



- Απεικόνιση χιλιομέτρησης διπλής γραμμής [1]:



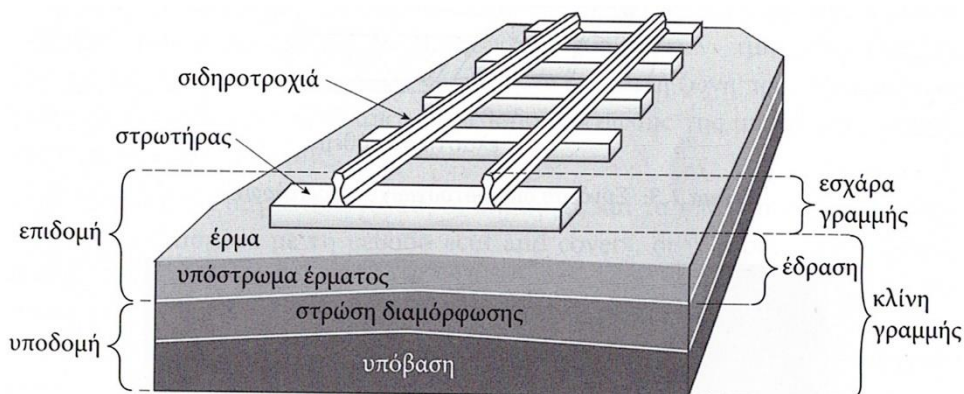
## Π6. Η ανατομία της σιδηροδρομικής γραμμής

Η σιδηροδρομική γραμμή (σιδηροδρομικός διάδρομος) είναι ο διάδρομος κυκλοφορίας του σιδηροδρομικού οχήματος, ο οποίος αποτελείται από 2 παράλληλες σιδηροτροχιές (που βρίσκονται σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους – βλ. εύρος γραμμής) επί των οποίων κινείται το όχημα μέσω των τροχών που φέρει και είναι προσδεμένοι μέσω του άξονα και κυλινδρικοί πάνω στις γραμμές, καθοδηγούμενοι μέσω του όνυχα που βρίσκεται στην εσωτερική τους πλευρά. Η διαδρομή που διαγράφει το σιδηροδρομικό όχημα είναι προδιαγεγραμμένη και η καθοδήγηση γίνεται εκτός οχήματος μέσω της σιδηροδρομικής γραμμής και του όνυχα που έρχεται σε επαφή με τη σιδηροτροχιά και «διαβάζει» τη χάραξη. Το σύστημα είναι σε μεγάλο βαθμό αυτοματοποιημένο, ελέγχεται πλήρως η κυκλοφορία και η τροχιά που ακολουθεί ο άξονας του οχήματος ταυτίζεται με πολύ μεγάλη ακρίβεια με τον άξονα της σιδηροδρομικής γραμμής. Εδώ εντοπίζεται και η κύρια διαφορά του σιδηροδρομικού διαδρόμου, καθώς το σιδηροδρομικό όχημα που χρησιμοποιεί τη γραμμή έχει μόνο έναν βαθμό ελευθερίας κατά τη διεύθυνση κίνησής του και κατά μήκος της σιδηροδρομικής γραμμής, ενώ δεν μπορεί να κινηθεί πλευρικά. Ως εκ τούτου το κινηματικό περιτύπωμα του οχήματος ανά γεωμετρικό στοιχείο χάραξης είναι συγκεκριμένο και το γνωρίζουμε από πριν, με αποτέλεσμα τη βέλτιστη κίνηση του και εν τέλει τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοσή του.

Η σιδηροδρομική γραμμή ως κατασκευή αποτελείται από μια σειρά στοιχείων και υλικών διαφορετικών ελαστικότητων που μεταφέρουν τα στατικά και δυναμικά φορτία των κυκλοφορούντων συρμών στο έδαφος θεμελίωσης (υπόβαση). Περιλαμβάνει διαδοχικά από πάνω προς τα κάτω τις σιδηροτροχιές (rails), τους στρωτήρες (sleepers), το έρμα (ballast), το υπόστρωμα του έρματος (subballast), τη στρώση διαμόρφωσης (αν απαιτείται) και την υπόβαση (subgrade). Μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους επάλληλους σιδηροδρομικούς διαδρόμους κυκλοφορίας.

