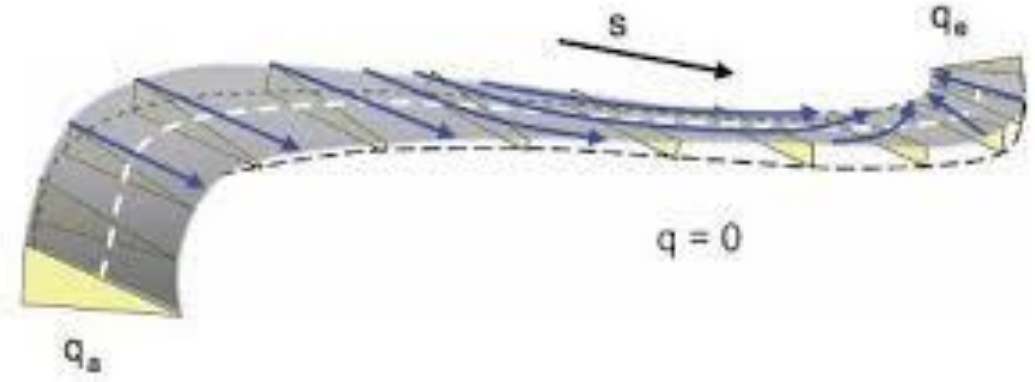
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΝΤΙΡΡΟΠΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ



Ιωάννης Μιτάκης Oly

Επιβλέπων: Σ. Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2019

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, θα ήθελα να απευθύνω θερμές ευχαριστίες:

Στον επιβλέποντα Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. κ. Σ. Μαυρομάτη, για την ανάθεση και την επίβλεψη της Διπλωματικής Εργασίας.

Στον Επιστημονικό Συνεργάτη κ. Φ. Μερτζάνη, για τις ουσιαστικές συμβουλές του σε όλα τα στάδια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, καθώς και όσους βοήθησαν με τον οποιονδήποτε τρόπο στη διαμόρφωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Αθήνα, Μάρτιος 2019
Ιωάννης Μιτάκης Oly

Σύνοψη

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ ΣΕ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΑΝΤΙΡΡΟΠΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ

Ιωάννης Μιτάκης OLY
Επιβλέπων: Σ. Μαυρομάτης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Κύριος στόχος της παρούσας Διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση επάρκειας Μήκους Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ) σε διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες σε οδικά τμήματα υπεραστικών οδών με μηδενική κατά μήκος κλίση σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001). Ο έλεγχος επάρκειας της ορατότητας βασίζεται στην διαφορά του διατιθέμενου έναντι του απαιτούμενου ΜΟΣ. Για την χάραξη της οδού και τον προσδιορισμό του ΜΟΣ χρησιμοποιείται το λογισμικό οδοποιίας `FM17΄. Εξετάζονται οι περιπτώσεις ενιαίου οδοστρώματος και ο σχεδιασμός της οδού γίνεται σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, με εφαρμογή των ελάχιστων ακτίνων των καμπυλών σε οριζοντιοφραφία, μηδενική κατά μήκος κλίση και μηδενική ευθυγραμμία για ταχύτητα σχεδιασμού (Ve) από 50km/h έως 100km/h και παράμετρο κλωθοειδούς (Α) για Α=R/3 και Α=R/2. Από την ερευνά προκύπτει ότι η χρήση των προτεινόμενων ελάχιστων τιμών κατά τις ΟΜΟΕ-Χ, δεν παρέχει επαρκές ΜΟΣ.

Λέξεις – κλειδιά: Μήκος Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ), υπεραστική οδός, FM17.

Abstract

INVESTIGATION REGARDING STOPPING SIGHT DISTANCE VISIBILITY REGARDING SUCCESSIVE COUNTERBALANCED CURVES

Ioannis Mitakis OLY
Supervisor: S. Mauromatis, Assistant Professor N.T.U.A

The main objective of the present Diploma Thesis is to investigate the adequacy of Stopping Sight Distance (SSD) at successive counterbalanced curves in rural roads with zero vertical inclination according to the Greek Road Design Guidelines (OMOE-X, 2001). The investigation for the adequate visibility is based on the difference of the Available versus the Demanded SSD. The road design software, ΄FM17΄, is used for the tracing of the road and calculation of the SSD. Undivided road cases are examined and road is planned according to OMOE-X, applying the minimum radii of the curves in a horizontal plane, zero vertical inclination and zero alignment for design velocity (Ve) from 50km/h to 100km/h and clothoid parameter (A) for A=R/3 and A=R/2. The research shows that the use of the proposed minimum values of OMOE-X, does not provide sufficient SSD.

Keywords: Stopping Sight Distance (SSD), rural road, FM17.

Περίληψη Εργασίας

Η μελέτη και η χάραξη μίας οδού καθορίζεται από την ασφάλεια που προσφέρει στους οδηγούς της. Ένα από τα βασικότερα στοιχεία που συντελούν στην πραγματοποίηση αυτού του στόχου είναι η εξασφάλιση επαρκούς Μήκους Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ), ούτως ώστε ο οδηγός να έχει τη δυνατότητα να εκτιμά ορθά τη διαδρομή μπροστά του σε επαρκές μήκος πραγματοποιώντας πλήρη ακινητοποίηση του οχήματός του στην αναπάντεχη εμφάνιση ενός εμποδίου.

Για την εξασφάλιση της επάρκειας της ορατότητας σε όλο το μήκος της οδού είναι αναγκαίος ο υπολογισμός του Διατιθέμενού ΜΟΣ, το οποίο μπορεί να περιγράφει με τη βοήθεια της οπτικής ακτίνας μεταξύ του οφθαλμού του οδηγού και του εμποδίου που περιορίζει την ορατότητά του. Εφόσον ολοκληρωθεί ο προσδιορισμός του Διατιθέμενού ΜΟΣ, θα πρέπει να γίνει η σύγκρισή του με το Απαιτούμενο ΜΟΣ, το οποίο προκύπτει από τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) και να βρεθεί μεγαλύτερο ή οριακά ίσο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω προέκυψε το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και η αναγκαιότητα του ελέγχου των προτεινόμενων ελαχίστων τιμών των ακτίνων των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, οι οποίες δίνονται από τις ΟΜΟΕ-Χ. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε η ανάγκη διερεύνησης οδού με διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες με μηδενική κατά μήκος κλίση και μηδενική ευθυγραμμία, με εφαρμογή των ελαχίστων προτεινόμενων τιμών των ακτίνων των καμπυλών σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται ότι δεν παρέχεται επαρκές ΜΟΣ και κατά συνέπεια η επιθυμητή ασφάλεια στην οδό όταν πραγματοποιείται τρισδιάστατη ανάλυση ορατότητας (συνδυασμός της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής για την απεικόνιση της οδού στο χώρο). Προκειμένου να καλυφθεί πλήθος περιπτώσεων, μελετήθηκαν οι ταχύτητες σχεδιασμού (Ve) από 50km/h έως 100km/h σε συνδυασμό με την παράμετρο της κλωθοειδούς (Α) για Α=R/3 και Α=R/2.

Για τη χάραξη χρησιμοποιήθηκαν οι ελάχιστες ακτίνες του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, ενώ εφαρμόστηκαν μηδενικές κατά μήκος κλίσεις. Το λογισμικό

που επιλέχθηκε για την τρισδιάστατη ανάλυση της ορατότητας είναι το `FM17΄ με τη χρήση του οποίου παράγονται τα διαγράμματα Απαιτούμενου και Διατιθέμενου ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού.

Από τα διαγράμματα ορατότητας για τις διαφορετικές ταχύτητες σχεδιασμού και παραμέτρους κλωθοειδούς που χρησιμοποιούνται προκύπτει, ότι δεν παρέχεται επαρκές ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού, εάν χρησιμοποιούνται οι ελάχιστες προτεινόμενες τιμές σχεδιασμού κατά τις ΟΜΟΕ-Χ. Προτείνονται όμως, μετά από διερεύνηση, η αλλαγή του ύψους εμποδίου καθώς η αλλαγή της δεξιάς διαμόρφωσης της οδού ούτως ώστε να εξασφαλίζεται οριακά το ΜΟΣ για την εξεταζόμενη οδό.

Συμπερασματικά, δεν παρέχεται επαρκές ΜΟΣ εάν χρησιμοποιούνται οι ελάχιστες προτεινόμενες τιμές σχεδιασμού κατά τις ΟΜΟΕ-Χ.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1° : Εισαγωγή 1

1.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) 3

1.1.1 Γενικά 3

1.1.2 Μήκος Ορατότητας για Στάση S_h 4

1.1.3 Επάρκεια Ορατότητας για Στάση 5

1.1.4 Διερεύνηση Επάρκειας ΜΟΣ 6

1.1.5 Τρισδιάστατη Οπτικοποίηση της Οδού 8

1.1.6 Σύνοψη 8

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

1.3 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 12

Κεφάλαιο 2° : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση 15

2.1 ΓΕΝΙΚΑ 17

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 18

2.3 ΣΥΝΟΨΗ — ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 23

Κεφάλαιο 3° : Θεωρητικό Υπόβαθρο 25

3.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) S_h 27

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ 32

3.2.1 Γενικά 32

3.2.2 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας 32

3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ 33

3.3.1 Γενικά 33

3.3.2 Κυκλικό Τόξο Οριζοντιογραφίας 33

3.3.3 Κατά Μήκος Κλίση στη Μηκοτομή 34

3.3.4 Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη Συναρμογής 34

Κεφάλαιο 4° : Συλλογή & Επεξεργασία Στοιχείων 35

4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ 37

4.1.1 Γενικά 37
4.1.2 Χαρακτηριστικά της Οδού 39
4.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ `FM17' 41
4.2.1 Γενική Περιγραφή 41
4.2.2 Εγκατάσταση 42
4.2.3 Διάρθρωση του Προγράμματος 43
4.2.4 Λειτουργεία του Προγράμματος 45
4.2.3 Ανάλυση Ορατότητας 59

Κεφάλαιο 5° : Παρουσίαση Μεθοδολογίας & Εφαρμογών 61

5.1 ΓΕΝΙΚΑ 63
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 63
5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ 66
5.3.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας 66
5.3.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς (A) 68
5.3.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή του ύψους εμποδίου 72
5.3.4 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της κλίσης της δεξιάς διαμόρφωσης 75
5.4 ΣΥΝΟΨΗ 76

Κεφάλαιο 6° : Συμπεράσματα 77

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 79
6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 79

Βιβλιογραφία - Αναφορές 81

Παράρτημα 83

Κατάλογος Σχημάτων, Πινάκων & Εικόνων

Εικόνες

Εικόνα 1.1 : Παρεμποδίσεις ορατότητας 3
Εικόνα 1.2 : Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση 5
Εικόνα 1.3 : Θέση οδηγού και εμποδίου για τον προσδιορισμό τον Διατιθέμενού ΜΟΣ 6
Εικόνα 1.4 : Δυσμενείς χαράξεις που παραπλανούν τον οδηγό 7
Εικόνα 1.5 : Τρισδιάστατο Μοντέλο οδού 8
Εικόνα 2.1 : Προοπτική άποψη της οδού από τη Θέση τον οδηγού (Sanchez, 1994)…18
Εικόνα 2.2 : Αναπαράσταση κυρτής καμπύλης μηκοτομής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων (Hassan, Easa & Abd E1 Halim, 1996) 19
Εικόνα 2.3 : Τρισδιάστατη απεικόνιση διατομής από τρισδιάστατη σάρωση οδού (Μαυρομάτης, Παγούνης, Παλάσκας & Μαρούδας, 2009) 24
Εικόνα 3.1 : Διατιθέμενο ΜΟΣ 30
Εικόνα 3.2 : Επάρκεια ορατότητας σε σχέση με το Απαιτούμενο ΜΟΣ (Required stopping distance) και το Διατιθέμενο ΜΟΣ (Sight Distance) 31
Εικόνα 3.4 : Τυπική διατομή β2 σε ευθυγραμμία 32
Εικόνα 4.1 : Σύμπτωση σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή 37
Εικόνα 4.2 : Ευχάριστη προοπτική εικόνας που επιτυγχάνεται με τη σύμπτωση των σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή 37
Εικόνα 4.3 : Έλεγχος ορατότητας με βάση τη οριζόντια χάραξη 38
Εικόνα 4.4 : Η γραμμή ορατότητας διακόπτεται λόγω του πλευρικού στηθαίου ασφαλείας 38
Εικόνα 4.5 : Υπόμνημα τον γραφήματος της ορατότητας από το `FM17´ 60
Εικόνα 4.6 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας από το `FM17' 60
Εικόνα 5.1 : Παράδειγμα επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας 65
Εικόνα 5.2 : Διάγραμμα ορατότητας για ταχύτητα μελέτης 100km/h και ενδιάμεση ευθυγραμμία από 0m έως 500m 67
Εικόνα 5.3 : Λεπτομέρεια διαγράμματος ορατότητας για ταχύτητα μελέτης 100km/h και ενδιάμεση ευθυγραμμία από 0m έως 500m 67
Εικόνα 5.4 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h και A=R/2 68
Εικόνα 5.5 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h και A=R/2 69

Εικόνα 5.6 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h και A=R/2 69
Εικόνα 5.7 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h και A=R/2 69
Εικόνα 5.8 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h και A=R/2 70
Εικόνα 5.9 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h και A=R/2 ... 70
Εικόνα 5.10 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h και A=R/3 ... 70
Εικόνα 5.11 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h και A=R/3 ... 71
Εικόνα 5.12 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h και A=R/3 ... 71
Εικόνα 5.13 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h και A=R/3 ... 71
Εικόνα 5.14 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h και A=R/3 ... 72
Εικόνα 5.15 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h και A=R/3 . 72
Εικόνα 5.16 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h 73
Εικόνα 5.17 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h 73
Εικόνα 5.18 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h 73
Εικόνα 5.19 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h 74
Εικόνα 5.20 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h 74
Εικόνα 5.21 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h 74
Εικόνα 5.22 : Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά 75
Εικόνα 5.23 : Λεπτομέρεια τυπικής διατομής δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές 75
Εικόνα Π1.1 : Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 85
Εικόνα Π1.2 : Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και 1:2 δεξιά 85
Εικόνα Π1.3 : Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και 1:3 δεξιά 85
Εικόνα Π1.4 : Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά 85
Εικόνα Π1.5 : Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά 86

Σχήματα

Σχήμα 1.1 : Σχηματική απεικόνιση των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας 11

Σχήμα 3.1 : Ανάλυση συντελεστή d κατά την κίνηση οχήματος σε καμπύλη 28
Σχήμα 3.2 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β 29
Σχήμα 4.1 : Παράδειγμα οριζοντιογραφικής χάραξης της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές 39
Σχήμα 4.2 : Παράδειγμα μηκοτομής της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές .. 39
Σχήμα 4.3 : Διάγραμμα Ροής Προγράμματος FM17 - Βήματα Σχεδιασμού Οδών με τη βοήθεια Η/Υ 42
Σχήμα 4.4 : Μορφή κεντρικού μενού λογισμικού FM17 (καρτέλα MENU) 44

Πίνακες

Πίνακας 3.1 : Συντελεστής d υπολογισμού τον μήκούς ορατότητας στάσης Sh 28
Πίνακας 3.2 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών οριζοντιογραφίας για οδούς των ομάδων Α και Β 33
Πίνακας 3.3 : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις για οδούς των ομάδων Α και Β 34
Πίνακας 3.4 : Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς των ομάδων Α και Β 34
Πίνακας 4.1 : Λειτουργίες εικονιδίων κεντρικού μενού 45
Πίνακας 4.2 : Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ 45
Πίνακας 4.3 : Λογιστικό Φύλλο «ΣΗΜΕΙΑ» 52
Πίνακας 4.4 : Λογιστικό Φύλλο «ΚΟΡΥΦΕΣ» 53
Πίνακας 4.5 : Λογιστικό Φύλλο «ΠΛΑΤΗ» 53
Πίνακας 4.6 : Λογιστικό Φύλλο «ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ» 54
Πίνακας 4.7 : Λογιστικό Φύλλο «ΠΡΟΒΟΛΕΣ» 54
Πίνακας 4.8 : Λογιστικό Φύλλο «ΤΕΧΝΙΚΑ» 54
Πίνακας 4.9 : Λογιστικό Φύλλο «ΟΧΕΤΟΙ» 55
Πίνακας 4.10 : Λογιστικό Φύλλο «ΣΗΜΑΙΕΣ» 55
Πίνακας 4.11 : Λογιστικό Φύλλο «ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ» 56
Πίνακας 4.12 : Λογιστικό Φύλλο «ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ» 56
Πίνακας 4.13 : Λογιστικό Φύλλο «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ» 57
Πίνακας 4.14 : Λογιστικά Φύλλα «Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ» ΚΑΙ «Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ» 57
Πίνακας 4.15 : Λογιστικό Φύλλο «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ» 57
Πίνακας 4.16 : Λογιστικό Φύλλο «ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ» 58
Πίνακας 4.17 : Λογιστικό Φύλλο «ΟΛΑ» 59
Πίνακας 5.1 : Κλίσεις δεξιών πρανών 76

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

1.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) 3

1.1.1 Γενικά 3

1.1.2 Μήκος Ορατότητας για Στάση Sh 4

1.1.3 Επάρκεια Ορατότητας για Στάση 5

1.1.4 Διερεύνηση Επάρκειας ΜΟΣ 6

1.1.5 Τρισδιάστατη Οπτικοποίηση της Οδού 8

1.1.6 Σύνοψη 8

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

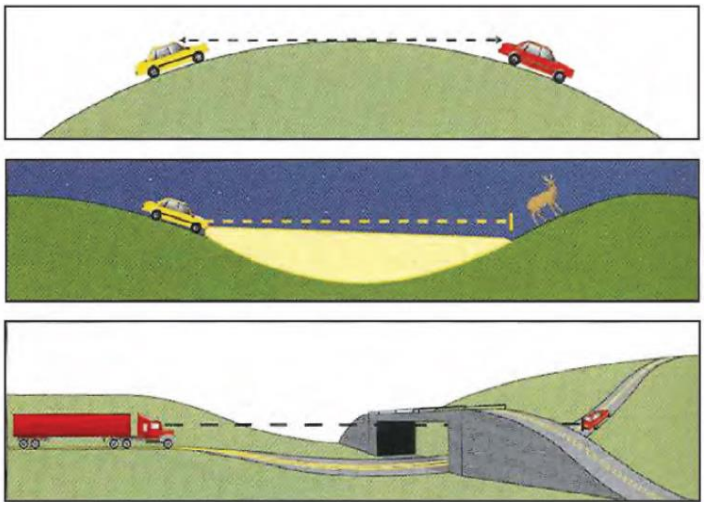
1.3 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 9

1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 12

1.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ)

1.1.1 Γενικά

Η οδική ασφάλεια καθορίζει τη μελέτη και τη χάραξη μιας οδού. Ένα από τα βασικά στοιχεία προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος είναι η εξασφάλιση επαρκούς μήκους ορατότητας, δηλαδή η δυνατότητα ενός οδηγού να εκτιμά ορθά τη διαδρομή μπροστά του σε επαρκές μήκος και η πραγματοποίηση προσπεράσεων ή αναπάντεχων ελιγμών. Το μήκος ορατότητας εξαρτάται, από το τμήμα της οδού που εκτίθεται στο οπτικό πεδίο του οδηγού σε κάθε χρονική στιγμή. Όσο μικρότερο είναι το μήκος ορατότητας, τόσο λιγότερη οπτική πληροφορία είναι διαθέσιμη για αξιολόγηση και τόσο μικρότερο είναι το αίσθημα της ασφάλειας, με αποτέλεσμα ένας οδηγός να χρειάζεται πιο συχνά να ανανεώνει τις προβλέψεις του (OMOE-X, 2001).



Εικόνα 1.1 : Παρεμποδίσεις ορατότητας

Σε υπάρχουσες οδούς παρατηρούνται καταστάσεις οι οποίες προκαλούν οφθαλμαπάτες στους οδηγούς και αρνητική επίδραση στην ασφάλειά τους. Όπως παρατηρείται και στην εικόνα 1.1, το μήκος ορατότητας περιορίζεται από τη χάραξη της οδού (κοίλη ή κυρτή καμπύλη), τα πρανή των ορυγμάτων, το φυσικό ανάγλυφο του εδάφους και το κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey σε οδούς διαχωρισμένης κυκλοφορίας. Σε οποιοδήποτε τμήμα της οδού, για την εξασφάλιση της ασφάλειας του οδηγού και της ποιότητας της κυκλοφοριακής ροής απαιτείται, η ύπαρξη ελάχιστων μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση), η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση) καθώς και η ασφαλής εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας (μήκος ορατότητας για απόφαση). Σε περίπτωση που δεν τηρούνται τα

παραπάνω, περιορίζεται το σύνολο των πληροφοριών που δέχεται ο οδηγός σχετικά με τα χαρακτηριστικά της οδού και τα απρόοπτα συμβάντα, με αποτέλεσμα να εντείνεται η διανοητική κόπωσή του και να διαθέτει ανεπαρκή χρόνο προκειμένου να προσαρμοστεί η συμπεριφορά του στις εκάστοτε καταστάσεις, αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητές του να εμπλακεί σε ατύχημα.

Τα οπτικά ερεθίσματα τα οποία δέχεται ο οδηγός, παίζουν καθοριστικό ρόλο κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής του με το όχημα και την οδό, αφού η πλειοψηφία των πληροφοριών που χρειάζεται, λαμβάνονται με την όραση. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η ερμηνεία τους εξαρτάται και από τον ίδιο τον οδηγό (εμπειρία, φυσική και ψυχολογική κατάσταση, κτλ.).

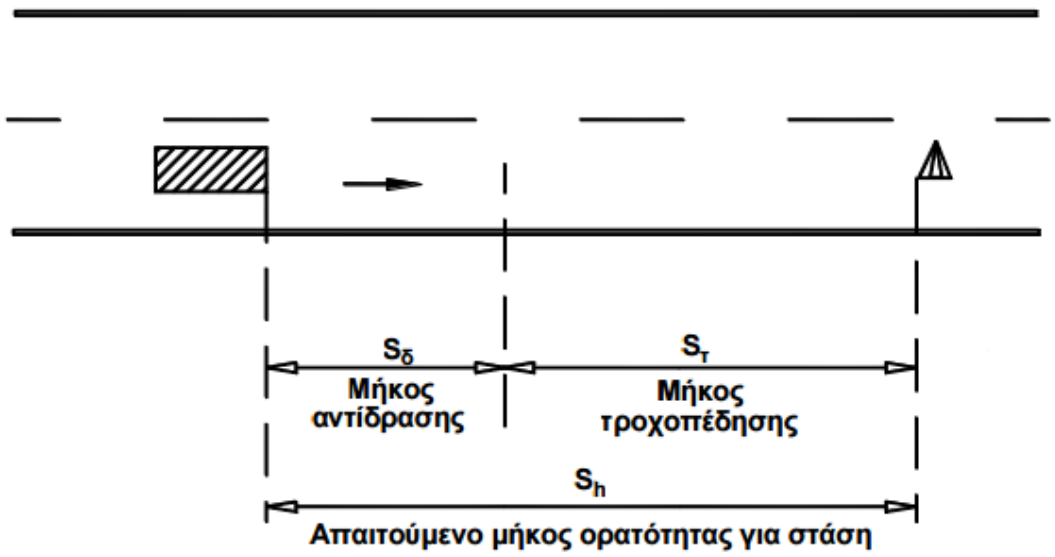
1.1.2 Μήκος Ορατότητας για Στάση S_h

Σε όλες τις κατηγορίες οδών και σε όλο το μήκος τους, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι απαραίτητη η ύπαρξη ελαχίστων μηκών ορατότητας για στάση. Το Μήκος Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ) είναι το μήκος το οποίο χρειάζεται ένας φυσιολογικής ετοιμότητας οδηγός, κινούμενος με την ταχύτητα V_{85} να αντιδρά και να φρενάρει, προβαίνοντας σε πλήρη και ασφαλή ακινητοποίηση τον οχήματός του πριν από ένα ακίνητο εμπόδιο που εμφανίζεται αναπάντεχα μπροστά του. Εξαρτάται άμεσα από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού, το χρόνο αντίδρασης του οδηγού και τα δυναμικά χαρακτηριστικά του οχήματος (OMOE-X, 2001).

Σε όλο το μήκος των οδών, πρέπει να διατίθεται κατ' ελάχιστο το μήκος ορατότητας στάσης που ορίζεται από την ταχύτητα V_{85}. Στις οδούς ομάδας Α η ταχύτητα V_{85} αντιστοιχεί, στην ταχύτητα με την οποία θα κινηθεί ανεμπόδιστα το 85% των επιβατηγών οχημάτων σε καθαρό και υγρό οδόστρωμα. Στις οδούς της ομάδας Β η ταχύτητα V_{85} συνδέεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα.

Το Απαιτούμενο ΜΟΣ ενός οχήματος αποτελείται από το άθροισμα δύο μηκών (εικόνα 1.2), του μήκους αντίδρασης (S_1), το οποίο καθορίζει τη διαδρομή που διανύει το όχημα από τη στιγμή που θα αντιληφθεί ο οδηγός το εμπόδιο μπροστά του, μέχρι τη στιγμή που θα αρχίσει η τροχοπέδηση, και του μήκους τροχοπέδησης (S_2), το οποίο είναι η

διαδρομή που διανύει το όχημα από τη στιγμή της τροχοπέδησης μέχρι την πλήρη ακινητοποίηση τον οχήματος (Σημειώσεις Οδοποιίας Ι, 2009).



Εικόνα 1.2 : Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση

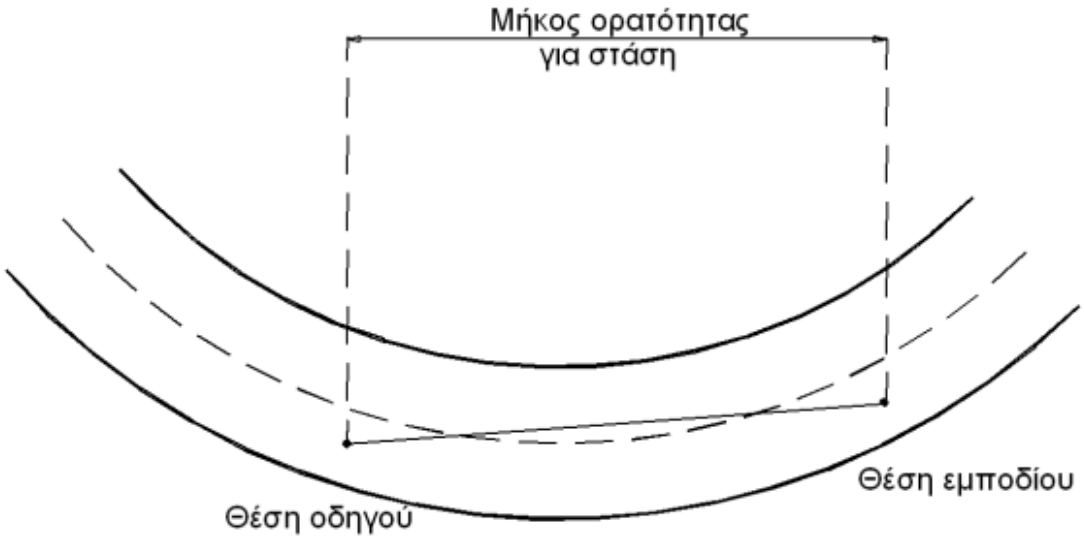
1.1.3 Επάρκεια Ορατότητας για Στάση

Για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη επάρκεια των ελάχιστων μηκών ορατότητας για στάση, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός τον Διατιθέμενού ΜΟΣ, το οποίο περιγράφεται με τη βοήθεια της οπτικής ακτίνας μεταξύ του οφθαλμού του οδηγού και ενός αντικειμένου που περιορίζει την ορατότητά του. Το Διατιθέμενο ΜΟΣ πρόκειται για την απόσταση κατά μήκος του οδοστρώματος στην οποία ένα αντικείμενο καθορισμένου ύψους είναι συνεχώς ορατό από τον οδηγό και εξαρτάται από τη θέση και το ύψος του εμποδίου καθώς και του οφθαλμού του οδηγού. Επίσης, λαμβάνονται υπόψη όλα τα φυσικά και τεχνητά αντικείμενα που υπεισέρχονται στον οδικό και στον παρόδιο χώρο (όπως πινακίδες, πρανή, νησίδες, κλπ.) (Σημειώσεις Οδοποιίας Ι, 2009).

