



Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
School of Civil Engineering

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ  
ΓΙΑ ΤΟΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΟΔΩΝ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ – ΙΚΑΡΟΣ ΚΑΠΑΡΑΚΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ**

**ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Φ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2013**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

---

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ. Γ. Κανελλαΐδη για την ανάθεση και την επίβλεψη της παρούσης διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την καθοδήγηση και υποστήριξή του κατά την διάρκεια εκπόνησής της.

Ευχαριστώ τον κ. Φ. Μερτζάνη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του στη χρήση του προγράμματος FM12 και τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Ευχαριστώ επίσης το προσωπικό του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής για τις γνώσεις που μου προσέφεραν καθώς και για την ευκαιρία να ασχοληθώ με την επιστήμη της Οδοποιΐας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την παντός είδους βοήθεια.

Αθήνα, Μάρτιος 2013

Γεώργιος Ίκαρος Καπαράκης

Φωτογραφία εξωφύλλου:

Επαρχιακή οδός Βρυσών – Χώρας Σφακίων (Δήμος Σφακίων, Νομός Χανίων, Κρήτη)

## ΣΥΝΟΨΗ

---

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει στόχο την διερεύνηση των προδιαγραφών για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών σε σχέση με την οδική ασφάλεια. Αρχικά, πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση – διερεύνηση των προδιαγραφών, ως προς την οδική ασφάλεια. Ακολουθεί αναφορά της χρήσης του προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή H12, για τον σχεδιασμό της οδού. Έπειτα, περιγράφεται ο σχεδιασμός νέας επαρχιακής οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με την Εθνική Οδό, Ε75, Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται διεξοδική έρευνα των περιπτώσεων, των οδικών τμημάτων της σχεδιασθείσας οδού, που εμφανίζουν προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ και τις AASHTO. Τέλος, προτείνονται λύσεις των παραπάνω προβλημάτων και επισημαίνονται προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

### Λέξεις – Κλειδιά

Γεωμετρικός σχεδιασμός οδών, οδική ασφάλεια, προδιαγραφές, λειτουργική ταχύτητα, ταχύτητα μελέτης, μελέτες περιπτώσεων, οριζοντιογραφική καμπύλη, κυρτή κατακόρυφη καμπύλη, κοίλη κατακόρυφη καμπύλη, μήκος ορατότητας για στάση.

## **ABSTRACT**

---

The objective of this diploma thesis is the investigation of road geometric design guidelines regarding road safety. Initially, a literature review – research of standards, regarding road safety, is presented. A usage report of the computer-program FM12 follows, for the design of the road. Afterwards, the design of a new provincial road is described, that connects the Kastelli military airport with the E75 highway, Heraklion – Agios Nikolaos. Subsequently, a thorough case study is conducted for all the parts of the designed road regarding road safety issues, according to OMOE and AASHTO. Eventually, solutions to these issues mentioned are suggested and further research is proposed.

### **Keywords**

Geometric design of highways, road safety, standards, operating speed, design speed, case studies, horizontal curve, crest vertical curve, sag vertical curve, stopping sight distance.



## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

---

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση των προδιαγραφών, για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών σε σχέση με την οδική ασφάλεια. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, αρχικά, πραγματοποιείται βιβλιογραφική ανασκόπηση – διερεύνηση των προβλημάτων ως προς την οδική ασφάλεια. Αναλύονται τα αίτια των προβλημάτων αυτών, που αφορούν τις χρησιμοποιούμενες υποθέσεις κατά την κατάρτιση των προδιαγραφών, την χρονική εξέλιξη τους, το πεδίο εφαρμογής τους και την οριακή κάλυψή τους κατά τον σχεδιασμό. Εξετάζεται επίσης, το πρόβλημα της έλλειψης προσδιορισμού ποσοτικής σχέσης προδιαγραφών – οδικής ασφάλειας. Επίσης διερευνώνται τα προβλήματα, που προκύπτουν από σχεδιασμό της οδού αναντίστοιχο των προσδοκιών του χρήστη, καθώς και τα προκύπτοντα προβλήματα από τα σφάλματα και τις αδυναμίες του ίδιου του χρήστη. Επισημαίνεται η ανάγκη σχεδιασμού των οδών με ανθρωποκεντρική προσέγγιση.

Ακολουθεί, παρουσίαση του προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή, H12, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική για τον σχεδιασμό οδού και την μελέτη, των περιπτώσεων προβλημάτων οδικής ασφάλειας. Έπειτα, πραγματοποιείται μελέτη σχεδιασμού νέας επαρχιακής οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου – Αγίου Νικολάου, όπως περιγράφεται στην καταρτιζόμενη τεχνική έκθεση.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται έρευνα για τις περιπτώσεις προβλημάτων οδικής ασφάλειας (case studies), που παρουσιάζονται σε συγκεκριμένα οδικά τμήματα της σχεδιασθείσας οδού, σύμφωνα με τις OMOE και τις AASHTO. Παρά την τήρηση των προδιαγραφών, παρουσιάζονται προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια, που οφείλονται: σε σχεδιασμό κλειστής οριζοντιογραφικής καμπύλης σε συνέχεια ευθυγραμμίας έντονης κατωφερικής κλίσης και μεγάλου μήκους, ή σε σχεδιασμό αλληλουχίας κυρτής καμπύλης της μηκοτομής – οριζοντιογραφικής καμπύλης, ή σε σχεδιασμό κοιλώματος μικρού μήκους που βρίσκεται στο τέλος ευθυγραμμίας (θλάση) και ταυτίζεται με την αρχή οριζοντιογραφικής καμπύλης, η αλλαγή διεύθυνση της οποίας αποκρύπτεται λόγω πρηνούς ορύγματος, ή σε σχεδιασμό

αλληλουχίας κυρτώματος – κοιλώματος – κυρτώματος κατά μήκος ευθυγραμμίας (βύθισμα).

Ακολουθούν, τέλος, προτεινόμενες λύσεις σύμφωνα με ΟΜΟΕ και AASHTO, που αφορούν όλες τις περιπτώσεις των εμφανιζομένων προβλημάτων οδικής ασφάλειας, οι συνέπειες αυτών των λύσεων, καθώς και προτάσεις προς περαιτέρω διερεύνηση.

---

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

<b>ΣΥΝΟΨΗ.....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ii</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>iii</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>v</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....</b>	<b>x</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....</b>	<b>4</b>
2.1. Γενικά.....	4
2.1.1. Προδιαγραφές Γεωμετρικού Σχεδιασμού Οδών.....	4
2.1.2. Οδική Ασφάλεια.....	4
2.1.3. Ασφαλές Σύστημα.....	5
2.1.4. Παράγοντες Ατυχήματος.....	6
2.1.5. Προϋποθέσεις Ασφαλούς Σχεδιασμού.....	7
2.2. Χώρες – Προδιαγραφές.....	7
2.3. Εθνικές Προδιαγραφές – Τοπικές Διαφοροποιήσεις.....	8
2.4. Παρωχημένες Προδιαγραφές.....	9
2.5. Υποθέσεις των Προδιαγραφών.....	10
2.5.1. Πραγματικά Στοιχεία – Σχέσεις.....	10
2.5.2. Υποθετικά Στοιχεία – Σχέσεις.....	10
2.5.3. Κυρτή Καμπύλη στη Μηκοτομή.....	11
2.5.4. Οριζοντιογραφική Καμπύλη.....	13
2.6. Δεσμευτικότητα Εφαρμογής Προδιαγραφών.....	15

2.7. Οριακή Κάλυψη των Προδιαγραφών.....	16
2.8. Συνδυασμός Μεμονωμένων Στοιχείων.....	17
2.9. Καθοριστική Λειτουργία της Οδού.....	18
2.10. Έλλειψη Προσδιορισμού Ποσοτικής Σχέσης Προδιαγραφών – Οδικής Ασφάλειας.....	18
2.10.1. Μεταβολή Χαρακτηριστικών της Οδού – Ασφάλειας.....	20
2.10.2. Μέθοδοι «Μέτρησης» Ασφάλειας.....	21
2.11. Σχεδιασμός Οδού – Χαρακτηριστικά Οδήγησης των Χρηστών.....	21
2.11.1. Ομοιογένεια στον Σχεδιασμό των Οδών.....	22
2.11.2. Σφάλματα – Αδυναμίες Χρηστών.....	24
2.11.3. Ανάγκη Ανθρωποκεντρικής Προσέγγισης στον Σχεδιασμό των Οδών.....	25
2.12. Εικόνα της Οδού στον Χώρο.....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ.....</b>	<b>28</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ.....</b>	<b>32</b>
4.1. Τεχνική Έκθεση.....	32
4.1.1. Συνοπτική Περιγραφή Μελέτης.....	32
4.1.2. Υφιστάμενη Κατάσταση – Σκοπός Έργου.....	34
4.1.3. Αντικείμενο Μελέτης.....	36
4.1.4. Αναλυτική Περιγραφή Μελέτης.....	37
4.1.5. Τυπική Διατομή.....	48
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ (CASE STUDIES) – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΟΜΟΕ.....</b>	<b>49</b>
5.1. Τηρούμενες Προδιαγραφές ΟΜΟΕ.....	49
5.1.1. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού.....	50
5.1.2. Διαχωρισμός Κυκλοφορίας.....	50
5.1.3. Καθοριστικές Ταχύτητες.....	50

5.1.4. Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή.....	52
5.1.5. Τυπική Διατομή.....	55
5.1.6. Διαμόρφωση Επικλίσεων.....	57
5.1.7. Έλεγχος Τήρησης Κριτηρίων Ασφαλείας.....	58
5.1.8. Μελέτη Ορατοτήτων.....	60
5.2. Μελέτη 1 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 1) – Κλειστή Οριζοντιογραφική Καμπύλη.....	63
5.2.1. Ευθυγραμμία Μεγάλου Μήκους – Επαλληλία Κοίλης Κατακόρυφης Καμπύλης με Οριζοντιογραφική Καμπύλη.....	63
5.2.2. Διαδοχικές Οριζοντιογραφικές Καμπύλες .....	64
5.2.3. Ορατότητα.....	65
5.2.4. Λειτουργική Ταχύτητα $V_{85}$ .....	65
5.2.5. Ταχύτητα Εκτροπής.....	66
5.2.6. Λειτουργική Ταχύτητα – Ταχύτητα Εκτροπής.....	69
5.3. Μελέτη 2 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 2) – Αλληλουχία Κυρτώματος – Οριζοντιογραφικής Καμπύλης.....	73
5.3.1. Ορατότητα.....	73
5.3.2. Διαδοχικές Ομόρροπες Καμπύλες.....	78
5.3.3. Σύνθετη Κλίση.....	78
5.3.4. Επανάληψη Προβλήματος.....	79
5.4. Μελέτη 3 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 3) – Οπτική Θλάση Οδού.....	80
5.4.1. Φαινόμενο Οπτικής Θλάσης.....	84
5.4.2. Ορατότητα.....	85
5.5. Μελέτη 4 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 4) – Βύθισμα.....	87
5.5.1. Ελιγμοί Προσπέρασης.....	91

5.5.2. Ορατότητα.....	91
5.5.3. Παροτρύνσεις Προσπέρασης.....	92
5.5.4. Θάμβωση.....	93

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ (CASE STUDIES) – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΑΑΣΗΤΟ.....94**

6.1. Τηρούμενες Προδιαγραφές ΑΑΣΗΤΟ.....	94
6.1.1. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού.....	95
6.1.2. Διαχωρισμός Κυκλοφορίας.....	96
6.1.3. Ταχύτητα Μελέτης.....	96
6.1.4. Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή.....	97
6.1.5. Τυπική Διατομή.....	102
6.1.6. Διαμόρφωση Επικλίσεων.....	103
6.1.7. Μελέτη Ορατοτήτων.....	103
6.2. Μελέτη 1 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 1) – Κλειστή Οριζοντιογραφική Καμπύλη.....	107
6.2.1. Συστάσεις.....	107
6.3. Μελέτη 2 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 2) – Αλληλουχία Κυρτώματος – Οριζοντιογραφικής Καμπύλης.....	111
6.3.1. Οδηγίες.....	111
6.3.2. Ορατότητα.....	112
6.3.3. Συστάσεις.....	113
6.4. Μελέτη 3 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 3) – Οπτική Θλάση Οδού.....	115
6.4.1. Κανονισμοί.....	115
6.4.2. Ορατότητα.....	115
6.5. Μελέτη 4 <sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 4) – Βύθισμα.....	118

6.5.1. Συστάσεις.....	118
6.5.2. Ορατότητα.....	119

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

7.1. Προτεινόμενη Λύση 1 <sup>ου</sup> Προβλήματος (Case Study 1).....	121
7.1.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού.....	121
7.1.2. Πρόταση.....	122
7.2. Προτεινόμενη Λύση 2 <sup>ου</sup> Προβλήματος (Case Study 2).....	124
7.2.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού.....	124
7.2.2. Πρόταση.....	125
7.3. Προτεινόμενη Λύση 3 <sup>ου</sup> Προβλήματος (Case Study 3).....	126
7.3.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού.....	126
7.4. Προτεινόμενη Λύση 4 <sup>ου</sup> Προβλήματος (Case Study 4).....	128
7.4.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού.....	128
7.4.2. Πρόταση.....	129

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....130**



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 4-1</b> : Κυριότερα Τεχνικά Έργα.....	48
<b>Πίνακας 5-1</b> : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών για οδούς των ομάδων Α (ΟΜΟΕ 2001b).....	52
<b>Πίνακας 5-2</b> : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις (ΟΜΟΕ 2001b).....	54
<b>Πίνακας 5-3</b> : Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπύλων συναρμογής για οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).....	54
<b>Πίνακας 5-4</b> : Ελάχιστες τιμές ακτίνων κοίλων κατακόρυφων καμπύλων συναρμογής για οδούς ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).....	55
<b>Πίνακας 5-5</b> : Κριτήριο Ασφαλείας Ι για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α Ι έως Α ΙV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ $V_c$ και $V_{85}$ για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής (ΟΜΟΕ 2001b).....	59
<b>Πίνακας 5-6</b> : Κριτήριο Ασφαλείας ΙΙ για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α Ι έως Α ΙV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ διαδοχικών $V_{85}$ για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης (ΟΜΟΕ 2001b).....	60
<b>Πίνακας 5-7</b> : Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση $S_u$ σε οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).....	62
<b>Πίνακας 5-8</b> : Βασικές τιμές για τον προσδιορισμό των υφιστάμενων μηκών ορατότητας (ΟΜΟΕ 2001b).....	62
<b>Πίνακας 5-9 (1<sup>ο</sup> μέρος)</b> : Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).....	70
<b>Πίνακας 5-9 (2<sup>ο</sup> μέρος)</b> : Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).....	71
<b>Πίνακας 5-9 (3<sup>ο</sup> μέρος)</b> : Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).....	72
<b>Πίνακας 5-10 (1<sup>ο</sup> μέρος)</b> : Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).....	74
<b>Πίνακας 5-10 (2<sup>ο</sup> μέρος)</b> : Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).....	75

<b>Πίνακας 5-10 (3<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).....	76
<b>Πίνακας 5-11 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).....	81
<b>Πίνακας 5-11 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).....	82
<b>Πίνακας 5-11 (3<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).....	83
<b>Πίνακας 5-12 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).....	88
<b>Πίνακας 5-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).....	89
<b>Πίνακας 5-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).....	90
<b>Πίνακας 6-1 :</b> Ελάχιστες τιμές των ακτίνων (Radius) των οριζοντιογραφικών καμπύλων υπολογισμένες βάσει της ταχύτητας μελέτης (Design Speed), της μέγιστης τιμής της επίκλισης στην οριζοντιογραφική καμπύλη (Maximum e) και της μέγιστης τιμής σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής (Maximum f) (AASHTO 2004d).....	98
<b>Πίνακας 6-2 :</b> Μέγιστη κατά μήκος κλίση (Maximum Grade) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και είδος εδάφους (Type of Terrain) (AASHTO 2004f).....	99
<b>Πίνακας 6-3 :</b> Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κυρτής καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) (AASHTO 2004d)....	100
<b>Πίνακας 6-4 :</b> Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κυρτής καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για προσπέραση (Passing Sight Distance) (AASHTO 2004d).....	101
<b>Πίνακας 6-5 :</b> Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κοίλης καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για στάση (Passing Sight Distance) (AASHTO 2004d).....	101
<b>Πίνακας 6-6 :</b> Ελάχιστο πλάτος της επιφάνειας κυκλοφορίας (Minimum Width of Traveled Way) και διαθέσιμο για χρήση, πλάτος ερείσματος (Width of Usable Shoulder) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και φόρτο σχεδιασμού (Design Volume) (AASHTO 2004f).....	102

<b>Πίνακας 6-7 :</b> Οριακή τιμή επίκλισης (Limiting Superelevation Rate) οδοστρώματος βάσει της ταχύτητας μελέτης (Design Speed) (AASHTO 2004d).....	103
<b>Πίνακας 6-8 :</b> Απόσταση ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), ως άθροισμα του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια του χρόνου αντίληψης – αντίδρασης (Brake Reaction Distance) και του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια της πέδησης (Braking Distance on Level) για μηδενική κατά μήκος κλίση (AASHTO 2004d).....	104
<b>Πίνακας 6-9 :</b> Απόσταση ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), διαφοροποιούμενη ανάλογα με την κατά μήκος κλίση του άξονα (AASHTO 2004d).....	105
<b>Πίνακας 6-10 :</b> Απόσταση ορατότητας για προσπέραση (Passing Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), ταχύτητα βραδυπορούντος οχήματος (Passed Vehicle) και ταχύτητα οχήματος που εκτελεί την προσπέραση (Passing Vehicle) (AASHTO 2004d).....	106
<b>Πίνακας 6-11 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).....	109
<b>Πίνακας 6-11 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).....	110
<b>Πίνακας 6-12 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).....	113
<b>Πίνακας 6-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).....	114
<b>Πίνακας 6-13 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).....	116
<b>Πίνακας 6-13 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).....	117
<b>Πίνακας 6-14 (1<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).....	119
<b>Πίνακας 6-14 (2<sup>ο</sup> μέρος) :</b> Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4 <sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).....	120
<b>Πίνακας 7-1 :</b> Έλεγχος ελάχιστων ακτίνων (R) οριζοντιογραφικών καμπύλων κατά την σύνδεσή τους με ευθυγραμμίες (μήκους L).....	123

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 3-1</b> : Περιβάλλον Εργασίας του Προγράμματος Η12 (Κανελλαΐδης 2011).....	31
<b>Σχήμα 5-1</b> : Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας $V_{85}$ σε συνάρτηση με την ελικτότητα (το τεταμένο) $K_E$ της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας $b$ σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A I έως A IV (OMOE 2001b).....	51
<b>Σχήμα 5-2</b> : Σχέση διαδοχικών ακτινών κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας A (OMOE 2001b).....	53
<b>Σχήμα 5-3</b> : Τυπική διατομή οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (OMOE 2001a).....	56
<b>Σχήμα 5-4</b> : Μέρη απαρτίζοντα τη διατομή υπεραστικής οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας μιας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση (OMOE 2001a).....	57
<b>Σχήμα 5-5</b> : Ομάδα οδών A – Λοφώδη και ορεινά εδάφη. Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών (OMOE 2001b).....	58
<b>Σχήμα 5-6</b> : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση $S_h$ συ υγρό οδόστρωμα σε οδούς ομάδας A (OMOE 2001b).....	61
<b>Σχήμα 5-7</b> : Σχέση διαδοχικών ακτινών κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας A (OMOE 2001b).....	64
<b>Σχήμα 5-8</b> : Συντελεστής επαπτομενικής τριβής (Friction Force) συναρτήσει του ποσοστού ολίσθησης (Slip) και των συνθηκών του οδοστρώματος: στεγνό οδόστρωμα (Dry Road), βρεγμένο οδόστρωμα (Wet Road) και καλυμμένο με πάγο οδόστρωμα (Ice) (Gillespie 1992).....	67
<b>Σχήμα 5-9</b> : Συντελεστής τριβής (Friction Coefficient) συναρτήσει της ταχύτητας (Speed), για διάφορους τύπους επιφάνειας οδοστρωμάτων: ασφαλτική – στεγνή (Dry Asphalt), από σκυρόδεμα – βρεγμένη (Wet Concrete) και ασφαλτική – βρεγμένη (Wet Asphalt) (Gillespie 1992).....	67
<b>Σχήμα 5-10</b> : Ταχύτητα εκτροπής στην οριζοντιογραφική καμπύλη K4 συναρτήσει της εκτιμώμενης μέγιστης τιμής του συντελεστή πλευρικής τριβής.....	68
<b>Σχήμα 6-1</b> : Τιμές σχεδιασμού συντελεστή πλευρικής τριβής (Side Friction Factor) ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης (Speed) (AASHTO 2004d).....	97

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

- Φωτογραφία 4-1 :** Δορυφορική φωτογραφία της ευρύτερης περιοχής.....33
- Φωτογραφία 4-2 :** Δορυφορική φωτογραφία του αεροδρομίου στο Καστέλλι Ηρακλείου και της ευρύτερης περιοχής.....35
- Φωτογραφία 4-3 :** Δορυφορική φωτογραφία του αερολιμένα «Νίκος Καζαντζάκης» του Ηρακλείου και της ευρύτερης περιοχής.....36
- Φωτογραφία 4-4 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....38
- Φωτογραφία 4-5 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....39
- Φωτογραφία 4-6 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....40
- Φωτογραφία 4-7 :** (Αριστερά) Δορυφορική φωτογραφία – (Δεξιά) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....41
- Φωτογραφία 4-8 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....42
- Φωτογραφία 4-9 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....43
- Φωτογραφία 4-10 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα

πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....44

**Φωτογραφία 4-11 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοΰψεις (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....45

**Φωτογραφία 4-12 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοΰψεις (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....46

**Φωτογραφία 4-13 :** (Αριστερά) Δορυφορική φωτογραφία – (Δεξιά) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοΰψεις (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.....47

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

Η συγκοινωνιακή υποδομή μιας χώρας στοχεύει στην μετακίνηση ανθρώπων, αγαθών και υπηρεσιών, με ασφαλή τρόπο, φιλικό στο περιβάλλον και με χαμηλό λειτουργικό κόστος. Το οδικό δίκτυο αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα της συγκοινωνιακής υποδομής και πρέπει να παρέχει πρωτίστως ασφαλή κυκλοφορία, γι' αυτό και τα κριτήρια ασφάλειας κατά τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών, πρέπει να δίνουν έμφαση στην επίτευξη υψηλού επιπέδου ασφαλείας. Κατά τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών, οι μελετητές μηχανικοί λαμβάνουν υπόψη και άλλα κριτήρια, εκτός της οδικής ασφάλειας, όπως τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το κατασκευαστικό κόστος. Εφαρμόζουν τις προδιαγραφές γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών, οι οποίες καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό, το επίπεδο οδικής ασφάλειας, παρέχοντάς τους καθοδήγηση, χωρίς όμως να αποτελούν αναλυτικό εγχειρίδιο ασφαλούς σχεδιασμού, που αντικαθιστά την ανάγκη εφαρμογής των αρχών οδικής ασφάλειας.

Διεθνώς θεωρείται αναγκαία πλέον, η ολοκληρωμένη προσέγγιση οδικής ασφάλειας, που επιτυγχάνεται με ανάπτυξη και εφαρμογή στρατηγικών ασφαλούς συστήματος, οι κύριες των οποίων είναι: το Όραμα Μηδέν στην Σουηδία, η Βιώσιμη Οδική Ασφάλεια στην Ολλανδία και το Ασφαλές Σύστημα στην Αυστραλία. Οι αρμόδιοι υπεύθυνοι μηχανικοί για τον σχεδιασμό και την λειτουργία του συστήματος οδικής κυκλοφορίας πρέπει να σχεδιάζουν το οδικό περιβάλλον, με βάση την ευπάθεια του ανθρώπινου σώματος και τις δυνατότητες και περιορισμούς των χρηστών της οδού. Το ευπαθές ανθρώπινο σώμα πρέπει να προστατεύεται με διάφορα μέσα, για την απορρόφηση της κινητικής ενέργειας που αναπτύσσεται σε μία σύγκρουση. Απαραίτητη είναι για την ασφαλή οδική κυκλοφορία, η λειτουργική ιεράρχηση των οδών. Βασικό επίσης είναι, με δεδομένο ότι οι χρήστες των οδών κάνουν λάθη, αυτά τα λάθη να προλαμβάνονται, ώστε να αποφεύγεται η δημιουργία συνθηκών για ατυχήματα. Το οδικό περιβάλλον και οι απαιτήσεις οδήγησης που επιβάλλει, πρέπει να προσαρμόζονται στο επίπεδο που μπορεί να αντιμετωπίσει η πλειοψηφία των χρηστών της οδού. Μία οδός με ομοιόμορφο σχεδιασμό ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του χρήστη και έτσι αυτός γνωρίζει, τι θα αντιμετωπίσει, δεν



αιφνιδιάζεται και όποια πιθανά λάθη του μπορεί να απορροφηθούν από ένα συγχωρητικό οδικό περιβάλλον.

Οι μελετητές μηχανικοί, σχεδιάζοντας τις οδούς, σύμφωνα με τις προδιαγραφές γεωμετρικού σχεδιασμού, έχουν την πεποίθηση, ότι οι οδοί αυτές είναι ασφαλείς. Τα διεθνή στατιστικά και εμπειρικά δεδομένα όμως, αποδεικνύουν ότι «απόλυτο μέγεθος ασφαλείας της οδού» δεν υπάρχει. Μια οδός θα ήταν απολύτως ασφαλής, αν δεν συνέβαινε σε αυτήν κανένα ατύχημα με νεκρούς ή βαριά τραυματισμένους. Ατυχήματα όμως εξακολουθούν να συμβαίνουν. Στόχος της παρούσας διπλωματικής είναι η διερεύνηση των προδιαγραφών για τον γεωμετρικό σχεδιασμό και την οδική ασφάλεια, ως προς τα προβλήματα ασφάλειας που εμφανίζονται στις οδούς, παρά την τήρηση των προδιαγραφών, και οφείλονται, είτε στις ίδιες τις προδιαγραφές, είτε στην εφαρμογή τους από τον μελετητή μηχανικό.

Στο **Κεφάλαιο 2** πραγματοποιείται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των προβλημάτων των προδιαγραφών ως προς την οδική ασφάλεια. Διερευνώνται οι προδιαγραφές γεωμετρικού σχεδιασμού, ως προς την κατάρτισή τους και τις υποθέσεις που στηρίζονται, ως προς την εφαρμογή τους σε διαφορετικές χώρες, ως προς την χρονική εξελικτική τους πορεία, ως προς τα περιθώρια εφαρμογής τους και παρουσιάζεται η «ασαφής» σχέση προδιαγραφών – οδικής ασφάλειας. Επίσης αναλύονται τα προκύπτοντα προβλήματα από σχεδιασμό της οδού αναντίστοιχο των προσδοκιών του χρήστη, όπως επίσης και τα προβλήματα που παρουσιάζονται από σφάλματα ή αδυναμίες του ίδιου του χρήστη και επισημαίνεται η ανάγκη σχεδιασμού οδών με ανθρωποκεντρική προσέγγιση.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται το πρόγραμμα H12, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική. Γίνεται σύντομη αναφορά ως προς τις δυνατότητες του προγράμματος στην αποτύπωση του εδάφους, στην χάραξη της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής της οδού, στην δημιουργία διαγράμματος επικλίσεων, στην δημιουργία διατομών και στον υπολογισμό των χωματισμών.

Στο **Κεφάλαιο 4** πραγματοποιείται μελέτη μιας νέας επαρχιακής οδού. Καταρτίζεται τεχνική έκθεση, που περιέχει περιγραφή της μελέτης της οδού, του σκοπού και του αντικειμένου της.

Το **Κεφάλαιο 5** αναφέρεται στα προβλήματα των προδιαγραφών, μέσω μελέτης περιπτώσεων προβλημάτων οδικής ασφάλειας (Case Studies), σε συγκεκριμένα οδικά τμήματα της σχεδιασθείσας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, οδού. Αρχικά, περιγράφονται οι διατάξεις των ΟΜΟΕ που εφαρμόστηκαν κατά τον σχεδιασμό της οδού. Στην συνέχεια, πραγματοποιείται διεξοδική έρευνα των αιτίων των περιπτώσεων προβλημάτων ως προς την ασφάλεια, που παρουσιάζονται σε τέσσερα διαφορετικά οδικά τμήματα της σχεδιασθείσας οδού, όπως και των συνεπειών των προβλημάτων αυτών.

Το **Κεφάλαιο 6** είναι αντίστοιχο του 5<sup>ου</sup> Κεφαλαίου με την διαφορά, ότι ο έλεγχος, ως προς την ασφάλεια, των συγκεκριμένων οδικών τμημάτων, πραγματοποιείται σύμφωνα με τις AASHTO.

Το **Κεφάλαιο 7** περιέχει τις προτεινόμενες λύσεις νέου σχεδιασμού, σύμφωνα με ΟΜΟΕ και AASHTO, των οδικών τμημάτων με προβλήματα ως προς την ασφάλεια, τα αποτελέσματα του νέου σχεδιασμού της οδού και τις προτάσεις της παρούσας διπλωματικής για θέματα που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Στο **Κεφάλαιο 8** παρουσιάζονται οι βιβλιογραφικές αναφορές, που χρησιμοποιήθηκαν για την σύνταξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο **Παράρτημα** εμφανίζονται όλα τα σχέδια της παρούσας διπλωματικής.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

---

### 2.1. Γενικά

#### 2.1.1. Προδιαγραφές Γεωμετρικού Σχεδιασμού Οδών

Οι προδιαγραφές για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών, καθορίζουν τον σχεδιασμό οδών και περιέχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Έχουν σκοπό να παρέχουν ασφάλεια, άνεση και ευκολία στους χρήστες της οδού και να εναρμονίζουν την οδό με το περιβάλλον (Hauer 1997). Συντάσσονται από ειδικές επιστημονικές ομάδες μηχανικών, με βάση την έρευνα που αφορά στη λειτουργία των οδικών δικτύων, την επεξεργασία των δεδομένων της αλλά και την υιοθέτηση ορισμένων παραδοχών και λογικών υποθέσεων, στις περιπτώσεις που η έρευνα παρέχει σχετικά περιορισμένες πληροφορίες.

Οι προδιαγραφές περιέχουν πρωτίστως, θέματα γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών και καθοδηγούν τον μελετητή μηχανικό, προτείνοντάς του ένα πεδίο τιμών για τις διαστάσεις των χαρακτηριστικών στοιχείων της οδού. **Δεν αποτελούν ένα αναλυτικό εγχειρίδιο σχεδιασμού**, το οποίο αντικαθιστά την ανάγκη εφαρμογής των αρχών οδικής ασφάλειας, από τον υπεύθυνο μηχανικό (AASHTO 2004a).

#### 2.1.2. Οδική Ασφάλεια

Οι μελετητές των οδών έχουν την πεποίθηση, ότι οι οδοί, οι κατασκευασμένες σύμφωνα με τις προδιαγραφές σχεδιασμού, είναι ασφαλείς. Η υπόθεση αυτή εμφανίζει κενά. **Απόλυτο μέγεθος ασφάλειας οδού δεν υπάρχει**. Μία οδός θα ήταν απολύτως ασφαλής, αν δεν γινόταν σε αυτήν κανένα ατύχημα με νεκρούς ή με βαριά τραυματίες, των οποίων η φυσική βλάβη θα επέφερε δια βίου αναπηρία. Ατυχήματα όμως συμβαίνουν, σε όλες τις εν χρήσει οδούς, γι' αυτό και είναι ακατάλληλη η διατύπωση, ότι μία οδός είναι απολύτως ασφαλής (Hauer 1997; Hauer 1999)

Οι οδοί σχεδιασμένες βάσει προδιαγραφών, στην πράξη, δεν είναι ούτε ασφαλείς, ούτε μη ασφαλείς. Έχουν ένα **μη αποδεδειγμένο επίπεδο ασφάλειας**. Μεταξύ δύο

εναλλακτικών σχεδίων, που εξυπηρετούν την ίδια κυκλοφορία και αφορούν μια υπό κατασκευή οδό, ασφαλέστερο είναι το εναλλακτικό σχέδιο, βάσει του οποίου συμβαίνουν λιγότερα και μικρότερης σοβαρότητας ατυχήματα. Ο βαθμός ασφάλειας της οδού γίνεται αντιληπτός, από την συχνότητα και την σοβαρότητα των ατυχημάτων της (Hauer 1999).

Επίσης, παρά την άποψη, ότι οι οδοί, που έχουν κατασκευαστεί ή βελτιωθεί με βάση νέες προδιαγραφές σχεδιασμού, είναι ασφαλείς, ατυχήματα εξακολουθούν να συμβαίνουν μετά την παράδοση των οδών αυτών στην κυκλοφορία και αυτό το ζήτημα οδήγησε στην καθιέρωση των ελέγχων οδικής ασφάλειας στην Μεγάλη Βρετανία στις αρχές του 1980 (IHT 2008). Ως Έλεγχος Οδικής Ασφάλειας (Road Safety Audit) ορίζεται η επίσημη εξέταση οδικών και κυκλοφοριακών έργων, υφισταμένων και μελλοντικών, κατά την οποία μια ομάδα ανεξάρτητη και ειδικευμένη σε θέματα οδικής ασφάλειας σχολιάζει την πιθανότητα οδικών ατυχημάτων και το παρεχόμενο επίπεδο οδικής ασφάλειας του έργου (Austroads 2009). Η αρχή, «**η πρόληψη είναι καλύτερη από την θεραπεία**», εφαρμόζεται τα τελευταία χρόνια με τον έλεγχο ως προς την ασφάλεια, κατά τον σχεδιασμό νέων ή προς βελτίωση οδών. Όλες οι οδοί και τα κυκλοφοριακά έργα πρέπει να είναι αντικείμενα μιας διαδικασίας συνεχούς παρακολούθησης ως προς την ασφάλεια. Έτσι επιτυγχάνεται η αποφυγή, κατά το δυνατόν, προβλημάτων ασφαλείας στις υποδομές που παρέχονται στους χρήστες των οδών (Bulpitt 1994).

### **2.1.3. Ασφαλές Σύστημα**

Σε ένα ασφαλές σύστημα, τα προβλήματα, ως προς την οδική ασφάλεια, αντιμετωπίζονται με επικέντρωση, στο πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία του οδικού δικτύου μεταφορών και όχι με επικέντρωση στην εφαρμογή επιμέρους μεμονωμένων μέτρων (Kanellaidis 2011). Για την προσέγγιση του **Ασφαλούς Συστήματος** διεθνώς, έχουν καθορισθεί συγκεκριμένες **στρατηγικές**, οι κυριότερες των οποίων είναι: το Όραμα Μηδέν (Vision Zero) στη Σουηδία (Swedish Road Administration 2006), η Βιώσιμη Οδική Ασφάλεια (Sustainable Safety) στην Ολλανδία (SWOV 2006) και το Ασφαλές Σύστημα στην Αυστραλία (Turner et al. 2009) (Βαρδάκη 2010). Το Σουηδικό Όραμα μηδέν είναι μια καινοτομία στην προσέγγιση του Ασφαλούς Συστήματος, η οποία βασίζεται στην

αρχή: «μηδενικοί θάνατοι ή σοβαροί μόνιμοι τραυματισμοί στα οδικά ατυχήματα». Η ανθρώπινη ζωή και υγεία είναι κεφαλαιώδεις ζήτημα. Σύμφωνα με το Ολλανδικό πρόγραμμα Βιώσιμης Ασφάλειας γίνεται προσέγγιση στο ασφαλές σύστημα με στόχο την αποτροπή ατυχημάτων και την ελαχιστοποίηση των συνεπειών τους όταν αυτά συμβούν. Αυτό επιτυγχάνεται με την ανθρωποκεντρική προληπτική προσέγγιση, που αναγνωρίζει την ευπάθεια του ανθρώπου στις δυνάμεις που αναπτύσσονται στις συγκρούσεις και τις περιορισμένες δυνατότητές του (Kanellaidis 2011).

Η οδική ασφάλεια βασίζεται στις παρακάτω **αρχές της βιώσιμης ασφάλειας** (SWOV 2006; Βαρδάκη 2010):

- Λειτουργικότητα της οδού σύμφωνα με την οποία καθορίζεται μια μόνο λειτουργία της οδού, είτε συνδετήρια με ανεμπόδιστη ροή κυκλοφορίας, είτε συλλεκτήρια – κατανεμητήρια, είτε πρόσβασης σε ένα ιεραρχικά δομημένο οδικό δίκτυο.
- Ομοιογένεια στη μάζα, στην ταχύτητα και στην κατεύθυνση των οχημάτων.
- Προβλεψιμότητα της πορείας της οδού, ώστε να αποτρέπεται η πρόκληση αβεβαιότητας στον χρήστη της και η συμπεριφορά των χρηστών της οδού να είναι σύμφωνη με τις προσδοκίες του χρήστη.
- Συγχωρητικότητα του οδικού περιβάλλοντος και των χρηστών της οδού ώστε να περιορίζονται οι επιπτώσεις των συγκρούσεων.
- Επίγνωση του χρήστη της οδού για την κατάστασή του.

#### **2.1.4. Παράγοντες Ατυχήματος**

Η οδός, το όχημα και ο χρήστης της οδού, είναι αναπόσπαστα στοιχεία της οδικής ασφάλειας και γι' αυτόν τον λόγο οι αποτελεσματικές πράξεις για την αποτροπή ατυχημάτων, πρέπει να στοχεύουν από κοινού στο ανθρώπινο στοιχείο, στο όχημα και στην οδό (Hauer 1999). Οι ερευνητές αναφέρουν, ότι οι παράγοντες που συνδέονται με το ανθρώπινο στοιχείο, το όχημα και την οδό λειτουργούν σε συνδυασμό μεταξύ τους, σχηματίζοντας την αλυσίδα των γεγονότων που οδηγεί στο ατύχημα. Η πολυπαραγοντική φύση των οδικών ατυχημάτων σημαίνει, ότι είναι πολύ δύσκολος ο προσδιορισμός μιας μόνης και καθαρής αιτίας του ατυχήματος (IHT 2008).

Οι προδιαγραφές για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών, παρέχουν ένα επίπεδο οδικής ασφάλειας, όπως και ένα κατάλληλα εξοπλισμένο και καλά συντηρημένο όχημα, παρέχει σχετική ασφάλεια στο ευπαθές ανθρώπινο σώμα, όπως επίσης ανάλογη ασφάλεια παρέχει και η συνειδητή οδηγική συμπεριφορά του χρήστη, η προερχόμενη απ' τις ικανότητες, τις δυνατότητες και την οδηγική του παιδεία (AASHTO 2004a).

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός της οδού μπορεί να μειώσει τις επιπτώσεις του ανθρώπινου σφάλματος, να μειώσει την πιθανότητα το ανθρώπινο σφάλμα να καταλήξει σε ατύχημα, όπως και να μειώσει την σοβαρότητα του ατυχήματος, όταν αυτό συμβεί (Hauer 1999).

### **2.1.5. Προϋποθέσεις Ασφαλούς Σχεδιασμού**

Η ασφάλεια των χρηστών απαιτεί, **ο μελλοντικός σχεδιασμός των οδών να επικεντρώνεται περισσότερο στην ασφάλεια** και να βασίζεται περισσότερο στην ήδη αποκτηθείσα γνώση και την συσσωρευμένη εμπειρία. Υπάρχει μια αυξανόμενη επίγνωση, μεταξύ των μελετητών, αυτής της ανάγκης. Για την εκπλήρωσή της, με σκοπό την κατασκευή μιας ασφαλούς οδού, απαιτούνται: (Hauer 1997):

- Ενσυνείδητη και πλήρης προσοχή στην οδική ασφάλεια.
- Πλήρης και εμπειριστατωμένη γνώση του αντικειμένου που αφορά την οδική ασφάλεια (know how).
- Σαφής γνώση της σχέσης κόστους – ασφαλείας, με σκοπό την επίτευξη της κατά το δυνατόν μεγαλύτερης ασφαλείας με την ορθότερη χρήση του διατιθέμενου προϋπολογισμού.

## **2.2. Χώρες - Προδιαγραφές**

Δεν έχουν αναπτύξει όλες οι χώρες, για ολόκληρο το οδικό τους δίκτυο, προδιαγραφές. **Η υιοθέτηση των προδιαγραφών άλλων χωρών έχει μειονεκτήματα**, διότι τα στοιχεία του οδικού συστήματος οδός – όχημα – χρήστης, όπως το εδαφικό ανάγλυφο ή τα χαρακτηριστικά των οχημάτων ή η οδηγική

συμπεριφορά των χρηστών, πιθανόν να διαφέρουν από χώρα σε χώρα, με συνέπεια, οι υιοθετημένες προδιαγραφές άλλων χωρών, να μην εναρμονίζονται με τα δεδομένα της συγκεκριμένης χώρας που θα τα εφαρμόσει, όπως συνέβη στην Ευρώπη του 1950 που χρησιμοποίησε τις Αμερικανικές προδιαγραφές χωρίς προηγούμενη δική της έρευνα (SWOV 1994).

Επίσης, ακόμη και όταν οι χώρες έχουν προδιαγραφές, πολλές φορές δεν τις εφαρμόζουν, στερώντας από τον σχεδιασμό των οδών τους, το επίπεδο οδικής ασφάλειας που παρέχεται από αυτές (SWOV 1994).

Επιπλέον, δεδομένης της αύξησης της διασυνοριακής κυκλοφορίας, μεταξύ διαφορετικών χωρών, δεν υπάρχει εναρμόνιση στον σχεδιασμό των οδών αυτών (SWOV 1994).

### **2.3. Εθνικές Προδιαγραφές – Τοπικές Διαφοροποιήσεις**

Ο μελετητής πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τις προδιαγραφές του γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών, ώστε να συμμορφώνεται με αυτές, αλλά και να εντοπίζει πότε και πού δεν είναι εφαρμόσιμες. Ένας λόγος για τον οποίον οι προδιαγραφές δεν μπορούν να εγγυηθούν την οδική ασφάλεια, είναι ότι καλύπτουν μόνον γενικές ή συχνές περιπτώσεις σχεδιασμού (Austroads 2009).

Ο μελετητής ενθαρρύνεται, να απομακρυνθεί από την πάγια προσέγγιση που βασίζεται αποκλειστικά στις προδιαγραφές και να λάβει αποφάσεις, **βασιζόμενος στις τοπικές συνθήκες** και την ανάλογη εκτίμηση του κινδύνου ατυχήματος. Ερευνά τις τοπικές παραμέτρους και αποφασίζει λογικά διαφοροποιούμενος από τις εθνικές προδιαγραφές αν αυτό απαιτείται για λόγους οδικής ασφάλειας, εφόσον αυτό εγκριθεί από την αρμόδια εθνική υπηρεσία (IHT 2008).



## 2.4. Παρωχημένες Προδιαγραφές

Οι προδιαγραφές για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών αποτελούν προϊόν **συσσωρευμένης εμπειρίας** και καταρτίζονται από επιτροπές ειδικών επιστημόνων μηχανικών, πάνω στον σχεδιασμό των οδών. Τα μέλη της επιτροπής χρησιμοποιούν ότι έχει αποδειχθεί, ότι αποτελεί ορθή πρακτική ως προς την ασφάλεια, **μέχρι την στιγμή που οι προδιαγραφές καταρτίζονται** (Hauer 1997).

Κατά την ανάπτυξη των προδιαγραφών, η επιστημονική ομάδα, βασίζεται στα δεδομένα της έρευνας, κατά την χρονική περίοδο που αυτή πραγματοποιείται. Οι πληροφορίες, τα μέτρα αξιολόγησης και επιλογής, τα οικονομικά κριτήρια τα οποία υπεισέρχονται στην κατάρτιση των προδιαγραφών, μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου (Hauer 1997). Επίσης με την πάροδο του χρόνου, ο στόλος των οχημάτων και των χαρακτηριστικών τους (μέγιστη ταχύτητα, δυνατότητα επιτάχυνσης – τροχοπέδησης κ.α.) έχει ραγδαία εξέλιξη, με αποτέλεσμα να δημιουργείται, πολλές φορές, πρόβλημα ανακολουθίας προδιαγραφών - οχημάτων. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες διαπιστώνεται επίσης, σημαντική αλλαγή στην οδηγική συμπεριφορά των χρηστών της οδού, με αποτέλεσμα η σταθερή βάση απ' την οποία προέκυψαν οι προδιαγραφές, να τίθεται υπό αμφισβήτηση (SWOV 1994; Austroads 2009).

Μερικές φορές, ο μελετητής μηχανικός χρησιμοποιεί μια **μη κατάλληλη ή παρωχημένη προδιαγραφή** (Austroads 2009). Τα ατυχήματα που μπορεί να συμβούν στην πραγματικότητα, δεν καλύπτονται πάντοτε από τις προδιαγραφές. Μέχρι πρόσφατα, η αντιμετώπιση, βάσει προδιαγραφών, των απολήξεων των στήθαιων ασφαλείας γινόταν με την σταδιακή βύθισή τους έως το επίπεδο της οδού. Παρατηρήθηκε, ότι μια τέτοια διαμόρφωση έχει ως αποτέλεσμα, την πρόκληση ενός διαφορετικού είδους ατυχήματος, αυτού της υπέρβασης του στήθαιου και ανατροπής του οχήματος (το στήθαιο λειτουργεί ως «ράμπα εκτόξευσης») (IHT 2008).

## 2.5. Υποθέσεις των Προδιαγραφών

Κατά την κατάρτιση των προδιαγραφών, η επιστημονική ομάδα βασίζεται είτε σε πραγματικά στοιχεία - πραγματικές σχέσεις, είτε σε υποθετικά στοιχεία - υποθετικές σχέσεις (SWOV 1994).

### 2.5.1. Πραγματικά Στοιχεία – Σχέσεις

**Πραγματικά**, είναι τα **στοιχεία** που επιδέχονται μέτρηση, όπως οι διαστάσεις των οχημάτων, ή στοιχεία που έχουν μια κατανομή, όπως η ταχύτητα των οχημάτων, ή στατιστικά στοιχεία, όπως το ποσοστό των ηλικιωμένων χρηστών των οχημάτων (SWOV 1994).

Στην κατάρτιση των προδιαγραφών για την σύνδεση των στοιχείων, χρησιμοποιούνται **λογικές, μαθηματικές και φυσικές σχέσεις**, όπως για παράδειγμα, όταν είναι δεδομένη η ταχύτητα και η επιβράδυνση ενός οχήματος, είναι δυνατή η εύρεση της απαιτούμενης απόστασης, για στάση του οχήματος (SWOV 1994).

### 2.5.2. Υποθετικά Στοιχεία – Σχέσεις

Σε περιπτώσεις, όπου απαιτείται μια συγκεκριμένη τιμή σε ένα μέγεθος, χωρίς να προκύπτει από τα πραγματικά δεδομένα, υιοθετείται μέσα από το εύρος των τιμών των δεδομένων, μια υποθετική τιμή π.χ. η τιμή  $V_{85}$ . Με δεδομένο το εύρος των τιμών των ταχυτήτων των οχημάτων και με ένα υποθετικό ορισμό της τιμής της ταχύτητας, όπως ο ευρέως χρησιμοποιούμενος για την  $V_{85}$  (ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνει το 85% των χρηστών των οχημάτων που διέρχονται από μια διατομή οδού σε βρεγμένο αλλά καθαρό οδόστρωμα) εξάγεται μια υποθετική τιμή ταχύτητας (SWOV 1994).

Επίσης η συγκεκριμένη τιμή των 2,5 δευτερολέπτων, που λαμβάνεται, από τις Αμερικανικές προδιαγραφές AASHTO, ως **χρόνος αντίδρασης του χρήστη** του οχήματος, είναι υποθετική. Οι Johansson και Rumar μέτρησαν τον χρόνο αντίδρασης του χρήστη του οχήματος για προβλεπόμενα και απρόβλεπτα γεγονότα. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων έδειξαν ότι, όταν το γεγονός προβλέπεται από τον

χρήστη του οχήματος, ο μέσος χρόνος αντίδρασης του είναι 0,6 δευτερόλεπτα, με μερικούς χρήστες να χρειάζονται έως και 2 δευτερόλεπτα. Στα απρόβλεπτα γεγονότα, ο χρόνος αντίδρασης αυξάνεται κατά 35% με αποτέλεσμα μερικοί χρήστες οχήματος να χρειάζονται 2,7 δευτερόλεπτα, για να λάβουν απόφαση και να αντιδράσουν. Ο απαιτούμενος υπολογισμός του χρόνου αντίδρασης του χρήστη του οχήματος, καθορίζεται υποθετικά στην τιμή των 2,5 δευτερολέπτων, ενώ είναι γνωστό, ότι διαφέρει μεταξύ των χρηστών (AASHTO 2004c; AASHTO 2004d).

Υπάρχουν δύο ειδών υποθέσεις, που χρησιμοποιούνται από την επιστημονική ομάδα κατά την σύνταξη των προδιαγραφών σχεδιασμού: Οι γενικώς αποδεκτές, παγκοσμίως εφαρμόσιμες και οι προσεγγίζουσες την πραγματικότητα όπως η  $V_{85}$  και οι υποθέσεις εκείνες που στοχεύουν σε μια επιθυμητή κατάσταση, όπως η ταχύτητα μελέτης, ο συντελεστής τριβής, η αποδεκτή κλίση της οδού (SWOV 1994).

Δεν είναι με σαφήνεια κατανοητό, σε ποιο μέγεθος οι προδιαγραφές βασίζονται σε επιστημονική έρευνα, σε πραγματικά δεδομένα και σε ποιο μέγεθος βασίζονται σε λογικές υποθέσεις, της επιστημονικής επιτροπής για την σύνταξη των προδιαγραφών, με αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλήματος, όταν μια υπόθεση διαφοροποιείται, με την αλλαγή των χαρακτηριστικών των οχημάτων και των λειτουργικών χαρακτηριστικών της οδού, χωρίς να αναφέρεται **η βάση αυτής της υποθέσεως**. Στις προδιαγραφές γενικά δεν διατυπώνεται η πληροφορία στην οποία στηρίχθηκε κάθε υπόθεση, ή δεν είναι ευκρινώς αντιληπτή (SWOV 1994).

### **2.5.3. Κυρτή Καμπύλη στη Μηκοτομή**

Πρόβλημα παρουσιάζεται στον σχεδιασμό της οδού όταν χρησιμοποιούνται πολλές υποθέσεις. Στην περίπτωση του **κυρτώματος της οδού**, για να αποφευχθεί ατύχημα από τυχόν μη ορατό εμπόδιο, πρέπει ο μελετητής να υποθέσει το ελάχιστο ύψος του εμποδίου, την ταχύτητα του οχήματος, την δυνατότητα επιβράδυνσής του, σε συνδυασμό με τις επικρατούσες στο οδόστρωμα συνθήκες και τον χρόνο αντίληψης – αντίδρασης του χρήστη, ώστε να βρεθεί η ελάχιστη ακτίνα του κυρτώματος, για να είναι έγκαιρη η στάση του οχήματος (SWOV 1994).

Αρχικά, σύμφωνα με τις αμερικανικές προδιαγραφές, υιοθετήθηκε **ύψος εμποδίου**, επί της λωρίδας κίνησης οχημάτων σε κύρτωμα οδού, ίσο με **4 ίντσες** (10,16 cm). Η

υιοθετηθείσα αυτή τιμή στο ύψος του εμποδίου, σε σχέση με την επιφάνεια του οδοστρώματος, οδηγεί σε μείωση του απαιτούμενου μήκους του κυρτώματος, που έχει σαν αποτέλεσμα περισσότερη οικονομία στα χωματουργικά έργα (AASHO 1954). Η τιμή αυτή, υιοθετήθηκε παρ' όλο που είναι επικίνδυνα, ως προς την ασφάλεια, χαμηλότερου ύψους εμπόδια, επειδή η επιλογή υψηλότερων εμποδίων, δεν θα είχε τόσο μεγάλες συνέπειες στην μείωση του κατασκευαστικού κόστους (Hauer 1999).

Με την εξέλιξη του στόλου των οχημάτων και την ελάττωση του ύψους της θέσης του οδηγού (ύψος οφθαλμού), αυθαιρέτως αυξήθηκε η τιμή ύψους του εμποδίου στις 6 ίντσες αντί να ερευνηθεί η επιρροή στην ασφάλεια αυτής της ελάττωσης. Παρ' όλο που το κίνητρο είναι η ασφάλεια, η επιτροπή προδιαγραφών συνήθως αναγνωρίζει, ότι η σχέση μεταξύ της απόστασης ορατότητας στα κυρτώματα και της ασφάλειας δεν έχει ποτέ διερευνηθεί. Παρά την διαφορά του υιοθετούμενου ύψους εμποδίου στις προδιαγραφές διαφόρων χωρών (Γερμανία 0 ίντσες, Αμερική 6 ίντσες, Αυστραλία 8 ίντσες, Καναδάς 15 ίντσες), όλοι οι μελετητές του σχεδιασμού των οδών θεωρούν ότι οι προδιαγραφές που υιοθετούν ικανοποιούν την ασφάλεια (Hauer 1999). Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τις Γερμανικές προδιαγραφές RAS, η υιοθετούμενη τιμή του ύψους εμποδίου βαίνει αυξανόμενη (0 έως 0,45 m), ανάλογα με την αύξηση της ληφθείσας τιμής της λειτουργικής ταχύτητας  $V_{85}$  (RAS 1984). Ανάλογο τρόπο καθορισμού του ύψους εμποδίου χρησιμοποιούν και οι Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων στην Ελλάδα (ΟΜΟΕ 2001b). Επίσης, σύμφωνα με τις Αμερικανικές προδιαγραφές AASHTO, η τιμή του ύψους εμποδίου ορίζεται ίση με 0,6 m (AASHTO 2004d).

Απαιτείται από την ερευνητική ομάδα να φανταστεί μια κατάσταση, η οποία λόγω κυρτώματος θα οδηγούσε σε ατύχημα, ενώ δεν θεωρείται απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί η γνώση και η εμπειρία, για το πώς η συχνότητα των ατυχημάτων και η σοβαρότητά τους, εξαρτάται από το σχήμα του παραβολικού κυρτώματος. Υιοθετείται από την επιστημονική ομάδα το λογικό συμπέρασμα, ότι ο περιορισμός της απόστασης ορατότητας είναι σημαντικός παράγοντας ατυχήματος, στην περίπτωση κυρτώματος. Η διαδικασία κατάρτισης προδιαγραφών βασίζεται σε **λογικά συμπεράσματα**. Αυτά ανεξαρτήτως πόσο βάσιμα – λογικά είναι, **δεν θα έπρεπε να γίνονται αποδεκτά όταν αφορούν θέματα ασφάλειας** (Hauer 1999).

#### **2.5.4. Οριζοντιογραφική Καμπύλη**

Τα ατυχήματα, εντός οριζοντιογραφικών καμπύλων, είναι πολύ συχνότερα (τριπλάσια) από ότι τα ατυχήματα στις ευθυγραμμίες των οδών. Όσο μικρότερη είναι η ακτίνα της καμπύλης, τόσο υψηλότερη είναι η συχνότητα ατυχημάτων που συμβαίνουν (Hauer 1999).

Για να κινηθεί ένα όχημα, σε μια καμπύλη τροχιά, πρέπει να ασκείται σε αυτό μια επαρκή εξωτερική δύναμη, που να δρα σε αυτό, με κατεύθυνση το κέντρο του κυκλικού τμήματος της καμπύλης πορείας της οδού (κεντρομόλος δύναμη). Αν η παρεχόμενη δύναμη είναι μη επαρκής, το όχημα ολισθαίνει προς την εξωτερική πλευρά της στροφής, εγκαταλείπει την οδό και εκτρέπεται εξαιτίας της αναπτυσσόμενης φυγόκεντρης δύναμης. Όσο ταχύτερα κινείται ένα όχημα, εντός της καμπύλης τροχιάς, τόσο μεγαλύτερη είναι η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμη και αντίστοιχα η κεντρομόλος δύναμη που απαιτείται. Αυτή η κεντρομόλος δύναμη έχει δύο συνιστώσες: το συντελεστή πλευρικής τριβής και την % επίκλιση του οδοστρώματος. Οι νόμοι της φυσικής περιγράφουν μία σχέση, μεταξύ ταχύτητας οχήματος, ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης, επίκλισης οδοστρώματος και συντελεστή πλευρικής τριβής. Χρησιμοποιώντας την μέγιστη επιτρεπόμενη επίκλιση και μια συντηρητική τιμή για την πλευρική τριβή, για διάφορες ταχύτητες μελέτης, υπολογίζεται η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της ακτίνας της καμπύλης οριζοντιογραφίας σύμφωνα με την παρακάτω σχέση (2.1) (Hauer 1999; AASHTO 2004d; Κανελλαΐδης 2007).

$$\min R = \frac{V_e^2}{127 (n \max fr + q)} \quad (2.1)$$

- $\min R$ : η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της ακτίνας της καμπύλης οριζοντιογραφίας
- $V_e$ : η ταχύτητα μελέτης σε km/h
- $n$ : το ποσοστό της μέγιστης τιμής σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής
- $\max fr$ : η μέγιστη τιμή σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής
- $q$ : η επίκλιση του οδοστρώματος

Οι οριζοντιογραφικές καμπύλες δεν πρέπει να σχεδιάζονται με απευθείας χρήση του μέγιστου διαθέσιμου συντελεστή πλευρικής τριβής. Πρέπει να γίνεται χρήση ενός **ποσοστού του μέγιστου συντελεστή πλευρικής τριβής**. Ο πλευρικός συντελεστής τριβής, στην κατάσταση επικείμενης πλαγιολίσθησης του οχήματος, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων οι πιο σημαντικοί είναι η ταχύτητα του οχήματος, ο τύπος και η κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος και ο τύπος και η κατάσταση των ελαστικών του οχήματος. Έχουν καταγραφεί διαφορετικές τιμές για τον μέγιστο συντελεστή πλευρικής τριβής στις ίδιες ταχύτητες για οδοστρώματα παρόμοιας σύνθεσης, εξαιτίας της δεδομένης μεταβλητότητας στην υφή του οδοστρώματος λόγω καιρικών συνθηκών και εξαιτίας της κατάστασης των ελαστικών (Hauer 1999; AASHTO 2004d).

Οι συντελεστές πλευρικής τριβής, τους οποίους εμφανίζουν οι επιφάνειες οδοστρωμάτων, που είναι λείες - μη τραχείες (έχουν πέσει λάδια, έχει στρωθεί η επιφάνεια του οδοστρώματος με ελαστικό από την διέλευση πολλών οχημάτων ή με οποιονδήποτε τρόπο υπάρχει έλλειψη στις αντιολισθητικές ιδιότητες της οδού) δεν πρέπει να καθορίζουν τον σχεδιασμό της οδού, επειδή υποτίθεται, ότι οι προαναφερθείσες δυσμενείς καταστάσεις, κατά την λειτουργία της οδού, είναι απευκταίες, λόγω συντήρησής της. **Ο γεωμετρικός σχεδιασμός της οδού πρέπει να βασίζεται σε αποδεκτές συνθήκες επιφάνειας**, ώστε να είναι επιτεύξιμος με ένα λογικό κόστος (Hauer 1999; AASHTO 2004d).

Η υπόθεση, ότι η αστοχία επέρχεται ως αποτέλεσμα της έλλειψης επαρκούς κεντρομόλου δύναμης η οποία θα συγκρατούσε το όχημα στην καμπύλη τροχιά που επιβάλλει η οδός, φαίνεται προφανής. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, τα οχήματα θα έπρεπε να εκτρέπονται και να βγαίνουν εκτός οδού, μόνο από την εξωτερική πλευρά της στροφής. Αντιθέτως, τα δεδομένα δείχνουν, ότι το 11% - 56% των οχημάτων **εκτρέπονται προς την εσωτερική πλευρά της στροφής** (Bissell et al. 1982) λόγω αργοπορημένης αντίδρασης του οδηγού και «υπερδιόρθωσης» του οχήματος η οποία τον οδηγεί σε απώλεια του ελέγχου του οχήματος. Σε αυτήν την περίπτωση η διαθεσιμότητα επαρκούς κεντρομόλου δύναμης έχει μικρή επιρροή στο ατύχημα. Είναι σαφές, ότι πολλά ατυχήματα στις οριζοντιογραφικές καμπύλες, συμβαίνουν σε ταχύτητες μικρότερες της ταχύτητας εκτροπής (Hauer 1999).

Για τα μέλη των επιτροπών της κατάρτισης των προδιαγραφών, η σχέση μεταξύ ανεπαρκούς ορατότητας για στάση και ατυχημάτων, σε περιπτώσεις κυρτώματος οδού, **εμφανίζεται αυταπόδεικτη**, όπως επίσης αυταπόδεικτο εμφανίζεται και το ότι τα οχήματα εκτρέπονται στις οριζοντιογραφικές καμπύλες, εξαιτίας της ανεπαρκούς κεντρομόλου δύναμης (Hauer 1999).

## 2.6. Δεσμευτικότητα Εφαρμογής Προδιαγραφών

Θα ήταν επιθυμητή, η **κατηγοριοποίηση των προδιαγραφών**, ανάλογα με το βαθμό δεσμευτικότητας για την εφαρμογή τους. Οι προδιαγραφές διακρίνονται σε: (SWOV 1994):

- Κανονισμούς στους οποίους είναι υποχρεωτική η συμμόρφωση του μελετητή
- Οδηγίες, η παρέκκλιση από τις οποίες επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση σοβαρού αίτιου
- Συστάσεις των οποίων η εφαρμογή είναι επιθυμητή λόγω καλύτερου αποτελέσματος
- Εισηγήσεις των οποίων η εφαρμογή αναμένεται να οδηγήσει σε καλύτερο αποτέλεσμα
- Δυνατότητες των οποίων η εφαρμογή μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερο αποτέλεσμα

Στις περιπτώσεις που ο βαθμός δεσμευτικότητας των προδιαγραφών είναι μικρός, είναι δυνατόν να υιοθετηθούν απ' τον μελετητή οι δυσμενέστερες από τις προβλεπόμενες, λύσεις. **Ο συνδυασμός των δυσμενέστερων λύσεων** μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ασφάλεια της οδού, στην θέση όπου αυτές υιοθετήθηκαν. Οι διεθνείς προδιαγραφές, μερικές φορές παρέχουν περιθώρια γύρω από συγκεκριμένες τιμές, που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις ανάγκης από τον μελετητή μηχανικό. Το πρόβλημα έγκειται στο ότι δεν είναι δυνατόν να καθορισθούν επαρκώς και σαφώς αυτές οι περιπτώσεις ανάγκης (SWOV 1994).



## 2.7. Οριακή Κάλυψη των Προδιαγραφών

Στον σχεδιασμό των οδών χρησιμοποιούνται **προδιαγραφές που παρέχουν όρια στις τιμές των χαρακτηριστικών της οδού**, καθορίζοντας το επιτρεπτό, χωρίς να υπαγορεύουν στον μελετητή τον ασφαλέστερο σχεδιασμό. Έτσι παραδείγματος χάριν η ακτίνα των οριζοντιογραφικών καμπύλων πρέπει, κατ' ελάχιστον, να είναι  $\chi$  μέτρα, ένα παρόδιο εμπόδιο πρέπει να είναι, σε απόσταση κατ' ελάχιστον  $\psi$  μέτρα από την οριογραμμή της εξωτερικής λωρίδας κίνησης οχημάτων, η κλίση πρέπει να έχει μέγιστη τιμή  $\zeta$  % κ.λπ. (Hauer 1997; Hauer 1999).

Η εφαρμογή των οριακών τιμών των προδιαγραφών δεν σημαίνει, ότι η οδός είναι τόσο ασφαλής, όσο θα μπορούσε να είναι. Αν το μήκος μιας ακτίνας επιλεγεί μεγαλύτερο από το  $\chi$ , εάν το παρόδιο εμπόδιο τοποθετηθεί σε μεγαλύτερη απόσταση από την  $\psi$  από την οριογραμμή της εξωτερικής λωρίδας κίνησης οχημάτων και αν η κλίση της οδού είναι μικρότερη από  $\zeta$  % η οδός θα είναι ασφαλέστερη. Η **εφαρμογή των οριακών τιμών των προδιαγραφών** δεν έχει ως αποτέλεσμα την μεγαλύτερη δυνατή επιτεύξιμη ασφάλεια, αντιθέτως, είναι **δείγμα «μη γενναιόδωρου» σχεδιασμού ως προς την ασφάλεια**. Παρά την ευρέως διαδεδομένη γνώμη στους μελετητές, ότι η εφαρμογή των προδιαγραφών κατά τον γεωμετρικό σχεδιασμό της οδού, επιφέρει την επαρκή ασφάλεια αυτής, η κατ' ελάχιστο μη κάλυψη των προδιαγραφών δεν σημαίνει ότι η οδός είναι μη ασφαλής, αλλά και η εφαρμογή των οριακών τιμών δεν εγγυάται την επαρκή ασφάλεια στην οδό (Hauer 1997; Hauer 1999).