Τη σιδηροδρομική γραμμή συνθέτουν δύο διακριτά μέρη: η «επιδομή» της γραμμής η οποία και αποτελείται από τις σιδηροτροχιές, τους στρωτήρες, το μικρό υλικό σύνδεσης, το έρμα και το υπόστρωμα έρματος (προστατευτικές στρώσεις) και η «υποδομή» της γραμμής η οποία αποτελείται από την υπόβαση και τη στρώση διαμόρφωσης (αν απαιτείται).

Το ανώτερο τμήμα της επιδομής που περιλαμβάνει τις σιδηροτροχιές, τους στρωτήρες και το μικρό υλικό σύνδεσης καλείται «εσχάρα γραμμής», ενώ στην εσχάρα γραμμής συγκαταλέγονται και οι σχηματισμοί γραμμής (διακλαδώσεις γραμμών, διασταυρώσεις γραμμών, διασταυρώσεις – αλλαγές γραμμών, συνδέσεις παράλληλων γραμμών) μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η ένωση, η τομή, ο διχασμός και η σύνδεση των γραμμών σε συγκεκριμένα σημεία του δικτύου. Το κατώτερο τμήμα της επιδομής, που περιλαμβάνει το έρμα και τις υποκείμενες στρώσεις του,



Εικόνα Π6.0.1 - Συνιστώσες σιδηροδρομικής γραμμής  
(συμβατική επιδομή - από την υπόβαση έως τον διάδρομο κυκλοφορίας) [3]

καλείται «έδραση» της γραμμής. Η έδραση και η υποδομή της γραμμής καλούνται μαζί «κλίνη της γραμμής».

Λόγω της έδρασης της γραμμής, μπορεί να έχουμε είτε τη συμβατική επιδομή (εύκαμπτη έδραση) η οποία αποτελείται από έρμα, είτε τη σταθερή επιδομή (δύσκαμπτη έδραση) η οποία αποτελείται από πλάκα σκυροδέματος. Στην υπό μελέτη διπλή σιδηροδρομική γραμμή (75-80χλμ), τα τμήματα σε σήραγγες, γέφυρες, στην περιοχή των τεσσάρων σιδηροδρομικών γραμμών θα κατασκευαστούν με σταθερή επιδομή, ενώ το μεγαλύτερο τμήμα του διπλού σιδηροδρομικού διαδρόμου θα κατασκευαστεί με συμβατική επιδομή. Η σταθερή επιδομή, ιδιαίτερα για τα υπόγεια τμήματα γραμμής πρόκειται για ιδιαίτερα αποτελεσματική λύση που περιορίζει σημαντικά τις ανάγκες συντήρησης. Τέλος, υπάρχει και ένα τρίτο σύστημα έδρασης, το οποίο και συναντάται σπανιότερα σε μικρού μήκους «ευαίσθητα» τμήματα γραμμής, η έδραση με ασφαλτικό σκυρόδεμα που χαρακτηρίζεται ημι-εύκαμπτη έδραση.

Το έρμα στην ανοιχτή γραμμή προσφέρει μια σταθερή ομοιόμορφη επιφάνεια για την έδραση και στερέωση της εσχάρας μέσα σε αυτό το στρώμα, ενώ είναι πολύ σημαντικό για την αποστράγγιση της σιδηροδρομικής οδού. Μεταβιβάζει πιο ομαλά τα φορτία της κυκλοφορίας στα κατώτερα στρώματα και στην υποδομή.

Η σιδηροδρομική γραμμή πρέπει να εξασφαλίζει τη διανομή των φορτίων στην εσχάρα (σιδηροτροχιές και στρωτήρες), την ανάπτυξη υψηλών ταχυτήτων στις ευθυγραμμίες και στις καμπύλες, τη δυναμική άνεση των επιβατών, την ασφάλεια κυκλοφορίας των συρμών, τις μικρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη μεγάλη διάρκεια ζωής με μικρό σχετικά κόστος συντήρησης.