Στα πλαίσια του προσδιορισμού των μηκών ορατότητας σε οδούς με διαχωρισμένες ή ενιαίες επιφάνειες κυκλοφορίας, ως άξονα αναφοράς, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση του άξονα του οδοστρώματος της οδού. Σε οριακές περιπτώσεις για οδοστρώματα μίας κατεύθυνσης, τα Διατιθέμενα ΜΟΣ προσδιορίζονται για την εκάστοτε κρίσιμη λωρίδα κυκλοφορίας, όπως όταν το μήκος ορατότητας σε αριστερόστροφες καμπύλες είναι

περιορισμένο εξαιτίας εμποδίων στη διαχωριστική νησίδα *(π.χ.* νησίδες, φύτευση, αντιθαμβωτικά πετάσματα) (OMOE-X, 2001).

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω η επάρκεια ορατότητας της οδού εξασφαλίζεται όταν σε όλο το μήκος της, το Διατιθέμενο ΜΟΣ είναι μεγαλύτερο ή ίσο από το Απαιτούμενο ΜΟΣ.



Εικόνα 1.3 : Θέση οδηγού και εμποδίου για τον προσδιορισμό τον Διατιθέμενου ΜΟΣ

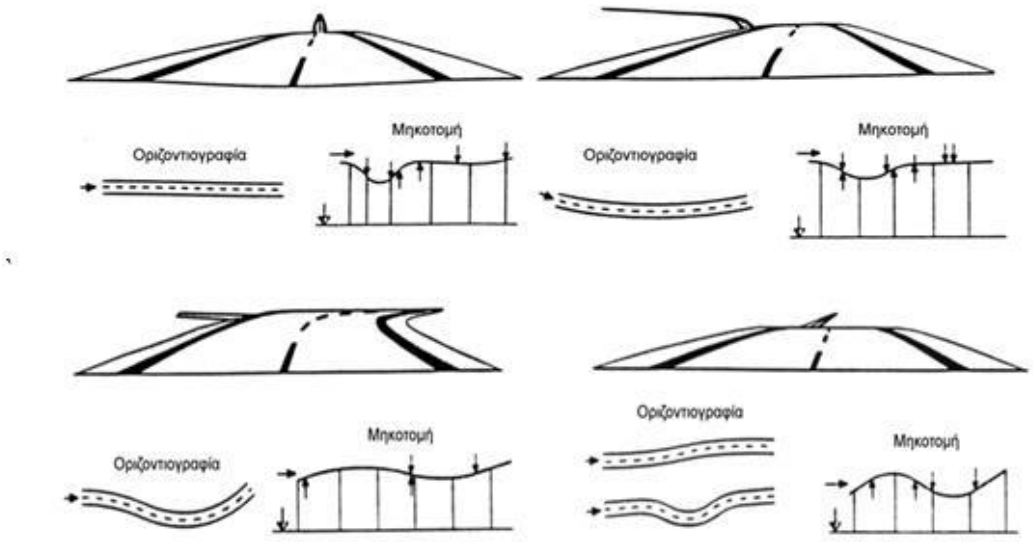
1.1.4 Διερεύνηση Επάρκειας ΜΟΣ

Για τη διερεύνηση της επάρκειας του ΜΟΣ, είναι απαραίτητοι οι έλεγχοι στην χάραξη κατά την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή, τη διατομή και για τα πιθανά εμπόδια ορατότητας στον περιβάλλοντα χώρο της οδού. Επισημαίνεται η ανάγκη εναρμόνισης της οριζοντιογραφίας με τη μηκοτομή, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζεται η οπτική άνεση του οδηγού και η ασφαλέστερη κυκλοφοριακή λειτουργία της οδού (Σημειώσεις Οδοποιίας ΙΙ, Φεβρουάριος 2010).

Οι έλεγχοι που πραγματοποιούνται βασίζονται κατά κύριο λόγο σε πρότυπα δύο διαστάσεων (2-D) ενώ τελευταία έχουν αναπτυχθεί νέα πρότυπα τριών διαστάσεων (3-D). Στα δισδιάστατα πρότυπα ελέγχεται ανεξάρτητα η οριζοντιογραφία και η

μηκοτομή στη χάραξη της οδού, όμως με τη μέθοδο αυτή δεν απεικονίζεται για όλες τις περιπτώσεις η πλήρη εικόνα της οδού, γιατί στον εκάστοτε έλεγχο αμελούνται σημαντικοί παράγοντες. Για παράδειγμα, στον έλεγχο της οριζοντιογραφίας δεν λαμβάνεται υπόψη η κατά μήκος κλίση, ενώ στον έλεγχο της μηκοτομής η οδός θεωρείται ευθεία. Στην περίπτωση των περισσοτέρων οδηγιών σχεδιασμού οδών, όπως των Αμερικάνικων (AASHTO, 2011), των Γερμανικών (RAA, 2008) και των Ελληνικών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) εφαρμόζεται το πρότυπο των δύο διαστάσεων.

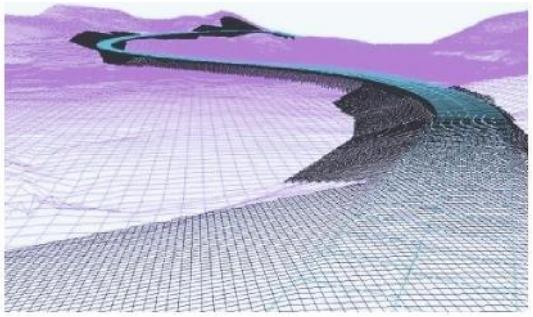
Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ο δισδιάστατος έλεγχος είναι επαρκής, όμως το τρισδιάστατο πρότυπο παρέχει μία σαφέστερη εικόνα σε περιπτώσεις στις οποίες η χάραξη της οδού παραπλανεί τον οδηγό και δημιουργούνται οφθαλμαπάτες. Στην εικόνα 1.4 παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα δυσμενών χαράξεων, όπως επισημαίνονται στις γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (RAS-L 1995).



Εικόνα 1.4 : Δυσμενείς χαράξεις που παραπλανούν τον οδηγό

1.1.5 Τρισδιάστατη Οπτικοποίηση της Οδού

Οι ανεξάρτητοι δισδιάστατοι έλεγχοι στη χάραξη της οδού με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών και κατάλληλων λογισμικών, συνδυάζονται και οδηγούν σε τρισδιάστατο πρότυπο, δημιουργώντας ένα ψηφιακό ανάγλυφο του εδάφους, το Τρισδιάστατο Μοντέλο Έργου. Στην εικόνα 1.5 παρουσιάζεται, ενδεικτικά, η απεικόνιση οδού μέσω τρισδιάστατου μοντέλου.



Εικόνα 1.5 : Τρισδιάστατο Μοντέλο οδού

Η οπτικοποίηση της οδού προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες στους μελετητές προκειμένου να διαθέτουν πλήρη και ακριβή εικόνα σε υφιστάμενα ή μελλοντικά έργα, ούτως ώστε να προσαρμόσουν τα στοιχεία της οδού (ταχύτητα, περιβάλλον χώρος, κτλ.) ή να προβλέψουν και να αποφύγουν εσφαλμένες οπτικές εντυπώσεις στον οδηγό.

1.1.6 Σύνοψη

Συμπερασματικά, η κάθε οδός οφείλει να προστατεύει τον οδηγό και να του παρέχει ασφάλεια σε όλη τη διάρκεια της διαδρομής του. Καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό ενός παραπάνω οδικού συστήματος, είναι η εξασφάλιση επαρκούς Μήκους Ορατότητας για Στάση, ούτως ώστε να μειωθούν όσο το δυνατόν τα σφάλματα των οδηγών που δύναται να προκαλέσουν και ατυχήματα.

Η εξασφάλιση επάρκειας του ΜΟΣ είναι απαραίτητη στο σύνολο της οδού και προκειμένου να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, οι μελετητές οφείλουν να εξετάζουν κάθε πιθανό δυσμενή συνδυασμό στην χάραξη. Το πρότυπο διερεύνησης τριών διαστάσεων προσφέρει την οπτικοποίηση της οδού εξ' ολοκλήρου και εξαλείφει τη δημιουργία οφθαλμαπατών στους οδηγούς, παρέχοντας τους ένα ασφαλές και ευνοϊκό περιβάλλον οδήγησης.

1.2 ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να διερευνηθεί αν οι προτεινόμενες οριακές τιμές των καμπύλων της οριζοντιογραφίας, σε διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001), προσφέρουν επαρκές Μήκος Ορατότητας για Στάση.

Η διερεύνηση στα ζητήματα της ορατότητας πραγματοποιείται μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού στον υπολογιστή και ελέγχονται οι ελάχιστες προτεινόμενες ακτίνες στην οριζοντιογραφική καμπύλη, για ένα εύρος διαφορετικών ταχυτήτων και παράμετρων κλωθοειδούς. Το τρισδιάστατο πρότυπο ελέγχου είναι ο καταλληλότερος τρόπος προκειμένου να καλυφθεί οποιαδήποτε πιθανότητα δημιουργίας δυσμενών χαράξεων και να ελεγχθεί σε ήδη κατασκευασμένες οδούς η ύπαρξη οφθαλμαπατών στους οδηγούς.

Τα τελευταία χρόνια οι έρευνες πάνω στην τρισδιάστατη οπτικοποίηση του οδικού περιβάλλοντος έχουν αυξηθεί, η βασική διαφορά όμως στη συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι ελέγχονται οι Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών σε θέματα επάρκειας του Απαιτούμενου ΜΟΣ στην περίπτωση διαδοχικής αντίρροπης καμπύλης με μηδενική ευθυγραμμία, εφαρμόζοντας ταυτοχρόνως τις ελάχιστες ακτίνες των καμπύλων στην οριζοντιογραφία σε οδούς ενιαίου οδοστρώματος.

Τέλος, προσδιορίζονται οι κατάλληλες οριακές τιμές των ταχυτήτων V_{85} και προτείνεται η προσαρμογή του ύψους εμποδίου καθώς και η κλίση της δεξιάς διαμόρφωσης ώστε να προσφέρουν την αναγκαία ασφαλή χάραξη στους οδηγούς.

1.3 ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκε μέσω μιας σειράς βημάτων για την ολοκληρωμένη προσέγγιση του στόχου. Τα βήματα αυτά αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά οριστικοποιήθηκε ο στόχος της έρευνας, δηλαδή ο έλεγχος των ΟΜΟΕ-Χ, σε ζητήματα επάρκειας της ορατότητας σε οδούς ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας, όπου παρατηρούνται διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες με μηδενική ευθυγραμμία, εφαρμόζοντας ταυτοχρόνως τις ελάχιστες ακτίνες και για τις δύο καμπύλες. Ακολούθησε η βιβλιογραφική ανασκόπηση, ούτως ώστε να μελετηθούν παραπλήσιες έρευνες και γενικότερα οποιαδήποτε πληροφορία θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη.

Έπειτα, καθορίστηκαν οι σταθερές και οι μεταβλητές παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν. Σε πρώτο στάδιο μελετήθηκαν οι ταχύτητες σχεδιασμού (Ve) από 50km/h έως 100km/h. Επίσης, για την ταχύτητα V_{85} μελετήθηκαν τρεις περιπτώσεις 1)V_{85}=Ve, 2)V_{85}=Ve+10 και 3)V_{85}=Ve+20. Η παράμετρος της κλωθοειδούς (A) εξετάστηκε για A=R/2 και A=R/3.

Στο επόμενο στάδιο, μελετήθηκε η λειτουργία του λογισμικού που επιλέχθηκε για την τρισδιάστατη οπτικοποίηση της οδού (FM17) καθώς και το λογισμικό για την σχεδίαση των χαρακτηριστικών της οδού (AutoCAD 2019). Συμπεριλήφθηκαν οι παραπάνω σταθερές και μεταβλητές παράμετροι στο λογισμικό, προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα και ελέγχθηκε η ορθή απεικόνιση της οδού σε αυτό.

Ακολούθως, πραγματοποιήθηκαν οι δοκιμές σύμφωνα με τα ελάχιστα μεγέθη των ΟΜΟΕ-Χ και στις περιπτώσεις στις οποίες δεν επαρκούσαν, υπολογίστηκαν οι οριακές τιμές της ταχύτητας V_{85} καθώς και η προσαρμογή του ύψους εμποδίου και της κλίση της δεξιάς διαμόρφωσης. Τέλος, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες, καθώς και διατυπώθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Τα βασικά στάδια της Διπλωματικής Εργασίας παρουσιάζονται στην επόμενη σελίδα υπό τη μορφή διαγράμματος ροής στο Σχήμα 1.1.

ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σχήμα 1.1 : Σχηματική απεικόνιση των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία αναπτύσσεται σε έξι κεφάλαια, όπως περιγράφεται στη συνέχεια.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της Διπλωματικής Εργασίας και παρουσιάζει το γενικότερο αντικείμενο που διερευνήθηκε. Αρχικά επισημαίνεται, πόσο σημαντική είναι η ορατότητα σε θέματα ασφαλείας στο οδικό σύστημα, προσδιορίζεται η έννοια του ΜΟΣ, επεξηγείται ο τρόπος με τον οποίο ελέγχεται η επάρκεια της ορατότητας και αναφέρεται η μέθοδος που χρησιμοποιείται στους ελέγχους. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο επιθυμητός στόχος της έρευνας, καθώς και τα στάδια που ακολουθήθηκαν. Το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται με την παρούσα αναφορά στη δομή της Διπλωματικής Εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και πιο συγκεκριμένα, επεξηγούνται περιληπτικά οι έρευνες και οι μελέτες με αντικείμενο την ανάλυση του ΜΟΣ. Επιπλέον, αξιολογούνται τα αποτελέσματα των συναφών ερευνών, καταλήγοντας στη σύλληψη της παρούσας έρευνας.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση τον θεωρητικού υποβάθρου της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζεται ο ολοκληρωμένος τρόπος υπολογισμού του ΜΟΣ και περιγράφονται τα χαρακτηριστικά της διατομής που επιλέχθηκε και εξετάσθηκε. Σε αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνονται και οι προτεινόμενες τιμές των OMOE-X για την ελάχιστη ακτίνα τον κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο επεξηγείται ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιήθηκε η συλλογή και η επεξεργασία των στοιχείων. Το κεφάλαιο ξεκινά με την παρουσίαση των γενικών χαρακτηριστικών της οδού, τα οποία επιλέχθηκαν να παραμένουν αμετάβλητα στις διαφορετικές δοκιμές και συνεχίζεται με την λεπτομερή ανάλυση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη απεικόνιση της οδού, του `FM17΄.

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εφαρμογή των δοκιμών, καθώς και τα αποτελέσματα αυτών σε αναλυτικούς πίνακες και διαγράμματα

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται η σύνοψη των αποτελεσμάτων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και παρατίθενται τα συνολικά συμπεράσματα που προέκυψαν, καθώς και κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 ΓΕΝΙΚΑ 17

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ 18

2.3 ΣΥΝΟΨΗ - ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 23

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στο παρόν κεφάλαιο, γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση για τις ανάγκες της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας και περιλαμβάνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από έρευνες σχετικές με το αντικείμενο. Για κάθε έρευνα γίνεται συνοπτική αναφορά στη μέθοδο που ακολουθήθηκε και στα βασικά συμπεράσματα που προσέφερε, καθώς υπενθυμίζεται ότι ο ακριβής στόχος της Διπλωματικής Εργασίας προσδιορίστηκε με βάση τα παρακάτω.

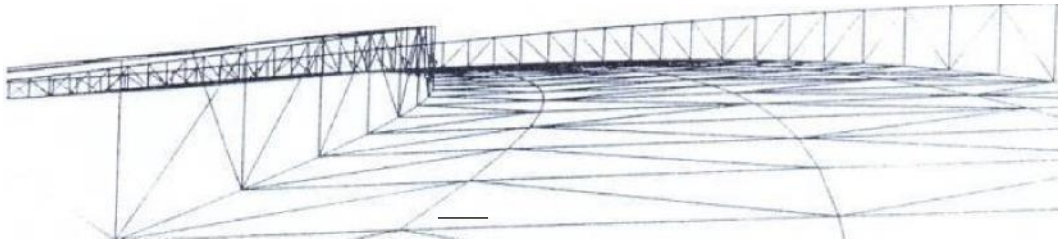
Όπως έχει προαναφερθεί, η επάρκεια του ΜΟΣ σε όλο το μήκος μίας οδού αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την ασφάλεια των οδηγών, επομένως χρήζει εκτεταμένης έρευνας ο προσδιορισμός και του Απαιτούμενου ΜΟΣ, αλλά και του Διατιθέμενου ΜΟΣ. Για το λόγο αυτό, αναγκαία είναι η βιβλιογραφική ανάλυση των μεθόδων που προσφέρουν την παραπάνω αξιολόγηση, οι οποίες είναι το δισδιάστατο (ξεχωριστή μελέτη για την οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή) και το τρισδιάστατο (ολοκληρωμένη απεικόνιση της οδού στο χώρου) πρότυπο. Τον τελευταίο καιρό οι τρισδιάστατοι μέθοδοι έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό, καθώς οι δισδιάστατοι δεν προσφέρουν ρεαλιστική και ακριβή απεικόνιση της ορατότητας σε μία οδό

Προκειμένου να αξιολογηθούν τα παραπάνω, έχουν παρουσιαστεί πλήθος λογισμικών προγραμμάτων που με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών επιτυγχάνεται η ευκολότερη χάραξη μίας οδού και η τρισδιάστατη οπτικοποίηση της.

2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε τρισδιάστατα μοντέλα, έχουν προκύψει ιδιαίτερης σημασίας ποιοτικά συμπεράσματα, τα οποία αφορούν στο βέλτιστο συνδυασμό οριζοντιογραφίας - μηκοτομής και στην εξασφάλιση ρεαλιστικά επαρκούς ορατότητας.

Σε μια από τις πρώτες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση του Διατιθέμενου ΜΟΣ, ο Sanchez (1994) ανέπτυξε μια γραφική μέθοδο με την οποία μελετήθηκε η αλληλεπίδραση του μήκους ορατότητας και της τρισδιάστατης χάραξης, σε συνδετήριους κλάδους (ράμπες), σε περιοχές κόμβων αυτοκινητόδρομων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή και την επιλογή των ελαχίστων τιμών σχεδιασμού για τα μεγέθη της χάραξης. Ο μελετητής, εικόνα 2.1, δημιούργησε προοπτικές απόψεις του τρισδιάστατου προσομοιώματος της οδού από οποιαδήποτε θέση της. Οι διαφορετικές όψεις που παράγονται, επιτρέπουν τον καθορισμό των παρεμποδίσεων που εμφανίζονται στη γραμμή ορατότητας του οδηγού.

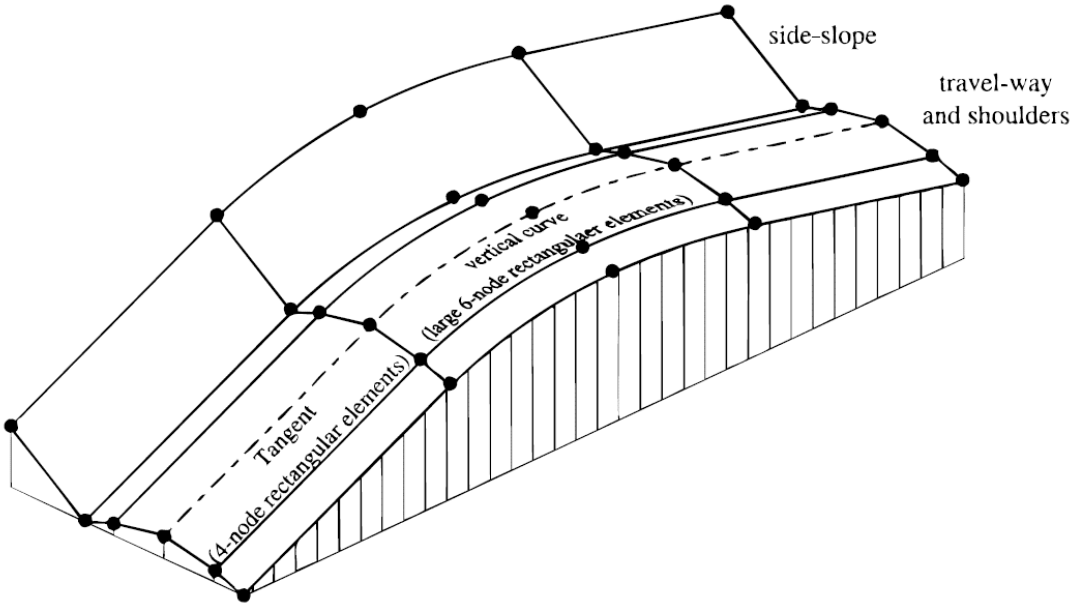


Εικόνα 2.1 : Προοπτική άποψη της οδού από τη Θέση τον οδηγού (Sanchez, 1994)

Σύμφωνα με τον συγγραφέα, η ανεπάρκεια του μήκους ορατότητας είναι σύνηθες φαινόμενο σε συνδετήριους κλάδους αυτοκινητόδρομων, καθώς χρησιμοποιούνται τα ελάχιστα μεγέθη σχεδιασμού στις οριζοντιογραφικές καμπύλες, ενώ το πρόβλημα επιδεινώνεται με ταυτόχρονη ύπαρξη κυρτών καμπυλών μηκοτομής. Επίσης, σε σχέση με τις συμβατικές δισδιάστατες μεθόδους απεικόνισης της οδού παρατηρούνται πιο συντηρητικές εκτιμήσεις και συνεπώς, προτείνεται το τρισδιάστατο πρότυπο χάραξης. Παρ' όλα αυτά, σημειώνεται ότι η συγκεκριμένη

μέθοδος είναι αρκετά χρονοβόρα, αφού χρησιμοποιεί γραφικό και όχι αναλυτικό τρόπο εξακρίβωσης του διατιθέμενου ΜΟΣ.

Οι Hassan et αl. (1996) ανέπτυξαν μια αναλυτική μέθοδο για τον τρισδιάστατο προσδιορισμό του διατιθέμενου ΜΟΣ, με το συνδυασμό στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Στη μέθοδο τους γίνεται χρήση πεπερασμένων στοιχείων καμπύλης μορφής (Εικόνα 2.2), τα οποία αναπαριστούν τα διάφορα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της οδού και των εμποδίων που περιορίζουν την ορατότητα. Το διατιθέμενο μήκος ορατότητας προσδιορίζεται αναλυτικά και εξετάζεται η τομή μεταξύ της γραμμής όρασης και των στοιχείων που αναπαριστούν την επιφάνεια της οδού και τα εμπόδια όρασης.



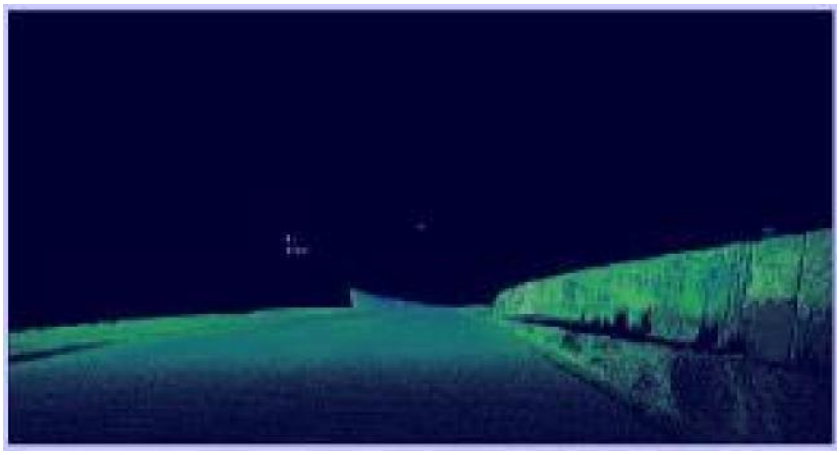
Εικόνα 2.2 : Αναπαράσταση κυρτής καμπύλης μηκοτομής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων (Hassan, Easa & Abd E1 Halim,1996)

Σύμφωνα με την πρώτη τους μέθοδο το μοντέλο επεκτάθηκε από τους συγγραφείς (Hassan et αl. (1997)), ούτως ώστε να συμπεριληφθεί και το μήκος ορατότητας κατά τις νυκτερινές ώρες, το οποίο περιορίζεται στο εύρος των προβολέων. Τονίστηκε ότι δεν έχει δοθεί αρκετή σημασία στο ζήτημα της ορατότητας τις νυκτερινές ώρες, ενώ θα έπρεπε, καθώς τα περισσότερα ατυχήματα παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της νύκτας. Το συμπέρασμα της έρευνας αυτής μετά από ανάπτυξη λογισμικού για τον

προσδιορισμό του διατιθέμενου ΜΟΣ είναι, ότι ο δισδιάστατος σχεδιασμός ενδέχεται να υπερεκτιμήσει ή να υποεκτιμήσει το διατιθέμενο ΜΟΣ και επομένως, να μην παρέχει την απαραίτητη ασφάλεια ή να αυξήσει το κόστος κατασκευής της οδού.

Οι Ismail & Sayed (2007) περιέγραψαν ένα νέο αλγόριθμο για τον υπολογισμό του διατιθέμενου ΜΟΣ σύμφωνα με το τρισδιάστατο πρότυπο ανάλυσης, τον οποίο χαρακτηρίζουν ως πιο αποτελεσματικό, λιγότερο απαιτητικό στους υπολογισμούς και πιο ευέλικτο σε σχέση με τις έως τότε αντίστοιχες προσεγγίσεις. Ο αλγόριθμος αυτός βασίζεται στην παραμετρική αναπαράσταση της οδού και των χαρακτηριστικών του περιβάλλοντός της και αποτελεί επέκταση του δισδιάστατου μοντέλου που προτάθηκε από τον Lovell (1999), ώστε να συμπεριλαμβάνει και τα στοιχεία της μηκοτομής. Επίσης, γίνεται η προσπάθεια καθιέρωσης κάποιου αναλυτικού κριτηρίου το οποίο θα υποδεικνύει την αναγκαιότητα πραγματοποίησης τρισδιάστατης ανάλυσης, μέσω της κατάρτισης διαφόρων διαγραμμάτων. Τέλος, το κυριότερο συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη αυτή είναι, ότι η σχετική θέση των σημείων μέγιστης καμπυλότητας και εμποδίων, καθώς και η διαφορά των τιμών των μηκών ορατότητας από τις δισδιάστατες επιμέρους αναλύσεις σε αυτά τα σημεία, αποτελούν βασικούς παράγοντες που καθορίζουν την ανάγκη για την τρισδιάστατη ανάλυση της οδού ή όχι.

Σε δημοσίευση των Μαυρομάτης et α1. (2009) παρουσιάστηκε μία μέθοδο τρισδιάστατου προσδιορισμού του ΜΟΣ σε υφιστάμενα οδικά τμήματα, λαμβάνοντας υπόψη τη χάραξη της οδού και του περιβάλλοντα χώρου. Αναφέρεται ότι μέχρι τότε δεν είχε γίνει καμία εφαρμογή των λογισμικών ανάλυσης σε υφιστάμενη οδό, ούτως ώστε να γίνει δυνατή η καταγραφή τυχόν προβληματικών τμημάτων. Η προτεινόμενη μέθοδος περιλαμβάνει τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση των σαρώσεων της οδού για τη συλλογή των πληροφοριών (Εικόνα 2.3), έπειτα την ενοποίηση των επιμέρους σαρώσεων και τη δημιουργία του τρισδιάστατου μοντέλου της οδού, ούτως ώστε να προκύψει η δημιουργία διατομών από το οπτικό πεδίο του οδηγού. Επίσης, η συγκεκριμένη μέθοδος προτείνεται για οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας και τα πλεονεκτήματά της είναι, η δυνατότητα εντοπισμού προβλημάτων ορατότητας σε μία υφιστάμενη οδό σε μικρό χρονικό διάστημα.