Η ασφάλεια της οδού δεν μεταβάλλεται απότομα, όταν η τιμή σε ένα γεωμετρικό χαρακτηριστικό της μεταβάλλεται σε μικρό βαθμό. Για παράδειγμα το μήκος της λωρίδας επιτάχυνσης στους αυτοκινητοδρόμους, πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 500 μέτρα. Αλλά, όταν η λωρίδα επιτάχυνσης έχει 490 μέτρα μήκος δεν σημαίνει ότι η οδός είναι μη ασφαλής, ίσως είναι λιγότερο ασφαλής από όταν η λωρίδα έχει 500 μέτρα μήκος. Ο στόχος του σχεδιασμού των οδών, είναι η **υπέρβαση των οριακών τιμών των προδιαγραφών και όχι η οριακή κάλυψη αυτών** (Hauer 1997). Ωστόσο, συχνά είναι απαραίτητη, εξαιτίας περιορισμών που τίθενται από άλλες παρόδιες κατασκευές, η υιοθέτηση, κατά τον σχεδιασμό, των ελαχίστων προτεινομένων τιμών, με βάση τις προδιαγραφές, για διάφορα επιμέρους οδικά στοιχεία. Ο **συνδυασμός**

**στοιχείων**, τα οποία προσεγγίζουν τις ελάχιστες απαιτούμενες τιμές, μπορεί να παρουσιάζει προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια (RoSPA 2008).

Σημειώνεται, ότι μετέπειτα, βάσει των Αμερικανικών προδιαγραφών AASHTO, ορίζεται, ότι το ελάχιστο μήκος της λωρίδας επιτάχυνσης κυμαίνεται από 30 έως 545 μέτρα, ανάλογα με το μέγεθος της διαφοράς των ταχυτήτων μελέτης των δύο οδών (αυτοκινητόδρομος στον οποίο εισέρχεται ο χρήστης – οδός από την οποία εξέρχεται). Έτσι για παράδειγμα, όταν ο χρήστης εξέρχεται από οδό ταχύτητας μελέτης 80 km/h και εισέρχεται σε αυτοκινητόδρομο ταχύτητας μελέτης 120 km/h, τότε η ελάχιστη απαιτούμενη τιμή του μήκους, της λωρίδας επιτάχυνσης είναι 245 μέτρα (AASHTO 2004g).

## 2.8. Συνδυασμός Μεμονωμένων Στοιχείων

Συγκεκριμένα οδικά στοιχεία, με βάση τις προδιαγραφές σχεδιασμού, ενδέχεται να είναι ασφαλή ως μεμονωμένα στοιχεία, αλλά σε συνδυασμό με άλλα, τα οποία συνήθως έχουν σχεδιαστεί με βάση τις ελάχιστες προβλεπόμενες τιμές, καθίστανται μη ασφαλή (Austroads 2009). Ο συνδυασμός χαρακτηριστικών, σχεδιασμένων μεμονωμένα με βάση τις προδιαγραφές, ίσως προκαλέσει προβλήματα. Η διαμόρφωση ενός κυκλικού κόμβου, σε αντίθεση με τον τετρασκελή ισόπεδο κόμβο, παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια, διότι εξαναγκάζει τον χρήστη του οχήματος που προσεγγίζει στον κόμβο, να επιβραδύνει λόγω της διακοπής της ευθείας πορείας. Επιπλέον εκτός από την μείωση της ταχύτητας προσέγγισης του οχήματος στον κόμβο, ο χρήστης αναγκάζεται να ελέγξει την ύπαρξη κινούμενου οχήματος εντός της κυκλικής πορείας, πράγμα που δημιουργεί ασφαλέστερες συνθήκες. Ως μεμονωμένο χαρακτηριστικό, ο κυκλικός κόμβος είναι ασφαλής με βάση τις προδιαγραφές. Αντίστοιχα, ως μεμονωμένο στοιχείο, ο εξοπλισμός της οδού με στύλους φωτισμού, παρέχει στην οδό ασφαλέστερη πορεία για τους χρήστες της κατά την διάρκεια της νύχτας. **Ο συνδυασμός των παραπάνω στοιχείων** (κυκλικός κόμβος, στύλοι φωτισμού) **δύναται να διαστρεβλώσει** την οπτική αντίληψη του χρήστη ως προς την πραγματική πορεία της οδού, επειδή η συστοιχία των στύλων φωτισμού, σε

συνδυασμό με οχήματα αντιθέτως ερχόμενα, μπορεί να προκαλέσει στον χρήστη την ψευδαίσθηση ευθείας πορείας της οδού (IHT 2008).

## 2.9. Καθοριστική Λειτουργία της Οδού

Προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια εμφανίζονται στην εφαρμογή της αρχής της λειτουργικότητας των οδών. Οι προδιαγραφές αδυνατούν να εξασφαλίσουν ότι, στην πράξη, η καθοριστική λειτουργία της οδού θα είναι μια και μοναδική. Συχνά η οδός εξυπηρετεί περισσότερες της μιας λειτουργίες. Κάθε διαφορετική λειτουργία της οδού, απαιτεί διαφορετικές προδιαγραφές, αλλά η οδός έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με βάση προδιαγραφές μιας καθοριστικής λειτουργίας, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται αδυναμία ως προς την ασφάλεια, λόγω μη υιοθέτησης κατάλληλων προδιαγραφών (SWOV 1994).

Μεγάλα τμήματα του οδικού δικτύου αδυνατούν να εξυπηρετήσουν την λειτουργία για την οποία σχεδιάστηκαν. Συνδετήρια οδός, για παράδειγμα, συχνά γίνεται και συλλεκτήρια. Επιθυμητό στόχο για την ασφαλή λειτουργία της οδού αποτελεί, η καλύτερη εκ των προτέρων μελέτη της καθοριστικής λειτουργίας, που θα εξυπηρετήσει αυτή, μετά την κατασκευή της και στη συνέχεια, ο σχεδιασμός της με βάση τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης λειτουργίας. Επίσης, πρέπει συνεχώς να γίνεται κατανοητή στο χρήστη της οδού, η «χρήση» της ως συνδετήριας, συλλεκτήριας, κατανεμητήριας ή ως οδού πρόσβασης (SWOV 1994).

## 2.10. Έλλειψη Προσδιορισμού Ποσοτικής Σχέσης Προδιαγραφών – Οδικής Ασφάλειας

Κατά την κατάρτιση των προδιαγραφών, η επιστημονική ομάδα έχει ως βασικό γνώμονα, την ασφάλεια των χρηστών της οδού, αλλά **αδυνατεί να αποδώσει ποσοτικά την ασφάλεια**, που εμπεριέχεται σε κάθε προδιαγραφή. Για να ενσωματωθεί η ασφάλεια στον σχεδιασμό, βάσει προδιαγραφών, πρέπει η

επιστημονική ομάδα να μπορεί να καθορίσει «το πόσο επηρεάζεται η ασφάλεια» από τις επιλογές της, κάτι το οποίο δεν είναι δυνατό (Hauer 1999).

Προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια δημιουργούνται, επειδή δεν είναι γνωστό «πόση» ασφάλεια εμπεριέχουν οι προδιαγραφές. **Δεν υπάρχει «ποσοτική» σύνδεση** μεταξύ, αφ' ενός της υιοθετούμενης κατά τον σχεδιασμό λύσης, βάσει των προδιαγραφών και αφ' ετέρου της παρεχόμενης, από την συγκεκριμένη λύση, οδικής ασφάλειας (SWOV 1994). Κατά την μελέτη μιας οδού, ο μηχανικός επιλέγει συγκεκριμένες χαρακτηριστικές τιμές της οδού, όπως η ταχύτητα μελέτης, η ακτίνα μιας καμπύλης οριζοντιογραφίας, χωρίς να δύναται να αποδοθεί η ποσοτική σχέση, μεταξύ της επιλογής αυτής και των συνεπειών της στην οδική ασφάλεια. Δεν είναι δυνατόν, για παράδειγμα, να γίνει γνωστός ο αριθμός των ατυχημάτων που θα αποφευχθούν εάν η ακτίνα μιας οριζοντιογραφικής καμπύλης της οδού αυξηθεί από 100 μέτρα σε 200. Δεν υπάρχει ένα «εργαλείο» που θα προβλέπει τις επιπτώσεις στην ασφάλεια ενός εναλλακτικού σχεδιασμού μιας οδού (Hauer 1999).

Η γνώση, για το πώς τα οδικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν την ασφάλεια, είναι ατελής. Η σχέση μεταξύ οδικών χαρακτηριστικών και ασφάλειας δεν είναι γνωστή, με βάση την ακρίβεια που συνηθίζεται στις φυσικές επιστήμες και στις αρχές της μηχανικής (Hauer 1997). Αντιθέτως σε άλλες εφαρμογές έργων του πολιτικού μηχανικού, γίνεται ποσοτικά αντιληπτή η ασφάλεια μέσω των παρεχομένων συντελεστών ασφαλείας και της σύγκρισης επιβαλλόμενων φορτίων και αντοχής.

Οι προδιαγραφές εγγυώνται κατά το δυνατόν, την κατασκευή ασφαλούς οδικού δικτύου, αλλά δεν παρέχουν την γνώση της ποσοτικής σχέσης, μεταξύ της απόφασης του μηχανικού και των συνεπειών της ως προς την ασφάλεια της οδού (Hauer 1988). Η σύνδεση οδικής ασφάλειας – σχεδιασμού οδού, εμφανίζεται «σκιασμένη», επειδή **η ασφάλεια δεν είναι μετρήσιμο ποσοτικό μέγεθος**, με αποτέλεσμα να μην είναι γνωστή «πόση» ασφάλεια περιέχεται στις προδιαγραφές. Είναι δύσκολο να γίνει αντιληπτό το ποσοστό κάθε κριτηρίου που χρησιμοποιήθηκε κατά τον σχεδιασμό, με αποτέλεσμα να μην καθορίζεται σαφώς ο βαθμός λήψεως υπόψη της ασφάλειας, ακόμη και στην περίπτωση προσκόλλησης στις προδιαγραφές κατά τον σχεδιασμό από τον μελετητή μηχανικό. (SWOV 1994).

Οι προδιαγραφές αναπτύσσονται, με βάση ευρύ φάσμα κριτηρίων, όπως το κόστος, η κυκλοφοριακή ικανότητα, η ασφάλεια, οι οικολογικές επιπτώσεις κ.λπ. και απαιτούν τον συμβιβασμό αυτών (IHT 2008; Austroads 2009).

### **2.10.1. Μεταβολή Χαρακτηριστικών της Οδού – Ασφαλείας**

Συνήθως, είναι γνωστό, «προς ποία κατεύθυνση μεταβάλλεται η ασφάλεια» σε σχέση με την μεταβολή της τιμής ενός οδικού χαρακτηριστικού. Παρ' όλα αυτά, η γνώση για την αυξομείωση της ποσότητας της ασφαλείας, ανάλογα με την μεταβολή της τιμής του οδικού χαρακτηριστικού είναι ασαφής (Hauer 1997). Επιτυγχάνεται ασφαλέστερη οδός, κατασκευάζοντας μια πλατύτερη διαχωριστική νησίδα των δύο κατευθύνσεων κυκλοφορίας, τοποθετώντας τα εμπόδια (στύλοι φωτισμού, δεντροφύτευση) σε μεγαλύτερη απόσταση από το άκρο της εξωτερικής λωρίδας κίνησης οχημάτων, παρέχοντας μεγαλύτερο συντελεστή τριβής στο οδόστρωμα, σχεδιάζοντας οριζοντιογραφικές καμπύλες με μεγαλύτερη ακτίνα κ.α. (Hauer 1997).

**Η ασφάλεια μεταβάλλεται βαθμιαία**, καθώς μεταβάλλονται οι τιμές των χαρακτηριστικών της οδού και του παρόδιου χώρου. Για παράδειγμα, είναι εσφαλμένη η άποψη ότι η οδός είναι μη ασφαλής, αν τα εμπόδια τοποθετηθούν σε απόσταση 9 μέτρων από την άκρη της λωρίδας κίνησης οχημάτων, αλλά η οδός είναι ασφαλής, εάν τοποθετηθούν σε απόσταση 10 μέτρων. Η πραγματικότητα είναι, πως όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση από την άκρη της λωρίδας κίνησης οχημάτων, στην οποία θα τοποθετηθούν τα εμπόδια, τόσο λιγότερα και μικρότερης σοβαρότητας θα είναι τα ατυχήματα που ενδέχεται να συμβούν (Hauer 1997).

**Αντιθέτως μερικές βελτιώσεις των χαρακτηριστικών της οδού**, ως προς την ασφάλεια, **δεν είναι βαθμιαίες**. Για παράδειγμα, η απόφαση για πλήρη φωτισμό της οδού, προκαλεί απότομη μείωση στα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τις νυχτερινές ώρες, αλλά ταυτόχρονα προκαλεί μία μικρότερη αύξηση στα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά την διάρκεια της ημέρας, λόγω πρόσκρουσης των οχημάτων στους στυλούς φωτισμού όταν υπάρχει στηθαίο ασφαλείας (Hauer 1997).

### **2.10.2. Μέθοδοι «Μέτρησης» Ασφάλειας**

Ο μόνος τρόπος μελέτης της ποσοτικής συσχέτισης των προδιαγραφών με την ασφάλεια, πραγματοποιείται, μετρώντας την μεταβολή που επέρχεται στην συχνότητα των ατυχημάτων, επειδή μετεβλήθησαν οι υιοθετημένες προδιαγραφές. Οι επιρροές στην ασφάλεια των προδιαγραφών μπορούν να μετρηθούν, μόνο με παρατήρηση της μεταβολής της συχνότητας ατυχημάτων, η οποία είναι αποτέλεσμα των διαφορών ή των αλλαγών στον σχεδιασμό. Υπάρχουν δύο τρόποι μέτρησης των ωφελημάτων ως προς την ασφάλεια, που παρέχουν οι προδιαγραφές γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών: η **προσέγγιση πριν και μετά** και η προσέγγιση μέσω **εξέτασης διαφορετικών περιπτώσεων** (SWOV 1994):

1. Συγκρίνεται ο αριθμός ατυχημάτων που συνέβησαν σε ορισμένη θέση, σε ένα χρονικό διάστημα, εφαρμόζοντας επί του πεδίου συγκεκριμένες προδιαγραφές, με τον αριθμό των ατυχημάτων, σε αντίστοιχο χρονικό διάστημα, μετά την εφαρμογή νέων προδιαγραφών. Μειονέκτημα αυτού του τρόπου μέτρησης αποτελεί, ότι πιθανώς διαφέρει η πριν και μετά χρονική περίοδος ως προς τους παράγοντες που επηρεάζουν τα ατυχήματα (κυκλοφοριακά μεγέθη, φόρτος, πυκνότητα, ταχύτητα) αλλά και ότι δεν λαμβάνεται υπόψη η τυχαιότητα που εμπεριέχεται στον αριθμό των ατυχημάτων.
2. Ερευνάται η συσχέτιση ασφάλειας και προδιαγραφών, μέσω της μεταβολής στην συχνότητα των ατυχημάτων, που συμβαίνουν λόγω των μεταβολών στον σχεδιασμό σε διαφορετικές περιπτώσεις. Πραγματοποιείται προσπάθεια να προσδιοριστεί η επίδραση που έχει στον αριθμό ατυχημάτων, η μεταβολή στην τιμή ενός συγκεκριμένου γεωμετρικού στοιχείου.

## **2.11. Σχεδιασμός Οδού – Χαρακτηριστικά Οδήγησης των Χρηστών**

Με βάση τις τελευταίες έρευνες, έχει δοθεί έμφαση στην ανάγκη σχεδιασμού των οδών με ανθρωποκεντρική προσέγγιση, επικεντρωμένη στον χρήστη και στην συμπεριφορά του. Οι μελετητές, που έχουν την πλέον βασική ευθύνη για την

ασφάλεια του σχεδιασμού των οδών, θα πρέπει να έχουν ακριβή κατανόηση της ασφάλειας και των θεμάτων που σχετίζονται με τον ανθρώπινο παράγοντα. Είναι απαραίτητο να βλέπουν την οδό «μέσα από τα μάτια» ενός συνηθισμένου οδηγού και να αντιλαμβάνονται γιατί, πού και πότε οι χρήστες κάνουν λάθη. Το οδικό σύστημα πρέπει να σχεδιάζεται με βάση την συνειδητοποίηση ότι οι άνθρωποι κάνουν λάθη και ότι τα ατυχήματα δεν μπορούν να αποφευχθούν εντελώς (Kanellaidis 2011).

Επισημαίνεται, ότι τα προβλήματα στις εφαρμογές έργων του πολιτικού μηχανικού επιλύονται με την κατανόηση των φυσικών σχέσεων που τα διέπουν, με την γνώση των ιδιοτήτων των χρησιμοποιούμενων υλικών (π.χ. θλιπτική αντοχή σκυροδέματος) και με συνδυασμό των παραπάνω γίνεται δυνατή η πρόβλεψη της ασφάλειας του έργου. Σύμφωνα με την επιστήμη του πολιτικού μηχανικού, στον σχεδιασμό έργων το εξωτερικό φορτίο είναι ανεξάρτητο της αντοχής και του σχήματος της κατασκευής. Στον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών το «φορτίο» αντιστοιχεί στα **χαρακτηριστικά των χρηστών** της οδού, τα οποία αλληλεπιδρούν με τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού της οδού (Kanellaidis 2011).

### 2.11.1. Ομοιογένεια στον Σχεδιασμό των Οδών

Σύμφωνα με την αρχή της προβλεψιμότητας της πορείας της οδού, η **ομοιογένεια στον σχεδιασμό της οδού**, συμβάλλει στην συμφωνία των προσδοκιών του χρήστη της οδού με το οδικό περιβάλλον και την συμπεριφορά των χρηστών της οδού. Η ομοιογένεια στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και η σταδιακή μεταβολή αυτών, όταν είναι απαραίτητη (π.χ. σύνδεση οδών διαφορετικής λειτουργίας), εξασφαλίζουν ότι η πορεία της οδού και οι ενέργειες που πρέπει να εκτελέσει ο χρήστης του οχήματος, είναι σύμφωνες με τις προσδοκίες του.

Κατ' εξοχήν παράδειγμα ανομοιογένειας οδού αποτελεί η διαμόρφωση οριζοντιογραφικής καμπύλης μικρής ακτίνας σε συνέχεια ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους. Από την εμπειρία προκύπτει ότι **παρέκκλιση από τον επιθυμητό στόχο**, του να είναι η  **$V_{85}$  μικρότερη από την ταχύτητα μελέτης** (η επιλεγόμενη ταχύτητα από τον μελετητή μηχανικό, που χρησιμοποιείται για τον καθορισμό διαφόρων γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού, σεβόμενη την τοπογραφία, τις παρακείμενες χρήσεις γης και την προβλεπόμενη λειτουργική ταχύτητα),

πραγματοποιείται περισσότερο **εμφανής σε οριζοντιογραφικές καμπύλες μικρής ακτίνας**. Οι αναφορές Krammes (1994) δείχνουν ότι το 85% των ταχυτήτων, που υιοθετούν οι οδηγοί, υπερβαίνει την ταχύτητα μελέτης, σε μια ευρεία πλειοψηφία, περίπου 90%, των καμπύλων οριζοντιογραφίας στις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Παρόμοια ευρήματα δημοσίευσε και ο McLean (1981) που αναφέρουν ότι πολλοί περισσότεροι από το 15% των χρηστών οδηγούν στις στροφές με ταχύτητα μεγαλύτερη της υιοθετηθείσας κατά τον σχεδιασμό. Οι συγκεκριμένες καμπύλες με μικρή ταχύτητα σχεδιασμού (ως προς την προσδοκία του χρήστη) παρουσιάζουν μικρό επίπεδο ασφάλειας καθώς συχνά εμφανίζεται εκτροπή οχημάτων (Hauer 1999; AASHTO 2004c).

Ο οδηγός δεν γνωρίζει, την χρησιμοποιηθείσα κατά τον σχεδιασμό, ταχύτητα μελέτης. Καθώς η ταχύτητα μελέτης δεν έχει σαφή σχέση με το όριο ταχύτητας που επιβάλλεται στην οδό ή με την ταχύτητα  $V_{85}$ , δεν γίνεται κατανοητό γιατί η ταχύτητα μελέτης καθορίζει τον σχεδιασμό των καμπύλων οριζοντιογραφίας. Η επιλεγμένη ταχύτητα μελέτης πρέπει να είναι συνεπής με ταχύτητα που ο μελετητής προβλέπει ότι θα έχουν οι χρήστες της οδού, αλλά και με την προσδοκώμενη από τους ίδιους τους χρήστες ταχύτητα (Hauer 1999; AASHTO 2004c).

Επίσης πρόβλημα δημιουργείται, στην περίπτωση των οριζοντιογραφικών καμπύλων, όταν **ο οδηγός δεν προβλέπει την καμπύλη ορθά**, αντιδρά «αργοπορημένα» με συχνό αποτέλεσμα την προσπάθεια εκ μέρους του «**υπερδιόρθωσης**» της πορείας του οχήματος και απώλεια του ελέγχου του (Hauer 1999).

Η ομοιογένεια στα χαρακτηριστικά της οδού έχει σημαντικό ρόλο στη μείωση του αριθμού των απαιτούμενων αποφάσεων του χρήστη. Έχει παρατηρηθεί ότι ο αριθμός των ατυχημάτων αυξάνεται, ανάλογα με την **αύξηση του αριθμού των αποφάσεων** που απαιτούνται από τον χρήστη κατά την οδήγηση. Κοινό χαρακτηριστικό των θέσεων εμφάνισης υψηλής συχνότητας ατυχημάτων, αποτελεί η απαίτηση από τον χρήστη της οδού να επεξεργαστεί πολλές ή ασυνήθιστες πληροφορίες (AASHTO 2004c).

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός των οδών πρέπει να ελαχιστοποιεί τις αποφάσεις που λαμβάνονται από τους χρήστες της οδού και να μειώνει τις απροσδόκητες



καταστάσεις, ώστε να επιτυγχάνεται, κατά το δυνατόν, η μείωση των σφαλμάτων τους, με πιθανή συνέπεια το ατύχημα. Οι χρήστες συχνά διαπράττουν σφάλματα, όταν πρέπει να εκτελέσουν ταυτόχρονα σύνθετες ενέργειες υπό καθεστώς πίεσης χρόνου. Δημιουργείται σύγχυση στους χρήστες όταν αντιμετωπίζουν καταστάσεις πέραν των δυνατοτήτων τους (AASHTO 2004c).

### **2.11.2. Σφάλματα – Αδυναμίες Χρηστών**

Αποτελεί αντικείμενο υπόθεσης κατά τον σχεδιασμό, ο τρόπος με τον οποίον ο χρήστης αντιλαμβάνεται τα οδικά χαρακτηριστικά (παρόδια εμπόδια, παρόδια φύτευση) ή τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού (μήκη ευθυγραμμίων, ακτίνες καμπύλων οριζοντιογραφίας κ.α.) και διαμορφώνει την οδηγική του συμπεριφορά (SWOV 1994). Ο χρήστης της οδού αντιλαμβάνεται τον δρόμο ως «ταχύτερο» από ότι σχεδιάστηκε και υιοθετεί ακατάλληλη ταχύτητα, οδηγούμενος στην πιθανότητα σοβαρού ατυχήματος. Είναι σημαντική η υπενθύμιση, ότι ο χρήστης της οδού μπορεί να κάνει λάθη εξαιτίας **εσφαλμένης αντίληψης ή παρερμηνείας των χαρακτηριστικών της οδού** (IHT 2008).

Οδηγικά σφάλματα δύνανται να προκληθούν και από μια **κατάσταση μειωμένης εγρήγορης**, κατά την οποίαν οι χρήστες αποτυγχάνουν να ανιχνεύσουν, να αναγνωρίσουν και να αντιδράσουν σε νέα ή αναπάντεχα ή σπανίως αντιμετωπιζόμενα οδικά στοιχεία και πληροφορίες. Αλλά και το δεδομένο, του καλού επιπέδου ασφαλούς λειτουργίας και μετακινήσεων που προσφέρει ο αυτοκινητόδρομος, μπορεί να επιφέρει δυσκολίες στον χρήστη, διότι ενθαρρύνεται να επιμηκύνει την διάρκεια της μετακίνησής του, με αποτέλεσμα την κόπωση και την μείωση των δυνατοτήτων αντίδρασής του. Για παράδειγμα, πρέπει να αποφεύγονται ευθυγραμμίες μεγάλου μήκους και αντί αυτού να κατασκευάζονται οριζοντιογραφικές καμπύλες μεγάλης ακτίνας όπου αυτό είναι πρακτικό (AASHTO 2004c).

Δεν είναι δυνατή, στο πλαίσιο του γεωμετρικού σχεδιασμού της οδού, η μείωση των σφαλμάτων που προκαλούνται από **συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του οδηγού**. Οι ηλικιωμένοι οδηγοί – σημαντικό και αυξανόμενο μέρος των χρηστών της οδού – έχουν κάποιες ειδικές ανάγκες, που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό της οδού, όπως π.χ. ότι για κάθε δεκαετία μετά την ηλικία των είκοσι

πέντε ετών, οι οδηγοί χρειάζονται διπλάσια φωτεινότητα τη νύχτα για την πρόσληψη οπτικών πληροφοριών (AASHTO 2004c). Ο υπεύθυνος για τον σχεδιασμό της οδού πρέπει να αναγνωρίζει τις **αδυναμίες των ηλικιωμένων οδηγών** και να ικανοποιεί τις προσδοκίες και τις ανάγκες τους, για περισσότερη και ευκρινέστερη πληροφόρηση και για περισσότερο χρόνο λήψης απόφασης – αντίδρασης (Kanellaidis 2011). Ίσως το πρακτικότερο μέτρο για την διευκόλυνση των ηλικιωμένων, είναι η αύξηση των αποστάσεων ορατότητας (AASHTO 2004c).

### **2.11.3. Ανάγκη Ανθρωποκεντρικής Προσέγγισης Σχεδιασμού των Οδών**

Ο σχεδιασμός της οδού πρέπει να είναι σύμφωνος με τις ικανότητες του χρήστη. Ο κατάλληλος σχεδιασμός της οδού, παρέχοντας **θετική καθοδήγηση** στο χρήστη, μπορεί να λειτουργήσει με υψηλό παρεχόμενο επίπεδο ασφάλειας. Η προαναφερθείσα αρχή πρέπει να ενσωματώνεται στον σχεδιασμό. Η εκτίμηση της επίδοσης οδήγησης των χρηστών της οδού, είναι ουσιώδης για τον κατάλληλο σχεδιασμό και λειτουργία της οδού. Όταν τα χαρακτηριστικά της οδού είναι συμβατά με τις ικανότητες και τους περιορισμούς του χρήστη, η επίδοση οδήγησης υποβοηθείται, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η πιθανότητα οδηγικού σφάλματος αυξάνεται (AASHTO 2004c).

Η οδική υποδομή πρέπει να σχεδιάζεται και να λειτουργεί με τρόπο, ώστε οι χρήστες της οδού να κατανοούν τι αναμένουν και τι αναμένεται από αυτούς, λαμβάνοντας υπόψη τις περιορισμένες δυνατότητες για επεξεργασία πληροφοριών. **Τα στοιχεία της οδού** και του οδικού περιβάλλοντος πρέπει να γίνονται **ευκρινώς αντιληπτά** από τον χρήστη ώστε να προσαρμόζει την οδήγησή του σε αυτά. Πρέπει να δίνεται επαρκής χρόνος για λήψη απόφασης, να του εξασφαλίζεται ασφαλές οπτικό πεδίο και ευδιακριτότητα των άλλων οχημάτων, ώστε να επαληθεύονται οι προσδοκίες του από την οδό και το οδικό περιβάλλον. Ουσιαστικά, ο σχεδιασμός της οδού πρέπει να προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά, τις ανάγκες και τις δυνατότητες των χρηστών της οδού.

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μιας οδού, αναδεικνύονται παράγοντες κινδύνου που δεν είχαν προβλεφθεί κατά τον σχεδιασμό της. Χαρακτηριστική είναι η απόκλιση της συμπεριφοράς των οδηγών, από την προβλεπόμενη κατά τον σχεδιασμό της οδού.

Ο χρήστης δεν προσαρμόζει την ταχύτητά του ανάλογα με την κατηγορία της οδού, αλλά με βάση την αντίληψή του, για τους φυσικούς περιορισμούς που δημιουργούνται από την χάραξη της οδού και με βάση την ίδια του την αντίληψη για την κυκλοφορία (AASHTO 2004c).

Οι προδιαγραφές ερευνούν κυρίως θέματα σχετιζόμενα με τα χαρακτηριστικά της οδού, ενώ ο ρόλος του ανθρώπινου παράγοντα (σύνθετη οδηγική συμπεριφορά με βάση τα συναισθήματα, όπου ένα σφάλμα αντίληψης ή κρίσης ή μια εσφαλμένη ενέργεια από τον οδηγό μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε ατύχημα) παρουσιάζεται ελλιπώς (AASHTO 2004c).

Κατά τον σχεδιασμό της οδού δεν προβλέπονται επίσης, οι **αλληλεπιδράσεις μεταξύ των χρηστών** της οδού, που οδηγούν ενδεχομένως σε ατυχήματα (IHT 2008).

Επίσης, συχνά κατά τον σχεδιασμό, δεν λαμβάνονται υπόψη οι **απαιτήσεις των εύάλωτων χρηστών** της οδού (μοτοσικλετιστών, ποδηλατών και πεζών) (IHT 2008).

## 2.12. Εικόνα της Οδού στον Χώρο

Ο χρήστης χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που του παρέχονται από την οδό και τον εξοπλισμό της. Μια επαρκώς σχεδιασμένη οδός, ίσως δεν θα έχει σωστή λειτουργία, χωρίς την κατάλληλη συμπλήρωσή της με την **οριζόντια και κατακόρυφη σήμανση** (AASHTO 2004c).

Κάθε στοιχείο που παρέχει πληροφορίες στο χρήστη της οδού, είναι ένα τμήμα του **συστήματος πληροφοριών της οδού**. Επίσημες πηγές πληροφοριών αντλούνται, από τον μηχανισμό ελέγχου κυκλοφορίας (ρυθμιστικές, προειδοποιητικές και καθοδηγητικές πινακίδες, διαγράμμιση κ.α.) που είναι σχεδιασμένος ούτως ώστε να παρέχει πληροφορίες στους χρήστες. Ανεπίσημες πηγές πληροφοριών περιέχουν στοιχεία όπως τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τα παρόδια στοιχεία της οδού, παρείες πεζοδρομίων, δεντροστοιχίες και κυκλοφορία. Επίσημες και ανεπίσημες πηγές παρέχουν στον χρήστη τις απαιτούμενες πληροφορίες για ασφαλή οδήγηση. Οι

πληροφορίες πρέπει να αλληλοσχετίζονται και να αλληλοϋποστηρίζονται, ώστε να γίνονται περισσότερο χρηστικές (AASHTO 2004c).

Ο μελετητής μηχανικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη, το κατά πόσο η οδός εντάσσεται στο υπάρχον περιβάλλον και πως πρέπει να εξοπλιστεί με το κατάλληλο σύστημα παροχής πληροφοριών. Η **εικόνα της οδού**, όπως την αντιλαμβάνεται ο χρήστης, είναι σημαντική, ιδίως για τους μη εξοικειωμένους χρήστες. Πρέπει να γίνει περαιτέρω έρευνα όσον αφορά τις προοπτικές ιδιότητες της οδού, μέσω σχεδιασμού σε τρεις διαστάσεις (AASHTO 2004c).

Σε όλες τις σύγχρονες προδιαγραφές οδοποιίας, ο σχεδιασμός των στοιχείων που αποτελούν την οδό, γίνεται σε ξεχωριστά σχέδια δισδιάστατων προβολών αγνοώντας, για λόγους πρακτικής φύσεως και δυσκολίας χειρισμού, τον **τριδιάστατο χαρακτήρα** του προβλήματος του γεωμετρικού σχεδιασμού. Οι μελετητές παραβλέπουν την προοπτική εικόνα της οδού και προτείνουν χάραξη, σύμφωνα με τις προδιαγραφές, αλλά πολλές φορές με λανθασμένες εντυπώσεις αναφορικά με την πορεία της οδού και την καμπυλότητά της, με προφανείς δυσμενείς επιπτώσεις ως προς την οδική ασφάλεια.

### 3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΔΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

---

Η φιλοσοφία των σημερινών προγραμμάτων σχεδιασμού οδών είναι αυτή της παροχής των κατάλληλων εργαλείων, ώστε ο μηχανικός να μπορεί να πραγματοποιήσει τμήματα της μελέτης με ταχύτητα και με τη μέγιστη δυνατή αυτοματοποίηση, τόσο στους υπολογισμούς όσο και στην αποτύπωση των στοιχείων της μελέτης στο σχέδιο. Μέσω του Η/Υ παρέχονται τα εργαλεία σχεδιασμού και συνδυασμού των επιλογών του μηχανικού (για παράδειγμα σχεδιασμός καμπύλης επιλεγόμενης ακτίνας στην κορυφή πολυγωνικής, εφαρμογή διατομής στη χάραξη για την εξαγωγή όγκων χωματισμών), αλλά και εργαλεία ελέγχου των κριτηρίων ποιότητας της χάραξης, που θέτουν οι προδιαγραφές. Με τα παραπάνω η εργασία του μηχανικού απλοποιείται σημαντικά. Διαφορετικές εναλλακτικές λύσεις χαράξεων εφαρμόζονται ευκολότερα και παρουσιάζονται εποπτικά. Υπολογισμοί σημαντικού όγκου, όπως και πολύπλοκα τελικά σχέδια παράγονται αυτόματα, γρήγορα και με ακρίβεια, βάσει προτύπων που ο μελετητής έχει καθορίσει (για παράδειγμα οι διατομές μιας οδού με βάση κάποια τυπική διατομή).

Το H12 είναι ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή το οποίο έχει αναπτυχθεί από τον κ. Φ. Μερτζάνη, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής Ε.Μ.Π. για εκπαιδευτική χρήση. Οι χρήστες του προγράμματος μπορούν να μελετήσουν μια οδό και να παράγουν τα βασικά σχέδιά της.

Τα βήματα σχεδιασμού μιας οδού που ακολουθούνται από το πρόγραμμα H12 είναι τα παρακάτω:

#### 1. Αποτύπωση Εδάφους – Δημιουργία Προτύπου Εδάφους

Για τη μελέτη με Η/Υ ενός δρόμου είναι απαραίτητη η ύπαρξη ενός Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (Digital Terrain Model – DTM). Δίνονται από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού οι συντεταγμένες (X, Ψ, Z) των σημείων του εδάφους σε

κατάλληλη ηλεκτρονική μορφή. Χρησιμοποιώντας αυτά τα σημεία και τους κατάλληλους αλγορίθμους σχηματίζονται τα τρίγωνα του εδάφους.

### **2. Χάραξη Οριζοντιογραφίας Οδού**

Χαράσσεται απευθείας η πολυγωνική της οδού. Αυτό προφανώς προϋποθέτει σχετική εμπειρία του μηχανικού στον σχεδιασμό οδών. Αφού οριστούν οι κορυφές της πολυγωνικής, καθορίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπύλων της οδού (ακτίνες κύκλων, χαρακτηριστικά των τόξων συναρμογής όπως το μήκος ή η παράμετρος A) και υπολογίζονται αυτόματα οι υπόλοιπες παράμετροι των καμπύλων. Με βάση αυτά σχεδιάζεται ο άξονας της οδού. Ο μηχανικός έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει τις θέσεις των κορυφών της πολυγωνικής ή των στοιχείων των καμπύλων.

### **3. Εύρεση Μηκοτομής Εδάφους**

Διαθέτοντας το πρότυπο εδάφους και την οριζοντιογραφία της οδού, από το πρόγραμμα του Η/Υ δημιουργείται αυτόματα η μηκοτομή του εδάφους.

### **4. Χάραξη Μηκοτομής Οδού**

Διαθέτοντας τη μηκοτομή του εδάφους κατά μήκος της οριζοντιογραφίας, ο μελετητής μηχανικός μπορεί να επιλέξει τις κορυφές της πολυγωνικής γραμμής, του άξονα της οδού, στην μηκοτομή και τα χαρακτηριστικά των τόξων στρογγύλευσης των κυρτωμάτων και των κοιλωμάτων της. Οι απαραίτητοι υπολογισμοί και ο σχεδιασμός πραγματοποιούνται αυτόματα. Διατίθενται διαδικασίες ελέγχου της ποιότητας χάραξης της μηκοτομής (έλεγχος κλίσεων κ.λπ.), που βασίζονται στις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων και στις Αμερικανικές προδιαγραφές σχεδιασμού των οδών, AASHTO, οπότε ο μηχανικός μπορεί να έχει μια αρχική εικόνα για την ποιότητα χάραξης της μηκοτομής της οδού.

### **5. Κατασκευή Διαγράμματος Επικλίσεων**

Σύμφωνα με την οριζοντιογραφία και τις χρησιμοποιούμενες προδιαγραφές, παράγεται αυτόματα το διάγραμμα επικλίσεων της οδού. Ο μελετητής έχει στη συνέχεια τη δυνατότητα να επέμβει στο διάγραμμα εφόσον θέλει να πραγματοποιήσει αλλαγές σε κάποιες θέσεις του.

### **6. Εκλογή – Δημιουργία Τυπικής Διατομής**

Καθορίζονται από τον μηχανικό τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της τυπικής διατομής που θα εφαρμοστεί σε τμήματα ή σε όλο το μήκος της οδού. Ο καθορισμός γίνεται με την εισαγωγή στο πρόγραμμα των βασικών διαστάσεων της διατομής όπως ο αριθμός και πλάτος των λωρίδων ανά κατεύθυνση. Μπορεί επίσης να καθοριστεί διαφορετική τυπική διατομή σε τμήματα της οδού (εφόσον υπάρχει γέφυρα, βοηθητική οδός ή τοίχος αντιστήριξης, αν αυξομειώνεται ο αριθμός των λωρίδων της οδού κ.λπ.).

### **7. Παραγωγή Διατομών**

Συνδυάζοντας τις τυπικές διατομές, την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή και το μοντέλο εδάφους, παράγονται αυτόματα οι διατομές της οδού σε προκαθορισμένες θέσεις.

### **8. Υπολογισμός Ποσοτήτων Χωματισμών - Κατασκευή διαγράμματος όγκου χωματισμών και κίνησης γαιών**

Μέσω του προγράμματος παρέχεται επιπλέον η δυνατότητα υπολογισμού των χωματισμών της οδού και η κατασκευή των ανάλογων διαγραμμάτων, με τη χρήση κατάλληλων αλγορίθμων ή προτύπων βελτιστοποίησης της μετακίνησης των γαιών.

### **9. Χάραξη Τελικής Οριζοντιογραφίας Οδού**

Από το πρόγραμμα παράγεται η τελική οριζοντιογραφία της οδού, η οποία περιλαμβάνει τις λωρίδες κυκλοφορίας, τις τάφρους απορροής των υδάτων, τα πρανή της οδού αλλά και ειδικές κατασκευές που έχουν καθοριστεί από τις τυπικές διατομές. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού, ώστε να μπορεί να γίνει οπτικός έλεγχος της ποιότητας της χάραξης στο χώρο. Για να γίνει κάτι τέτοιο, πέρα από το Ψηφιακό Πρότυπο του Εδάφους, δημιουργούνται από το πρόγραμμα με ανάλογο τρόπο τα ψηφιακά πρότυπα της επιφάνειας της οδού, των τεχνικών έργων, των πρανών κτλ. Επιπρόσθετα, παρέχεται δυνατότητα ελέγχου ορατότητας και ποιότητας της χάραξης βάσει των προδιαγραφών.

Τέλος, το πρόγραμμα λειτουργεί σε περιβάλλον «EXCEL» στο οποίο εισάγονται τα απαιτούμενα στοιχεία (χαρακτηριστικά της οδού), «τρέχουν» τα επιμέρους





## 4. ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ

---

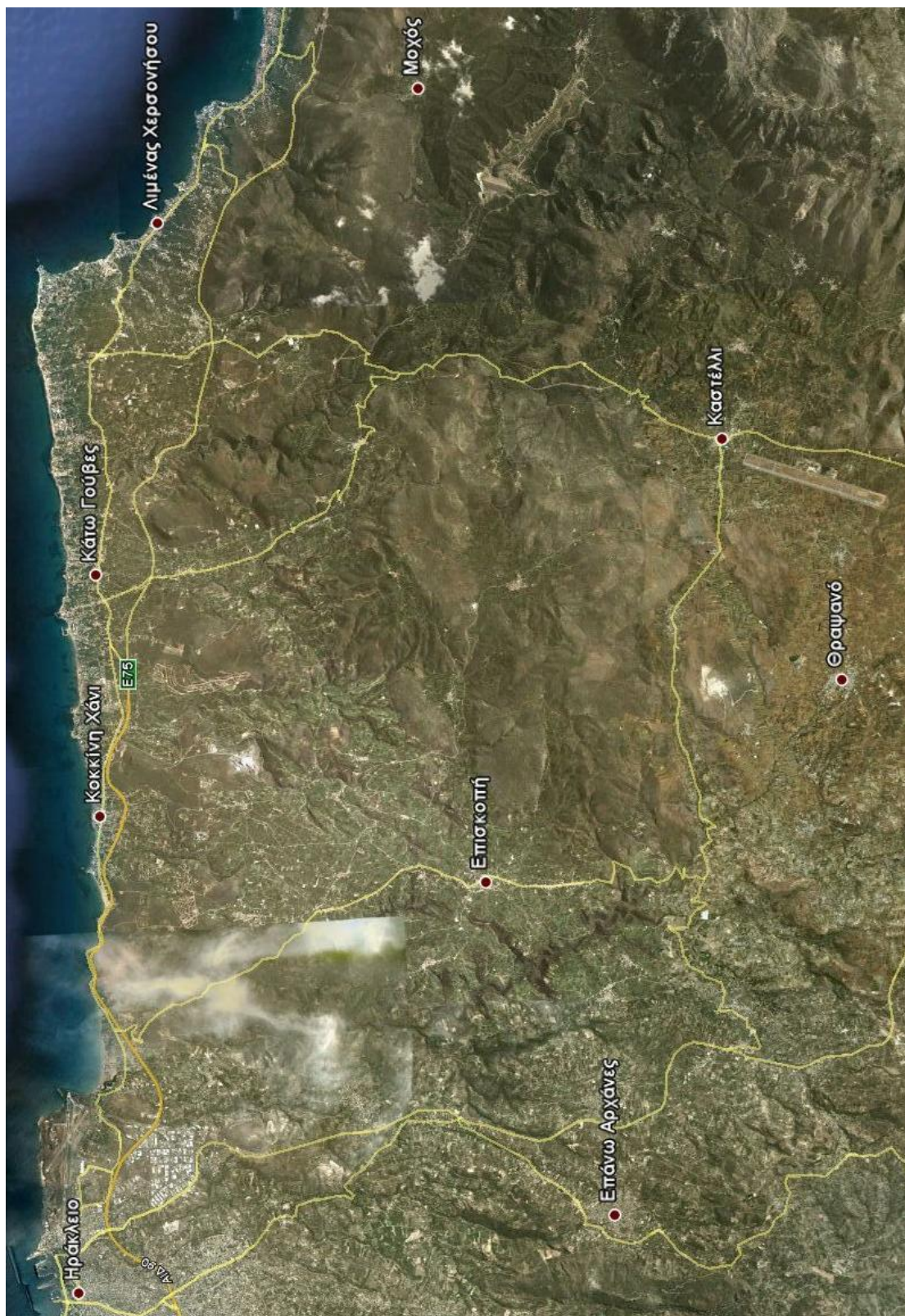
### ΜΕΛΕΤΗ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ: ΣΤΡΑΤΙΩΤΙΚΟ ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟ ΚΑΣΤΕΛΛΙΟΥ – ΣΚΛΑΒΕΡΟΧΩΡΙ – ΣΜΑΡΙ – ΚΟΞΑΡΗ – ΓΟΥΒΕΣ – ΕΘΝΙΚΗ ΟΔΟΣ Ε75 ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ – ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

Στο πλαίσιο της διερεύνησης των προδιαγραφών για τον γεωμετρικό σχεδιασμό των οδών ως προς την οδική ασφάλεια πραγματοποιήθηκε μελέτη σχεδιασμού επαρχιακής οδού.

#### 4.1. Τεχνική Έκθεση

##### 4.1.1. Συνοπτική Περιγραφή Μελέτης

Η μελέτη αφορά την κατασκευή νέας επαρχιακής οδού κατηγορίας ΑΙΙΙ, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με την Εθνική Οδό Ε75 Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου. Η υπό κατασκευή οδός, συνολικού μήκους 18,5 χιλιομέτρων, αρχίζει από το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου, διέρχεται πλησίον των οικισμών: Σκλαβεροχώρι, Σμαρί, Κόξαρη και Γούβες και καταλήγει στην Εθνική Οδό Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου. Κατά μήκος της οδού θα κατασκευαστούν τοίχοι αντιστήριξης και μια γέφυρα στις χιλιομετρικές θέσεις που υποδεικνύονται στον Πίνακα 4-1. Το πλάτος οδοστρώματος της οδού είναι 7,5 μέτρα, ενώ ο τύπος της τυπικής διατομής της οδού είναι γ2 (Σχήμα 5-3) σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ 2001. Η μελέτη της οδού, ο σχεδιασμός των διαφόρων γεωμετρικών χαρακτηριστικών και η σύνταξη των απαραίτητων σχεδίων συμφωνούν με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ 2001. Η μελέτη εκπονείται σε τοπογραφικό υπόβαθρο που συνέταξε η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (ΓΥΣ) και βάσει αεροφωτογραφιών του Κτηματολογίου. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δορυφορικές φωτογραφίες που ελήφθησαν μέσω του προγράμματος Google Earth.

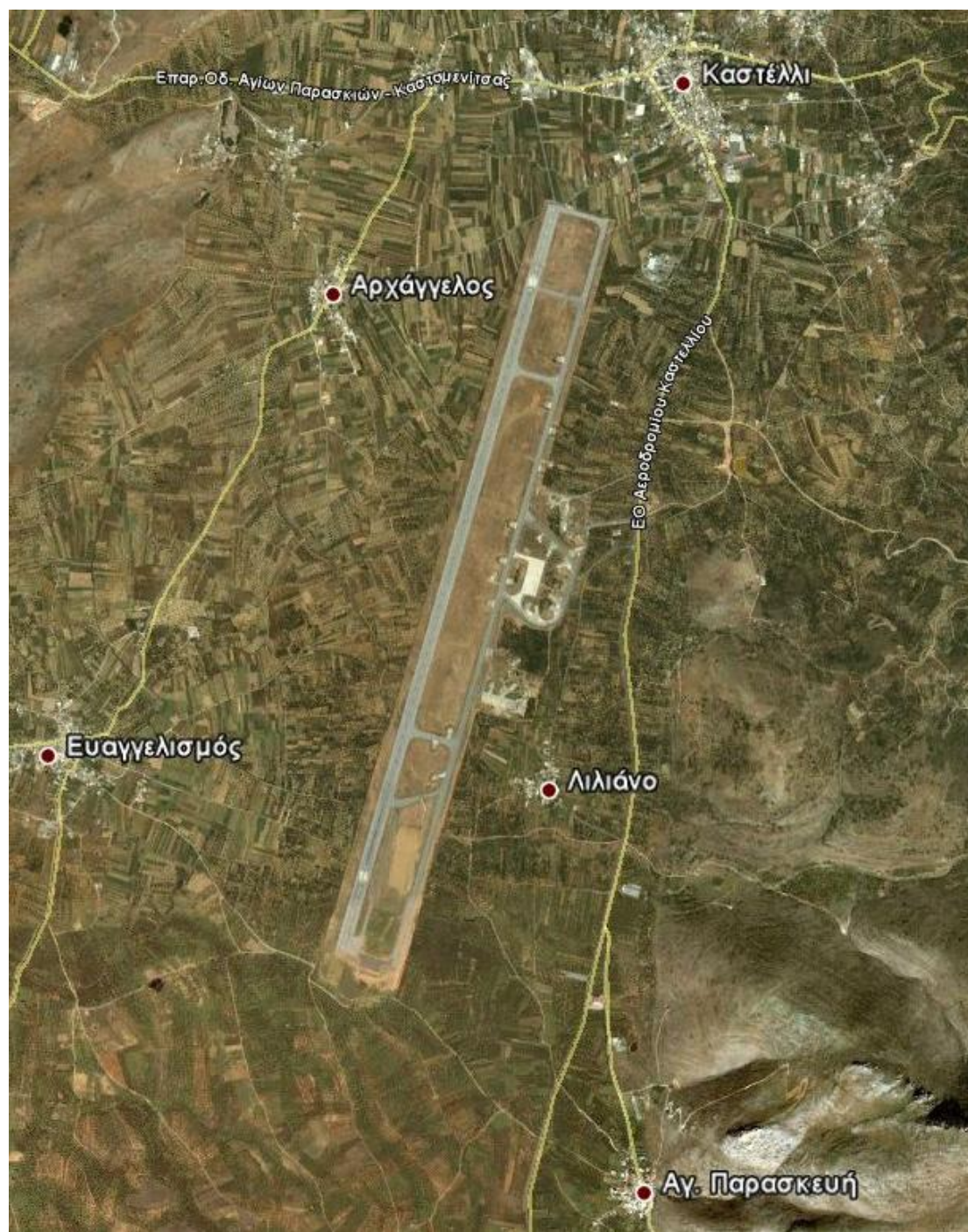


Φωτογραφία 4-1 : Δορυφορική φωτογραφία της ευρύτερης περιοχής.

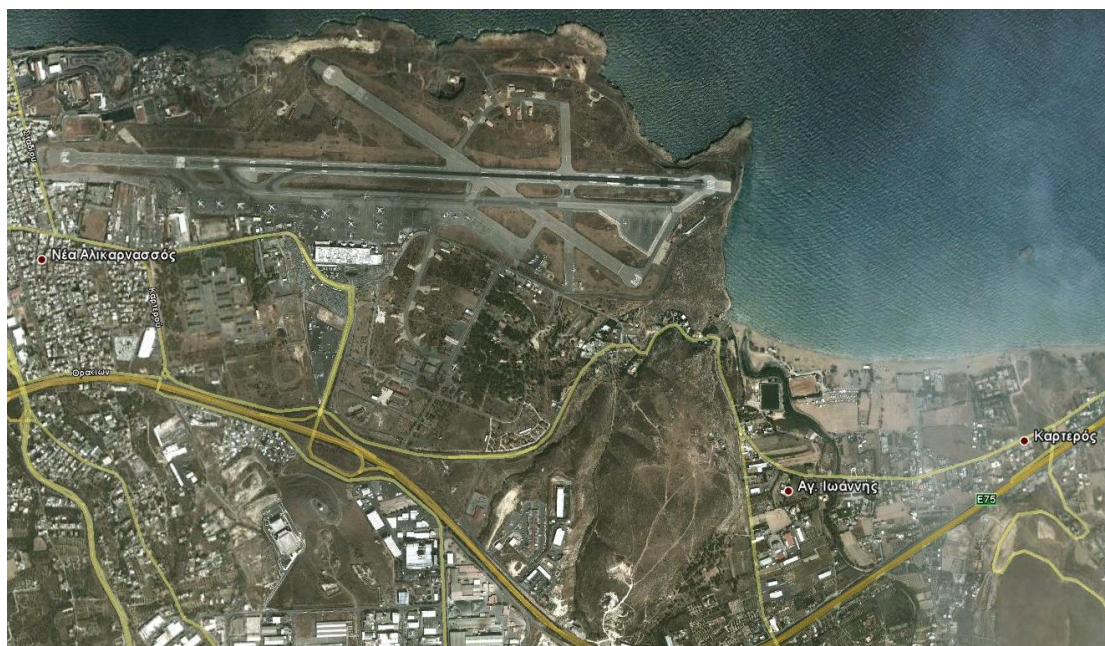
#### **4.1.2. Υφιστάμενη Κατάσταση – Σκοπός Έργου**

Στην υφιστάμενη κατάσταση, το αεροδρόμιο στο Καστέλλι Ηρακλείου της περιφέρειας Κρήτης, εξυπηρετεί τις ανάγκες της Ελληνικής Αεροπορίας Στρατού (Φωτογραφία 4-2). Η πόλη του Ηρακλείου έως τώρα, συνδέεται αεροπορικά μέσω του κρατικού αερολιμένα «Νίκος Καζαντζάκης». Η αύξηση της τουριστικής ζήτησης στην περιοχή και επομένως του αριθμού αεροσκαφών και επιβατών, που πρέπει να εξυπηρετεί το πολιτικό αεροδρόμιο, σε συνδυασμό με την αδυναμία επέκτασης των εγκαταστάσεων του αερολιμένα «Νίκος Καζαντζάκης», λόγω της γειτονίας του με την οικιστική περιοχή της Νέας Αλικαρνασσού Ηρακλείου και την ακτογραμμή του κόλπου Καρτερού (Φωτογραφία 4-3), έχει δημιουργήσει την απαίτηση για μετεγκατάσταση του πολιτικού αεροδρομίου «Νίκος Καζαντζάκης», στο στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου. Καθώς έχει ήδη κατατεθεί σειρά μελετών για την κατασκευή του νέου αερολιμένα του Ηρακλείου στο Καστέλλι, απαιτείται η οδική σύνδεση αυτού με την Εθνική Οδό Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου Ε75 έτσι ώστε να γίνει δυνατή η ταχεία και ασφαλής πρόσβαση των πολιτών από το αεροδρόμιο στην πόλη του Ηρακλείου και στις τουριστικές περιοχές της Χερσονήσου Ηρακλείου. Η σημερινή κατάσταση της οδικής σύνδεσης του στρατιωτικού αερολιμένα Καστελλίου είναι κακή, με εντελώς ανοργάνωτη κυκλοφορία οχημάτων και πεζών και με την υπάρχουσα οδό να διέρχεται εντός οικισμών, με δυσμενή αποτελέσματα στην οδική ασφάλεια. Επιπλέον η τελική επιφάνεια κυκλοφορίας έχει κατασκευαστεί σε διαφορετικούς χρόνους, με αποτέλεσμα να είναι φθαρμένη και να μην δύναται να εξυπηρετήσει ασφαλώς μεγάλους φόρτους οχημάτων. Οι χρήσεις γης, στις περιοχές που θα κατασκευαστεί η υπό μελέτη οδός, είναι κυρίως αγροτοκτηνοτροφικές, ενώ ο σχεδιασμός της οδού έγινε έτσι ώστε να περιορίζονται κατά το δυνατόν οι απαλλοτριώσεις οικοδομημάτων και δευτερευόντως αγροτεμαχίων.





**Φωτογραφία 4-2 :** Δορυφορική φωτογραφία του αεροδρομίου στο Καστέλλι Ηρακλείου και της ευρύτερης περιοχής.



**Φωτογραφία 4-3 :** Δορυφορική φωτογραφία του αερολιμένα «Νίκος Καζαντζάκης» του Ηρακλείου και της ευρύτερης περιοχής.

#### **4.1.3. Αντικείμενο Μελέτης**

Αντικείμενο της μελέτης της οδού που θα συνδέει το αεροδρόμιο στο Καστέλλι με την οδό E75 και αναφέρεται στην τεχνική έκθεση ως οδός Στρατιωτικού Αεροδρομίου Καστελλίου – Σκλαβεροχωρίου – Σμαρίου – Κόξαρης – Γουβών – E75 είναι η σύνταξη των παρακάτω σχεδίων καθ' όλο το μήκος της οδού:

- Οριζοντιογραφία (Σχέδιο 1 – Παράρτημα)
- Μηκοτομή (Σχέδιο 2 – Παράρτημα)
- Διάγραμμα Επικλήσεων
- Διάγραμμα Σύνθετων Κλίσεων κ.α.
- Διατομές ανά 50 μέτρα και σε χαρακτηριστικές θέσεις (Σχέδια 3, 4, 5, 6, 7 – Παράρτημα)
- Διάγραμμα Bruckner (Σχέδιο 8 – Παράρτημα)
- Οριζοντιογραφία με απεικόνιση των πρανών ορυγμάτων – επιχωμάτων (Σχέδιο 1 – Παράρτημα)
- Διαγράμματα Διαμορφώσεων των διατομών



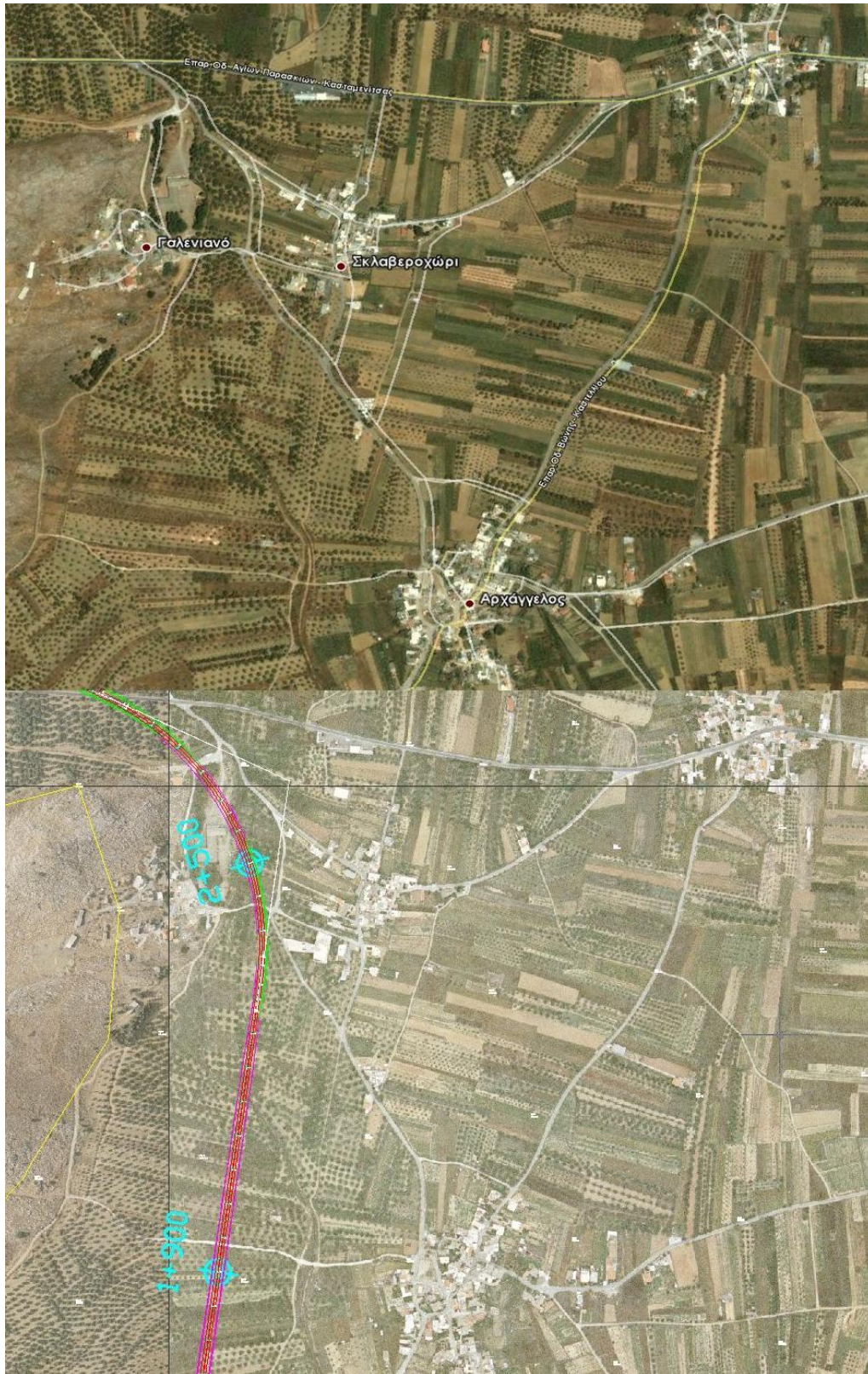
#### **4.1.4. Αναλυτική Περιγραφή Μελέτης**

Η όδευση ακολουθεί γενικά πορεία από νότο προς βορρά. Ο οδικός άξονας αρχίζει από την δυτική πλευρά του αεροδρομίου Καστελλίου και διέρχεται, περί την Χ.Θ. 0+800, βορειοανατολικά του νεκροταφείου του οικισμού Ευαγγελισμός διασχίζοντας αγροτικές εκτάσεις (Φωτογραφία 4-4). Εν συνεχεία, περί την Χ.Θ. 1+900, κινείται ανατολικά του οικισμού Αρχάγγελος και περί την Χ.Θ. 2+500 διέρχεται ενδιάμεσα από τους μικρούς οικισμούς Σκλαβεροχώρι και Γαλενιανό, αποφεύγοντας τις απαλλοτριώσεις οικοδομημάτων (Φωτογραφία 4-5). Έπειτα η όδευση κινείται δυτικά και συναντά ελαιοτριβείο στην Χ.Θ. 3+300, όπου και απαιτείται η απαλλοτρίωση τμήματος των εγκαταστάσεων αυτού, συγκεκριμένα των δεξαμενών απόθεσης λυμάτων αυτού (Φωτογραφία 4-6). Μετέπειτα η οδός κινείται βόρεια, σχεδόν ταυτιζόμενη με την ήδη υφιστάμενη επαρχιακή οδό Κάτω Βάθειας – Σμαρίου (Φωτογραφία 4-7). Από την Χ.Θ. 3+000 μέχρι την Χ.Θ. 11+700 η οδός διέρχεται χέρσων εκτάσεων που χρησιμοποιούνται κυρίως για ελαφρά κτηνοτροφία και απαιτείται η απαλλοτρίωσή τους. Στην Χ.Θ. 7+800 ο οδικός άξονας διέρχεται δυτικά, και σε απόσταση περίπου 1.300 μέτρων από τον οικισμό Σμαρί (Φωτογραφία 4-8), ενώ από την Χ.Θ. 11+020 μέχρι την Χ.Θ. 11+120 απαιτείται η κατασκευή γέφυρας, λόγω ύπαρξης μικρής χαράδρας (Φωτογραφία 4-9). Η οδός συνεχίζει την πορεία βόρεια διερχόμενη στην Χ.Θ. 12+200 νοτιοδυτικά του οικισμού Καλό Χωριό (Φωτογραφία 4-10) και στην Χ.Θ. 14+100 ανατολικά του οικισμού Κόζαρη (Φωτογραφία 4-11). Έχει γίνει κατά το δυνατόν αποφυγή απαλλοτριώσεων οικοδομημάτων και αγροτικών εκτάσεων μειώνοντας έτσι το συνολικό κόστος αυτών. Τέλος ο οδικός άξονας κινείται νότια του οικισμού Γουβών στην Χ.Θ. 16+400 (Φωτογραφία 4-12) και εν συνεχεία δυτικά αυτού στην Χ.Θ. 17+500, διερχόμενος αγροτικών εκτάσεων, κυρίως καλυμμένων με ελαιόδεντρα. Σε χιλιομετρική θέση πέραν της Χ.Θ. 18+450 η οδός συναντά τον κύριο οδικό άξονα Ε75, όπου και θα απαιτηθεί σε μεταγενέστερη μελέτη η κατασκευή ανισόπεδου κόμβου (Φωτογραφία 4-13).