Η βέλτιστη διάρκεια ζωής της σιδηροδρομικής επιδομής είναι 50 χρόνια, η κατασκευή της είναι μια κοστοβόρα επένδυση, ενώ καθίσταται δύσκολη και αντιοικονομική οποιαδήποτε μετέπειτα επέμβαση στη χάραξη και στα γεωμετρικά της χαρακτηριστικά. Ως εκ τούτου το όλο ζήτημα της υπό σχεδιασμό σιδηροδρομικής γραμμής πρέπει να εξετάζεται μακροπρόθεσμα και ειδικότερα πρέπει να προβλέπονται ξεκάθαρα εξ αρχής ποιες θα είναι οι μέγιστες ταχύτητες που θα αναπτυχθούν και ποια τα φορτία κατ' άξονα που θα κυκλοφορήσουν κατά την περίοδο σχεδιασμού.

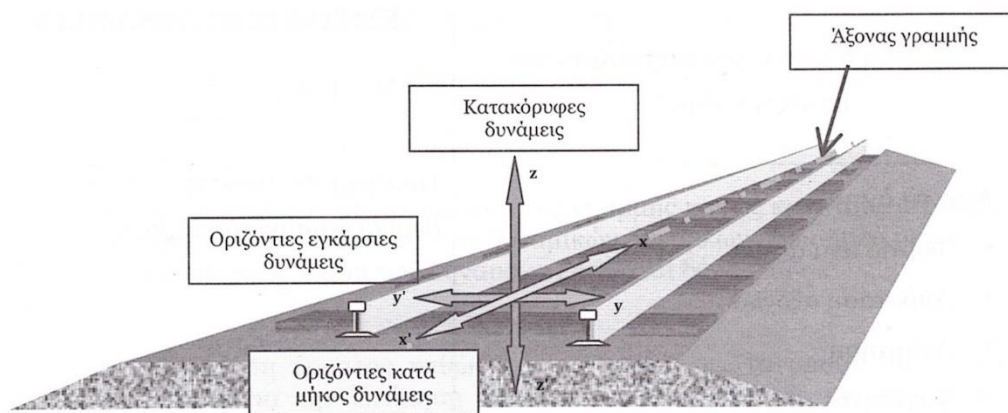
Η χρήση του δικτύου από επιβατικούς συρμούς και η ανεκτή άνεση επιβατών όπως προβλέπουν οι κανονισμοί θα καθορίσει εν πολλοίς ποικίλους παραμέτρους σχεδιασμού του σιδηροδρομικού δικτύου.

Υποδομή γραμμής είναι το σύστημα των εδαφικών στρωμάτων, πάνω στα οποία κατασκευάζεται η επιδομή της γραμμής και στόχο έχει να παρέχει σταθερή θεμελίωση στη γραμμή. Όταν έχουμε γραμμή σε όρυγμα, ως υλικό υποδομής χρησιμοποιείται το επιτόπου εδαφικό υλικό, ενώ σε περίπτωση εδαφικού υλικού σε επίχωμα, ως υλικό υποδομής χρησιμοποιείται εδαφικό υλικό που έχει μεταφερθεί. Σε κάθε περίπτωση το εδαφικό υλικό της υποδομής υφίσταται ειδική κατεργασία (συμπύκνωση, σταθεροποίηση) για να αποκτήσει κατάλληλη μηχανική αντοχή και να αποτελέσει καλή βάση για το έργο επιδομής. Όπως αναφέρθηκε ήδη η υποδομή περιλαμβάνει συνήθως δυο στρώσεις, από κάτω προς τα πάνω, την υπόβαση και τη στρώση διαμόρφωσης. Η στρώση διαμόρφωσης δεν τοποθετείται σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά στις περιπτώσεις εκείνες που το έδαφος της υπόβασης δεν είναι καλής ποιότητας.

