



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ
ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Διπλωματική Εργασία

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΚΟΤΟΜΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΕ ΣΤΑΣΗ



Καβαδία Μαργαρίτα-Λουίζα

Επιβλέπων: Α.Λοΐζος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων: Φ.Μερτζάνης, Επιστημονικός Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2016

Σύνοψη

Διερεύνηση παραμέτρων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής για την ορατότητα σε στάση

Καββαδία Μαργαρίτα-Λουίζα

Επιβλέπων: Α.Λοΐζος, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Συνεπιβλέπων: Φ.Μερτζάνης, Επιστημονικός Συνεργάτης Ε.Μ.Π.

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση επάρκειας του Μήκους Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ) μέσω τρισδιάστατης συνδυασμένης προσέγγισης, σε περίπτωση επαλληλίας οριζοντιογραφικής καμπύλης και καμπύλης μηκοτομής κατά τη χάραξη μιας οδού, εφαρμόζοντας τις ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών που προτείνονται σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001). Ο έλεγχος επάρκειας της ορατότητας βασίζεται στη διαφορά του Διατιθέμενου έναντι του Απαιτούμενου ΜΟΣ. Η έρευνα πραγματοποιείται σε οδό με αριστερόστροφη οριζοντιογραφική καμπύλη η οποία επαλληλίζεται με κυρτή καμπύλη μηκοτομής. Εξετάζονται οι περιπτώσεις διαχωρισμένου και ενιαίου οδοστρώματος. Για τη χάραξη της οδού και τον προσδιορισμό του ΜΟΣ χρησιμοποιείται το λογισμικό οδοποιίας 'FM12'. Ο σχεδιασμός της οδού γίνεται σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, με εφαρμογή των ελαχίστων ακτίνων των καμπυλών σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή συνδυάζοντας τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις. Από την έρευνα προκύπτει ότι η χρήση των προτεινόμενων ελαχίστων τιμών κατά τις ΟΜΟΕ-Χ, δεν παρέχει επαρκές ΜΟΣ. Πραγματοποιήθηκε λοιπόν περαιτέρω ανάλυση στην προσαρμογή των ελαχίστων τιμών, προκειμένου να ικανοποιείται η επάρκεια του ΜΟΣ σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ.

Λέξεις – κλειδιά: Μήκος Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ), λογισμικό χάραξης οδών, τρισδιάστατη χάραξη οδών, σύμπτωση οριζοντιογραφικής καμπύλης και καμπύλης μηκοτομής

Abstract

Investigation of the parameters of the horizontal and vertical alignment regarding stopping sight distance visibility

Kavvadia Margarita-Louisa

Supervisor: A.Loizos, Professor N.T.U.A.

Co-supervisor: F.Mertzanis, Scientific Associate N.T.U.A.

The objective of this Diploma Thesis is to investigate the adequacy of the Stopping Sight Distance (SSD), through three-dimensional combined approach in the case of the superposition of a horizontal and vertical curve in the tracing of a road, applying the minimum radii for those curves according to the Greek guidelines (OMOE-X, 2001). The investigation for the adequate visibility is based on the difference of the Available versus the Demanded SSD. The research is carried out for a road with a left horizontal curve combined with a crest vertical curve. Both divided and undivided roads are examined. The road design software, 'FM12', is used for the tracing of the road and the calculation of the SSD. The road is planned according to OMOE-X for the application of the minimum radius for the horizontal and vertical curve combining the maximum longitudinal inclination. From the research occurs that with the application of the minimum radii according to OMOE-X, adequate SSD is not provided. Further research is conducted for the adjustment of the minimum values, in order to ensure the adequacy of the SSD according to OMOE-X.

Keywords: Stopping Sight Distance (SSD), road design software, three-dimensional road design, superposition of horizontal and vertical curve.

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 πλήρης 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 Διατιθέμενου ΜΟΣ, το οποίο μπορεί να περιγραφεί με τη βοήθεια της οπτικής ακτίνας μεταξύ του οφθαλμού του οδηγού και του εμποδίου που περιορίζει την ορατότητά του. Εφόσον ολοκληρωθεί ο προσδιορισμός του Διατιθέμενου 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 και της μηκοτομής, οι οποίες δίνονται από τις ΟΜΟΕ-Χ. Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψε η ανάγκη διερεύνηση οδού με ύπαρξη αριστερόστροφης οριζοντιογραφικής καμπύλης που επαλληλίζεται με κυρτής καμπύλης μηκοτομής στο μέσο της, 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 οδοί με τρεις τυπικές διατομές, οι οποίες είναι: οδός με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, οδός με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα και οδό με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας.

Για τη χάραξη χρησιμοποιήθηκαν οι ελάχιστες ακτίνες του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας και οι ελάχιστες ακτίνες της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής, ενώ εφαρμόστηκαν και οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις. Το λογισμικό που επιλέχθηκε για την τρισδιάστατη ανάλυση της ορατότητας είναι το 'FM12', με τη χρήση του οποίου παράγονται τα διαγράμματα Απαιτούμενου και Διατιθέμενου ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού.