**Φωτογραφία 4-4 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





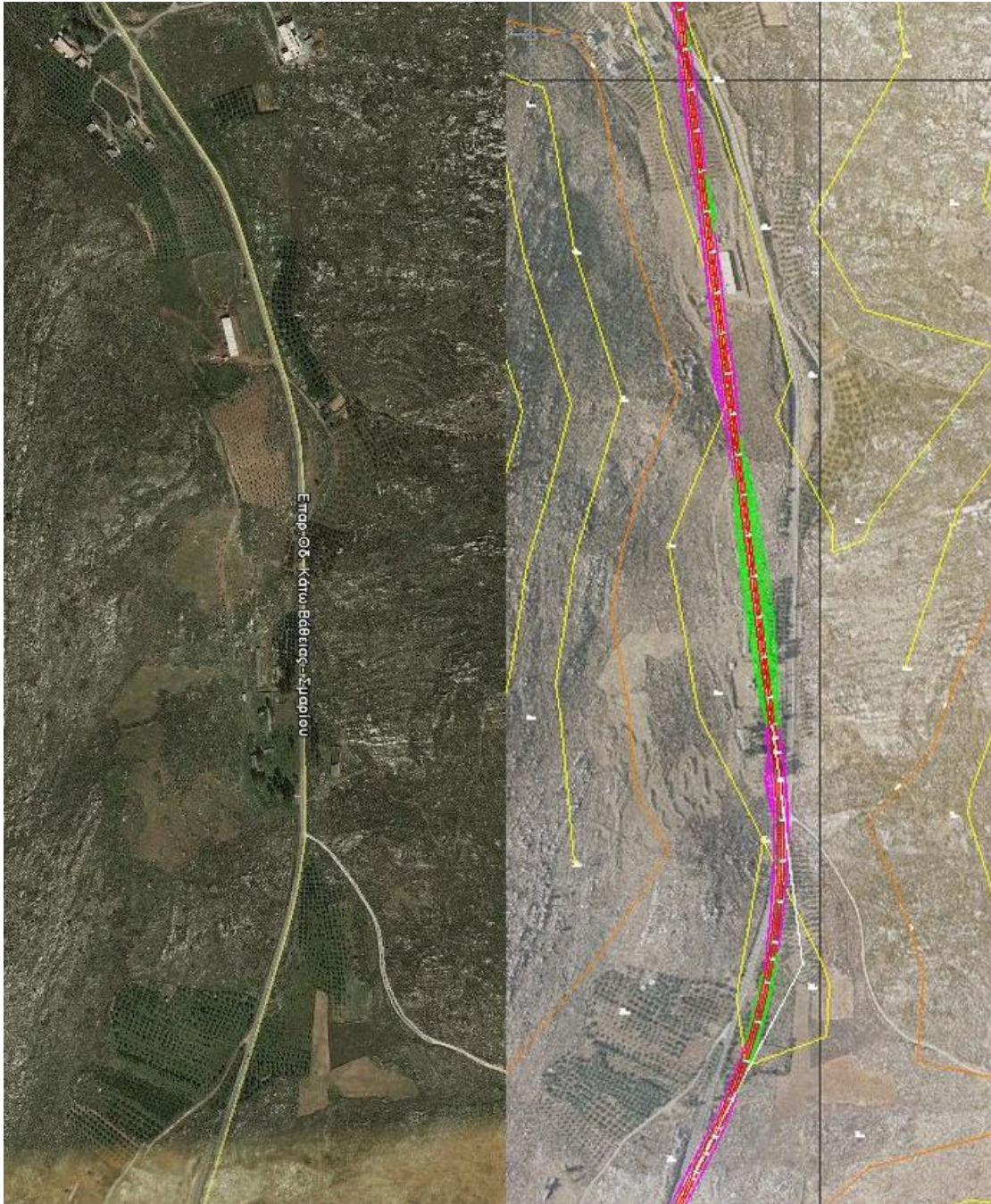
**Φωτογραφία 4-5 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





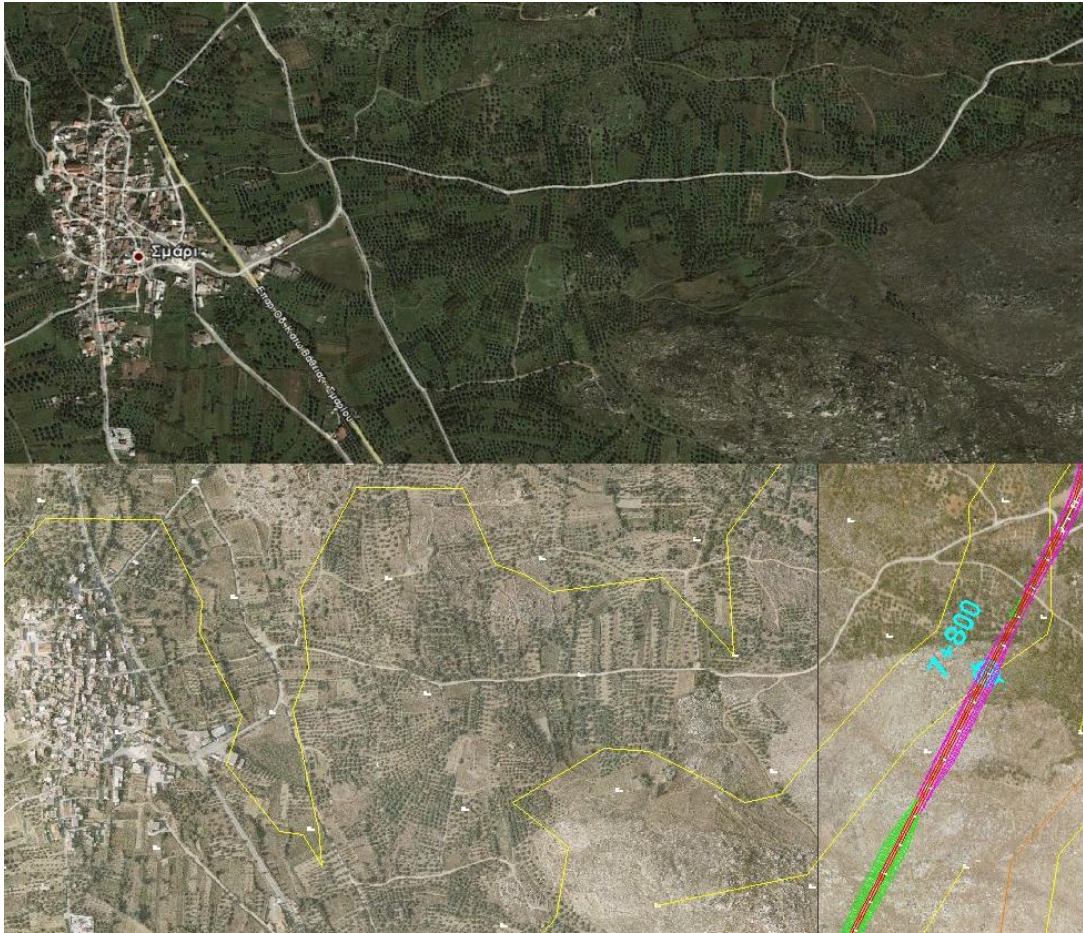
**Φωτογραφία 4-6 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.



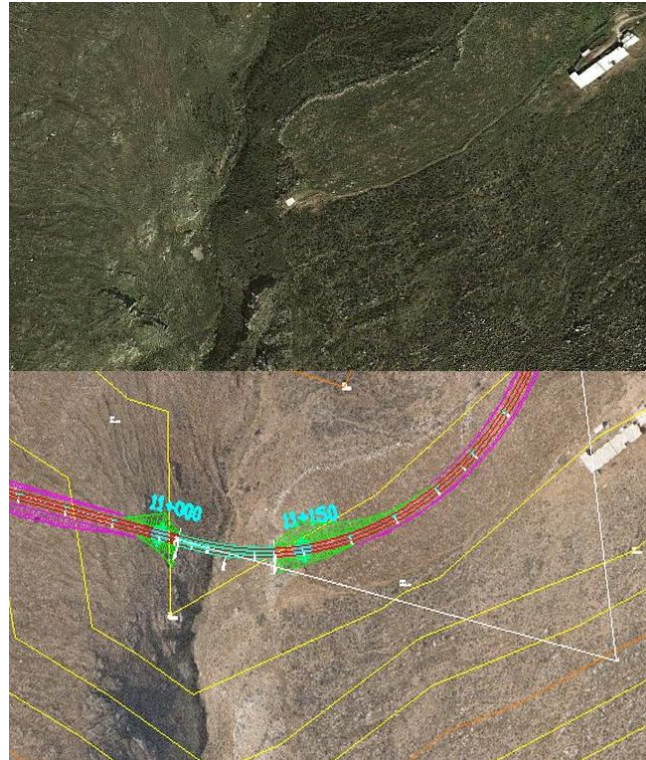


**Φωτογραφία 4-7 :** (Αριστερά) Δορυφορική φωτογραφία – (Δεξιά) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.



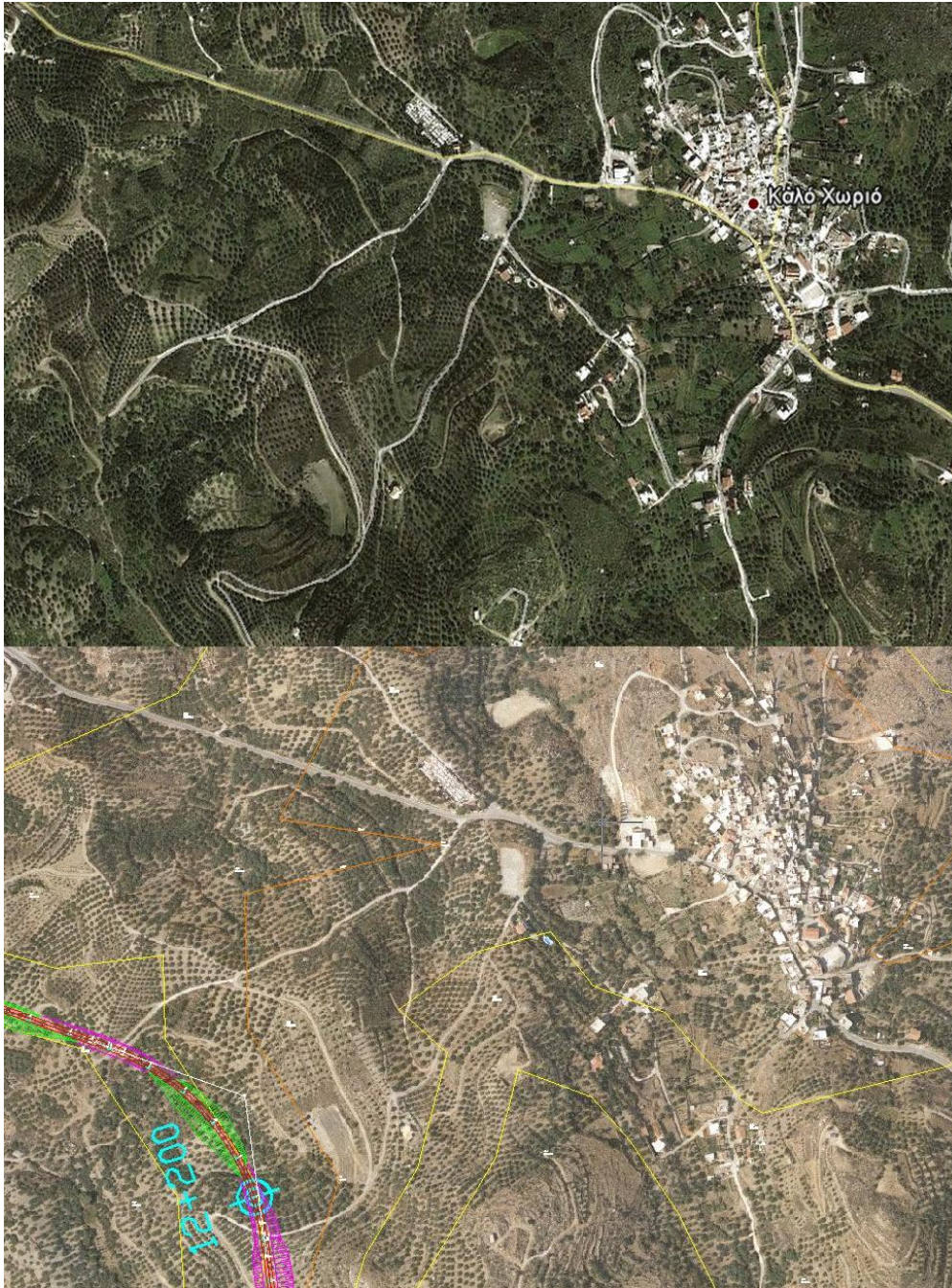


**Φωτογραφία 4-8 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.



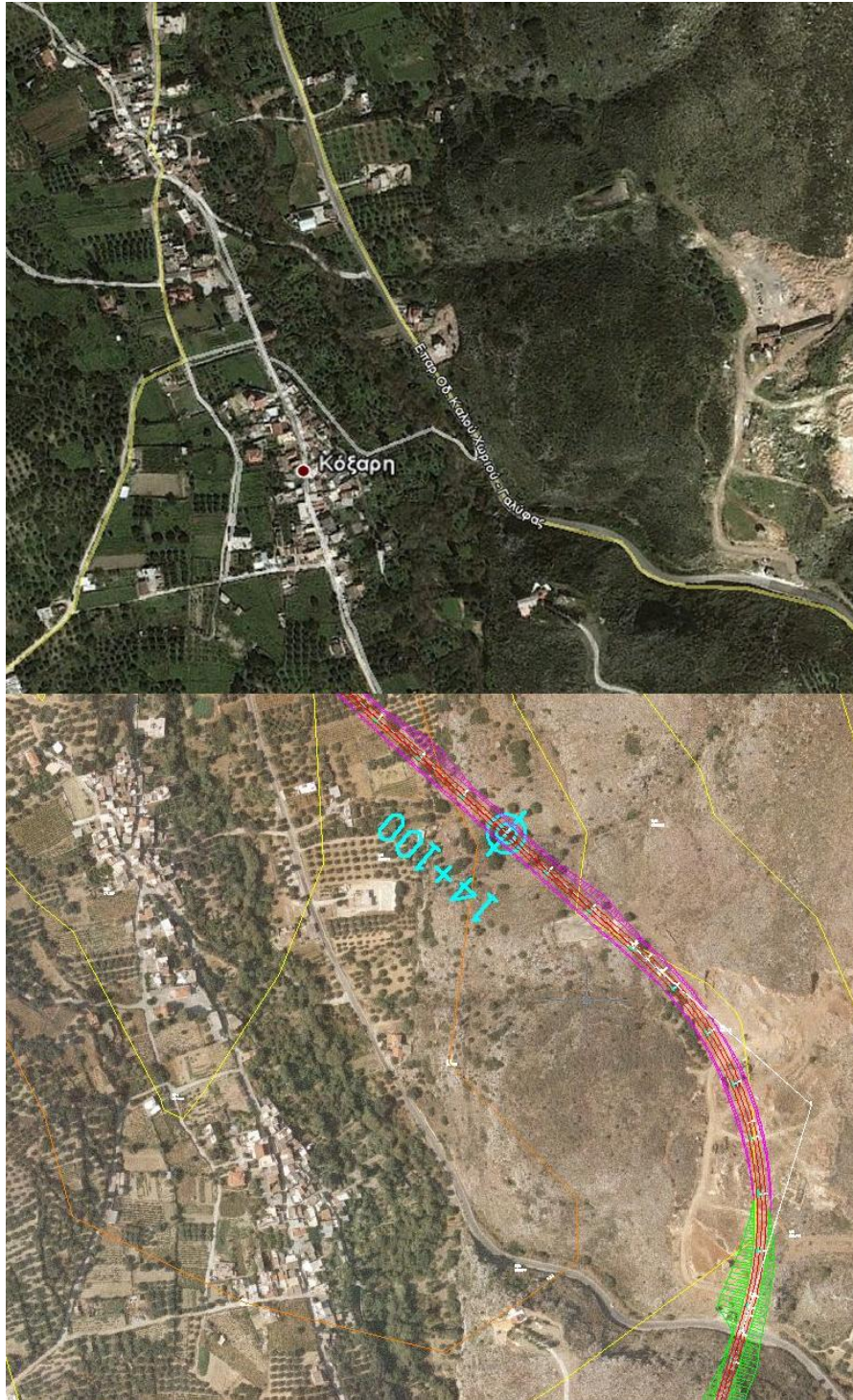
**Φωτογραφία 4-9 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





**Φωτογραφία 4-10 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





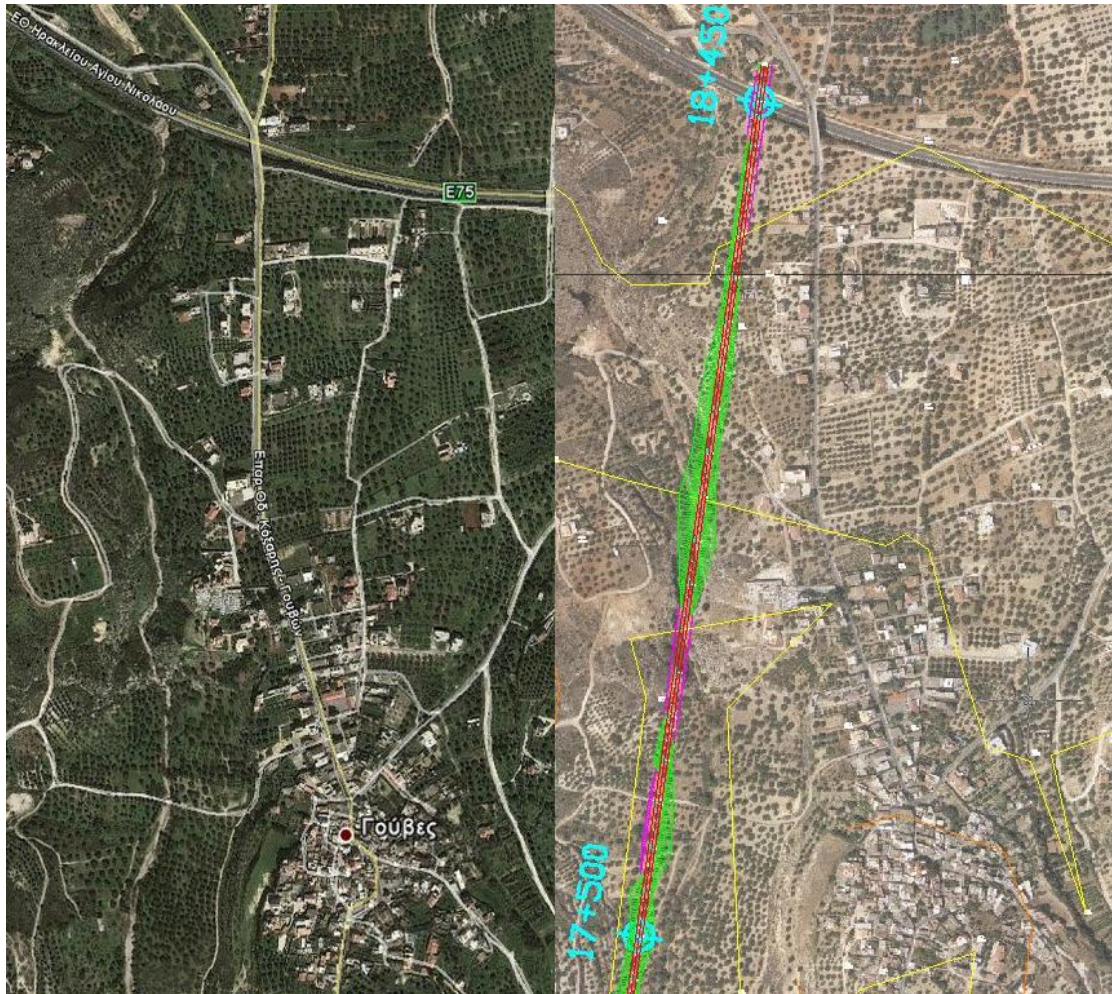
**Φωτογραφία 4-11 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





**Φωτογραφία 4-12 :** (Άνω) Δορυφορική φωτογραφία – (Κάτω) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρανή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.





**Φωτογραφία 4-13 :** (Αριστερά) Δορυφορική φωτογραφία – (Δεξιά) Αεροφωτογραφία στην οποία έχουν εισαχθεί οι ισοϋψείς (γραμμές κίτρινου χρώματος) και η οριζοντιογραφία της, υπό μελέτη, οδού (γραμμές κόκκινου χρώματος), καθώς και τα πρηνή ορυγμάτων (γραμμές μοβ χρώματος) και επιχωμάτων (γραμμές πράσινου χρώματος) αυτής.



#### **4.1.5. Τυπική Διατομή**

Η τυπική διατομή του οδικού άξονα Αεροδρομίου Καστελλίου – Σκλαβεροχωρίου – Σμαρίου – Κόξαρης – Γουβών – Ε75 είναι γ2 σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ, ενιαίας κυκλοφορίας και στις δύο κατευθύνσεις, με πλάτος 3,5 μέτρων ανά λωρίδα κυκλοφορίας και 0,25 μέτρα πλάτος λωρίδας καθοδήγησης. Ακόμη για τα επιχώματα, προβλέπεται μη σταθεροποιημένο έρεισμα, πλάτους 2,5 μέτρων, με τοποθέτηση στηθαίου ασφαλείας εντός αυτού και σε απόσταση 2 μέτρων από την εξωτερική οριογραμμή της λωρίδας καθοδήγησης. Αντίστοιχα στα ορύγματα προβλέπεται τριγωνική τάφρος από σκυρόδεμα πλάτους 2,2 μέτρων. Δίπλα στην τριγωνική τάφρο προβλέπεται πλευρική διαμόρφωση με φυτική γη, πλάτους 2,05 μέτρων, με κλίση 1:5 προς την τριγωνική τάφρο. Ο πόδας του πρανού ορύγματος βρίσκεται στο πέρας της πλευρικής διαμόρφωσης. Η κλίση των πρανών ορυγμάτων είναι 3:1, ενώ η κλίση των πρανών επιχωμάτων είναι 2:3. Σε περιοχές ύψους επιχωμάτων μεγαλύτερου των 10 μέτρων, για κατασκευαστικούς λόγους, προτιμήθηκε η τοποθέτηση τοίχων αντιστήριξης. Οι περιοχές αυτές υποδεικνύονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 4-1. Τέλος από την Χ.Θ. 11+020 μέχρι την Χ.Θ. 11+120 απαιτείται η κατασκευή γέφυρας λόγω ύπαρξης μικρής χαράδρας.

Τεχνικό Έργο	Χ.Θ.	Περιγραφή	ΜΗΚΟΣ
ΤΟ - 1	9+020	Τοίχος αντιστήριξης αριστερά	50
ΤΟ - 2	11+010	Τοίχος αντιστήριξης αριστερά	10
G	11+020	Γέφυρα Κόξαρη	100
ΤΟ - 3	11+120	Τοίχος αντιστήριξης αριστερά	10
ΤΟ - 4	11+930	Τοίχος αντιστήριξης αριστερά	40
ΤΟ - 5	13+540	Τοίχος αντιστήριξης αριστερά	45
ΤΟ - 6	16+990	Τοίχος αντιστήριξης δεξιά	70
ΤΟ - 7	17+290	Τοίχος αντιστήριξης δεξιά	170
ΤΟ - 8	17+540	Τοίχος αντιστήριξης δεξιά	20

**Πίνακας 4-1 :** Κυριότερα Τεχνικά Έργα

Ο χάρτης της περιοχής του έργου καθώς και τα προαναφερθέντα σχέδια εμφανίζονται στο Παράρτημα.

## **5. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ (CASE STUDIES) – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – ΟΜΟΕ**

---

### **5.1. Τηρούμενες Προδιαγραφές ΟΜΟΕ**

Ο σχεδιασμός της οδού και των τμημάτων αυτής, επί των οποίων έγινε μελέτη περιπτώσεων (case studies) των προβλημάτων οδικής ασφάλειας, πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις Ελληνικές προδιαγραφές (ΟΜΟΕ 2001a; ΟΜΟΕ 2001b):

- Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Διαχωρισμός Κυκλοφορίας: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Καθοριστικές Ταχύτητες: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Τυπική Διατομή: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 2: Διατομές, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Διαμόρφωση Επικλίσεων: 1) ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 2: Διατομές, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων

- Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- 2) ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
- Έλεγχος Τήρησης Κριτηρίων Ασφαλείας: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001
  - Μελέτη Ορατοτήτων: ΟΜΟΕ, Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Τεύχος 3: Χαράξεις, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001

### **5.1.1. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού**

Η υπεραστική οδός, η οποία μελετήθηκε, διατρέχει περιοχές εκτός σχεδίου, με βασική λειτουργία τη σύνδεση, με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παρόδιων ιδιοκτησιών. Οι περιοχές τις οποίες συνδέει η παραπάνω οδός είναι επαρχίες/οικισμοί. Με βάση τα προαναφερθέντα, η κατηγορία της οδού είναι ΑΙΙΙ.

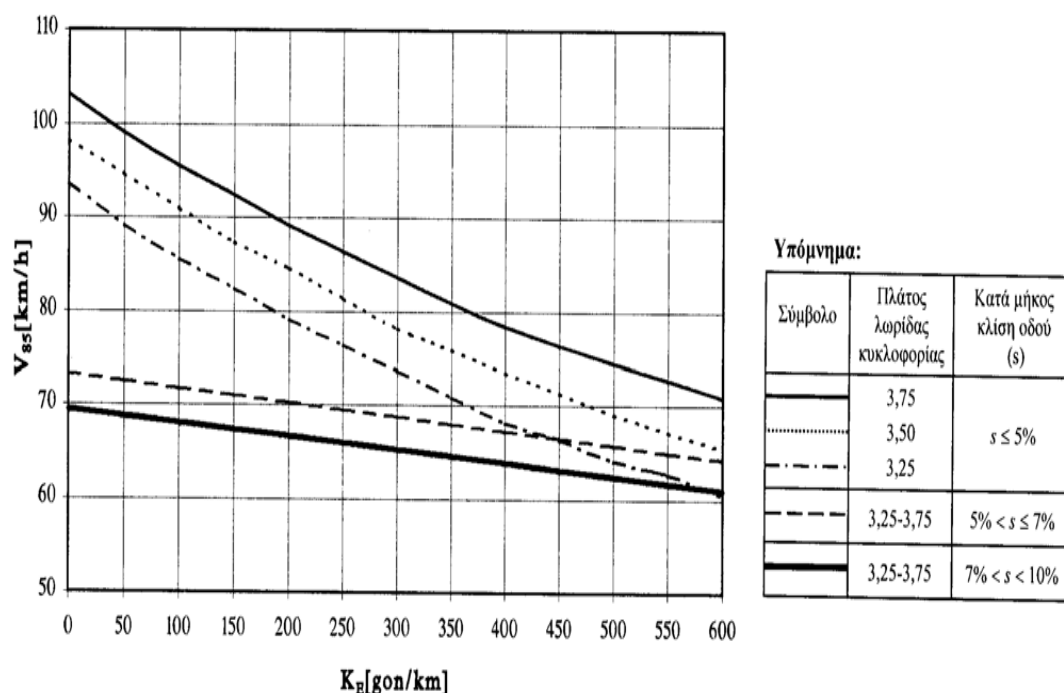
### **5.1.2. Διαχωρισμός Κυκλοφορίας**

Στις κατηγορίες οδών ΑΙ έως ΑΙV με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, λαμβάνει χώρα περίπου το 60% των σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ, με αποτέλεσμα αυτές οι οδοί να είναι οι πλέον επικίνδυνες στο σύνολο του οδικού δικτύου (ΟΜΟΕ 2001b). Έτσι θεωρήθηκε σκόπιμη, η μελέτη οδικών τμημάτων με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας.

### **5.1.3. Καθοριστικές Ταχύτητες**

Η ταχύτητα μελέτης  $V_e$  που επιλέχθηκε, για την υπό μελέτη οδό, είναι 80 km/h. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιτρεπόμενη ταχύτητα πρέπει να είναι ίση ή μικρότερη από την ταχύτητα μελέτης (ΟΜΟΕ 2001b), επιλέχθηκε επιτρεπόμενη ταχύτητα ίση με 80 km/h.

Τέλος για την ταχύτητα  $V_{85}$  σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ ισχύουν τα παρακάτω: Σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας η ταχύτητα  $V_{85}$  είναι συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού. Η ταχύτητα  $V_{85}$  προσδιορίζεται για κάθε μεμονωμένο γεωμετρικό στοιχείο (καμπύλη ή ευθυγραμμία) καθώς επίσης και για ένα οδικό τμήμα με ενιαία χαρακτηριστικά. Η συσχέτιση της ταχύτητας  $V_{85}$  με την κάθε μεμονωμένη καμπύλη αποτελεί πλέον καθιερωμένη πρακτική στη σύγχρονη οδοποιία. Οι καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη τιμή της ταχύτητας  $V_{85}$ , είναι η ελικτότητα (το τεταμένο)  $K_E$  της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας  $b$ . Η ταχύτητα  $V_{85}$  υπολογίζεται για κάθε μία καμπύλη της χάραξης της οδού, ως συνάρτηση της τιμής της ελικτότητας  $K_{Ei}$  της κάθε μεμονωμένης καμπύλης, καθώς επίσης και για κάθε “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ( $K_E = 0$ ). Η ταχύτητα  $V_{85}$  σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας Α, προσδιορίζεται ως η μέση τιμή των ταχυτήτων και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας (ΟΜΟΕ 2001b).



**Σχήμα 5-1 :** Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας  $V_{85}$  σε συνάρτηση με την ελικτότητα (το τεταμένο)  $K_E$  της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας  $b$  σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας Α I έως Α IV (ΟΜΟΕ 2001b).

#### **5.1.4. Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή**

Λόγω της πιθανότητας θάμβωσης από τα φώτα αλλά και εξαιτίας της κόπωσης των οδηγών, το μέγιστο μήκος της ευθυγραμμίας με σταθερή κατά μήκος κλίση  $\max L$  (m) δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 20πλάσιο της ταχύτητας μελέτης  $V_e$  (km/h) (ΟΜΟΕ 2001b). Έτσι το μέγιστο μήκος ευθείας για ταχύτητα μελέτης  $V_e = 80$  km/h υπολογίστηκε 1600 m.

Επιπλέον σε οδούς της ομάδας κατηγορίας Α, οι ευθυγραμμίες μικρού μήκους μεταξύ ομόροπων καμπύλων πρέπει να αποφεύγονται. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε το ελάχιστο μήκος της ευθυγραμμίας  $\min L$  (m) πρέπει να είναι ίσο τουλάχιστον με το 6πλάσιο της ταχύτητας μελέτης  $V_e$  (km/h) (ΟΜΟΕ 2001b). Έτσι το ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας  $\min L$  μεταξύ ομόροπων καμπύλων είναι 480 m για ταχύτητα μελέτης  $V_e = 80$  km/h.

Για τις οδούς των ομάδων Α οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών  $R_{\min}$  δίδονται στον Πίνακα 5-1 (ΟΜΟΕ 2001b).

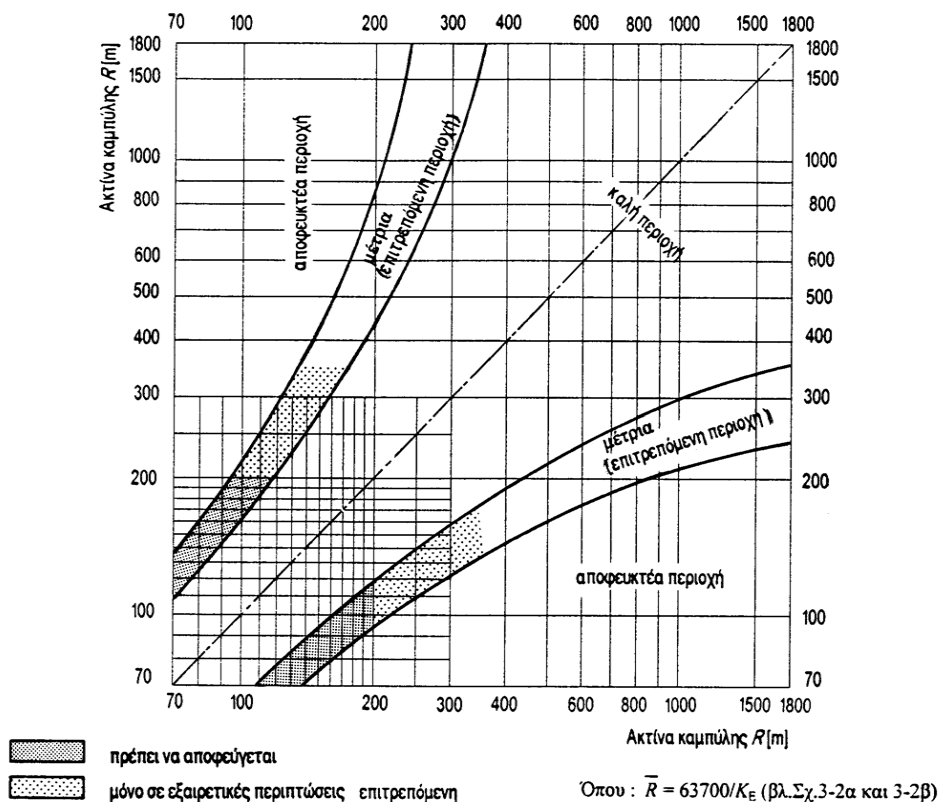
$R_{\min}$ [m]				
Ομάδα οδών Α				
$V_e$ [km/h]	Πεδινά Εδάφη		Λοφώδη και Ορεινά Εδάφη	
	$q_{\max}=8$ (9)% $n=45\%$	$q_{\min}=2,5\%$ $n=10\%$	$q_{\max}=7\%$ $n=40\%$	$q_{\min}=2,5\%$ $n=10\%$
50	80	325	95	325
60	125 (125)	490	140	490
70	180 (170)	700	200	700
80	250 (235)	960	280	960
90	330 (310)	1260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

**Πίνακας 5-1 :** Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών για οδούς των ομάδων Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Για ταχύτητα μελέτης 80 km/h και για λοφώδη και ορεινά εδάφη, η ελάχιστη τιμή της ακτίνας καμπύλης οριζοντιογραφίας είναι 280 m.

Επιπλέον, τα κυκλικά τόξα των οριζοντιογραφικών καμπύλων πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον ίσο με εκείνο που διανύεται σε 2 δευτερόλεπτα από όχημα κινούμενο με την ταχύτητα μελέτης.

Οι ακτίνες των ομότροπων ή αντίτροπων διαδοχικών κυκλικών τόξων, πρέπει να παρουσιάζουν μία αρμονική σχέση, για λόγους κυκλοφοριακής ασφαλείας. Αιτία αυτής της απαίτησης αποτελεί, κατά κύριο λόγο, το γεγονός ότι δεν πρέπει να μεταβάλλεται απότομα η λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  μεταξύ δύο διαδοχικών καμπύλων. Η επιτρεπόμενη σχέση των ακτίνων διαδοχικών κυκλικών τόξων δίδεται στο Σχήμα 5-2. Στις κατηγορίες οδών Α Ι έως Α ΙV η αλληλουχία των ακτίνων πρέπει να βρίσκεται στην καλή περιοχή (ΟΜΟΕ 2001b).



**Σχήμα 5-2 :** Σχέση διαδοχικών ακτίνων κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Για λόγους ασφαλείας οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 5-2 (ΟΜΟΕ 2001b).

$s_{max}$ [%] για τις οδούς της ομάδας			
Α			
$V_e$ [km/h]	Πεδινά εδάφη	Λοφώδη εδάφη	Ορεινά εδάφη
50	7 (8)	8 (9)	10 (11)
60	6 (8)	7 (9)	9 (10)
70	5 (7)	6 (8)	8 (9)
80	4 (6)	5 (7)	7 (9)
90	4 (5)	5 (6)	7 (8)
100	3 (5)	4 (6)	6 (8)
110	3 (5)	4 (6)	5 (6)
120	3 (5)	4 (6)	-
130	3 (4)	-	-

Οι τιμές σε ( ) εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις.

**Πίνακας 5-2 :** Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις (ΟΜΟΕ 2001b).

Ο σχεδιασμός των οδικών τμημάτων πραγματοποιήθηκε με μέγιστη κατά μήκος κλίση 7%, επειδή το έδαφος στην περιοχή μελέτης είναι ορεινό.

Οι ελάχιστες ακτίνες κυρτών κατακόρυφων καμπυλών του Πίνακα 5-3 παρέχουν επαρκή περιθώρια ασφαλείας. Με την εφαρμογή αυτών των ακτίνων δεν προκύπτουν μεγάλα ορύγματα, η δε μηκοτομή μπορεί να προσαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό στο ανάγλυφο του εδάφους. Ιδιαίτερη σημασία για τα κυρώματα έχει η ορατότητα (ΟΜΟΕ 2001b).

	Ορατότητα για στάση		Ορατότητα για προσπέραση	
	Επιτρεπόμενη περιοχή Ηκ (Διατίθεται το $S_h$ )	Αποφευκτέα περιοχή Ηκ (Δεν διατίθεται το $S_u$ )	Επιτρεπόμενη περιοχή Ηκ (Διατίθεται το $S_u$ )	
	[m]	[m]	[m]	
<b>Οδοί ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας και διαχωρισμένης με Ισόπεδους Κόμβους</b>				
50	800 έως 7000	7000 έως 27000	≥27000	
60	2000 έως 7600	7600 έως 30000	≥30000	
70	3000 έως 8400	8400 έως 34000	≥34000	
80	4500 έως 10000	10000 έως 40000	≥40000	
90	6200 έως 12000	12000 έως 48000	≥48000	
100	8500 έως 14000	14000 έως 55000	≥55000	

Όπου  $S_h$ : απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση

$S_u$ : απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση

**Πίνακας 5-3 :** Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Με εφαρμογή των τιμών της 3<sup>ης</sup> στήλης του Πίνακα 5-3 εξασφαλίζεται ένα μέρος μόνο του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση και για αυτόν τον λόγο,

οι τιμές αυτές πρέπει να αποφεύγονται. Στην περίπτωση αυτή, το διατιθέμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση είναι μεγαλύτερο από το ήμισυ του συνολικά απαιτούμενου αλλά και μικρότερο από ολόκληρο το συνολικά απαιτούμενο, με αποτέλεσμα η διαδικασία προσπέρασης να είναι κρίσιμη. Εάν οι τοπογραφικές συνθήκες επιβάλλουν την εφαρμογή αυτών των τιμών, τότε πρέπει να απαγορεύεται η προσπέραση με τοποθέτηση κατάλληλης σήμανσης. Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση εξασφαλίζεται με την εφαρμογή των τιμών της 4<sup>ης</sup> στήλης του Πίνακα 5-3 (ΟΜΟΕ 2001b).

Οι ελάχιστες τιμές των ακτίνων των κοίλων κατακόρυφων καμπύλων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-4 (ΟΜΟΕ 2001b).

Ve [km/h]	Hw, min [m]
50	1350
60	1900
70	2500
80	3300
90	4200
100	5200
110	6300
120	7500
130	10000

**Πίνακας 5-4 :** Ελάχιστες τιμές ακτίνων κοίλων κατακόρυφων καμπύλων συναρμογής για οδούς ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Ο σχεδιασμός των οδικών τμημάτων πραγματοποιήθηκε για ταχύτητα μελέτης  $V_e = 80$  km/h με ελάχιστη τιμή ακτίνας κοίλης καμπύλης κατακόρυφης καμπύλης  $\min H_w = 3300$  m.

### **5.1.5. Τυπική Διατομή**

Η επιλογή της διατομής πρέπει να πραγματοποιείται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ανάλογα με την επιθυμητή ταχύτητα, τον αναμενόμενο κυκλοφοριακό φόρτο και τη σύνθεση της κυκλοφορίας, να εξασφαλίζονται συνθήκες ασφαλούς κυκλοφορίας για



όλους τους τύπους των οχημάτων καθώς και για τους πεζούς (ΟΜΟΕ 2001a). Με βάση τις ΟΜΟΕ-Δ και έχοντας προσδιορίσει την κατηγορία της οδού (ΑΙΙ) και την επιτρεπόμενη ταχύτητα (80 km/h) επιλέγεται η τυπική διατομή κατηγορίας γ2 χωρίς λωρίδα πολλαπλών χρήσεων.

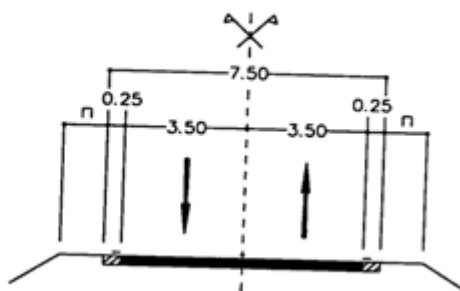
Το πλάτος  $\pi$  του μη σταθεροποιημένου ερείσματος επιλέχθηκε ίσο με 2,5 μέτρα, ώστε να επιτρέπεται η στάση ενός επιβατηγού οχήματος χωρίς ιδιαίτερη παρενόχληση της διερχόμενης κυκλοφορίας. Επίσης, τα μη σταθεροποιημένα ερείσματα χρησιμεύουν για την τοποθέτηση στηθαίων ασφαλείας και πινακίδων σήμανσης, για την κυκλοφορία των πεζών, για τις εργασίες συντήρησης της οδού, για την τοποθέτηση των βατών από όχημα πλευρικών διατάξεων αποχέτευσης – αποστράγγισης της οδού, καθώς και για τη διέλευση υπόγειων αγωγών των δικτύων εξυπηρέτησης της οδού (ΟΜΟΕ 2001a).

## γ 2

Κατηγορία οδού ΑΙΙ, ΑΙΙΙ  
 $V_{\text{επιτ}} \leq 90 \text{ km/h}$   
 ισόπεδοι κόμβοι

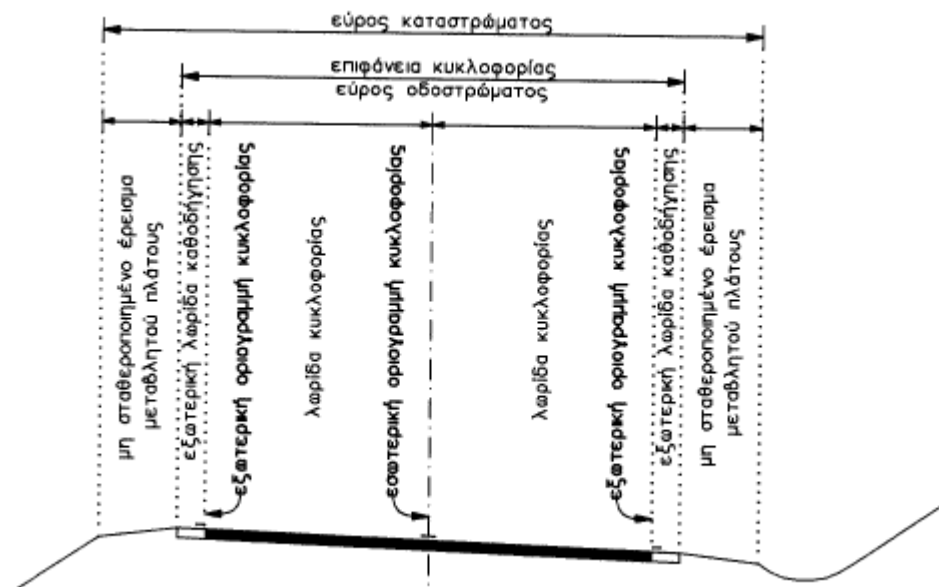
Υπόμνημα

Λωρίδα κυκλοφορίας  
 Λωρίδα καθοδήγησης



**Σχήμα 5-3 :** Τυπική διατομή οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (ΟΜΟΕ 2001a).

Στο παρακάτω Σχήμα 5-4 απεικονίζονται αναλυτικά τα μέρη που συνιστούν την τυπική διατομή της οδού (ΟΜΟΕ 2001a).

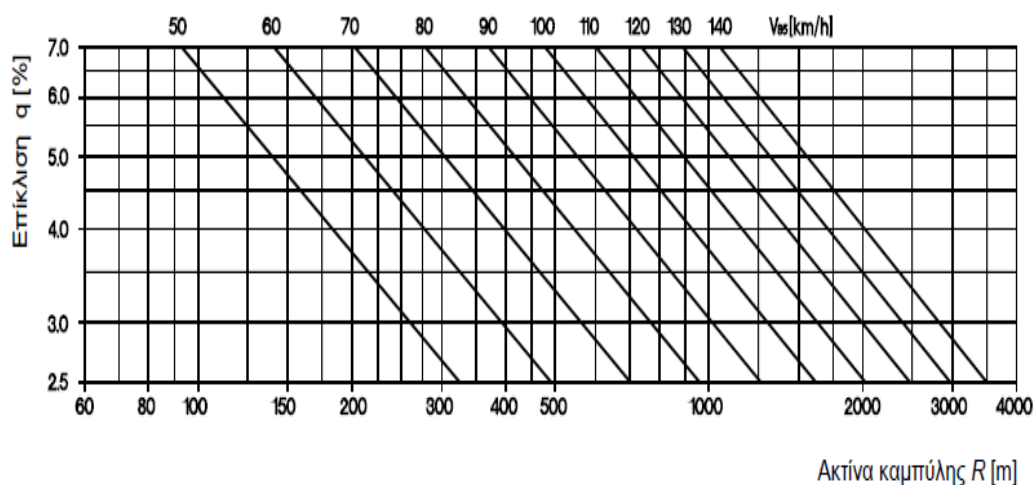


**Σχήμα 5-4 :** Μέρη απαρτίζοντα τη διατομή υπεραστικής οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας μιας λωρίδας κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση (ΟΜΟΕ 2001a).

#### **5.1.6. Διαμόρφωση Επικλίσεων**

Τα οδοστρώματα διαμορφώθηκαν στις ευθυγραμμίες με επίκλιση 2,5% για λόγους ταχείας απορροής των ομβρίων. Τα μη σταθεροποιημένα ερείσματα, μέσω των οποίων απορρέουν τα όμβρια ύδατα του οδοστρώματος, διαμορφώθηκαν με επίκλιση 6% (ΟΜΟΕ 2001a).

Η διαμόρφωση των επικλίσεων στις καμπύλες πραγματοποιήθηκε με βάση το Τεύχος: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-X). Έτσι η επίκλιση στις καμπύλες διαμορφώθηκε με κατεύθυνση προς το εσωτερικό της καμπύλης για λόγους δυναμικής της κίνησης. Η μέγιστη τιμή της επίκλισης για οδούς της ομάδας Α είναι  $q_{max} = 7\%$  σε λοφώδη και ορεινά εδάφη. Η σχέση της ακτίνας καμπύλης, της επίκλισης και της λειτουργικής ταχύτητας  $V_{85}$  παρουσιάζεται στο Σχήμα 5-5, με βάση του οποίου εξήχθησαν οι επικλίσεις που υιοθετήθηκαν στον σχεδιασμό των οριζοντιογραφικών καμπύλων (ΟΜΟΕ 2001b).



**Σχήμα 5-5 :** Ομάδα οδών Α – Λοφώδη και ορεινά εδάφη. Διάγραμμα προσδιορισμού της επίκλισης σε καμπύλες υπεραστικών οδών (ΟΜΟΕ 2001b).

### 5.1.7. Έλεγχος Τήρησης Κριτηρίων Ασφαλείας

Σύμφωνα με τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, για την **αξιολόγηση της οριζόντιας χάραξης** μιας οδού ως προς την ασφάλεια, χρησιμοποιούνται ορισμένα ποσοτικά κριτήρια ασφαλείας. Τα κριτήρια αυτά αφορούν στην **επίτευξη αρμονίας και ομοιογένειας** στην μελέτη και στην λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  των χρηστών της οδού.

Με την εφαρμογή του **κριτηρίου I** επιδιώκεται η **εναρμόνιση της ταχύτητας μελέτης  $V_e$  με την λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$** , ώστε να επιτυγχάνεται συμβατότητα μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού και της οδικής συμπεριφοράς των χρηστών. Το κριτήριο ασφαλείας αυτό, δίνει τη δυνατότητα συσχέτισης της ταχύτητας μελέτης με τη ταχύτητα  $V_{85}$ , ώστε να αξιολογούνται τα τμήματα υπεραστικών οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών Α I έως Α IV), σε σχέση με την ποιότητα σχεδιασμού, ως καλά, μέτρια ή μη αποδεκτά. Τα ποσοτικά δεδομένα των ορίων απόκλισης μεταξύ των ταχυτήτων  $V_e$  και  $V_{85}$  για την απόδοση ενός από τους τρεις προαναφερόμενους χαρακτηρισμούς στο οδικό τμήμα, όσον αφορά την ποιότητα σχεδιασμού, αναγράφονται στον Πίνακα 5-5 (ΟΜΟΕ 2001b).

<p><b>Περίπτωση 1 : Καλή Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> <p><math> V_{85} - V_e  \leq 10 \text{ km/h}</math></p> <p>Δεν απαιτούνται προσαρμογές ή διορθωτικές επεμβάσεις στη χάραξη της οδού</p>
<p><b>Περίπτωση 2 : Μέτρια Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> <p><math>10 \text{ km/h} &lt;  V_{85} - V_e  \leq 20 \text{ km/h}</math></p> <p>Στην περίπτωση αυτή οι επικλίσεις πρέπει να επαναυπολογισθούν με βάση τη ταχύτητα <math>V_{85}</math> προκειμένου να εξασφαλισθεί, ότι ο διαθέσιμος συντελεστής πλευρικής τριβής θα αντιστοιχεί στον απαιτούμενο συντελεστή τριβής. Οι απαιτούμενες βελτιώσεις αντιμετωπίζονται κατά περίπτωση. Επίσης συνιστάται η τοποθέτηση των κατάλληλων προειδοποιητικών πινακίδων.</p>
<p><b>Περίπτωση 3 : Μη αποδεκτή Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> <p><math> V_{85} - V_e  &gt; 20 \text{ km/h}</math></p> <p>Ο προβλεπόμενος δείκτης σοβαρών τροχαίων ατυχημάτων χαρακτηρίζει τη μη ασφαλή και μη οικονομική χρήση της οδού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται κατά κανόνα η ανακατασκευή της οδού και οποσδήποτε η λήψη διορθωτικών μέτρων.</p>

**Πίνακας 5-5 :** Κριτήριο Ασφαλείας I για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών A I έως A IV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ  $V_e$  και  $V_{85}$  για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή μη αποδεκτής (ΟΜΟΕ 2001b).

Αντίστοιχα, με την εφαρμογή του κριτηρίου II, επιτυγχάνεται αρμονία και συνέχεια στα διαδοχικά στοιχεία της μελέτης, ούτως ώστε να διατηρείται σταθερή η λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  των χρηστών της οδού. Ο έλεγχος της ομοιογένειας της οριζοντιογραφίας, στις υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, γίνεται με βάση τα ποσοτικά όρια των τιμών μεταβολής της ταχύτητας  $V_{85}$ , όπως παρατίθενται στον Πίνακα 5-6 (ΟΜΟΕ 2001b).

<p><b>Περίπτωση 1 : Καλή Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> $ V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  \leq 10 \text{ km/h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα υπάρχει αρμονία και συνέχεια στη χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης και η οριζοντιογραφία της οδού δεν προκαλεί ασυνέχειες στην ανάπτυξη των λειτουργικών ταχυτήτων</p>
<p><b>Περίπτωση 2 : Μέτρια Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> $10 \text{ km/h} <  V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  \leq 20 \text{ km/h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα εμφανίζονται μικρές δυσαρμονίες και ασυνέχειες στην χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης. Κατά κανόνα το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με προειδοποιητικές πινακίδες χωρίς να απαιτείται ανακατασκευή της οδού</p>
<p><b>Περίπτωση 3 : Μη Αποδεκτή Ποιότητα Σχεδιασμού</b></p> $ V_{85_i} - V_{85_{i+1}}  > 20 \text{ km/h}$ <p>Σε αυτά τα οδικά τμήματα εμφανίζονται μεγάλες δυσαρμονίες και ασυνέχειες στη χάραξη των διαδοχικών στοιχείων μελέτης, που επιφέρουν ασυνέχειες στις επιλογές των ταχυτήτων με αποτέλεσμα να καθίσταται η οδός μη ασφαλής και αντιοικονομική λόγω κρίσιμων τιμών του δείκτη ατυχημάτων και του δείκτη κόστους ατυχημάτων. Το πρόβλημα αυτό κατά κανόνα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ανακατασκευή της οδού ή με λήψη διορθωτικών μέτρων.</p>

**Πίνακας 5-6 :** Κριτήριο Ασφαλείας II για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών A I έως A IV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ διαδοχικών  $V_{85}$  για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης (ΟΜΟΕ 2001b).

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι τήρησης αυτών στις παρακάτω μελέτες περιπτώσεων οδικών τμημάτων που παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την οδική ασφάλεια.

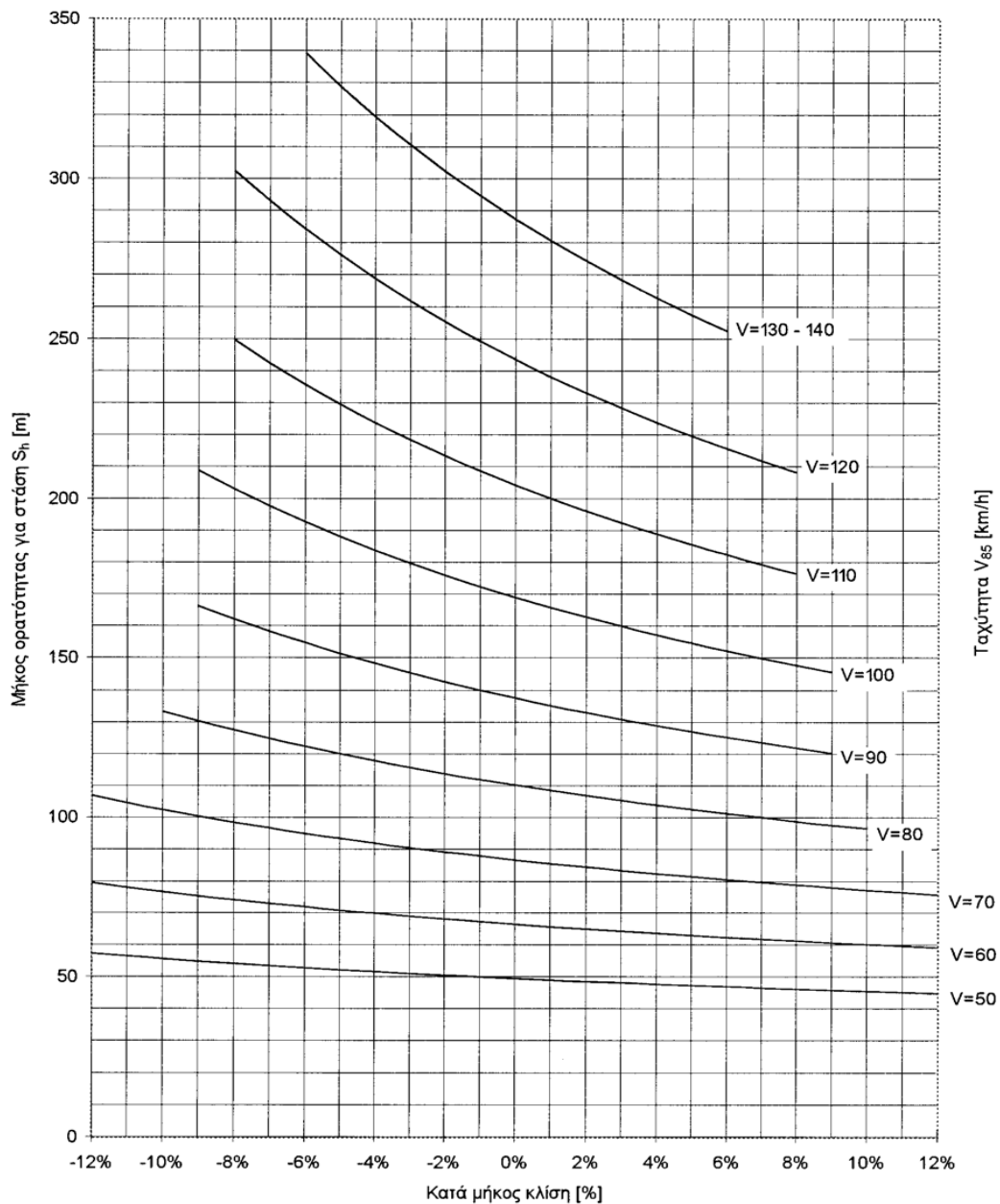
### **5.1.8. Μελέτη Ορατοτήτων**

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας απαιτεί την ύπαρξη ελάχιστων μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση) και η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση).

Σε όλο το μήκος των οδών πρέπει να διατίθεται κατ' ελάχιστο το μήκος ορατότητας στάσης που ορίζεται από την ταχύτητα  $V_{85}$ . Επιπλέον, σε οδούς της κατηγορίας A, με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, πρέπει να διατίθενται συνθήκες ορατότητας για προσπέραση συνολικά τουλάχιστον 20-25% του μήκους της οδού, με ομοιόμορφη

κατανομή των τμημάτων αυτών στο συνολικό μήκος της οδού. Στα οδικά τμήματα που δεν διαθέτουν επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση, η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο κατευθύνσεων πρέπει να διαμορφώνεται με διπλή συνεχή γραμμή.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση λαμβάνεται από το Σχήμα 5-6 (ΟΜΟΕ 2001b).



**Σχήμα 5-6 :** Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση  $S_h$  σε υγρό οδόστρωμα σε οδούς ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Αντίστοιχα, το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον Πίνακα 5-7 (ΟΜΟΕ 2001b).

$V_{85}$ [km/h]	$S_u$ [m]
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625
110	675

**Πίνακας 5-7 :** Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση  $S_u$  σε οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

Το υφιστάμενο μήκος ορατότητας υπολογίζεται βάσει των τιμών της θέσης και του ύψους οφθαλμών καθώς και των τιμών της θέσης και του ύψους εμποδίου, που δίνονται στον Πίνακα 5-8 (ΟΜΟΕ 2001b).

Τύπος ορατότητας	Οφθαλμός		Θέση εμποδίου	$V_{85}$ [km/h]	Ύψος εμποδίου $h_z$ [m]
	Θέση	Ύψος $h_A$ [m]			
1	2	3	4	5	6
Ορατότητα για στάση	στον άξονα της δικής του λωρίδας κυκλοφορίας	1,06	στον άξονα της δικής του λωρίδας κυκλοφορίας	40	0,05
				50	0,07
				60	0,10
				70	0,13
				80	0,16
				90	0,20
				100	0,25
				110	0,30
				120	0,35
				130	0,42
				140	0,49

**Πίνακας 5-8 :** Βασικές τιμές για τον προσδιορισμό των υφιστάμενων μηκών ορατότητας (ΟΜΟΕ 2001b).

Με βάση τα παραπάνω πραγματοποιήθηκε ανάλυση ορατότητας για στάση και για προσπέραση όπου ήταν απαραίτητο και σχεδιάστηκαν τα απαραίτητα διαγράμματα ορατοτήτων, που παρουσιάζονται σε επόμενο κεφάλαιο.

## 5.2. Μελέτη 1<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 1) – Κλειστή Οριζοντιογραφική Καμπύλη

Πρόβλημα, ως προς την οδική ασφάλεια, εμφανίζεται στο 4<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσης οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με τον οδικό άξονα Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι. Σχεδιάσθηκε η οριζοντιογραφική καμπύλη Κ4 με ακτίνα 280 μέτρα, όπως φαίνεται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας (Σχέδιο 9 – Παράρτημα), με οριακή κάλυψη της προδιαγραφής, της ελάχιστης τιμής ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης.

Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη λύση για **αποφυγή πολλαπλάσιων χωματισμών**, που θα προέκυπταν, εάν υιοθετείτο διαφορετική λύση εντός των προδιαγραφών, λόγω του ιδιόμορφου και δύσκολου γεωγραφικού ανάγλυφου της τοποθεσίας, όπως επίσης και για την μεγαλύτερη δυνατή **αποφυγή των παρακειμένων απαλλοτριώσεων** (οικισμός, ελαιοτριβείο, αγροτεμάχια).

Υφίσταται **κίνδυνος εκτροπής οχήματος**, λόγω της προαναφερθείσας μικρής ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης και λόγω εσφαλμένης αντίληψης του χρήστη, ως προς την υιοθετούμενη ταχύτητα. Πολλοί είναι οι παράγοντες που πιθανόν, οδηγούν τον χρήστη στην υιοθέτηση υψηλής ταχύτητας, κατά την κίνησή του στο ανωτέρω οδικό τμήμα.

### 5.2.1. Ευθυγραμμία Μεγάλου Μήκους – Επαλληλία Κοίλης Κατακόρυφης Καμπύλης με Οριζοντιογραφική Καμπύλη

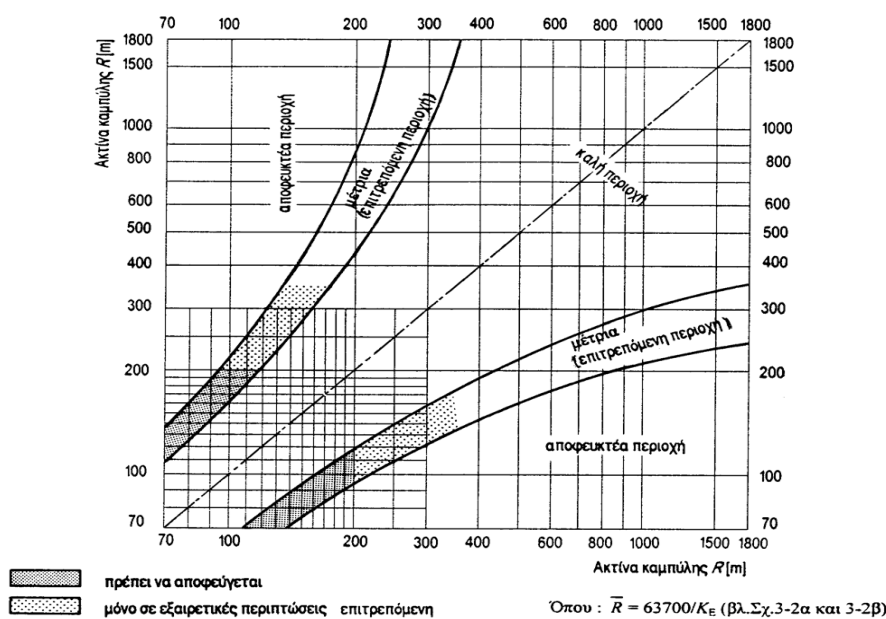
Καταρχάς η ύπαρξη ευθυγραμμίας με μεγάλη κλίση: 5% (Σχέδιο 10 – Παράρτημα) και μεγάλο μήκος: 1.034 μέτρα (όριο μεγίστου μήκους ευθυγραμμίας σύμφωνα με τις προδιαγραφές είναι τα 1.600 μέτρα), προδιαθέτει τον κινούμενο στην κατωφέρεια χρήστη να αναπτύξει υψηλή ταχύτητα. **Ο συνδυασμός κοίλου τμήματος** στην μηκοτομή, **με οριζοντιογραφική καμπύλη** και μάλιστα ελάχιστης ακτίνας, **μπορεί να οδηγήσει τον χρήστη σε λάθος εκτίμηση**, ως προς την απαιτούμενη μείωση της ταχύτητας του οχήματός του, επειδή η ανωτέρω επαλληλία δίνει την εντύπωση, ότι η καμπύλη είναι πιο «ανοικτή» από ότι στην πραγματικότητα είναι. Ακόμα επισημαίνεται, ότι στο κατώτατο σημείο της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης, οι ταχύτητες των οχημάτων και ειδικά των βαρέων (φορτηγά, λεωφορεία) συχνά είναι



υψηλές, ώστε σε συνδυασμό με την ύπαρξη της κλειστής οριζοντιογραφικής καμπύλης, να υπάρχει πιθανότητα ατυχήματος. Η εμπειρία έχει δείξει, ότι ο λόγος της ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης  $R$  προς την ακτίνα της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης  $H$  πρέπει να είναι κατά το δυνατόν μικρός και πάντως όχι μεγαλύτερος από  $1/5$  έως  $1/10$ . Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η ακτίνα  $R$  είναι 280 μέτρα, η ακτίνα  $H$  είναι 3.500 μέτρα δηλαδή ο λόγος τους είναι  $1/12,5$  (Δραγομάνοβιτς 2000).

### 5.2.2. Διαδοχικές Οριζοντιογραφικές Καμπύλες

Επίσης, στο τμήμα της σχεδιασθείσης οδού μεταξύ της Χ.Θ. 3+250 και της Χ.Θ. 6+250 εμφανίζεται αλληλουχία οριζοντιογραφικής καμπύλης  $K5$ , μεγάλης ακτίνας 800 μέτρων, με ευθεία μεγάλου μήκους 1.034 μέτρων και οριζοντιογραφικής καμπύλης  $K4$ , μικρής ακτίνας 280 μέτρων. Οι ακτίνες των διαδοχικών κυκλικών τόξων, μεταξύ των οποίων υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα, πρέπει να παρουσιάζουν μια αρμονική σχέση, ώστε να αποφεύγονται **απότομες μεταβάσεις από μεγάλες σε μικρές ακτίνες** και να επιδιώκεται η βαθμιαία μείωσή τους, για να δίνεται η δυνατότητα στον οδηγό να προσαρμόσει την ταχύτητά του με ασφάλεια. Οι ακτίνες των διαδοχικών κυκλικών τόξων, στην συγκεκριμένη περίπτωση, βρίσκονται οριακά εντός της καλής περιοχής, που εμφανίζεται στο Σχήμα 5-7 (ΟΜΟΕ 2001b).



**Σχήμα 5-7:** Σχέση διαδοχικών ακτινών κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας Α (ΟΜΟΕ 2001b).

### **5.2.3. Ορατότητα**

Η οριακή επιλογή πραγματοποιήθηκε, λόγω του ιδιορρυθμού και δύσκολου γεωγραφικού ανάγλυφου της τοποθεσίας και έχει ως αποτέλεσμα, ο χρήστης κινούμενος αρχικώς στην καμπύλη μεγάλης ακτίνας και μη προσδοκώντας οριζοντιογραφική καμπύλη μικρής ακτίνας, να αναπτύσσει ταχύτητα. Ο χρήστης διαθέτει προοπτική εικόνα της «κλειστής» οριζοντιογραφικής καμπύλης K4, όπως φαίνεται στο διάγραμμα ορατοτήτων για ταχύτητα  $V_{85}$  ίση με 100 km/h (Σχέδιο 11 – Παράρτημα), που είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ (ύψος εμποδίου 0,25 m και ύψος θέσης οφθαλμού 1,06 m). Μετά την διέλευση του οδηγού από την κυρτή κατακόρυφη καμπύλη k5, κατά την κίνηση του προς Καστέλλι, συγκεκριμένα στην Χ.Θ. 1+650, βάσει διαφορετικής χιλιομέτρησης του οδικού τμήματος, το υφιστάμενο μήκος ορατότητας ξεπερνά τα 850 m, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 11 – Παράρτημα, ενώ η απόστασή του από την αρχή της οριζοντιογραφικής καμπύλης K4 είναι 790 m. Επομένως, ο οδηγός διακρίνει την οριζοντιογραφική καμπύλη K4, καθ' όλη την διάρκεια κίνησής του στην κατωφερή ευθυγραμμία. Παρά την επάρκεια του παρεχόμενου μήκους ορατότητας στον οδηγό, αυτός αδυνατεί να αντιληφθεί το μέγεθος της απαιτούμενης επιβράδυνσης του οχήματός του, ώστε να μην εκτραπεί. Οι ευθείες μεγάλου μήκους και η ήπια οριζοντιογραφική καμπύλη μεγάλης ακτίνας και μικρού σχετικά κυκλικού τόξου, δημιουργούν στον χρήστη την λανθασμένη εντύπωση ασφαλούς κίνησης με υψηλή ταχύτητα.