## Π7. Η λειτουργία της σιδηροδρομικής γραμμής

Η σιδηροδρομική γραμμή και ισοδύναμα η επιδομή και η εσχάρα πρέπει να κατασκευαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η σταθερότητά τους τόσο στο κατακόρυφο όσο και στο οριζόντιο επίπεδο, έναντι δυνάμεων που δρουν και προέρχονται είτε από τα φορτία κυκλοφορίας των σιδηροδρομικών οχημάτων είτε από το περιβάλλον και την επίδραση της θερμοκρασίας, καθώς και τη ροή υδάτων.

### a. Οι δυνάμεις που καταπονούν τη σιδηροδρομική γραμμή

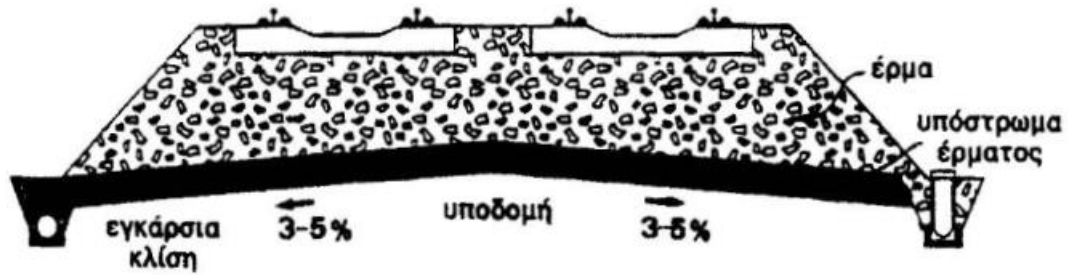


Εικόνα Π8.0.1 - Οι δυνάμεις που δρουν σε έναν σιδηροδρομικό διάδρομο κυκλοφορίας [1]

Οι δυνάμεις που δρουν σε μια σιδηροδρομική γραμμή κατατάσσονται σε 3 κατευθύνσεις:

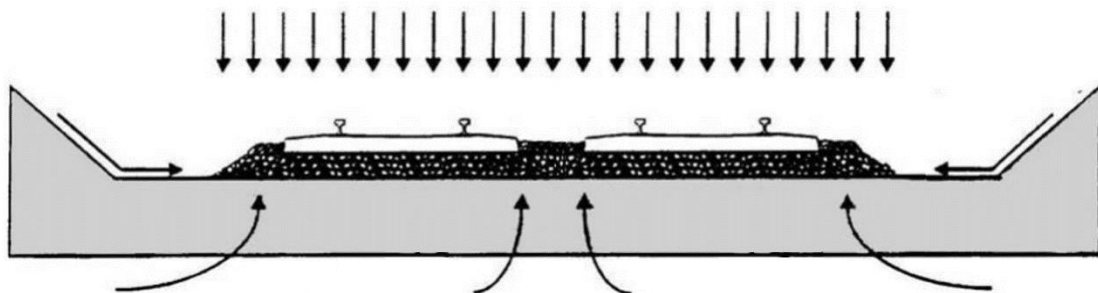
- **Κατακόρυφες δυνάμεις:** εξωτερικές δυνάμεις που μεταδίδονται επί της σιδηροτροχιάς με τη μορφή των δυνάμεων τροχού  $Q$ , υπολογίζονται με ικανοποιητική ακρίβεια από τη συνολική μάζα του οχήματος.
- **Κατά μήκος δυνάμεις:** κυρίως δυνάμεις από εμποδιζόμενη μεταβολή μήκους της σιδηροτροχιάς που προέρχεται από θερμοκρασιακές μεταβολές (εσωτερικές δυνάμεις), δυνάμεις από επιτάχυνση ή πέδηση του συρμού (εξωτερικές δυνάμεις), δυνάμεις από ίδιες τάσεις της σιδηροτροχιάς ή από τάσεις στις θέσεις συγκολλήσεων (εσωτερικές δυνάμεις), δυνάμεις από όδευση σιδηροτροχιών (εσωτερικές δυνάμεις).
- **Εγκάρσιες δυνάμεις:** Η κύλιση των οχημάτων προκαλεί δυνάμεις καθοδήγησης (εξωτερικές δυνάμεις), οι οποίες δρουν επί των σιδηροτροχιών οριζόντια και κάθετα στον άξονα της γραμμής. Μια δύναμη που δρα πλάγια στην κεφαλή της σιδηροτροχιάς αναλύεται σε κατακόρυφη δύναμη  $Q$ , σε ροπή στρέψης  $M$  και σε δύναμη καθοδήγησης  $Y$ .