Εικόνα 2.3 : Τρισδιάστατη απεικόνιση διατομής από τρισδιάστατη σάρωση οδού (Μαυρομάτης, Παγούνης, Παλάσκας & Μαρούδας, 2009)

Οι Kim & Lovell (2010) παρουσίασαν μια τρισδιάστατη αξιολόγηση του μήκους ορατότητας σύμφωνα με την οποία απεικονίζεται η επιφάνεια της οδού, χρησιμοποιώντας μεθόδους υπολογιστικής γεωμετρίας (Computational Geometry) και καμπύλες ελεύθερης μορφής τύπου `Thin-Plate Spline Interpolation (TPS)'. Για τη μέθοδο αυτή η οδός παρουσιάζεται ως ένα πλέγμα από συντεταγμένες, λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής, της διατομής της οδού, καθώς και του περιβάλλοντα χώρου. Η παρούσα μέθοδος του προσδιορισμού του διατιθέμενου ΜΟΣ βασίζεται σε παλαιότερη δισδιάστατη μέθοδο που είχε δημοσιευτεί από τον Lovell (1999) και τους Lovell et α1. (2001) και αναφέρεται ότι η συνήθης χρησιμοποιούμενη πρακτική επέλεγε σε κάθε θέση της οδού την ελάχιστη τιμή του ΜΟΣ της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, σε ορισμένες περιπτώσεις όμως, τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι λανθασμένα. Οι συγγραφείς συμπεραίνουν, ότι η μέθοδος τους είναι σαφώς πιο έγκυρη και προτείνουν τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της, με μετρήσεις σε υφιστάμενες οδούς.

Μια έρευνα σχετικά με τη μεγιστοποίηση του διατιθέμενου ΜΟΣ σε κυρτές καμπύλες μηκοτομής που συνδυάζονται με οριζόντιες καμπύλες, σε οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας, εξέλιξαν οι Moreno et α1. (2010) κάνοντας χρήση πεπερασμένων στοιχείων για την αναπαράστασή τους και παρουσιάζοντας ένα λογισμικό για τη δημιουργία του διαγράμματος ΜΟΣ. Πραγματοποιήθηκαν πλήθος δοκιμών για διάφορες διατάξεις οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, με παραλλαγή των στοιχείων της διατομής και της ορατότητας. Ο στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η μεγιστοποίηση του διατιθέμενου ΜΟΣ και από το σημαντικότερο συμπέρασμά της

προκύπτει ότι το διατιθέμενο ΜΟΣ επηρεάζεται από τις παραμέτρους της οριζοντιογραφικής καμπύλης και της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής.

Οι Altamira et α1. (2010) ανέπτυξαν ένα λογισμικό γεωμετρικού σχεδιασμού των οδών, το οποίο αξιολογεί το διατιθέμενο ΜΟΣ, αλλά και το Μήκος Ορατότητας για Προσπέραση (ΜΟΠ), με στόχο τη βελτίωση των υπό μελέτη χαράξεων. Το συγκεκριμένο λογισμικό υπολογίζει σε διάφορες θέσεις κατά μήκος της οδού την απόσταση μεταξύ του οφθαλμού και του σημείου στο οποίο η οδός χάνεται από το οπτικό πεδίο του οδηγού. Με αυτόν τον τρόπο, ελέγχεται εάν σε όλο το μήκος της οδού διατίθεται επάρκεια ΜΟΣ. Πιο συγκεκριμένα, παράγονται διαγράμματα που απεικονίζουν σε κάθε θέση το διατιθέμενο ΜΟΣ που προκύπτει μόνο από τη μηκοτομή της οδού (δισδιάστατο πρότυπο) και το αντίστοιχο διατιθέμενο ΜΟΣ που προκύπτει με το τρισδιάστατο πρότυπο.

Μια ακόμα τρισδιάστατη μεθοδολογία για τη μέτρηση του μήκους ορατότητας κατά μήκος της κεντρικής γραμμής οδοστρώματος, πρότειναν οι Jba et α1. (2011), χρησιμοποιώντας στον τρισδιάστατο χώρο ένα σύνολο ισομηκών ευθειών μικρού μήκους (ή τρισδιάστατων στοιχείων) και τη μέθοδο του τριγωνισμού. Η μεθοδολογία αυτή επιτρέπει αναπροσαρμογές στη χάραξη κατά το στάδιο του σχεδιασμού, μέσω επαναληπτικής διαδικασίας προσομοίωσης, ανάλογα με τις αντιδράσεις του οδηγού, όμως επειδή χρησιμοποιούνται μεγάλο πλήθος διαφορετικών λογισμικών, δε θεωρείται αρκετά ευέλικτη.

Τέλος, ο κ. Μερτζάνης (2015) στη διδακτορική του διατριβή αναπτύσσει μέθοδο διερεύνησης της επάρκειας του ΜΟΣ, με ταυτόχρονη θεώρηση των παραγόντων επιρροής της παρεχόμενης ασφάλειας μιας οδού, δηλαδή των στοιχείων του γεωμετρικού σχεδιασμού της, του οχήματος και του οδηγού με βάση τον ανθρώπινο παράγοντα. Επιπλέον, παρουσιάζεται το λογισμικό οδοποιίας `FM12΄ για τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου εργαλείου ανάλυσης της ορατότητας με τη δυνατότητα της εισαγωγής των στοιχείων της οδού και του περιβάλλοντος οδικού χώρου ούτως ώστε, να είναι δυνατή η αξιολόγηση των επιπέδων ορατότητας σε οποιοδήποτε οδικό περιβάλλον. Τα πλεονεκτήματα του εργαλείου αυτού είναι η γρήγορη και εύκολη διερεύνηση του ΜΟΣ, καθώς και εναλλακτικών παραμέτρων για την εξασφάλιση της επάρκειας ορατότητας.

2.3 ΣΥΝΟΨΗ - ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε για τις ανάγκες της Διπλωματικής Εργασίας, αναφορικά με τον προσδιορισμό της επάρκειας του ΜΟΣ με χρήση του τρισδιάστατου προτύπου ανάλυσης.

Μια σημαντική βελτίωση στη διερεύνηση της ορατότητας είναι η προσέγγιση του υπολογισμού του ΜΟΣ και στις δύο απεικονίσεις της οδού (οριζοντιογραφία και μηκοτομή), αφού με την ανεξάρτητη αντιμετώπιση τους, παρατηρούνταν ανακρίβειες στα αποτελέσματα και πιο συγκεκριμένα, σε περιπτώσεις επαλληλίας της οριζοντιογραφικής καμπύλης και της καμπύλης μηκοτομής, η ασυνέπεια στο σχεδιασμό της οδού είναι ακόμη πιο έντονη.

Από τα παραπάνω, είναι εμφανές ότι η ορθότερη αντιμετώπιση του ζητήματος της ορατότητας πραγματοποιείται μέσω του τρισδιάστατου προτύπου και με τη χρήση αναλυτικών μεθόδων, όπου λαμβάνονται υπόψη όλα τα χαρακτηριστικά της οδού και του περιβάλλοντα χώρου. Χρήσιμο εργαλείο για την εφαρμογή της τρισδιάστατης μελέτης της χάραξης μίας οδού καθώς και για τον έλεγχο της ασφάλειας που προσφέρει μια υφιστάμενη οδός είναι, η ανάπτυξη λογισμικών προγραμμάτων με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή, προκειμένου να προσφέρουν στο μελετητή μια ρεαλιστική απεικόνιση της οδού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) Sh 27

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ 32

3.2.1 Γενικά 32

3.2.2 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας 32

3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ 33

3.3.1 Γενικά 33

3.3.2 Κυκλικό Τόξο Οριζοντιογραφίας 33

3.3.3 Κατά Μήκος Κλίση στη Μηκοτομή 34

3.3.4 Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη Συναρμογής 34

3.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) Sh

Όπως αναφέρθηκε και στα παραπάνω κεφάλαια, το ΜΟΣ ορίζεται ως η απόσταση την οποία χρειάζεται ένας οδηγός μηχανοκίνητου οχήματος για να το ακινητοποιήσει με ασφάλεια, πριν ένα αιφνίδιο εμπόδιο. Απαρτίζεται από τη διαδρομή που διανύεται κατά τον χρόνο αντίληψης - αντίδρασης και την καθαρή διαδρομή πέδησης. Επομένως, κατά μήκος του συνολικού οδικού δικτύου, το μήκος ορατότητας που διατίθεται πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το Απαιτούμενο ΜΟΣ.

Όταν η επάρκεια του ΜΟΣ είναι συνεχώς οριακή, τότε ο οδηγός βρίσκεται σε διαρκή ένταση και εγρήγορση που προκαλεί κόπωση. Γι' αυτό το λόγο επιβάλλεται να εξασφαλίζονται συνολικά στο 70% της οδού μήκη ορατότητας κατά 1,3 φορές μεγαλύτερα από τα ελάχιστα απαιτούμενα. Επίσης, συνιστάται οι ελάχιστες τιμές να μην χρησιμοποιούνται σε περιοχές κόμβων. (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)

Το Απαιτούμενο ΜΟΣ S_h που χρειάζεται ένας οδηγός κινούμενος με ταχύτητα V_{85} σε υγρό οδόστρωμα για να ακινητοποιήσει το όχημά του πριν από ένα απροσδόκητο ακίνητο εμπόδιο στο οδόστρωμα, είναι το άθροισμα του μήκους S_1 που διανύει το όχημα κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης - αντίδρασης και του μήκους S_2 που διανύει το όχημα έως την πλήρη στάση του.

$S_h = S_1 + S_2$

$S_1 = (V_{85}/3{,}6) \cdot t_r$

$S_2 = (V_{85}/3{,}6)^2 / [2 \cdot (d + g \cdot s)]$

Όπου,

S_h (m) : Μήκος Ορατότητας για Στάση

S_1 (m) : Διανυόμενο Μήκος κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης–αντίδρασης

S_2 (m) : Μήκος Πέδησης

V_{85} (Km/h) : Λειτουργική Ταχύτητα 85%

t_r (sec) : Χρόνος Αντίληψης – Αντίδρασης (λαμβάνεται ως 2sec)

s (%) : Κατά Μήκος Κλίση Θετική (+) Ανωφέρεια Αρνητική (-) Κατωφέρεια

g (m/sec^2) : Επιτάχυνση Βαρύτητας

d (m/sec^2) : Συντελεστής εξαρτώμενος από την Ταχύτητα Πίνακας 3.1 (λαμβάνεται ανάλογα με τη V_{85})

V85	[km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
d	[m/s^2]	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0

Πίνακας 3.1 : Συντελεστής d υπολογισμού τον μήκους ορατότητας στάσης Sh

Στα καμπύλα τμήματα λαμβάνουμε την εφαπτόμενική συνιστώσα του d οπού:

$d' = \sqrt{d^2 - f_R^2}$

$f_R = (V_{85}^2/127 \cdot R) - e$

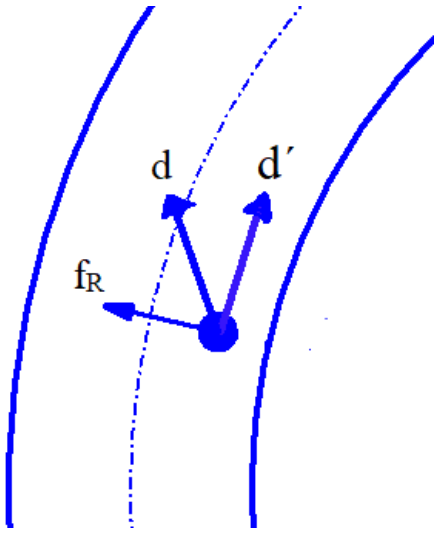
με

V_{85} (km/h) : Λειτουργική Ταχύτητα 85%

e (%) : Επίκλιση οδοστρώματος (Αρνητική (-) μπαίνει στις ανάποδες επικλίσεις μόνο)

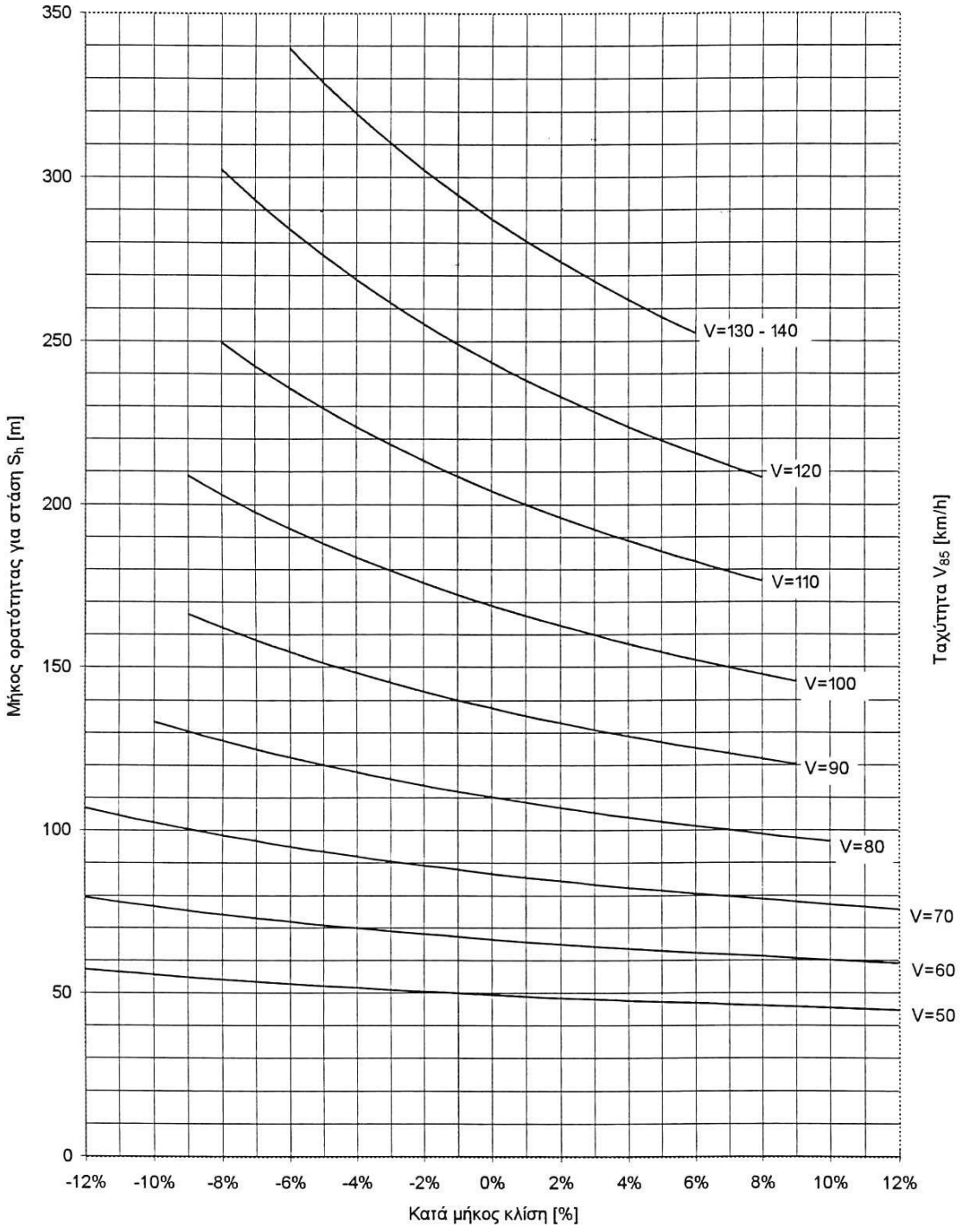
f_R : Συντελεστής εγκάρσιας τριβής

R (m) : Ακτίνα κυκλικού τόξου



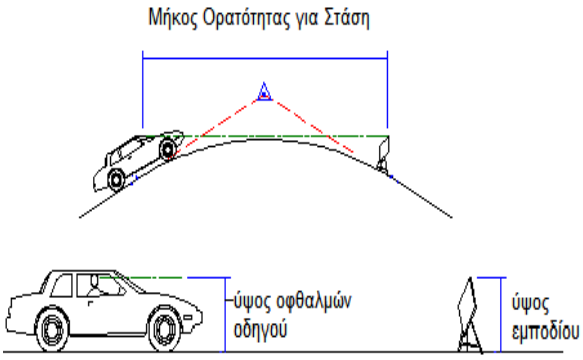
Σχήμα 3.1 : Ανάλυση συντελεστή d κατά την κίνηση οχήματος σε καμπύλη

Επίσης το Απαιτούμενο ΜΟΣ δύναται να υπολογιστεί απευθείας από τον Σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.2 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β

Όπως προαναφέρθηκε σε όλο το μήκος της οδού πρέπει να διατίθεται κατ' ελάχιστον το ΜΟΣ που ορίζεται από την ταχύτητα V_{85}. Συνεπώς κατά τη μελέτη ορατότητας θα πρέπει να προσδιορίζεται και το Διατιθέμενο ΜΟΣ, αυτό που πραγματικά υφίσταται. Το Διατιθέμενο ΜΟΣ περιγράφεται με τη βοήθεια της οπτικής ακτίνας μεταξύ του οφθαλμού του οδηγού και ενός αντικειμένου που περιορίζει την ορατότητά του. Είναι η απόσταση κατά μήκος του οδοστρώματος όπου ένα αντικείμενο καθορισμένου ύψους είναι συνεχώς ορατό στον οδηγό (Εικόνα 3.1) και εξαρτάται από το ύψος οφθαλμών του οδηγού και το ύψος του αντικειμένου από την επιφάνεια της οδού (AASHTO 2011). Σχετίζεται άμεσα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και τον περιβάλλοντα χώρο της οδού.



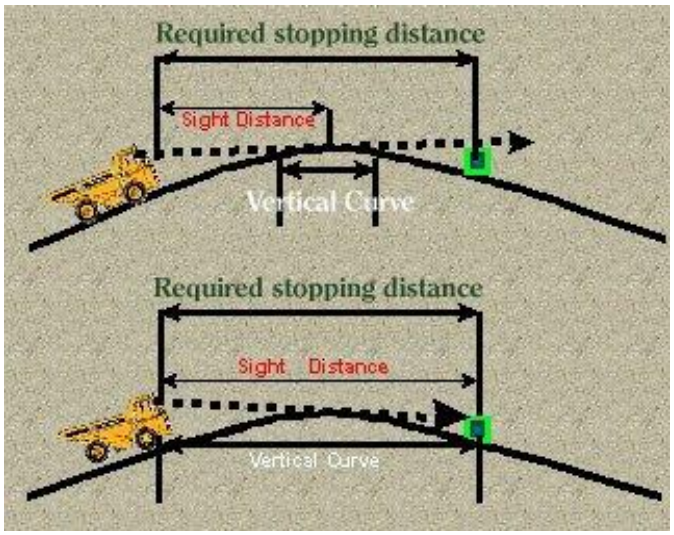
Εικόνα 3.1 :Διατιθέμενο ΜΟΣ

Διαφορετικές οδηγίες μελετών ορίζουν διαφορετικές τιμές για το ύψος οφθαλμών του οδηγού και το ύψος του εμποδίου. Για παράδειγμα στις Αμερικάνικες οδηγίες (AASHTO 2011) το ύψος του εμποδίου θεωρείται 0.60m, στις Γερμανικές οδηγίες (RAA 2008) 0.50m, στις Ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ 2001) ορίζεται αναλόγως της V_{85}, ενώ σύμφωνα με άλλες προσεγγίσεις το ύψος εμποδίου σχετίζεται με το ύψος των οπίσθιων φανών στάσης. Στην παρούσα εργασία θεωρήθηκε ύψος οφθαλμών 1.00m και ύψος εμποδίου 0.50m.

Ο προσδιορισμός του Διατιθέμενου ΜΟΣ απαιτεί πολύπλοκους υπολογισμούς, αποτελεί αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών και η αξιολόγησή του εξαρτάται από τη μεθοδολογία που ακολουθείται. Σε γενικές γραμμές υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή, τις διατομές και τον περιβάλλοντα χώρο της οδού συμπεριλαμβανομένων των αντικειμένων που υπεισέρχονται στον οδικό και παρόδιο χώρο (στηθαία ασφαλείας, διαχωριστικές νησίδες, πινακίδες, δενδροφυτεύσεις κλπ.).

Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι προφανές ότι η επάρκεια ορατότητας της οδού εξασφαλίζεται όταν σε όλο το μήκος της ισχύει:

Απαιτούμενο ΜΟΣ ≤ Διατιθέμενο ΜΟΣ (SSD $_{\text{Required}}$ ≤ SSD $_{\text{Provided}}$)



Εικόνα 3.2 : Επάρκεια ορατότητας σε σχέση με το Απαιτούμενο (Required stopping distance)και το Διατιθέμενο (Sight Distance) ΜΟΣ.

Για παράδειγμα, σύμφωνα με την εικόνα 3.2, στην πρώτη περίπτωση (πάνω) το Διατιθέμενο Μήκος Ορατότητας (Sight Distance) είναι μικρότερο του Απαιτούμενου ΜΟΣ (Required stopping distance) οπότε η επάρκεια ορατότητας, σύμφωνα με την παραπάνω συνθήκη, δεν εξασφαλίζεται. Ενώ στη δεύτερη περίπτωση (κάτω) το Διατιθέμενο (Sight Distance) είναι ίσο με το Απαιτούμενο ΜΟΣ (Required stopping distance) οπότε η επάρκεια ορατότητας εξασφαλίζεται οριακά.

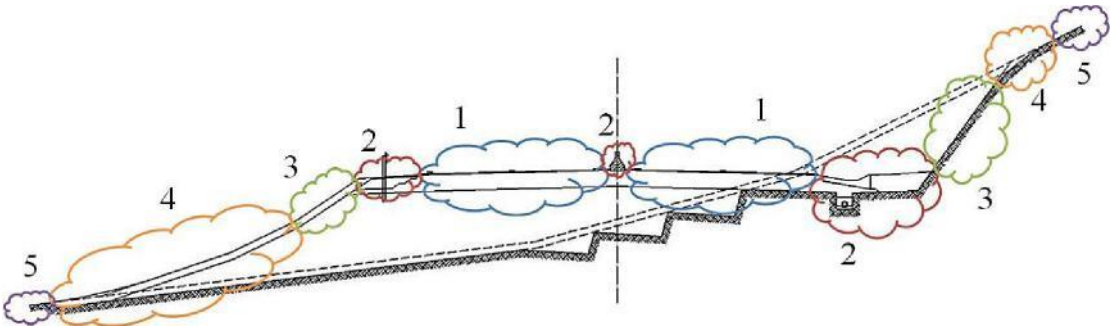
Στην πραγματικότητα το Διατιθέμενο ΜΟΣ προτιμάται να είναι μεγαλύτερο του Απαιτούμενου ΜΟΣ σε μεγάλο ποσοστό του συνολικού μήκους της οδού, ώστε να αποφεύγεται η διανοητική κόπωση του οδηγού (RAA 2008, OMOE-X 2001). Ενδείκνυται επίσης, τα μήκη ορατότητας να μεταβάλλονται σταδιακά χωρίς απότομες αυξομειώσεις. Συντάσσονται επομένως ,σύμφωνα με τις οδηγίες μελετών, διαγράμματα ορατότητας για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας με τη βοήθεια των οποίων ελέγχεται η επάρκεια ορατότητας σε όλο το μήκος της οδού.

Πρέπει να επισημανθεί η σημασία του ΜΟΣ στο σχεδιασμό των οδών, καθώς αποτελεί τη βάση για την επιλογή κρίσιμων γεωμετρικών παραμέτρων όπως οι ακτίνες κατακόρυφων καμπυλών, το πλάτος της εσωτερικής λωρίδας καθοδήγησης σε αριστερόστροφες καμπύλες οδών με διαχωρισμένο οδόστρωμα καθώς και το πλάτος του ελεύθερου οπτικών εμποδίων χώρου σε δεξιόστροφες καμπύλες λόγω παρουσίας πρανών, στηθαίων ή δενδροφύτευσης (Μαυρομάτης, 2018).

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

3.2.1 Γενικά

Ανεξάρτητα από την κατηγορία της οδού, μια διατομή στην οδοποιία απαρτίζεται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών τμημάτων (εικόνα 3.3): ο κυκλοφοριακός χώρος (1), οι διαμορφώσεις της οδού (2), τα πρανή (3), οι διαμορφώσεις του εδάφους (4) και το έδαφος (5).

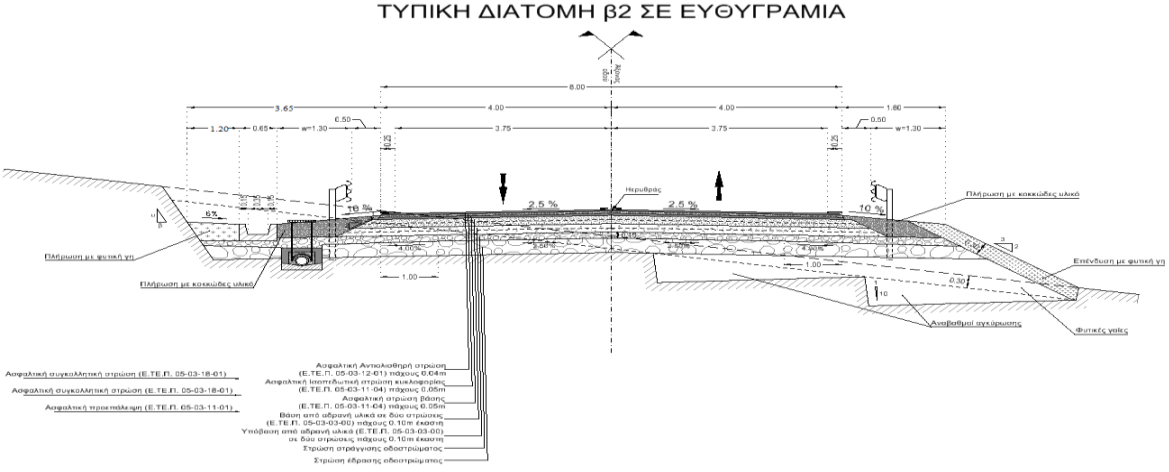


Εικόνα 3.3 : Χαρακτηριστικά τμήματα μιας τυπικής διατομής

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζεται η διαδοχική αντίρροπη καμπύλη μίας οδού ξεκινώντας με αριστερή στροφή και επομένως τα χαρακτηριστικά τμήματα που την επηρεάζουν καθοριστικά είναι ο κυκλοφορικός χώρος, οι διαμορφώσεις της οδού και τα πρανή.

3.2.2 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας

Οι τελικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε οδό ενιαίας κυκλοφορίας, διατομής β2 (Εικόνα 3.4), με μία λωρίδα κυκλοφορίας 4m ανά κατεύθυνση, για ταχύτητες από 50km/h έως 100km/h σε ορεινό έδαφος σύμφωνα πάντα με τις των ΟΜΟΕ-Χ και για παράμετρο κλωθοειδούς A=R/3 και A=R/2.



Εικόνα 3.4 : Τυπική διατομή β2 σε ευθυγραμμία

3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ

3.3.1 Γενικά

Η μελέτη χάραξης περιλαμβάνει τη μελέτη και τη διερεύνηση των παρακάτω στοιχείων μίας οδού:

- Οριζοντιογραφίας
- Μηκοτομής
- Διατομών
- Ορατότητας
- Προοπτικής της στο χώρο

Στην παρούσα εργασία οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) και παρακάτω προσδιορίζονται τα κύρια χαρακτηριστικά που ελέγχθηκαν καθώς και οι προτεινόμενες οριακές τους τιμές.

3.3.2 Κυκλικό Τόξο Οριζοντιογραφίας

Οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας που χρησιμοποιήθηκαν διακρίνονται στον Πίνακα 3.2. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης και για λόγους καλύτερης προσαρμογής στις κλιματολογικές και τις τοπογραφικές συνθήκες της Ελλάδας, η επιλογή των τιμών R_{min} εξαρτάται εκτός από την ομάδα στην οποία ανήκει η οδός και από την κατηγορία τον εδάφους (πεδινό, λοφώδες ή ορεινό) (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).