### **5.2.4. Λειτουργική Ταχύτητα $V_{85}$**

Σύμφωνα με το κριτήριο ασφαλείας II των ΟΜΟΕ, **ελέγχονται οι λειτουργικές ταχύτητες  $V_{85}$  των διαδοχικών στοιχείων μελέτης**, δηλαδή ευθυγραμμιών και καμπύλων για την επίτευξη αρμονίας στην χάραξη (ΟΜΟΕ 2001b). Με βάση τις προδιαγραφές των ΟΜΟΕ η  $V_{85}$  της καμπύλης K4 είναι 89 km/h, της K5 είναι 98 km/h, της ευθείας 103,5 km/h και σύμφωνα με το κριτήριο ασφαλείας II των ΟΜΟΕ η ποιότητα του σχεδιασμού της προαναφερθείσης οδού μεταξύ της καμπύλης K5 και της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας είναι καλή, ενώ η αντίστοιχη ποιότητα μεταξύ της ενδιάμεσης ευθείας και της καμπύλης K4 είναι μέτρια. Αυτό το πρόβλημα κατά τις ΟΜΟΕ, αντιμετωπίζεται με απλή τοποθέτηση προειδοποιητικών πινακίδων (ΟΜΟΕ

2001b). Παρ' όλα αυτά, η εμπειρία αποδεικνύει ότι η σήμανση, δεν επιτυγχάνει την πλήρη συμμόρφωση των χρηστών της οδού σε αυτήν.

Βάσει των προδιαγραφών ΟΜΟΕ, ο τρόπος υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας σε ευθυγραμμία έντονης κλίσης, δεν οδηγεί σε απολύτως ακριβές αποτέλεσμα, επειδή η ταχύτητα υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των ταχυτήτων των χρηστών της οδού στις δύο κατευθύνσεις. **Οι λειτουργικές ταχύτητες στις δύο κατευθύνσεις διαφέρουν μεταξύ τους** και επομένως στην κατεύθυνση της κατωφέρειας, η πραγματική λειτουργική ταχύτητα των χρηστών θα είναι μεγαλύτερη από την εκτιμηθείσα βάσει προδιαγραφών ΟΜΟΕ, με αποτέλεσμα στην πραγματικότητα, η ποιότητα σχεδιασμού της αλληλουχίας των χαρακτηριστικών της οριζοντιογραφίας να είναι δυσμενέστερη από την ποιότητα που προέκυψε με τον έλεγχο του κριτηρίου ασφαλείας II των προδιαγραφών ΟΜΟΕ.

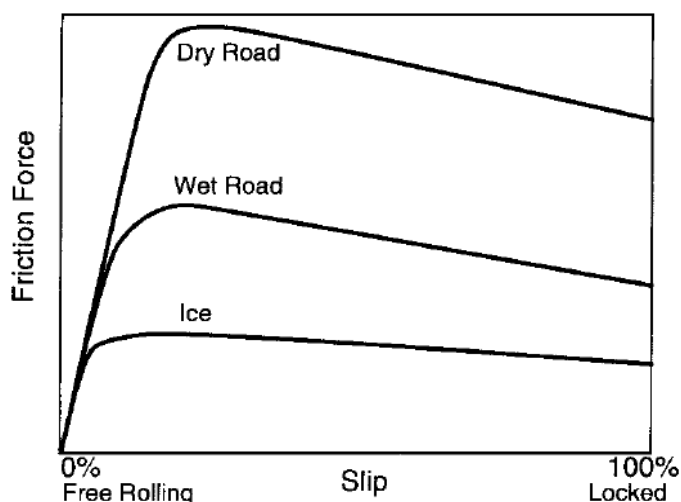
#### **5.2.5. Ταχύτητα Εκτροπής**

Επίσης, ο **συντελεστής πλευρικής τριβής** λαμβάνει την μέγιστη δυνατή τιμή του, σχεδόν την στιγμή που το όχημα, κινούμενο εντός οριζοντιογραφικής καμπύλης, αρχίζει να ολισθαίνει πλευρικά (Σχήμα 5-8). Η τιμή του συντελεστή πλευρικής τριβής που υιοθετείται στον σχεδιασμό, για την διαστασιολόγηση των οριζοντιογραφικών καμπύλων, πρέπει να είναι σημαντικά μικρότερη από την μέγιστη δυνατή, ώστε να παρέχεται ασφαλές περιθώριο έναντι εκτροπής του οχήματος (AASHTO 2004d).

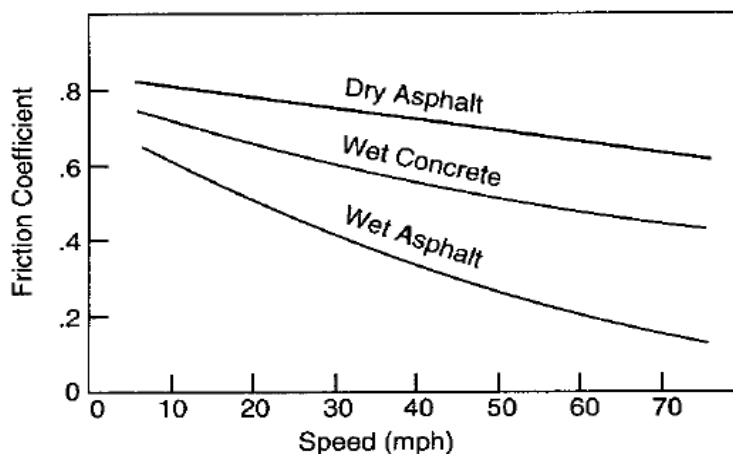
**Ο μέγιστος συντελεστής πλευρικής τριβής**, κατά την στιγμή της επικείμενη ολίσθησης, **εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων**. Οι βασικοί εξ αυτών είναι η ταχύτητα του οχήματος, το είδος και η κατάσταση της επιφάνειας του οδοστρώματος και το είδος και η κατάσταση των ελαστικών του οχήματος (AASHTO 2004d).

Έρευνες δείχνουν, ότι ο μέγιστος συντελεστής πλευρικής τριβής, που αναπτύσσεται μεταξύ καινούριων ελαστικών και βρεγμένου δύσκαμπτου (από σκυρόδεμα) οδοστρώματος, κυμαίνεται μεταξύ 0,5 για ταχύτητα 30 km/h και 0,35 για ταχύτητα 100 km/h. Αντίστοιχα, για λεία – φθαρμένα ελαστικά και βρεγμένο οδόστρωμα από σκυρόδεμα, η μέγιστη τιμή του συντελεστή πλευρικής τριβής, στην κατάσταση επικείμενης ολίσθησης, είναι 0,35 για ταχύτητα 70 km/h (AASHTO 2004d).

Τα Σχήματα 5-8 και 5-9 δείχνουν την εξάρτηση του συντελεστή τριβής από τον τύπο του οδοστρώματος και από την στεγνή ή βρεγμένη επιφάνεια του (Gillespie 1992).



**Σχήμα 5-8 :** Συντελεστής εφαπτομενικής τριβής (Friction Force) συναρτήσει του ποσοστού ολίσθησης (Slip) και των συνθηκών του οδοστρώματος: στεγνό οδόστρωμα (Dry Road), βρεγμένο οδόστρωμα (Wet Road) και καλυμμένο με πάγο οδόστρωμα (Ice) (Gillespie 1992).



**Σχήμα 5-9 :** Συντελεστής τριβής (Friction Coefficient) συναρτήσει της ταχύτητας (Speed), για διάφορους τύπους επιφάνειας οδοστρωμάτων: ασφαλτική – στεγνή (Dry Asphalt), από σκυρόδεμα – βρεγμένη (Wet Concrete) και ασφαλτική – βρεγμένη (Wet Asphalt) (Gillespie 1992).

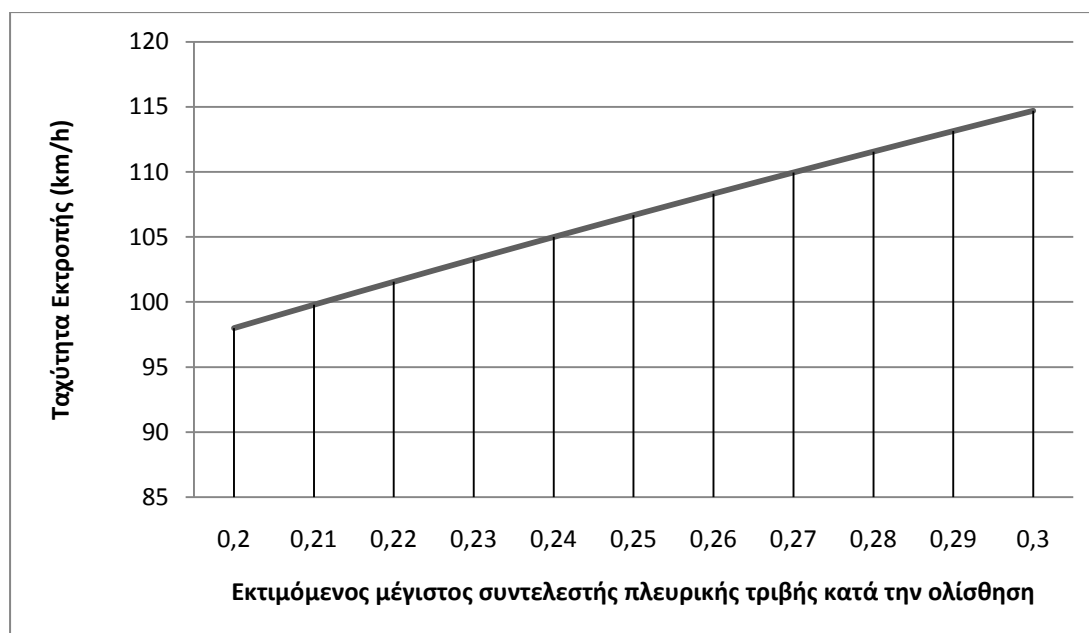
Λόγω αδυναμίας καθορισμού της ακριβούς τιμής του συντελεστή πλευρικής τριβής κατά την στιγμή της επικείμενης ολίσθησης, καθίσταται αδύνατος ο ακριβής υπολογισμός της ταχύτητας εκτροπής του οχήματος στην καμπύλη K4, δηλαδή της

μέγιστης ταχύτητας που μπορεί να έχει το όχημα κατά την διέλευση του από την καμπύλη. Παρόλα αυτά, δύναται να **εκτιμηθεί η ταχύτητα εκτροπής** σύμφωνα με την Σχέση (5.1) και με βάση την εκτιμώμενη μέγιστη τιμή του συντελεστή πλευρικής τριβής, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα.

$$V_{εκ}^2 = 127R(0,01e_{max} + f_{max}) \quad (5.1)$$

- $V_{εκ}$ : η ταχύτητα εκτροπής του οχήματος
- $R$ : η ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης
- $e_{max}$ : η μέγιστη τιμή της επίκλισης του οδοστρώματος στην οριζοντιογραφική καμπύλη (%)
- $f_{max}$ : η μέγιστη δυνατή τιμή του συντελεστή πλευρικής τριβής

Στην εξεταζόμενη καμπύλη Κ4, η ακτίνα είναι 280 m ενώ η μέγιστη τιμή της επίκλισης είναι 7%. Εκτιμώντας ότι η μέγιστη τιμή του συντελεστή πλευρικής τριβής για βρεγμένη ασφατική επιφάνεια κυκλοφορίας, κυμαίνεται μεταξύ του 0,20 και 0,30, λαμβάνεται το διάγραμμα του Σχήματος 5-10.



**Σχήμα 5-10** : Ταχύτητα εκτροπής στην οριζοντιογραφική καμπύλη Κ4 συναρτίζεται της εκτιμώμενης μέγιστης τιμής του συντελεστή πλευρικής τριβής.

**Οι υιοθετούμενες τιμές του συντελεστή πλευρικής τριβής, ενδέχεται να είναι ακόμα μικρότερες, με εμφανή δυσμενή αποτελέσματα ως προς την ταχύτητα**

εκτροπής και επομένως την ασφάλεια, εξαιτίας παραγόντων όπως: η λείανση της επιφάνειας του οδοστρώματος προκαλούμενη από το μεγάλο πλήθος των διελεύσεων οχημάτων, ο παγετός, η φθορά των ελαστικών, τα σφάλματα κατά την κατασκευή της επίκλισης του οδοστρώματος της οδού κ.α.

#### **5.2.6. Λειτουργική Ταχύτητα – Ταχύτητα Εκτροπής**

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ (Πίνακας 5-9), η εκτιμώμενη λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  των χρηστών της οδού, κατά την διέλευση τους από την καμπύλη K4, είναι 89 km/h. Αντίστοιχα, η λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  των χρηστών της οδού, κατά την διέλευση από την ευθυγραμμία που συνδέει την καμπύλη K4 με την K5 είναι 103,5 km/h. Οι εκτιμώμενες αυτές ταχύτητες, για τους προαναφερθέντες λόγους (ευθεία μεγάλου μήκους συνδυαζόμενη με έντονη καταφερική κλίση, υπολογισμός της λειτουργικής ταχύτητας ως ο μέσος όρος των ταχυτήτων των χρηστών της οδού στις δύο κατευθύνσεις κ.α.), ενδέχεται να είναι μικρότερες από τις πραγματικές ταχύτητες, που θα αναπτύσσουν οι οδηγοί κατά την διέλευσή τους από την καμπύλη K4. Γίνεται αντιληπτό, ότι **το περιθώριο ασφαλείας μεταξύ της ταχύτητας των χρηστών της οδού και της ταχύτητας εκτροπής**, όπως αυτή εκτιμήθηκε παραπάνω, **είναι ελάχιστο έως μη επαρκές**. Μια διαφορά, μεταξύ της ταχύτητας  $V_{85}$  (ως  $V_{85}$  έχει ορισθεί η ταχύτητα που δεν ξεπερνά το 85% των χρηστών) και της ταχύτητας εκτροπής, της τάξης των 10 km/h, ή και λιγότερων, δεν είναι σύμφωνη με τις αρχές οδικής ασφάλειας.

Βάσει προδιαγραφών ΟΜΟΕ (Πίνακας 5-9), υπολογίζεται ο απαιτούμενος συντελεστής πλευρικής τριβής ίσος με 0,153 για αναμενόμενη ταχύτητα  $V_{85}$  ίση με 89 km/h, ενώ ο διατιθέμενος συντελεστής πλευρικής τριβής εκτιμάται σε 0,193, η τιμή του οποίου αντιστοιχεί σε ταχύτητα 97 km/h. Η διαφορά αυτή, ίση με 0,040, συνεπάγεται τον **χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ως «καλής»** και την μη απαίτηση βελτίωσης της μελέτης της οδού (ΟΜΟΕ 2001b).

Ελεγχτοι ΟΜΟΕ-3-Χαράξεις - H12 - L9					
Τοχύτητα_Μελέτης	=	80			
Κατηγορία_Δρόμου	=	AIII			
Μορφολογία_Εδώφους	=	OREIND			
Μη Διαχωρισμένος					
Μη Κροσπεδωμένος					
Οριζόντια Κλίμακα	=	1000.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5-0s	=	50.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	20.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	5.000			
Γραμμή Ελέγχου	=	1			
Αριστερό Πλάτος Ελέγχου	=	.000			
Δεξιό Πλάτος Ελέγχου	=	.000			
Θέση στα Υ	=	.000			
1. Τοχύτητα					
Εγκυρη Τοχύτητα	:	80			
2. Κατηγορία					
Εγκυρη Κατηγορία	:	AIII			
3. Συνδυασμός Τοχύτητας & Κατηγορίας					
Εγκυρος Συνδυασμός					
4. Μορφολογία					
Εγκυρη Μορφολογία	:	OREIND			
5. Μεγάλες Ευθείες - 20*ve - # 7.1.2					
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Max_Ευθεία	Διαφορά	Παρατήρηση
6	5	833.213	1600.000	766.787	OK
5	4	1034.016	1600.000	565.984	OK
4	3	14.246	1600.000	1585.754	OK
6. Ευθείες Ομόροπων κομπύλων - 6*ve - # 7.1.2					
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Min_Ευθεία	Διαφορά	Παρατήρηση
5	4	1034.016			Αντίροτες
7. Υποψη Ακτίνας - # 7.2.1					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα			Παρατήρηση
5	159.7650	800.000			OK υπάρχει
4	95.8840	280.000			OK υπάρχει
8. Ακτίνες - Πίνακας 7-2					
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum			Παρατήρηση
5	800.000	280.000			OK
4	280.000	280.000			OK
9. 2 sec - # 7.2.2					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Τόξου	seconds	Παρατήρηση
5	159.765	800.000	435.608	19.602	OK
4	95.884	280.000	407.926	18.357	OK
10. Αλληλουχία Ακτίνων - Σχήμα 7-4					
	I	Ακτίνα_I	J	Ακτίνα_J	Παρατήρηση
5		800.000	4	280.000	καλή
11. Υποψη Κλωθειδών - # 7.3.1					
Κορυφή	Γωνία	s_Εισόδου	Ακτίνα	s_Εξόδου	Παρατήρηση
5	159.765	70.000	800.000	70.000	OK Υπάρχει
5	159.765	70.000	800.000	70.000	OK Υπάρχει
4	95.884	50.000	280.000	50.000	OK Υπάρχει
4	95.884	50.000	280.000	50.000	OK Υπάρχει

**Πίνακας 5-9 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-9, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

13. Dr > 0.25 , R >= 1000 - # 7.3.2								
Κορυφή	Εκτροπή_Πίσω	Εκτροπή_Εμπρός	Minimum	Ακτίνα Ποροτήρηση				
5				800.000 Δεν χρειάζεται				
4				280.000 Δεν χρειάζεται				
14. B > 190g , R >= 1000 , ΩΩ* > 2*ve - # 7.3.1								
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Κύκλου	Minimum	Ποροτήρηση			
5	159.765	800.000	435.608	160	Δεν χρειάζεται			
4	95.884	280.000	407.926	160	Δεν χρειάζεται			
16. Maximum κλίσεις - Πίνακας 8-1								
Σημ_1	Σημ_2	Τοχύτητα	Από	Εως	Κλίση	g1	g2 Ποροτήρηση	
6	5	80	.000	1569.763	1.718	7	9 OK	
5	4	80	1569.763	2652.754	5.077	7	9 OK	
4	3	80	2652.754	2965.010	2.168	7	9 OK	
17. Minimum κλίσεις - # 8.1.2.2								
Σημ_1	Σημ_2	Από	Εως	κλίση	ποροτήρηση			
6	5	.000	1569.763	1.718	OK	Ελάχιστου 0.5%		
5	4	1569.763	2652.754	5.077	OK	Ελάχιστου 0.5%		
4	3	2652.754	2965.010	2.168	OK	Ελάχιστου 0.5%		
18. Υπορξη Κοίλων & Κυρτών - # 8.2.2								
Σημεία	Ακτίνα Διαφορά_Κλίσεων			Επιτρεπτή Ποροτήρηση				
5	6000.000			Δεν χρειάζεται				
4	-3500.000			Δεν χρειάζεται				
19. Αποστάσεις Σημείων - # 8.2.2								
Σημ_1	Σημ_2	Απόσταση	Επιτρεπτή Ποροτήρηση					
6	5	1569.763	30.000 Δεν χρειάζεται					
5	4	1082.991	30.000 Δεν χρειάζεται					
20. Κοίλες & Κυρτές - Πίνακας 8-2,8-3								
Σημεία	XB	Ακτίνα	Minimum Ποροτήρηση					
5	1569.763	6000.000	4500.000 OK Κυρτής					
4	2652.754	-3500.000	3300.000 OK Κοίλης					
21. Εφοπτόμενες - # 8.2.2								
Σημεία	XB	Εφοπτομένη	Minimum Ποροτήρηση					
5	1569.763	203.838	80.000 OK					
4	2652.754	126.772	80.000 OK					
22. Κριτήριο I - Κεφάλαιο 4								
Κομπύλη	Γωνία	Μήκος	v85	ve	v85-ve Ποιότητας			
5	159.765	575.608	98.1	80.0	18.1 Μέτρια			
4	95.884	507.926	89.0	80.0	9.0 Καλή			
23. Κριτήριο II - Κεφάλαιο 4								
Τόξο_i	Τόξο_j	v85i	v85t	v85j	TL5	2*TL1	Λυωρχ Τύπος	v85i-v85j Ποιότητας
5	4	98.1	103.5	89.0	165.0	330.0	2442.8 Ανεξάρτητη	5.5 Καλή
5	4	98.1	103.5	89.0	165.0	330.0	2442.8 Ανεξάρτητη	14.5 Μέτρια
5	4	98.1	103.5	89.0	165.0	330.0		
24. Κριτήριο III - Κεφάλαιο 5								
ΠΡΟΣΟΧΗ Ο ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΟΜΟΕ ΘΕΛΕΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ								
Κορυφή	Ακτίνα	Επικλίση	Διατίθεται	Απαιτείται	Διαφορά	Ποιότητας		
5	800.000	4.500	.193	.050	.144	Καλή		
4	280.000	7.000	.193	.153	.040	Καλή		

**Πίνακας 5-9 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-9, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.



25. Max_q - Σχήμα 9.2 - 9.3									
Αριστερή_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ	Επίκλιση	Max_q	Παροχή	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	.000	2.500	7.000	OK					
1	833.213	2.500	7.000	OK					
1	903.213	-4.500	7.000	OK					
1	1338.821	-4.500	7.000	OK					
1	1408.821	2.500	7.000	OK					
1	2442.837	2.500	7.000	OK					
1	2492.837	7.000	7.000	OK					
1	2900.764	7.000	7.000	OK					
1	2950.764	2.500	7.000	OK					
1	2965.010	2.500	7.000	OK					
Δεξιό_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ	Επίκλιση	Max_q	Παροχή	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	.000	2.500	7.000	OK					
1	833.213	2.500	7.000	OK					
1	903.213	4.500	7.000	OK					
1	1338.821	4.500	7.000	OK					
1	1408.821	2.500	7.000	OK					
1	2442.837	2.500	7.000	OK					
1	2492.837	-7.000	7.000	OK					
1	2900.764	-7.000	7.000	OK					
1	2950.764	2.500	7.000	OK					
1	2965.010	2.500	7.000	OK					
26. Min_q - # 8.2.1									
Αριστερή_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ	Επίκλιση	Min_q	Παροχή	Πλάτος	Ds	Min_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	.000	2.500	2.500	OK					
1	833.213	2.500	2.500	OK					
1	903.213	-4.500	2.500	OK					
1	1338.821	-4.500	2.500	OK					
1	1408.821	2.500	2.500	OK					
1	2442.837	2.500	2.500	OK					
1	2492.837	7.000	2.500	OK					
1	2900.764	7.000	2.500	OK					
1	2950.764	2.500	2.500	OK					
1	2965.010	2.500	2.500	OK					
Δεξιό_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ	Επίκλιση	Min_q	Παροχή	Πλάτος	Ds	Min_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	.000	2.500	2.500	OK					
1	833.213	2.500	2.500	OK					
1	903.213	4.500	2.500	OK					
1	1338.821	4.500	2.500	OK					
1	1408.821	2.500	2.500	OK					
1	2442.837	2.500	2.500	OK					
1	2492.837	-7.000	2.500	OK					
1	2900.764	-7.000	2.500	OK					
1	2950.764	2.500	2.500	OK					
1	2965.010	2.500	2.500	OK					
27. Max_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5									
Αριστερή_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ_1	Επίκλιση_1	ΧΘ_2	Επίκλιση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	833.213	2.500	903.213	-4.500	3.750	.375	.938	OK	
1	1338.821	-4.500	1408.821	2.500	3.750	.375	.938	OK	
1	2442.837	2.500	2492.837	7.000	3.750	.337	.938	OK	
1	2900.764	7.000	2950.764	2.500	3.750	.337	.938	OK	
Δεξιό_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ_1	Επίκλιση_1	ΧΘ_2	Επίκλιση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	833.213	2.500	903.213	4.500	3.750	.107	.938	OK	
1	1338.821	4.500	1408.821	2.500	3.750	.107	.938	OK	
1	2442.837	2.500	2492.837	-7.000	3.750	.713	.938	OK	
1	2900.764	-7.000	2950.764	2.500	3.750	.713	.938	OK	
28. Min_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5									
Αριστερή_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ_1	Επίκλιση_1	ΧΘ_2	Επίκλιση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	833.213	2.500	903.213	-4.500	3.750	.375	.375	OK	
1	1338.821	-4.500	1408.821	2.500	3.750	.375	.375	OK	
1	2442.837	2.500	2492.837	7.000	3.750	.375	.337	OK - Δεν Χρειάζεται	
1	2900.764	7.000	2950.764	2.500	3.750	.375	.337	OK - Δεν Χρειάζεται	
Δεξιό_Οδογραμμή									
ο/Γ	ΧΘ_1	Επίκλιση_1	ΧΘ_2	Επίκλιση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχή	Παροχή_Πλάτος
1	833.213	2.500	903.213	4.500	3.750	.375	.107	OK - Δεν Χρειάζεται	
1	1338.821	4.500	1408.821	2.500	3.750	.375	.107	OK - Δεν Χρειάζεται	
1	2442.837	2.500	2492.837	-7.000	3.750	.375	.713	OK	
1	2900.764	-7.000	2950.764	2.500	3.750	.375	.713	OK	

**Πίνακας 5-9 (3<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).

\*Η αριθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-9, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

### **5.3. Μελέτη 2<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 2) – Αλληλουχία Κυρτώματος – Οριζοντιογραφικής Καμπύλης**

Πρόβλημα, ως προς την οδική ασφάλεια, εμφανίζεται στο 10<sup>ο</sup> και 11<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσης οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με τον οδικό άξονα Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι. Σχεδιάστηκε **αλληλουχία** ήπιας οριζοντιογραφικής καμπύλης K9, με ακτίνα 500 μέτρα και με κυκλικό τόξο μικρού μήκους, 282 μέτρων – **ευθυγραμμίας** μήκους 509 μέτρων – **οριζοντιογραφικής καμπύλης** K8, ακτίνας 300 μέτρων, **έντονης αλλαγής διεύθυνσης** (η ελάχιστη τιμή ακτίνας σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ είναι 280 μέτρα) (Σχέδιο 12 – Παράρτημα). Σημειώνεται η **σχεδίαση κυρτής κατακόρυφης καμπύλης** k9, ακτίνας 5.000 μέτρων (το όριο των προδιαγραφών ΟΜΟΕ για ταχύτητα μελέτης 80 km/h είναι 4.500 μέτρα, για απόδοση της απαιτούμενης ορατότητας για στάση), **με μεγάλη διαφορά κλίσεων**, 6,4%, εκατέρωθεν της κορυφής. Η κυρτή καμπύλη k9 βρίσκεται στο τέλος της ευθυγραμμίας των 509 μέτρων, σε μικρή απόσταση πριν την αρχή της έντονης αλλαγής διεύθυνσης της οριζοντιογραφικής καμπύλης K8 (Σχέδιο 13 – Παράρτημα).

Επιλέχθηκε ο προαναφερθείς σχεδιασμός, εξαιτίας του ορεινού γεωγραφικού ανάγλυφου της τοποθεσίας και της μεγάλης κλίσης των πρανών, με σκοπό την αποφυγή αύξησης του όγκου των απαιτούμενων χωματισμών.

#### **5.3.1. Ορατότητα**

Η παραπάνω διαμόρφωση της χάραξης της οδού, με αλληλουχία κυρτώματος και οριζοντιογραφικής καμπύλης, παρόλο που είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ (Πίνακας 5-10), περιορίζει την εποπτεία της οδού και δημιουργεί την πιθανότητα: ο χρήστης να μην αντιληφθεί έγκαιρα την αλλαγή κατεύθυνσης της οδού, επειδή **αποκρύπτεται η οριζοντιογραφική καμπύλη της, εξαιτίας του κυρτώματος**, με αποτέλεσμα πιθανή εκτροπή. Είναι αντιληπτό, ότι η οριακή τήρηση των προδιαγραφών ΟΜΟΕ, σε συνδυασμό με την δυσμενή αλληλουχία γεωμετρικών χαρακτηριστικών, (κύρτωμα μηκοτομής – καμπύλη οριζοντιογραφίας) έχει ως

αποτέλεσμα, την δημιουργία προβλήματος οδικής ασφάλειας στο τμήμα αυτό της σχεδιασθείσης οδού.

Ελεγχτοι ΟΜΟΕ-3-Χαράξεις - H12 - L9				
Ταχύτητα_Μελέτης	=	80		
Κατηγορία_Δρόμου	=	AIII		
Μορφολογία_Εδoφoυς	=	OREINO		
Μη Διαχωρισμένος				
Μη Κροσπεδομένος				
Οριζόντιο Κλίμακα	=	1000.000		
Κλίμακα Διαγράμματος 5-D5	=	50.000		
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	20.000		
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	5.000		
Γραμμή Ελέγχου	=	1		
Αριστερό Πλάτος Ελέγχου	=	.000		
Δεξιο Πλάτος Ελέγχου	=	.000		
Θέση στα Υ	=	.000		
<b>1. Ταχύτητα</b>				
Εγκυρη Ταχύτητα	:	80		
<b>2. Κατηγορία</b>				
Εγκυρη Κατηγορία	:	AIII		
<b>3. Συνδυασμός Ταχύτητας &amp; Κατηγορίας</b>				
Εγκυρος Συνδυασμός				
<b>4. Μορφολογία</b>				
Εγκυρη Μορφολογία	:	OREINO		
<b>5. Μεγάλες Ευθείες - 20*ve - # 7.1.2</b>				
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Max_Ευθεία	Διαφορά Ποροτήρηση
10	9	226.153	1600.000	1373.847 OK
9	8	509.354	1600.000	1090.646 OK
8	7	283.286	1600.000	1316.714 OK
<b>6. Ευθείες Ομόροπων κομπύλων - 6*ve - # 7.1.2</b>				
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Min_Ευθεία	Διαφορά Ποροτήρηση
9	8	509.354	480.000	29.354 OK
<b>7. Υποβξη Ακτίνας - # 7.2.1</b>				
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα		Ποροτήρηση
9	156.4499	500.000		OK υπάρχει
8	85.5856	300.000		OK υπάρχει
<b>8. Ακτίνες - Πίνακας 7-2</b>				
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum		Ποροτήρηση
9	500.000	280.000		OK
8	300.000	280.000		OK
<b>9. 2 sec - # 7.2.2</b>				
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Τόξου	seconds Ποροτήρηση
9	156.450	500.000	282.042	12.692 OK
8	85.586	300.000	499.165	22.462 OK
<b>10. Αλληλουχία Ακτίνων - Σχήμα 7-4</b>				
I	Ακτίνα_I	J	Ακτίνα_J	Ποροτήρηση
9	500.000	8	300.000	Καλή

**Πίνακας 5-10 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχτοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-10, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

11. Υπορξη Κλωθειδών - # 7.3.1						
Κορυφή	Γωνία	s_Εισόδου	Ακτίνα	s_Εξόδου	Παρατήρηση	
9	156.450	60.000	500.000	60.000	OK Υπορχει	
9	156.450	60.000	500.000	60.000	OK Υπορχει	
8	85.586	40.000	300.000	40.000	OK Υπορχει	
8	85.586	40.000	300.000	40.000	OK Υπορχει	

12. R/3 < A < R - # 7.3.2						
Κορυφή	R/3	A	R	Παρατήρηση		
9	166.667	173.205	500.000	OK	Κλωθειδούς	Εισόδου
9	166.667	173.205	500.000	OK	Κλωθειδούς	Εξόδου
8	100.000	109.545	300.000	OK	Κλωθειδούς	Εισόδου
8	100.000	109.545	300.000	OK	Κλωθειδούς	Εξόδου

13. Dg > 0.25 , R >= 1000 - # 7.3.2					
Κορυφή	Εκτροπή_Πίσω	Εκτροπή_Εμπρός	Minimum	Ακτίνα	Παρατήρηση
9				500.000	Δεν χρειάζεται
8				300.000	Δεν χρειάζεται

14. B > 190g , R >= 1000 , Ω* > 2*ve - # 7.3.1					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Κύκλου	Minimum	Παρατήρηση
9	156.450	500.000	282.042	160	Δεν χρειάζεται
8	85.586	300.000	499.165	160	Δεν χρειάζεται

16. Maximum Κλίσεις - Πίνακας 8-1								
Σημ_1	Σημ_2	Ταχύτητα	Από	Εως	Κλίση	g1	g2	Παρατήρηση
10	9	80	.000	1080.000	3.311	7	9	OK
9	8	80	1080.000	2000.000	3.038	7	9	OK

17. Minimum Κλίσεις - # 8.1.2.2						
Σημ_1	Σημ_2	Από	Εως	Κλίση	Παρατήρηση	
10	9	.000	1080.000	3.311	OK	Ελάχιστου 0.5%
9	8	1080.000	2000.000	3.038	OK	Ελάχιστου 0.5%

18. Υπορξη Κοιλών & Κυρτών - # 8.2.2			
Σημεία	Ακτίνα	Διαφορά_Κλίσεων	Επιτρεπτή Παρατήρηση
9	5000.000		Δεν χρειάζεται

19. Αποστάσεις Σημείων - # 8.2.2			
Σημ_1	Σημ_2	Απόσταση	Επιτρεπτή Παρατήρηση
10	9	1080.000	30.000 Δεν χρειάζεται

20. Κοίλες & Κυρτές - Πίνακας 8-2,8-3				
Σημεία	XB	Ακτίνα	Minimum	Παρατήρηση
9	1080.000	5000.000	4500.000	OK Κυρτής

21. Εφοπτόμενες - # 8.2.2			
Σημεία	XB	Εφοπτομένη	Minimum Παρατήρηση
9	1080.000	158.706	80.000 OK

22. Κριτήριο I - Κεφάλαιο 4						
Κομπύλη	Γωνία	Μήκος	v85	ve	v85-ve	Ποιότητα
9	156.450	402.042	95.3	80.0	15.3	Μέτρια
8	85.586	579.165	89.5	80.0	9.5	Καλή

23. Κριτήριο II - Κεφάλαιο 4										
Τόξο_i	Τόξο_j	v85i	v85t	v85j	TLs	2*TL1	Luρχ	Τύπος	v85i-v85j	Ποιότητα
9	8	95.3	103.5	89.5	165.0	330.0	1137.5	Ανεξάρτητη	8.2	Καλή
9	8	95.3	103.5	89.5	165.0	330.0	1137.5	Ανεξάρτητη	14.0	Μέτρια
9	8	95.3	103.5	89.5	165.0	330.0				

24. Κριτήριο III - Κεφάλαιο 5					
ΠΡΟΣΟΧΗ Ο ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΟΜΟΕ ΘΕΛΕΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ					
Κορυφή	Ακτίνα	Επικλίση	Διατίθετοι	Απαιτείται	Ποιότητα
9	500.000	6.300	.193	.080	.113 Καλή
8	300.000	7.000	.193	.140	.053 Καλή

**Πίνακας 5-10 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-10, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

## 25. Max\_q - Σχήμα 9.2 - 9.3

Αριστερή_Οδογορμη				
ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q	Παροχήρηση
1	.000	2.500	7.000	OK
1	226.153	2.500	7.000	OK
1	286.153	6.300	7.000	OK
1	568.195	6.300	7.000	OK
1	628.195	2.500	7.000	OK
1	1137.548	2.500	7.000	OK
1	1177.548	7.000	7.000	OK
1	1676.714	7.000	7.000	OK
1	1716.714	2.500	7.000	OK
1	2000.000	2.500	7.000	OK

Δεξιά_Οδογορμη				
ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q	Παροχήρηση
1	.000	2.500	7.000	OK
1	226.153	2.500	7.000	OK
1	286.153	-6.300	7.000	OK
1	568.195	-6.300	7.000	OK
1	628.195	2.500	7.000	OK
1	1137.548	2.500	7.000	OK
1	1177.548	-7.000	7.000	OK
1	1676.714	-7.000	7.000	OK
1	1716.714	2.500	7.000	OK
1	2000.000	2.500	7.000	OK

## 26. Min\_q - # 8.2.1

Αριστερή_Οδογορμη				
ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q	Παροχήρηση
1	.000	2.500	2.500	OK
1	226.153	2.500	2.500	OK
1	286.153	6.300	2.500	OK
1	568.195	6.300	2.500	OK
1	628.195	2.500	2.500	OK
1	1137.548	2.500	2.500	OK
1	1177.548	7.000	2.500	OK
1	1676.714	7.000	2.500	OK
1	1716.714	2.500	2.500	OK
1	2000.000	2.500	2.500	OK

Δεξιά_Οδογορμη				
ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q	Παροχήρηση
1	.000	2.500	2.500	OK
1	226.153	2.500	2.500	OK
1	286.153	-6.300	2.500	OK
1	568.195	-6.300	2.500	OK
1	628.195	2.500	2.500	OK
1	1137.548	2.500	2.500	OK
1	1177.548	-7.000	2.500	OK
1	1676.714	-7.000	2.500	OK
1	1716.714	2.500	2.500	OK
1	2000.000	2.500	2.500	OK

## 27. Max\_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5

Αριστερή_Οδογορμη								
ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχήρηση
1	226.153	2.500	286.153	6.300	3.750	.237	.938	OK
1	568.195	6.300	628.195	2.500	3.750	.237	.938	OK
1	1137.548	2.500	1177.548	7.000	3.750	.422	.938	OK
1	1676.714	7.000	1716.714	2.500	3.750	.422	.938	OK

Δεξιά_Οδογορμη								
ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχήρηση
1	226.153	2.500	286.153	-6.300	3.750	.550	.938	OK
1	568.195	-6.300	628.195	2.500	3.750	.550	.938	OK
1	1137.548	2.500	1177.548	-7.000	3.750	.891	.938	OK
1	1676.714	-7.000	1716.714	2.500	3.750	.891	.938	OK

## 28. Min\_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5

Αριστερή_Οδογορμη								
ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχήρηση
1	226.153	2.500	286.153	6.300	3.750	.375	.237	OK - Δεν χρειάζεται
1	568.195	6.300	628.195	2.500	3.750	.375	.237	OK - Δεν χρειάζεται
1	1137.548	2.500	1177.548	7.000	3.750	.375	.422	OK
1	1676.714	7.000	1716.714	2.500	3.750	.375	.422	OK

Δεξιά_Οδογορμη								
ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχήρηση
1	226.153	2.500	286.153	-6.300	3.750	.375	.550	OK
1	568.195	-6.300	628.195	2.500	3.750	.375	.550	OK
1	1137.548	2.500	1177.548	-7.000	3.750	.375	.891	OK
1	1676.714	-7.000	1716.714	2.500	3.750	.375	.891	OK

**Πίνακας 5-10 (3<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).

\*Η αριθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-10, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

Στο διάγραμμα ορατοτήτων για στάση (Σχέδιο 14 – Παράρτημα), για λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  ίση με 100 km/h, διακρίνεται η **ανεπάρκεια του υφιστάμενου μήκους ορατότητας**, στο τμήμα της οδού μεταξύ Χ.Θ. 0+870 και Χ.Θ. 1+110, βάσει διαφορετικής χιλιομέτρησης του υπό μελέτη οδικού τμήματος. Στο συγκεκριμένο διάγραμμα, η γραμμή (πράσινου χρώματος) που απεικονίζει τα υφιστάμενα μήκη ορατότητας λόγω της γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής, τέμνει την γραμμή (μπλε χρώματος) που συμβολίζει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση. Το παρεχόμενο μήκος ορατότητας στο τμήμα αυτό, για ύψος οφθαλμού 1,06 m και ύψος εμποδίου 0,25 m, περιορίζεται εξαιτίας της γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής, στα 150 μέτρα, ενώ το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση ανέρχεται έως τα 176 μέτρα. Ο έντονος περιορισμός του υφιστάμενου μήκους ορατότητας, εξαιτίας της διαμόρφωσης της μηκοτομής, έχει ως πιθανό αποτέλεσμα **ο οδηγός να μην αντιλαμβάνεται έγκαιρα, την ύπαρξη της οριζοντιογραφικής καμπύλης K8.**

Το πρόβλημα παρουσιάζεται εντονότερο, αν θεωρηθεί ως εμπόδιο μηδενικού ύψους, η αλλαγή διεύθυνσης της οριζοντιογραφικής καμπύλης K8. Στην περίπτωση αυτή, το υφιστάμενο μήκος ορατότητας του οδηγού, κατά την προσέγγιση του στην καμπύλη, είναι ίσο με 110 m, μήκος το οποίο διανύεται σε 4 sec με ταχύτητα ίση με 100 km/h (27,8 m/s). Επομένως το χρονικό διάστημα που παρέχεται στον χρήστη της οδού, που κινείται με 100 km/h, ώστε να αντιληφθεί την αλλαγή πορείας της οδού και να αντιδράσει, ισούται με:  $110_{\text{m}}/27,8_{\text{m/s}} = 4 \text{ sec}$  και μειώνεται περαιτέρω, σε περίπτωση κίνησης του με ταχύτητα μεγαλύτερη της λειτουργικής  $V_{85}$ .

**Το πρόβλημα οξύνεται σε περιπτώσεις ανάπτυξης από τον χρήστη υψηλής ταχύτητας**, επειδή μειώνεται το χρονικό διάστημα, μεταξύ της στιγμής που ο χρήστης αντιλαμβάνεται την αλλαγή κατεύθυνσης της οδού και της στιγμής κατά την οποία εκτελεί την αλλαγή πορείας του οχήματος. Στο διάγραμμα ορατοτήτων για ταχύτητα κίνησης 120 km/h (Σχέδιο 15 – Παράρτημα) παρουσιάζεται η αύξηση του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση και επομένως η όξυνση του προβλήματος. Για ταχύτητα κίνησης του οδηγού ίση με 120 km/h (33,3 m/s), το χρονικό διάστημα, μεταξύ της στιγμής κατά την οποία ο οδηγός αντιλαμβάνεται την ύπαρξη της οριζοντιογραφικής καμπύλης και της στιγμής κατά την οποία διέρχεται από την αρχή της καμπύλης, ισούται με:  $110_{\text{m}}/33,3_{\text{m/s}} = 3,3 \text{ s}$ .

Για ταχύτητα κίνησης του οδηγού ίση με 90 km/h, το υφιστάμενο μήκος ορατότητας υπερβαίνει οριακά το απαιτούμενο μήκος ορατότητας, όπως φαίνεται στο Σχέδιο 16 – Παράρτημα.

Επίσης **το πρόβλημα γίνεται εντονότερο, κατά τις νυχτερινές ώρες**, σε οδούς χωρίς παράδιο φωτισμό, όπως στην συγκεκριμένη περίπτωση επαρχιακής οδού κατηγορίας ΑΠΙ, επειδή οι προβολείς του οχήματος φωτίζουν τον χώρο ευθύγραμμα, περιορίζοντας έτσι την ορατότητα του οδηγού.

### **5.3.2. Διαδοχικές Ομόροπες Καμπύλες**

Έχει διαπιστωθεί ότι η αλληλουχία αντίρροπων καμπύλων στην χάραξη της οδού, είναι σύμφωνη με την προσδοκία του χρήστη. Σε περιπτώσεις **αλληλουχίας ομόροπων καμπύλων**, απαιτείται ο διαχωρισμός τους με ευθυγραμμία επαρκούς μήκους, που ισούται σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ τουλάχιστον με το βλάσιο της ταχύτητας μελέτης  $V_e$  (km/h) (ΟΜΟΕ 2001b). Στην συγκεκριμένη περίπτωση, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι, προηγείται της καμπύλης Κ8 ομόροπη καμπύλη Κ9, με ευθυγραμμία μεταξύ τους μήκους 509 μέτρων (το ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας είναι, σύμφωνα με ΟΜΟΕ, 480 μέτρα). Η οριακή κάλυψη της προδιαγραφής δεν συνεπάγεται κατηγορηματικά, ότι επαρκεί για να αντιληφθεί ο χρήστης την πορεία της οδού, που δεν είναι σύμφωνη με τις προσδοκίες του, ιδίως σε περίπτωση μη εξοικειωμένου με την οδό χρήστη.

### **5.3.3. Σύνθετη Κλίση**

Μετά την κορυφή της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης, κατά την κατεύθυνση από Ηράκλειο προς Καστέλλι, η μικρή κατωφερική κλίση του άξονα της οδού είναι αντίρροπη από την πρόσθετη ανωφερική κλίση της δεξιάς οριογραμμής της οδού, εξαιτίας της αριστερής στροφής (προσαρμογή επικλήσεων από -2,5% σε 7%), με αποτέλεσμα, η σύνθετη αυτή κλίση της δεξιάς οριογραμμής να λαμβάνει ελάχιστες τιμές. Η μικρή σύνθετη κλίση δύναται να δημιουργήσει **πρόβλημα απορροής υδάτων**, που θα έχει ως αποτέλεσμα της μείωση του συντελεστή τριβής, με ενδεχόμενο την ολίσθηση του οχήματος.

**5.3.4. Επανάληψη Προβλήματος**

Παρόμοιο πρόβλημα με αυτό που προαναφέρθηκε, παρουσιάζεται και στο 5<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της ίδιας οδού, στην κατεύθυνση Καστέλλι προς Ηράκλειο. Σχεδιάστηκε, βάσει προδιαγραφών ΟΜΟΕ, ευθυγραμμία 1.034 μέτρων, με ανηφορική κλίση 5,1% και στην συνέχεια οριζοντιογραφική καμπύλη ακτίνας 800 μέτρων. Εμφανίζεται κυρτή κατακόρυφη καμπύλη, η οποία βρίσκεται σε μικρή απόσταση πριν από το σημείο αρχής της οριζοντιογραφικής καμπύλης Κ5. Ισχύουν και στο συγκεκριμένο τμήμα της οδού, οι ίδιοι παράγοντες προβλήματος, ως προς την οδική ασφάλεια, που προαναφέρθηκαν για το 10<sup>ο</sup> και 11<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της ίδιας οδού, αλλά στην κατεύθυνση προς Καστέλλι. Σε αυτό το οδικό τμήμα της οδού (5<sup>ο</sup> και 6<sup>ο</sup> χιλιόμετρο), δεν εμφανίζεται το πρόβλημα λόγω αλληλουχίας ομόροπων καμπύλων.



#### 5.4. Μελέτη 3<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 3) – Οπτική Θλάση Οδού

Πρόβλημα, ως προς την οδική ασφάλεια, εμφανίζεται στο 15<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσης οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με τον οδικό άξονα Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου, στην κατεύθυνση προς Ηράκλειο. Βάσει σχεδιασμού, υφίσταται ευθυγραμμία μεγάλου μήκους, 706 μέτρων, από την Χ.Θ. 13+952 έως την Χ.Θ. 14+658 και στην συνέχεια στο πέρας της ευθυγραμμίας, «κλειστή» οριζοντιογραφική καμπύλη K14, ακτίνας 340 μέτρων (η ελάχιστη τιμή της ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης, σύμφωνα με της προδιαγραφές ΟΜΟΕ, για ορεινό γεωγραφικό ανάγλυφο, για κατηγορία οδού Α και για ταχύτητα μελέτης  $V_e = 80$  km/h, είναι 280 μέτρα), στην κατεύθυνση κίνησης προς Ηράκλειο (Σχέδιο 17 – Παράρτημα). Επίσης, βάση σχεδιασμού της μηκοτομής (Σχέδιο 18 – Παράρτημα), καθ' όλο το μήκος της ευθυγραμμίας, υφίσταται έντονη κατηφορική κλίση 6,975% (η μέγιστη κατά μήκος κλίση σύμφωνα με ΟΜΟΕ για οδούς κατηγορίας ΑΙΙΙ, ορεινά εδάφη και ταχύτητα μελέτης 80 km/h είναι 7%), στην κατεύθυνση κίνησης προς Ηράκλειο και στην συνέχεια κατακόρυφη καμπύλη προσαρμογής κλίσεων k15 (κοίλωμα), ακτίνας 3.300 μέτρων, ίσης με το ελάχιστο όριο που θέτουν οι προδιαγραφές ΟΜΟΕ για την αντίστοιχη ταχύτητα μελέτης (Πίνακας 5-11).

Ελεγχτοι ΟΜΟΕ-3-Χαράξεις - H12 - L9						
Ταχύτητα_Μελέτης	=	80				
Κατηγορία_Δρόμου	=	AIII				
Μορφολογία_Εδoφους	=	OREINO				
Μη Διαχωρισμένος						
Μη Κρασπεδομένος						
Οριζόντια Κλίμακα	=	1000.000				
Κλίμακα Διαγράμματος 5-0s	=	50.000				
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	20.000				
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	5.000				
Γραμμή Ελέγχου	=	1				
Αριστερό Πλάτος Ελέγχου	=	.000				
Δεξιό Πλάτος Ελέγχου	=	.000				
Θέση στα Υ	=	.000				
<b>1. Ταχύτητα</b>						
Εγκυρη Ταχύτητα	:	80				
<b>2. Κατηγορία</b>						
Εγκυρη Κατηγορία	:	AIII				
<b>3. Συνδυασμός Ταχύτητας &amp; Κατηγορίας</b>						
Εγκυρος Συνδυασμός						
<b>4. Μορφολογία</b>						
Εγκυρη Μορφολογία	:	OREINO				
<b>5. Μεγάλες Ευθείες - 20*ve - # 7.1.2</b>						
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Max_Ευθεία	Διαφορά	Παροχήρηση	
13	14	706.328	1600.000	893.672	OK	
14	15	124.218	1600.000	1475.782	OK	
<b>6. Ευθείες Ομόροπων κομπύλων - 6*ve - # 7.1.2</b>						
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές						
<b>7. Υπαρξη Ακτίνας - # 7.2.1</b>						
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Παροχήρηση			
14	121.5923	340.000	OK υπάρχει			
<b>8. Ακτίνες - Πίνακας 7-2</b>						
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum	Παροχήρηση			
14	340.000	280.000	OK			
<b>9. 2 sec - # 7.2.2</b>						
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Τόξου	seconds	Παροχήρηση	
14	121.592	340.000	378.752	17.044	OK	
<b>10. Αλληλουχία Ακτίνας - Σχήμα 7-4</b>						
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές						
<b>11. Υπαρξη Κλωθοειδών - # 7.3.1</b>						
Κορυφή	Γωνία	5_Εισόδου	Ακτίνα	5_Εξόδου	Παροχήρηση	
14	121.592	40.000	340.000	40.000	OK Υπάρχει	
14	121.592	40.000	340.000	40.000	OK Υπάρχει	
<b>12. R/3 &lt; A &lt; R - # 7.3.2</b>						
Κορυφή	R/3	A	R	Παροχήρηση		
14	113.333	116.619	340.000	OK	Κλωθοειδούς Εισόδου	
14	113.333	116.619	340.000	OK	Κλωθοειδούς Εξόδου	
<b>13. Dr &gt; 0.25 , R &gt;= 1000 - # 7.3.2</b>						
Κορυφή	Εκτροπή_Πίσω	Εκτροπή_Εμπρός	Minimum	Ακτίνα	Παροχήρηση	
14				340.000	Δεν χρειάζεται	

**Πίνακας 5-11 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-11, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

14. $B > 190g$ , $R \geq 1000$ , $\Omega\Omega^* > 2*V_e$ - # 7.3.1							
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνας	Μήκος_Κύκλου	Μίνιμουμ Ποροτήρηση			
14	121.592	340.000	378.752	160 Δεν χρειάζεται			

16. Maximum κλίσεις - Πίνακας 8-1							
Σημ_1	Σημ_2	Τοχύτητα	Από	Εως	Κλίση	g1	g2 Ποροτήρηση
14	15	80	.000	702.436	6.975	7	9 OK
15	16	80	702.436	1289.298	1.022	7	9 OK
16	17	80	1289.298	1968.882	6.990	7	9 OK

17. Μίνιμουμ κλίσεις - # 8.1.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Από	Εως	Κλίση Ποροτήρηση			
14	15	.000	702.436	6.975 OK	Ελάχιστου	0.5%	
15	16	702.436	1289.298	1.022 OK	Ελάχιστου	0.5%	
16	17	1289.298	1968.882	6.990 OK	Ελάχιστου	0.5%	

18. Υπερξη Κοίλων & Κυρτών - # 8.2.2							
Σημεία	Ακτίνας Διαφορά_Κλίσεων			Επιτρεπτή Ποροτήρηση			
15	-3300.000			Δεν χρειάζεται			
16	8000.000			Δεν χρειάζεται			

19. Αποστάσεις Σημείων - # 8.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Απόσταση	Επιτρεπτή Ποροτήρηση				
14	15	702.436	30.000 Δεν χρειάζεται				
15	16	586.862	30.000 Δεν χρειάζεται				

20. Κοίλες & Κυρτές - Πίνακας 8-2,8-3							
Σημεία	ΧΘ	Ακτίνας	Μίνιμουμ Ποροτήρηση				
15	702.436	-3300.000	3300.000 OK	Κοίλης			
16	1289.298	8000.000	4500.000 OK	Κυρτής			

21. Εφαπτόμενες - # 8.2.2							
Σημεία	ΧΘ	Εφαπτομένη	Μίνιμουμ Ποροτήρηση				
15	702.436	131.950	80.000 OK				
16	1289.298	320.478	80.000 OK				

22. Κριτήριο I - Κεφάλαιο 4							
Κομπύλη	Γωνία	Μήκος	V85	Ve	V85-Ve Ποιότης		
14	121.592	458.752	91.1	80.0	11.1 ΜΕΤΡΙΑ		

23. Κριτήριο II - Κεφάλαιο 4  
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές

24. Κριτήριο III - Κεφάλαιο 5  
ΠΡΟΣΟΧΗ Ο ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΟΜΟΕ ΘΕΛΕΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ

Κορυφή	Ακτίνας	Επίκλιση	Διατίθεται	Απαιτείται	Διαφορά	Ποιότης
14	340.000	7.000	.193	.122	.071	Καλή

**Πίνακας 5-11 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-11, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

## 25. Max\_q - Σχήμα 9.2 - 9.3

Αριστερή_Οδογραμμή			
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q Ποροκλήρηση
1	.000	2.500	7.000 OK
1	706.328	2.500	7.000 OK
1	746.328	-7.000	7.000 OK
1	1125.080	-7.000	7.000 OK
1	1165.080	2.500	7.000 OK
1	1289.298	2.500	7.000 OK
Δεξιό_Οδογραμμή			
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q Ποροκλήρηση
1	.000	2.500	7.000 OK
1	706.328	2.500	7.000 OK
1	746.328	7.000	7.000 OK
1	1125.080	7.000	7.000 OK
1	1165.080	2.500	7.000 OK
1	1289.298	2.500	7.000 OK

## 26. Min\_q - # 8.2.1

Αριστερή_Οδογραμμή			
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q Ποροκλήρηση
1	.000	2.500	2.500 OK
1	706.328	2.500	2.500 OK
1	746.328	-7.000	2.500 OK
1	1125.080	-7.000	2.500 OK
1	1165.080	2.500	2.500 OK
1	1289.298	2.500	2.500 OK
Δεξιό_Οδογραμμή			
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q Ποροκλήρηση
1	.000	2.500	2.500 OK
1	706.328	2.500	2.500 OK
1	746.328	7.000	2.500 OK
1	1125.080	7.000	2.500 OK
1	1165.080	2.500	2.500 OK
1	1289.298	2.500	2.500 OK

## 27. Max\_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5

Αριστερή_Οδογραμμή							
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds Ποροκλήρηση
1	706.328	2.500	746.328	-7.000	3.750	.891	.938 OK
1	1125.080	-7.000	1165.080	2.500	3.750	.891	.938 OK
Δεξιό_Οδογραμμή							
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds Ποροκλήρηση
1	706.328	2.500	746.328	7.000	3.750	.422	.938 OK
1	1125.080	7.000	1165.080	2.500	3.750	.422	.938 OK

## 28. Min\_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5

Αριστερή_Οδογραμμή							
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds Ποροκλήρηση
1	706.328	2.500	746.328	-7.000	3.750	.375	.891 OK
1	1125.080	-7.000	1165.080	2.500	3.750	.375	.891 OK
Δεξιό_Οδογραμμή							
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds Ποροκλήρηση
1	706.328	2.500	746.328	7.000	3.750	.375	.422 OK
1	1125.080	7.000	1165.080	2.500	3.750	.375	.422 OK

**Πίνακας 5-11 (3<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-11, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

### **5.4.1. Φαινόμενο Οπτικής Θλάσης**

Η υφιστάμενη κοίλη κατακόρυφη καμπύλη είναι μικρού συνολικού μήκους,  $L = 264$  μέτρα και είναι ορατή από μεγάλη απόσταση, λόγω της μεγάλης ευθυγραμμίας με σταθερή κατά μήκος κλίση, με αποτέλεσμα να **δημιουργείται στον χρήστη της οδού, το φαινόμενο της οπτικής θλάσης στην βάση του κοιλώματος**. Με βάση την διπλωματική του Α. Δραγομάνοβιτς «ανάπτυξη αλγορίθμων ελέγχου της χάραξης οδού στον χώρο», η εμφάνιση του φαινομένου της οπτικής θλάσης είναι ανάλογη του λόγου της απόστασης του οδηγού από την κορυφή της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης  $x$ , προς το συνολικό μήκος της κατακόρυφης καμπύλης  $L$ . Η οριακή τιμή για τον λόγο  $x/L$  πέρα από την οποία εμφανίζεται οπτική θλάση είναι 1,3 (Δραγομάνοβιτς 2000).

Στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα, η μέγιστη απόσταση του οδηγού από την κορυφή του κοιλώματος, όταν αυτός βρίσκεται στην αρχή της ευθυγραμμίας και στην Χ.Θ. 13+952, είναι 838 m. Επομένως **ο λόγος είναι ίσος με:  $x/L = 838_m/264_m = 3,2$  με συνέπεια την έντονη εμφάνιση του φαινομένου της οπτικής θλάσης** (η εμφάνιση του φαινομένου της θλάσης θα βαίνει μειούμενη καθώς ο οδηγός πλησιάζει το κοίλωμα και μειώνεται η απόστασή του από την κορυφή του κοιλώματος).

Με βάση τον λόγο  $x/L$ , όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της ευθυγραμμίας που προηγείται της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης, τόσο αυξάνεται η μέγιστη απόσταση του οδηγού από την κορυφή του κοιλώματος και επομένως τόσο εντονότερο και μεγαλύτερης διάρκειας είναι το φαινόμενο της θλάσης. Αντίστοιχα βάση της παρακάτω σχέσης **(1)** (Κανελλαϊδης 2007), όσο μικρότερη είναι η ακτίνα καμπυλότητας  $H$  για δεδομένη διαφορά κλίσεων τόσο μικρότερο είναι το συνολικό μήκος του κοιλώματος  $L$  και τόσο μεγαλύτερος ο λόγος εμφάνισης οπτικής θλάσης  $x/L$ , με εντονότερη την εμφάνισή της.

$$L = H \Delta s \text{ (1)}$$

- $L$ : το συνολικό μήκος της κατακόρυφης καμπύλης της μηκοτομής
- $H$ : η ακτίνα καμπυλότητας στην κορυφή της παραβολής
- $\Delta s$ : η αλγεβρική διαφορά των κατά μήκος κλίσεων

Επισημαίνεται ότι η θέση της κορυφής του κοιλώματος,  $k15$ , σχεδόν ταυτίζεται με την αρχή της οριζοντιογραφικής καμπύλης  $K14$ .

### **5.4.2. Ορατότητα**

Στο διάγραμμα ορατοτήτων (Σχέδιο 19 – Παράρτημα) παρουσιάζεται ο **περιορισμός του υφιστάμενου μήκους ορατότητας, εξαιτίας του ορεινού όγκου**, στην δεξιά πλευρά της οδού κατά την κατεύθυνση κίνησης προς Ηράκλειο. Συγκεκριμένα, η γραμμή (πολλών χρωμάτων με κύριο το μοβ) που αναπαριστά το παρεχόμενο μήκος ορατότητας λόγω της υφιστάμενης διαμόρφωσης των πρανών ορυγμάτων, βρίσκεται χαμηλότερα από την γραμμή (πράσινου χρώματος) που αναπαριστά το παρεχόμενο μήκος ορατότητας λόγω της γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη το εδαφικό ανάγλυφο της περιοχής. Επομένως το διατιθέμενο μήκος ορατότητας καθορίζεται από το πρανές ορύγματος, στην δεξιά πλευρά της οδού, κατά την κίνηση του οδηγού προς Ηράκλειο.

Ο προαναφερθείς ορεινός όγκος, αποκρύπτει την αλλαγή διεύθυνσης της οδού. Ο συνδυασμός του φαινομένου της θλάσης της οδού, με την απόκρυψη της απότομης αλλαγής διεύθυνσης στην οριζοντιογραφία (μικρό μήκος τόξου συναρμογής ευθυγραμμίας – καμπύλης ίσο με 40 μέτρα) έχει ως αποτέλεσμα, **η προοπτική εικόνα της οδού στον χρήστη να είναι μια τεθλασμένη οδός, όπου το ευθύγραμμο τμήμα αυτής πριν την θλάση είναι ορατό στον χρήστη, ενώ το οδικό τμήμα μετά την θλάση, αυτό δηλαδή της αλλαγής διεύθυνσης, αποκρύπτεται λόγω του ορεινού όγκου**. Η προοπτική εικόνα της οδού στον οδηγό είναι μια ευθεία κατηφορική, όπου η οδός «τελειώνει» με το πέρας της ευθυγραμμίας.

**Το φαινόμενο γίνεται εντονότερο κατά τις νυχτερινές ώρες**, καθώς η ορατότητα του οδηγού περιορίζεται στο φωτιζόμενο τμήμα της οδού από τους προβολείς του οχήματός του, με αποτέλεσμα ο οδηγός, ο κινούμενος εντός της ευθείας, να διακρίνει μόνο την ευθυγραμμία μπροστά του και το τέλος αυτής.

Επίσης, για ταχύτητες μεγαλύτερες των 100 km/h (Σχέδιο 20 – Παράρτημα), στο διάστημα μεταξύ Χ.Θ. 0+550 και Χ.Θ. 0+700 (ξεχωριστή χιλιομέτρηση του οδικού τμήματος), **το υφιστάμενο μήκος ορατότητας δεν επαρκεί** για την έγκαιρη ακινητοποίηση του οχήματος του χρήστη, σε περίπτωση ύπαρξης εμποδίου εντός της λωρίδας κυκλοφορίας. Παρόλα αυτά, στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της εξεταζόμενης περίπτωσης, τηρούνται οι προδιαγραφές ΟΜΟΕ, οι οποίες επιβάλλουν τον έλεγχο ορατοτήτων, υιοθετούσες ως ταχύτητα κίνησης του χρήστη, την λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$ .

Ο προαναφερθείς σχεδιασμός επιλέχθηκε λόγω της ύπαρξης ορεινού όγκου, αλλά και για οικονομία χωματισμών, όπως και για περιορισμό των απαλλοτριώσεων.

### 5.5. Μελέτη 4<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 4) – Βύθισμα

Πρόβλημα, ως προς την οδική ασφάλεια, εμφανίζεται στο 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσης οδού, που συνδέει το στρατιωτικό αεροδρόμιο Καστελλίου με τον οδικό άξονα Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι. Σχεδιάστηκε ευθυγραμμία μήκους 1.283 μέτρων, που βρίσκεται μεταξύ Χ.Θ. 17+208 και Χ.Θ. 18+491 και οριζοντιογραφική καμπύλη μεταξύ της Χ.Θ. 16+587 και της Χ.Θ. 17+208 (Σχέδιο 21 – Παράρτημα). Σε αυτήν την ευθυγραμμία σχεδιάστηκε αλληλουχία τριών αντίρροπων κατακόρυφων καμπύλων προσαρμογής κλίσης στην μηκοτομή (**κύρτωμα – κοίλωμα – κύρτωμα**), από την Χ.Θ. 17+177 έως την Χ.Θ. 17+990, με αποτέλεσμα την ύπαρξη τμήματος της οδού που χάνεται από το οπτικό πεδίο του οδηγού (**βύθισμα**) (Σχέδιο 22 – Παράρτημα).

Ο ανωτέρω σχεδιασμός, ο οποίος έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ (Πίνακας 5-12), επιλέχθηκε για τον καλλίτερο δυνατό συμψηφισμό ορυγμάτων – επιχωμάτων, για την μείωση του όγκου των επιχωμάτων στο συγκεκριμένο οδικό τμήμα καθώς επίσης και για την μείωση των διαστάσεων του απαιτούμενου τοίχου αντιστήριξης της οδού.