### b. Η παρουσία του νερού στη σιδηροδρομική γραμμή



Εικόνα Π8.0.2 - Διαμόρφωση της εγκάρσιας διατομής της κάτω στρώσης του έρματος, του υποστρώματος του έρματος και της υποδομής για την απομάκρυνση των υδάτων [3]

Η πιο συνηθής περίπτωση εισόδου του νερού στη σιδηροδρομική «οδό μεταφοράς» είναι κατακόρυφα από την επιφάνεια του έρματος, όταν βρέχει ή χιονίζει, οπότε πέφτει πάνω στη γραμμή και μέσω των πόρων του έρματος «κατεβαίνει» προς τα υποκείμενα στρώματα, ανεξαρτήτως του τύπου διατομής (όρυγμα, επίχωμα ή μεικτή). Ένας ακόμα τρόπος εισόδου του νερού στη σιδηροδρομική γραμμή είναι εγκάρσια από τα πρηνή του έρματος και του υποστρώματος του έρματος. Αυτό συμβαίνει όταν η σιδηροδρομική γραμμή είναι κατασκευασμένη σε όρυγμα και συγκεκριμένα τα επιφανειακά ύδατα ρέουν από τις παρακείμενες πλευρές και καταλήγουν στη γραμμή. Αν τώρα πριν την εκσκαφή του ορύγματος η φυσική στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα ήταν πάνω από το επίπεδο εκσκαφής, τότε μέρος των νερών που εισέρχονται εγκάρσια μπορεί να προέρχονται από υπόγεια νερά. Τέλος ένας τρίτος τρόπος εισόδου του νερού στο σιδηροδρομικό διάδρομο είναι από κάτω προς τα πάνω από την υπόβαση της υποδομής και πρόκειται για υπόγεια ύδατα που διηθούνται προς τα πάνω. Συνήθως εμφανίζεται όταν η Σ.Γ. είναι κατασκευασμένη σε όρυγμα.



Εικόνα Π8.0.3 - Οι τρόποι εισόδου του νερού στο διπλό σιδηροδρομικό διάδρομο για την περίπτωση κατασκευής εντός ορύγματος

Ο μόνος τρόπος εισόδου του νερού που δεν μπορεί να αποφευχθεί είναι ο κατακόρυφος. Για τις άλλες 2 περιπτώσεις, υπάρχουν τρόποι και συστήματα αποστράγγισης τέτοια που περιορίζουν στο ελάχιστο την είσοδο υδάτων στο έργο επιδομής της γραμμής.

## Π8. Μεταφορά οικισμού από το Google Earth στο τοπογραφικό σχέδιο .dwg

Πρόκειται για τη μεταφορά δεδομένων από το Google Earth που ακολουθεί το σύστημα αναφορά WGS-84 στο τοπογραφικό μας σχέδιο – φύλλο ισοϋψών .dwg και στο σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ-87 που χρησιμοποιούμε.



Εικόνα Π8.1 - Ο οικισμός στο Google Earth

### Convert coordinates from (wgs84) to EGSA87

Coordinates in **wgs84** format (e.g. 37.66384,21.42891)

Lon (Lon)