V_e [km/h]	R_{min} [m]					
	Ομάδα οδών Α				Ομάδα οδών Β	
	πεδινά εδάφη		λοφώδη και ορεινά εδάφη		όλες οι κατηγορίες εδαφών	
	q_{max}=8 (9)%	q_{min}=2,5%	q_{max}= 7%	q_{min}= 2,5%	q_{max}= 6%	q_{min} = 2,5%
	n = 45%	n = 10%	n = 40%	n = 10%	n = 60%	n = 30%
1	2	3	4	5	6	7
50	80	325	95	325	70	150
60	125 (120)	490	140	490	110	230
70	180 (170)	700	200	700	160	335
80	250 (235)	960	280	960	220	470
90	330 (310)	1.260	370	1.260	300	630
100	420 (400)	1.620	480	1.620	–	–
110	530 (500)	2.020	600	2.020	–	–
120	650 (620)	2.470	740	2.470	–	–
(130)	790 (740)	2.970	890	2.970	–	–

Οι τιμές σε ( ) εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

Πίνακας 3.2 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών οριζοντιογραφίας για οδούς των ομάδων Α και Β

3.3.3 Κατά Μήκος Κλίση στη Μηκοτομή

Οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας, λειτουργικού κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας, μειωμένης ρύπανσης και κυκλοφοριακής ποιότητας να διατηρούνται όσο γίνεται το δυνατόν μικρές. Ακόμη, οι κλίσεις της οδού πρέπει να προσαρμόζονται στο ανάγλυφο του εδάφους, προκειμένου να προστατευθεί το περιβάλλον και οι οικιστικές περιοχές, καθώς και να μειωθεί το κόστος κατασκευής. Στον παρακάτω Πίνακα 3.3 υποδεικνύονται οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις.

V_e [km/h]	s_{max} [%] για τις οδούς της ομάδας			
	A			B (πλην BI)
	Πεδινά εδάφη	Λοφώδη εδάφη	Ορεινά Εδάφη	Όλες οι κατηγορίες εδαφών
50	7 (8)	8 (9)	10 (11)	8 (12)
60	6 (8)	7 (9)	9 (10)	7 (10)
70	5 (7)	6 (8)	8 (9)	6 (9)
80	4 (6)	5 (7)	7 (9)	5 (7)
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 ( ) (παρένθεση) εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

Πίνακας 3.3 : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις για οδούς των ομάδων Α και Β

3.3.4 Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη Συναρμογής

Οι ελάχιστες ακτίνες κυρτών κατακόρυφων καμπυλών τον Πίνακα 3.4, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, παρέχουν επαρκή περιθώρια ασφαλείας και σε ζητήματα ορατότητας. Με την εφαρμογή αυτών των ακτίνων δεν προκύπτουν μεγάλα ορύγματα και η μηκοτομή μπορεί να προσαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό στο ανάγλυφο του εδάφους.

V_e [km/h]	Ορατότητα για στάση	Ορατότητα για προσπέραση	
	Επιτρεπόμενη περιοχή H_K Διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για στάση [m]	Αποφευκτέα περιοχή H_K Δεν διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για προσπέραση [m]	Επιτρεπόμενη περιοχή H_K Διατίθεται το απαραίτητο μήκος ορατότητας για προσπέραση [m]
1	2	3	4
Οδοί ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας και διαχωρισμένης με Ι.Κ.			
50	800 έως 7.000	7.000 έως 27.000	≥ 27.000
60	2.000 έως 7.600	7.600 έως 30.000	≥ 30.000
70	3.000 έως 8.400	8.400 έως 34.000	≥ 34.000
80	4.500 έως 10.000	10.000 έως 40.000	≥ 40.000
90	6.200 έως 12.000	12.000 έως 48.000	≥ 48.000
100	8.500 έως 14.000	14.000 έως 55.000	≥ 55.000
Οδοί διαχωρισμένων επιφανειών κυκλοφορίας με Α.Κ.			
60	3.000 έως ∞	–	–
70	4.500 έως ∞	–	–
80	6.200 έως ∞	–	–
90	8.500 έως ∞	–	–
100	11.000 έως ∞	–	–
110 έως 130	15.000 έως ∞	–	–

Πίνακας 3.4 : Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς των των ομάδων Α και Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Συλλογή & Επεξεργασία Στοιχείων

4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ....37

4.1.1 Γενικά....37

4.1.2 Χαρακτηριστικά της Οδού....39

4.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ `FM17'....41

4.2.1 Γενική Περιγραφή....41

4.2.2 Εγκατάσταση....42

4.2.3 Διάρθρωση του Προγράμματος....43

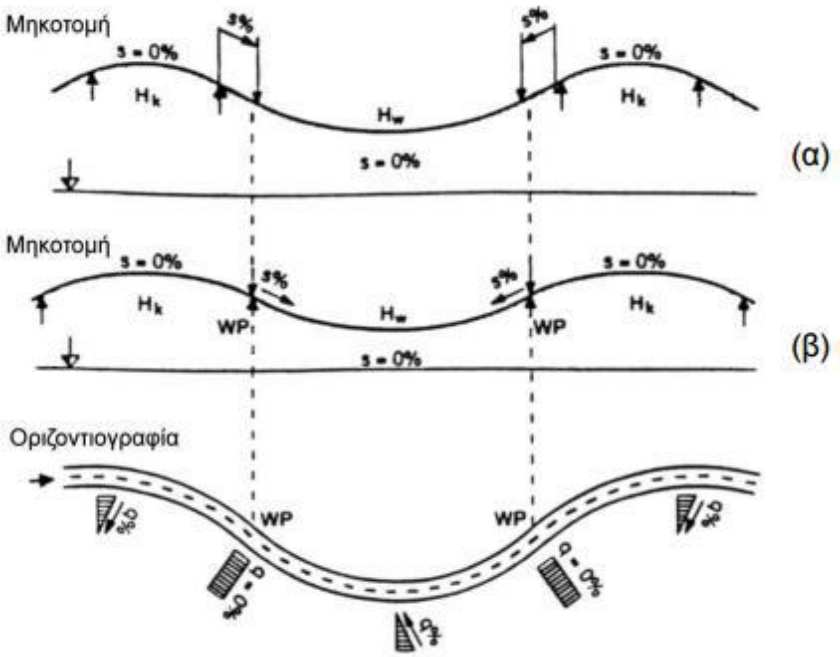
4.2.4 Λειτουργεία του Προγράμματος....45

4.2.5 Ανάλυση Ορατότητας....59

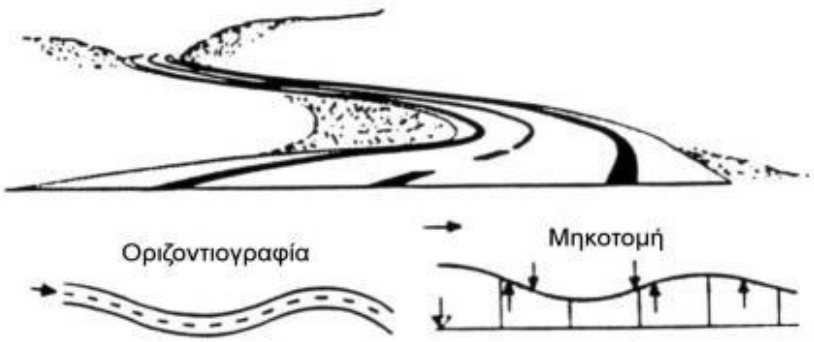
4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

4.1.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, εξετάζεται η διαδοχική αντίρροπη καμπύλη σε μια οδό ξεκινώντας με αριστερή στροφή. Μια χάραξη θεωρείται ιδιαίτερα επιτυχημένη όταν τα σημεία καμπής στην οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή περίπου συμπίπτουν (Εικόνα 4.1), αφού σε αυτή την περίπτωση η προοπτική εικόνα της οδού γίνεται ιδιαίτερα ευχάριστη για τον οδηγό (Εικόνα 4.2).

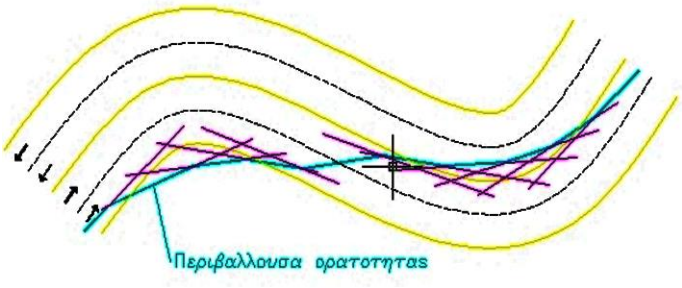


Εικόνα 4.1 : Σύμπτωση σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή

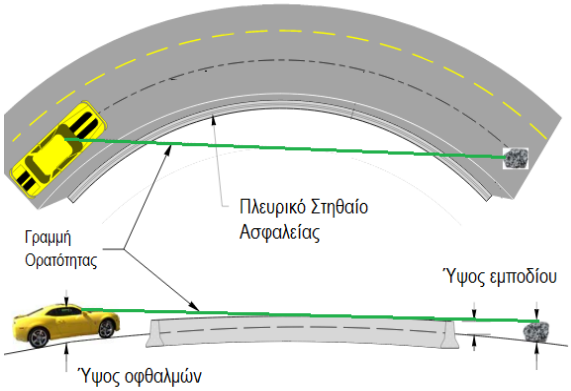


Εικόνα 4.2 : Ευχάριστη προοπτική εικόνας που επιτυγχάνεται με τη σύμπτωση των σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή

Όμως σύμφωνα με τα παραπάνω, με τις συνηθισμένες δισδιάστατες μεθόδους απεικονίσεων του δρόμου, στην περίπτωση της διερεύνησης επάρκειας ΜΟΣ με βάση την οριζοντιογραφική χάραξη λαμβάνονται υπόψη, μεταξύ άλλων, στοιχεία της οριζόντιας γεωμετρίας, η ταχύτητα του οχήματος και οι εγκάρσιες αποστάσεις οφθαλμού και εμποδίου από τον άξονα της οδού. Σημαντικές παράμετροι όπως το ύψος εμποδίου, το ύψος οφθαλμών καθώς και οι κλίσεις των κατακόρυφων καμπυλών αγνοούνται, με αποτέλεσμα ο πλευρικός ελεύθερος εμποδίων χώρος (Εικόνα 4.3) όπως ορίζεται να είναι θεωρητικός.



Εικόνα 4.3 : Έλεγχος ορατότητας με βάση τη οριζόντια χάραξη. (Οι μωβ γραμμές αφορούν στην οπτική ακτίνα οφθαλμών-εμποδίου)



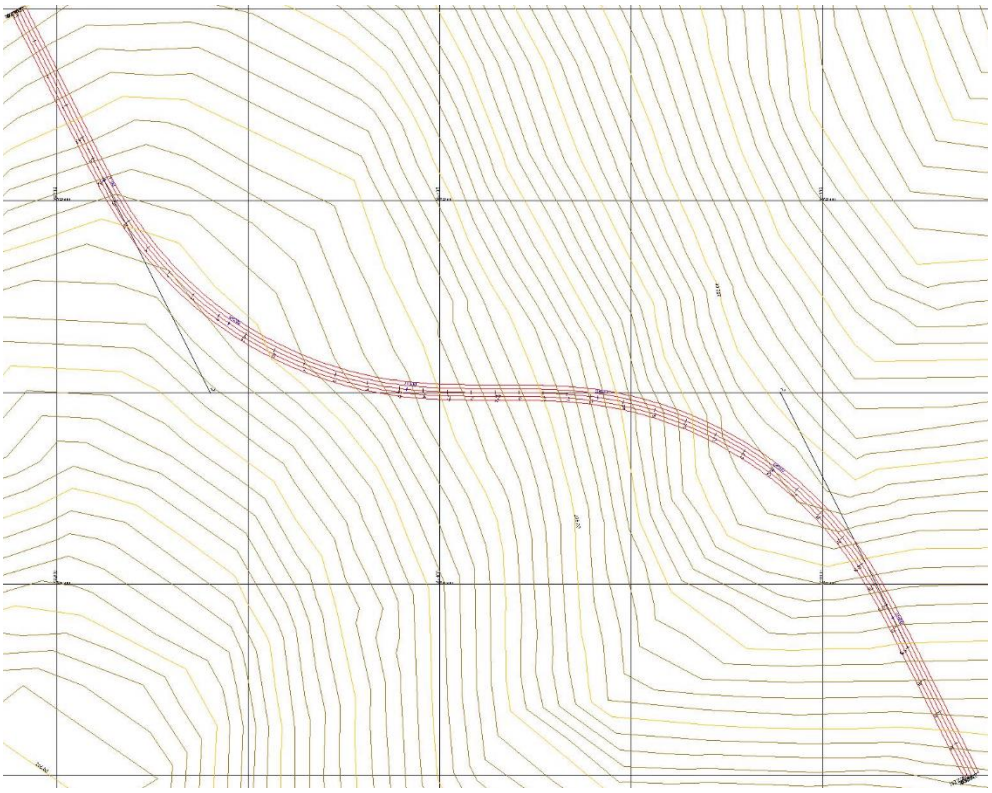
Εικόνα 4.4 : Η γραμμή ορατότητας διακόπτεται λόγω του πλευρικού στηθαίου ασφαλείας.

Αντίστοιχα, κατά τη διερεύνηση επάρκειας ΜΟΣ με βάση την υψομετρική χάραξη λαμβάνονται υπόψη στοιχεία της μηκοτομής, η ταχύτητα οχήματος, τα ύψη οφθαλμών και εμποδίου. Οι επικλίσεις δεν συνυπολογίζονται παρότι θεωρείται σημαντική η επιρροή της εγκάρσιας στροφής του οδοστρώματος (Moreno κ.α. 2010), ενώ η οριζοντιογραφία θεωρείται ευθύγραμμη, με κίνδυνο οι πλευρικές παρεμποδίσεις ορατότητας (Εικόνα 4.4) να μην εντοπίζονται.

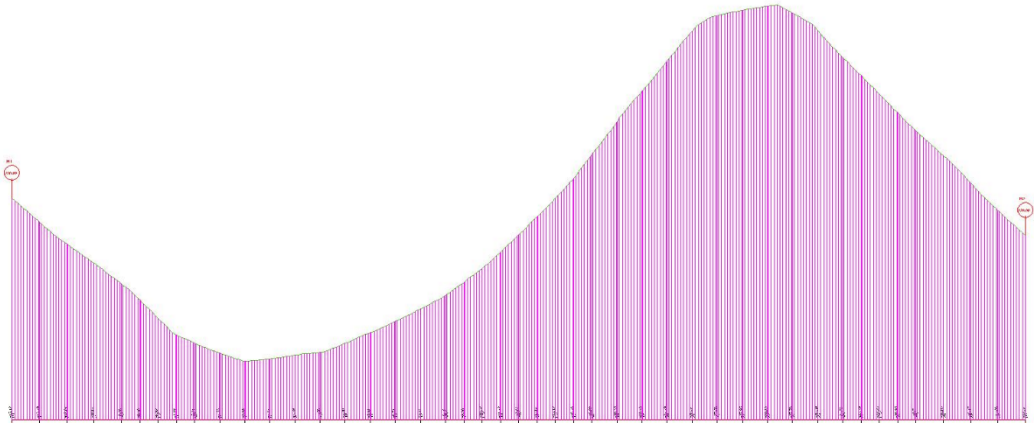
Ο έλεγχος της επάρκειας της ορατότητας σε μία οδό δεν εξασφαλίζεται σε όλες τις περιπτώσεις και γι' αυτό το λόγο θα διερευνηθεί εκ νέου με τρισδιάστατο πρότυπο ελέγχου.

4.1.2 Χαρακτηριστικά της Οδού

Για να πραγματοποιηθούν οι δοκιμές σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, οι προδιαγραφές της επιλεγμένης οδού καθορίζονται σύμφωνα με τα παρακάτω. Αρχικά, στην οριζοντιογραφική χάραξη ορίζεται διαδοχική αντίρροπη καμπύλη με αρχική αριστερή στροφή και μηδενική ευθυγραμμία ανάμεσα στις αντίρροπες στροφές, στη μηκοτομή επιλέγεται μηδενική κατά μήκος κλίση ώστε όλο το μήκος του δρόμου να βρίσκεται σε όρυγμα. (Σχήμα 4.1, Σχήμα 4.2) .



Σχήμα 4.1: Παράδειγμα οριζοντιογραφικής χάραξης της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές.



Σχήμα 4.2: Παράδειγμα μηκοτομής της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές.

Ειδικότερα, σχεδιάζεται υπεραστική οδός κατηγορίας AIII - AI, ενώ το είδος του εδάφους επιλέχτηκε ορεινό και η ταχύτητα μελέτης Ve μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια των δοκιμών από 50km/h έως 100km/h. Η παράμετρος την κλοθωειδούς (A) εξετάστηκε για A=R/3 και A=R/2.

Ο αριθμός των λωρίδων ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας είναι μία στο οδόστρωμα ενιαίας κυκλοφορίας, το πλάτος της κάθε λωρίδας δίνεται 3.75m προσθέτοντας 0.25m πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης b=(3.75+0.25)=4.00m, ενώ η επίκληση επιλέγεται να μεταβάλλεται σε όλο το μήκος της οδού από 2.5% έως 7%.

Για τον προσδιορισμό του ΜΟΣ, εξετάστηκε ότι το όχημα κινείται με τρεις ταχύτητες 1)V_{85}=Ve km/h, 2)V_{85}=Ve+10 km/h και 3)V_{85}=Ve+20 km/h, δεδομένου ότι η υπέρβαση κατά 20 km/h της ταχύτητας μελέτης είναι συνηθισμένη στη χώρα μας, ενώ η επιβράδυνση λόγω πέδησης (d) επιλέχτηκε από τον Πίνακα 3.1 και ο χρόνος αντίληψης - αντίδρασης t_r=2 sec. Το ύψος εμποδίου σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών ορίζεται ως η υψομετρική διαφορά του ΜΟΣ σε γωνία $(5/60)^0$ από την επιφάνεια του οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-Χ 2001). Στην παρούσα έρευνα, το ύψος εμποδίου θεωρήθηκε hz=0.50m και το ύψος οφθαλμών h_A=1.00m.

4.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ‘FM17’

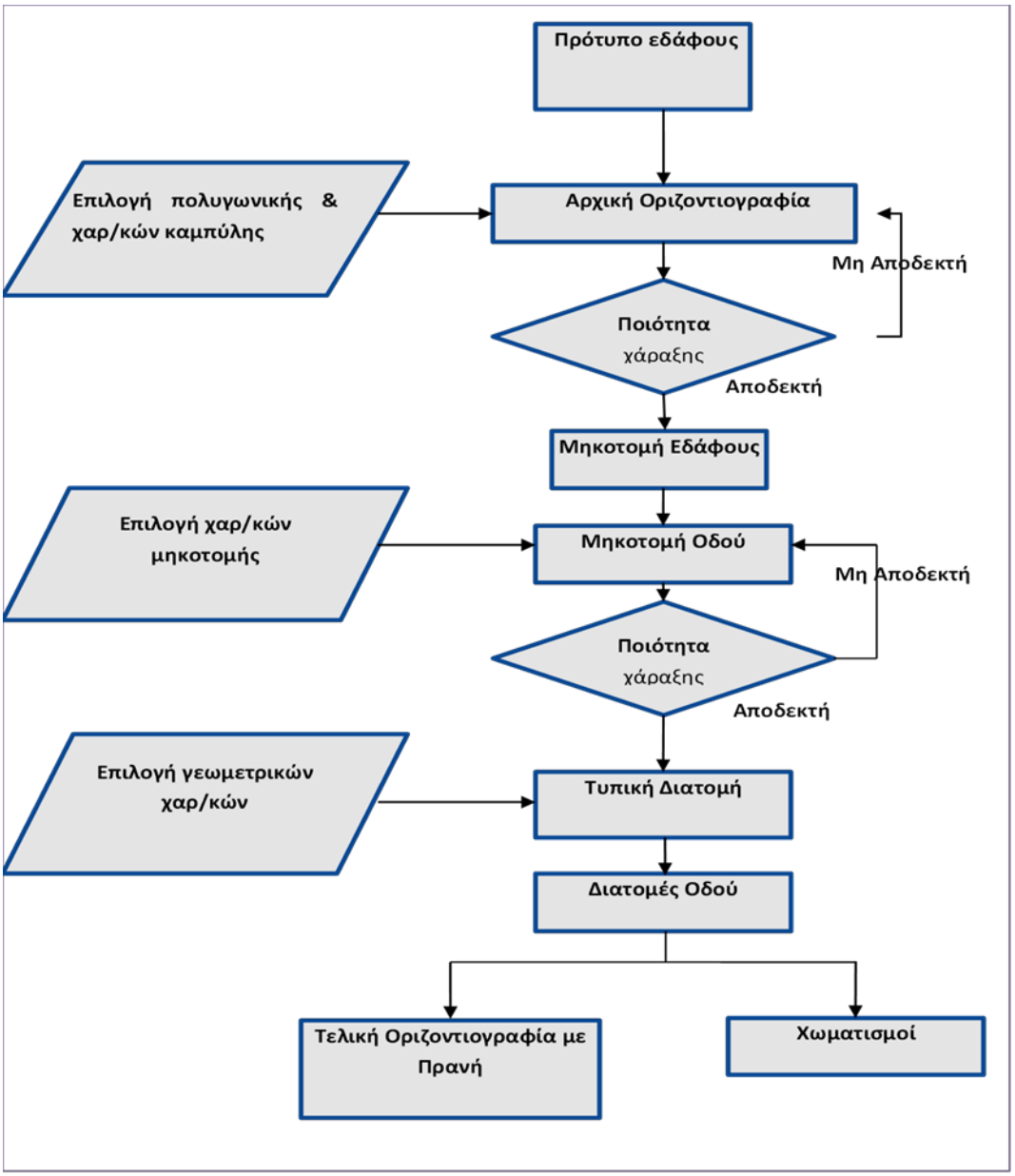
4.2.1 Γενική Περιγραφή

Το πρόγραμμα FM17 αποτελεί ένα σύνολο προγραμμάτων με σκοπό τη διευκόλυνση του χρήστη στη μελέτη μιας οδού και την παραγωγή των βασικών σχεδίων, με στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σημειώνεται πως η αυτοματοποίηση των διαδικασιών και των ελέγχων μέσω του προγράμματος δεν υποκαθιστούν τη γνώση του μελετητή για το σχεδιασμό οδών και πως η πλήρης κατανόηση των ενεργειών που εκτελούνται από το πρόγραμμα είναι απαραίτητη.

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

1. Δημιουργία Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM)
2. Ορισμός Κορυφών Οριζοντιογραφίας
3. Δημιουργία Οριζοντιογραφίας
4. Δημιουργία Μηκοτομής και Διατομών Εδάφους
5. Ορισμός Σημαιών Δρόμου
6. Δημιουργία Μηκοτομής Δρόμου
7. Δημιουργία Διαγράμματος Επικλίσεων
8. Ορισμός Τυπικής Διατομής
9. Δημιουργία Διατομών Δρόμου
10. Υπολογισμός Ποσοτήτων Χωματισμών
11. Δημιουργία Τελικής Οριζοντιογραφίας με Πρανή
12. Δημιουργία Διαγράμματος Όγκου Χωματισμών και Κίνησης Γαιών
13. Δημιουργία Τρισδιάστατου σχεδίου
14. Δημιουργία Διαγράμματος Ορατότητας

Τα παραπάνω βήματα παρουσιάζονται και στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί.



Σχήμα 4.3: Διάγραμμα Ροής Προγράμματος FM17 - Βήματα Σχεδιασμού Οδών με τη βοήθεια Η/Υ

4.2.2 Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση του προγράμματος είναι εύκολη και σύντομη. Περιλαμβάνει δύο βασικά βήματα και ορισμένες προϋποθέσεις. Κατ' αρχάς, πρέπει να αντιγραφεί ο φάκελος FM17 στον κεντρικό σκληρό δίσκο C. Η λειτουργία της εφαρμογής απαιτεί να είναι εγκατεστημένα τα εξής προγράμματα:

•Microsoft Office Excel

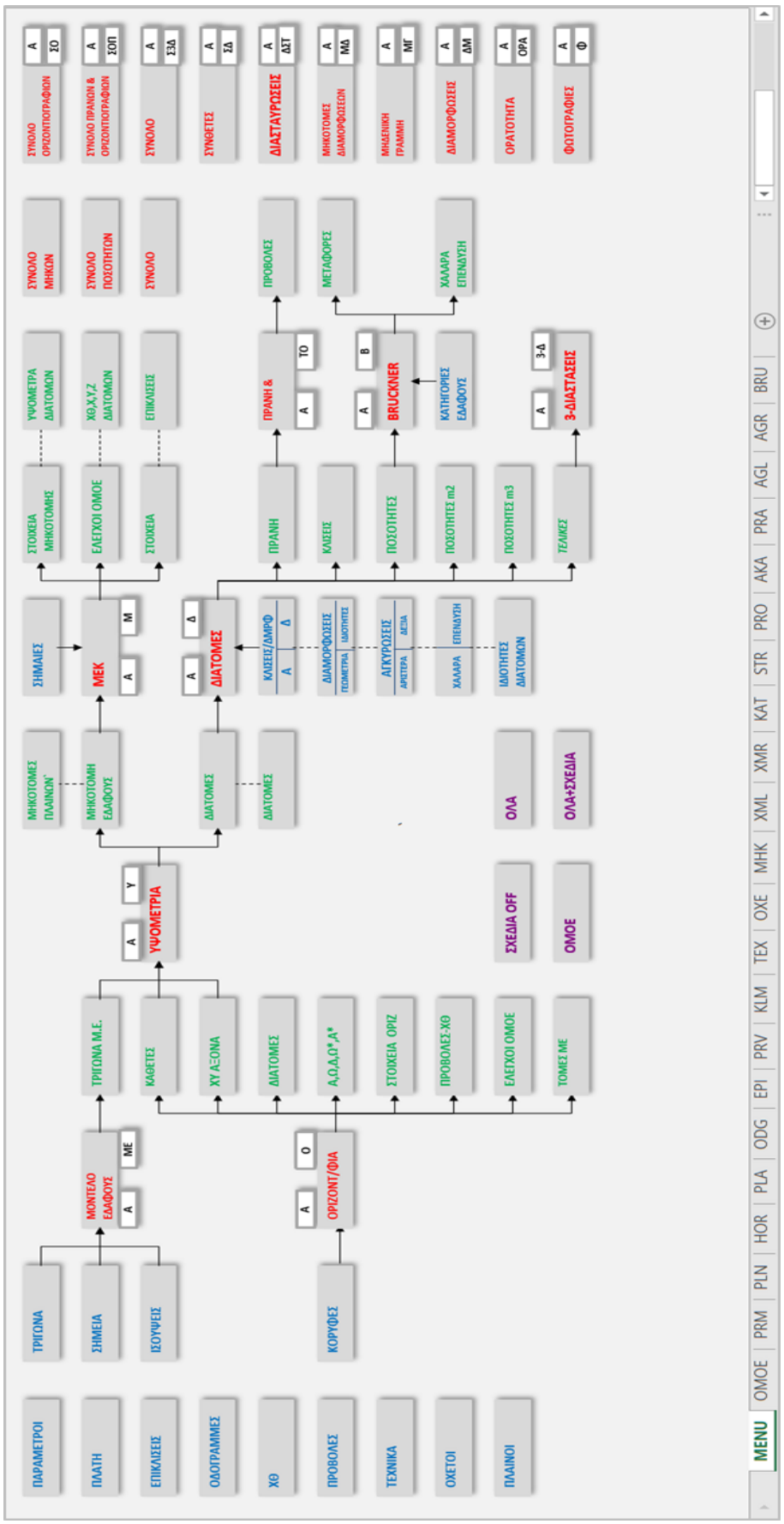
•AutoCAD (version 2002 τουλάχιστον) / Microstation

•Σημειωματάριο των Windows (WordPad)

Εφόσον πληρούνται οι παραπάνω προϋποθέσεις πρέπει το επίπεδο ασφαλείας των μακροεντολών του Excel να τεθεί στο χαμηλότερο δυνατό. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε από την αλληλουχία menu→tools→macros→security→low (για τις περισσότερες εκδόσεις του Excel) είτε από την επιλογή "options" που εμφανίζεται στην οθόνη του Excel και στη συνέχεια την επιλογή "enable this content" (Excel 2007).

4.2.3 Διάρθρωση του Προγράμματος

Όπως προαναφέρθηκε, η λογική του προγράμματος είναι ο χρήστης να εισάγει μόνο τα απαραίτητα στοιχεία και να μην εκτελεί υπολογισμούς. Εφόσον η εγκατάσταση του προγράμματος είναι επιτυχής και οι προϋποθέσεις πληρούνται, τελικά το περιβάλλον του προγράμματος διαμορφώνεται όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 4.4: Μορφή κεντρικού μενού λογισμικού FM17 (καρτέλα MENU).