Ελεγχτοι ΟΜΟΕ-3-Χαράξεις - H12 - L9					
Ταχύτητα_Μελέτης	=	80			
Κατηγορία_Δρόμου	=	AIII			
Μορφολογία_Εξόδους	=	OREINO			
Μη Διαχωρισμένος					
Μη Κρασπεδωμένος					
Οριζόντιο Κλίμακα	=	1000.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5-0s	=	50.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	20.000			
Κλίμακα Διαγράμματος 5	=	5.000			
Γραμμή Ελέγχου	=	1			
Αριστερό Πλάτος Ελέγχου	=	.000			
Δεξιό Πλάτος Ελέγχου	=	.000			
Θέση στα Υ	=	.000			
1. Ταχύτητα					
Εγκυρη Ταχύτητα	:	80			
2. Κατηγορία					
Εγκυρη Κατηγορία	:	AIII			
3. Συνδυασμός Ταχύτητας & Κατηγορίας					
Εγκυρος Συνδυασμός					
4. Μορφολογία					
Εγκυρη Μορφολογία	:	OREINO			
5. Μεγάλες Ευθείες - 20*ve - # 7.1.2					
Κορυφή_Πριν	Κορυφή_Μετά	Ευθεία	Max_Ευθεία	Διαφορά	Παροχήρηση
17	16	1283.446	1600.000	316.554	OK
16	15	457.042	1600.000	1142.958	OK
6. Ευθείες Ομόροπων κομψών - 6*ve - # 7.1.2					
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές					
7. Υπαρξη Ακτίνας - # 7.2.1					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Παροχήρηση		
16	119.9841	450.000	OK υπάρχει		
8. Ακτίνες - Πίνακας 7-2					
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum	Παροχήρηση		
16	450.000	280.000	OK		
9. 2 sec - # 7.2.2					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Τόξου	seconds	Παροχήρηση
16	119.984	450.000	510.599	22.977	OK
10. Αλληλουχία Ακτίνας - Σχήμα 7-4					
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές					
11. Υπαρξη Κλωθοειδών - # 7.3.1					
Κορυφή	Γωνία	s_Εισόδου	Ακτίνα	s_Εξόδου	Παροχήρηση
16	119.984	55.000	450.000	55.000	OK Υπάρχει
16	119.984	55.000	450.000	55.000	OK Υπάρχει
12. $R/3 < A < R$ - # 7.3.2					
Κορυφή	R/3	A	R	Παροχήρηση	
16	150.000	157.321	450.000	OK	
16	150.000	157.321	450.000	OK	
13. $D_r > 0.25$ , $R \geq 1000$ - # 7.3.2					
Κορυφή	Εκτροπή_Πίσω	Εκτροπή_Εμπρός	Minimum	Ακτίνα Παροχήρηση	
16				450.000 Δεν χρειάζεται	
14. $B > 190g$ , $R \geq 1000$ , $\Omega^* > 2*ve$ - # 7.3.1					
Κορυφή	Γωνία	Ακτίνα	Μήκος_Κύκλου	Minimum	Παροχήρηση
16	119.984	450.000	510.599	160	Δεν χρειάζεται

**Πίνακας 5-12 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχτοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-12, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

16. Maximum κλίσεις - Πίνακας 8-1							
Σημ_1	Σημ_2	Τοχύτητα	Από	Εως	Κλίση	g1	g2 Ποροκτήρηση
22	21	80	.000	602.414	3.626	7	9 OK
21	20	80	602.414	833.414	.866	7	9 OK
20	19	80	833.414	1172.985	6.987	7	9 OK
19	18	80	1172.985	2140.918	4.161	7	9 OK
18	17	80	2140.918	2361.087	5.120	7	9 OK

17. Minimum κλίσεις - # 8.1.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Από	Εως	Κλίση	Ποροκτήρηση		
22	21	.000	602.414	3.626	OK	Ελάχιστου	0.5%
21	20	602.414	833.414	.866	OK	Ελάχιστου	0.5%
20	19	833.414	1172.985	6.987	OK	Ελάχιστου	0.5%
19	18	1172.985	2140.918	4.161	OK	Ελάχιστου	0.5%
18	17	2140.918	2361.087	5.120	OK	Ελάχιστου	0.5%

18. Υψοί Κοίλων & Κυρτών - # 8.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Ακτίνα	Διαφορά	Κλίσεων	Επιτρεπτή	Ποροκτήρηση	
21		4500.000				Δεν χρειάζεται	
20		-3300.000				Δεν χρειάζεται	
19		10000.000				Δεν χρειάζεται	
18		4500.000				Δεν χρειάζεται	

19. Αποστάσεις Σημείων - # 8.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Απόσταση	Επιτρεπτή	Ποροκτήρηση			
22	21	602.414	30.000	Δεν χρειάζεται			
21	20	231.000	30.000	Δεν χρειάζεται			
20	19	339.571	30.000	Δεν χρειάζεται			
19	18	967.933	30.000	Δεν χρειάζεται			

20. Κοίλες & Κυρτές - Πίνακας 8-2, 8-3							
Σημ_1	Σημ_2	Χθ	Ακτίνα	Minimum	Ποροκτήρηση		
21		602.414	4500.000	4500.000	OK	Κυρτής	
20		833.414	-3300.000	3300.000	OK	Κοίλης	
19		1172.985	10000.000	4500.000	OK	Κυρτής	
18		2140.918	4500.000	4500.000	OK	Κυρτής	

21. Εφαπτόμενες - # 8.2.2							
Σημ_1	Σημ_2	Χθ	Εφαπτομένη	Minimum	Ποροκτήρηση		
21		602.414	101.071	80.000	OK		
20		833.414	129.573	80.000	OK		
19		1172.985	141.316	80.000	OK		
18		2140.918	208.824	80.000	OK		

22. Κριτήριο I - Κεφάλαιο 4							
Κομπύλη	Γωνία	Μήκος	v85	ve	v85-ve	Ποιότητα	
16	119.984	620.599	93.9	80.0	13.9	Μέτρια	

23. Κριτήριο II - Κεφάλαιο 4							
Χρειάζονται 4 τουλάχιστον Κορυφές							

24. Κριτήριο III - Κεφάλαιο 5							
ΠΡΟΣΟΧΗ Ο ΤΥΠΟΣ ΤΩΝ ΟΜΟΕ ΘΕΛΕΙ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ							
Κορυφή	Ακτίνα	Επίκλιση	Διατίθεται	Απαιτείται	Διαφορά	Ποιότητα	
16	450.000	6.500	.193	.089	.104	Καλή	

**Πίνακας 5-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-12, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

25. Max_q - Σχήμα 9.2 - 9.3								
Αριστερή_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q	Παροχή	Τμήμα	Δs	Παροχή	
1	.000	2.500	7.000	OK				
1	1283.446	2.500	7.000	OK				
1	1338.446	6.500	7.000	OK				
1	1849.045	6.500	7.000	OK				
1	1904.045	2.500	7.000	OK				
1	2361.087	2.500	7.000	OK				
Δεξιά_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Max_q	Παροχή	Τμήμα	Δs	Παροχή	
1	.000	2.500	7.000	OK				
1	1283.446	2.500	7.000	OK				
1	1338.446	-6.500	7.000	OK				
1	1849.045	-6.500	7.000	OK				
1	1904.045	2.500	7.000	OK				
1	2361.087	2.500	7.000	OK				
26. Min_q - # 8.2.1								
Αριστερή_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q	Παροχή	Τμήμα	Δs	Παροχή	
1	.000	2.500	2.500	OK				
1	1283.446	2.500	2.500	OK				
1	1338.446	6.500	2.500	OK				
1	1849.045	6.500	2.500	OK				
1	1904.045	2.500	2.500	OK				
1	2361.087	2.500	2.500	OK				
Δεξιά_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ	Επικλίση	Min_q	Παροχή	Τμήμα	Δs	Παροχή	
1	.000	2.500	2.500	OK				
1	1283.446	2.500	2.500	OK				
1	1338.446	-6.500	2.500	OK				
1	1849.045	-6.500	2.500	OK				
1	1904.045	2.500	2.500	OK				
1	2361.087	2.500	2.500	OK				
27. Max_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5								
Αριστερή_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή
1	1283.446	2.500	1338.446	6.500	3.750	.273	.938	OK
1	1849.045	6.500	1904.045	2.500	3.750	.273	.938	OK
Δεξιά_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_Ds	Παροχή
1	1283.446	2.500	1338.446	-6.500	3.750	.614	.938	OK
1	1849.045	-6.500	1904.045	2.500	3.750	.614	.938	OK
28. Min_Ds - # 9.4.1 - Πίνακας 9-5								
Αριστερή_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχή
1	1283.446	2.500	1338.446	6.500	3.750	.375	.273	OK - Δεν χρειάζεται
1	1849.045	6.500	1904.045	2.500	3.750	.375	.273	OK - Δεν χρειάζεται
Δεξιά_Οδογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Min_Ds	Ds	Παροχή
1	1283.446	2.500	1338.446	-6.500	3.750	.375	.614	OK
1	1849.045	-6.500	1904.045	2.500	3.750	.375	.614	OK

**Πίνακας 5-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών ΟΜΟΕ στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).

\*Η αρίθμηση των Κεφαλαίων πχ #7.1.2, που παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-12, αντιστοιχεί στα περιεχόμενα του 3<sup>ου</sup> τεύχους των ΟΜΟΕ 2001: Χαράξεις.

### **5.5.1. Ελιγμοί Προσπέρασης**

Με τον προαναφερθέντα σχεδιασμό της οδού, παρουσιάζεται ευθυγραμμία μεγάλου μήκους όπου η μηκοτομή της οδού ακολουθεί την κυματοειδή επιφάνεια του φυσικού εδάφους, δημιουργώντας βύθισμα. Το βύθισμα αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ατύχημα που σχετίζεται με ελιγμό προσπέρασης, επειδή ο προσπερνών οδηγός, μη έχοντας ορατότητα του βυθίσματος, παραπλανάται από το πέραν της βύθισης ορατό τμήμα της οδού, όπου ενδεχομένως δεν υπάρχουν αντιθέτως κινούμενα οχήματα και αγνοεί την πιθανή ύπαρξη αντιθέτως κινούμενου οχήματος εντός του βυθίσματος (Δραγομάνοβιτς 2000).

Όταν ο οδηγός, εξερχόμενος από τον αυτοκινητόδρομο Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου και κινούμενος προς Καστέλι, επιχειρήσει ελιγμό προσπέρασης, λόγω της ύπαρξης μεγάλης ευθείας και **μη έχοντας ορατότητα του βυθίσματος, αντιμετωπίζει το κίνδυνο μετωπικής σύγκρουσης** με το πιθανόν αντιθέτως κινούμενο όχημα εντός του βυθίσματος.

### **5.5.2. Ορατότητα**

Στο διάγραμμα ορατοτήτων για στάση (Σχέδιο 23 - Παράρτημα), για ταχύτητα κίνησης 100 km/h (ίση με την λειτουργική ταχύτητα στην εξεταζόμενη ευθυγραμμία), αποτυπώνεται η **έντονη αυξομείωση του παρεχόμενου μήκους ορατότητας**, η διακύμανση του οποίου αναπαριστάται από το ελάχιστο της γραμμής με πράσινο χρώμα και της γραμμής με πολλά χρώματα. Αρχικά, κατά την κίνηση του χρήστη στην ανωφερή ευθυγραμμία, το υφιστάμενο μήκος ορατότητας μειώνεται, λόγω της κατακόρυφης κυρτής καμπύλης k21, και λαμβάνει την ελάχιστη τιμή στην Χ.Θ. 0+475, βάσει διαφορετικής χιλιομέτρησης του υπό μελέτη οδικού τμήματος. Στην θέση αυτή, το μήκος ορατότητας του οδηγού είναι 145 m, δηλαδή το τμήμα της οδού που είναι ορατό στον οδηγό ορίζεται μεταξύ της Χ.Θ. 0+475 και της Χ.Θ. 0+620, όπου βρίσκεται η κορυφή της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης (η ακριβής Χ.Θ. της κατακόρυφης καμπύλης είναι η Χ.Θ. 0+602).

Ο οδηγός στην προαναφερθείσα θέση, αλλά και στις προγενέστερες θέσεις κατά την κίνησή του προς Καστέλι, δεν έχει την εικόνα του οδικού τμήματος του βυθίσματος. Η τιμή του παρεχόμενου μήκους ορατότητας παραμένει ελάχιστη μέχρι την Χ.Θ. 0+565, καθώς η κυρτή κατακόρυφη καμπύλη k21 συνεχίζει να περιορίζει την ορατότητα του οδηγού. Ο οδηγός κινούμενος καθ' όλο το μήκος της ευθυγραμμίας

από την Χ.Θ 0+000 έως την Χ.Θ. 0+565, **αδυνατεί να διακρίνει, λόγω γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής, το οδικό τμήμα εντός του βυθίσματος** καθώς και ενδεχόμενη ύπαρξη εμποδίου ή αντίθετα κινούμενου οχήματος. Τυχόν εμπόδια εντός του βυθίσματος καθίστανται ορατά στον χρήστη, την στιγμή που αυτός διέρχεται της κορυφής της κατακόρυφης καμπύλης k21.

Συγκρίνοντας το παρεχόμενο μήκος ορατότητας με το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση, που αναπαριστάται στο διάγραμμα με την γραμμή μπλε χρώματος, παρουσιάζεται η ανεπάρκεια του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση, για ταχύτητες κίνησης μεγαλύτερες των 90 km/h (Σχέδιο 24 – Παράρτημα). Γίνεται αντιληπτό ότι, αφού το υφιστάμενο μήκος ορατότητας, είναι μικρότερο από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση, θα είναι μικρότερο και από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση, καθιστώντας έτσι **επικίνδυνους τους τυχόντες ελιγμούς προσπέρασης**.

Η προτεινόμενη λύση της απαγόρευσης προσπέρασης, με διπλή διαχωριστική διαγράμμιση των δύο κατευθύνσεων κυκλοφορίας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, δεν αποτελεί εγγύηση της πειθαρχίας σε αυτήν των χρηστών, εξαιτίας των παρακάτω παραγόντων.

### **5.5.3. Παροτρύνσεις Προσπέρασης**

Ο οδηγός μόλις εξερχόμενος από τον αυτοκινητόδρομο Ηρακλείου – Αγίου Νικολάου, **αδυνατεί να προσαρμοστεί αμέσως στις νέες συνθήκες** της επαρχιακής οδού και κινείται με υψηλή ταχύτητα. Στην περίπτωση που συναντήσει προπορευόμενο βραδυπορόν όχημα (πχ φορτηγό) έχει την προδιάθεση για εκτέλεση ελιγμού προσπέρασης.

Άλλος παράγοντας που «προτρέπει» τον οδηγό σε διενέργεια προσπέρασης, είναι η **εσφαλμένη παρουσίαση της προοπτικής εικόνας της οδού**, στον χρήστη, ως **ευθυγραμμία ενιαίας κλίσης**. Αυτό συμβαίνει, επειδή το άκρο του βυθίσματος στην Χ.Θ. 17+318 βρίσκεται στην προέκταση του ανωφερικού τμήματος (κλίσης 3,6%) της ευθυγραμμίας μεταξύ της Χ.Θ. 17+990 και της Χ.Θ. 18+491 και επειδή οι κλίσεις των δύο τμημάτων της ευθυγραμμίας μεταξύ των οποίων βρίσκεται το βύθισμα είναι σχεδόν ίσες. Έτσι, η ύπαρξη βυθίσματος αποκρύπτεται στον οδηγό, που θεωρεί ότι κινείται σε ευθυγραμμία ενιαίας κλίσης και προδιατίθεται για εκτέλεση προσπέρασης.

**5.5.4. Θάμβωση**

Επιπρόσθετος κίνδυνος εμφανίζεται για τους οδηγούς κατά την διάρκεια της νύχτας εξαιτίας της θάμβωσης από τα φώτα των αντίθετα κινουμένων οχημάτων (Δραγομάνοβιτς 2000).

## 6. ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ (CASE STUDIES) – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΔΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ – AASHTO

---

### 6.1. Τηρούμενες Προδιαγραφές AASHTO

Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης Διπλωματικής, πραγματοποιήθηκε έλεγχος των πέντε προαναφερθέντων οδικών τμημάτων, σύμφωνα με τις Αμερικανικές προδιαγραφές οδοποιίας AASHTO 2004 (AASHTO 2004b; AASHTO 2004c; AASHTO 2004d; AASHTO 2004e; AASHTO 2004f). Στα οδικά τμήματα αυτά, πραγματοποιήθηκε μελέτη περιπτώσεων (Case Studies) προβλημάτων οδικής ασφάλειας. Σχολιάστηκαν περιληπτικά οι διαφορές μεταξύ προδιαγραφών AASHTO και ΟΜΟΕ που διαπιστώθηκαν, οι προκαλούμενες εξ αυτών διαφορές στον σχεδιασμό των οδικών τμημάτων, καθώς και η ενδεχόμενη άμβλυνση ή όξυνση των προβλημάτων οδικής ασφάλειας, λόγω των διαφοροποιήσεων των προδιαγραφών.

- Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού: 1) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 1: Highway Functions, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004  
2) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 7: Rural and Urban Arterials, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
- Διαχωρισμός Κυκλοφορίας: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 7: Rural and Urban Arterials, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
- Ταχύτητα Μελέτης: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 7: Rural and Urban Arterials, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
- Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή: 1) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 3: Elements of Design, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004



- 2) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 7: Rural and Urban Arterials, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
- Τυπική Διατομή: 1) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 4: Cross Section Elements, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004  
2) AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 7: Rural and Urban Arterials, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
  - Διαμόρφωση Επικλίσεων: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 3: Elements of Design, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004
  - Μελέτη Ορατοτήτων: AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Chapter 3: Elements of Design, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004

### **6.1.1. Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Οδού**

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, οι οδοί του επαρχιακού οδικού δικτύου κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες, ανάλογα με την λειτουργία τους:

- Αυτοκινητόδρομοι (Freeways)
- Οδικές Αρτηρίες (Rural Arterials)
- Συλλεκτήριες Οδοί (Collector Roads)
- Τοπικές Οδοί (Local Roads)

Βασικό λειτουργικό χαρακτηριστικό των αυτοκινητοδρόμων είναι η συνεχής ροή οχημάτων, που πραγματοποιούν αποστάσεις μεγάλου μήκους, μεταξύ αστικών περιοχών – πόλεων με πληθυσμό μεγαλύτερο των 25.000 κατοίκων. Επιπλέον, εξυπηρετούν διαπολιτειακές μετακινήσεις, για τα ευρωπαϊκά δεδομένα διακρατικές μετακινήσεις. Αντίστοιχα, οι οδικές αρτηρίες εξυπηρετούν την λειτουργία της σύνδεσης μεταξύ πόλεων, μεγάλων οικισμών και διαφόρων πηγών δημιουργίας μετακινήσεων. Ο σχεδιασμός των οδικών αρτηριών, οφείλει να παρέχει την δυνατότητα ανάπτυξης σχετικώς υψηλών ταχυτήτων μετακίνησης των οχημάτων των

χρηστών της οδού, καθώς και ελάχιστη παρεμβολή της μετακίνησης, κατά μήκος του άξονα της οδού. Οι συλλεκτήριες και οι τοπικές οδοί εξυπηρετούν μετακινήσεις μικρότερης απόστασης και ταχύτητας. Επίσης, δίνουν την δυνατότητα πρόσβασης στο οδικό δίκτυο των αρτηριών (AASHTO 2004b).

Βάσει των παραπάνω, **η μελετηθείσα οδός**, η οποία θα συνδέει το νέο πολιτικό αερολιμένα του Ηρακλείου, στο Καστέλλι (πηγή δημιουργίας μετακινήσεων), με την Εθνική Οδό E75 και την πόλη του Ηρακλείου, **κατατάσσεται στην κατηγορία των επαρχιακών οδικών αρτηριών.**

### **6.1.2. Διαχωρισμός Κυκλοφορίας**

Οι οδοί δύο λωρίδων κυκλοφορίας – μία ανά κατεύθυνση (Two-lane Highways) με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, αποτελούν την πλειονότητα του επαρχιακού δικτύου οδικών αρτηριών. Τέτοιες οδοί είναι κατάλληλες σε περιπτώσεις, όπου οι κυκλοφοριακοί φόρτοι είναι σχετικά μικροί και παρέχονται σχετικώς μεγάλες αποστάσεις ορατότητας (AASHTO 2004f). Για τους παραπάνω λόγους, αλλά και επειδή η πλειοψηφία των σοβαρών οδικών ατυχημάτων λαμβάνει χώρα σε αυτές τις οδούς, επιλέχθηκε η μελέτη μιας οδού δύο λωρίδων, με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας.

### **6.1.3. Ταχύτητα Μελέτης**

Τα κατάλληλα γεωμετρικά χαρακτηριστικά για μια οδική αρτηρία, καθορίζονται από την επιλεγμένη ταχύτητα μελέτης, το είδος του τοπογραφικού αναγλύφου, τον κυκλοφοριακό φόρτο σχεδιασμού και την σύνθεση της κυκλοφορίας. **Οι επαρχιακές οδικές αρτηρίες μελετώνται για ταχύτητες μεταξύ 60 και 120 km/h**, αναλόγως του τοπογραφικού αναγλύφου. Οι υψηλότερες ταχύτητες, μεταξύ των 100 και 120 km/h, χρησιμοποιούνται συνήθως σε πεδινά εδάφη, οι ταχύτητες μεταξύ 80 και 100 km/h χρησιμοποιούνται σε λοφώδη εδάφη, ενώ οι ταχύτητες μεταξύ 60 και 80 km/h χρησιμοποιούνται σε ορεινά εδάφη (AASHTO 2004f).

Η πλειονότητα των περιοχών, από τις οποίες διέρχεται η οδός, είναι λοφώδους και ορεινού γεωγραφικού αναγλύφου, με σχετικώς έντονες διακυμάνσεις υψομέτρων του εδάφους. Βάσει αυτού, **επιλέχθηκε ταχύτητα μελέτης 80 km/h.**

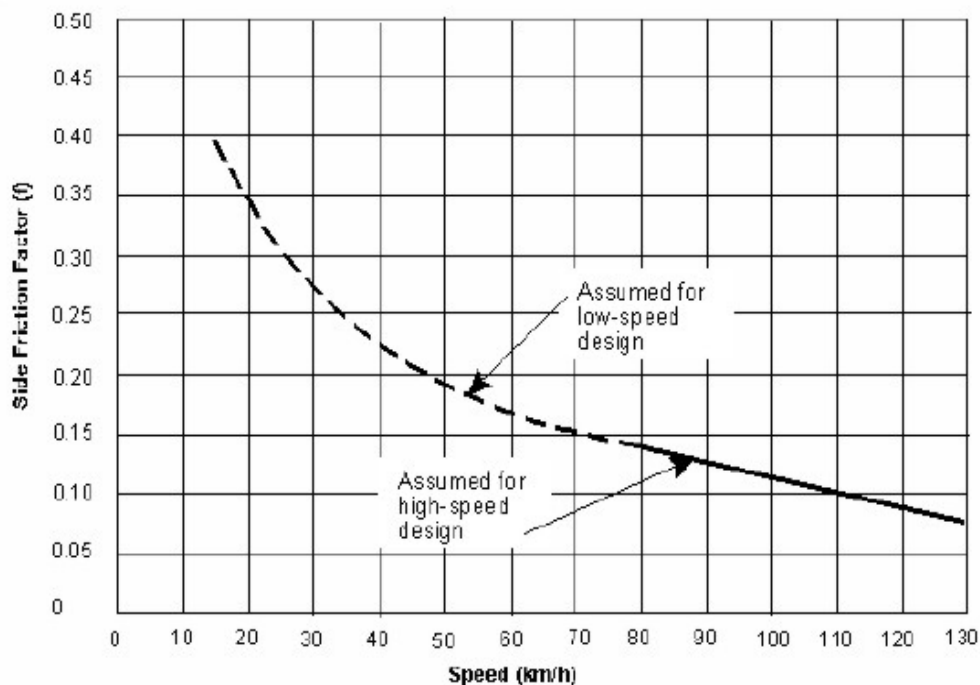
#### **6.1.4. Οριακές Τιμές Στοιχείων Μελέτης κατά την Οριζοντιογραφία και τη Μηκοτομή**

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, η ελάχιστη τιμή της ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης, υπολογίζεται με βάση την διδόμενη ταχύτητα μελέτης, την μέγιστη τιμή επίκλισης στην οριζοντιογραφική καμπύλη και την μέγιστη τιμή σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής (Σχέση 6.1) (AASHTO 2004d).

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0,01e_{\max} + f_{\max})} \quad (6.1)$$

- $R_{\min}$ : η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της ακτίνας της καμπύλης οριζοντιογραφίας σε m
- $V$ : η ταχύτητα μελέτης σε km/h
- $e_{\max}$ : η μέγιστη τιμή της επίκλισης του οδοστρώματος στην οριζοντιογραφική καμπύλη (%)
- $f_{\max}$ : η μέγιστη τιμή σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής

Η εκτίμηση του συντελεστή πλευρικής τριβής γίνεται με βάση την ταχύτητα μελέτης και το Σχήμα 6-1 (AASHTO 2004d).



**Σχήμα 6-1 :** Τιμές σχεδιασμού συντελεστή πλευρικής τριβής (Side Friction Factor) ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης (Speed) (AASHTO 2004d).

Για την σχεδιασθείσα οδό, με ταχύτητα μελέτης 80 km/h, η υιοθετηθείσα τιμή σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής, σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, είναι 0,14.

Στον παρακάτω Πίνακα 6-1 δίνονται συγκεντρωτικά οι ελάχιστες τιμές των ακτίνων των οριζοντιογραφικών καμπύλων, εξαγόμενες από την Σχέση 6.1 και βάσει του Σχήματος 6-1 (AASHTO 2004d).

Design Speed (km/h)	Maximum e (%)	Maximum f	Total (e/100 + f)	Calculated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.35	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492
<hr/>					
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.0	252
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951
<hr/>					
15	8.0	0.40	0.48	3.7	4
20	8.0	0.35	0.43	7.3	7
30	8.0	0.28	0.36	19.7	20
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.9	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	831.7	832
<hr/>					
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739
<hr/>					
15	12.0	0.40	0.52	3.4	3
20	12.0	0.35	0.47	6.7	7
30	12.0	0.28	0.40	17.7	18
40	12.0	0.23	0.35	36.0	36
50	12.0	0.19	0.31	63.5	64
60	12.0	0.17	0.29	97.7	98
70	12.0	0.15	0.27	142.9	143
80	12.0	0.14	0.26	193.8	194
90	12.0	0.13	0.25	255.1	255
100	12.0	0.12	0.24	328.1	328
110	12.0	0.11	0.23	414.2	414
120	12.0	0.09	0.21	539.9	540
130	12.0	0.08	0.20	665.4	665

**Πίνακας 6-1 :** Ελάχιστες τιμές των ακτίνων (Radius) των οριζοντιογραφικών καμπύλων, υπολογισμένες βάσει της ταχύτητας μελέτης (Design Speed), της μέγιστης

τιμής της επίκλισης στην οριζοντιογραφική καμπύλη (Maximum e) και της μέγιστης τιμής σχεδιασμού του συντελεστή πλευρικής τριβής (Maximum f) (AASHTO 2004d).

Επιπλέον, οι οριζοντιογραφικές καμπύλες πρέπει να διαθέτουν επαρκές μήκος, ώστε να **αποφεύγεται η εμφάνιση του φαινομένου της θλάσης** της πορείας της οδού. Το ελάχιστο μήκος για το κυκλικό τόξο των οριζοντιογραφικών καμπύλων δίνεται από την Σχέση (6.2) (AASHTO 2004d).

$$L_{\text{cmin}} = 3V \quad (6.2)$$

- $L_{\text{cmin}}$ : το ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου οριζοντιογραφικής καμπύλης σε m
- $V$ : η ταχύτητα μελέτης σε km/h

Επομένως για την σχεδιασθείσα οδό, το ελάχιστο μήκος κυκλικού τόξου οριζοντιογραφικής καμπύλης είναι 240 m.

Κατά την σχεδίαση της μηκοτομής, η μέγιστη κατά μήκος κλίση του άξονα της οδού για τις επαρχιακές οδικές αρτηρίες, δίνεται από τον Πίνακα 6-2 (AASHTO 2004f).

Type of terrain	Metric							
	Maximum grade (%) for specified design speed (km/h)							
	60	70	80	90	100	110	120	130
Level	5	5	4	4	3	3	3	3
Rolling	6	6	5	5	4	4	4	4
Mountainous	8	7	7	6	6	5	5	5

**Πίνακας 6-2** : Μέγιστη κατά μήκος κλίση (Maximum Grade) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και είδος εδάφους (Type of Terrain) (AASHTO 2004f).

Επομένως η **μέγιστη κατά μήκος κλίση** για ταχύτητα μελέτης 80 km/h και ορεινό τοπογραφικό ανάγλυφο είναι **7%**.

Επίσης, για λόγους ταχείας απορροής των υδάτων από το οδόστρωμα, τίθεται **ελάχιστη τιμή στην κατά μήκος κλίση ίση με 0,5%** (AASHTO 2004d).

Ο υπολογισμός του ελάχιστου μήκους των κυρτών κατακόρυφων καμπύλων πραγματοποιείται βάσει της απαιτούμενης απόστασης ορατότητας για στάση στη δοθείσα ταχύτητα μελέτης, της αλγεβρικής διαφοράς των τεμνόμενων κλίσεων και

του υιοθετούμενου ύψους οφθαλμού του οδηγού και ύψους του εμποδίου. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, λαμβάνεται τιμή ίση με 1,08 m για το ύψος οφθαλμού του οδηγού και 0,6 m για το ύψος εμποδίου. Παρατίθενται ο Πίνακας 6-3 και ο Πίνακας 6-4, οι οποίοι δίνουν το ελάχιστο μήκος των κυρτών κατακόρυφων καμπύλων, για στάση και για προσπέραση αντίστοιχα, εκφρασμένο μέσω της καμπυλότητας (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95
130	285	123.4	124

<sup>a</sup> Η κατακόρυφη καμπυλότητα (Vertical Curvature)  $K$  είναι ο λόγος του μήκους της καμπύλης προς την αλγεβρική διαφορά των τεμνόμενων κλίσεων (%)

**Πίνακας 6-3 :** Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κυρτής καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Passing sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$ design
30	200	46
40	270	84
50	345	138
60	410	195
70	485	272
80	540	338
90	615	438
100	670	520
110	730	617
120	775	695
130	815	769

<sup>a</sup> Η κατακόρυφη καμπυλότητα (Vertical Curvature)  $K$  είναι ο λόγος του μήκους της καμπύλης προς την αλγεβρική διαφορά των τεμνόμενων κλίσεων (%)

**Πίνακας 6-4 :** Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κυρτής καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για προσπέραση (Passing Sight Distance) (AASHTO 2004d).

Οι ελάχιστες τιμές των καμπυλοτήτων των κοίλων κατακόρυφων καμπύλων παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-5 (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)	Rate of vertical curvature, $K^a$	
		Calculated	Design
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63
130	285	72.7	73

<sup>a</sup> Η κατακόρυφη καμπυλότητα (Vertical Curvature)  $K$  είναι ο λόγος του μήκους της καμπύλης προς την αλγεβρική διαφορά των τεμνόμενων κλίσεων (%)

**Πίνακας 6-5 :** Ελάχιστη τιμή της κατακόρυφης καμπυλότητας (Rate of Vertical Curvature) κοίλης καμπύλης για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και απόστασης ορατότητας για στάση (Passing Sight Distance) (AASHTO 2004d).

**6.1.5. Τυπική Διατομή**

Το πλάτος των λωρίδων κυκλοφορίας μιας οδού, επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ασφάλεια και την οδηγική άνεση των χρηστών της. Οι τιμές του πλάτους των λωρίδων κυκλοφορίας συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 2,7 και 3,6 μέτρων, με επικρατέστερη τιμή αυτή των 3,6 μέτρων, για οδούς υψηλών ταχυτήτων μελέτης. Τιμές πλάτους μεγαλύτερες των 3,6 μέτρων καθίστανται επιθυμητές σε περιπτώσεις υψηλών κυκλοφοριακών φόρτων και ιδίως σε περιπτώσεις υψηλού ποσοστού φορτηγών οχημάτων.

Για τις επαρχιακές οδικές αρτηρίες δύο λωρίδων κυκλοφορίας – μία ανά κατεύθυνση – με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, το ελάχιστο πλάτος αυτής δίνεται στον Πίνακα 6-6. Στον πίνακα αυτόν δίνεται και το πλάτος του τμήματος του ερείσματος που δύναται να χρησιμοποιηθεί από σταθμευμένο όχημα (AASHTO 2004e; AASHTO 2004f).

Design speed (km/h)	Minimum width of traveled way (m) for specified design volume (veh/day)			
	under 400	400 to 1500	1500 to 2000	over 2000
60	6.6	6.6	6.6	7.2
70	6.6	6.6	6.6	7.2
80	6.6	6.6	7.2	7.2
90	6.6	6.6	7.2	7.2
100	7.2	7.2	7.2	7.2
110	7.2	7.2	7.2	7.2
120	7.2	7.2	7.2	7.2
130	7.2	7.2	7.2	7.2
All speeds	Width of usable shoulder (m)			
	1.2	1.8	1.8	2.4

**Πίνακας 6-6 :** Ελάχιστο πλάτος της επιφάνειας κυκλοφορίας (Minimum Width of Traveled Way) και διαθέσιμο για χρήση, πλάτος ερείσματος (Width of Usable Shoulder) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed) και φόρτο σχεδιασμού (Design Volume) (AASHTO 2004f).

Η υπάρχουσα τυπική διατομή, η οποία σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, με εύρος οδοστρώματος ίσο με 7,5 m και πλάτος ερείσματος 2,5 m (τα 2 m εξ αυτών δύναται να χρησιμοποιηθούν για στάση – στάθμευση οχήματος παρά την



οδό) πληρεί και τις προδιαγραφές AASHTO. Επομένως, κρίθηκε σκόπιμη, η μη μεταβολή των διαφόρων μεγεθών της τυπικής διατομής, κατά τους σχεδιασμούς με τις διαφορετικές προδιαγραφές.

#### **6.1.6. Διαμόρφωση Επικλίσεων**

Η ανάγκη ταχείας απορροής των υδάτων από το οδόστρωμα καθορίζει την υιοθετηθείσα τιμή της επίκλισης αυτού, η οποία βάσει προδιαγραφών AASHTO, κυμαίνεται μεταξύ 1,5% και 2,5% στις ευθυγραμμίες (AASHTO 2004d). Στις ευθυγραμμίες, η σχεδιασθείσα οδός, είναι αμφικλινής με 2,5% επίκλιση.

Όσον αφορά τις υιοθετούμενες επικλίσεις στις οριζοντιογραφικές καμπύλες, τίθενται, από τις προδιαγραφές AASHTO, ορισμένες ανώτατες τιμές οι οποίες σχετίζονται με τις κλιματικές συνθήκες (περίπτωση παγετού στο οδόστρωμα), την κατασκευασιμότητα του οδοστρώματος και την συχνότητα των βραδέως κινούμενων οχημάτων. **Η μέγιστη αποδεκτή τιμή επίκλισης οδοστρώματος σε οριζοντιογραφικές καμπύλες είναι 8%.** Σε περιοχές όπου οι συνήθεις καιρικές συνθήκες είναι ήπιες (έλλειψη χιονοπτώσεων, παγετού), δύναται να υιοθετηθεί 10%, έως και 12%, μέγιστη τιμή επίκλισης. Οι μέγιστες τιμές επίκλισης οδοστρώματος, για μικρές ταχύτητες μελέτης, δίνονται στο Πίνακα 6-7 (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Limiting superelevation rate (%)
20	8
30	8
40	10
50	11
60	11
70	12

**Πίνακας 6-7 :** Οριακή τιμή επίκλισης (Limiting Superelevation Rate) οδοστρώματος βάσει της ταχύτητας μελέτης (Design Speed) (AASHTO 2004d).

#### **6.1.7. Μελέτη Ορατοτήτων**

Για λόγους οδικής ασφάλειας, κατά τον σχεδιασμό των οδών, πρέπει να εξασφαλίζεται η παροχή επαρκούς μήκους ορατότητας, ούτως ώστε ο οδηγός να

μπορεί να ακινητοποιήσει το όχημά του, αποφεύγοντας την πρόσκρουση σε τυχόν απρόβλεπτο εμπόδιο, εντός της πορείας της οδού. Το **απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση** είναι το άθροισμα του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια του χρόνου αντίληψης – αντίδρασης και του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια της πέδησης.

Για την εύρεση του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση, γίνονται οι παραδοχές, ότι ο χρόνος αντίληψης – αντίδρασης είναι 2,5 s και ότι η επιβράδυνση του οχήματος κατά την πέδηση είναι ίση με  $3,4 \text{ m/s}^2$ . Βάσει αυτών η απαιτούμενη απόσταση ορατότητας για στάση δίνεται στον Πίνακα 6-8, ενώ αν συμπεριληφθεί και η επιρροή της κατά μήκος κλίσης του άξονα, η απαιτούμενη απόσταση δίνεται στον Πίνακα 6-9 (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Brake reaction distance (m)	Braking distance on level (m)	Stopping sight distance	
			Calculated (m)	Design (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

**Πίνακας 6-8 :** Απόσταση ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), ως άθροισμα του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια του χρόνου αντίληψης – αντίδρασης (Brake Reaction Distance) και του διανυόμενου μήκους κατά την διάρκεια της πέδησης (Braking Distance on Level) για μηδενική κατά μήκος κλίση (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Stopping sight distance (m)					
	Downgrades			Upgrades		
	3 %	6 %	9 %	3 %	6 %	9 %
20	20	20	20	19	18	18
30	32	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	263	281	304	234	223	214
130	302	323	350	267	254	243

**Πίνακας 6-9 :** Απόσταση ορατότητας για στάση (Stopping Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), διαφοροποιούμενη ανάλογα με την κατά μήκος κλίση του άξονα (AASHTO 2004d).

Επιπλέον, στις οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας – μία ανά κατεύθυνση – θα πρέπει να παρέχεται επαρκής απόσταση ορατότητας, ούτως ώστε να δίνεται η δυνατότητα στους οδηγούς να εκτελέσουν προσπέρασμα σε βραδυπορών όχημα, με ασφάλεια. Τέτοιες οδοί πρέπει να παρέχουν **επαρκή απόσταση ορατότητας για προσπέραση** ανά συχνά διαστήματα και για μεγάλο τμήμα του συνολικού μήκους τους.

Για την εύρεση του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση, γίνεται η παραδοχή, ότι το όχημα που εκτελεί την προσπέραση, όπως και το αντίθετα κινούμενο όχημα, κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερη κατά 15 km/h από την ταχύτητα του βραδυπορούντος οχήματος, στο οποίο γίνεται η προσπέραση. Οι εκτιμώμενες ταχύτητες των οχημάτων, βάσει των οποίων υπολογίζονται οι απαιτούμενες αποστάσεις ορατότητας για προσπέραση φαίνονται στον Πίνακα 6-10 (AASHTO 2004d).

Design speed (km/h)	Assumed speeds (km/h)		Passing sight distance (m)	
	Passed vehicle	Passing vehicle		Rounded for design
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

**Πίνακας 6-10 :** Απόσταση ορατότητας για προσπέραση (Passing Sight Distance) για συγκεκριμένη ταχύτητα μελέτης (Design Speed), ταχύτητα βραδυπορούντος οχήματος (Passed Vehicle) και ταχύτητα οχήματος που εκτελεί την προσπέραση (Passing Vehicle) (AASHTO 2004d).

Επίσης, για τον προσδιορισμό του **υφιστάμενου μήκους ορατότητας**, σύμφωνα με τις Αμερικάνικες προδιαγραφές AASHTO, λαμβάνεται ύψος οφθαλμού ίσο με 1,08 m και ύψος εμποδίου ίσο με 0,6 m, ανεξαρτήτως ταχύτητας μελέτης (AASHTO 2004d).

## 6.2. Μελέτη 1<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 1) – Κλειστή Οριζοντιογραφική Καμπύλη

Στο οδικό τμήμα της σχεδιασθείσας οδού, που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 5.2, πραγματοποιήθηκε έλεγχος τήρησης των Αμερικανικών προδιαγραφών σχεδιασμού των οδών, AASHTO. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-11. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων, **πληρούνται οι προδιαγραφές AASHTO** και έτσι δεν υπήρξε απαίτηση για επανασχεδιασμό του οδικού τμήματος.

**Εξακολουθεί να υφίσταται**, το περιγραφέν στο Κεφάλαιο 5.2, **πρόβλημα οδικής ασφάλειας**, που σχετίζεται με τον σχεδιασμό αλληλουχίας ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους με έντονη κατηφορική κλίση και κλειστής οριζοντιογραφικής καμπύλης ελάχιστης ακτίνας.

### 6.2.1. Συστάσεις

Σύμφωνα με τις Αμερικανικές προδιαγραφές, διατυπώνονται ορισμένες **γενικές συστάσεις**, οι οποίες πρέπει να ακολουθούνται από τον μελετητή μηχανικό κατά τον σχεδιασμό της οριζοντιογραφίας της οδού, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται αρμονία στην χάραξη και ομοιογένεια στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού. Οι περιπτώσεις στις οποίες απαιτείται η εφαρμογή των συστάσεων αυτών, δεν καθορίζονται επακριβώς.

Έτσι, βάσει των προδιαγραφών AASHTO, συνιστάται κατά τον σχεδιασμό, η **αποφυγή υιοθέτησης της ελάχιστης οριακής τιμής της ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης**, για την εκάστοτε ταχύτητα μελέτης. Υποδεικνύεται στον μελετητή μηχανικό, η χρήση ευρύτερων οριζοντιογραφικών καμπύλων και μόνο σε κρίσιμες περιπτώσεις, συνιστάται η χρήση της ελάχιστης οριακής τιμής για την ακτίνα οριζοντιογραφικής καμπύλης (AASHTO 2004d). Δεν γίνεται καθορισμός των κρίσιμων περιπτώσεων, ο προσδιορισμός των οποίων, αφήνεται στην κρίση του μελετητή μηχανικού.

Επίσης, διατυπώνεται η σύσταση αποφυγής σχεδιασμού «κλειστών» οριζοντιογραφικών καμπύλων στο πέρας ευθυγραμμιών μεγάλου μήκους. Ως λύση **προτείνεται**, όπου είναι πρακτικώς εφικτό, **ο σχεδιασμός διαδοχικών οριζοντιογραφικών καμπύλων**, ευρύτερης αλλά σταδιακώς μειούμενης ακτίνας, στην θέση της ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές

AASHTO, υιοθέτηση της σχεδίασης «σειράς» οριζοντιογραφικών καμπύλων πραγματοποιείται όταν, κατά την κρίση του μηχανικού, επιτρέπεται από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής και από τους παρόδιους περιορισμούς (AASHTO 2004d). Δίνεται στο μελετητή μηχανικό το περιθώριο υιοθέτησης ευθυγραμμίων μεγάλου μήκους, όταν η κατασκευή διαδοχικών καμπύλων κριθεί ανέφικτη, λόγω υπερβολικού πρόσθετου οικονομικού κόστους.

Επίσης, δεν καθορίζεται σαφώς ο ορισμός των διαδοχικών καμπύλων σε σειρά, ούτε και η πιθανή ύπαρξη ευθύγραμμου τμήματος μεταξύ τους. Στις προδιαγραφές AASHTO, κατά τον σχεδιασμό διαδοχικών οριζοντιογραφικών καμπύλων, διατυπώνεται ο περιορισμός, βάσει του οποίου η τιμή της μέγιστης ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 150% της τιμής της ελάχιστης ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης. Διαδοχικές οριζοντιογραφικές καμπύλες με μεγάλη διαφορά στην τιμή των ακτίνων τους, εμφανίζουν τα ίδια προβλήματα, ως προς την ασφάλεια, με την σχεδίαση αλληλουχίας ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους και καμπύλης (AASHTO 2004d).

Τέλος, οι προδιαγραφές AASHTO, σε περίπτωση ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους με έντονη κατωφέρεια (κλίση άνω του 5%), στο πέρας της οποίας υπάρχει κλειστή οριζοντιογραφική καμπύλη, απαιτούν, χωρίς να καθορίζουν επακριβώς, προσαρμογή της επίκλισης του οδοστρώματος στην καμπύλη. Στην περίπτωση αυτή, οι κινούμενοι οδηγοί στην κατωφερή ευθυγραμμία τείνουν να αναπτύσσουν μεγάλη ταχύτητα. Επειδή, κατά την κίνησή τους από την ευθυγραμμία στην κλειστή καμπύλη, προσπαθούν να επιβραδύνουν το όχημά τους, «καταναλώνουν» μεγάλο ποσοστό του συντελεστή τριβής στην εφαπτομενική διεύθυνση, λόγω της δύναμης πέδησης. Επειδή δεν είναι δυνατή η αξιοποίηση του μέγιστου συντελεστή τριβής, κατά την εγκάρσια και την διαμήκη διεύθυνση ταυτόχρονα, απαιτείται η προαναφερθείσα προσαρμογή της επίκλισης του οδοστρώματος, ώστε να αποφευχθεί η εκτροπή του οχήματος (AASHTO 2004d).

Ελεγχοί AASHTO 2004 - L9					
1. Τοχύτητα					
Εγκυρη Τοχύτητα	>	80			
2. Μορφολογία					
Εγκυρη Μορφολογία	>	OREIND			
3. Συνδυασμός Μορφολογίας - Τοχύτητας					
Εγκυρος Συνδυασμός					
4. Επικλίσεις					
Κορυφή	Επικλίση	Minimum	Maximum	Παροχήρηση	
5	4.500	4.000	12.000	OK	
4	7.000	4.000	12.000	OK	
5. Ακτίνες					
Κορυφή	Ακτίνες	Minimum	Παροχήρηση		
5	800.000	272.398	OK		
4	280.000	239.970	OK		
6. Υπαρξη κλωθειδούς <> Ακτίνες					
Κορυφή	Κλωθ._Εισόδου	Ακτίνες	Κλωθ._Εξόδου	Maximum Παροχήρηση	
5	70.000	800.000	70.000	379.000 OK	
4	50.000	280.000	50.000	379.000 OK	
7. Μήκος Κυκλικού Τόξου					
Κορυφή	Ακτίνες	Μήκος_Κύκλου	Min_Μήκος	Παροχήρηση	
5	800.000	435.608	240.000	OK	
4	280.000	407.926	240.000	OK	
8. Μήκος κλωθειδούς <> Τοχύτητα					
Κορυφή	Lmin	L	Παροχήρηση		
5	44.440	70.000	OK	Συναρμολής Εισόδου	
5	44.440	70.000	OK	Συναρμολής Εξόδου	
4	44.440	50.000	OK	Συναρμολής Εισόδου	
4	44.440	50.000	OK	Συναρμολής Εξόδου	
9. Μήκος κλωθειδούς <> Ακτίνες					
Κορυφή	Lmin	L	Παροχήρηση		
5	61.968	70.000	OK	Συναρμολής Εισόδου	
5	61.968	70.000	OK	Συναρμολής Εξόδου	
4	36.661	50.000	OK	Συναρμολής Εισόδου	
4	36.661	50.000	OK	Συναρμολής Εξόδου	
10. Μέγιστο Μήκος κλωθειδούς <> Ακτίνες					
Κορυφή	R	L	Lmax	Παροχήρηση	
5	800.000	70.000	138.564	OK Συναρμολής Εισόδου	
5	800.000	70.000	138.564	OK Συναρμολής Εξόδου	
4	280.000	50.000	81.976	OK Συναρμολής Εισόδου	
4	280.000	50.000	81.976	OK Συναρμολής Εξόδου	
11. Αλληλουχία Ακτίνων					
I	J	R1	R2	R1/R2	A*A Παροχήρηση
4	5	280.000	800.000	.350	1034.016 Προβληματική
12. Μέγιστες κλίσεις Μηκοτομής					
Τοχύτητα	Από	Εως	κλίση_%	Όριο	Παροχήρηση
80	.000	1569.763	1.718	7	OK
80	1569.763	2652.754	5.077	7	OK
80	2652.754	2965.010	2.168	7	OK

**Πίνακας 6-11 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).

13. Ελάχιστες Κλίσεις Μηκοτομής								
	Από	Εως	Κλίση Ποροπήρηση					
	.000	1569.763	1.718 OK					
	1569.763	2652.754	5.077 OK					
	2652.754	2965.010	2.168 OK					
14. Κοίλες & Κυρτές Καμπύλες								
Σημεία	ΧΘ Καμπυλότητα		Minimum Ποροπήρηση					
5	1569.763	60.000	26.000	OK	Κυρτής			
4	2652.754	35.000	30.000	OK	Κοίλης			
15. Ds_Max								
Αριστερή_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Ποροπήρηση
-1	833.213	2.500	903.213	-4.500	1.750	.175	.500	OK
-1	1338.821	-4.500	1408.821	2.500	1.750	.175	.500	OK
-1	2442.837	2.500	2492.837	7.000	1.750	.157	.500	OK
-1	2900.764	7.000	2950.764	2.500	1.750	.157	.500	OK
-2	833.213	2.500	903.213	-4.500	2.000	.200	.500	OK
-2	1338.821	-4.500	1408.821	2.500	2.000	.200	.500	OK
-2	2442.837	2.500	2492.837	7.000	2.000	.180	.500	OK
-2	2900.764	7.000	2950.764	2.500	2.000	.180	.500	OK
Δεξιά_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Ποροπήρηση
1	833.213	2.500	903.213	4.500	1.780	.051	.500	OK
1	1338.821	4.500	1408.821	2.500	1.780	.051	.500	OK
1	2442.837	2.500	2492.837	-7.000	1.780	.338	.500	OK
1	2900.764	-7.000	2950.764	2.500	1.780	.338	.500	OK
2	833.213	2.500	903.213	4.500	2.000	.057	.500	OK
2	1338.821	4.500	1408.821	2.500	2.000	.057	.500	OK
2	2442.837	2.500	2492.837	-7.000	2.000	.380	.500	OK
2	2900.764	-7.000	2950.764	2.500	2.000	.380	.500	OK

**Πίνακας 6-11 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 1<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 1).



### 6.3. Μελέτη 2<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 2) – Αλληλουχία Κυρτώματος – Οριζοντιογραφικής Καμπύλης

Στο περιγραφέν, στο Κεφάλαιο 5.3, οδικό τμήμα της σχεδιασθείσας οδού, πραγματοποιήθηκε έλεγχος τήρησης των Αμερικανικών προδιαγραφών σχεδιασμού των οδών, AASHTO. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Πίνακα 6-12. Βάσει του ελέγχου αυτού, δεν πληρείται η ρύθμιση, σύμφωνα με την οποία το ελάχιστο μήκος της κλωθοειδούς καμπύλης συναρμογής είναι ίσο με την απόσταση που διανύει ο χρήστης σε 2 δευτερόλεπτα, κινούμενος με την ταχύτητα μελέτης. Στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα, η ταχύτητα μελέτης είναι 80 km/h και επομένως η απόσταση που διανύει σε 2 s, ισούται με:  $22,2_{m/s} \cdot 2_s = 44,4$  m. Το μήκος της κλωθοειδούς, όπως αρχικώς σχεδιάστηκε, είναι ίσο με 40 m. Θεωρήθηκε σκόπιμη η μη μετατροπή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οριζοντιογραφίας, λόγω της μικρής διαφοράς του ελάχιστου μήκους κλωθοειδούς με το μήκος της σχεδιασθείσας κλωθοειδούς, αλλά και λόγω της επουσιώδους σημασίας του μήκους της καμπύλης συναρμογής, ως προς το πρόβλημα οδικής ασφάλειας, όπως αυτό αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 5.3.

**Εξακολουθεί να υφίσταται**, το περιγραφέν στο Κεφάλαιο 5.3, **πρόβλημα οδικής ασφάλειας**, που σχετίζεται με την απόκρυψη οριζοντιογραφικής καμπύλης εξαιτίας κυρτής κατακόρυφης καμπύλης.

#### 6.3.1. Οδηγίες

Στις Αμερικανικές προδιαγραφές διατυπώνονται **γενικές οδηγίες** στον σχεδιασμό της οδού, με στόχο την εναρμόνιση της οριζοντιογραφικής χάραξης της οδού με την μηκοτομή αυτής, ούτως ώστε, η τελική οδική υποδομή να παρέχει ασφάλεια στον χρήστη της. Έτσι, σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, **η αρχή «κλειστής» οριζοντιογραφικής καμπύλης δεν πρέπει να βρίσκεται ή να απέχει μικρή απόσταση από την κορυφή κυρτής κατακόρυφης καμπύλης**. Αυτή η σχεδίαση είναι ανεπιθύμητη, επειδή ο οδηγός δύναται να μην αντιληφθεί την αλλαγή διεύθυνσης της πορείας της οδού, ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες (AASHTO 2004d). Παρόλα αυτά, δεν καθορίζεται μια ελάχιστη τιμή για την απόσταση μεταξύ

της κορυφής της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης και της αρχής της οριζοντιογραφικής καμπύλης.

### **6.3.2. Ορατότητα**

Οι προδιαγραφές AASHTO χρησιμοποιούν ορισμένες παραδοχές για τον υπολογισμό των υφιστάμενων ορατοτήτων. Βασική **παραδοχή** είναι ότι το **ύψος εμποδίου** στην οδό, **ισούται με 0,6 m**, η οποία είναι ουσιαστικά μια αυθαίρετη αλλά ορθολογική υπόθεση, ως προς το μέγεθος του υπάρχοντος επί της οδού εμποδίου και ως προς την δυνατότητα του οδηγού να το αντιληφθεί και να αντιδράσει έγκαιρα. Αντικείμενο ύψους 0,6 m αντιπροσωπεύει εμπόδιο που εμπλέκει τον οδηγό σε κίνδυνο, αλλά δύναται να αναγνωρισθεί από αυτόν έγκαιρα, ώστε να αποφευχθεί η σύγκρουση με αυτό το εμπόδιο. Η υιοθέτηση μικρότερου ύψους εμποδίου, για τον υπολογισμό της απόστασης ορατότητας για στάση, θα είχε δυσμενείς επιπτώσεις στο κόστος της κατασκευής, λόγω πρόσθετων εκσκαφών, χωρίς εξακριβωμένα οφέλη ως προς την ασφάλεια (AASHTO 2004d).

Στο Σχέδιο 25 – Παράρτημα παρουσιάζονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση και τα υφιστάμενα μήκη ορατότητας, για ταχύτητα κίνησης του οχήματος 100 km/h, βάσει των προδιαγραφών AASHTO. Σε σύγκριση με τα σχεδιαζόμενο, για την ίδια ταχύτητα, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, διάγραμμα ορατοτήτων, παρατηρείται **αύξηση του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση**, που υπολογίστηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές **AASHTO**, εξαιτίας της υιοθέτησης χρόνου αντίδρασης ίσου με 2,5 s, σε αντίθεση με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, όπου λήφθηκε χρόνος αντίδρασης ίσος με 2 s.

Επιπλέον η υιοθέτηση μεγάλου ύψους εμποδίου, που είναι 0,6 m σύμφωνα με τις Αμερικανικές προδιαγραφές, συγκριτικά με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ (ύψος εμποδίου ίσο με 0,25 για λειτουργική ταχύτητα  $V_{85}$  ίση με 100 km/h), έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των υφιστάμενων μηκών ορατότητας, στις ίδιες χιλιομετρικές θέσεις, στις οποίες περιορίζεται το υφιστάμενο μήκος ορατότητας, εξαιτίας της γεωμετρίας της μηκοτομής. Παραδείγματος χάριν, στην Χ.Θ. 1+000, βάσει ξεχωριστής χιλιομέτρησης του οδικού τμήματος, το υφιστάμενο μήκος ορατότητας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, είναι ίσο με 180 m, ενώ στην αντίστοιχη θέση, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, είναι ίσο με 150 m. Αντιθέτως στην Χ.Θ. 0+300 το υφιστάμενο μήκος ορατότητας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO αλλά και τις

ΟΜΟΕ, είναι ίσο με 200 m, καθώς στην θέση αυτή το υφιστάμενο μήκος ορατότητας περιορίζεται εξαιτίας των πρανών.

### **6.3.3. Συστάσεις**

Τέλος, **συνιστάται**, βάσει των ίδιων προδιαγραφών, η **αποφυγή σχεδίασης διαδοχικών, ομόρροπων οριζοντιογραφικών καμπύλων**, που έχουν **μεταξύ τους, ευθύγραμμο τμήμα μικρού μήκους**, επειδή η συγκεκριμένη σχεδίαση είναι αντίθετη με τις προσδοκίες των χρηστών της οδού. Εξαιρούνται οι περιπτώσεις με ασύνηθες τοπογραφικό ανάγλυφο ή με παρόδιες εγκαταστάσεις, που κάνουν ανέφικτες τις εναλλακτικές σχεδιάσεις. Οι περιπτώσεις στις οποίες, το ενδιάμεσο ευθύγραμμο τμήμα, μεταξύ διαδοχικών ομόρροπων οριζοντιογραφικών καμπύλων, είναι σημαντικού μήκους, συμφωνούν με τις αρχές οδικής ασφάλειας (AASHTO 2004d). Στις Αμερικανικές προδιαγραφές δεν καθορίζεται η τιμή του ελάχιστου μήκους, αυτού του ευθυγράμμου τμήματος. Αντιθέτως, στις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, καθορίζεται η ελάχιστη τιμή του μήκους του ευθυγράμμου τμήματος, ίση με το βλάσιο της ταχύτητας μελέτης (η σχέση αυτή δεν προκύπτει από φυσικό νόμο ή πειραματικά δεδομένα).

Ελεγχτοι AASHTO 2004 - L9			
<b>1. Ταχύτητα</b>			
Εγκυρη Ταχύτητα	>	80	
<b>2. Μορφολογία</b>			
Εγκυρη Μορφολογία	>	OREIND	
<b>3. Συνδυασμος Μορφολογίας - Ταχύτητας</b>			
Εγκυρος Συνδυασμός			
<b>4. Επικλίσεις</b>			
Κορυφή	Επικλίση	Minimum	Maximum Ποροκτήρηση
9	6.300	4.000	12.000 OK
8	7.000	4.000	12.000 OK
<b>5. Ακτίνας</b>			
Κορυφή	Ακτίνας	Minimum	Ποροκτήρηση
9	500.000	248.245	OK
8	300.000	239.970	OK

**Πίνακας 6-12 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).

6. Υπορξη Κλωθοειδούς <> Ακτίνας								
Κορυφή	Κλωθ._Εισόδου	Ακτίνας	Κλωθ._Εξόδου	Maximum Ποικιλήρηση				
9	60.000	500.000	60.000	379.000 OK				
8	40.000	300.000	40.000	379.000 OK				
7. Μήκος Κυκλικού Τόξου								
Κορυφή	Ακτίνας	Μήκος_Κύκλου	Μίν_Μήκος	Ποικιλήρηση				
9	500.000	282.042	240.000	OK				
8	300.000	499.165	240.000	OK				
8. Μήκος Κλωθοειδούς <> Τοχύτητα								
Κορυφή	Lmín	L Ποικιλήρηση						
9	44.440	60.000	OK	Συναρμογής Εισόδου				
9	44.440	60.000	OK	Συναρμογής Εξόδου				
8	44.440	40.000	OK	Πρόβλημα Συναρμογής Εισόδου				
8	44.440	40.000	OK	Πρόβλημα Συναρμογής Εξόδου				
9. Μήκος Κλωθοειδούς <> Ακτίνας								
Κορυφή	Lmín	L Ποικιλήρηση						
9	48.990	60.000	OK	Συναρμογής Εισόδου				
9	48.990	60.000	OK	Συναρμογής Εξόδου				
8	37.947	40.000	OK	Συναρμογής Εισόδου				
8	37.947	40.000	OK	Συναρμογής Εξόδου				
10. Μέγιστο Μήκος Κλωθοειδούς <> Ακτίνας								
Κορυφή	R	L	Lmax	Ποικιλήρηση				
9	500.000	60.000	109.545	OK	Συναρμογής Εισόδου			
9	500.000	60.000	109.545	OK	Συναρμογής Εξόδου			
8	300.000	40.000	84.853	OK	Συναρμογής Εισόδου			
8	300.000	40.000	84.853	OK	Συναρμογής Εξόδου			
11. Αλληλουχία Ακτίνων								
I	J	R1	R2	R1/R2	A*A Ποικιλήρηση			
8	9	300.000	500.000	.600	509.354 Προβληματική			
12. Μέγιστες Κλίσεις Μηκοτομής								
Τοχύτητα	Από	Εως	Κλίση_%	Όριο	Ποικιλήρηση			
80	.000	1080.000	3.311	7	OK			
80	1080.000	2000.000	3.038	7	OK			
13. Ελάχιστες Κλίσεις Μηκοτομής								
Από	Εως	Κλίση	Ποικιλήρηση					
.000	1080.000	3.311	OK					
1080.000	2000.000	3.038	OK					
14. Κοίλες & Κυρτές Καμπύλες								
Σημεία	ΧΘ	Καμπυλότητα	Minimum	Ποικιλήρηση				
9	1080.000	50.000	26.000	OK Κυρτής				
15. Ds_Max								
Αριστερή_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Ποικιλήρηση
-1	226.153	2.500	286.153	6.300	1.750	.111	.500	OK
-1	568.195	6.300	628.195	2.500	1.750	.111	.500	OK
-1	1137.548	2.500	1177.548	7.000	1.750	.197	.500	OK
-1	1676.714	7.000	1716.714	2.500	1.750	.197	.500	OK
-2	226.153	2.500	286.153	6.300	2.000	.127	.500	OK
-2	568.195	6.300	628.195	2.500	2.000	.127	.500	OK
-2	1137.548	2.500	1177.548	7.000	2.000	.225	.500	OK
-2	1676.714	7.000	1716.714	2.500	2.000	.225	.500	OK
Δεξιά_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Ποικιλήρηση
1	226.153	2.500	286.153	-6.300	1.750	.257	.500	OK
1	568.195	-6.300	628.195	2.500	1.750	.257	.500	OK
1	1137.548	2.500	1177.548	-7.000	1.750	.416	.500	OK
1	1676.714	-7.000	1716.714	2.500	1.750	.416	.500	OK
2	226.153	2.500	286.153	-6.300	2.000	.293	.500	OK
2	568.195	-6.300	628.195	2.500	2.000	.293	.500	OK
2	1137.548	2.500	1177.548	-7.000	2.000	.475	.500	OK
2	1676.714	-7.000	1716.714	2.500	2.000	.475	.500	OK

Πίνακας 6-12 (2<sup>ο</sup> μέρος) : Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 2<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 2).

## 6.4. Μελέτη 3<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 3) – Οπτική Θλάση Οδού

Στο περιγραφέν, στο Κεφάλαιο 5.3, οδικό τμήμα της σχεδιασθείσας οδού, πραγματοποιήθηκε έλεγχος τήρησης των Αμερικανικών προδιαγραφών σχεδιασμού των οδών, AASHTO. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-13, βάσει των οποίων απαιτείται αύξηση του μήκους της κλωθοειδούς της οριζοντιογραφικής καμπύλης K14, από 40 m σε 45 m κατ' ελάχιστον. Η διαφορά αυτή κρίνεται αμελητέα, ώστε να μην επηρεάζει τους παράγοντες που δημιουργούν πρόβλημα, ως προς την οδική ασφάλεια, στο τμήμα αυτό της οδού.

**Εξακολουθεί να υφίσταται**, το περιγραφέν στο Κεφάλαιο 5.4, **πρόβλημα οδικής ασφάλειας**, που σχετίζεται με την οπτική θλάση της πορείας της οδού και τον περιορισμό της ορατότητας του χρήστη, εξαιτίας των πρηνών ορυγμάτων.

### 6.4.1. Κανονισμοί

Οι προδιαγραφές AASHTO, για την **αποφυγή εμφάνισης του φαινομένου της θλάσης** της πορείας της οδού, εισάγουν έναν έλεγχο, βάσει του οποίου το ελάχιστο μήκος του κυκλικού τόξου μιας οριζοντιογραφικής καμπύλης, εκφρασμένο σε μέτρα, ισούται με το τριπλάσιο της ταχύτητας μελέτης, εκφρασμένης σε km/h (Σχέση 6.2) (AASHTO 2004d). Η ισότητα αυτή δεν προκύπτει από κάποια φυσική σχέση ή πειραματικά δεδομένα. Στην περίπτωση του εξεταζόμενου οδικού τμήματος, το μήκος του κυκλικού τόξου είναι 379 m, ενώ το ελάχιστο απαιτούμενο είναι 240 m.

### 6.4.2. Ορατότητα

Τέλος, στο Σχέδιο 26 – Παράρτημα παρουσιάζονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση και τα υφιστάμενα μήκη ορατότητας, για ταχύτητα κίνησης του οχήματος 100 km/h, βάσει των προδιαγραφών AASHTO. Όπως εξηγήθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το υπολογισμένο, σύμφωνα με τις προδιαγραφές AASHTO, απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση είναι μεγαλύτερο από αυτό που υπολογίσθηκε, σύμφωνα με τις προδιαγραφές OMOE, για τις ίδιες ταχύτητες, εξαιτίας της διαφοράς στον υιοθετούμενο, από τις προδιαγραφές, χρόνο αντίδρασης. Στις θέσεις στις οποίες το υφιστάμενο μήκος ορατότητας καθορίζεται από τα πρηνή ορυγμάτων, δεν παρατηρείται μεταβολή στην τιμή αυτού, ανάλογα με την υιοθέτηση διαφορετικών προδιαγραφών.

Ελεγχοι AASHTO 2004 - L9					
1. Ταχύτητα					
Εγκυρη Ταχύτητα	>	80			
2. Μορφολογία					
Εγκυρη Μορφολογία	>	OREINO			
3. Συνδυασμος Μορφολογίας - Ταχύτητας					
Εγκυρος Συνδυασμός					
4. Επικλίσεις					
Κορυφή	Επικλίση	Minimum	Maximum	Παρετήρηση	
14	7.000	4.000	12.000	OK	
5. Ακτίνα					
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum	Παρετήρηση		
14	340.000	239.970	OK		
6. Υψοξη Κλωθειδούς <> Ακτίνα					
Κορυφή	Κλωθ._Εισόδου	Ακτίνα	Κλωθ._Εξόδου	Maximum Παρετήρηση	
14	40.000	340.000	40.000	379.000 OK	
7. Μήκος Κυκλικού Τόξου					
Κορυφή	Ακτίνα	Μήκος_Κύκλου	Min_Μήκος	Παρετήρηση	
14	340.000	378.752	240.000	OK	
8. Μήκος Κλωθειδούς <> Ταχύτητα					
Κορυφή	Lmin	L	Παρετήρηση		
14	44.440	40.000	Πρόβλημα Συναρμογής Εισόδου		
14	44.440	40.000	Πρόβλημα Συναρμογής Εξόδου		
9. Μήκος Κλωθειδούς <> Ακτίνα					
Κορυφή	Lmin	L	Παρετήρηση		
14	40.398	40.000	Πρόβλημα Συναρμογής Εισόδου		
14	40.398	40.000	Πρόβλημα Συναρμογής Εξόδου		
10. Μέγιστο Μήκος Κλωθειδούς <> Ακτίνα					
Κορυφή	R	L	Lmax	Παρετήρηση	
14	340.000	40.000	90.333	OK Συναρμογής Εισόδου	
14	340.000	40.000	90.333	OK Συναρμογής Εξόδου	
12. Μέγιστες Κλίσεις Μηκοτομής					
Ταχύτητα	Από	Εως	Κλίση_%	Όριο	Παρετήρηση
80	.000	702.436	6.975	7	OK
80	702.436	1289.298	1.022	7	OK
80	1289.298	1968.882	6.990	7	OK
13. Ελάχιστες Κλίσεις Μηκοτομής					
	Από	Εως	Κλίση	Παρετήρηση	
	.000	702.436	6.975	OK	
	702.436	1289.298	1.022	OK	
	1289.298	1968.882	6.990	OK	
14. Κοίλες & Κυρτές Καμπύλες					
Σημεία	XB	Καμπυλότητα	Minimum	Παρετήρηση	
15	702.436	33.000	30.000	OK Κοίλης	
16	1289.298	80.000	26.000	OK Κυρτής	

**Πίνακας 6-13 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).

15. Ds_Max								
Αριστερή_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds Max_ds		Παροχήρηση
-1	706.328	2.500	746.328	-7.000	1.750	.416	.500	OK
-1	1125.080	-7.000	1165.080	2.500	1.750	.416	.500	OK
-2	706.328	2.500	746.328	-7.000	2.000	.475	.500	OK
-2	1125.080	-7.000	1165.080	2.500	2.000	.475	.500	OK
Δεξιά_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds Max_ds		Παροχήρηση
1	706.328	2.500	746.328	7.000	1.750	.197	.500	OK
1	1125.080	7.000	1165.080	2.500	1.750	.197	.500	OK
2	706.328	2.500	746.328	7.000	2.000	.225	.500	OK
2	1125.080	7.000	1165.080	2.500	2.000	.225	.500	OK

**Πίνακας 6-13 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 3<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 3).