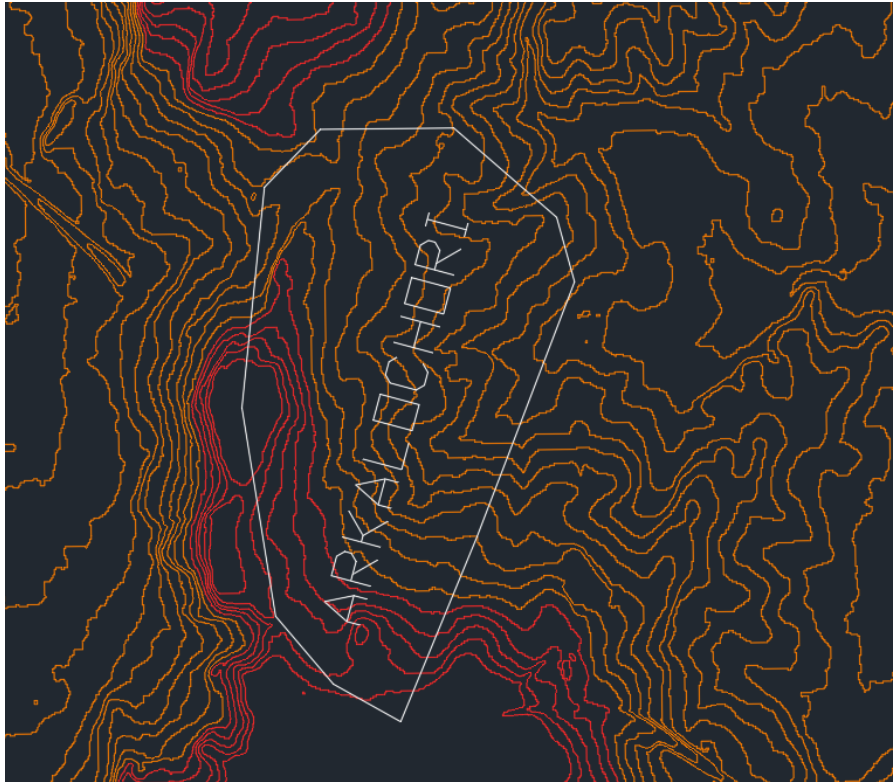
Lat (Lat)

Coordinates in **EGSA 87** format (e.g. 273069.647269,4171345.69667)

X

Y

Εικόνα Π8.2 - Μετατροπή των συντεταγμένων από το σύστημα αναφοράς του Google Earth (WGS84), στο Ελληνικό Γεωγραφικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ'87), όπως ακολουθείται και από το ελληνικό κτηματολόγιο και χρησιμοποιείται για τα σχέδια μελετών στη χώρα μας [37]







Εικόνα Π8.3 – Τα όρια του οικισμού μεταφέρονται μέσω polyline στο τοπογραφικό σχέδιο .dwg

Σ.Σ. Μεταφέρθηκαν στο φύλλο σχεδίασης .dwg μόνο όσες πόλεις/κωμοπόλεις/ χωριά/οικισμοί μας αφορούν και περνούν εντός των πιθανών ζωνών διέλευσης του σιδηροδρόμου ή σε περιοχές πλησίον αυτών.



## Π9. Επίπεδα αυτοματοποίησης στον σιδηρόδρομο

	<u>Grade of Automation</u>	<u>Type of train operation</u>	<u>Setting train in motion</u>	<u>Stopping train</u>	<u>Door closure</u>	<u>Operation in event of disruption</u>
	GoA1	ATP <sup>1</sup> with driver	Drive	Drive	Drive	Drive
	GoA2	ATP <sup>1</sup> and ATO <sup>2</sup> with driver	Automatic	Automatic	Drive	Drive
	GoA3	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
	GoA4	UTO <sup>3</sup>	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

<sup>1</sup> ATP: Automatic Train Protection, <sup>2</sup> ATO: Automatic Train Operation, <sup>3</sup> UTO: Unattended Train Operation

**GoA0:** Επίπεδο αυτοματοποίησης 0 – Καμιά αυτοματοποίηση – Λειτουργία τρένου χειροκίνητη (ATP Manual)

**GoA1:** Επίπεδο αυτοματοποίησης 1 – Ο μηχανοδηγός ελέγχει την εκκίνηση και την ακινητοποίηση του συρμού, τη λειτουργία των θυρών και τον χειρισμό επειγόντων περιστατικών και ξαφνικών αλλαγών. Η επιτήρηση παραβίασης των φωτοσημάτων εξαιτίας ανθρώπινου λάθους διασφαλίζεται από συστήματα προστασίας τρένων όπως το ETCS L1 – Λειτουργία τρένου χειροκίνητη (ATP Manual)