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

Εικονίδιο	Λειτουργία
ΔΕΔΟΜΕΝΑ	Δεδομένα της υπό μελέτη οδού, τα οποία εισάγονται από τον χρήστη, σε φύλλα του αρχείου *Excel*. Με το πάτημα του εικονιδίου, ο χρήστης μεταφέρεται στο αντίστοιχο φύλλο εισαγωγής δεδομένων.
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	Προγράμματα του *FM17*. Με το πάτημα του εικονιδίου, εκτελείται το αντίστοιχο πρόγραμμα. Μετά την εκτέλεση του προγράμματος ανοίγει αυτόματα το αντίστοιχο σχέδιο.
ΑΡΧΕΙΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Αρχεία με τα υπολογιζόμενα στοιχεία της οδού που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω της εφαρμογής *Σημειωματάριο (Notepad)*.
A	Σχέδια της οδού που δημιουργούνται κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων προγραμμάτων. Με το πάτημα του εικονιδίου, ανοίγουν μέσω του *AutoCAD*. Τα αντίστοιχα εικονίδια που βρίσκονται πάνω από τα εικονίδια των προγραμμάτων και δεν αναγράφουν το γράμμα ‘‘Α’’, εκτελούν το αντίστοιχο πρόγραμμα χωρίς τη δημιουργία και εμφάνιση του σχεδίου.

Πίνακας 4.1: Λειτουργίες εικονιδίων κεντρικού μενού.

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν σε βήματα τα δεδομένα που πρέπει να εισάγει ο μελετητής, τα προγράμματα που πρέπει να εκτελέσει και τα αποτελέσματα που προκύπτουν.

4.2.4 Λειτουργεία του Προγράμματος

Βήμα 1 – Εισαγωγή παραμέτρων ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Μέσα στο λογιστικό φύλλο «ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ» δίνονται από το μελετητή βασικά στοιχεία τα οποία πρέπει να έχουν καθοριστεί πριν από το σχεδιασμό και ποικίλουν από έργο σε έργο. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται το σύνολο των παραμέτρων που μπορεί να επεξεργαστεί ο χρήστης καθώς και το πρόγραμμα στο οποίο χρησιμοποιούνται.

Πίνακας 4.2: Φύλλο εισαγωγής δεδομένων ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ.

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
1	**Όνομα έργου:** Μπορεί να περιλαμβάνει οποιαδήποτε ονομασία.	Γενικά

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
2	**Ταχύτητα μελέτης ΟΜΟΕ:** Επιλέγεται από τη λίστα μία από τις ακόλουθες τιμές ταχύτητας: *130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20.*	Γενικά
3	**Κατηγορία οδού κατά ΟΜΟΕ:** Επιλέγεται από τη λίστα μία από τις ακόλουθες κατηγορίες: *AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK* (ή *ΕΚΑ1Α, ΕΚΑ1Β, ΕΚΑC, ΕΚΑ2, ΕΚΑ3* σε περίπτωση μελέτης με βάση τις γερμανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών ή *Arterial, Freeway* σε περίπτωση μελέτης με βάση τις αμερικανικές οδηγίες σχεδιασμού οδών).	Γενικά
4	**Μορφολογία περιοχής έργου κατά ΟΜΟΕ:** Επιλέγεται από τη λίστα μία από τις ακόλουθες μορφολογίες εδάφους: *PEDINO, LOFODES, OREINO.*	Γενικά
5	**Διαχωριστική κεντρική νησίδα οδού:** Επιλέγεται από τη λίστα εάν η υπό μελέτη οδός είναι διαχωρισμένη ή όχι (***0*** = μη διαχωρισμένη οδός, ***1*** = διαχωρισμένη οδός).	Γενικά
6	**Κλίμακα μοντέλου εδάφους:** Ορίζεται η επιθυμητή κλίμακα για την εξαγωγή του μοντέλου εδάφους.	Γενικά
7	**Κλίμακα οριζοντιογραφίας:** Ορίζεται η κλίμακα στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας.	Γενικά
8	**Κλίμακα μηκών μηκοτομής:** Ορίζεται η κλίμακα για τα μήκη στο σχέδιο της μηκοτομής.	Γενικά
9	**Κλίμακα υψών μηκοτομής:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο σχέδιο της μηκοτομής (***0*** = κλίμακα μηκών / 10).	Γενικά
10	**Κλίμακα υψών επικλίσεων – 1cm:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο διάγραμμα επικλίσεων.	Γενικά
11	**Κλίμακα διαπλατύνσεων:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο διάγραμμα διαπλατύνσεων.	Γενικά
12	**Κλίμακα διαγράμματος s-Δs:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο διάγραμμα διαφοράς μεταξύ της κατά μήκος κλίσης και της πρόσθετης κλίσης των οριογραμμών (s-Δs).	Γενικά
13	**Κλίμακα διαγράμματος s:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο διάγραμμα κατά μήκος κλίσης s.	Γενικά
14	**Κλίμακα διαγράμματος cs:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο διάγραμμα σύνθετης (λοξής) κλίσης.	Γενικά
15	**Κλίμακα μηκών διατομών:** Ορίζεται η κλίμακα για τα μήκη στο σχέδιο των διατομών.	Γενικά
16	**Κλίμακα υψών διατομών:** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη στο σχέδιο των διατομών.	Γενικά
17	**Κλίμακα οριζοντιογραφίας διασταυρώσεων:** Ορίζεται η κλίμακα στο σχέδιο των διασταυρώσεων.	Γενικά

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
18	**Παραμόρφωση στα Z:** Ορίζεται η παραμόρφωση στον άξονα των υψών (άξονας Z) κατά την παραγωγή του τρισδιάστατου μοντέλου της οδού και του περιβάλλοντός της (***1*** = χωρίς παραμόρφωση).	Γενικά
21	**X_min:** Ορίζεται η τετμημένη της κάτω αριστερά γωνίας του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
22	**Y_min:** Ορίζεται η τεταγμένη της κάτω αριστερά γωνίας του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
23	**Z_min:** Ορίζεται το υψόμετρο της κάτω βάσης του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
24	**X_max:** Ορίζεται η τετμημένη της πάνω δεξιά γωνίας του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
25	**Y_max:** Ορίζεται η τεταγμένη της πάνω δεξιά γωνίας του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
26	**Z_max:** Ορίζεται το υψόμετρο της πάνω βάσης του παραλληλεπιπέδου μέσα στο οποίο βρίσκεται το μοντέλο εδάφους και η οδός.	Μοντέλο Εδάφους
27	**Maximum πλευρά τριγώνου:** Αναγράφεται η μέγιστη πλευρά των παραγόμενων τριγώνων κατά τη διαδικασία τριγωνισμού των δεδομένων σημείων του εδάφους της περιοχής μελέτης (***0*** = δεν υπάρχει περιορισμός μήκους πλευράς).	Μοντέλο Εδάφους
28	**Ισοδιάσταση:** Αναγράφεται η επιθυμητή ισοδιάσταση (απόσταση μεταξύ διαδοχικών ισοϋψών) στο σχέδιο του μοντέλου εδάφους.	Μοντέλο Εδάφους
29	**Κύρια ισοϋψής ανά:** Αναγράφεται ανά πόσες δευτερεύουσες ισοϋψείς θα εμφανίζεται μια κύρια ισοϋψής.	Μοντέλο Εδάφους
30	**Βήμα πλέγματος:** Αναγράφεται ανά πόσα μέτρα επιθυμείται να δημιουργηθεί πλέγμα εδάφους (***0*** = χωρίς πλέγμα).	Μοντέλο Εδάφους
31	**Μέγεθος βέλους (1%):** Ορίζεται το μέγεθος των βελών που σχεδιάζονται στο ψηφιακό μοντέλο εδάφους και τα οποία αντιστοιχούν στις κλίσεις των επιφανειών που σχηματίζουν τα τρίγωνα (***0*** = δεν σχεδιάζονται βέλη κλίσης).	Μοντέλο Εδάφους
32	**Συντελεστής δίαιτας:** Εισάγεται κάποια τιμή μεγαλύτερη του 1 εφόσον επιθυμείται να μην ληφθεί υπόψη κάποιο ποσοστό σημείων στη διαδικασία του τριγωνισμού, και άρα αυτή να πραγματοποιηθεί ταχύτερα (***1*** = λαμβάνονται υπόψη όλα τα σημεία).	Μοντέλο Εδάφους

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
33	**Τρόπος εύρεσης τριγώνων:** Καθορίζεται ο τρόπος εύρεσης των τριγώνων κατά τη διαδικασία του τριγωνισμού των δεδομένων σημείων. Ο «γρήγορος» τρόπος εύρεσης τριγώνων έχει το πλεονέκτημα των ταχύτερων υπολογισμών και ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου τα δεδομένα σημεία είναι σχετικά ομοιόμορφα κατανεμημένα στον χώρο (δηλαδή όταν σχηματίζονται περίπου ισόπλευρα τρίγωνα). Γενικά, όμως, με τον «αργό» τρόπο εύρεσης τριγώνων παράγεται το σωστό ψηφιακό μοντέλο εδάφους, ανεξάρτητα από τη διάταξη των δεδομένων σημείων (***0*** = αργός, ***1*** = γρήγορος).	Μοντέλο Εδάφους
36	**ΧΘ αρχής:** Ορίζεται η χιλιομετρική θέση αρχής της οδού.	Οριζοντιο-γραφία
37	**Βήμα σχεδιασμού:** Ορίζεται με πόση ακρίβεια (σε μέτρα) θα γίνει η σχεδίαση του άξονα και των οδογραμμών της οριζοντιογραφίας (και, κατ' επέκταση, της μηκοτομής) (***0*** = κλίμακα/1000). ***Σημείωση:*** *Κατά τη δημιουργία του σχεδίου της οριζοντιογραφίας (και της μηκοτομής), δεν σχεδιάζονται οι ακριβείς καμπύλες (κλωθοειδείς, κυκλικά τόξα, τετραγωνικές παραβολές), αλλά προσομοιάζονται με ένα σύνολο διαδοχικών ευθύγραμμων τμημάτων ίσου μήκους, το οποίο είναι το βήμα σχεδιασμού. Συνεπώς, όσο μικρότερο είναι το βήμα σχεδιασμού, τόσο περισσότερο ακριβές είναι το παραγόμενο σχέδιο.*	Οριζοντιο-γραφία
38	**Τύπος συναρμογής:** Ορίζεται ο τύπος της καμπύλης συναρμογής μεταξύ ευθυγραμμίας και κυκλικού τόξου [***0*** = κλωθοειδής (εφαρμόζεται σε οδούς) ή ***1*** = κυβική παραβολή (εφαρμόζεται σε σιδηρόδρομους)].	Οριζοντιο-γραφία
39	**Προσθήκη χαρακτηριστικών διατομών:** Ορίζεται εάν επιθυμείται να εισαχθούν και να σχεδιαστούν οι χαρακτηριστικές διατομές στην οριζοντιογραφία (***0*** = όχι ή ***1*** = ναι). ***Σημείωση:*** *Οι χαρακτηριστικές διατομές στην οριζοντιογραφία είναι οι διατομές στα χαρακτηριστικά σημεία των καμπυλών, A_i, Ω_i, Δ_i, Ω'_i, A'_i, καθώς και στα μέσα των κλωθοειδών, E_i και E'_i. Επίσης, χαρακτηριστικές είναι και οι διατομές που τυχόν εισάγονται στα φύλλα εισαγωγής δεδομένων **ΧΘ** και **ΠΡΟΒΟΛΕΣ**, καθώς και η αρχή και το τέλος τυχόν τεχνικών έργων και οχετών (φύλλα εισαγωγής δεδομένων **ΤΕΧΝΙΚΑ** και **ΟΧΕΤΟΙ** αντίστοιχα).*	Οριζοντιο-γραφία
40	**Προσθήκη χαρακτηριστικών πλατών – επικλίσεων:** Ορίζεται εάν επιθυμείται να εισαχθούν και να σχεδιαστούν οι διατομές στις χιλιομετρικές θέσεις όπου μεταβάλλονται το πλάτος της οδού ή/και οι επικλίσεις. Οι θέσεις αυτές προκύπτουν εφόσον καταχωρηθούν τα αντίστοιχα δεδομένα στα φύλλα εισαγωγής δεδομένων ***ΠΛΑΤΗ*** και ***ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ*** αντίστοιχα (***0*** = δεν σχεδιάζονται, ***1*** = σχεδιάζονται μόνο στις θέσεις μεταβολής των πλατών, ***2*** = σχεδιάζονται μόνο στις θέσεις μεταβολής των επικλίσεων, ***3*** = σχεδιάζονται στις θέσεις μεταβολής και των πλατών και των επικλίσεων).	Οριζοντιο-γραφία
41	**Αρχή διατομών:** Ορίζεται η χιλιομετρική θέση της πρώτης διατομής (***0*** = αρχή άξονα οδού).	Οριζοντιο-γραφία

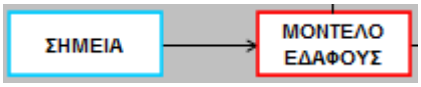
Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
42	**Τέλος διατομών:** Ορίζεται η χιλιομετρική θέση της τελευταίας διατομής (***0*** = τέλος άξονα οδού).	Οριζοντιο-γραφία
43	**Βήμα διατομών:** Ορίζεται η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών διατομών. Εάν η απόσταση καταχωρηθεί ως θετικός αριθμός, τότε δημιουργούνται διατομές σύμφωνα με την επιθυμητή απόσταση, ανεξάρτητα από τις χαρακτηριστικές διατομές (π.χ. εάν εισαχθεί η τιμή 20, θα δημιουργηθούν διατομές ανά 20m από την αρχή της χιλιομέτρησης και επιπρόσθετα θα δημιουργηθούν και οι χαρακτηριστικές διατομές). Εάν η απόσταση καταχωρηθεί ως αρνητικός αριθμός, τότε λαμβάνονται υπόψη οι χαρακτηριστικές διατομές και οι υπόλοιπες διατομές δημιουργούνται σε τέτοιες θέσεις ώστε να ισαπέχουν μεταξύ τους σε αποστάσεις μικρότερες ή ίσες της επιθυμητής απόστασης (π.χ. εάν εισαχθεί η τιμή -20 και η πρώτη χαρακτηριστική διατομή βρίσκεται στη Χ.Θ. 0+045, τότε μεταξύ των Χ.Θ. 0+000 και 0+045 θα δημιουργηθούν διατομές ανά 15m, στις θέσεις 0+000, 0+015, 0+030 και 0+045).	Οριζοντιο-γραφία
44	**Αριθμός 1ης διατομής:** Ορίζεται ο αριθμός της πρώτης διατομής.	Οριζοντιο-γραφία
45	**Απόσταση διατομών:** Ορίζεται η απόσταση αναγραφής των ονομάτων των διατομών από τον άξονα της οδού στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας.	Οριζοντιο-γραφία
46	**Γωνία διατομών:** Ορίζεται η γωνία αναγραφής των ονομάτων των διατομών ως προς τον άξονα της οδού στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας.	Οριζοντιο-γραφία
47	**Αρχή χιλιομέτρησης:** Ορίζεται η χιλιομετρική θέση για την αρχή σχεδίασης της χιλιομέτρησης (***0*** = αρχή άξονα οδού).	Οριζοντιο-γραφία
48	**Τέλος χιλιομέτρησης:** Ορίζεται η χιλιομετρική θέση για το τέλος σχεδίασης της χιλιομέτρησης (***0*** = τέλος άξονα οδού)	Οριζοντιο-γραφία
49	**Βήμα χιλιομέτρησης:** Ορίζεται ανά πόσα μέτρα θα εμφανίζεται η χιλιομέτρηση στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας (***0*** = ανά 100m).	Οριζοντιο-γραφία
50	**Απόσταση χιλιομέτρησης από άξονα έργου:** Ορίζεται η απόσταση της χιλιομέτρησης από τον άξονα της οδού στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας.	Οριζοντιο-γραφία
51	**Γωνία χιλιομέτρησης ως προς άξονα έργου:** Ορίζεται η γωνία αναγραφής της χιλιομέτρησης ως προς τον άξονα της οδού στο σχέδιο της οριζοντιογραφίας.	Οριζοντιο-γραφία
52	**Απόσταση διατομών αριστερά:** Ορίζεται η απόσταση αριστερά από τον άξονα που θα γίνει λήψη των στοιχείων (υψομέτρων) του εδάφους εγκάρσια σε αυτόν, στις θέσεις των διατομών.	Οριζοντιο-γραφία

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
53	**Απόσταση διατομών δεξιά:** Ορίζεται η απόσταση δεξιά από τον άξονα που θα γίνει λήψη των στοιχείων (υψομέτρων) του εδάφους εγκάρσια σε αυτόν, στις θέσεις των διατομών.	Οριζοντιο-γραφία
54	**Απόσταση μηκοτομής αριστερά:** Ορίζεται η απόσταση αριστερά από τον άξονα, σε περίπτωση που επιθυμείται να γίνει παράλληλη σχεδίαση της μηκοτομής εδάφους σε αυτήν την απόσταση.	Οριζοντιο-γραφία
55	**Απόσταση μηκοτομής δεξιά:** Ορίζεται η απόσταση δεξιά από τον άξονα, σε περίπτωση που επιθυμείται να γίνει παράλληλη σχεδίαση της μηκοτομής εδάφους σε αυτήν την απόσταση.	Οριζοντιο-γραφία
56	**Επίκλιση ευθυγραμμίας:** Ορίζεται η επίκλιση στις ευθυγραμμίες (συνήθως είναι 2,5%).	Οριζοντιο-γραφία
57	**Επίκλιση προς τα έξω:** Ορίζεται μια τιμή σταθερής επίκλισης προς τα έξω, καθ' όλο το μήκος της οδού, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί, εάν επιθυμείται, σε τμήμα της διατομής (π.χ. σε μη ασφαλτοστρωμένο έρεισμα).	Οριζοντιο-γραφία
58	**a – Πλάτος περιστροφής επικλίσεων:** Ορίζεται η απόσταση a για τη σχέση $\Delta s=(q_{max}-q_0)*a/L$ (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).	Οριζοντιο-γραφία
59	**b – Πλάτος λωρίδας – Τύπου V85:** Εισάγεται το πλάτος b για τον υπολογισμό της ταχύτητας V_{85}, όπως δίνεται στις σχέσεις των ελληνικών οδηγιών σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).	Οριζοντιο-γραφία
61	**Φάκελος μοντέλου εδάφους:** Ορίζεται σε ποιον φάκελο του υπολογιστή βρίσκονται τα αρχεία του μοντέλου εδάφους (******* = μέσα στον φάκελο που βρίσκεται και το αρχείο *Excel*).	Υψομετρία
66	**Ορίζων:** Καθορίζεται ο υψομετρικός ορίζοντας στο σχέδιο της μηκοτομής.	ΜΕΚ [Μηκοτομή]
67	**Ολοκλήρωση:** Ορίζεται εάν θα γίνει η γραμμοσκίαση των εμβαδών επιχωμάτων και ορυγμάτων κατά μήκος του άξονα της οδού, στο σχέδιο της μηκοτομής (***0*** = όχι ή ***1*** = ναι).	ΜΕΚ [Μηκοτομή]
68	**Οδογραμμή ελέγχου:** Ορίζεται η οδογραμμή βάσει της οποίας θα γίνει ο έλεγχος του διαγράμματος των επικλίσεων (***0*** = όλες).	ΜΕΚ [Επικλίσεις]
69	**Πλάτος ελέγχου – α:** Ορίζεται η απόσταση a (αριστερά και δεξιά του άξονα) για τη σχέση $\Delta s=(q_{max}-q_0)*a/L$ (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).	ΜΕΚ [Επικλίσεις]
70	**Θέση στα Υ επικλίσεων:** Ορίζεται η απόσταση (κατά τον άξονα y) του διαγράμματος επικλίσεων από τη μηκοτομή της οδού στο σχέδιο.	ΜΕΚ [Επικλίσεις]

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
76	**Από διατομή:** Εισάγεται το όνομα της διατομής από την οποία και μετά θα σχεδιαστούν διατομές (******* = σχεδιάζονται όλες οι διατομές ή ***;*** = ο χρήστης ερωτάται κατά την εκτέλεση του προγράμματος των διατομών).	Διατομές
77	**Έως διατομή:** Εισάγεται το όνομα της διατομής μέχρι την οποία θα σχεδιαστούν διατομές (******* = σχεδιάζονται όλες οι διατομές ή ***;*** = ο χρήστης ερωτάται κατά την εκτέλεση του προγράμματος των διατομών).	Διατομές
78	**Τύπος πλαισίου διατομών:** Επιλέγεται από τη λίστα ο κωδικός που αντιστοιχεί στον τύπο πλαισίου των διατομών στο σχέδιο. Επιλέγεται ένας από τους ακόλουθους τύπους: *0, 1, 2, 3, 4, 5*. Ο κάθε τύπος πλαισίου περιέχει πληροφορίες για τα διάφορα στοιχεία της διατομής ή συνδυασμούς αυτών. Για παράδειγμα, ο τύπος 2 περιέχει πληροφορίες για τα υψόμετρα και τις αποστάσεις από τον άξονα: του εδάφους, της τελικής επιφάνειας και της οδοστρωσίας.	Διατομές
79	**Απόσταση στηλών:** Ορίζεται η απόσταση που θα απέχουν οι διατομές κατά τον άξονα των y (***0*** = η κάθε διατομή σχεδιάζεται ακριβώς πάνω από την προηγούμενη).	Διατομές
80	**Απόσταση σειρών:** Ορίζεται η απόσταση που θα απέχουν οι διατομές κατά τον άξονα των x.	Διατομές
81	**Απόσταση αναγραφών εδάφους:** Ορίζεται η απόσταση μεταξύ των αναγραφών των στοιχείων του εδάφους (υψόμετρα και αποστάσεις από τον άξονα) σε κάθε διατομή.	Διατομές
82	**Εμβαδομετρήσεις:** Επιλέγεται από τη λίστα εάν θα εμφανίζονται τα εμβαδομετρημένα πολύγωνα των ποσοτήτων στο σχέδιο των διατομών ή όχι (***0*** = δεν εμφανίζονται ή ***1*** = εμφανίζονται).	Διατομές
83	**Κεντρική διαμόρφωση:** Ορίζεται η κεντρική διαμόρφωση της οδού, εάν υπάρχει (***–*** = δεν υπάρχει κεντρική διαμόρφωση ή ***NJ1*** = αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας τύπου Jersey ή ***NJ2*** = μονόπλευρο στηθαίο ασφαλείας τύπου Jersey).	Διατομές
84	**Φάκελος διαμορφώσεων:** Ορίζεται σε ποιον φάκελο του υπολογιστή βρίσκονται τα αρχεία των πλευρικών διαμορφώσεων (******* = μέσα στον φάκελο που βρίσκεται και το αρχείο *Excel*).	Διατομές
85	**Κρίσιμη κλίση αγκυρώσεων (%):** Ορίζεται η κρίσιμη κλίση για αγκυρώσεις, δηλαδή η τιμή της κλίσης του εδάφους πάνω από την οποία θα πρέπει να προστεθούν αναβαθμοί αγκύρωσης επιχωμάτων. Εφόσον οριστεί η κρίσιμη κλίση, στο σχέδιο των διατομών σημειώνονται οι διατομές στις οποίες απαιτούνται αγκυρώσεις, ώστε ο χρήστης στη συνέχεια να εισάγει τα στοιχεία των αναβαθμών αγκύρωσης στα φύλλα εισαγωγής δεδομένων ***ΑΓΚΥΡΩΣΕΙΣ ΑΡΙΣΤΕΡΑ & ΔΕΞΙΑ***. Αφού εισαχθούν τα σχετικά δεδομένα, θα πρέπει να εκτελεστεί ξανά το πρόγραμμα ***ΔΙΑΤΟΜΕΣ*** (***0*** = δεν ορίζεται κρίσιμη κλίση αγκυρώσεων).	Διατομές

Παράμετροι		
Εισάγονται:		
Σειρά Excel	***Παράμετρος & σύντομη επεξήγηση***	***Πρόγραμμα***
91	**Κλίμακα μηκών:** Ορίζεται η κλίμακα για τα μήκη στο σχέδιο του διαγράμματος Bruckner.	Bruckner
92	**Διαιρέτης τεταγμένων (ποσοτήτων):** Ορίζεται η κλίμακα για τα ύψη (ποσότητες) στο σχέδιο του διαγράμματος Bruckner, σε σχέση με την κλίμακα των μηκών.	Bruckner
96	**Ισοδιάσταση τελικής επιφάνειας:** Ορίζεται η ισοδιάσταση (απόσταση μεταξύ διαδοχικών ισοϋψών) της τελικής επιφάνειας της οδού στο σχέδιο του τρισδιάστατου προσομοιώματός της.	3-Διαστάσεις
97	**Κύρια ισοϋψής ανά (τελική επιφάνεια):** Αναγράφεται ανά πόσες δευτερεύουσες ισοϋψείς θα εμφανίζεται μια κύρια ισοϋψής στο σχέδιο του τρισδιάστατου προσομοιώματος της οδού.	3-Διαστάσεις
98	**Μέγεθος βέλους (1%):** Ορίζεται το μέγεθος των βελών που σχεδιάζονται στο τρισδιάστατο προσομοίωμα της οδού, τα οποία αντιστοιχούν στις κλίσεις της επιφάνειας της οδού (***0*** = δεν σχεδιάζονται βέλη κλίσης).	3-Διαστάσεις

Βήμα 2 – Μοντέλο εδάφους



Σε αυτό το βήμα δίνεται η τοπογραφική απεικόνιση της περιοχής του έργου. Συμπληρώνεται η καρτέλα «ΣΗΜΕΙΑ» στην οποία δίνεται πλήθος σημείων υπό μορφή συντεταγμένων (X,Y,Z).

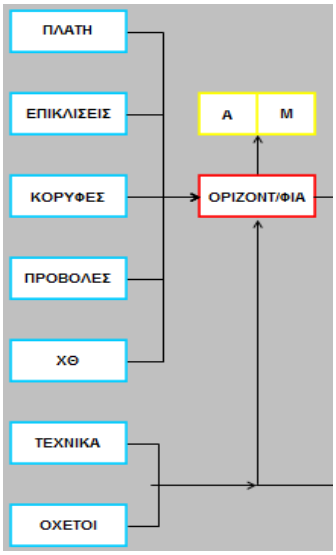
	A	B	C	D	E
1	X	Y	Z	MENU	
2					

Πίνακας 4.3: Λογιστικό Φύλλο «ΣΗΜΕΙΑ»

Στη συνέχεια εκτελείται το πρόγραμμα «ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΔΑΦΟΥΣ» και παράγεται το τοπογραφικό της περιοχής και τα αρχεία: Σημεία Μ.Ε, Τρίγωνα Μ.Ε, Πλευρές Μ.Ε. Σημειώνεται πως πολλές φορές είναι χρήσιμο να δημιουργήσει ο χρήστης ένα μη υπαρκτό μοντέλο εδάφους που να εξυπηρετεί κάποιο σκοπό.

Βήμα 3 – Οριζοντιογραφία

Αρχικά συμπληρώνεται η καρτέλα «ΚΟΡΥΦΕΣ». Εδώ δίνονται από το μελετητή οι κορυφές της πολυγωνικής, τα μήκη συναρμογής, οι ακτίνες των κυκλικών τόξων, οι επικλίσεις (εφόσον έχει οριστεί στις παραμέτρους στη σειρά 48 η τιμή 0), και η διαπλάτυνση. Οι καρτέλες «ΠΛΑΤΗ» και «ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ» συμπληρώνονται μόνο εφόσον στη σειρά 48 των παραμέτρων τεθεί η τιμή 1. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να δίνεται από το χρήστη το πλάτος και η επίκληση της οδού σε κάθε χαρακτηριστικό σημείο.



Αυτό εξυπηρετεί στο να έχει τη δυνατότητα ο χρήστης να μεταβάλλει το πλάτος της οδού κατά μήκος καθώς και να τροποποιεί τις επικλήσεις σε θέσεις όπου δεν ακολουθούν τους συνήθεις κανονισμούς, όπως σε διασταυρώσεις όπου οι επικλήσεις πρέπει να προσαρμόζονται στις κατά μήκος κλίσεις άλλων οδών.