## 6.5. Μελέτη 4<sup>ης</sup> Περίπτωσης Προβλήματος Οδικής Ασφάλειας (Case Study 4) – Βύθισμα

Στο οδικό τμήμα της σχεδιασθείσας οδού, που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 5.5, πραγματοποιήθηκε έλεγχος τήρησης των Αμερικανικών προδιαγραφών σχεδιασμού των οδών, AASHTO. Τα εξαγόμενα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-14. Βάσει αυτών των αποτελεσμάτων, **πληρούνται οι προδιαγραφές AASHTO** και έτσι, δεν θεωρήθηκε απαραίτητος ο επανασχεδιασμός του οδικού τμήματος.

**Εξακολουθεί να υφίσταται**, το περιγραφέν στο Κεφάλαιο 5.5, **πρόβλημα οδικής ασφάλειας**, που σχετίζεται με την ύπαρξη οδικού τμήματος που χάνεται από το οπτικό πεδίο του οδηγού (βύθισμα), εξαιτίας της σχεδίασης αλληλουχίας τριών αντίρροπων κατακόρυφων καμπύλων προσαρμογής κλίσης στην μηκοτομή (κύρτωμα – κοίλωμα – κύρτωμα).

### 6.5.1. Συστάσεις

Στις Αμερικανικές προδιαγραφές, διατυπώνεται η **σύσταση αποφυγής σχεδιασμού** μηκοτομής της οδού, που έχει ως αποτέλεσμα την απόκρυψη του **βυθίσματος της οδού (hidden-dip)** στον χρήστη. Προϋποθέσεις για την παραπάνω απόκρυψη, όπως περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 5.5, είναι η σχεδίαση ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους στην οριζοντιογραφία και η σχεδίαση ερυθράς γραμμής που ακολουθεί την κυματοειδή επιφάνεια του εδάφους στην μηκοτομή. Σε περίπτωση υιοθέτησης αυτού του σχεδιασμού, υφίσταται κίνδυνος ατυχημάτων, κυρίως κατά την εκτέλεση ελιγμών προσπέρασης, επειδή ενδέχεται να μην γίνει ορατό, στον εκτελούντα την προσπέραση οδηγό, το αντίθετως κινούμενο όχημα εντός του βυθίσματος (AASHTO 2004d). Δεν καθορίζονται οι ελάχιστες οριακές τιμές των καμπυλοτήτων, που δύνανται να έχουν οι διαδοχικές κατακόρυφες καμπύλες, οι οποίες δημιουργούν το βύθισμα, ούτε και οι ελάχιστες οριακές τιμές των αποστάσεων μεταξύ των κατακόρυφων καμπύλων, ώστε να αμβλυνθεί το πρόβλημα. Διατυπώνεται η γενική σύσταση για εναλλακτική οριζοντιογραφική σχεδίαση με χρήση καμπύλων, αντί της ευθυγραμμίας μεγάλου μήκους ή εναλλακτική σχεδίαση της μηκοτομής με χρήση ηπιότερων κλίσεων.



**6.5.2. Ορατότητα**

Τέλος, στο Σχέδιο 27 – Παράρτημα παρουσιάζεται το διάγραμμα ορατοτήτων για στάση, σύμφωνα με τις Αμερικάνικες προδιαγραφές AASHTO, για ταχύτητα κίνησης 100 km/h. Η διακύμανση των απεικονιζόμενων μεγεθών (απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση και υφιστάμενου μήκους ορατότητας) αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 5.5. Οι ποσοτικές διαφορές των συγκεκριμένων μεγεθών που προκύπτουν λόγω της υιοθέτησης διαφορετικών προδιαγραφών (ΟΜΟΕ, AASHTO), στις ίδιες χιλιομετρικές θέσεις, αναλύθηκαν στα Κεφάλαια 6.3 και 6.4.

Ελεγχοί AASHTO 2004 - L9				
1. Ταχύτητα				
Εγκυρη Ταχύτητα	>	80		
2. Μορφολογία				
Εγκυρη Μορφολογία	>	OREINO		
3. Συνδυασμός Μορφολογίας - Ταχύτητας				
Εγκυρος Συνδυασμός				
4. Επικλίσεις				
Κορυφή	Επικλίση	Minimum	Maximum	Παράτηρηση
16	6.500	4.000	12.000	OK
5. Ακτίνα				
Κορυφή	Ακτίνα	Minimum	Παράτηρηση	
16	450.000	245.823	OK	
6. Υπαρξη Κλωθοειδούς <> Ακτίνα				
Κορυφή	Κλωθ._Εισόδου	Ακτίνα	Κλωθ._Εξόδου	Maximum Παράτηρηση
16	55.000	450.000	55.000	379.000 OK
7. Μήκος Κυκλικού Τόξου				
Κορυφή	Ακτίνα	Μήκος_Κύκλου	Min_Μήκος	Παράτηρηση
16	450.000	510.599	240.000	OK
8. Μήκος Κλωθοειδούς <> Ταχύτητα				
Κορυφή	Lmin	L	Παράτηρηση	
16	44.440	55.000	OK	
16	44.440	55.000	OK	
9. Μήκος Κλωθοειδούς <> Ακτίνα				
Κορυφή	Lmin	L	Παράτηρηση	
16	46.476	55.000	OK	
16	46.476	55.000	OK	
			Συναρμογής Εισόδου	
			Συναρμογής Εξόδου	

**Πίνακας 6-14 (1<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).

10. Μέγιστο Μήκος Κλωθειδούς <> Ακτίνα								
Κορυφή	R	L	Lmax	Παροχήρηση				
16	450.000	55.000	103.923	OK	Συνορμολής	Εισόδου		
16	450.000	55.000	103.923	OK	Συνορμολής	Εξόδου		

12. Μέγιστες Κλίσεις Μηκοτομής								
Τοχύτητα	Από	Εως	Κλίση_%	Όριο	Παροχήρηση			
80	.000	602.414	3.626	7	OK			
80	602.414	833.414	.866	7	OK			
80	833.414	1172.985	6.987	7	OK			
80	1172.985	2140.918	4.161	7	OK			
80	2140.918	2361.087	5.120	7	OK			

13. Ελάχιστες Κλίσεις Μηκοτομής								
	Από	Εως	Κλίση	Παροχήρηση				
	.000	602.414	3.626	OK				
	602.414	833.414	.866	OK				
	833.414	1172.985	6.987	OK				
	1172.985	2140.918	4.161	OK				
	2140.918	2361.087	5.120	OK				

14. Κοίλες & Κυρτές Κομπύλες								
Σημεία	ΧΘ	Κομπυλότητα	Minimum	Παροχήρηση				
21	602.414	45.000	26.000	OK	Κυρτής			
20	833.414	33.000	30.000	OK	Κοίλης			
19	1172.985	100.000	26.000	OK	Κυρτής			
18	2140.918	45.000	26.000	OK	Κυρτής			

15. Ds_Max								
Αριστερή_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Παροχήρηση
-1	1283.446	2.500	1338.446	6.500	1.750	.127	.500	OK
-1	1849.045	6.500	1904.045	2.500	1.750	.127	.500	OK
-2	1283.446	2.500	1338.446	6.500	2.000	.145	.500	OK
-2	1849.045	6.500	1904.045	2.500	2.000	.145	.500	OK

Δεξιό_Οριογραμμή								
Ο/Γ	ΧΘ_1	Επικλίση_1	ΧΘ_2	Επικλίση_2	Πλάτος	Ds	Max_ds	Παροχήρηση
1	1283.446	2.500	1338.446	-6.500	1.750	.286	.500	OK
1	1849.045	-6.500	1904.045	2.500	1.750	.286	.500	OK
2	1283.446	2.500	1338.446	-6.500	2.000	.327	.500	OK
2	1849.045	-6.500	1904.045	2.500	2.000	.327	.500	OK

**Πίνακας 6-14 (2<sup>ο</sup> μέρος) :** Έλεγχοι προδιαγραφών AASHTO στο υπό μελέτη οδικό τμήμα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4).

## 7. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

### 7.1. Προτεινόμενη Λύση 1<sup>ο</sup> Προβλήματος (Case Study 1)

Προτεινόμενη λύση, για το εμφανιζόμενο πρόβλημα στο 4<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσας οδού, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι (Case Study 1), είναι η **αύξηση της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης K4**, από 280 σε 400 μέτρα, επειδή σε αυτή παρουσιάζεται πρόβλημα ενδεχόμενης εκτροπής των διερχομένων οχημάτων, λόγω της υψηλής ταχύτητάς τους και της μικρής ακτίνας της καμπύλης. **Αντικαθίσταται επίσης η ευθυγραμμία**, μήκους 1.034 μέτρων, που συνδέει τις οριζοντιογραφικές καμπύλες K5 – K4, **με μία αλληλουχία οριζοντιογραφικών καμπύλων (K5, K5-, K4+, K4)**, με μικρά ενδιάμεσα ευθύγραμμα τμήματα, με σταδιακά μειούμενη την τιμή των ακτίνων των καμπύλων. Στην νέα οριζοντιογραφική σχεδίαση έχει αντικατασταθεί η καμπύλη K5, ακτίνας 800 μέτρων, η ευθυγραμμία μήκους 1.034 μέτρων και η καμπύλη K4, ακτίνας 280 μέτρων, με διαδοχικές οριζοντιογραφικές καμπύλες K5, ακτίνας 950 μέτρων, K5-, ακτίνας 780 μέτρων, K4+, ακτίνας 435 μέτρων και K4, ακτίνας 400 μέτρων. Κανένα από τα τρία ενδιάμεσα ευθύγραμμα τμήματα μεταξύ των καμπύλων δεν έχει μεγαλύτερο μήκος από τα 150 μέτρα (Σχέδιο 28 – Παράρτημα).

Η αύξηση του μήκους του οδικού τμήματος μεταξύ των οριζοντιογραφικών καμπύλων K5 – K4, σε συνδυασμό με την αύξηση του υψομέτρου των σημείων του εδάφους από όπου διέρχεται η νέα σχεδιασθείσα οδός, λόγω της μετατόπισής της στα ανάντι, στην περιοχή της οριζοντιογραφικής καμπύλης K4, επέφερε την **μείωση της κλίσης της οδού**, μεταξύ της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης k5 και της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k4. Έτσι, σύμφωνα με το σχέδιο της μηκοτομής (Σχέδιο 29 – Παράρτημα), η κλίση της οδού μεταξύ της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης k5 και της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k4 είναι 4%, σε σχέση με την αρχική τιμή της που ήταν 5,08%.

### **7.1.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού**

Η νέα σχεδίαση του συγκεκριμένου οδικού τμήματος έχει το πλεονέκτημα, ως προς την οδική ασφάλεια, έναντι της αρχικής σχεδίασης, ότι αποφεύγει την υιοθέτηση της ελάχιστης οριακής τιμής της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης K4, με αποτέλεσμα την **αύξηση της ταχύτητας εκτροπής**, δίδοντας στους χρήστες τις οδού την δυνατότητα διέλευσης από την καμπύλη K4 με υψηλότερη ταχύτητα.

Άλλο πλεονέκτημα του νέου σχεδιασμού, του συγκεκριμένου οδικού τμήματος, είναι **ο περιορισμός της εκτιμηθείσας λειτουργικής ταχύτητας**, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, για τις οριζοντιογραφικές καμπύλες K5, K5-, K4+, K4 στα 99, 98, 94 και 93 km/h αντίστοιχα. Αντίθετα, η εκτιμηθείσα ταχύτητα κίνησης των χρηστών της οδού στην ευθυγραμμία είναι, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ, ίση με 103,5 km/h. Η ταχύτητα αυτή, για τους λόγους που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 5.2., ενδέχεται να είναι υψηλότερη της εκτιμηθείσας και οι χρήστες στην πραγματικότητα να κινούνται με υψηλότερη ταχύτητα από αυτή των 103,5 km/h. Επίσης, η κατωφερής κλίση της οδού στην νέα σχεδίαση είναι ηπιότερη, με πιθανή επίδραση στην ταχύτητα των χρηστών της.

Η σταδιακή απομείωση της ταχύτητας της κίνησης των χρηστών της οδού, καθώς αυτοί προσεγγίζουν την οριζοντιογραφική καμπύλη K4, όταν κινούνται προς Καστέλλι, αποτελεί άλλο πλεονέκτημα της νέας χάραξης του προαναφερθέντος οδικού τμήματος. Εξαιτίας της σταδιακής μείωσης της ακτίνας των διαδοχικών καμπύλων K5, K5-, K4+, K4 επιτυγχάνεται, καθ' όλο το μήκος της οδού μεταξύ οριζοντιογραφικής καμπύλης K5 και K4, η **βαθμιαία μείωση της ταχύτητας των χρηστών της οδού**, που κινούνται στην κατεύθυνση προς Καστέλλι. Η νέα σχεδίαση παρέχει, στο συγκεκριμένο οδικό τμήμα, περισσότερη **ομοιογένεια** στα χαρακτηριστικά του.

Σημειώνεται ότι η νέα χάραξη του συγκεκριμένου οδικού τμήματος, δεν απαιτεί ιδιαίτερη αύξηση των χωματισμών. Μειονέκτημα της νέας σχεδίασης αποτελεί η αύξηση του μήκους του προαναφερθέντος οδικού τμήματος, με αποτέλεσμα ανάλογη αύξηση του κατασκευαστικού κόστους.

**7.1.2. Πρόταση**

Γενικότερα, στην περίπτωση αλληλουχίας ευθυγραμμίας – οριζοντιογραφικής καμπύλης, προτείνεται έλεγχος ανάλογος με τον υπάρχοντα στις Γερμανικές προδιαγραφές, που προβλέπει την σύνδεση της ελάχιστης τιμής της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης με το μήκος της ευθυγραμμίας (RAS 1984; Κανελλαΐδης 2007).

15. L>300 R>400 , L<300 R>L - RASL95					
Κορυφή	Ευθυγραμμία	Ακτίνα	Μin_Ακτίνα	Διαφορά	Πηλίκιο Παροχήρηση
5	543.896	950.000	400.000	-550.000	.421 OK
5-	69.008	780.000	69.008	710.992	.088 OK
4+	25.151	435.000	25.151	409.849	.058 OK
4	130.597	400.000	130.597	269.403	.326 OK
5	69.008	950.000	69.008	880.992	.073 OK
5-	25.151	780.000	25.151	754.849	.032 OK
4+	130.597	435.000	130.597	304.403	.300 OK
4	133.362	400.000	133.362	266.638	.333 OK

**Πίνακας 7-1 :** Έλεγχος ελάχιστων ακτίνων (R) οριζοντιογραφικών καμπύλων κατά την σύνδεσή τους με ευθυγραμμίες (μήκους L).

## 7.2. Προτεινόμενη Λύση 2<sup>ο</sup> Προβλήματος (Case Study 2)

Προτεινόμενη λύση, για τα εμφανιζόμενα προβλήματα οδικής ασφάλειας στο 10<sup>ο</sup> και 11<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της συγκεκριμένης σχεδιασθείσας οδού, στην κατεύθυνση προς Καστέλλι (Case Study 2), είναι η **αντικατάσταση των δύο διαδοχικών ομόροπων οριζοντιογραφικών καμπύλων K9 και K8**, ακτίνας 500 και 300 μέτρων αντίστοιχα και της μεταξύ τους ευθυγραμμίας 509 μέτρων, **με μια ενιαία οριζοντιογραφική καμπύλη K8/9**, ακτίνας 580 μέτρων και μεγάλου κυκλικού τόξου 1.350 μέτρων, όπως φαίνεται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας (Σχέδιο 30 – Παράρτημα), με αποτέλεσμα την υπέρβαση της οριακής τιμής της ακτίνας οριζοντιογραφικής καμπύλης που θέτουν οι προδιαγραφές ΟΜΟΕ και όχι την οριακή της κάλυψη. Σχεδιάστηκε η μηκοτομή της οδού, με **αύξηση της ακτίνας καμπυλότητας της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης k9 από 5.000 μέτρα σε 22.000 μέτρα** (Σχέδιο 31 – Παράρτημα), ούτως ώστε το συνολικό μήκος της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης (1.397 μέτρα) να είναι σχεδόν ίσο με το μήκος της οριζοντιογραφικής καμπύλης (1.529 μέτρα).

### 7.2.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού

Βασικό πλεονέκτημα του νέου σχεδιασμού είναι, ότι ουσιαστικά **εξαλείφει το πρόβλημα της απόκρυψης της οριζοντιογραφικής καμπύλης K8**. Ο περιορισμός της ορατότητας του χρήστη, εξαιτίας της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης K9, παύει να υφίσταται, όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα ορατοτήτων (Σχέδιο 32 – Παράρτημα), το οποίο καταρτήθηκε για λειτουργική ταχύτητα 100 km/h, σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΟΜΟΕ και στο οποίο εμφανίζεται η επάρκεια του υφιστάμενου μήκους ορατότητας, σε σχέση με το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση.

Με την νέα σχεδίαση της μηκοτομής της οδού, **τα σημεία καμπής στην οριζοντιογραφία και την μηκοτομή περίπου συμπίπτουν**, με αποτέλεσμα, η προοπτική εικόνα της οδού να γίνεται ιδιαίτερα ευχάριστη και η χάραξη να πλεονεκτεί από άποψη δυναμικής της κίνησης. Επιπλέον, με την χάραξη της ενιαίας οριζοντιογραφικής καμπύλης K8/9, αντί των δύο ομόροπων καμπύλων, το τμήμα αυτό της οδού είναι σύμφωνο με τις προσδοκίες του χρήστη.

Η νέα χάραξη πλεονεκτεί, ως προς την **απορροή των υδάτων**, διότι στα σημεία με μηδενική κατά μήκος κλίση η οριζοντιογραφία είναι σε καμπύλη, άρα εφαρμόζεται η μέγιστη επίκλιση, ενώ στην περιοχή της καμπύλης συναρμογής, όπου η επίκλιση είναι περίπου μηδενική, υπάρχει μέγιστη κατά μήκος κλίση (Δραγομάνοβιτς 2000).

Η νέα χάραξη της οδού προσαρμόστηκε στο τοπογραφικό ανάγλυφο, χωρίς να απαιτηθεί ιδιαίτερη αύξηση των χωματισμών, όπως φαίνεται στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας. Η προτεινόμενη λύση μειονεκτεί ως προς την απαιτούμενη έκταση για απαλλοτρίωση. Αρχικά η οδός στο συγκεκριμένο τμήμα, διερχόταν κυρίως από χέρσες εκτάσεις, ενώ πλέον διέρχεται από καλλιεργήσιμες εκτάσεις, με συνέπεια την αύξηση του κόστους απαλλοτρίωσης. Επίσης, η αύξηση του μήκους του συγκεκριμένου οδικού τμήματος, κατά 85 μέτρα, αυξάνει ανάλογα το κατασκευαστικό κόστος.

Οι προαναφερθείσες λύσεις προτάθηκαν γι' αυτό το οδικό τμήμα στο συγκεκριμένο τοπογραφικό ανάγλυφο.

### **7.2.2. Πρόταση**

Γενικότερα, στην περίπτωση αλληλουχίας κυρτώματος – οριζοντιογραφικής καμπύλης, επιθυμητό θα ήταν, **οι προδιαγραφές να οριοθετούν ένα ευθύγραμμο τμήμα**, μεταξύ της κορυφής της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης και της αρχής της οριζοντιογραφικής καμπύλης, με ελάχιστο μήκος ανάλογο της λειτουργικής ταχύτητας. Έτσι, ο οδηγός θα διέθετε επαρκή χρόνο για να αντιληφθεί την αλλαγή της διεύθυνσης της πορείας της οδού και να αντιδράσει ανάλογα.

### 7.3. Προτεινόμενη Λύση 3<sup>ου</sup> Προβλήματος (Case Study 3)

Προτεινόμενη λύση για το εμφανιζόμενο πρόβλημα (Case Study 3), στο 15<sup>ο</sup> χιλιόμετρο της σχεδιασθείσης οδού, στην κατεύθυνση προς Ηράκλειο, είναι η **αύξηση της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης K14**, από 340 σε 460 μέτρα, σε συνδυασμό με την **μείωση του μήκους της ευθυγραμμίας** μεταξύ των οριζοντιογραφικών καμπύλων K13 και K14, σε σχέση με την αρχική σχεδίαση (Σχέδιο 33 – Παράρτημα). Επίσης, **αυξήθηκε η ακτίνα καμπυλότητας της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15**, από 3.300 σε 4.300 μέτρα (Σχέδιο 34 – Παραρτήματος).

#### 7.3.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού

Πλεονέκτημα του νέου σχεδιασμού είναι η **μείωση του φαινομένου της θλάσης**, που σχετίζεται με τον λόγο της απόστασης του οδηγού, από την κορυφή της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15, προς το συνολικό μήκος αυτής. Επειδή μειώθηκε το μήκος της ευθυγραμμίας μεταξύ των οριζοντιογραφικών καμπύλων K13 – K14, μειώθηκε η μέγιστη απόσταση του οδηγού από την κορυφή της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15. Επίσης, επειδή αυξήθηκε η ακτίνα καμπυλότητας της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15, από 3.300 σε 4.300 μέτρα, αυξήθηκε το συνολικό μήκος της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15.

Επίσης, επειδή στον νέο σχεδιασμό, μετατοπίστηκε η κορυφή της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15 περίπου στο μέσο του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφικής καμπύλης K14 και επειδή αυξήθηκε το συνολικό μήκος της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k15, επήλθε σύμπτωση των σημείων καμπής της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, που σε συνδυασμό με τον μη οριακό σχεδιασμό της ακτίνας της οριζοντιογραφικής καμπύλης K14, οδήγησε σε **ασφαλέστερη οδό**.

Επίσης, λόγω του ορεινού όγκου στην θέση της οριζοντιογραφικής καμπύλης K14, που περιόριζε το υφιστάμενο μήκος ορατότητας, **απαιτήθηκε πρόσθετη εκσκαφή πλάτους 3 μέτρων**, από την Χ.Θ. 0+577 έως την Χ.Θ. 0+780 (διαφορετική χιλιόμετρηση του συγκεκριμένου οδικού τμήματος), στην δεξιά πλευρά της οδού στην κίνηση προς Ηράκλειο, όπως επίσης, από την Χ.Θ. 0+831 έως την Χ.Θ. 1+075, απαιτήθηκε διεύρυνση πλάτους 1 μέτρου, στο δεξιό τμήμα της οδού. Η πρόσθετη



αυτή εκσκαφή απαιτήθηκε, ώστε στο τελικό διάγραμμα ορατοτήτων (Σχέδιο 35 – Παράρτημα), το υφιστάμενο μήκος ορατότητας να είναι μεγαλύτερο από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση. Η πρόσθετη εκσκαφή έχει όγκο 3.215 m<sup>3</sup>.

Ο νέος σχεδιασμός μειονεκτεί ως προς τον όγκο ορυγμάτων, ο οποίος αυξήθηκε από 70.000 m<sup>3</sup> σε 83.000 m<sup>3</sup>.

#### 7.4. Προτεινόμενη Λύση 4<sup>ο</sup> Προβλήματος (Case Study 4)

Η οριζοντιογραφική σχεδίαση του οδικού τμήματος του 18<sup>ο</sup> και 19<sup>ο</sup> χιλιομέτρου της σχεδιασθείσας οδού, παραμένει αμετάβλητη, όπως περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5.5. Για το εμφανιζόμενο πρόβλημα της 4<sup>ης</sup> περίπτωσης (Case Study 4), το οποίο περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5.5. και αφορά τον κίνδυνο ατυχήματος κατά την εκτέλεση ελιγμού προσπέρασης, εξαιτίας της μη ορατότητας του αντιθέτως κινούμενου οχήματος που βρίσκεται εντός του βυθίσματος, προτείνεται η λύση της **αύξησης των ακτίνων καμπυλότητας των τριών διαδοχικών κατακόρυφων καμπύλων, που αποτελούν το βύθισμα**, καθώς και της αύξησης των αποστάσεων μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, η ακτίνα της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης k21 αυξάνεται από 4.500 σε 55.000 μέτρα, η ακτίνα της κοίλης κατακόρυφης καμπύλης k20 αυξάνεται από 3.300 σε 15.000 μέτρα και η ακτίνα της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης k19 αυξάνεται από 10.000 σε 45.000 μέτρα (Σχέδιο 36 – Παράρτημα).

##### 7.4.1. Αποτελέσματα Νέου Σχεδιασμού

Υιοθετήθηκαν μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας στις κατακόρυφες καμπύλες που αποτελούν το βύθισμα, ώστε να υπερβαίνουν τα όρια που θέτουν οι προδιαγραφές για παροχή απαιτούμενης απόστασης ορατότητας για προσπέραση (Πίνακας 5.3). Σύμφωνα με την νέα χάραξη της μηκοτομής της οδού, στο νέο διάγραμμα ορατοτήτων για στάση και για λειτουργική ταχύτητα 100 km/h (Σχέδιο 37 – Παράρτημα), παρουσιάζεται μεγάλη **αύξηση του υφισταμένου μήκους ορατότητας**, σε σχέση με το διάγραμμα ορατοτήτων του Σχεδίου 23 – Παράρτημα. Σύμφωνα με το νέο διάγραμμα, ο οδηγός κινούμενος στην ευθυγραμμία μεταξύ κορυφών K17 και K16, στην κατεύθυνση προς Καστέλι, **διαθέτει ορατότητα του συνολικού μήκους της ευθυγραμμίας**, επειδή το υφιστάμενο μήκος ορατότητας περιορίζεται μόνο εξαιτίας των πρηνών ορυγμάτων της οριζοντιογραφικής καμπύλης K16 και όχι εξαιτίας του βυθίσματος. Ο οδηγός, εκτελών ελιγμό προσπέρασης, στην κατεύθυνση κίνησης προς Καστέλλι, διακρίνει τα αντιθέτως κινούμενα οχήματα εντός της ευθυγραμμίας.

Μειονέκτημα αυτής της λύσης αποτελεί η αύξηση των απαιτούμενων ορυγμάτων από 65.000 m<sup>3</sup> σε 91.000 m<sup>3</sup>.

### **7.4.2. Πρόταση**

Γενικότερα, σε περιπτώσεις ευθυγραμμίας στην οριζοντιογραφία της οδού και μηκοτομής που ακολουθεί την κυματοειδή επιφάνεια του εδάφους, όταν δεν είναι εφικτή εναλλακτική οριζοντιογραφική σχεδίαση, για αποφυγή εμφάνισης του φαινομένου του βυθίσματος, τότε θα πρέπει τα ελάχιστα όρια των ακτίων καμπυλότητας των κατακόρυφων καμπύλων, να ταυτίζονται με τα όρια των προδιαγραφών που παρέχουν το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση. Η χάραξη της μηκοτομής της οδού θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε **να παρέχεται υποχρεωτικά το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση**, ανεξαρτήτως των επιπλέον χωματισμών που θα προκύπτουν.

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

---

1. **AASHTO (2004a)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Foreword*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
2. **AASHTO (2004b)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 1: Highway Functions*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
3. **AASHTO (2004c)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 2: Design Controls and Criteria*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
4. **AASHTO (2004d)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 3: Elements of Design*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
5. **AASHTO (2004e)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 4: Cross Section Elements*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
6. **AASHTO (2004f)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 7: Rural and Urban Arterials*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
7. **AASHTO (2004g)** “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, *Chapter 10: Grade Separations and Interchanges*, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
8. **Austroroads (2009)** “Guide to Road Safety”, *part 6: Road Safety Audit*, Sydney, Australia.
9. **Bissel H. H., Pilkington G. B., Mason J. M. and Woods D. L. (1982)** “Synthesis of Safety Research Related to Traffic Control and Roadway Elements”, *Chapter 1*, Federal Highway Administration, Washington, D.C.
10. **Bulpitt M. (1994)** “Safety Audit – an Overview”, MIHT, Safety Engineering, Highways and Transportation Department, Kent County Council.
11. **Gillespie T. D. (1992)** “Fundamentals of Vehicle Dynamics”, Society of Automotive Engineers Inc.

12. **Hauer E. (1988)** “A Case for Science-Based Road Safety Design and Management”, In: ‘Highway Safety: At the Crossroads’, ASCE, pp. 241-267.
13. **Hauer E. (1997)** “Highway 407 Safety Review”, Professional Engineers Ontario, Toronto, Canada.
14. **Hauer E. (1999)** “Safety in Geometric Design Standards”, Department of Civil Engineering, University of Toronto, Toronto, Canada, 15 December 1999.
15. **IHT (2008)** “Road safety audit”, The Institution of Highways & Transportation, London, October 2008.
16. **Kanellaidis G. and Vardaki S. (2011)** “Highway Geometric Design from the Perspective of Recent Safety Developments”, ASCE, Journal of Transportation Engineering, Volume 137, Number 12, pp. 841-844, December 2011.
17. **RAS (1984)** “Richtlinien für die Anlage von Straßen”, *Teil: Linienführung*, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Bonn.
18. **RoSPA (2008)** “Road Safety Engineering Manual”, *chapter 6: Collision prevention*, Royal Society for the Prevention of Accidents, Birmingham, UK.
19. **Swedish Road Administration (2006)** “Safe Traffic. Vision Zero on the Move”, Borlänge.
20. **SWOV (1994)** “Safety effects of road design standards”, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Netherlands.
21. **SWOV (2006)** “Advancing Sustainable Safety. National Road Safety Exploration for 2005-2020”, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Netherlands.
22. **Turner B., Tziotis M., Cairney P. and Jurewicz C. (2009)** “Safe System Infrastructure National Roundtable Report. Research Report ARR 370”, ARR Group Ltd.
23. **Δραγομάνοβιτς Α. (2000)** “Ανάπτυξη Αλγορίθμων Ελέγχου της Χάραξης Οδού στο Χώρο”, Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα, Οκτώβριος 2000.

- 24. Βαρδάκη Σ. και Κανελλαΐδης Γ. (2010)** “Σημειώσεις Ειδικών Κεφαλαίων Οδοποιίας”, *Κεφάλαιο Γ: Ασφάλεια του Σχεδιασμού των Οδών*, Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα, Οκτώβριος 2010.
- 25. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (2011)** Τεύχος Πρώτο, Αριθμός Φύλλου 237, Άρθρα 1-15, 7 Νοεμβρίου 2011.
- 26. Κανελλαΐδης Γ., Μαλέρδος Γ., Καλτσούνης Α. και Γλαρός Γ. (2007)** “Σημειώσεις για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών”, *Κεφάλαιο 4: Στοιχεία Μελέτης για την Οριζοντιογραφία, Κεφάλαιο 5: Στοιχεία Μελέτης για τη Μηκοτομή*, Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα, Οκτώβριος 2007.
- 27. Κανελλαΐδης Γ., Μερτζάνης Φ. και Παγώνη Ι. (2011)** “Σχεδιασμός Οδών με τη Χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή”, *Κεφάλαιο 2: Βασικές Αρχές για το Σχεδιασμό Οδών με χρήση Η/Υ, Κεφάλαιο 3: Προγράμματα*, Τομέας Μεταφορών & Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα, Οκτώβριος 2011.
- 28. ΟΜΟΕ (2001a)** “Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων”, *Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ-Δ)*, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, 30 Ιανουαρίου 2001.
- 29. ΟΜΟΕ (2001b)** “Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων”, *Τεύχος 3: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)*, Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων, Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων, 30 Ιανουαρίου 2001.



Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
School of Civil Engineering

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

**ΟΔΙΚΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ & ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ  
ΓΙΑ ΤΟΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΟΔΩΝ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΣΧΕΔΙΑ**



**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ – ΙΚΑΡΟΣ ΚΑΠΑΡΑΚΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Γ. ΚΑΝΕΛΛΑΪΔΗΣ**

**ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Φ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ**

**ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2013**

---

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

---

Σχέδιο 1 – Παράρτημα : Οριζοντιογραφία Νέας Επαρχιακής Οδού.....	
Σχέδιο 2 – Παράρτημα : Μηκοτομή Νέας Επαρχιακής Οδού.....	
Σχέδιο 3 – Παράρτημα : Διατομή Οδού σε Επίχωμα.....	
Σχέδιο 4 – Παράρτημα : Διατομή Οδού σε Όρυγμα.....	
Σχέδιο 5 – Παράρτημα : Διατομή Οδού σε Όρυγμα με Αναβαθμό.....	
Σχέδιο 6 – Παράρτημα : Μικτή Διατομή Οδού.....	
Σχέδιο 7 – Παράρτημα : Διατομή Γέφυρας.....	
Σχέδιο 8 – Παράρτημα : Διάγραμμα Χωματισμών Νέας Επαρχιακής Οδού.....	
Σχέδιο 9 – Παράρτημα : Οριζοντιογραφία 1 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 10 – Παράρτημα : Μηκοτομή 1 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 11 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 1 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
Σχέδιο 12 – Παράρτημα : Οριζοντιογραφία 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 13 – Παράρτημα : Μηκοτομή 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 14 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
Σχέδιο 15 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 120 km/hr.....	
Σχέδιο 16 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 90 km/hr.....	
Σχέδιο 17 – Παράρτημα : Οριζοντιογραφία 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 18 – Παράρτημα : Μηκοτομή 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
Σχέδιο 19 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
Σχέδιο 20 – Παράρτημα : Διάγραμμα Ορατοτήτων 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 120 km/hr.....	

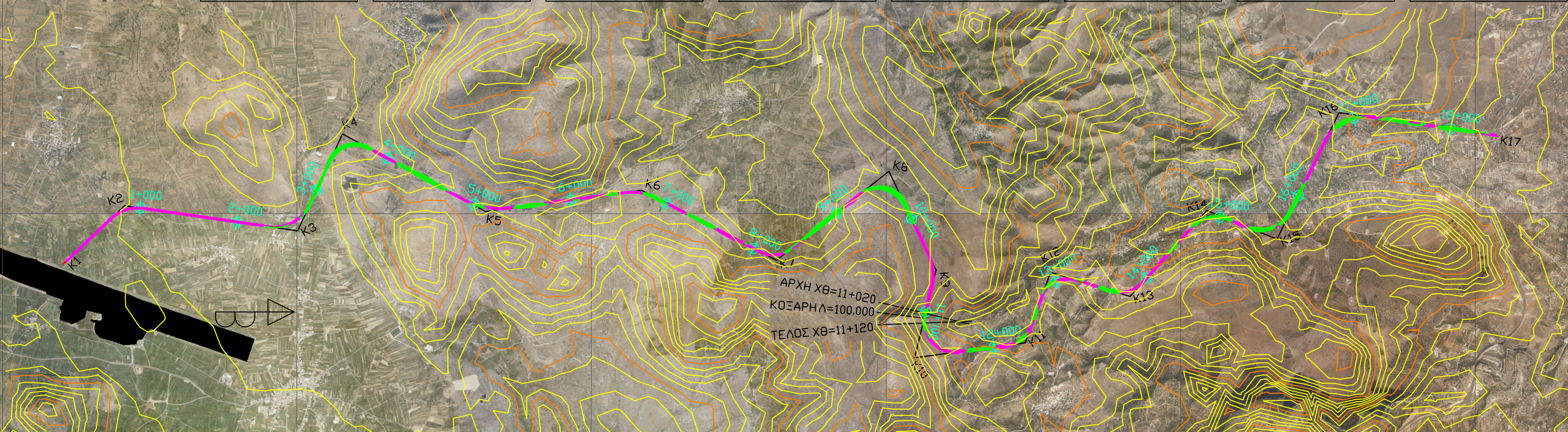


<b>Σχέδιο 21 – Παράρτημα :</b> Οριζοντιογραφία 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 22 – Παράρτημα :</b> Μηκοτομή 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 23 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 24 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 90 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 25 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΑΑΣΗΤΟ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 26 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΑΑΣΗΤΟ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 27 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΑΑΣΗΤΟ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 28 – Παράρτημα :</b> Οριζοντιογραφία Προτεινόμενης Λύσης 1 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 29 – Παράρτημα :</b> Μηκοτομή Προτεινόμενης Λύσης 1 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 30 – Παράρτημα :</b> Οριζοντιογραφία Προτεινόμενης Λύσης 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 31 – Παράρτημα :</b> Μηκοτομή Προτεινόμενης Λύσης 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 32 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων (Λύση) 2 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 33 – Παράρτημα :</b> Οριζοντιογραφία Προτεινόμενης Λύσης 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 34 – Παράρτημα :</b> Μηκοτομή Προτεινόμενης Λύσης 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 35 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων (Λύση) 3 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	
<b>Σχέδιο 36 – Παράρτημα :</b> Μηκοτομή Προτεινόμενης Λύσης 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος.....	
<b>Σχέδιο 37 – Παράρτημα :</b> Διάγραμμα Ορατοτήτων (Λύση) 4 <sup>ου</sup> Οδικού Τμήματος ΟΜΟΕ 100 km/hr.....	



ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ

<p>K1 X=620368.1554 Y=3894328.7587</p>	<p>K2 X=619769.9467 Y=3894953.7753 B=142.2047grad R=400.00 AK=220.28 KD=45.36 Dr= .26 s=50.00 VV*=313.14 AVA*V*=413.14 x=49.98 y=1.04</p>	<p>K3 X=620026.4676 Y=3896718.3643 B=118.3836grad R=400.00 AK=338.93 KD=99.90 Dr= .67 s=80.00 VV*=432.81 AVA*V*=592.81 x=79.92 y=2.66</p>	<p>K4 X=619039.3626 Y=3897174.8144 B=95.8840grad R=280.00 AK=324.10 KD=129.97 Dr= .37 s=50.00 VV*=407.93 AVA*V*=507.93 x=49.96 y=1.49</p>	<p>K5 X=619829.4800 Y=3898628.7683 B=159.7650grad R=800.00 AK=296.65 KD=41.94 Dr= .26 s=70.00 VV*=435.61 AVA*V*=575.61 x=69.99 y=1.02</p>	<p>K6 X=619614.5660 Y=3900220.2593 B=161.0192grad R=550.00 AK=206.45 KD=27.16 Dr= .32 s=65.00 VV*=271.77 AVA*V*=401.77 x=64.98 y=1.28</p>	<p>K7 X=620328.0036 Y=3901597.0873 B=126.8108grad R=300.00 AK=214.48 KD=57.71 Dr= .22 s=40.00 VV*=304.90 AVA*V*=384.90 x=39.98 y= .89</p>	<p>K8 X=619420.2147 Y=3902739.2257 B=85.5856grad R=300.00 AK=397.25 KD=182.13 Dr= .22 s=40.00 VV*=499.17 AVA*V*=579.17 x=39.98 y= .89</p>	<p>K9 X=620426.3009 Y=3903219.2168 B=156.4499grad R=500.00 AK=208.12 KD=31.06 Dr= .30 s=60.00 VV*=282.04 AVA*V*=402.04 x=59.98 y=1.20</p>
--	---	---	---	---	---	---	---	---



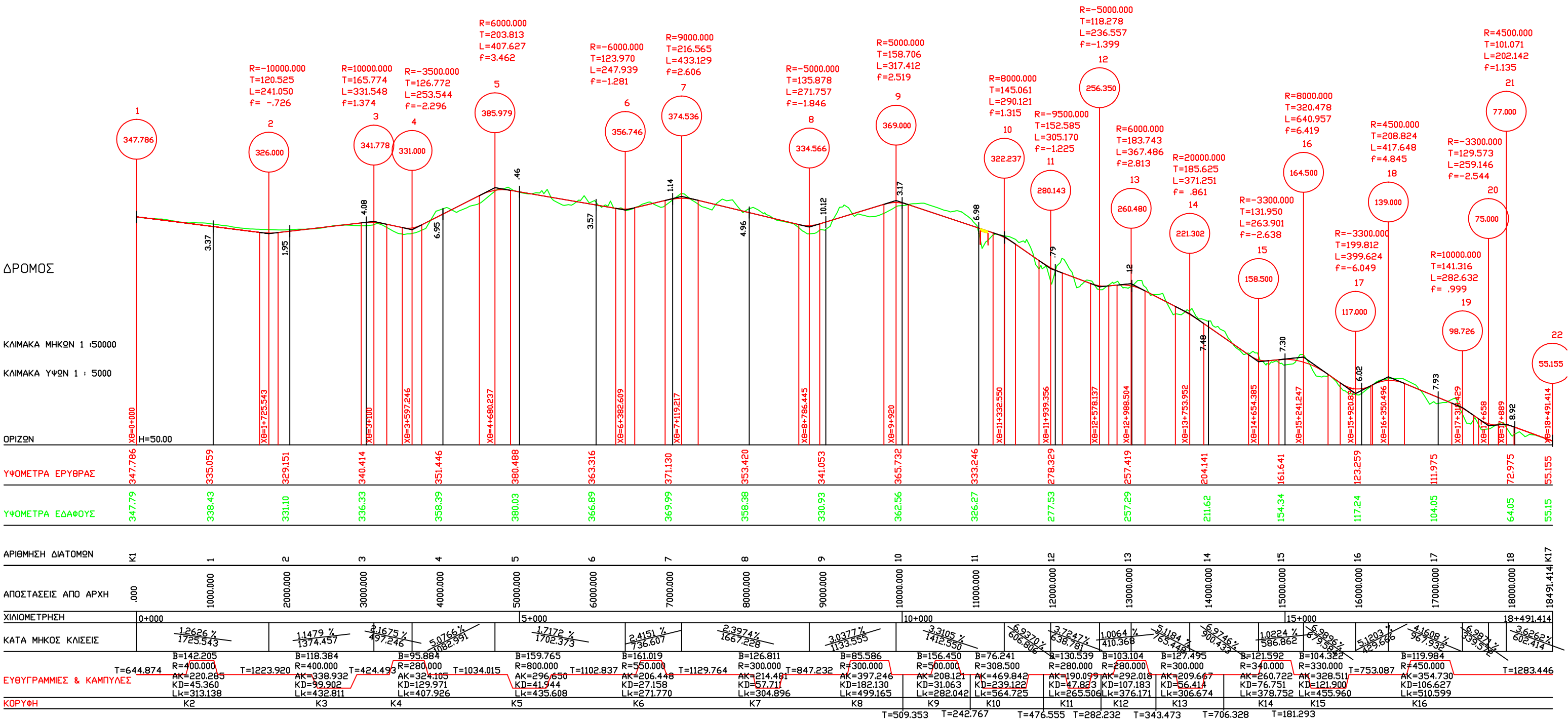
ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ ΔΡΟΜΟΣ

<p>K10 X=621320.8741 Y=3903001.3114 B=76.2409grad R=308.50 AK=469.84 KD=239.12 Dr= .17 s=35.00 VV*=564.72 AVA*V*=634.72 x=34.99 y= .66</p>	<p>K11 X=621168.7306 Y=3904127.5772 B=130.5390grad R=280.00 AK=190.10 KD=47.82 Dr= .24 s=40.00 VV*=265.51 AVA*V*=345.51 x=39.98 y= .95</p>	<p>K12 X=620449.5321 Y=3904386.3877 B=103.1039grad R=280.00 AK=292.02 KD=107.18 Dr= .37 s=50.00 VV*=376.17 AVA*V*=476.17 x=49.96 y=1.49</p>	<p>K13 X=620696.6084 Y=3905194.6249 B=127.4946grad R=300.00 AK=209.67 KD=56.41 Dr= .17 s=50.00 VV*=306.67 AVA*V*=376.67 x=34.99 y= .68</p>	<p>K14 X=619818.6192 Y=3905978.0781 B=121.5924grad R=340.00 AK=260.72 KD=76.75 Dr= .20 s=40.00 VV*=378.75 AVA*V*=458.75 x=39.99 y= .78</p>	<p>K15 X=620111.1279 Y=3906690.9243 B=104.3218grad R=330.00 AK=328.51 KD=121.90 Dr= .20 s=40.00 VV*=455.96 AVA*V*=535.96 x=39.99 y= .81</p>	<p>K16 X=618822.3693 Y=3907325.0689 B=119.9841grad R=450.00 AK=354.73 KD=106.63 Dr= .28 s=55.00 VV*=510.60 AVA*V*=620.60 x=54.98 y=1.12</p>	<p>K17 X=619056.4230 Y=3908946.4390</p>
--	--	---	--	--	---	---	---

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:40.000

ΣΧΕΔΙΟ 1-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ





ΣΧΕΔΙΟ 2-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ

A\*8

XΘ=9+862.452

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:600

ΔΡΟΜΟΣ	XΘ=9+862.452
ΟΡΥΓΜΑ-μ2	.00
ΕΠΙΧΩΜΑ-μ2	199.73
ΑΚΑΤ. ΟΡΥΓΜ.-μ2	.00
ΑΚΑΤ. ΕΠΙΧ.-μ2	7.24
ΟΔΟΣΤΡΩΣΙΑ-μ2	5.76
ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ-μ2	2.73
ΕΔΡΑΣΗ-μ2	.00
ΠΡΑΝΗ ΕΠΙΧ.-μ	28.14
ΠΡΑΝΗ ΟΡΥΓΜ.-μ	.00
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ-μ2	.00

ΟΡΙΖΟΝ 353.00

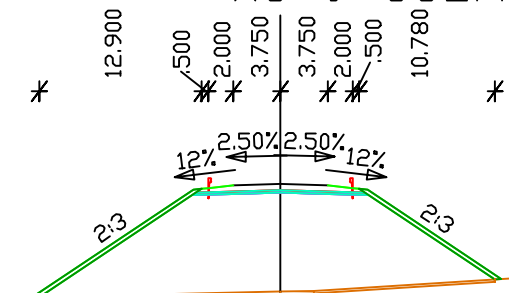
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΕΛ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΚΑΦΗΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΔΡΟΜΟΣ  
A\*8  
XΘ=9+862.452



357.235 365.835 366.135 366.229 366.135 365.835 358.648

365.354 365.435 365.529 365.435 365.354

355.654	356.167	356.741	357.679	360.388	361.065	365.382
100.000	58.537	40.449	.000	44.598	63.863	100.000
			2.663			

ΣΧΕΔΙΟ 3-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΔΟΥ ΣΕ ΕΠΙΧΩΜΑ

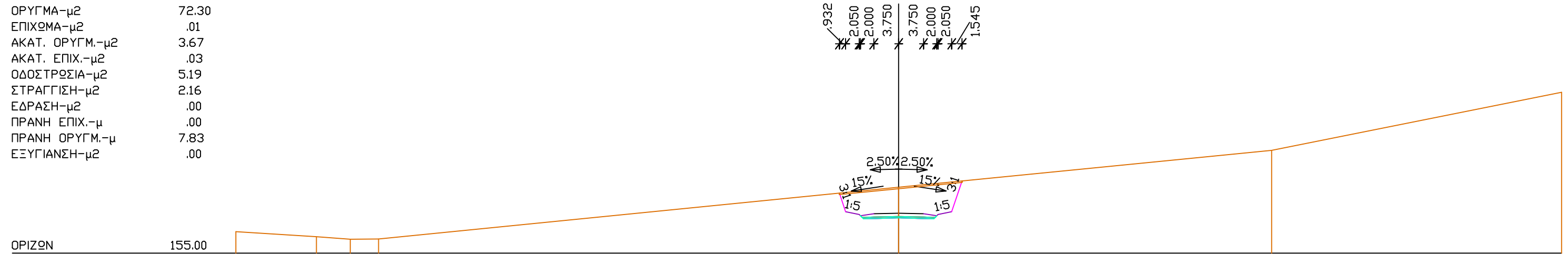
# A14

ΧΘ=14+658.277

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:600  
 ΔΡΟΜΟΣ  
 ΧΘ=14+658.277

ΟΡΥΓΜΑ-μ2	72.30
ΕΠΙΧΩΜΑ-μ2	.01
ΑΚΑΤ. ΟΡΥΓΜ.-μ2	3.67
ΑΚΑΤ. ΕΠΙΧ.-μ2	.03
ΟΔΟΣΤΡΟΣΙΑ-μ2	5.19
ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ-μ2	2.16
ΕΔΡΑΣΗ-μ2	.00
ΠΡΑΝΗ ΕΠΙΧ.-μ	.00
ΠΡΑΝΗ ΟΡΥΓΜ.-μ	7.83
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ-μ2	.00

ΔΡΟΜΟΣ  
 A14  
 ΧΘ=14+658.277



ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΕΛ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΚΑΦΗΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΣΧΕΔΙΟ 4-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΔΟΥ ΣΕ ΟΡΥΓΜΑ

A8

ΧΘ=9+283.286

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:600

ΔΡΟΜΟΣ	238.23
ΧΘ=9+283.286	
ΟΡΥΓΜΑ-μ2	.01
ΕΠΙΧΩΜΑ-μ2	5.68
ΑΚΑΤ. ΟΡΥΓΜ.-μ2	.03
ΑΚΑΤ. ΕΠΙΧ.-μ2	5.19
ΟΔΟΣΤΡΟΣΙΑ-μ2	2.16
ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ-μ2	.00
ΕΔΡΑΣΗ-μ2	.00
ΠΡΑΝΗ ΕΠΙΧ.-μ	13.20
ΠΡΑΝΗ ΟΡΥΓΜ.-μ	.00
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ-μ2	

ΟΡΙΖΩΝ 338.00

ΔΡΟΜΟΣ  
A8  
ΧΘ=9+283.286

\* 2.607 \* 2.050 \* 2.000 \* 3.750 \* 3.750 \* 2.000 \* 2.050 \* 3.333 \* 5.000 \* 1.568 \*

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΕΛ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

357.697  
349.875  
349.265  
349.565  
349.658  
349.565  
349.265  
349.875  
359.875  
359.875  
364.577

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΚΑΦΗΣ

348.826  
348.865  
348.958  
348.865  
348.826

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

340.299 351.897 360.508 363.082 379.569

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

100.000 32.492 .000 9.711 100.000

ΣΧΕΔΙΟ 5-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΔΟΥ ΣΕ ΟΡΥΓΜΑ ΜΕ ΑΝΑΒΑΘΜΟ

A\*12

XΘ=13+231.802

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:600

ΟΡΥΓΜΑ-μ2	8.05
ΕΠΙΧΩΜΑ-μ2	31.41
ΑΚΑΤ. ΟΡΥΓΜ.-μ2	1.42
ΑΚΑΤ. ΕΠΙΧ.-μ2	3.20
ΟΔΟΣΤΡΟΣΙΑ-μ2	5.48
ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ-μ2	2.44
ΕΔΡΑΣΗ-μ2	.00
ΠΡΑΝΗ ΕΠΙΧ.-μ	9.67
ΠΡΑΝΗ ΟΡΥΓΜ.-μ	2.52
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ-μ2	.00

ΟΡΙΖΩΝ 219.00

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΕΛ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΚΑΦΗΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ



ΔΡΟΜΟΣ  
A\*12  
XΘ=13+231.802

\* 8.031  
\* 2.000  
\* 3.750  
\* 3.750  
\* 2.000  
\* 2.050  
\* 7.998

2.50% 2.50%  
12% 15% 3%

242.279  
247.633  
247.933  
248.027  
247.933  
247.633  
248.243  
250.636

247.153  
247.233  
247.327  
247.233  
247.194

ΣΧΕΔΙΟ 6-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΙΚΤΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΟΔΟΥ

# ΓΕΦΥΡΑ ΚΟΞΑΡΗ

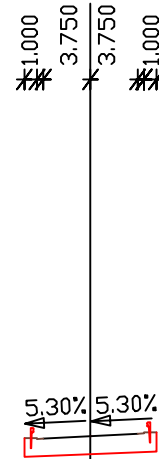
ΔΡΟΜΟΣ  
ΓΕΦΥΡΑ ΚΟΞΑΡΗ  
ΧΘ=11+120

ΧΘ=11+120

ΚΛΙΜΑΚΑ: 1:600  
ΔΡΟΜΟΣ  
ΧΘ=11+120

ΟΡΥΓΜΑ-μ2	.00
ΕΠΙΧΩΜΑ-μ2	.00
ΑΚΑΤ. ΟΡΥΓΜ.-μ2	.00
ΑΚΑΤ. ΕΠΙΧ.-μ2	.00
ΟΔΟΣΤΡΟΣΙΑ-μ2	.00
ΣΤΡΑΓΓΙΣΗ-μ2	.00
ΕΔΡΑΣΗ-μ2	.00
ΠΡΑΝΗ ΕΠΙΧ.-μ	.00
ΠΡΑΝΗ ΟΡΥΓΜ.-μ	.00
ΕΞΥΓΙΑΝΣΗ-μ2	.00

ΟΡΙΖΟΝ 293.00



ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΤΕΛ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

329.118  
329.075  
329.274  
329.472  
329.569

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΣΚΑΦΗΣ

ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

295.238  
296.883

308.259

313.129

315.723

317.145

327.734

349.666

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΥΣ

100.000  
95.161

39.283

22.261

6.797

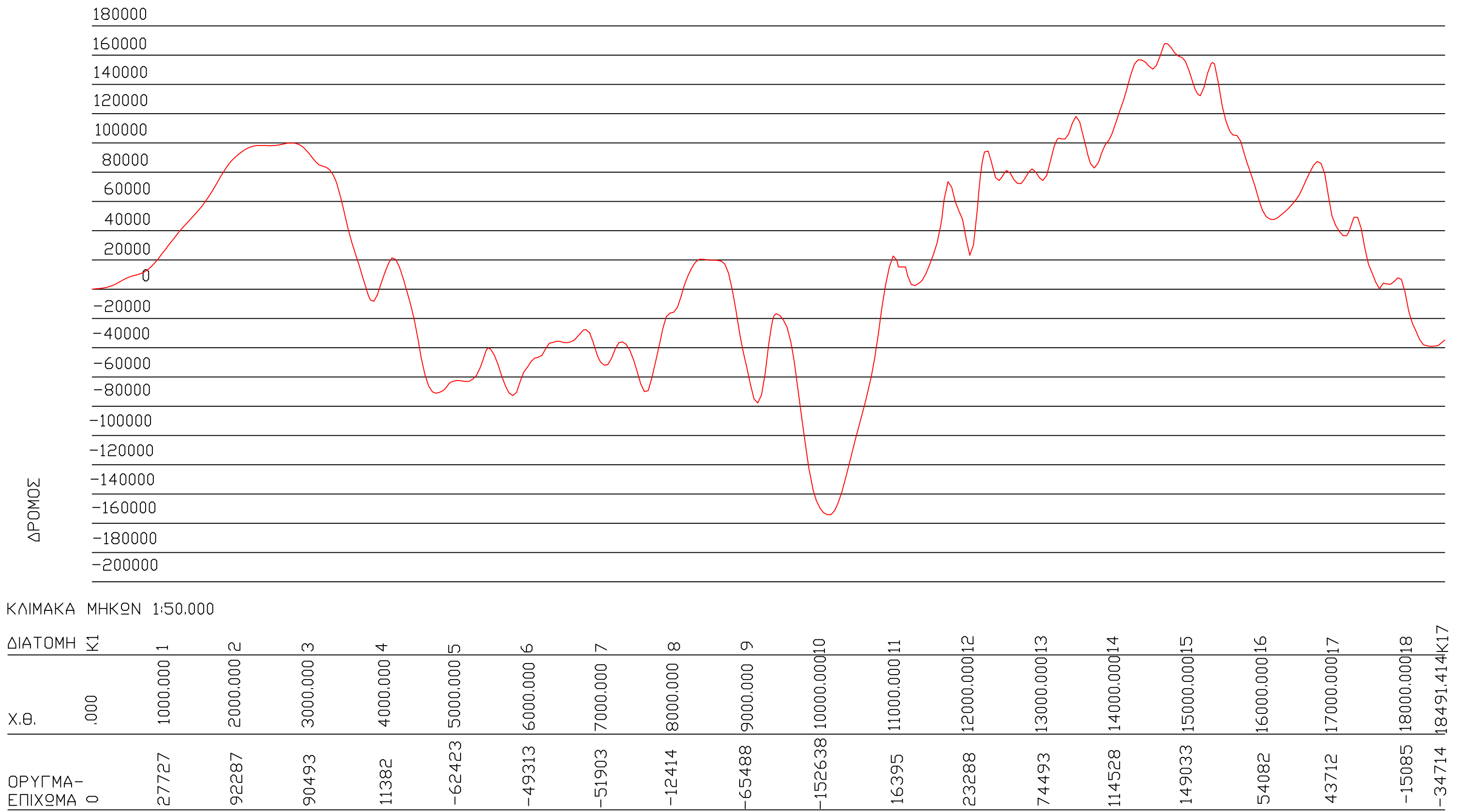
.000

50.638

100.000

ΣΧΕΔΙΟ 7-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΕΦΥΡΑΣ



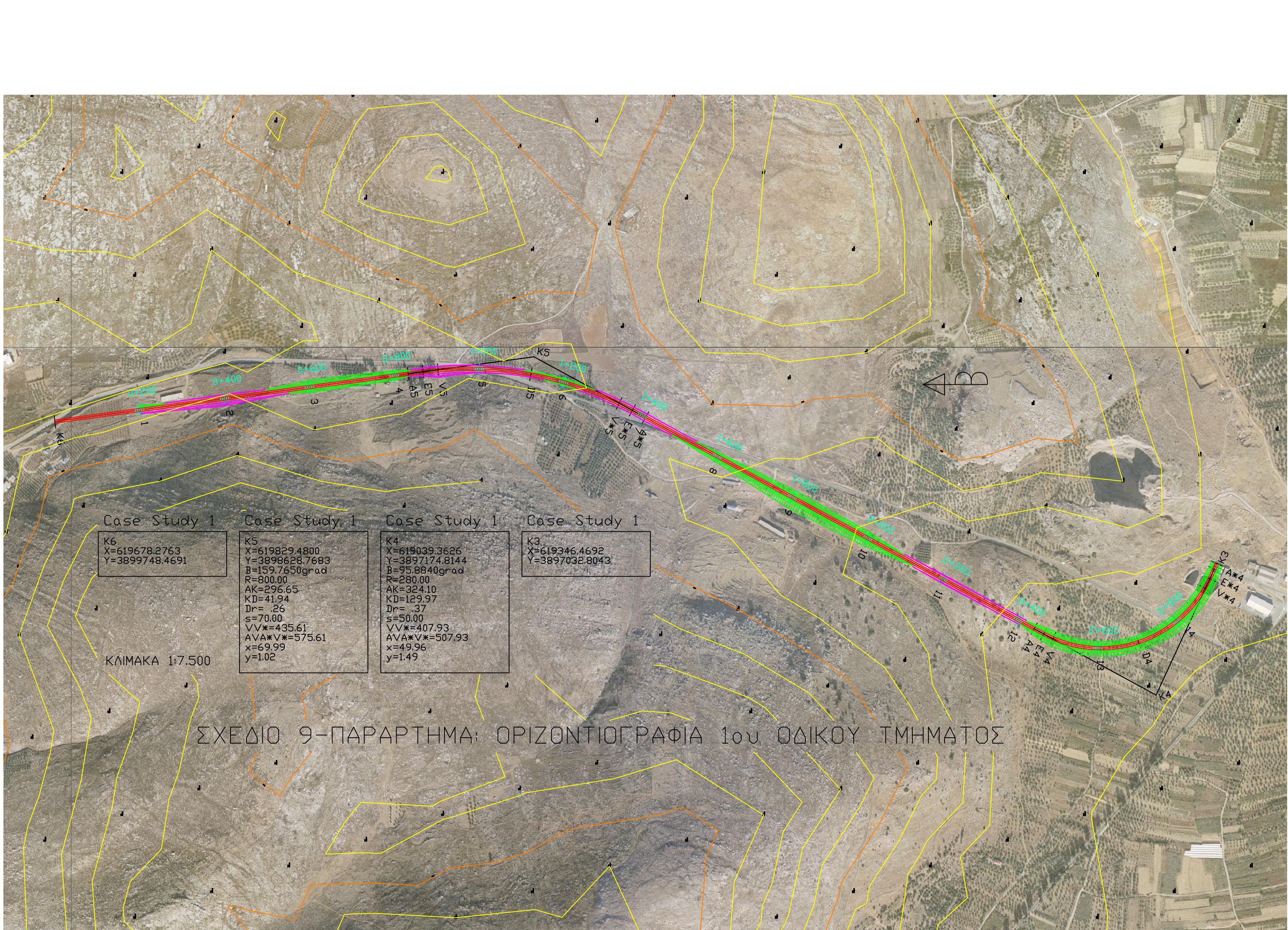


ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:50.000

ΔΙΑΤΟΜΗ Κ1	Χ.Θ.	ΟΡΥΓΜΑ-ΕΠΙΧΩΜΑ
Κ1	.000	0
1	1000.000	27727
2	2000.000	92287
3	3000.000	90493
4	4000.000	11382
5	5000.000	-62423
6	6000.000	-49313
7	7000.000	-51903
8	8000.000	-12414
9	9000.000	-65488
10	10000.000	-152638
11	11000.000	16395
12	12000.000	23288
13	13000.000	74493
14	14000.000	114528
15	15000.000	149033
16	16000.000	54082
17	17000.000	43712
18	18000.000	-15085
19	18491.414	-34714

ΣΧΕΔΙΟ 8-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΧΩΜΑΤΙΣΜΩΝ ΝΕΑΣ ΕΠΑΡΧΙΑΚΗΣ ΟΔΟΥ





Case Study 1

K6  
 X=619678.2763  
 Y=3899748.4691

Case Study 1

K5  
 X=619829.4800  
 Y=3898628.7683  
 B=159.7650grad  
 R=800.00  
 AK=296.65  
 KD=41.94  
 Dr= .26  
 s=70.00  
 VV\*=435.61  
 AVA\*V\*=575.61  
 x=69.99  
 y=1.02

Case Study 1

K4  
 X=619039.3626  
 Y=3897174.8144  
 B=95.8840grad  
 R=280.00  
 AK=324.10  
 KD=129.97  
 Dr= .37  
 s=50.00  
 VV\*=407.93  
 AVA\*V\*=507.93  
 x=49.96  
 y=1.49

Case Study 1

K3  
 X=619346.4692  
 Y=3897032.8043

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:7.500

ΣΧΕΔΙΟ 9-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ 1ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