**GoA2:** Επίπεδο αυτοματοποίησης 2 – Η εκκίνηση και η στάση των συρμών εδώ είναι αυτοματοποιημένα μέσω της χρήσης εξελιγμένων συστημάτων προστασίας των τρένων όπως το ETCS L2 ή L3, αλλά ο μηχανοδηγός ελέγχει το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρών, οδηγεί το τρένο αν χρειάζεται και χειρίζεται επείγοντα περιστατικά. Πολλά συστήματα ATO είναι επιπέδου GoA2. Σε αυτό το σύστημα τα τρένα κινούνται αυτοματοποιημένα από σταθμό σε σταθμό, ωστόσο ο μηχανοδηγός βρίσκεται κανονικά στην καμπίνα στο μπροστινό σημείο του συρμού με την ευθύνη για άνοιγμα-κλείσιμο θυρών, τον έγκαιρο εντοπισμό τυχόν εμποδίων στη γραμμή μπροστά από τον συρμό και ο χειρισμός επειγόντων καταστάσεων. Όπως και στο σύστημα GoA3, στο GoA2 το τρένο δεν μπορεί να λειτουργήσει με ασφάλεια χωρίς το προσωπικό του μέσα σε αυτό. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το London Underground Victoria line. – Λειτουργία τρένου ημι-αυτοματοποιημένη (STO)

**GoA3:** Επίπεδο αυτοματοποίησης 3 – Η εκκίνηση, η ακινητοποίηση, η πέδηση του συρμού είναι αυτοματοποιημένα, ωστόσο ένας υπάλληλος της αμαξοστοιχίας διαχειρίζεται τις θύρες και

οδηγεί το τρένο σε περίπτωση επειγόντων περιστατικών. Σε αυτό το σύστημα τα τρένα κινούνται αυτόματα από σταθμό σε σταθμό, ωστόσο ένα μέλος του προσωπικού είναι πάντα στο τρένο με ευθύνη τον χειρισμό επειγόντων καταστάσεων. Στο EA3 το τρένο δεν μπορεί να λειτουργήσει με ασφάλεια χωρίς το προσωπικό του εντός αυτού. Παραδείγματα: Docklands Light Railway, Magenta Line (DMRC), Pink Line (DMRC) – Λειτουργία τρένου χωρίς οδηγό (DTO)

**GoA4:** Επίπεδο αυτοματοποίησης 4 – Η εκκίνηση, η ακινητοποίηση, η πέδηση του συρμού, η αυξομείωση της ταχύτητας, όπως και η λειτουργία των θυρών είναι όλα πλήρως αυτοματοποιημένα χωρίς καθόλου προσωπικό εντός του τρένου. Συστήνεται στους σταθμούς να έχουν εγκατασταθεί στις αποβάθρες επιπλέον πόρτες ασφαλείας. Σε αυτό το σύστημα τα τρένα είναι ικανά να λειτουργούν αυτοματοποιημένα σε όλες τις χρονικές στιγμές, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης των θυρών, εντοπισμό εμποδίων και διαχείρισης επειγόντων περιστατικών. Προσωπικό εντός της αμαξοστοιχίας μπορεί να υπάρχει ωστόσο για άλλους σκοπούς, όπως η εξυπηρέτηση των πελατών, αλλά δεν απαιτείται για την ασφαλή λειτουργία. Έλεγχοι πραγματοποιούνται συχνά προκειμένου να οδηγήσουν τον συρμό χειροκίνητα εάν χρειαστεί στο σπάνιο ενδεχόμενο της αστοχίας του προγραμματιστικού συστήματος. Παραδείγματα: Singapore MRT, Milan Metro Line 5, Milan Metro Line 4, Line C (Rome Metro), Turin Metro, Brescia Metro, Paris Metro Line 14, Barcelona Metro line 9, Sydney Metro, Nuremberg Metro Lines 2 και 3, Copenhagen Metro, και η Suzhou Rail Transit Line 11.