Οι καρτέλες που πρέπει να συμπληρωθούν φαίνονται παρακάτω.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επίκλιση_%	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	Διαπλάτυνση	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
2										0,000	0,000	
3										0,000	0,000	0,000
4										0,000	0,000	0,000
5										0,000	0,000	0,000
6												

Πίνακας 4.4: Λογιστικό Φύλλο «ΚΟΡΥΦΕΣ»

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Οδογραμμή	ΧΘ	Πλάτος	Ακτίνα	Απόσταση	Οδοστρωσία	Στράγγιση	Έδραση
2								
3								
4								
5								
6								
7								

Πίνακας 4.5: Λογιστικό Φύλλο «ΠΛΑΤΗ»

	A	B	C
1	Οδογραμμή	ΧΘ	Επίκλιση
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Πίνακας 4.6: Λογιστικό Φύλλο «ΕΠΙΚΛΙΣΕΙΣ»

Στην καρτέλα «ΠΡΟΒΟΛΕΣ» τοποθετούνται οι συντεταγμένες σημείων που ο μελετητής θέλει να τοποθετήσει σε συγκεκριμένη θέση ως προς την οδό που σχεδιάζει. Συνήθως πρόκειται για σημεία οδών που διασταυρώνονται είτε με ισόπεδο είτε με ανισόπεδο κόμβο.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Όνομα	X	Y	Z_Επιθυμητό	Τύπος	MENU		
2								
3							Τύπος	
4							0	Χωρίς Διατομή
5							1	Με Διατομή
6								

Πίνακας 4.7: Λογιστικό Φύλλο «ΠΡΟΒΟΛΕΣ»

Επιπλέον δίνεται στο μελετητή η δυνατότητα να εισάγει τεχνικά έργα ή οχετούς από τις αντίστοιχες καρτέλες.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Όνομα	Από ΧΘ	Έως ΧΘ	Κωδικός	Ημιπλάτος Αριστερα	Ημιπλάτος Δεξιά	Υψος	Τύπος	ΔΜΡΦ Αρ.	ΔΜΡΦ Δεξ.
2										
3										
4										
5										
6										

Πίνακας 4.8: Λογιστικό Φύλλο «ΤΕΧΝΙΚΑ»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Όνομα	ΧΘ	Υψόμετρο Πυθμένα	Πλάτος	Ύψος	Γωνία	Μήκος Αριστερά	Μήκος Δεξιά	Κλίση %	Κωδικός	Τύπος	MENU		
2														
3														
4													Κωδικός	
5													0 Απλή Πληροφορία	
6													1 Κιβωτοειδής Οχετός	
7													2 Σωληνοτός Οχετός	
8														
9														
10														
11													Τύπος	
12													0 Ανευ Διατομής στην ΧΘ	
13													1 Με Διατομή στην ΧΘ	
14														
15														
16													Κλίση %	Θετική = Υψηλότερη η Δεξιά Πλευρά
17														Αρνητική = Χαμηλώτερη η Δεξιά Πλευρά

Πίνακας 4.9: Λογιστικό Φύλλο «ΟΧΕΤΟΙ»

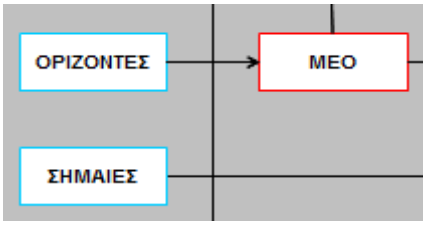
Αφού συμπληρωθούν όσες από τις παραπάνω καρτέλες επιθυμεί ο μελετητής, εκτελείται η οριζοντιογραφία και παράγονται το σχέδιο της οριζοντιογραφίας και τα αρχεία: Κάθετες διατομών, Άξονας, Διατομές, Στοιχεία 1-2, Α,Ω,Δ,Ω*,Α* , Προβολές ΧΘ, Ο/Γ αριστ. - δεξιές.

Βήμα 4 – Υψομετρία

Για την εκτέλεση του προγράμματος «ΥΨΟΜΕΤΡΙΑ» δεν απαιτείται η συμπλήρωση κάποιου επιπλέον λογιστικού φύλλου. Το πρόγραμμα εκτελείται και παράγεται το τρισδιάστατο σχέδιο της περιοχής του δρόμου καθώς και τα αρχεία: Διατομές εδάφους, Μηκοτομή εδάφους.

Βήμα 5 – ΜΕΟ

Αρχικά συμπληρώνεται η καρτέλα «ΣΗΜΑΙΕΣ» όπου δίνονται οι κορυφές της πολυγωνικής της μηκοτομής, με τη μορφή χιλιομετρικής θέσης και υψομέτρου, καθώς και οι ακτίνες των καμπυλών.



	A	B	C	D	E	F	G
1	Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Κατά Μήκος Κλίση S(i,i+1)	Μήκος Τ	Βέλος f
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Πίνακας 4.10: Λογιστικό Φύλλο «ΣΗΜΑΙΕΣ»

Στην καρτέλα ορίζοντες δίνεται το υψόμετρο της βάσης του σχεδίου της μηκοτομής ούτως ώστε το σχέδιο να έχει την κατάλληλη απεικόνιση.

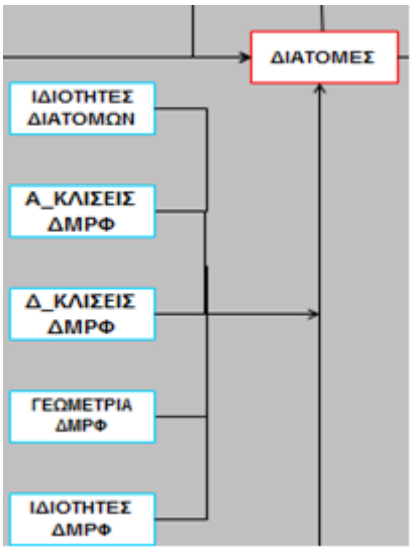
	A	B
1	ΧΘ	Ορίζοντας
2		
3		
4		

Πίνακας 4.11: Λογιστικό Φύλλο «ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ»

Με την συμπλήρωση των δύο αυτών λογιστικών φύλλων ο μελετητής εκτελεί το πρόγραμμα «ΜΕΟ» και παράγονται το σχέδιο της μηκοτομής και το διάγραμμα επικλήσεων καθώς και τα αρχεία: Έλεγχοι ΟΜΟΕ, ΧΘ,Χ,Υ,Ζ Διατομών , Επικλήσεις Διατομών, Υψομετρία Διατομών, Στοιχεία Μηκοτομής, Στοιχεία Επικλήσεων.

Βήμα 6 – Διατομές

Αρχικά συμπληρώνονται οι καρτέλες «ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΜΡΦ» και «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΜΡΦ». Στην πρώτη περιγράφονται από το μελετητή τα ερείσματα, τα επιχώματα και τα ορύγματα ενώ στη δεύτερη οι τομές των διαμορφώσεων και άλλα χαρακτηριστικά.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	AC
1	Διαμόρφωση	ΔΧ	ΔΥ	ΔΥ/ΔΧ [%]	ΔΖ	Κωδικός	Χρώμα	Κλίση	MENU						
2															
3											Κωδικός				
4											-2	Στραγγιστήριο στο Τέλος του Τμήματος			
5											-1	Στηθαίο Ασφαλείας στο Τέλος του Τμήματος			
6											0	Καμμιά Πρόσθετη Ενέργεια			
7											1	Κλίση η Κλίση της Τελευταίας Οδογραμμής			
8											2				
9											3				
10											4				

Πίνακας 4.12: Λογιστικό Φύλλο «ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ»

	A	B	C	D	E	F
1	Διαμόρφωση	Τομή Οδοστρωσίας	Τομή Στράγγισης	Τομή Έδρασης	Έναρξη ή Τέλος Πρανών Οριζοντιογραφίας	Χαρακτηριστικό Υψόμετρο Διαμόρφωσης
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

Πίνακας 4.13: Λογιστικό Φύλλο «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ»

Στη συνέχεια συμπληρώνονται οι καρτέλες «Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ», «Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ», «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ» όπου προσδιορίζεται ποια από τις διαμορφώσεις που προσδιορίστηκαν προηγουμένως θα χρησιμοποιηθούν και πότε.

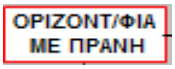
	A	B	C	D	E	F	G
1	Από ΧΘ	Έως ΧΘ	Από ΔΗ	Έως ΔΗ	Διαμόρφωση Δρόμου	Κλίση Πρανούς	Διαμόρφωση Εδάφους
2							
3							
4							
5							
6							

Πίνακας 4.14: Λογιστικά Φύλλα «Α_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ» ΚΑΙ «Δ_ΚΛΙΣΕΙΣ ΔΜΡΦ»

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Όνομα	ΧΘ	Διαμόρφωση Δρόμου Αριστερά	Κλίση Πρανούς Αριστερά	Διαμόρφωση Εδάφους Αριστερά	Διαμόρφωση Δρόμου Δεξιά	Κλίση Πρανούς Δεξιά	Διαμόρφωση Εδάφους Δεξιά
2								
3								

Πίνακας 4.15: Λογιστικό Φύλλο «ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ»

Μετά τη συμπλήρωση των παραπάνω λογιστικών φύλλων ο χρήστης εκτελεί το πρόγραμμα «ΔΙΑΤΟΜΕΣ» και παράγονται τα σχέδια των διατομών της οδού καθώς και τα αρχεία: Κλίσεις/ΔΜΡΦ, Πρανή, Ποσότητες, Ποσότητες m2 , Ποσότητες m3 , Τελική Διατομή.

Βήμα 7 – Οριζοντιογραφία με πρανή 

Για την εκτέλεση του προγράμματος «ΟΡΙΖΟΝΤ/ΦΙΑ ΜΕ ΠΡΑΝΗ» δεν απαιτείται η συμπλήρωση κάποιου επιπλέον λογιστικού φύλλου. Το πρόγραμμα εκτελείται και παράγεται το σχέδιο της οριζοντιογραφίας με τα πρανή, όπου απεικονίζονται τα

επιχώματα και τα ορύγματα του δρόμου, καθώς και το αρχείο: Προβολές ΧΘ.

Βήμα 8 – Bruckner

Συμπληρώνεται η καρτέλα «ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ» όπου δίνεται το ποσοστό των κατάλληλων, του γαιοημίβραχου, του βράχου καθώς και ο συντελεστής επιπλύσματος.

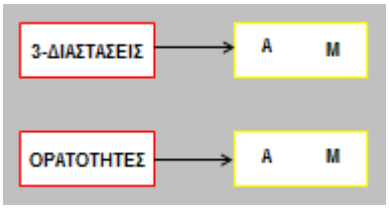
	A	B	C	D	E	F
1	Από ΧΘ	Εώς ΧΘ	% Κατάλληλων	% Γ/Η	% Βράχου	Επίπλησμα
2						
3						
4						
5						

Πίνακας 4.16: Λογιστικό Φύλλο «ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΔΑΦΟΥΣ»

Έπειτα εκτελείται το πρόγραμμα «BRUCKNER» και παράγεται το διάγραμμα και το αρχείο: Μεταφορές Γαιών.

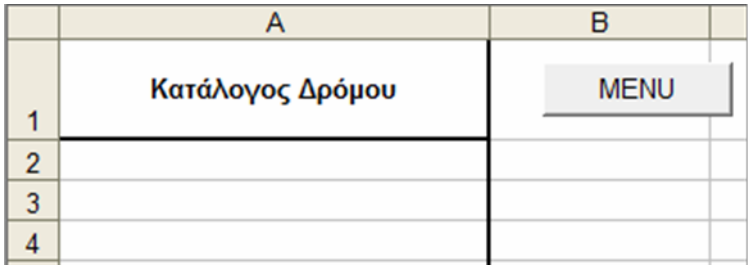
Βήμα 9 – Διάγραμμα Ορατότητας

Στη συνέχεια χωρίς να συμπληρωθούν επιπλέον λογιστικά φύλλα εκτελούνται τα προγράμματα «3-ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ» και «ΟΡΑΤΟΤΗΤΕΣ» με τη σειρά. Το πρώτο παράγει το τρισδιάστατο σχέδιο της οδού ενώ το δεύτερο το διάγραμμα ορατότητας. Σημειώνεται πως για να παραχθεί ένα σωστό διάγραμμα ορατότητας πρέπει να δοθεί προσοχή στην επιλογή των αντίστοιχων παραμέτρων.



Βήμα 10 – Διασταυρώσεις

Στην περίπτωση που ο χρήστης μελετά περισσότερες από μία οδούς και προκύπτουν διασταυρώσεις μεταξύ τους, έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τις υψομετρικές διαφορές που έχουν προκύψει από το σχεδιασμό του. Για να γίνει αυτό πρέπει να δημιουργηθεί ένα νέο αρχείο το οποίο θα έχει κενά όλα τα λογιστικά φύλλα που αναφέρθηκαν εκτός των παραμέτρων. Στη συνέχεια θα συμπληρωθεί μόνο η καρτέλα «ΟΛΑ» όπου δίνεται η τοποθεσία του αρχείου κάθε δρόμου.



Πίνακας 4.17: Λογιστικό Φύλλο «ΟΛΑ»

Έπειτα εκτελούνται τα προγράμματα «ΟΛΑ» και «ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ» και παράγεται το σχέδιο με τις υψομετρικές διαφορές στα σημεία τομών τόσο των αξόνων, όσο και των οδογραμμών των οδών.

4.2.5 Ανάλυση Ορατότητας

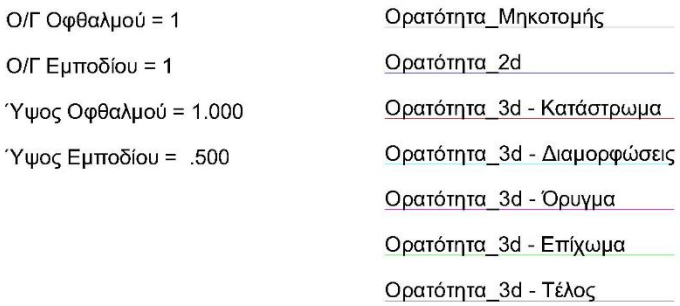
Στην παρούσα έρευνα δημιουργήθηκαν για κάθε εξεταζόμενη περίπτωση τα αντίστοιχα διαγράμματα 3D ορατότητας. Η τετμημένη του παρακάτω διαγράμματος (Εικόνα 4.6), αντιστοιχεί στην απόσταση απ' αρχής επί του άξονα της οδού, ενώ η τεταγμένη αντιστοιχούν στο μήκος ορατότητας. Η γραφική παράσταση κόκκινού χρώματος απεικονίζει το Απαιτούμενο ΜΟΣ, σε κάθε σημείο της οδού. Ενώ η γραφική παράσταση μωβ χρώματος ή και γαλάζιου απεικονίζει το Διατιθέμενο ΜΟΣ 3D που έχει προσδιοριστεί λαμβάνοντας υπόψη το συνδυασμό οριζόντιας και κατακόρυφης χάραξης. Στο αριστερό μέρος του διαγράμματος (Εικόνα 4.5) διατίθεται ένα υπόμνημα με απαραίτητες πληροφορίες, για τη διαμόρφωση ολοκληρωμένης εικόνας και ορθότερης κατανόησης τον γραφήματος από το χρήστη, όπως εξηγούνται παρακάτω.

Σύμφωνα με το θεωρητικό υπόβαθρο (Ενότητα §3.1), ο έλεγχος της επάρκειας ορατότητας βασίζεται στη διαφορά μεταξύ του Διατιθέμενου και του Απαιτούμενου ΜΟΣ. Θα πρέπει σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001), το Διατιθέμενο ΜΟΣ να είναι μεγαλύτερο του Απαιτούμενου ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού. Στο διάγραμμα 3D Ορατότητας είναι προφανές ότι ισχύει:

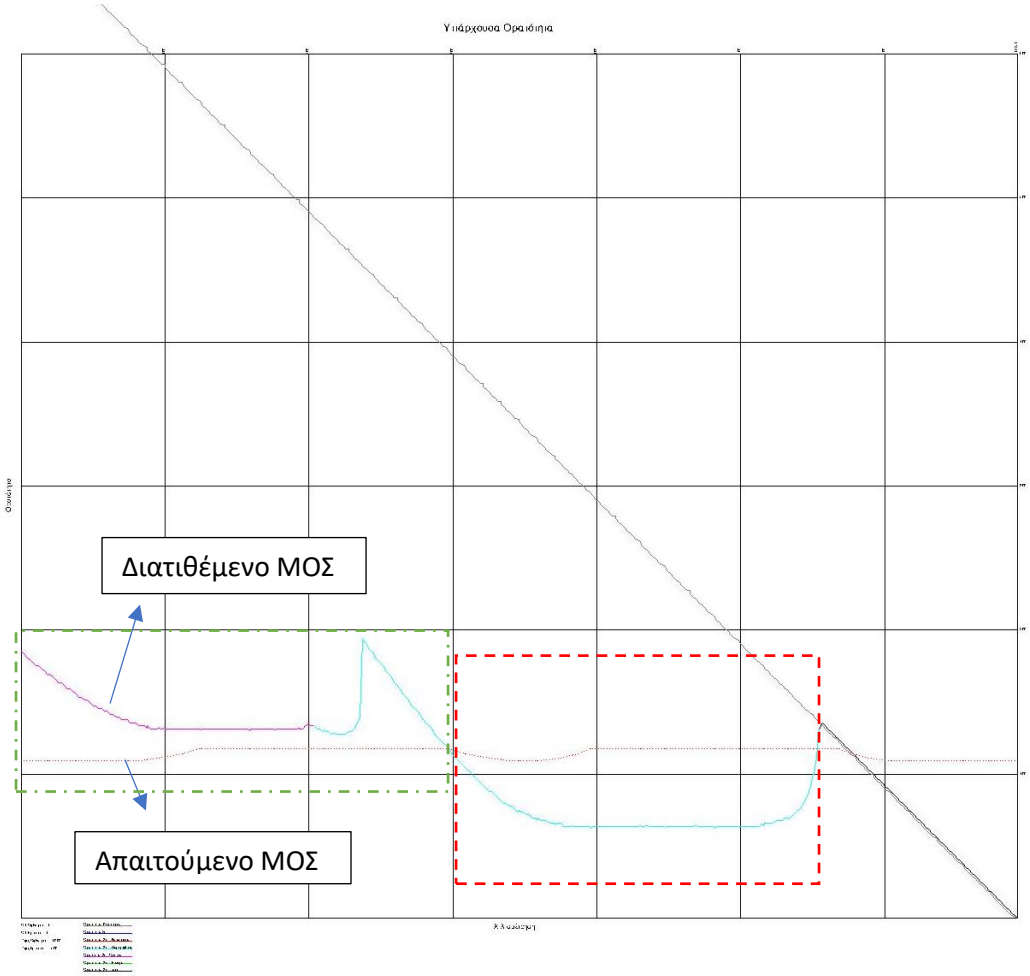
- Η επάρκεια ορατότητας της οδού εξασφαλίζεται, όταν η γραμμή που ορίζει το Διατιθέμενο ΜΟΣ `υπερτερεί΄ της γραμμής που ορίζει το Απαιτούμενο ΜΟΣ (Εικόνα 4.6 πράσινη λεπτομέρεια).

- Η ορατότητα της οδού δεν είναι επαρκής, όταν η γραμμή που ορίζει το Διατιθέμενο ΜΟΣ `διασταυρώνεται΄ με τη γραμμή που ορίζει το Απαιτούμενο ΜΟΣ (Εικόνα 4.6 κόκκινη λεπτομέρεια).

Προς τούτο, σε κάθε Διάγραμμα Ορατότητας ελέγχθηκε η θέση της γραφικής παράστασης του Διατιθέμενου ΜΟΣ 3D σε σχέση με τη γραφική παράσταση του Απαιτούμενου.



Εικόνα 4.5 : Υπόμνημα τον γραφήματος της ορατότητας από το `FM17΄



Εικόνα 4.6 : Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας από το `FM17΄

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Παρουσίαση Μεθοδολογίας & Εφαρμογών

5.1 ΓΕΝΙΚΑ 63
5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ 63
5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ 66
5.3.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας 66
5.3.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς (A) 68
5.3.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή του ύψους εμποδίου 72
5.3.4 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της κλίσης της δεξιάς διαμόρφωσης 75
5.4 ΣΥΝΟΨΗ 76

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν είναι σε οδό με διαδοχική αντίρροπη καμπύλη, ξεκινώντας με αριστερή στροφή, εφαρμόζοντας τις ελάχιστες ακτίνες, μηδενική κατά μήκος κλίση και μηδενική ευθυγραμμία ανάμεσα στις καμπύλες. Προκειμένου να γίνει μια ολοκληρωμένη έρευνα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εξετάστηκε μια περίπτωση θεωρητικής χάραξης, όπου διαφοροποιείται η ταχύτητα σχεδιασμού (Ve) και η παράμετρος (A) της κλωθοειδούς καμπύλης. Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν και οι ελάχιστες τιμές που ελέγχθηκαν για την οριζοντιογραφική καμπύλη προκύπτουν σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001). Παρακάτω γίνεται μία ανάλυση στην εφαρμογή της μεθοδολογίας και έπειτα η παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Έχοντας καθορίσει τα κύρια χαρακτηριστικά της οδού που εξετάζεται (κεφάλαιο §4.1.2), σε πρώτη φάση μέσω του λογισμικού `FM17΄ εισάχθηκαν στις `Παραμέτρους΄ η ταχύτητα μελέτης, η μορφολογία τον εδάφους και ο τύπος της διατομής (Πίνακας 5.1).

50		Ταχύτητα Μελέτης ΟΜΟΕ (130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40,30,20)
AIV	MENU	Κατηγορία Δρόμου ΟΜΟΕ (AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK)
OREINO		Μορφολογία ΟΜΟΕ (PEDINO, LOFODES, OREINO)
0		0=Μη Διαχωρισμένος, 1=Διαχωρισμένος
3,500		b - Πλάτος Λωρίδας - Τύπου v85
4		Τύπος Πλαισίου Διατομών(-1, 0, 1, 2, 3, 4, 5)
-		Κεντρική Διαμόρφωση

Πίνακας 5.1: ΄Παράμετροι΄ από το λογισμικό ΄FM17΄

Στη συνέχεια, έχοντας καθορίσει το ίδιο μοντέλο εδάφους για όλες τις δοκιμές, επιλέγονται οι κορυφές της οριζοντιογραφίας. Το Χ και το Υ δεν παραμένουν ίδια σε όλες τις δοκιμές, αφού ανάλογα την τιμή της ακτίνας είναι απαραίτητη η αλλαγή τους. Η δεύτερη και η τρίτη κορυφή της οριζοντιογραφίας επιδιώκεται να έχουν την ιδιά τεταγμένη. Επίσης, η τιμή της ακτίνας του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας επιλέγεται να είναι η ελάχιστη (Πίνακας 5.2).

Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επίκλιση %	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	A_Εισοδου	A_Εξόδου	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
1	250,0000	600,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	280,0000	400,0000	16,200	145,000	16,200	7,000	0,000	48,466	48,466	16,111	145,000	202,237
3	546,0800	400,0000	16,200	145,000	16,200	7,000	0,000	48,466	48,466	16,111	145,000	266,080
4	576,0800	200,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	202,237

Πίνακας 5.2: ΄Κορυφές΄ από το λογισμικό ΄FM17΄

Έπειτα, προσδιορίζονται οι απαραίτητες οδογραμμές, για να είναι πραγματοποιήσιμος ο έλεγχος επάρκειας του ΜΟΣ στο μέσο της αριστερής λωρίδας (Πίνακας 5.3).

Οδογραμμή	Τύπος Επίκλισης	MENU	
-1	2	Τύπος Επίκλισης	
1	2	1	Οριζόντιο
-2	2	2	Γερμανικοί Κανονισμοί
2	2	3	Κλίση από Παραμέτρους - Κελί 57

Πίνακας 5.3: ΄Οδογραμμές΄ από το λογισμικό ΄FM17΄

Στο επόμενο στάδιο προσδιορίζονται οι σημαίες της μηκοτομής, οι οποίες στα συγκεκριμένα παραδείγματα είναι μόνο δυο, αφού χαράσσεται μια οδός με μηδενική κατά μήκος κλίση. Η υψομετρικές θέσεις των σημαιών θα τοποθετηθούν ώστε όλο το μήκος της οδού να βρίσκεται σε όρυγμα (Πίνακας 5.4).

Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Διατομή	Κλίση	Μήκος Τ	Βέλος f
M1	0,000	220,000	0,000	0			
M2	999999,000	220,000	0,000	0	0,000%		

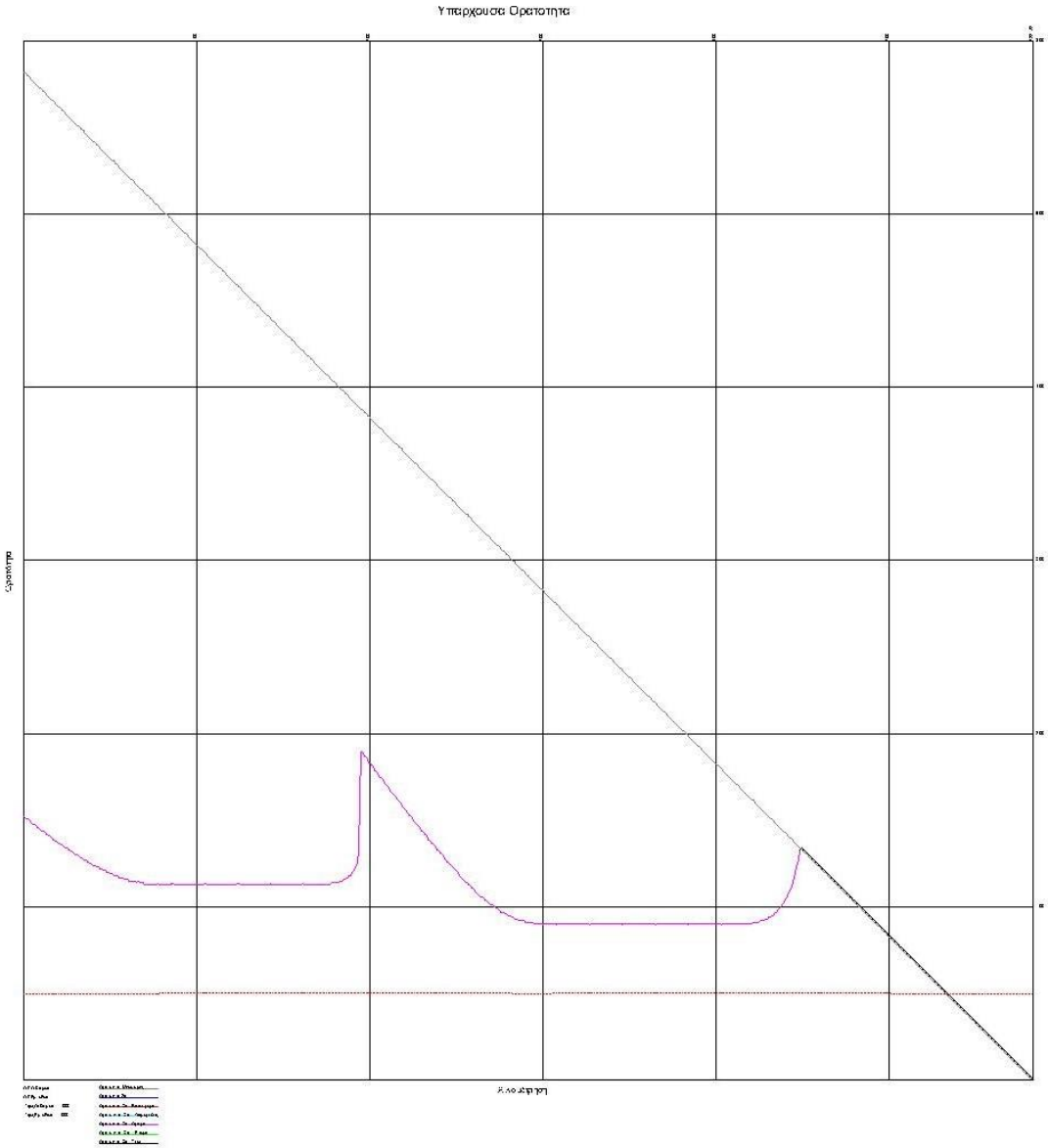
Πίνακας 5.4: ΄Σημαίες΄ από το λογισμικό ΄FM17΄

Εφόσον έχουν συμπληρωθεί τα παραπάνω για την κάθε δοκιμή, στη συνέχεια, με τη βοήθεια τον λογισμικού ΄FM17΄ εκτελούνται οι υπολογισμοί για τα παρακάτω στοιχεία της χάραξης της οδού, ελέγχοντας και τα αντίστοιχα σχέδια προκειμένου να διασφαλιστεί ο σωστός σχεδιασμός της :

1. Οριζοντιογραφίας
2. Υψομετρίας
3. ΜΕΟ
4. Διατομών
5. 3-Διαστάσων

6. Ορατοτήτων

Το σχέδιο που επικεντρώνεται περισσότερο η συγκεκριμένη έρευνα και θα μελετηθεί εκτενέστερα είναι αυτό που προκύπτει μετά από τους υπολογισμούς του `FM17΄ για τις `Ορατότητες΄. Σε αυτό το σχέδιο το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι να μην τέμνεται η γραμμή της απαιτούμενης ορατότητας με εκείνη της υπάρχουσας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.1.