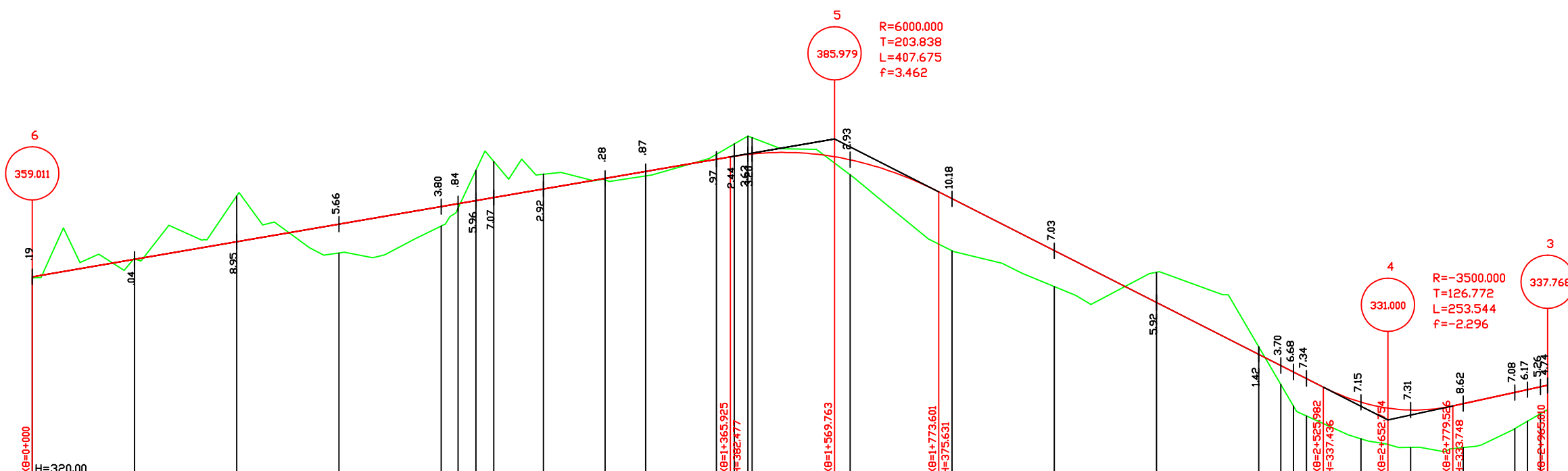


Case Study 1

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 10000

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 1000

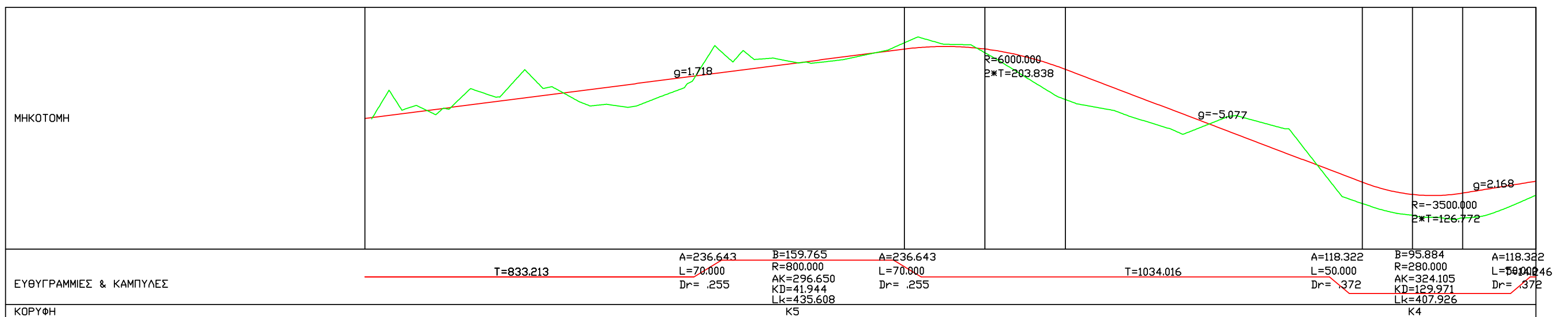
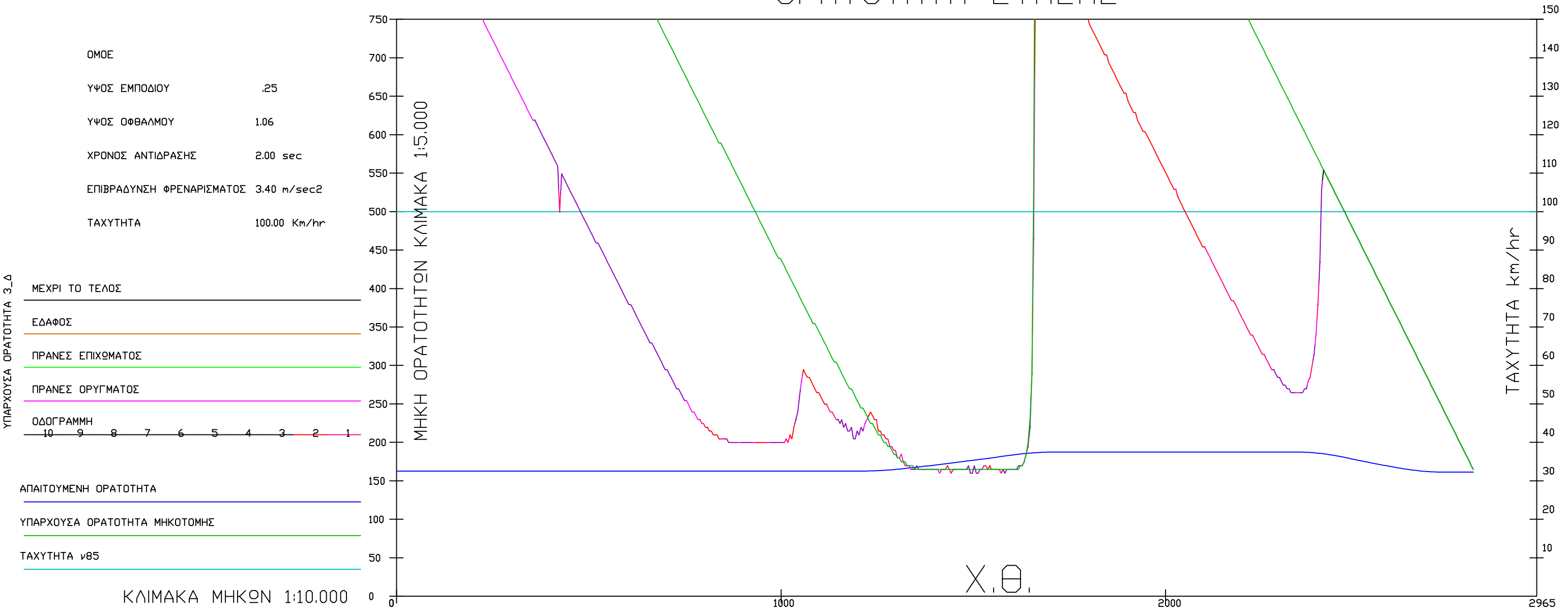
ΟΡΙΖΩΝ



ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΡΥΘΡΑΣ	359.011	362.446	365.882	369.318	372.754	373.325	373.926	374.528	376.190	378.270	379.626	382.011	382.608	383.866	385.979	374.291	364.138	357.11	353.984	343.831	341.657	340.387	339.118	337.436	334.461	332.932	334.192	336.376	336.918	337.458	337.768
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	358.82	362.49	374.83	363.66	368.96	372.49	373.88	381.60	379.11	377.99	378.75	382.98	385.05	386.28	379.00	364.11	357.11	359.90	345.25	337.96	333.71	331.78	327.31	325.62	325.57	329.29	330.75	333.02	333.62	333.62	
ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	K6	1	2	3	4	A5	E5	V5	5	D5	6	V*5	E*5	A*5	8	9	10	11	12	A4	E4	V4	13	D4	14	V*4	E*4	A*4	K3		
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ		200.000	200.000	200.000	200.000	33.213	35.000	35.000	96.787	121.017	78.983	138.881	35.000	26.175	191.179	200.000	200.000	200.000	200.000	42.837	25.000	25.000	107.168	96.800	103.200	100.764	25.000	25.000	14.246		
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΡΧΗ	0.000	200.000	400.000	600.000	800.000	833.213	868.213	903.213	1000.000	1121.017	1200.000	1338.821	1373.821	1488.000	1689.179	1889.179	2089.179	2289.179	2492.016	2534.853	2559.853	2667.021	2774.189	2877.389	2983.589	3008.589	3033.589	3047.835	3062.081	3076.327	
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ	0+000								1+000																						2+965.010
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ						1.7180 %																									
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ & ΚΑΜΠΥΛΕΣ						T=833.213																									
ΚΟΡΥΦΗ									K5																						K4

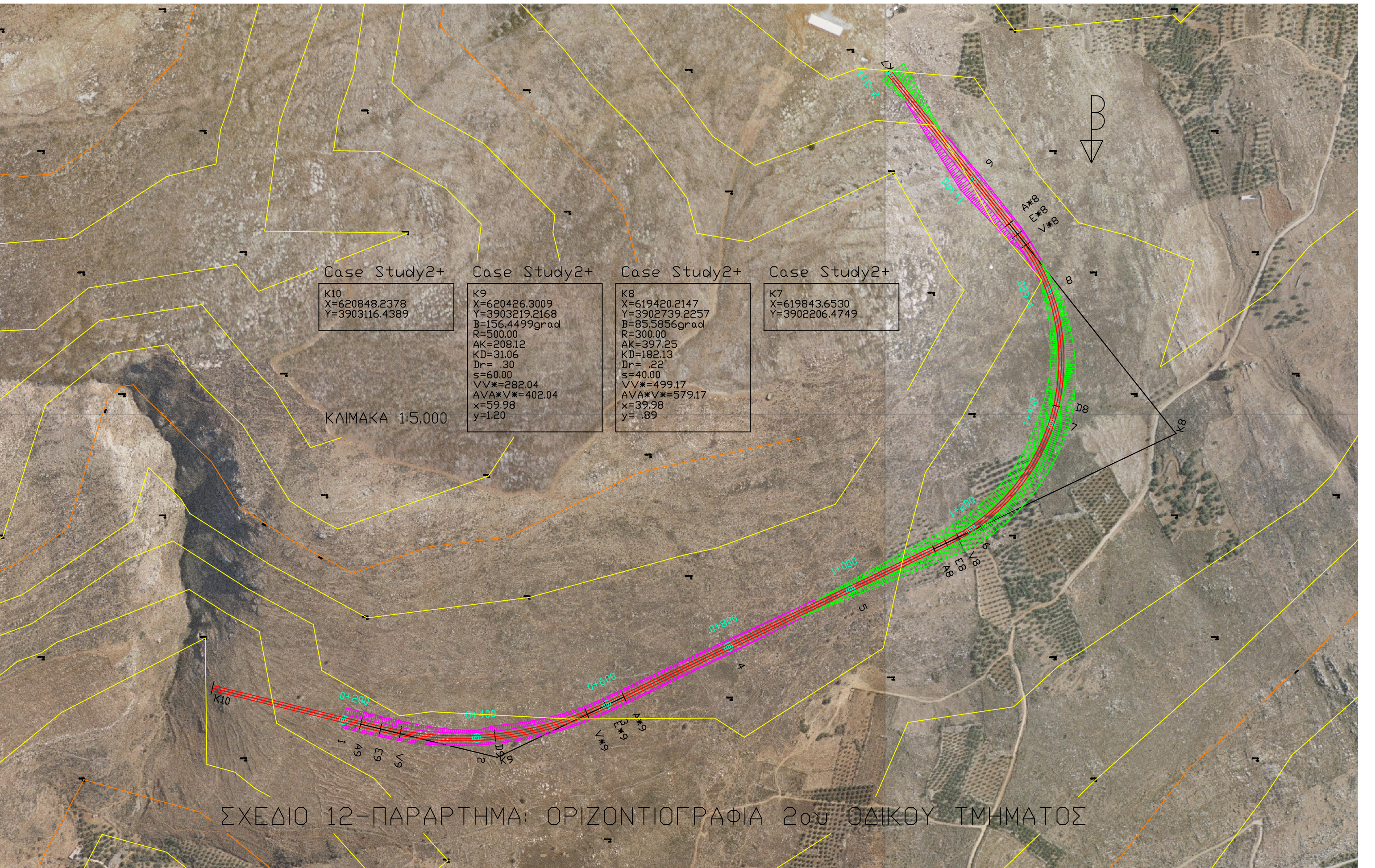
ΣΧΕΔΙΟ 10-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ 1ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 11-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 1ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr





Case Study2+  
 K10  
 X=620848.2378  
 Y=3903116.4389

Case Study2+  
 K9  
 X=620426.3009  
 Y=3903219.2168  
 B=156.4499grad  
 R=500.00  
 AK=208.12  
 KD=31.06  
 Dr= .30  
 s=60.00  
 VV\*=282.04  
 AVA\*V\*=402.04  
 x=59.98  
 y=1.20

Case Study2+  
 K8  
 X=619420.2147  
 Y=3902739.2257  
 B=85.5856grad  
 R=300.00  
 AK=397.25  
 KD=182.13  
 Dr= .22  
 s=40.00  
 VV\*=499.17  
 AVA\*V\*=579.17  
 x=39.98  
 y= .89

Case Study2+  
 K7  
 X=619843.6530  
 Y=3902206.4749

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000

ΣΧΕΔΙΟ 12-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ 2ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

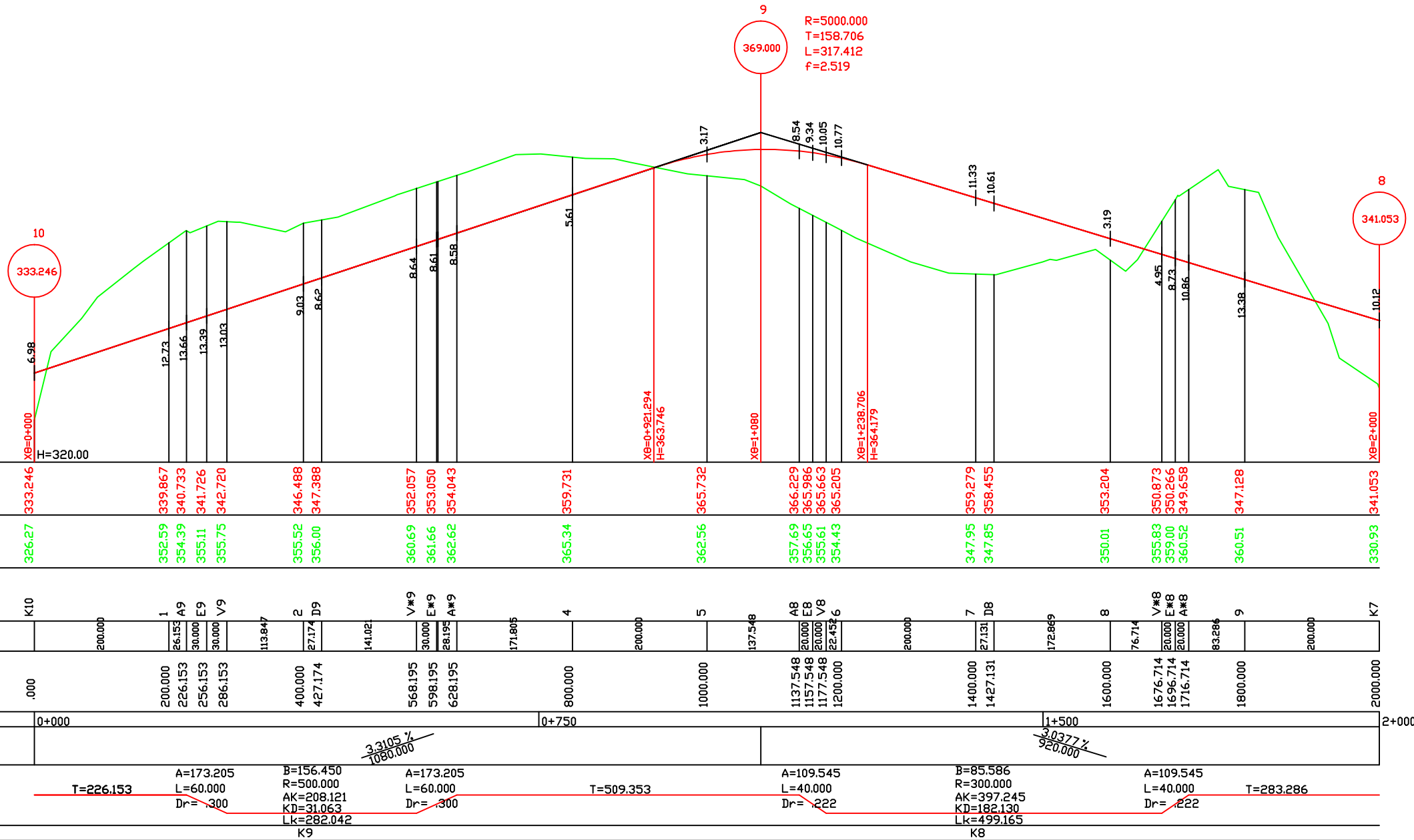


Case Study2+

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 7500

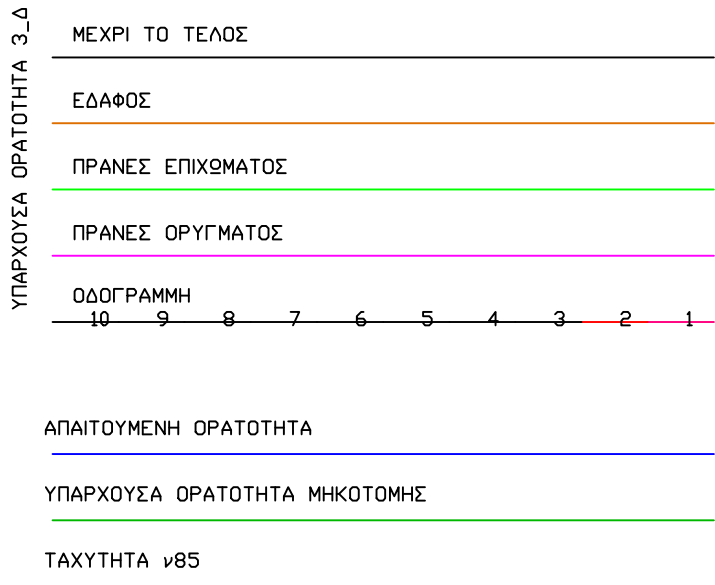
ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 750

ΟΡΙΖΩΝ



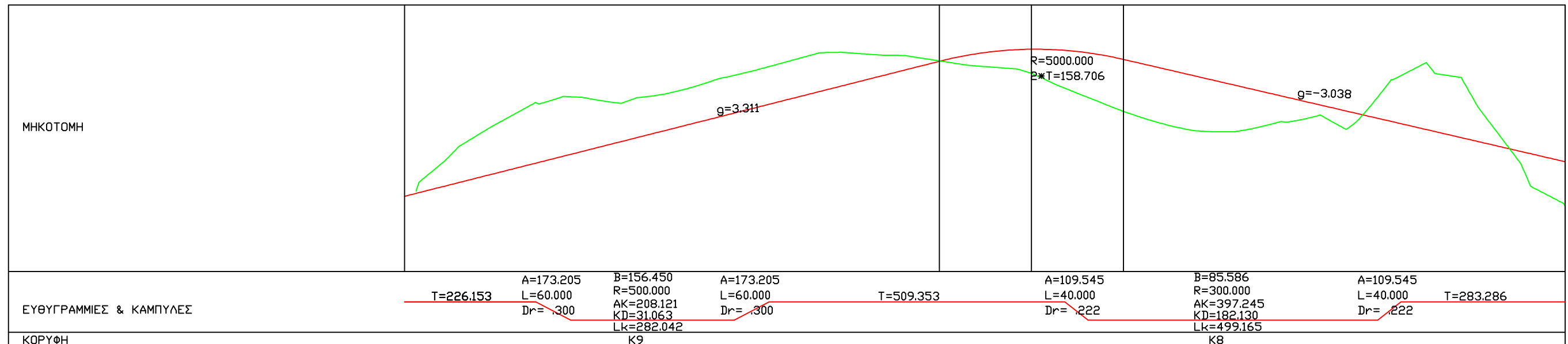
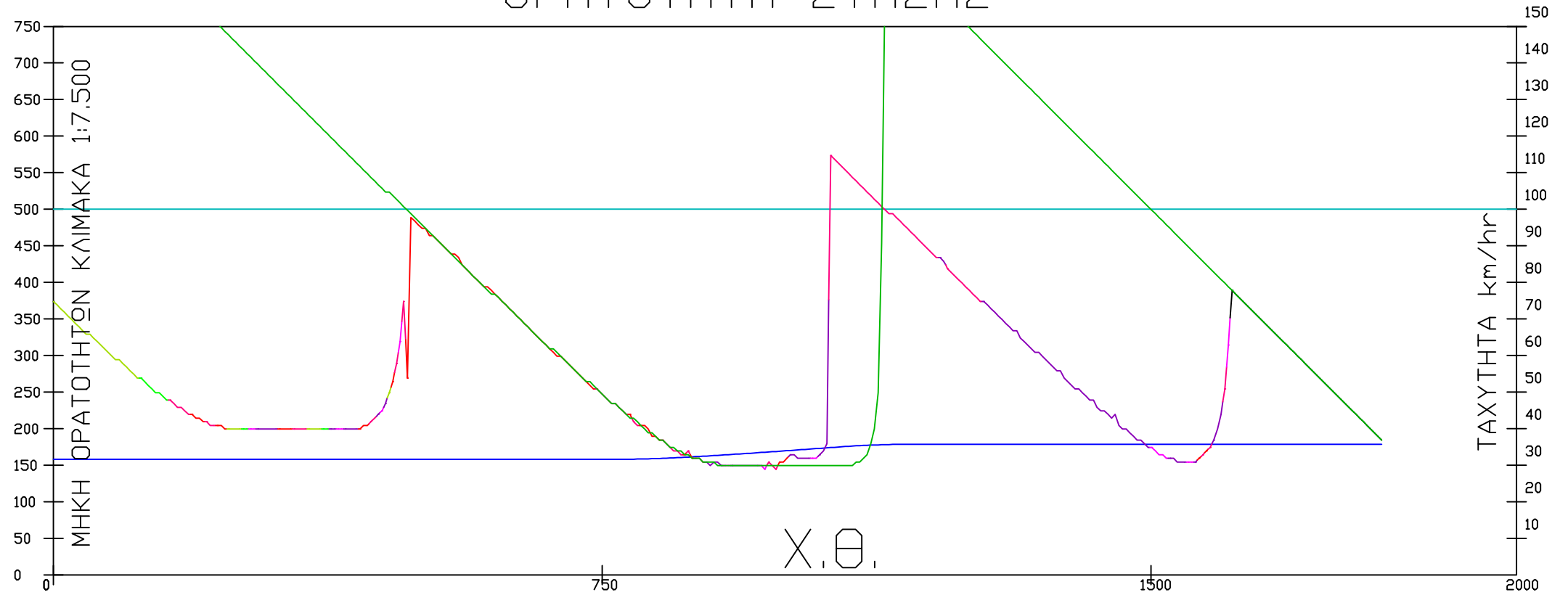
ΣΧΕΔΙΟ 13-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ 2ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 100.00 Km/hr



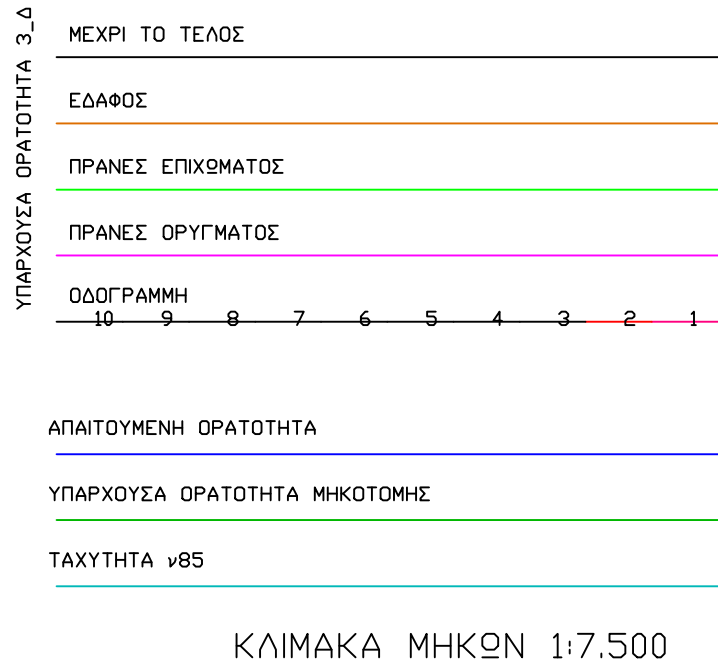
ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:7.500

## ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

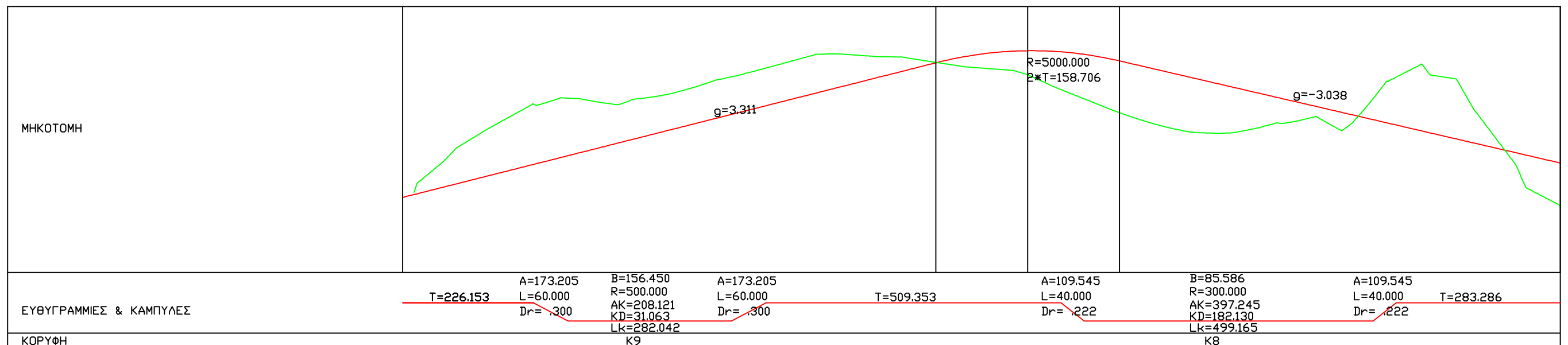
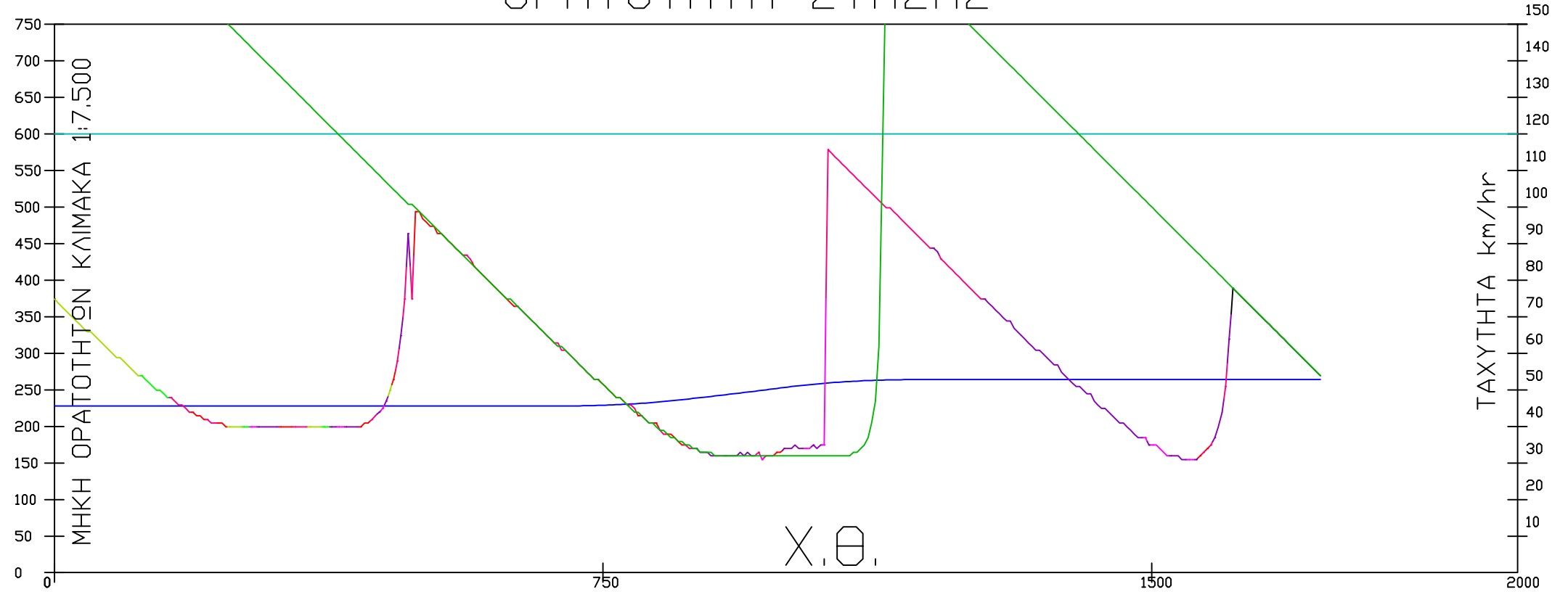


ΣΧΕΔΙΟ 14-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 2ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr

ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .35  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.10 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 120.00 Km/hr



## ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 15-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 2ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 120km/hr



ΟΜΟΕ

ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .20

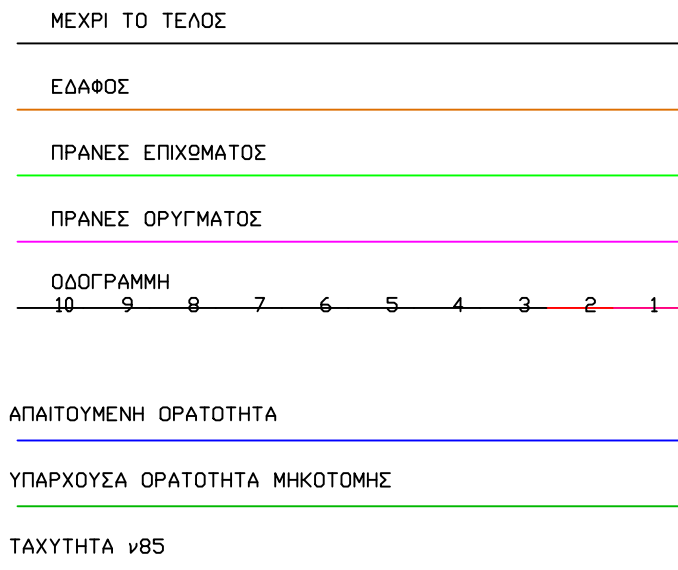
ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06

ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec

ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.60 m/sec<sup>2</sup>

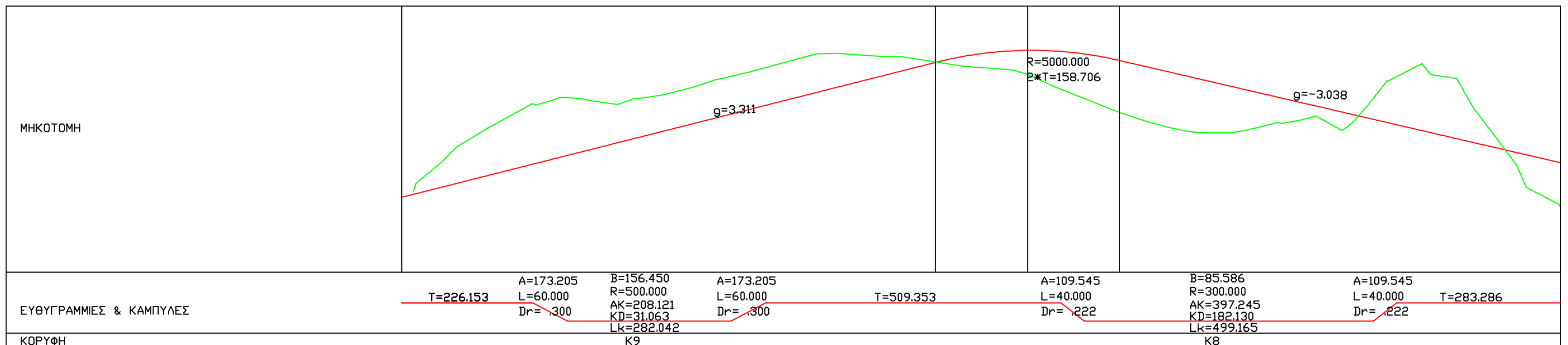
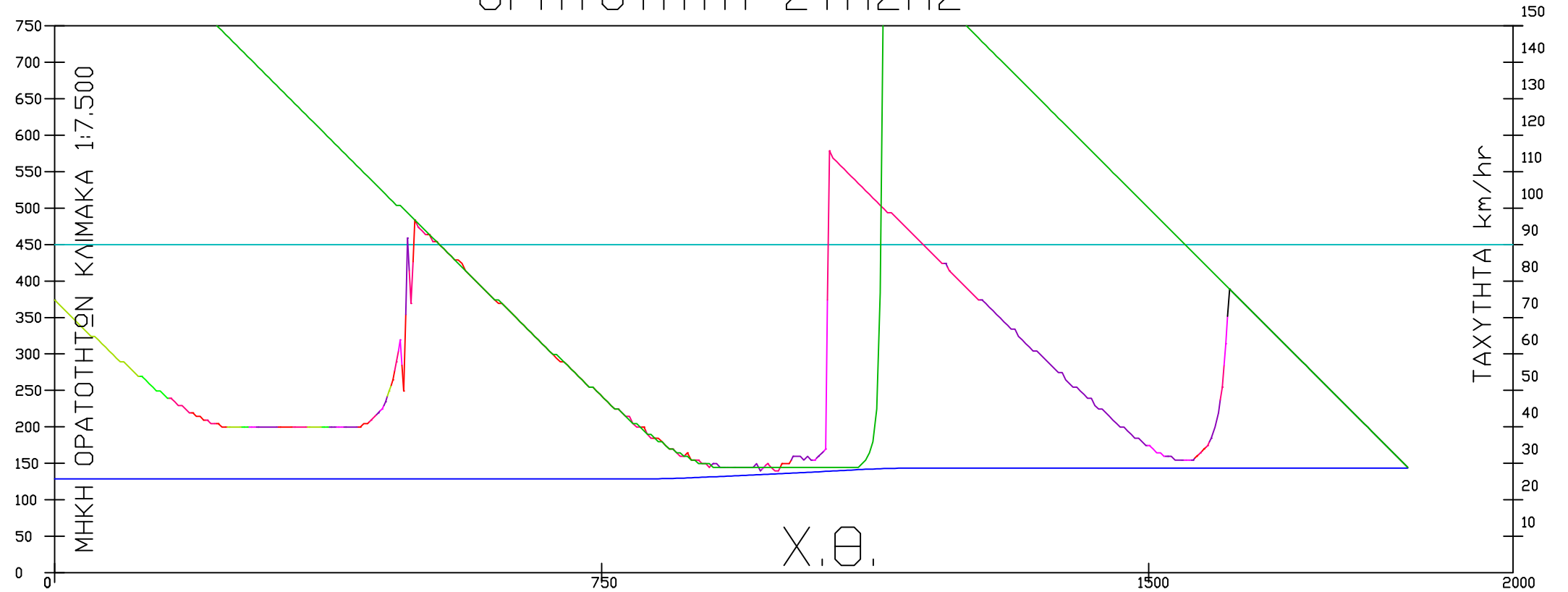
ΤΑΧΥΤΗΤΑ 90.00 Km/hr

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ 3\_Δ



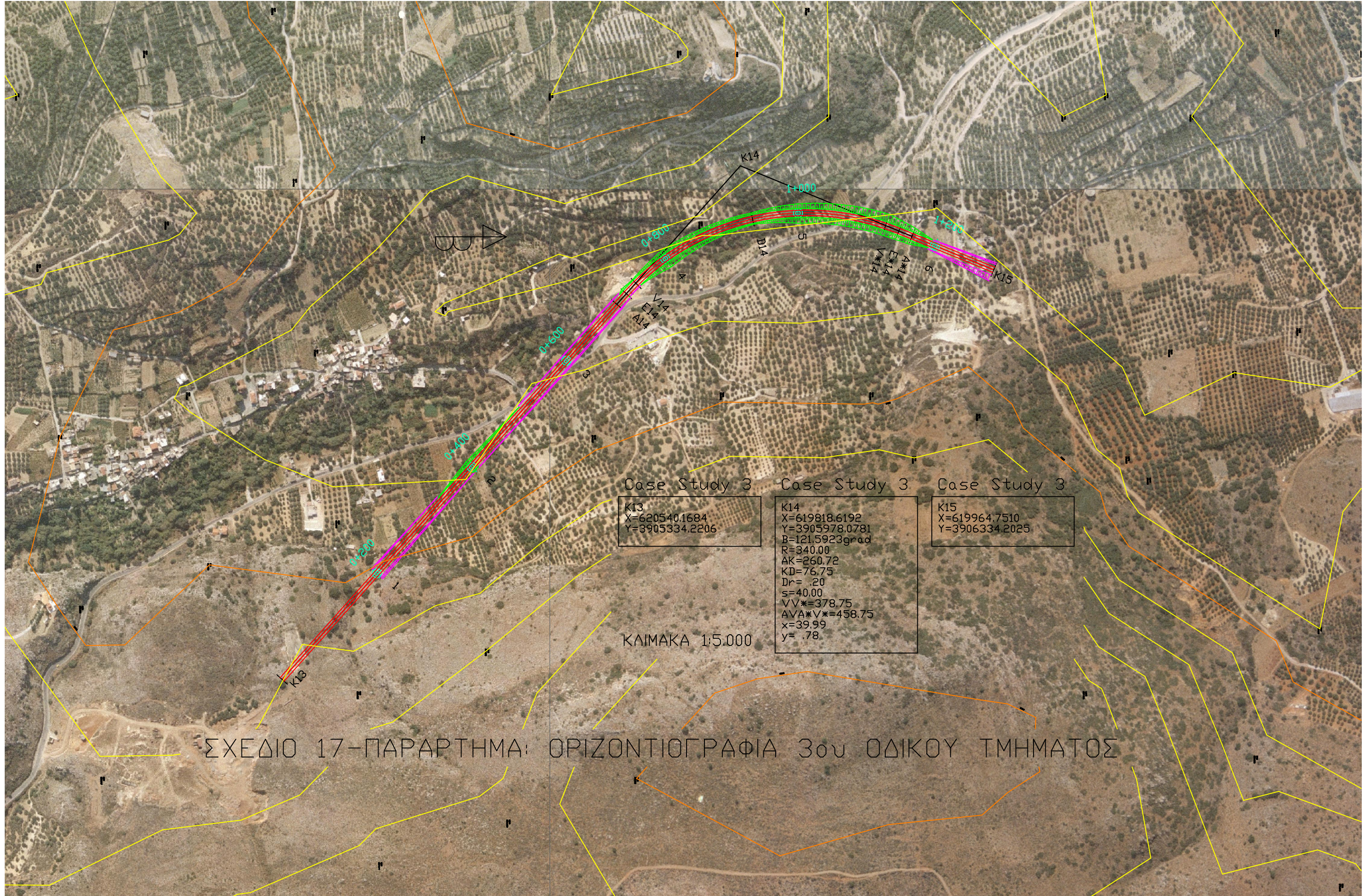
ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:7.500

### ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 16-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 2ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 90km/hr





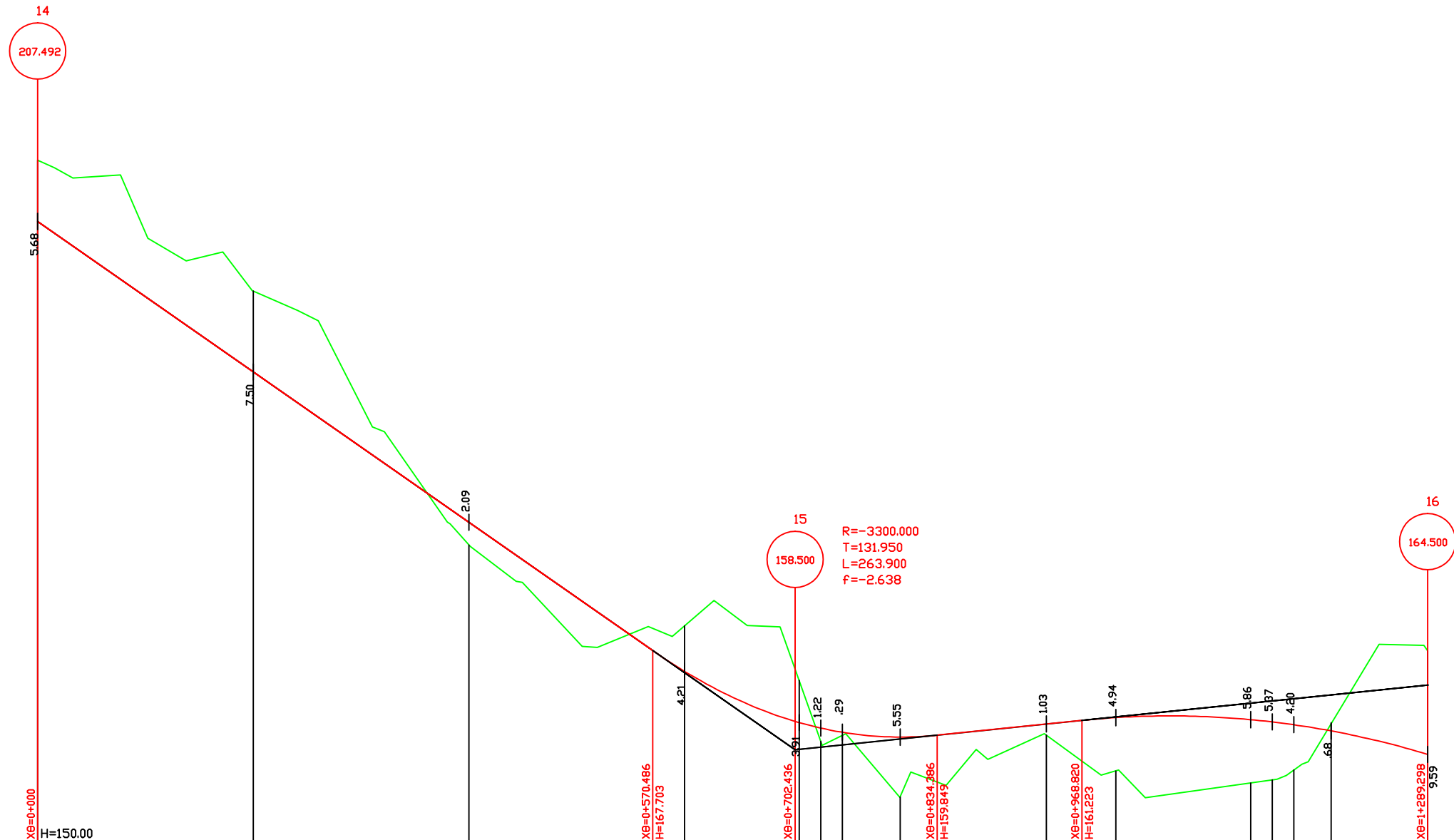
ΣΧΕΔΙΟ 17-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ 3ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ



Case Study 3

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 5000

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 500

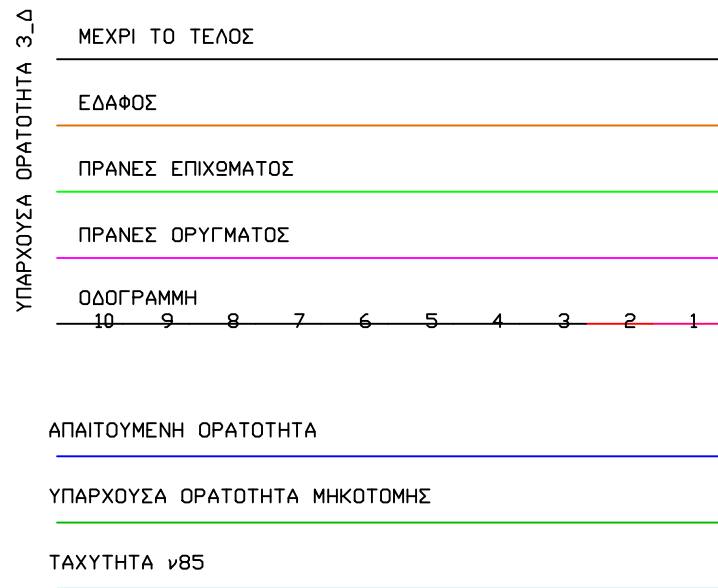


ΟΡΙΖΩΝ	X0=0+000	H=150.00	X8=0+570.486	H=167.703	X9=0+702.436	X0=0+968.820	H=161.223	X9=1+289.298	9.59						
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΡΥΘΡΑΣ	207.492	193.543	179.594	165.776	161.024	160.513	160.124	159.677	160.885	161.481	161.295	161.084	160.823	160.247	158.081
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	213.17	201.05	177.50	169.98	164.93	159.30	159.84	154.12	159.85	156.54	155.43	155.72	156.62	160.93	167.67
ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	K13	1	2	3	A14	E14	V14	4	D14	5	V#14	E#14	A#14	6	K15
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ		200.000	200.000	200.000	106.328	20.000	20.000	53.672	135.704	64.296	125.080	20.000	20.000	34.920	89.298
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΡΧΗ	0.000	200.000	400.000	600.000	706.328	726.328	746.328	800.000	935.704	1000.000	1125.080	1145.080	1165.080	1200.000	1289.298
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ	0+000				0+500					1+000					1+289.298
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ															
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ & ΚΑΜΠΥΛΕΣ															
ΚΟΡΥΦΗ															

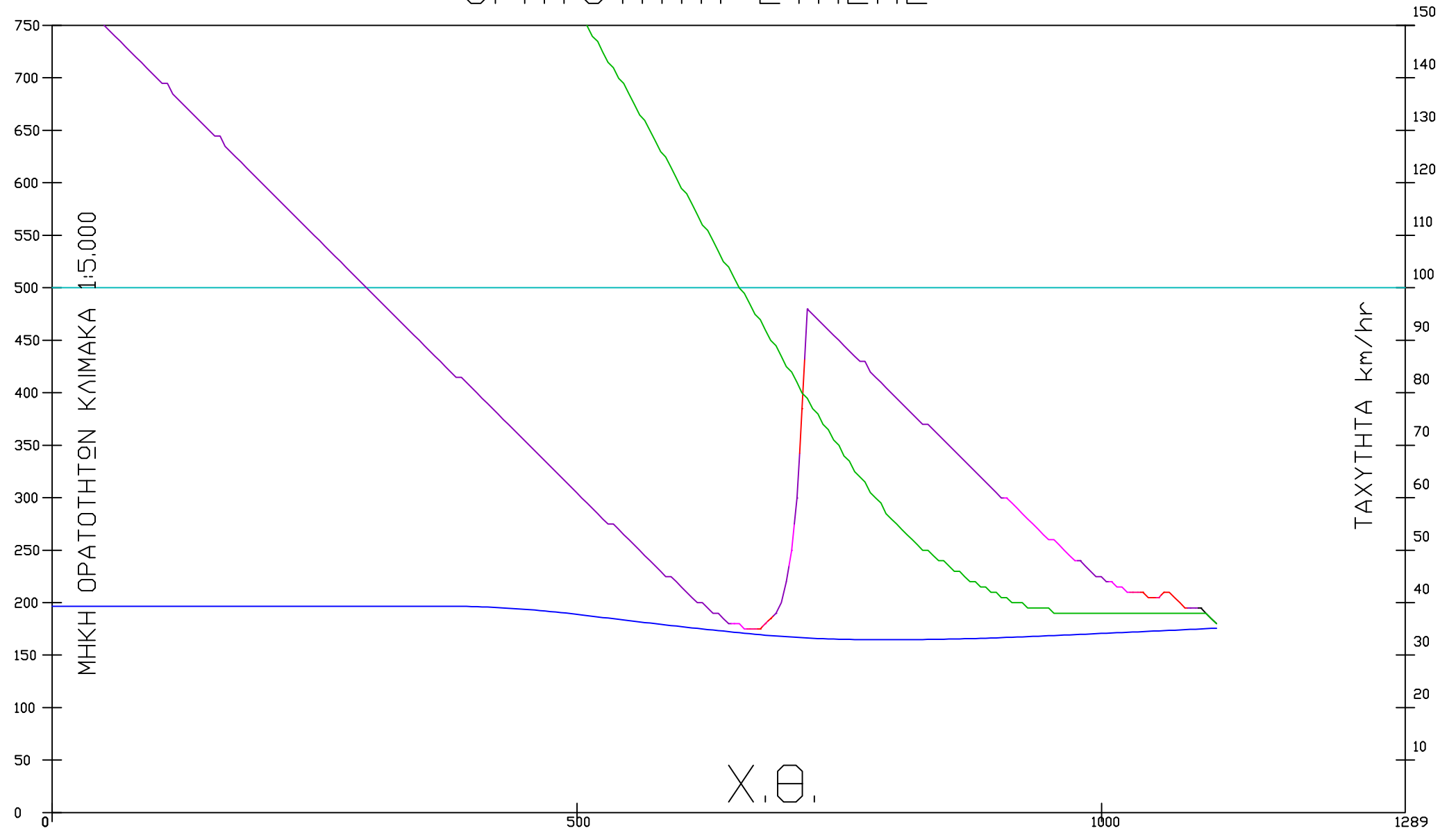
ΣΧΕΔΙΟ 18-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ 3ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

ΟΜΟΣ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 100.00 Km/hr



ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:5.000

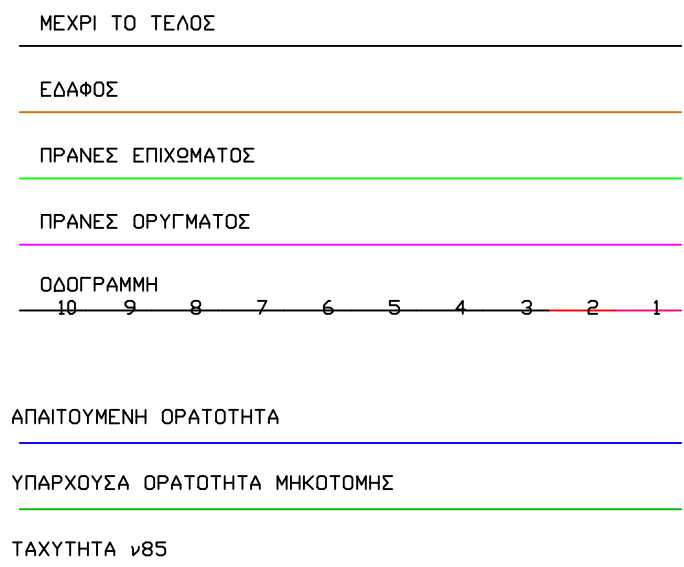


ΣΧΕΔΙΟ 19-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 3ου Ο.Τ. ΟΜΟΣ 100km/hr

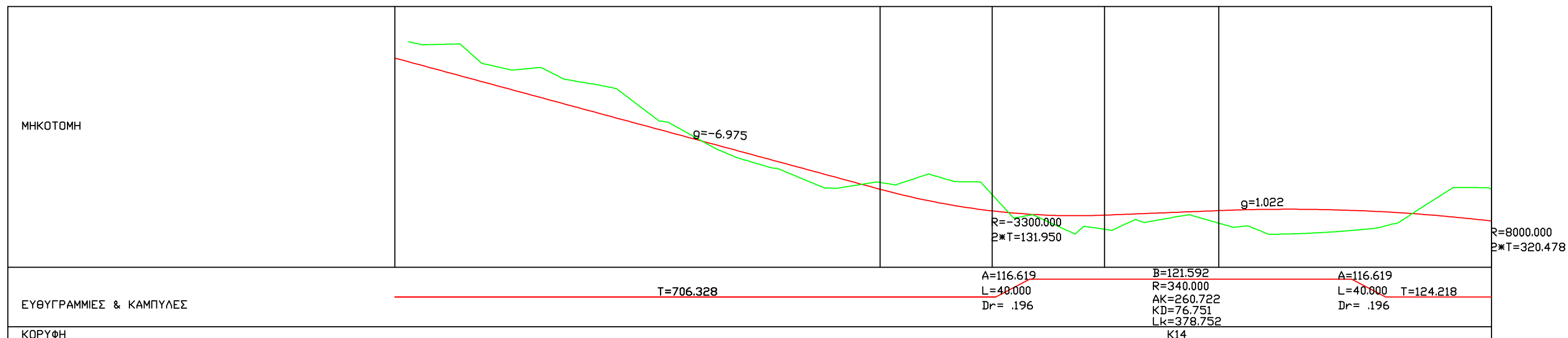
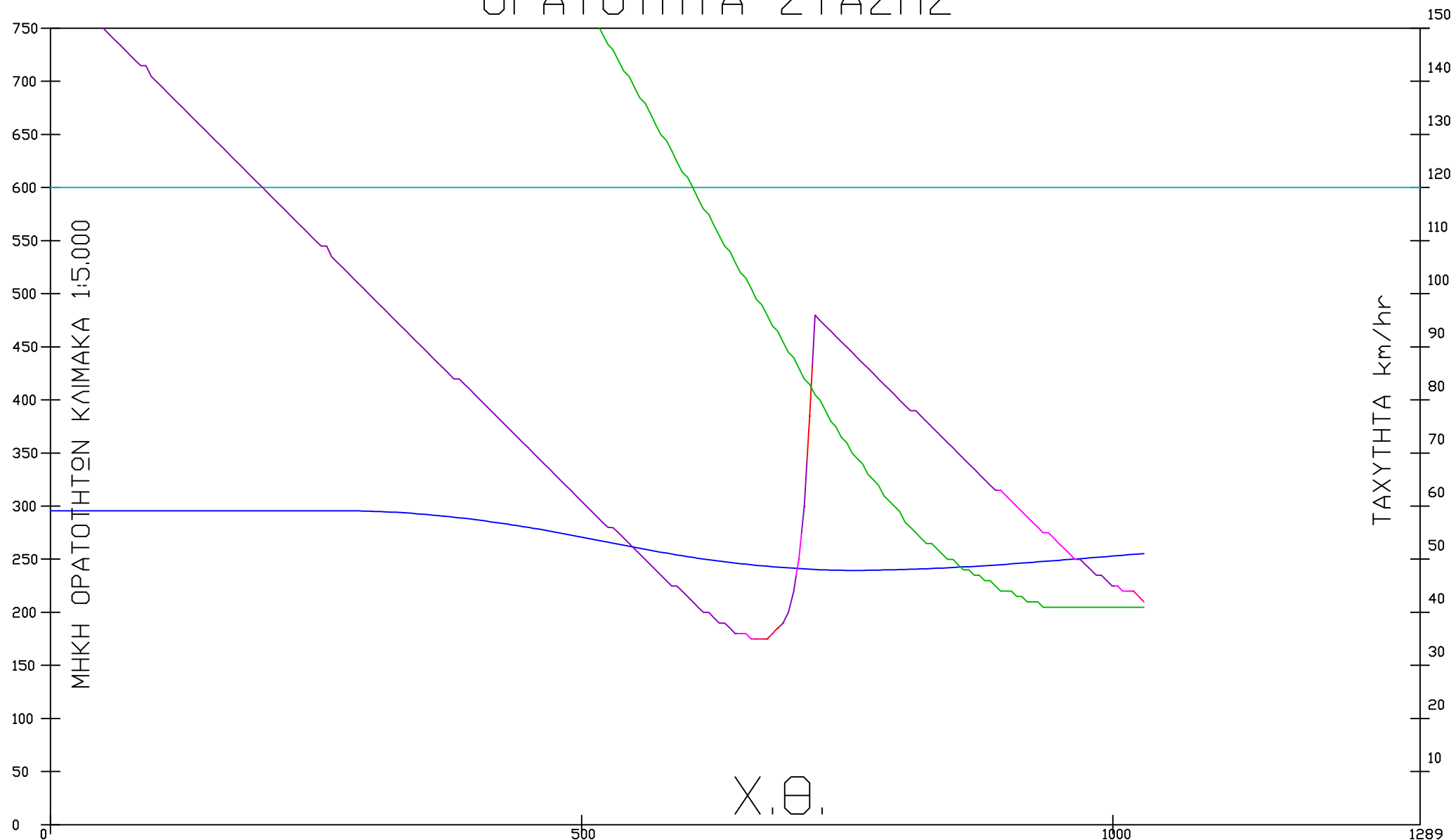
# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .35  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.10 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 120.00 Km/hr

ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ 3\_Δ

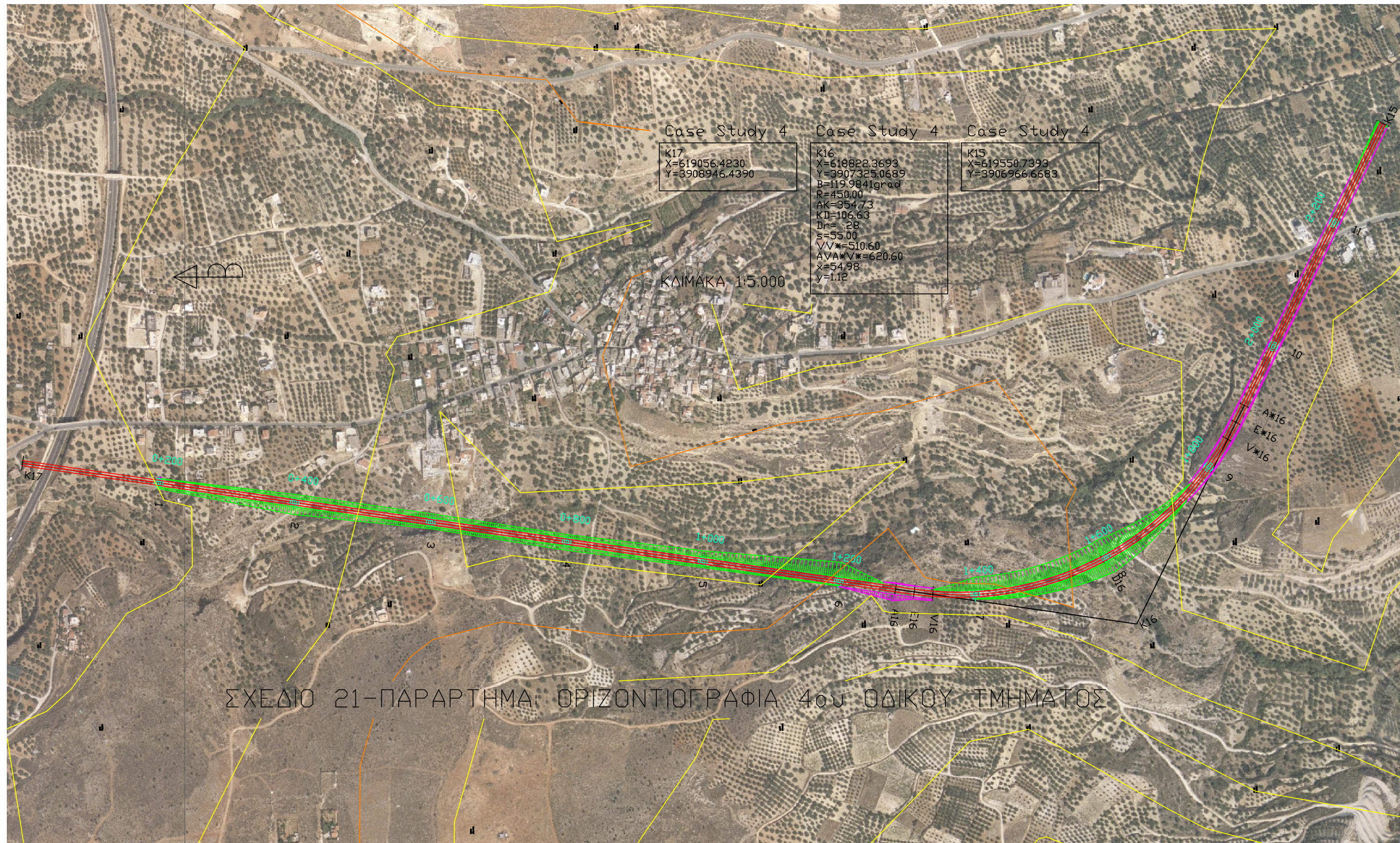


ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:5.000



ΣΧΕΔΙΟ 20-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 3ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 120km/hr





Case Study 4

K17  
 X=619056.4230  
 Y=3908946.4390

Case Study 4

K16  
 X=618822.3693  
 Y=3907325.0689  
 B=119.9841grad  
 R=450.00  
 AK=354.73  
 KI=106.63  
 Dr= 28  
 s=55.00  
 VV\*=510.60  
 AVA\*V\*=620.60  
 x=54.98  
 y=1.12

Case Study 4

K15  
 X=619550.7393  
 Y=3906966.6683

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000



ΣΧΕΔΙΟ 21-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ 4ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

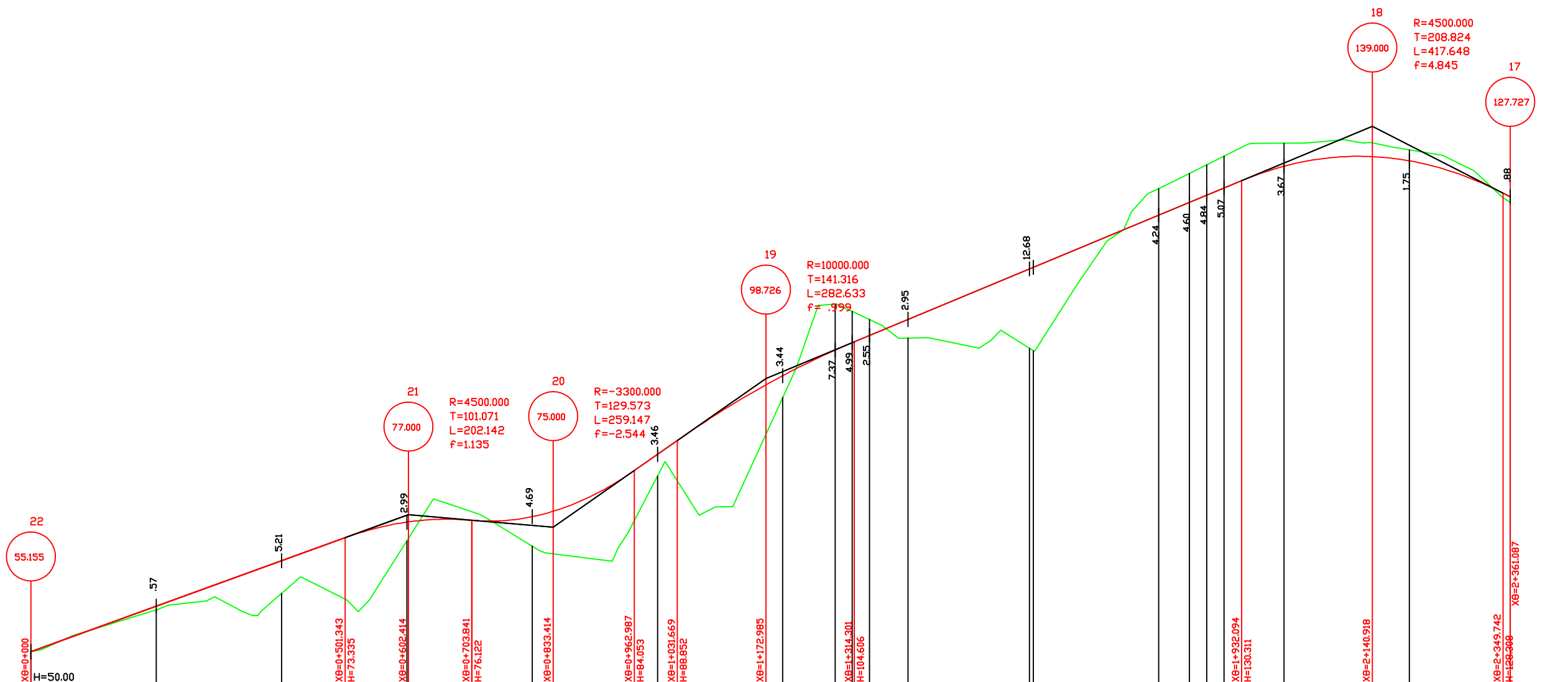


Case Study 4

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 7500

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 750

ΟΡΙΖΩΝ

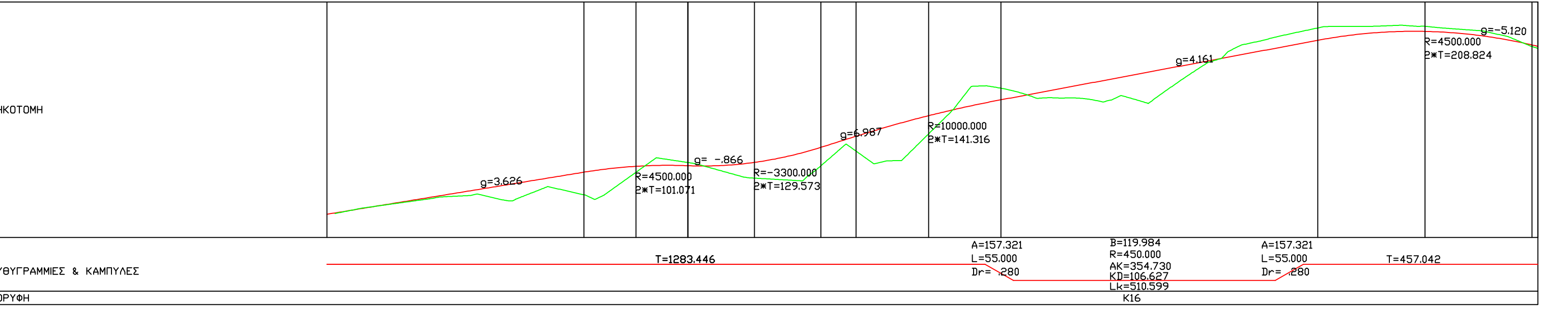
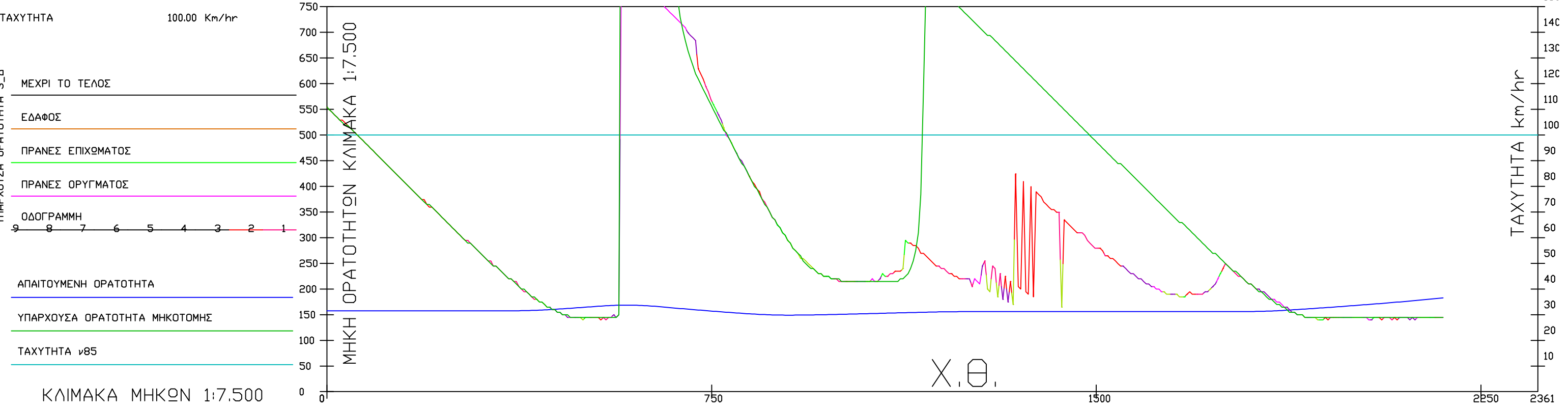


ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΡΥΘΡΑΣ	55.155	62.407	69.660	75.831	76.690	86.640	99.197	103.275	104.466	105.611	108.172	116.233	124.815	126.856	128.000	129.144	132.624	133.483	127.727	
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	55.15	61.83	64.45	72.84	72.00	83.18	95.76	110.64	109.46	108.16	105.22	103.55	129.05	131.46	132.84	134.22	136.29	135.23	126.85	
ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	K17	1	2	3	4	5	6	A16 E16	V16	7	D16	9	V#16 E#16	A#16	10	11			K15	
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ		200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	83.446	27.500	27.500	61.554	200.000	49.045	27.500	27.500	95.955	200.000	200.000	161.087	
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΡΧΗ	.000	200.000	400.000	600.000	800.000	1000.000	1200.000	1283.446	1310.946	1338.446	1400.000	1593.746	1800.000	1849.045	1876.545	1904.045	2000.000	2200.000	2361.087	
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ	0+000					0+750						1+500							2+250	2+361.087
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ				3.6262% 602.414		8.658% 231.000		5.881% 339.571					4.1609% 367.933						5.1203% 220.169	
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ & ΚΑΜΠΥΛΕΣ	T=1283.446																A=157.321 L=55.000 Dr= .280	B=119.984 R=450.000 AK=354.730 KD=106.627 LK=510.599	A=157.321 L=55.000 Dr= .280	T=457.042
ΚΟΡΥΦΗ	K16																			

ΣΧΕΔΙΟ 22-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ 4ου ΟΔΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>

### ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 23-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 4ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr

ΟΜΟΕ

ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .20

ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06

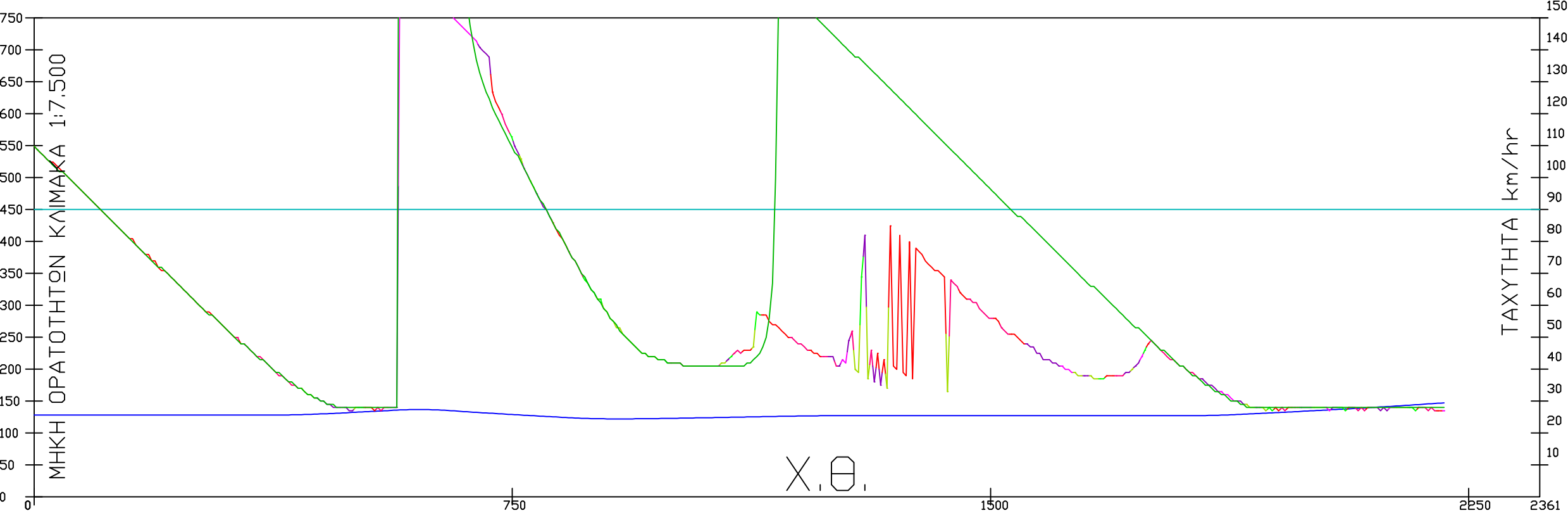
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec

ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.60 m/sec<sup>2</sup>

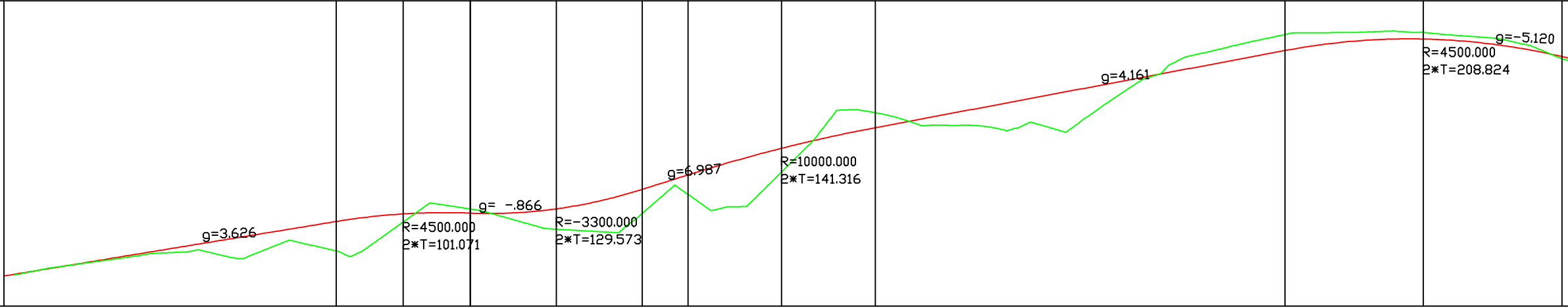
ΤΑΧΥΤΗΤΑ 90.00 Km/hr

# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

- ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΤΕΛΟΣ
- ΕΔΑΦΟΣ
- ΠΡΑΝΕΣ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ
- ΠΡΑΝΕΣ ΟΡΥΓΜΑΤΟΣ
- ΟΔΟΓΡΑΜΜΗ
- ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ
- ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ
- ΤΑΧΥΤΗΤΑ v85
- ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:7.500



ΜΗΚΟΤΟΜΗ



ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ & ΚΑΜΠΥΛΕΣ

ΚΟΡΥΦΗ

T=1283.446

A=157.321  
L=55.000  
Dr=.280

B=119.984  
R=450.000  
AK=354.730  
KD=106.627  
Lk=510.599

A=157.321  
L=55.000  
Dr=.280

T=457.042

ΣΧΕΔΙΟ 24-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 4ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 90km/hr

ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

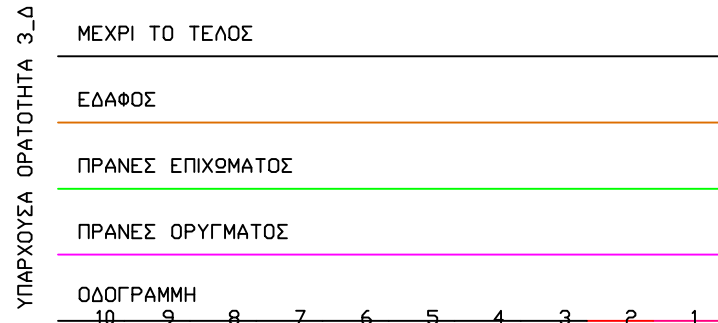
ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .60

ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.08

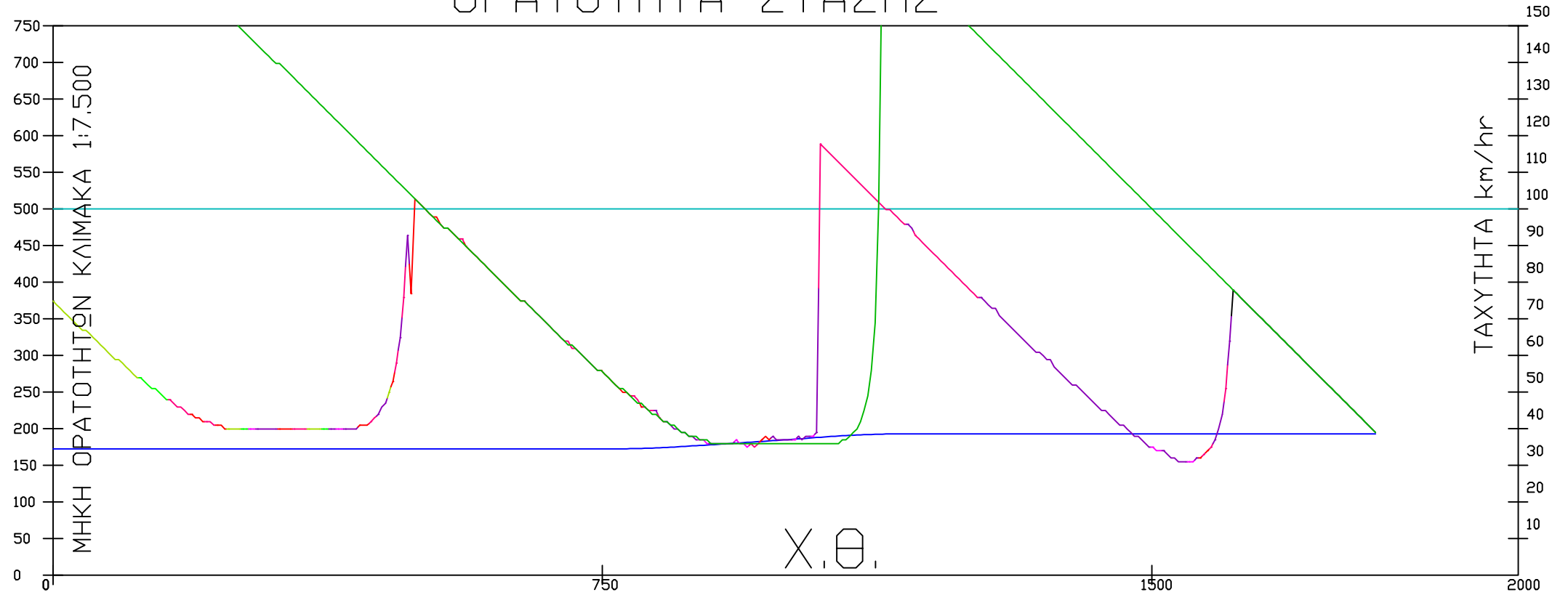
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.50 sec

ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>

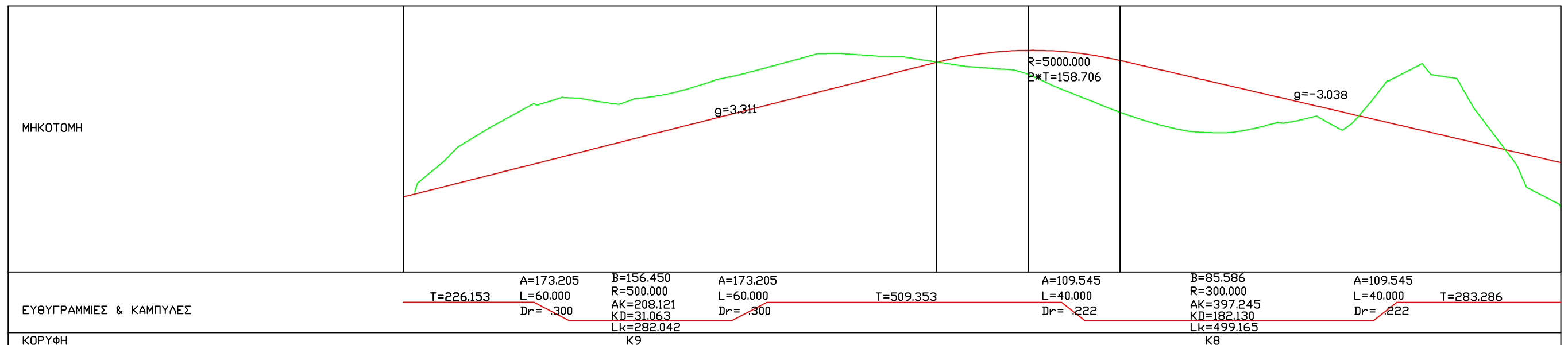
ΤΑΧΥΤΗΤΑ 100.00 Km/hr



## ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

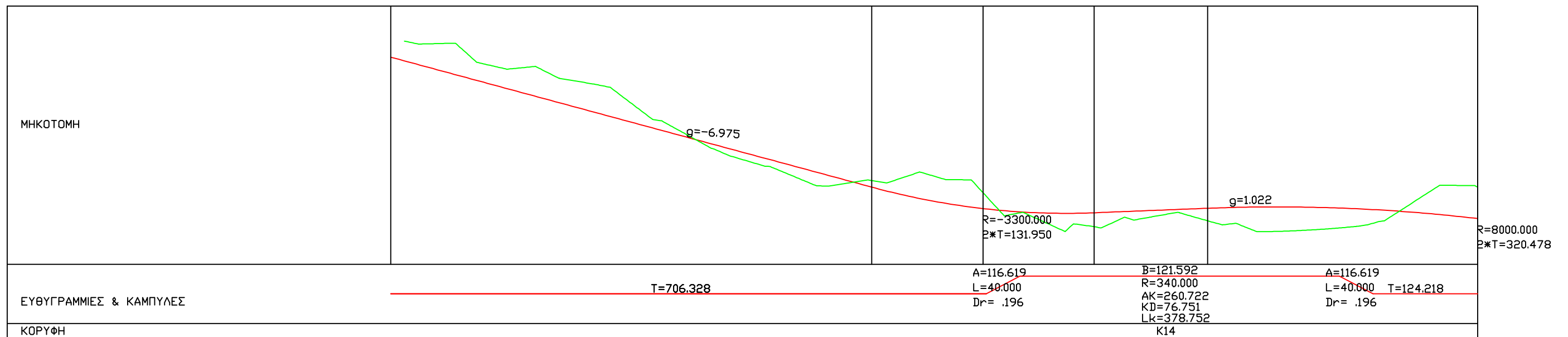
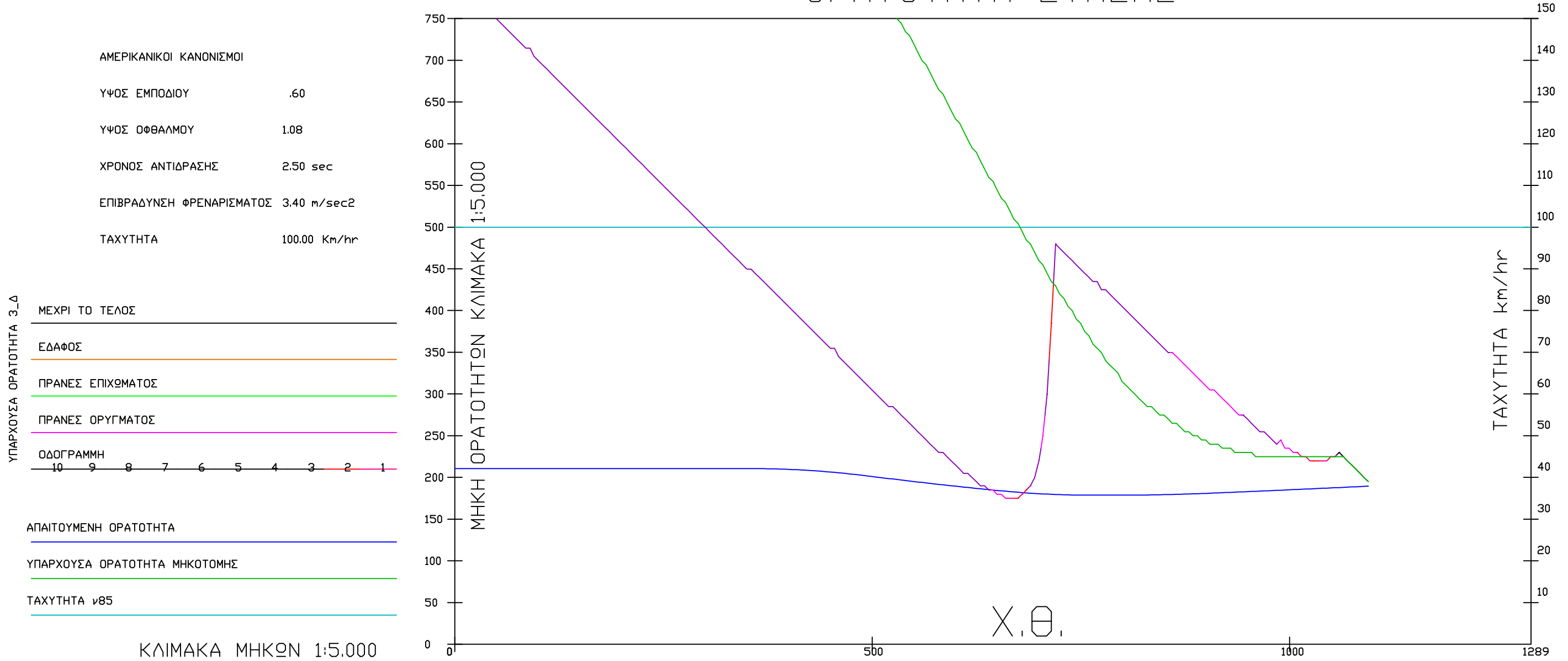


ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1:7.500



ΣΧΕΔΙΟ 25-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 2ου Ο.Τ. ΑΑΣΗΤΟ 100km/hr

# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

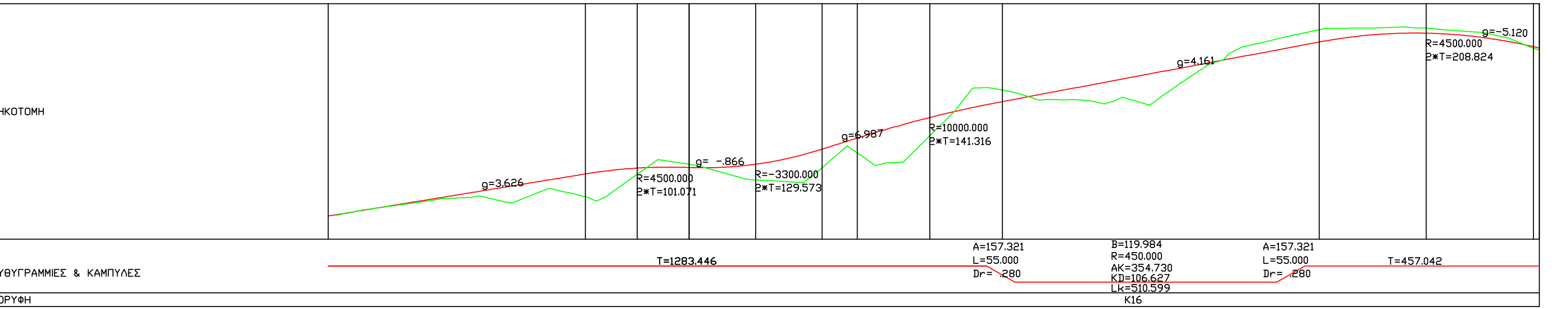
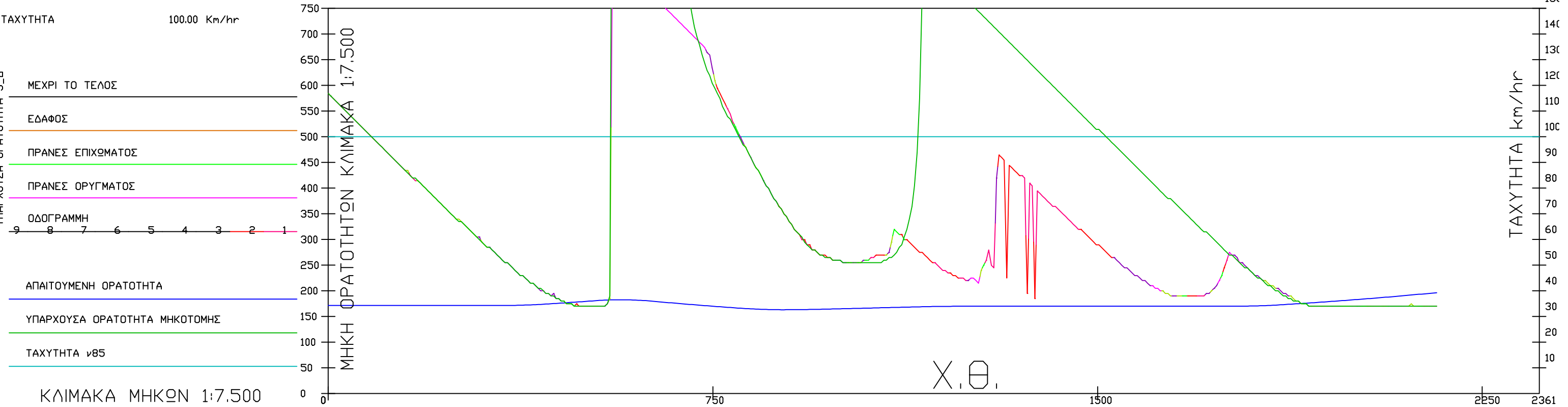


ΣΧΕΔΙΟ 26-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 3ου Ο.Τ. ΑΑΣΗΤΟ 100km/hr



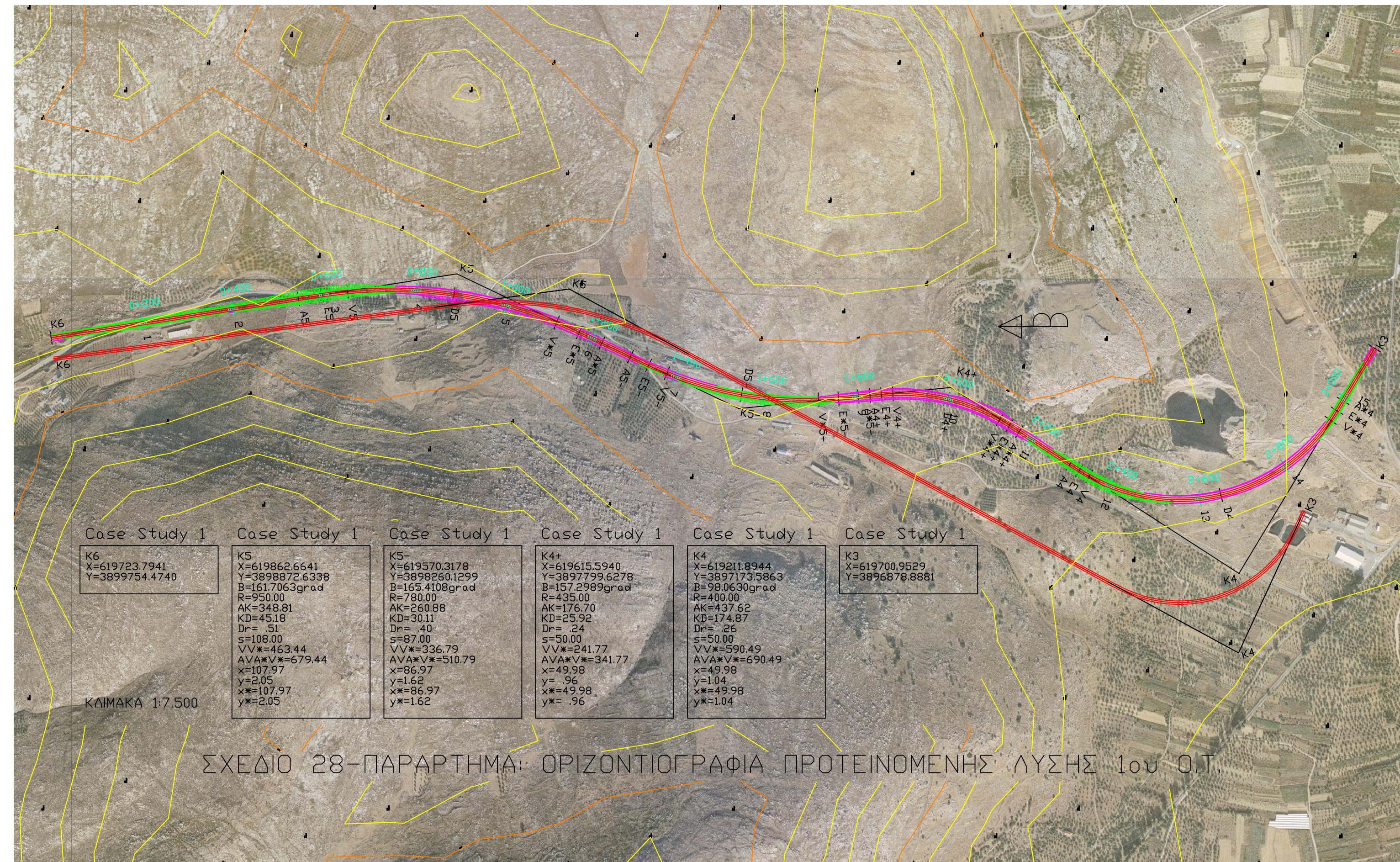
ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .60  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.08  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.50 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>

### ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 27-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ 4ου Ο.Τ. ΑΑΣΗΤΟ 100km/hr





Case Study 1

K6  
X=619723.7941  
Y=3899754.4740

Case Study 1

K5  
X=619862.6641  
Y=3898872.6338  
B=161.7063grad  
R=950.00  
AK=348.81  
KD=45.18  
Dr= .51  
s=108.00  
VV\*=463.44  
AVA\*V\*=679.44  
x=107.97  
y=2.05  
x\*=107.97  
y\*=2.05

Case Study 1

K5-  
X=619570.3178  
Y=3898260.1299  
B=165.4108grad  
R=780.00  
AK=260.88  
KD=30.11  
Dr= .40  
s=87.00  
VV\*=336.79  
AVA\*V\*=510.79  
x=86.97  
y=1.62  
x\*=86.97  
y\*=1.62

Case Study 1

K4+  
X=619615.5940  
Y=3897799.6278  
B=157.2989grad  
R=435.00  
AK=176.70  
KD=25.92  
Dr= .24  
s=50.00  
VV\*=241.77  
AVA\*V\*=341.77  
x=49.98  
y=.96  
x\*=49.98  
y\*=.96

Case Study 1

K4  
X=619211.8944  
Y=3897173.5863  
B=98.0630grad  
R=400.00  
AK=437.62  
KD=174.87  
Dr= .26  
s=50.00  
VV\*=590.49  
AVA\*V\*=690.49  
x=49.98  
y=1.04  
x\*=49.98  
y\*=1.04

Case Study 1

K3  
X=619700.9529  
Y=3896878.8881

ΚΑΙΜΑΚΑ 1:7.500

ΣΧΕΔΙΟ 28-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 1ου Ο.Τ.

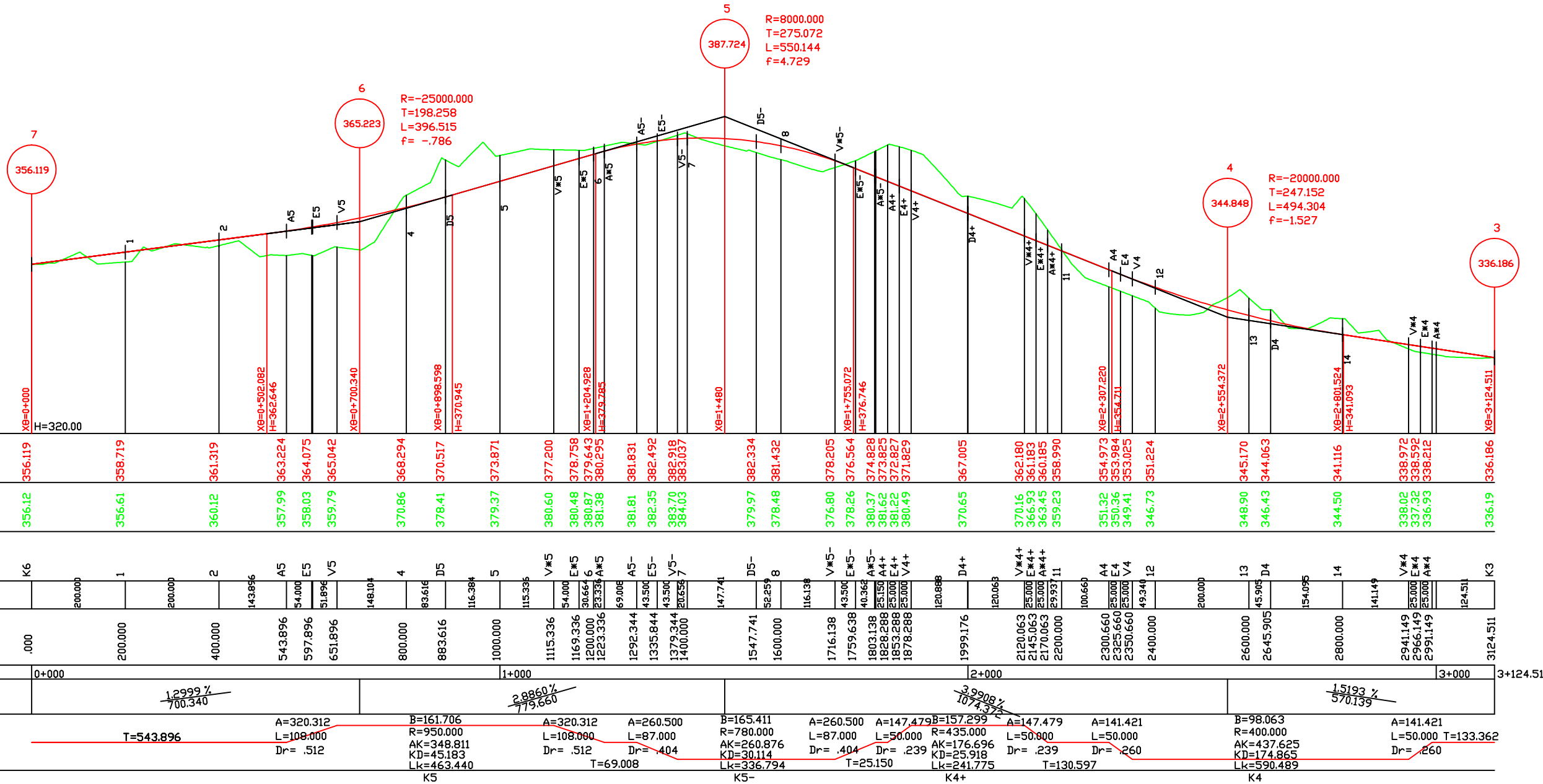


Case Study 1

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 10000

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 1000

ΟΡΙΖΩΝ



ΣΧΕΔΙΟ 29-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 1ου Ο.Τ.



Case Study2+

K10  
X=620848.2378  
Y=3903116.4389

Case Study2+

K8\9  
X=618705.5664  
Y=3903638.3634  
B=42.0355grad  
R=580.00  
AK=1739.19  
KD=1210.92  
Dr= .58  
s=90.00  
VV\*=1349.15  
AVA\*V\*=1529.15  
x=89.95  
y=2.33  
x\*=89.95  
y\*=2.33

Case Study2+

K7  
X=619843.6530  
Y=3902206.4749

ΚΛΙΜΑΚΑ 1:5.000

K10

0+200

0+400

0+600

0+800

K9

A8\9

E8\9

V8\9

3

4

1+200

1+400

1+600

1+800

1+200

1+000

A\*8\9

E\*8\9

V\*8\9

K8



ΣΧΕΔΙΟ 30-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 2ου Ο.Τ.

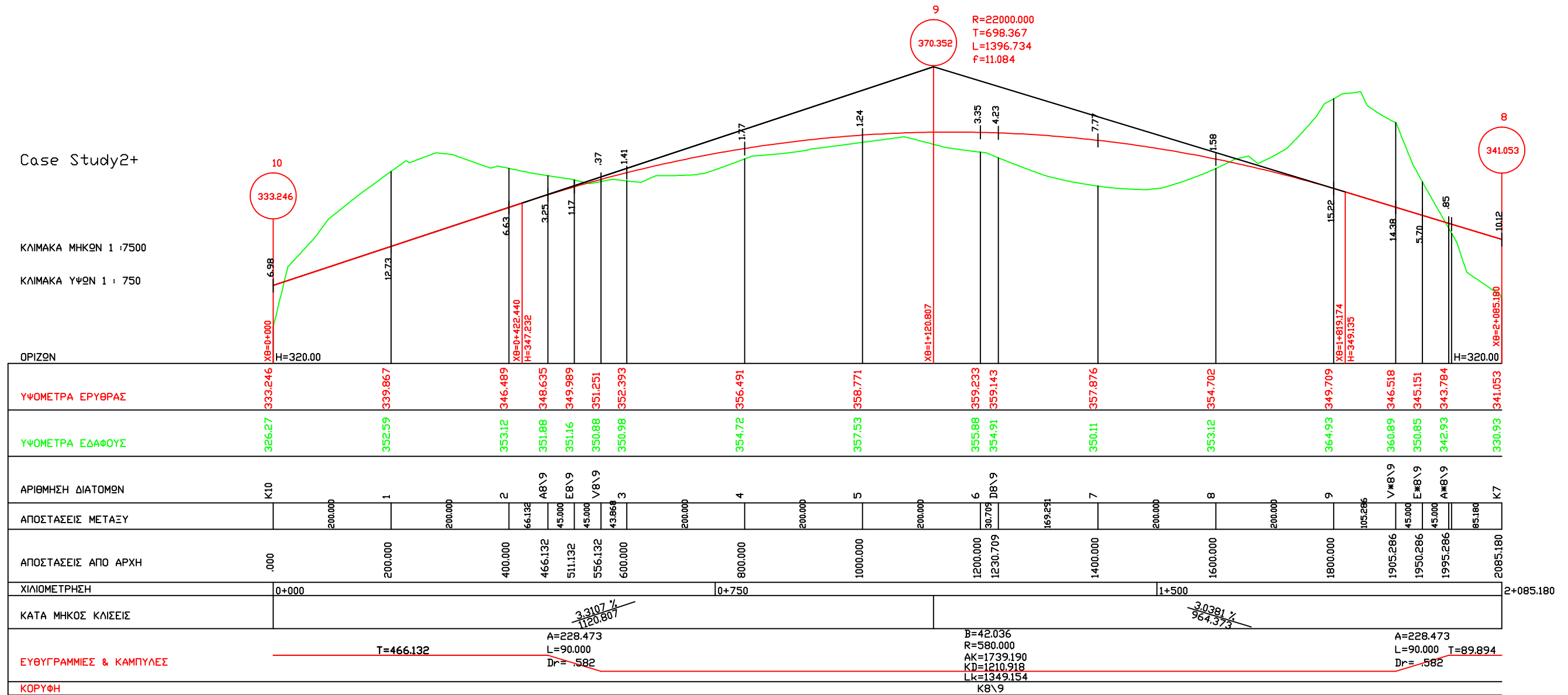


Case Study2+

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 7500

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 750

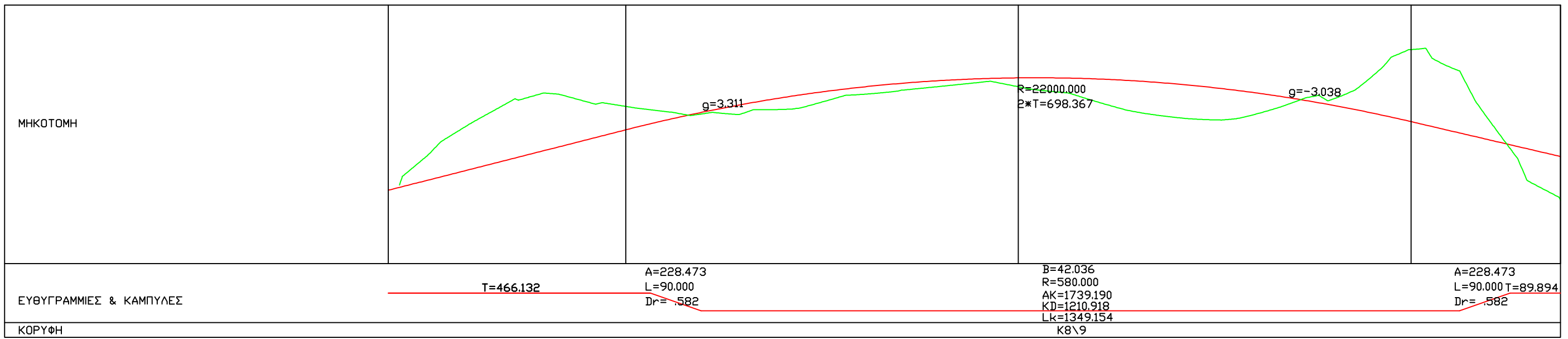
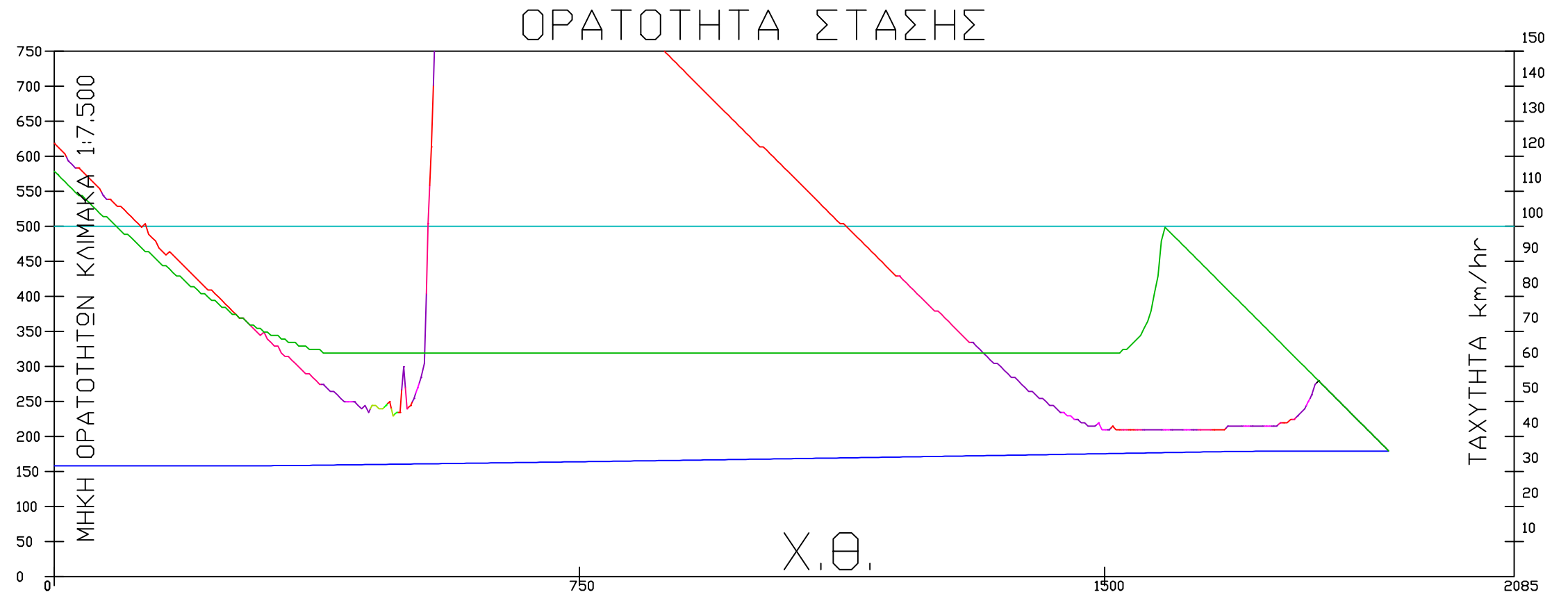
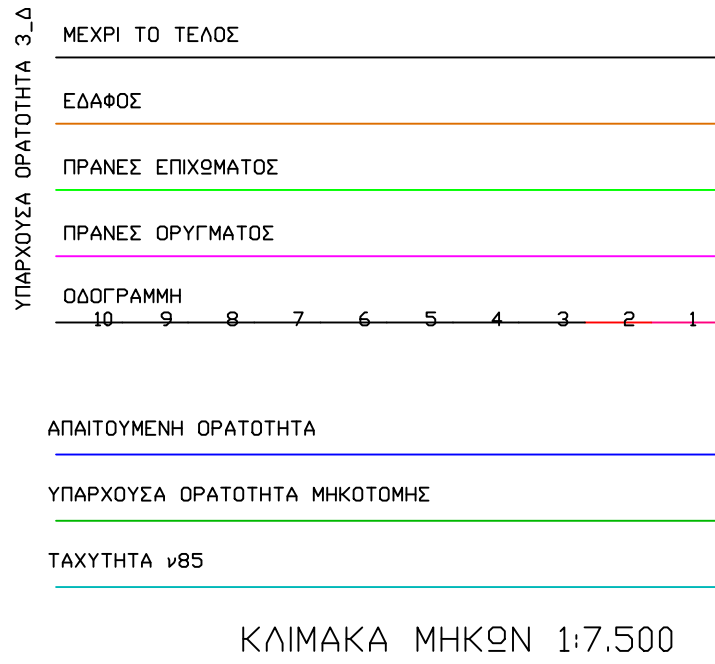
ΟΡΙΖΩΝ



ΣΧΕΔΙΟ 31-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 2ου Ο.Τ.

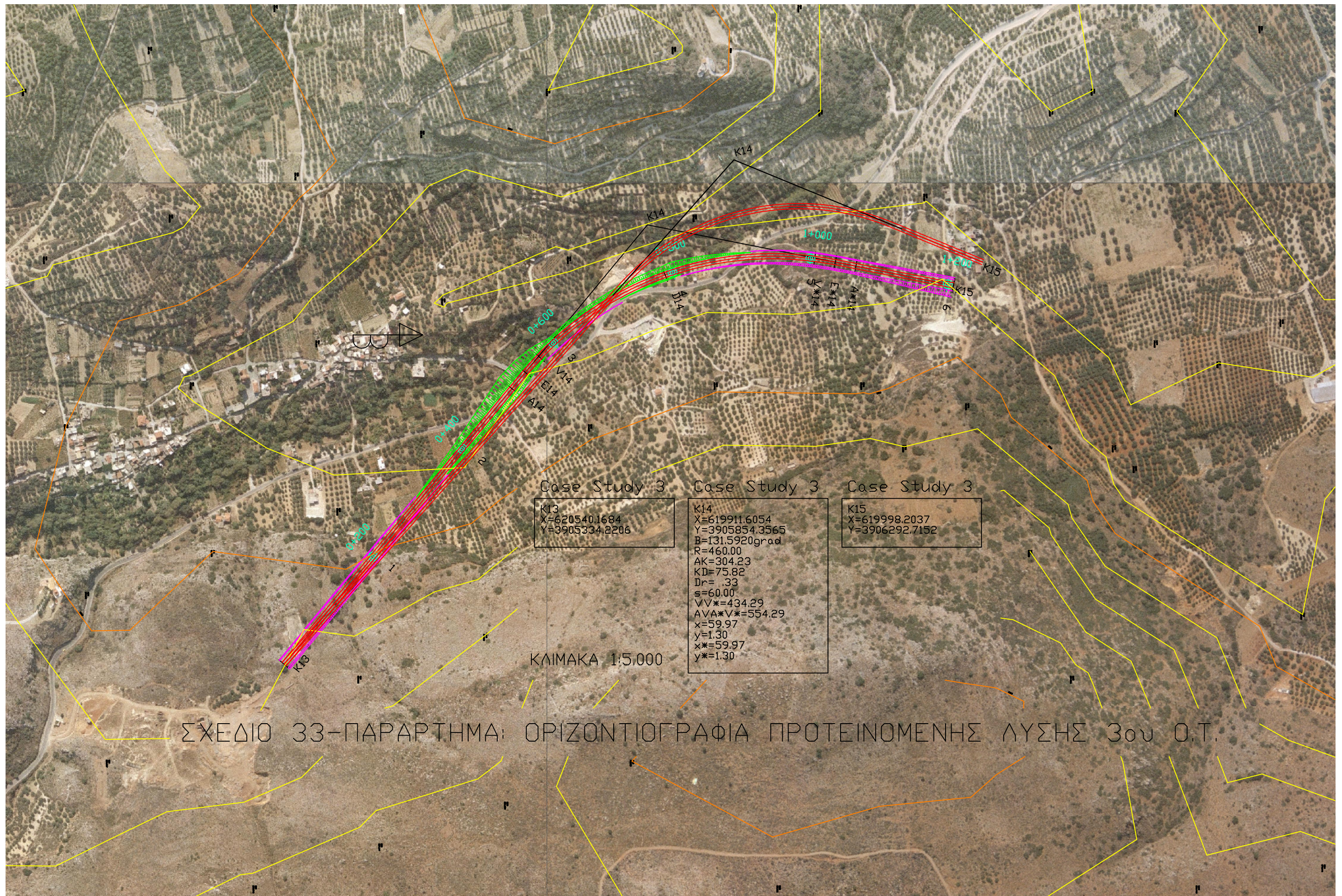


ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 100.00 Km/hr



ΣΧΕΔΙΟ 32-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ (ΛΥΣΗ) 2ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr





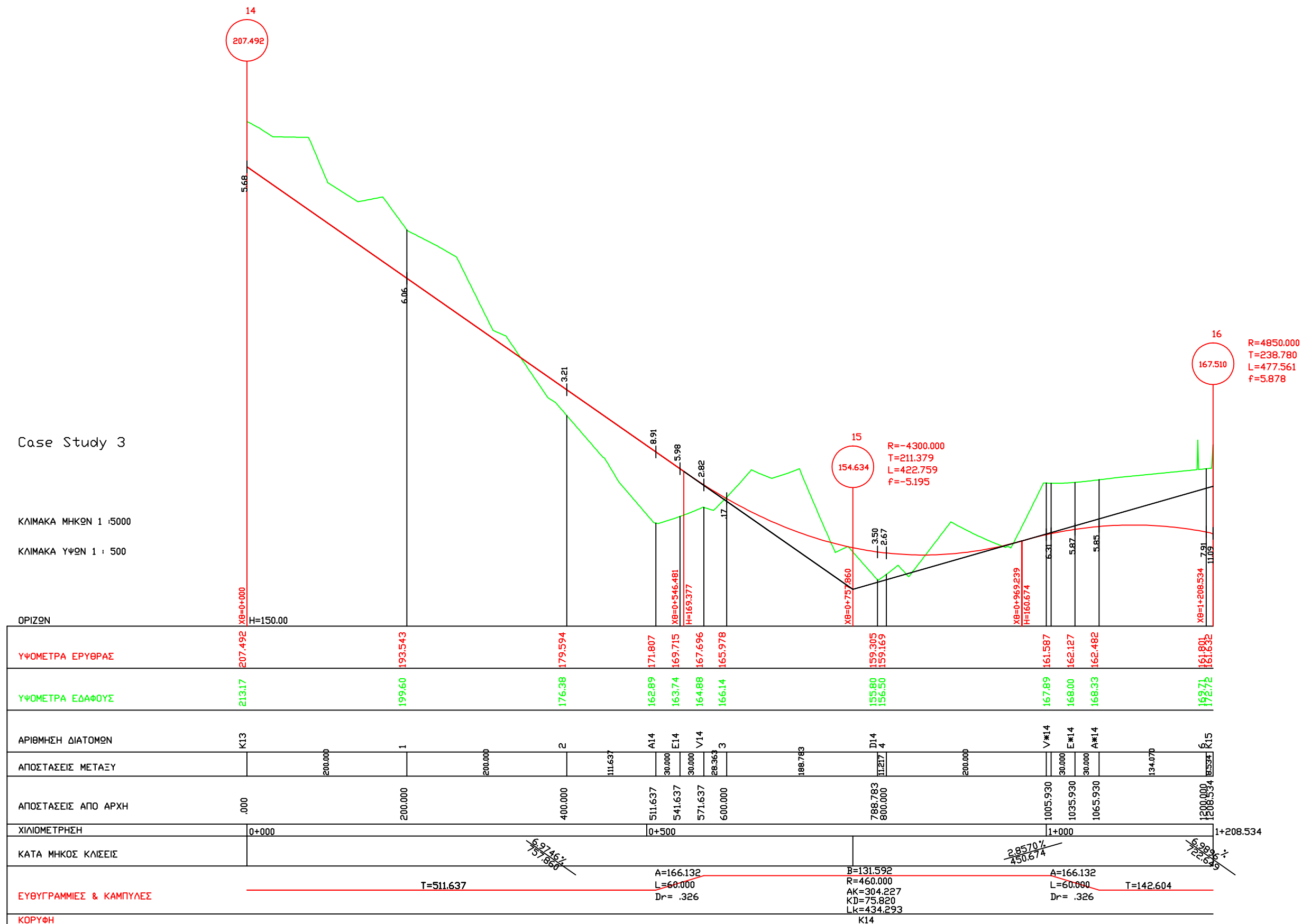
ΣΧΕΔΙΟ 33-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 3ου Ο.Τ.



Case Study 3

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 5000

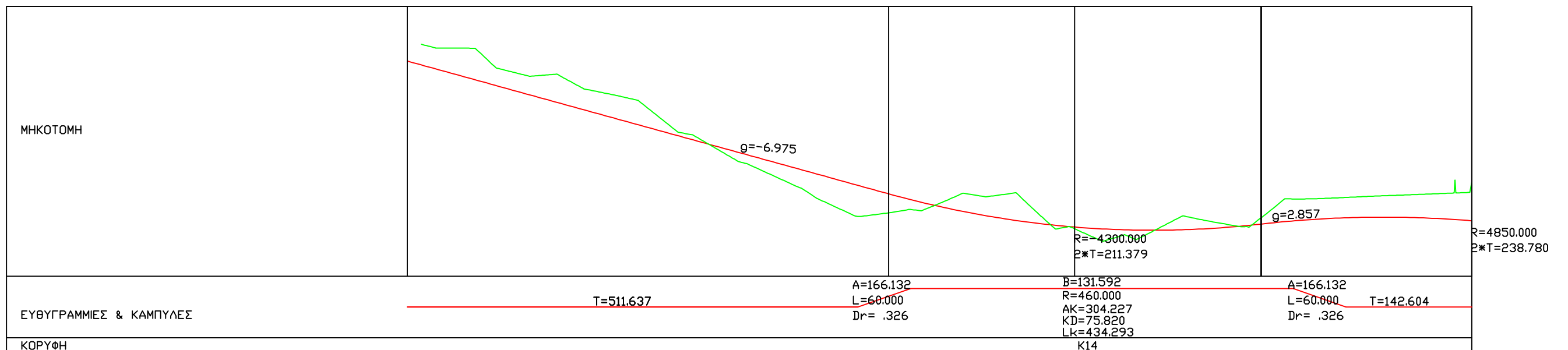
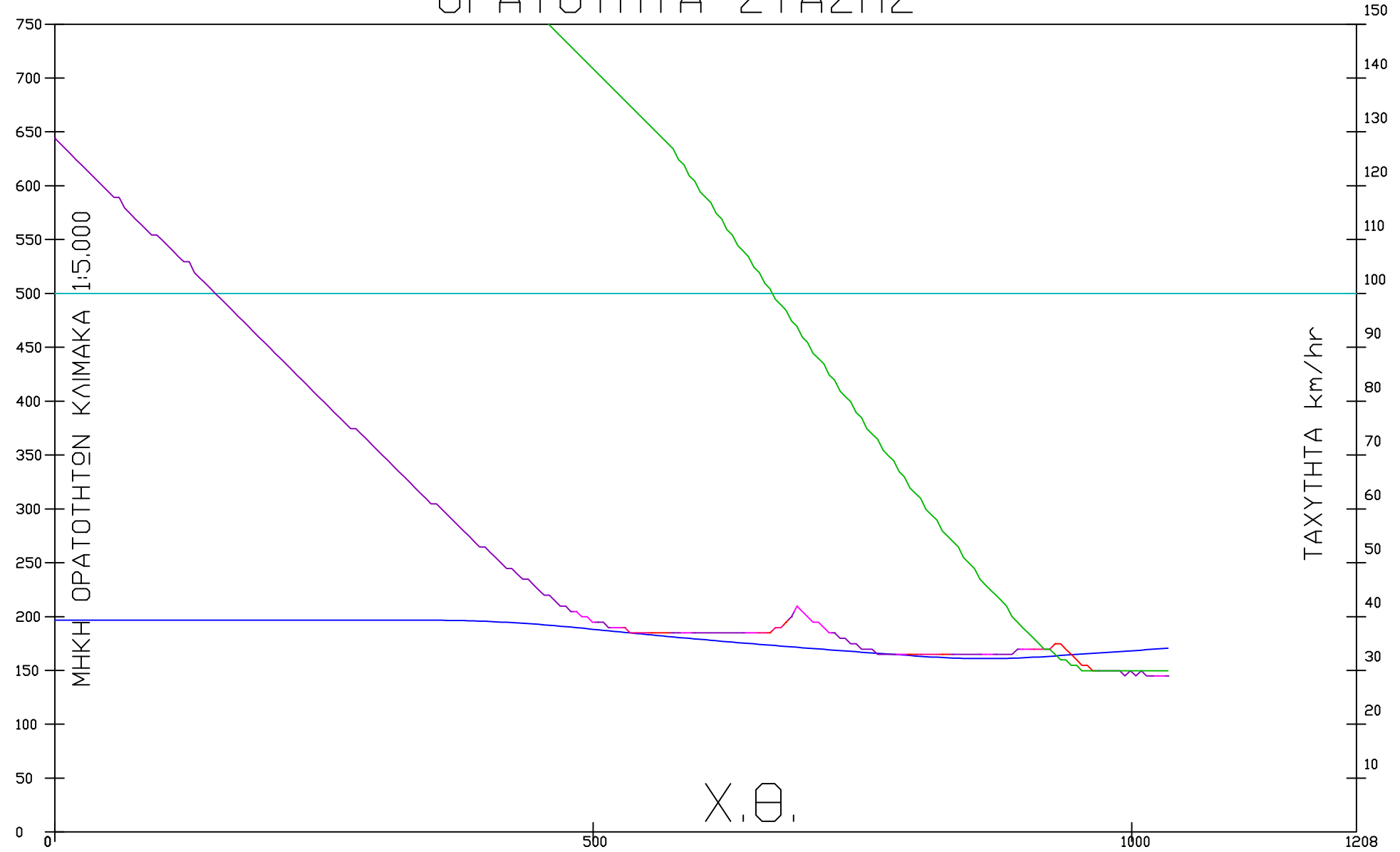
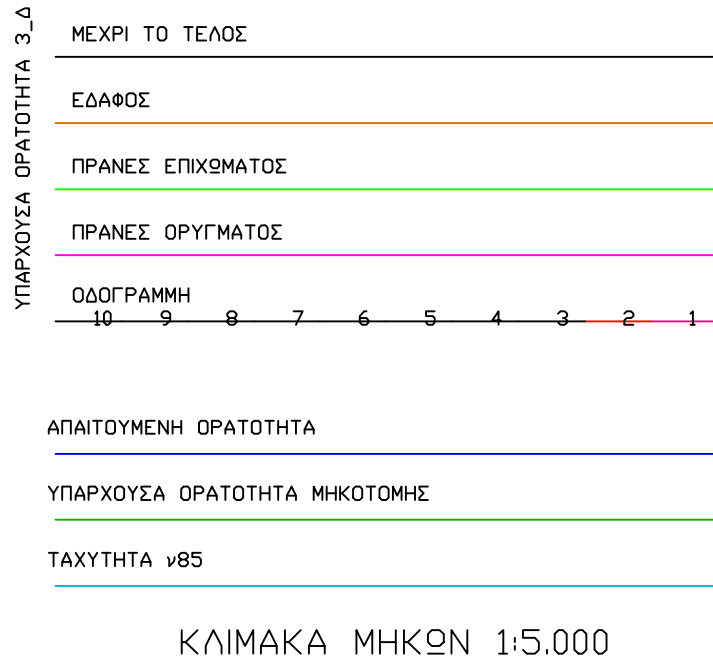
ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 500



ΣΧΕΔΙΟ 34-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 3ου Ο.Τ.

# ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ

ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>  
 ΤΑΧΥΤΗΤΑ 100.00 Km/hr



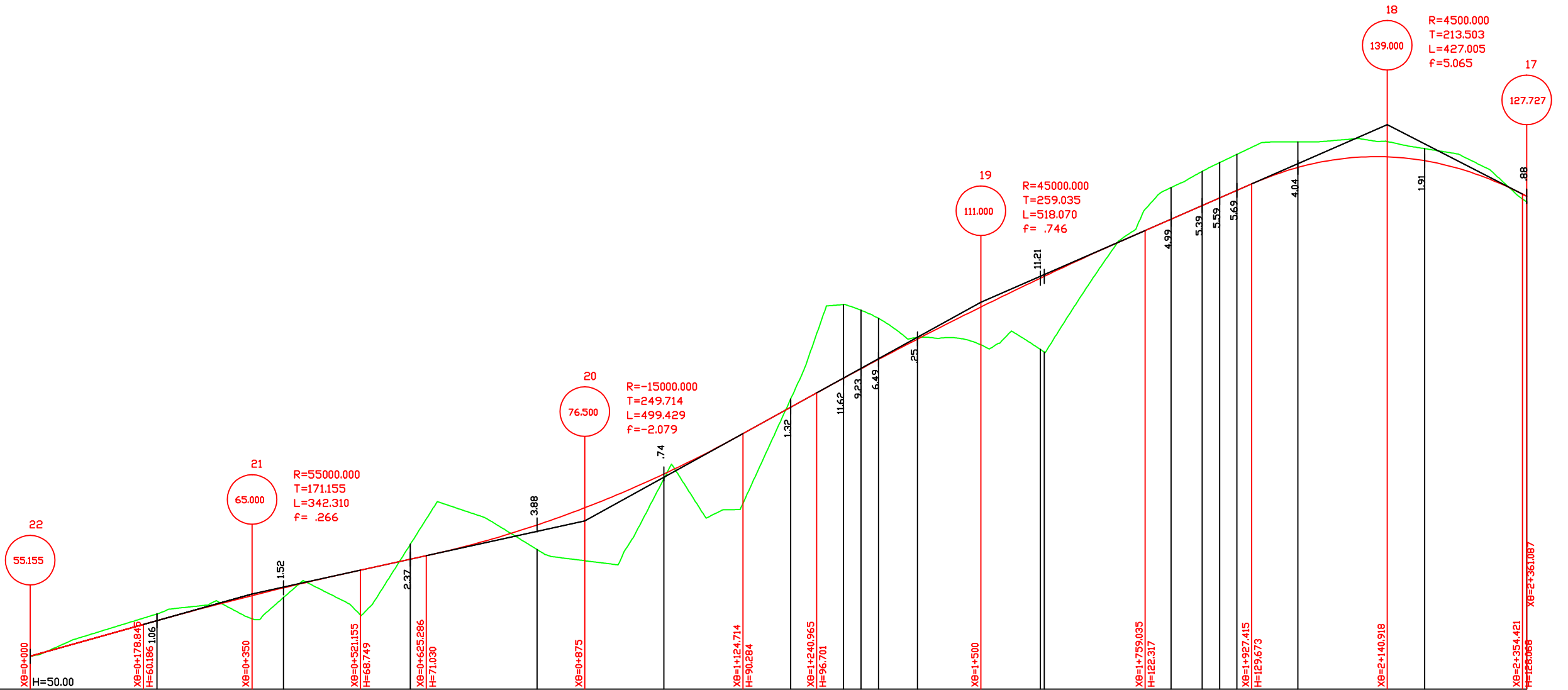
ΣΧΕΔΙΟ 35-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ (ΛΥΣΗ) 3ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr

Case Study 4

ΚΛΙΜΑΚΑ ΜΗΚΩΝ 1 : 7500

ΚΛΙΜΑΚΑ ΥΨΩΝ 1 : 750

ΟΡΙΖΩΝ



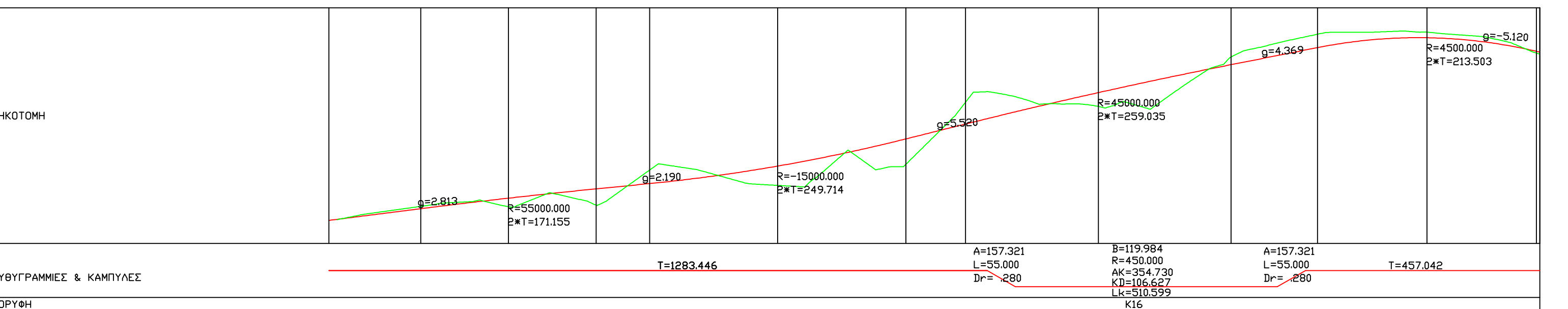
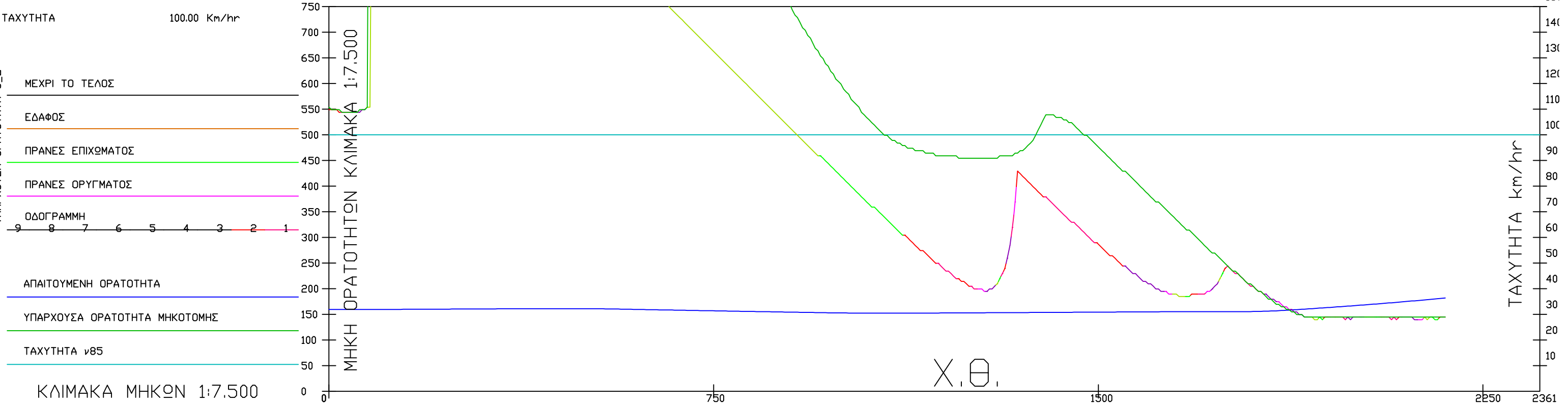
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΡΥΘΡΑΣ	55.155	60.777	65.962	70.476	75.675	83.918	94.440	99.026	100.510	101.977	105.199	114.792	124.106	126.249	127.450	128.652	132.258	133.325	127.727	
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΕΔΑΦΟΥΣ	55.15	61.83	64.45	72.84	72.00	83.18	95.76	110.64	109.74	108.47	105.44	103.58	129.10	131.64	133.04	134.34	136.29	135.23	126.85	
ΑΡΙΘΜΩΣΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	K17	1	2	3	4	5	6	A16 E16 V16	7	D16	9	V*16 E*16 A*16	10	11	K15					
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	83.446	27.500	27.500	61.554	193.746	200.000	49.045	27.500	27.500	95.955	200.000	161.087	
ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΑΡΧΗ	.000	200.000	400.000	600.000	800.000	1000.000	1200.000	1283.446	1310.946	1338.446	1400.000	1593.746	1800.000	1849.045	1876.545	1904.045	2000.000	2200.000	2361.087	
ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΗΣΗ	0+000					0+750						1+500							2+250	2+361.087
ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΚΛΙΣΕΙΣ		$\frac{2.8129\%}{350.000}$		$\frac{2.1905\%}{525.000}$			$\frac{5.5200\%}{625.000}$						$\frac{4.3687\%}{640.918}$						$\frac{5.1203\%}{220.165}$	
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΙΕΣ & ΚΑΜΠΥΛΕΣ				$T=1283.446$				$A=157.321$ $L=55.000$ $Dr=-.280$				$B=119.984$ $R=450.000$ $AK=354.730$ $KD=106.627$ $Lk=510.599$			$A=157.321$ $L=55.000$ $Dr=-.280$			$T=457.042$		
ΚΟΡΥΦΗ																				

ΣΧΕΔΙΟ 36-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΛΥΣΗΣ 4ου Ο.Τ.



ΟΜΟΕ  
 ΥΨΟΣ ΕΜΠΟΔΙΟΥ .25  
 ΥΨΟΣ ΟΦΘΑΛΜΟΥ 1.06  
 ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ 2.00 sec  
 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ ΦΡΕΝΑΡΙΣΜΑΤΟΣ 3.40 m/sec<sup>2</sup>

### ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΑΣΗΣ



ΣΧΕΔΙΟ 37-ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΟΡΑΤΟΤΗΤΩΝ (ΛΥΣΗ) 4ου Ο.Τ. ΟΜΟΕ 100km/hr