Εικόνα 5.1: Παράδειγμα επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας

Για να διερευνηθεί η επάρκεια των OMOE-X σε ζητήματα οριακών προτεινόμενων τιμών για τις καμπύλες της οριζοντιογραφίας ακολουθήθηκε η παρακάτω τεχνική. Σε πρώτη φάση, επιλέχθηκαν οι ελάχιστες ακτίνες για τα κυκλικά τόξα της

οριζοντιογραφίας να παραμείνουν σταθερές και διερευνήθηκε αν σε συνδυασμό με την μεταβολή του μήκους ευθυγραμμίας (0-500μ) ανάμεσα στις αντίρροπες καμπύλες επηρεάζεται η επάρκεια του ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού. Στις συνέχεια αφού παρατηρήθηκε ότι η ευθυγραμμία δεν επηρεάζει την επάρκεια του ΜΟΣ ακολούθησε διερεύνηση με τις ελάχιστες ακτίνες για τα κυκλικά τόξα της οριζοντιογραφίας και μηδενική ευθυγραμμία σε συνδυασμό με την μεταβολή της παραμέτρου κλωθοειδούς (Α). Στις περιπτώσεις που οι οριακές τιμές δεν επαρκούσαν, έγιναν δοκιμές με αλλαγή του ύψους εμποδίου από 0.50m στο 1.00m και με αλλαγή της κλίσης των πρανών από 1:1 σε ηπιότερες (1:2 και 1:3).

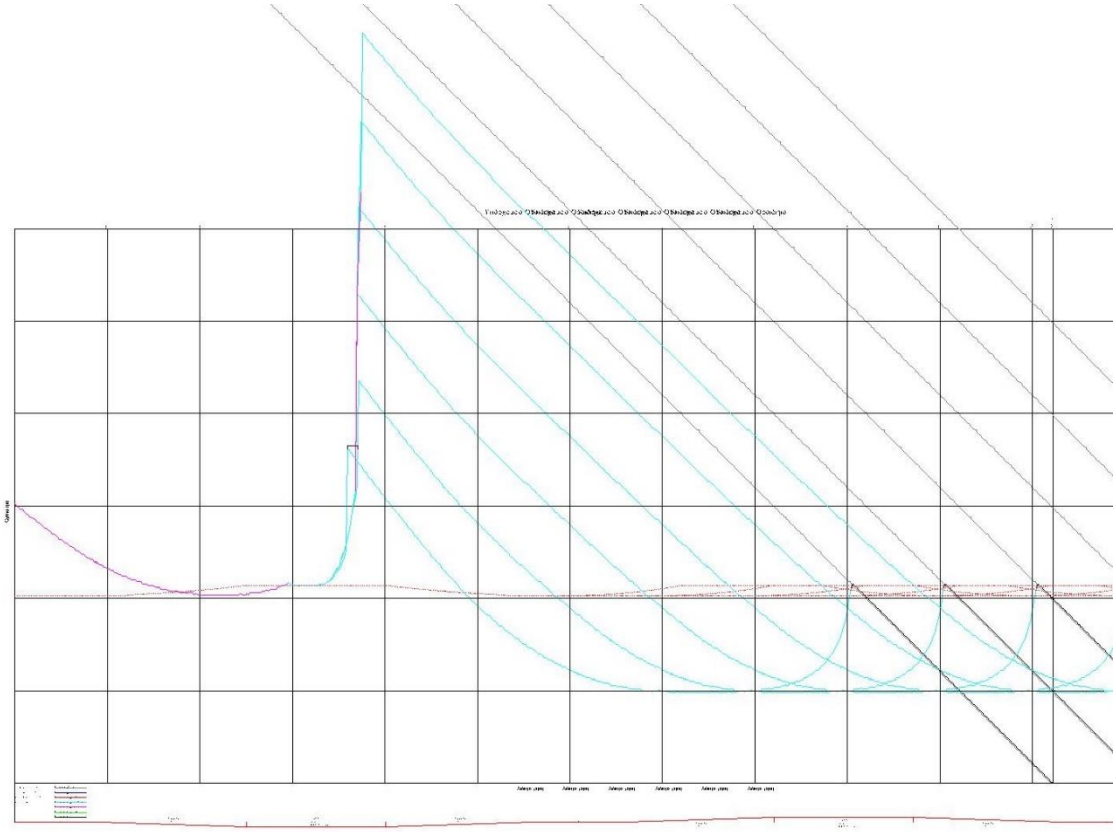
Τέλος, οπού η επάρκεια του ΜΟΣ δεν επαρκούσε ακόμα και με πιο ήπιες κλισεις πρανών έγινε πρόταση για χρήση τοίχων αντιστήριξης ώστε να υπάρχει οριακή επάρκεια του ΜΟΣ.

5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

5.3.1 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας

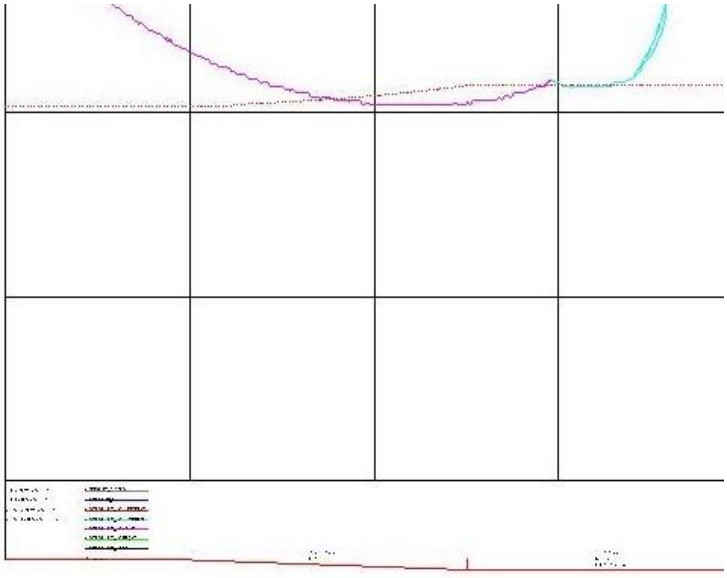
Σε πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σε διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες για οδόστρωμα ενιαίας κυκλοφορίας με μεταβαλλόμενο μήκος ευθυγραμμίας ενδιάμεσα από 0m έως 500m. Οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι για ταχύτητες μελέτης (Ve) από 50km/h έως 100km/h. Επίσης, οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν αφορούν τις ελάχιστες προτεινόμενες τιμές ακτίνων κυκλικών οριζοντιογραφικών τόξων.

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, σε συνδυασμό με την μεταβολή του μήκους ευθυγραμμίας δεν εξασφαλίζουν επαρκές ΜΟΣ. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι ανεξάρτητα του μήκους μεταβολής της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας, δεν μεταβάλλεται το αρχικό σημείο οπού εμφανίζεται ανεπάρκεια του ΜΟΣ (Εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2: Διάγραμμα ορατότητας για ταχύτητα μελέτης 100km/h και ενδιάμεση ευθυγραμμία από 0m έως 500m

Στην εικόνα 5.3 βλέπουμε ότι υπάρχει ανεπάρκεια του απαιτούμενου ΜΟΣ λόγω των πρανών (μωβ χρώμα) στο μέσον περίπου της καμπύλης.



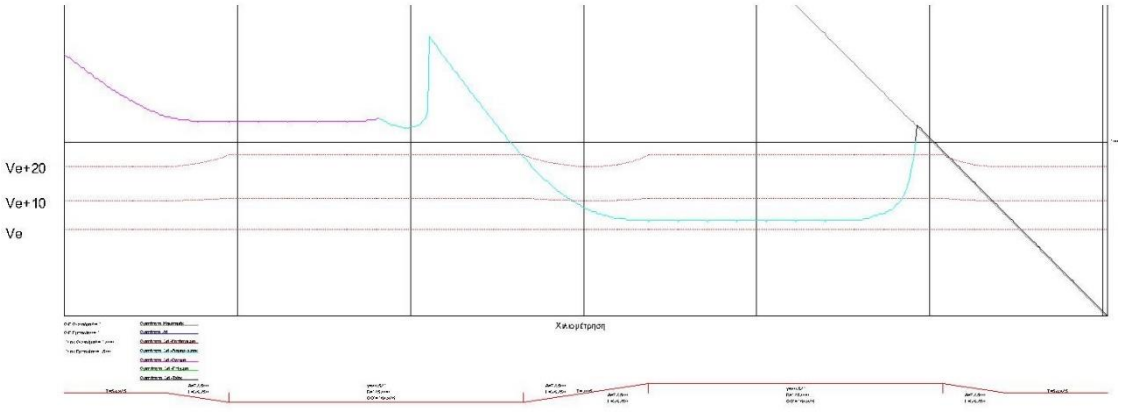
Εικόνα 5.3: Λεπτομέρεια διαγράμματος ορατότητας για ταχύτητα μελέτης 100km/h και ενδιάμεση ευθυγραμμία από 0m έως 500m

5.3.2 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς (Α)

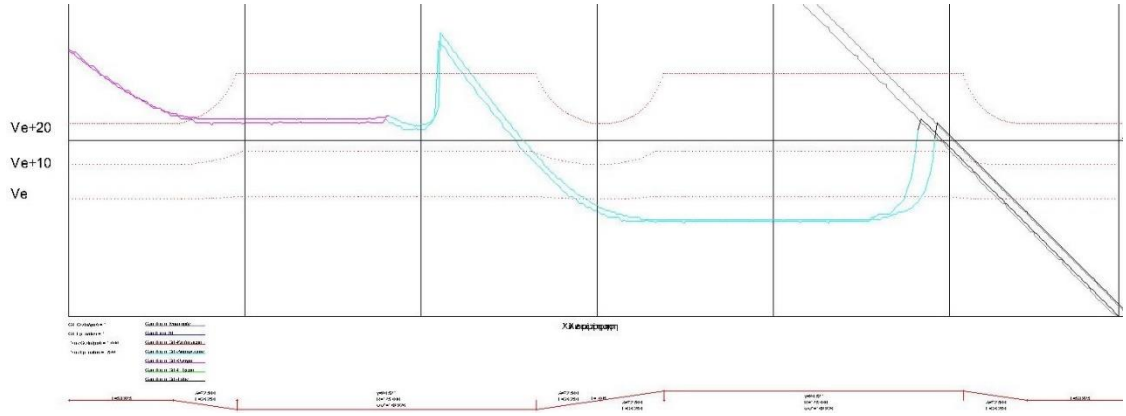
Στη συνέχεια, και εφόσον εξετάστηκε η επιρροή της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας, ελέγχεται η ιδιά διατομή με μηδενική ενδιάμεση ευθυγραμμία, χρήση ελάχιστων ακτίνων του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις OMOE-X, και μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς για A=R/2 και A=R/3. Οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι για ταχύτητες μελέτης (Ve) από 50km/h έως 100km/h με την V_{85} να εξετάζεται για τρεις περιπτώσεις 1)V_{85}=Ve, 2)V_{85}=Ve+10 και 3) V_{85}=Ve+20.

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την οδό ενιαίου οδοστρώματος, είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας σε συνδυασμό με την μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς για A=R/2 και A=R/3 με ενδιάμεση μηδενική ευθυγραμμία, δεν παρέχουν επαρκές ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού σύμφωνα με τις OMOE-X (Εικόνες 5.4 – 5.15).

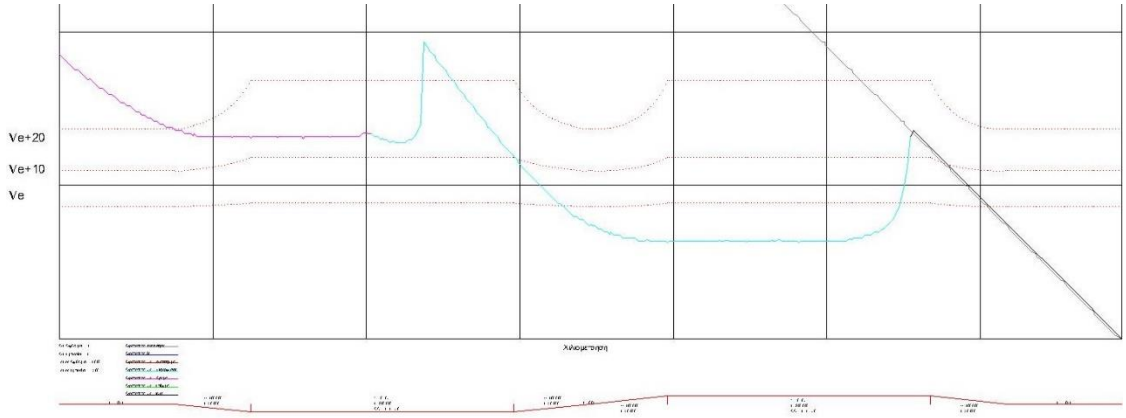
Επιπλέον, οι ελάχιστες τιμές που στην πραγματικότητα παρέχουν ασφάλεια στους οδηγούς για ζητήματα ορατότητας είναι την περίπτωση όπου V_{85}=Ve=50km/h. Το σημαντικότερο πρόβλημα φαίνεται να υπάρχει στην δεξιόστροφη καμπύλη όπου το διατιθέμενο ΜΟΣ είναι αρκετά μικρό.



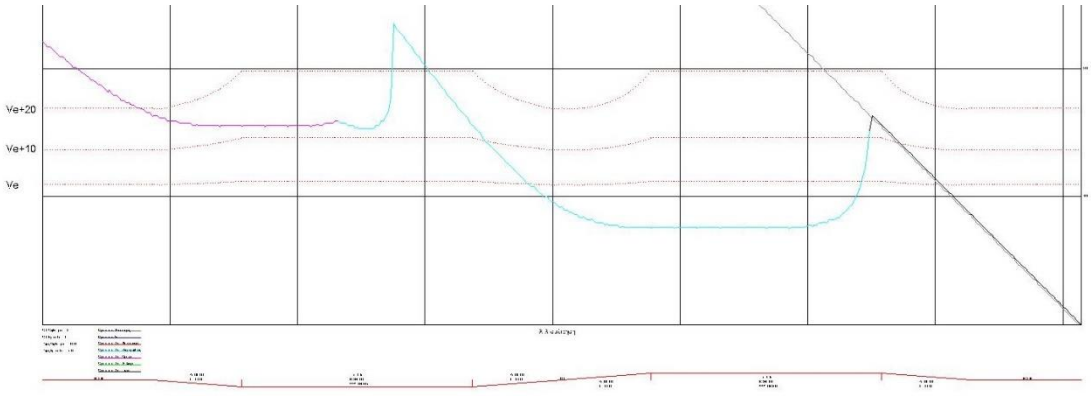
Εικόνα 5.4: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h και A=R/2



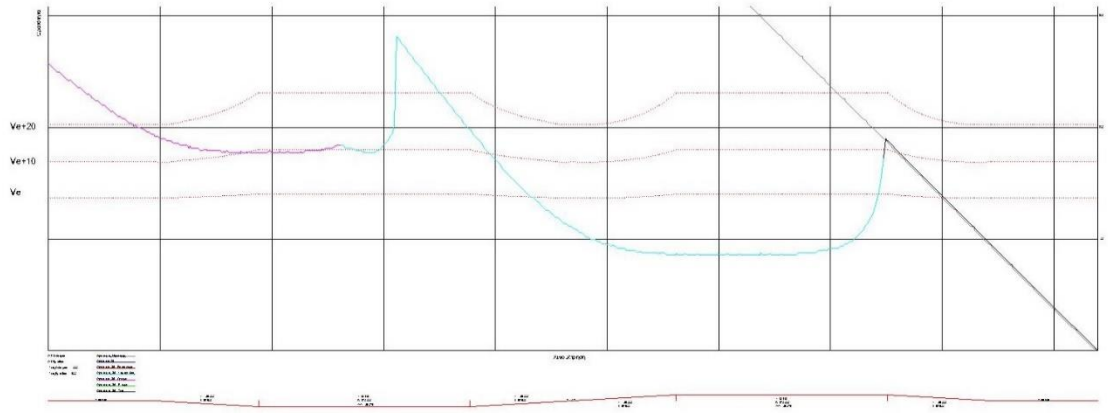
Εικόνα 5.5: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h και A=R/2



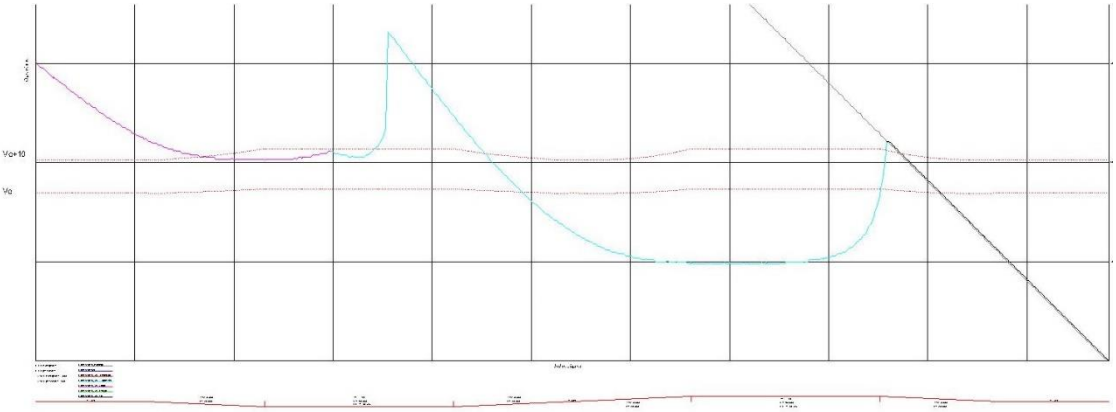
Εικόνα 5.6: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h και A=R/2



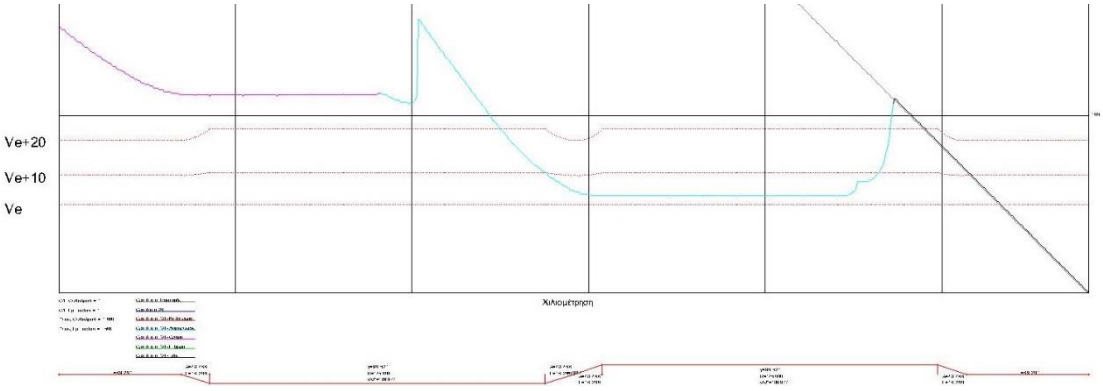
Εικόνα 5.7: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h και A=R/2



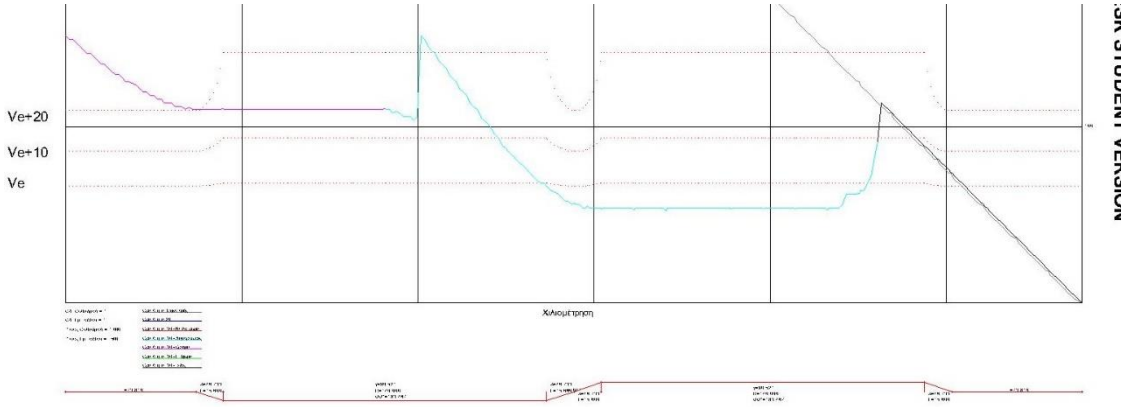
Εικόνα 5.8: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h και A=R/2



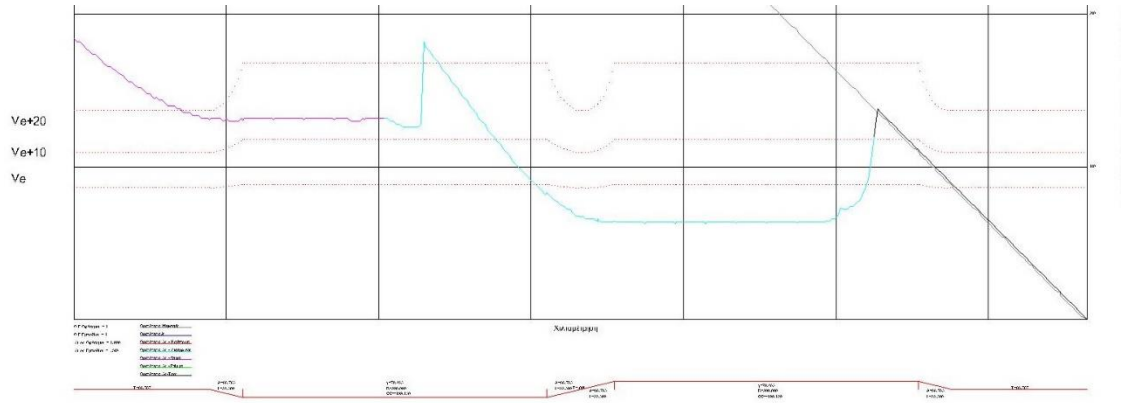
Εικόνα 5.9: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h και A=R/2



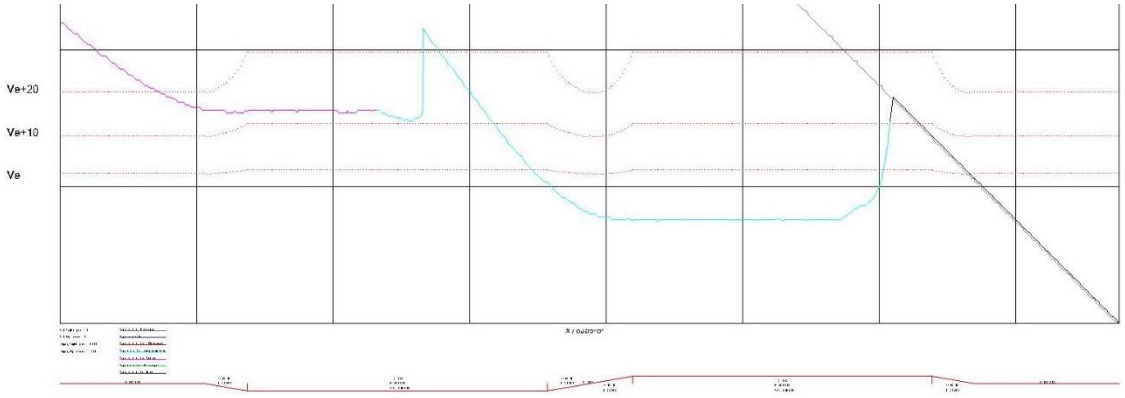
Εικόνα 5.10: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h και A=R/3



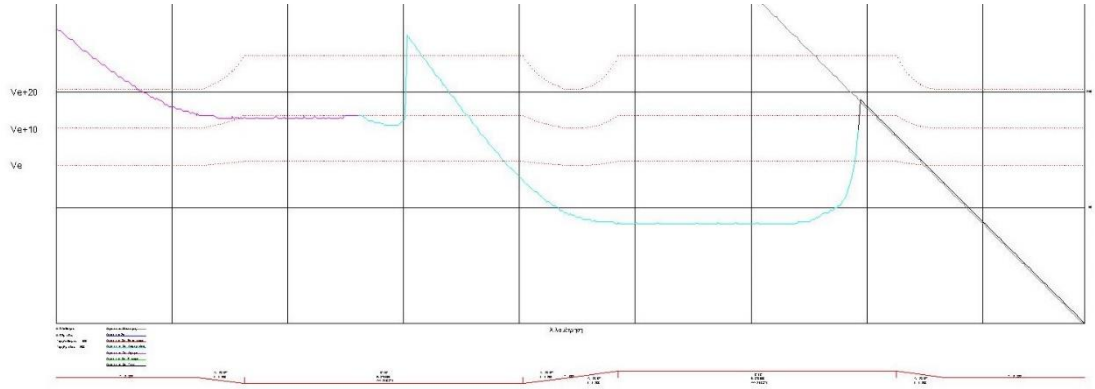
Εικόνα 5.11: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h και A=R/3



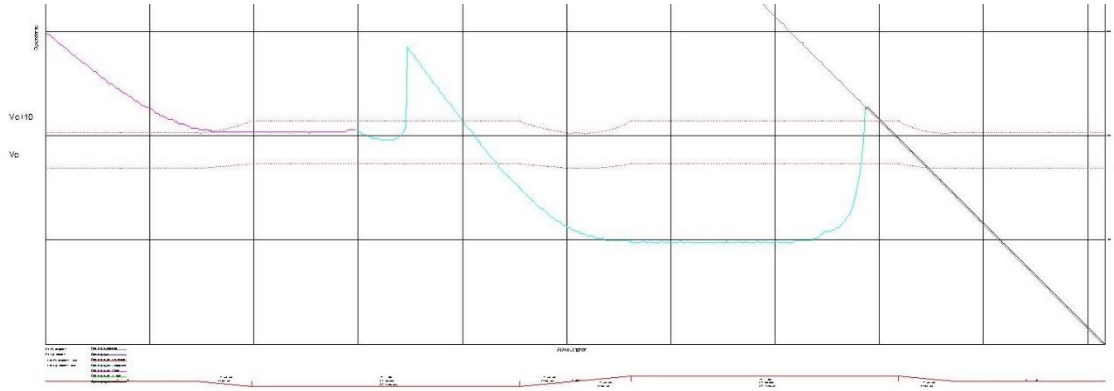
Εικόνα 5.12: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h και A=R/3



Εικόνα 5.13: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h και A=R/3



Εικόνα 5.14: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h και A=R/3



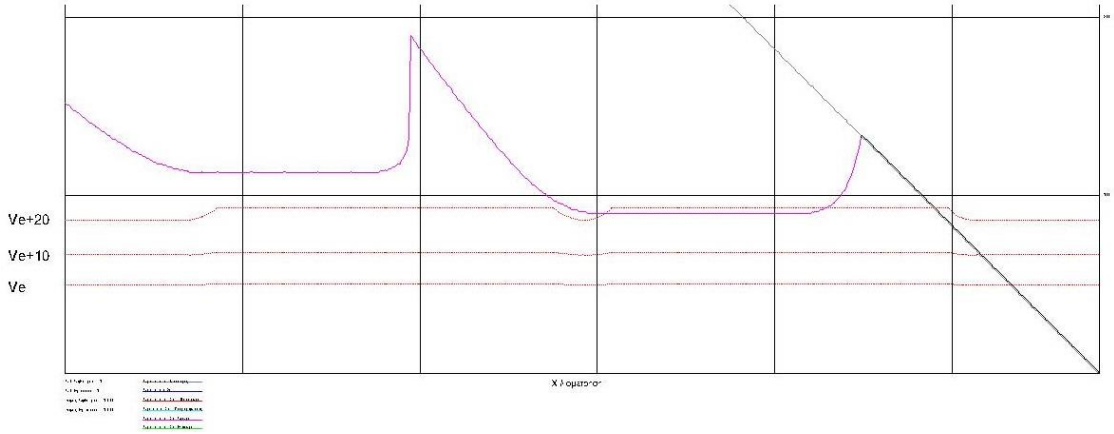
Εικόνα 5.15: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h και A=R/3

5.3.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή του ύψους εμποδίου

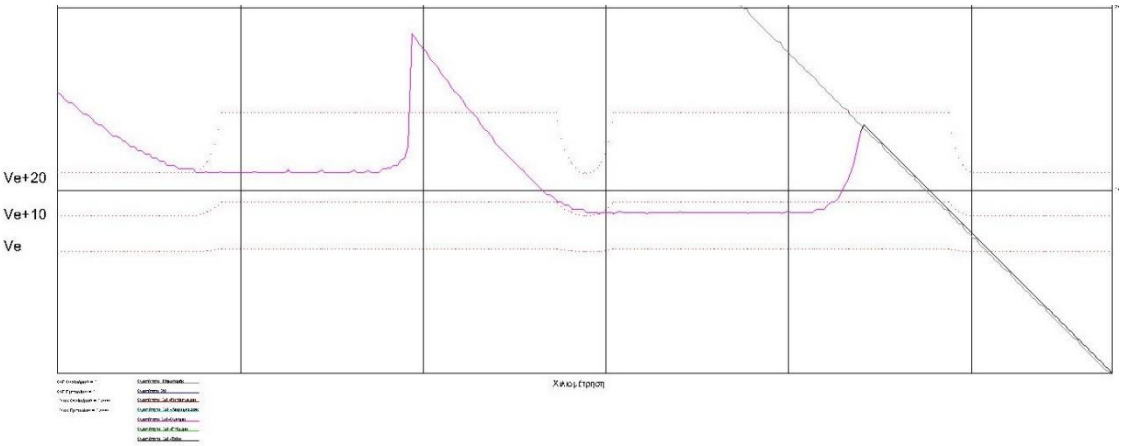
Σε αυτό το στάδιο, και εφόσον εξετάστηκε η επιρροή της παραμέτρου της κλωθοειδούς. Ελέγχεται η ιδιά διατομή με μηδενική ενδιάμεση ευθυγραμμία, χρήση ελάχιστων ακτίνων του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας σύμφωνα με τις OMOE-X, παράμετρο της κλωθοειδούς (A) A=R/3 και ύψος εμποδίου στο 1.00m. Οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι για ταχύτητες μελέτης (Ve) από 50km/h έως 100km/h με την V_{85} να εξετάζεται για τρεις περιπτώσεις 1)V_{85}=Ve, 2)V_{85}=Ve+10 και 3) V_{85}=Ve+20.

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την οδό ενιαίου οδοστρώματος, είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας σε συνδυασμό με την μεταβολή του ύψους του εμποδίου από 0.50m σε 1.00m παρέχουν επαρκές ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού, σύμφωνα με τις OMOE-

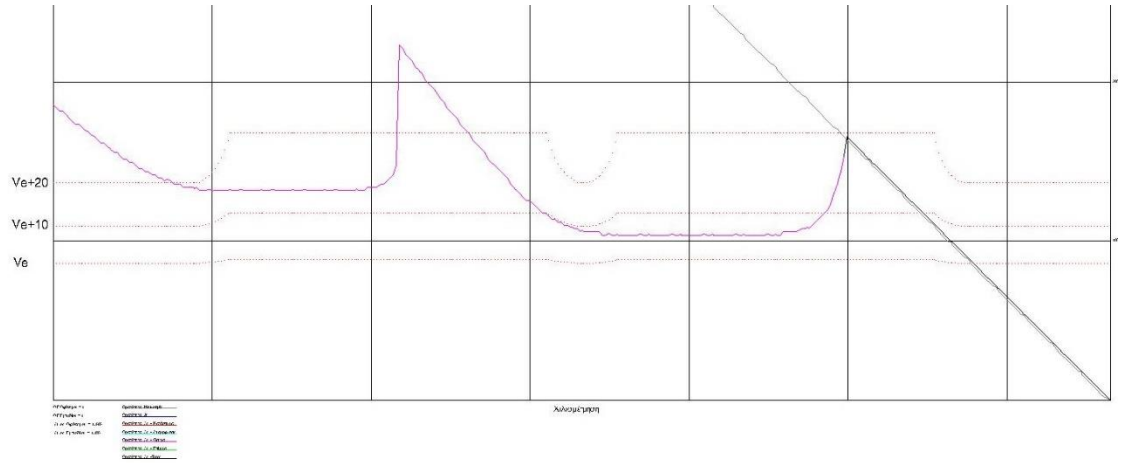
Χ, για ένα μέρος των περιπτώσεων που εξετάστηκαν (Εικόνες 5.16 – 5.21). Επιπλέον βλέπουμε ότι πλέον η ορατότητα διακόπτεται λόγω των πρανών του εδάφους καθώς το ύψος εμποδίου 1.00m ξεπερνάει το ύψους του στηθαίου 0.90m.



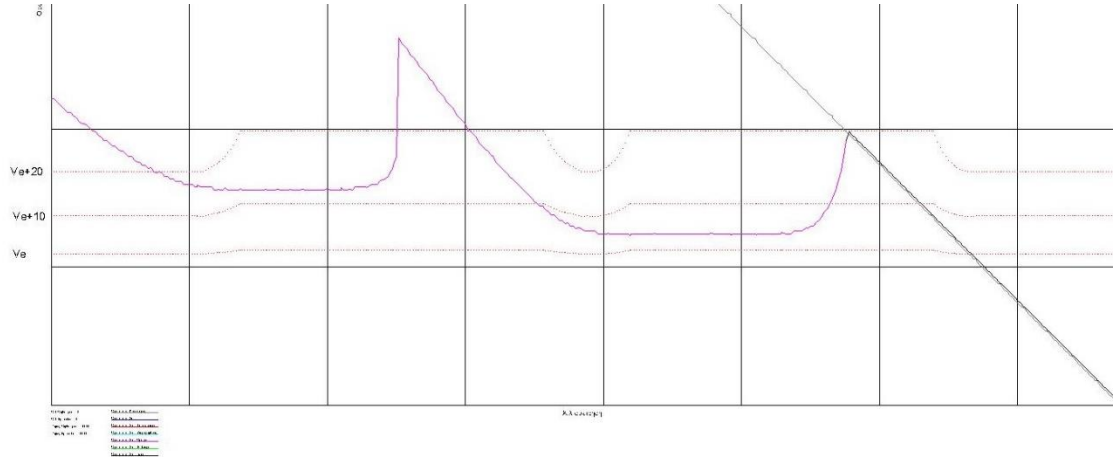
Εικόνα 5.16: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 50km/h



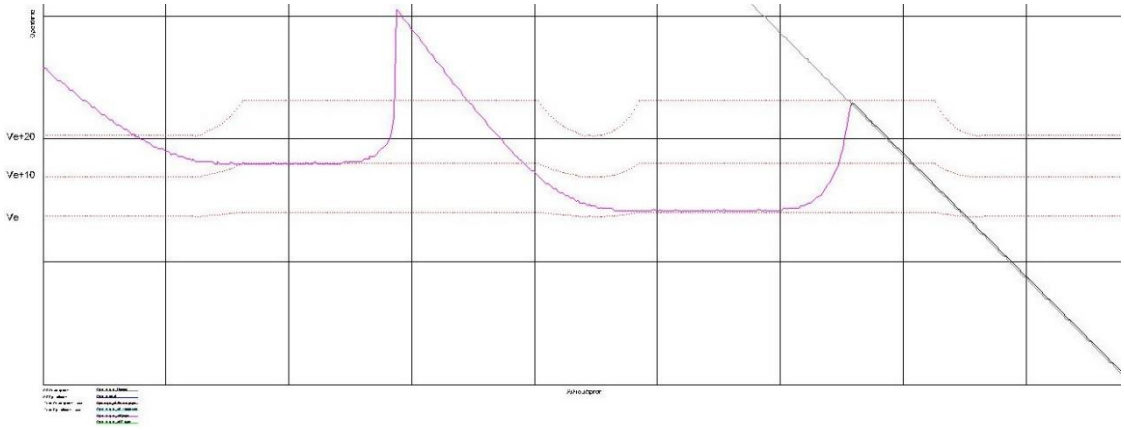
Εικόνα 5.17: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 60km/h



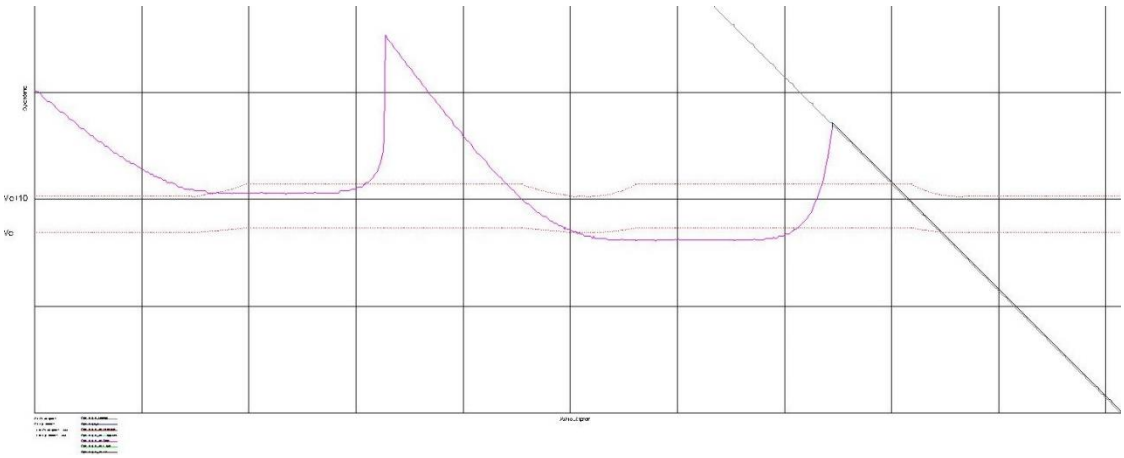
Εικόνα 5.18: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 70km/h



Εικόνα 5.19: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 80km/h



Εικόνα 5.20: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 90km/h

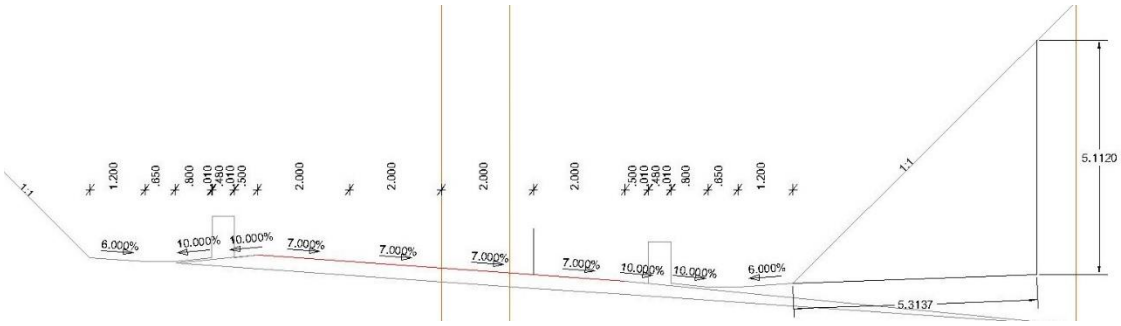


Εικόνα 5.21: Παράδειγμα διαγράμματος ορατότητας για Ve= 100km/h

5.3.4 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων σύμφωνα με την μεταβολή της κλίσης της δεξιάς διαμόρφωσης

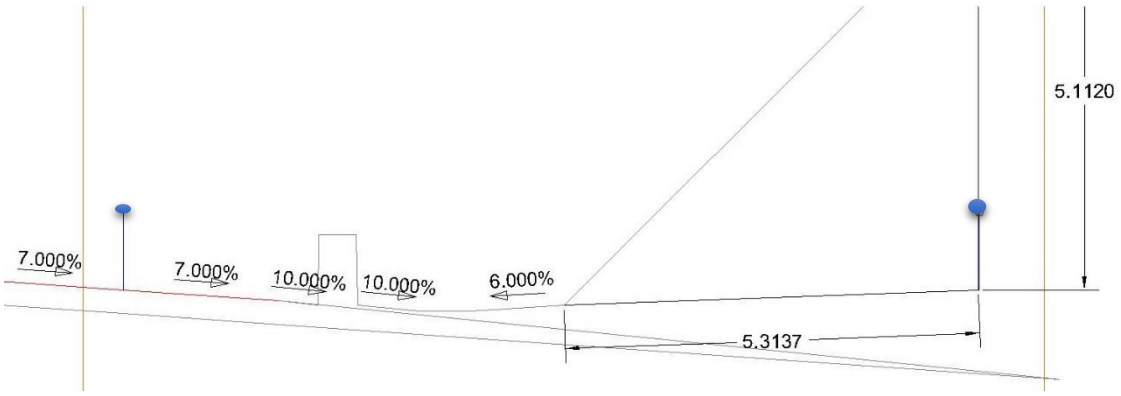
Τέλος, αφού συγκεντρώσουμε τα αποτελέσματα των παραπάνω διερευνήσεων βλέπουμε ότι το κύριο πρόβλημα υπάρχει στην δεξιά στροφή της οδού με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας, οποτε είναι απαραίτητο να μελετηθεί η κλίση των δεξιών πρανών.

Στο Πίνακα 5.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της κλίσης των δεξιών πρανών και όπου η ηπιότερη κλίση δεν επαρκούσε, μελετήθηκε η εφαρμογή τοίχου αντιστήριξης και υπολογίστηκε το πλάτος (B) και το ύψος (H). Είναι ορθότερο και οικονομικότερο στα ορύγματα μεγάλου βάθους (Εικόνα 5.22) να χρησιμοποιούνται τοίχοι αντιστηρίξεις έναντι δημιουργίας ηπιότερων πρανών.



Εικόνα 5.22: Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά

Στην εικόνα 5.23, στα μπλε σημεία, βλέπουμε αριστερά που απεικονίζεται το ύψος οφθαλμών του οδηγού (1.00m) στο οδόστρωμα και δεξιά που τέμνει η γραμμή ορατότητας το πρανές, σε ύψος εμποδίου (1.00m).



Εικόνα 5.23: Λεπτομέρεια τυπικής διατομής δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές

Ελέγχεται η ίδια διατομή με μηδενική ενδιάμεση ευθυγραμμία, χρήση ελάχιστων ακτίνων του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, παράμετρο κλωθοειδούς A=R/3 και ύψος εμποδίου στο 1.00m. Οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι για ταχύτητες μελέτης (Ve) από 50km/h έως 100km/h με την V_{85} να εξετάζεται για τρεις περιπτώσεις 1)V_{85}=Ve, και 2)V_{85}=Ve+10.

Ve \ V85	50	60	70	80	90	100	110
50	1:1	1:1					
60		1:1	1:2				
70			1:1	1:3			
80				1:1	B=4,1/H=3.9		
90					1:1	B=5,4/H=5,15	
100						1:2	

Πίνακας 5.1: Κλίσεις δεξιών πρανών

5.4 ΣΥΝΟΨΗ

Συνοψίζοντας, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των δοκιμών σε διαδοχικές αντίρροπες καμπύλες για την περίπτωση της επιλογής των ελάχιστων ακτίνων των κυκλικών τόξων της οριζοντιογραφίας, εφαρμόζοντας τις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001), σε συνδυασμό με μεταβολή της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας, την μεταβολή της παραμέτρου της κλωθοειδούς καθώς και την αλλαγή του ύψους εμποδίου. Επίσης, ακριβέστερα συμπεράσματα και εκτενέστερες παρατηρήσεις αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συμπεράσματα

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 79
6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 79

6.1 ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία παρουσιάστηκε μια προσπάθεια διερεύνησης της καταλληλότητας των Ελληνικών οδηγιών σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) σε θέματα ορατότητας, για την επιλογή των ελάχιστων ακτίνων των κυκλικών τόξων της οριζοντιογραφίας, σε οδό με διαδοχική αντίρροπη καμπύλη. Προκειμένου να προκύψουν ικανοποιητικά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκαν δοκιμές για διαφορετικές περιπτώσεις και για ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων, που να καλύπτει την πλειοψηφία των καταστάσεων στην καθημερινότητα.

Για τη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκε το τρισδιάστατο πρότυπο απεικόνισης της οδού. Ο τρισδιάστατος αυτός έλεγχος επιλέχθηκε για να διερευνήσει αν προσφέρεται επαρκές ΜΟΣ στους οδηγούς στην πραγματικότητα, χωρίς να τους δημιουργεί οφθαλμαπάτες και κινδύνους. Το λογισμικό που επιστρατεύτηκε είναι το `FM17΄, ενώ καθορίστηκε μια πρότυπη διατομή ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας.

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, από τις δοκιμές προέκυψε ότι για όλες τις δοκιμές όταν το ύψος εμποδίου επιλεχτεί στα 0.50m δεν προκύπτει επαρκές ΜΟΣ και ασφάλεια σε όλο το μήκος της οδού. Με αποτέλεσμα να θέτει σε κίνδυνο τους οδηγούς και είναι πολύ πιθανό να προκύψουν ατυχήματα.

Στη συνέχεια με αλλαγή του ύψους του εμποδίου στο 1.00m, μιας και τα περισσότερα οχήματα διαθέτουν μεσαίο οπίσθιο φανό στάσης, και σε συνδυασμό με αλλαγή της κλίσης των δεξιών πρανών προέκυψε επαρκές ΜΟΣ. Παρ' όλα αυτά η μέγιστη ταχύτητα V_{85} που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι τον 100km/h.

6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, είναι βέβαιο ότι προτείνεται το τρισδιάστατο πρότυπο στη διερεύνηση της επάρκειας της ορατότητας στις Ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001), καθώς παρατηρείται ότι οι προτεινόμενες οριακές τιμές των ακτίνων του κυκλικού τόξου σε συνδυασμό με το ύψος του εμποδίου στα

0.50m, δεν προσφέρουν επάρκεια ορατότητας και ασφάλεια σε όλο το μήκος της οδού για τους οδηγούς.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσέγγιση του ζητήματος εφαρμόζοντας έναν ακραίο συνδυασμό με τις ελάχιστες ακτίνες. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι οι κρισιμότερες μεταβλητές είναι η ταχύτητα, το ύψος εμποδίου και η κλίση του δεξιού πρανούς της οδού στην δεξιά στροφή

Επίσης, η διατομή που επιλέχθηκε είναι συγκεκριμένη, για ενιαίο οδόστρωμα. Επομένως, προτείνεται η περαιτέρω έρευνα για διαφορετικές διατομές εναλλάσσοντας τη διαμόρφωση της οδού. Επιπροσθέτως, οι καιρικές συνθήκες (βροχή, ομίχλη, κτλ.) είναι ένα χαρακτηριστικό που δε λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα έρευνα, όπως και η διερεύνηση της επάρκειας της ορατότητας σε νυχτερινές ώρες. Ακόμη κρίνεται αναγκαίο η διερεύνηση για διάφορους τύπους οχημάτων.

Τέλος, ο εμπλουτισμός της συγκεκριμένης έρευνας μπορεί να γίνει διερευνώντας τις ελάχιστες ακτίνες των καμπύλων της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, προκειμένου να εξασφαλίζεται η επάρκεια του μήκους ορατότητας για στάση και προσπέραση για τις ίδιες συνθήκες της εξεταζόμενης οδού.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

Altamira A. & Marcet J. & Graffigna A. & Gomez A., 2010, *Assessing Available Sight Distance: an Indirect Tool to Evaluate Geometric Design Consistency*, 4th International Symposium on Highway Geometric Design *TRB*, Valencia Spain.

Hassan Y. & Easa S. & Abd El Halim A., 1996, *Analytical Model for Sight Distance Analysis On Three Dimensional Highway Alignments*, Transportation Research Record, No. 1523, pp. 1-10.

Hassan Y. & Easa S. & Abd El Halim A., 1997, *Design Considerations for Combined Highway alignments*, Journal of Transportation Engineering, Vol 123, No.1, pp 60-68.

Hassan Y. & Easa S., 1998, *Design Considerations of Sight Distance Red Zones on Crest Curves*, Journal of Transportation Engineering, American Society of Civil Engineers, Volume 124, No. 4.

Ismail K. & Sayed T., 2007, *New algorithm for calculating 3D available sight distance*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 133, No.10, pp. 572-581.

Jha M. & Kumar Karri G.A & Kuhn W, 2011, *A New 3-Dimensional Highway Design Methodology for Sight Distance Measurement*, The 90th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.

Kim D. & Lovell D., 2010, *A Procedure for 3-D Sight Distance Evaluation Using Thin Plate Splines*, 4th International Symposium on Highway Geometric Design TRB, Valencia Spain.

Lovell D. & Jong J.C. & Chang P., 2001, *Improvements to Sight Distance Algorithm*, Journal of Transportation Engineering, Vol. 127, No.4, pp. 283-288.

Mavromatis S. & Pagounis V. & Palaskas S. & Maroudas D., 2009, *Stopping Sight Distance Assessment via 3-D Road Scanning*, 4th National Conference in Highway Safety, Athens Greece.

Mertzanis F. & Hatzi V., 2011, *Model for sight distance calculation and three-dimensional alignment evaluation in divided and undivided highways,* 3rd International Conference on Road Safety and Simulation, Indianapolis USA.

Mertzanis, F., A. Boutsakis, I. Kaparakis, S. Mavromatis & B. Psarianos (2013). *`Analytical Method for Three-Dimensional Stopping Sight Distance'*. The 4th International Conference on Road Safety and Simulation (RSS2013), Rome.

Moreno Chou A. & Perez V. & Garcia A. & Rojas M., 2010, *Optimal 3D Coordination to Maximize the Available Stopping Sight Distance in Two–Lane Roads,* 4th International Symposium on Highway Geometric Design TRB, Valencia Spain.

Sanchez E., 1994, *Three-Dimensional Analysis of Sight Distance on Interchange Connectors,* Transportation Research Record 1445, pp. 101–108.

Δραγομάνοβιτς Αν. & Κανελλαΐδης Γ., 2005, *Χάραξη της οδού στο χώρο - Κατάσταση της έρευνας διεθνώς*, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος Ελλάδα

Κανελλαΐδης, Γ., Μαλέρδος, Γ., Καλτσούνης, Α., Γλαρός,Γ. & Α., 2009, *Σημειώσεις Οδοποιίας Ι - Γεωμετρικός Σχεδιασμός των Οδών'.* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κανελλαΐδης, Γ. & Α. Δραγομάνοβιτς, 2010, *Σημειώσεις Οδοποιίας ΙΙ - Χάραξη της Οδού στον Χώρο'.* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

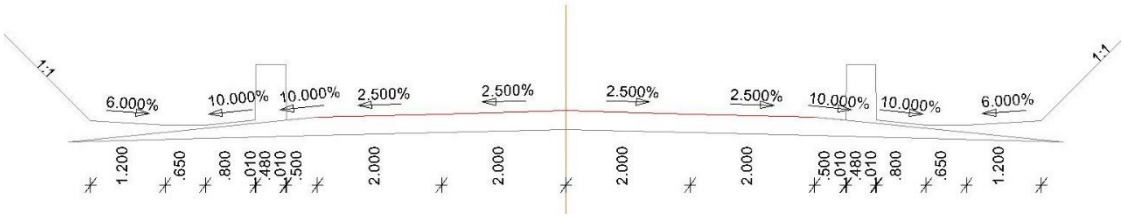
Μαυρομάτης Σ., 2018, *Σημειώσει για το μάθημα Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθηνά Ελλάδα.

Μερτζάνης Φ. και συν, 2018, *Λογισμικό Οδοποιίας FM17,* Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα Ελλάδα.

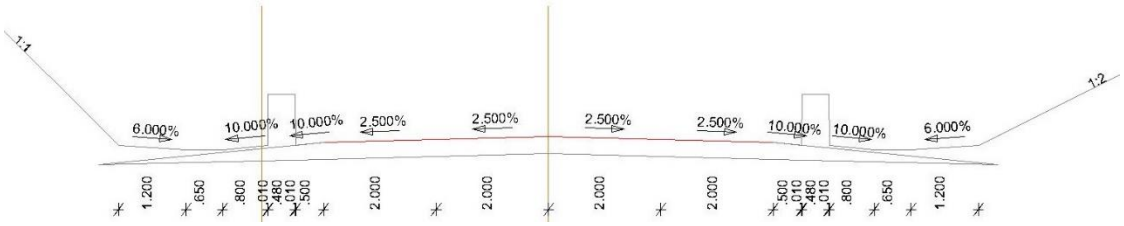
ΥΠΕΧΩΔΕ - Διεύθυνση Μελετών Έργων Οδοποιίας, 2001, *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων Τεύχος 3: Χαράξεις (ΟΜΟΕ–Χ*), ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα Ελλάδα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

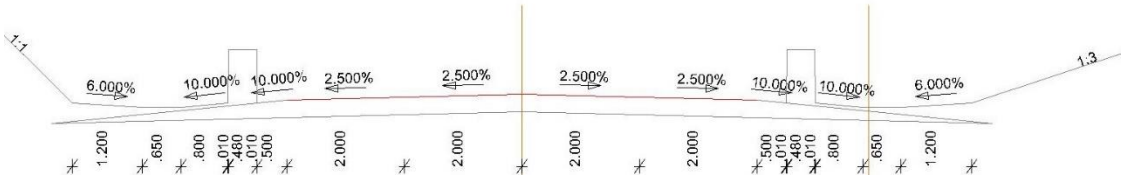
Αναλυτικές εικόνες διατομών - διαμορφώσεων



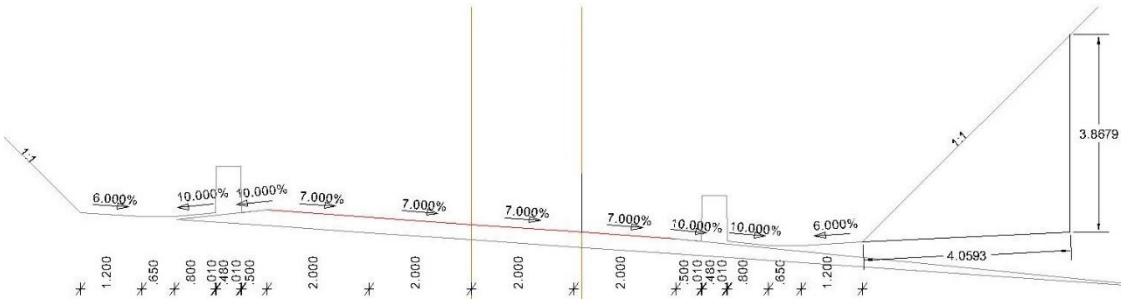
Εικόνα Π1.1: Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1



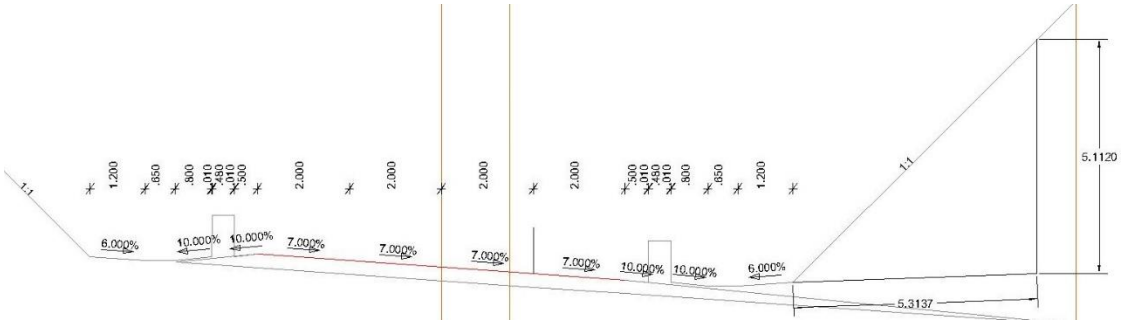
Εικόνα Π1.2: Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και 1:2 δεξιά



Εικόνα Π1.3: Τυπική διατομή που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και 1:3 δεξιά



Εικόνα Π1.4: Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά



Εικόνα Π1.5: Τυπική διατομή δεξιάς στροφής που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές με κλίση πρανών 1:1 αριστερά και τοίχο αντιστήριξης δεξιά