Από τα διαγράμματα ορατότητας για τις τρεις διαφορετικές τυπικές διατομές 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, οι ελάχιστες προσαρμοσμένες τιμές για την ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας και της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται οριακά το ΜΟΣ για την εξεταζόμενη οδό. Επίσης, επισημαίνονται ορισμένες δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν κατά τους ελέγχους και παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικοί πίνακες των αποτελεσμάτων καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα. Στο Παράρτημα περιλαμβάνονται οι πίνακες και τα διαγράμματα που προέκυψαν για κάθε είδος του ανάγλυφου της περιοχής μελέτης (πεδινό, λοφώδες ή ορεινό).

Συμπερασματικά, σε περιπτώσεις συνδυασμένης καμπυλότητας στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή (κυρτή καμπύλη), δεν παρέχεται επαρκές ΜΟΣ, εάν χρησιμοποιούνται οι ελάχιστες προτεινόμενες τιμές σχεδιασμού κατά τις ΟΜΟΕ-Χ. Επίσης, παρατηρήθηκε η αλληλεξάρτηση των ελαχίστων προσαρμοσμένων τιμών που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα με τις παραμέτρους που επιλέχθηκαν, οπότε προτείνεται η περαιτέρω ανάλυση του φαινομένου αυτού.

Περιεχόμενα

<u>Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή.....</u>	<u>1</u>
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.....	10
1.4 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13
<u>Κεφάλαιο 2^ο : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....</u>	<u>17</u>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	19
2.2 ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2.3 ΣΥΝΟΨΗ – ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	25
<u>Κεφάλαιο 3^ο : Θεωρητικό Υπόβαθρο.....</u>	<u>27</u>
3.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) S_h	29
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	35
3.2.1 Γενικά.....	35
3.2.2 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Σηθαιό Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων	35
3.2.3 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Σηθαιό Ασφαλείας από Σκυρόδεμα	37
3.2.3 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας	37
3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ	38

3.3.1	Γενικά.....	38
3.3.2	Κυκλικό Τόξο Οριζοντιογραφίας	38
3.3.3	Κατά Μήκος Κλίση στη Μηκοτομή	39
3.3.4	Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη Συναρμογής.....	40
<u>Κεφάλαιο 4^ο : Συλλογή & Επεξεργασία Στοιχείων</u>		43
4.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ	45
4.1.1	Γενικά.....	45
4.1.2	Χαρακτηριστικά της Οδού.....	46
4.2	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ‘FM12’	50
4.2.1	Γενική Περιγραφή.....	50
4.2.2	Παρουσίαση Βασικών Λειτουργιών	51
4.2.3	Ανάλυση Ορατότητας.....	52
<u>Κεφάλαιο 5^ο : Παρουσίαση Μεθοδολογίας & Εφαρμογών</u>		55
5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	57
5.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	57
5.3	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ	62
5.3.1	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Στηθαίο Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων	62
5.3.1.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	62
5.3.1.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής	65
5.3.2	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Στηθαίο Ασφαλείας από Σκυρόδεμα	68
5.3.2.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	68
5.3.2.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής	71
5.3.3	Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας.....	74
5.3.3.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	74
5.3.3.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής	77

5.4	ΣΥΝΟΨΗ.....	79
<u>Κεφάλαιο 6^ο : Συμπεράσματα.....</u>		81
6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	83
6.2	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ.....	84
6.2.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	84
6.2.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής.....	85
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	87
<u>Βιβλιογραφία - Αναφορές.....</u>		91
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</u>		95
Π.1	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΥΠΟΥ NEW JERSEY ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	96
Π.2	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ (ΜΙΚΡΗ ΝΗΣΙΔΑ)..	105
Π.3	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΕΝΙΑΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	115

Κατάλογος Σχημάτων, Πινάκων & Εικόνων

Εικόνες

Εικόνα 1.1 : Παρεμποδίσσεις ορατότητας	3
Εικόνα 1.2 : Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση.....	5
Εικόνα 1.3 : Θέση οδηγού και εμποδίου για τον προσδιορισμό του Διατιθέμενου 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 του οδηγού (Sanchez, 1994)..	20
Εικόνα 2.2 : Αναπαράσταση κυρτής καμπύλης μηκοτομής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων (Hassan, Easa & Abd El Halim, 1996).....	21
Εικόνα 2.3 : Τρισδιάστατη απεικόνιση διατομής από τρισδιάστατη σάρωση οδού (Μαυρομάτης, Παγούνης, Παλάσκας & Μαρούδας, 2009).....	23
Εικόνα 3.1 : Διατιθέμενο ΜΟΣ.....	31
Εικόνα 3.2 : Επάρκεια ορατότητας σε σχέση με το Απαιτούμενο ΜΟΣ (Required stopping distance) και το Διατιθέμενο ΜΟΣ (Sight Distance).....	31
Εικόνα 3.3 : Στοιχεία ελέγχου ορατότητας από τον πλευρικό ελεύθερο οπτικών εμποδίων χώρο	32
Εικόνα 3.4 : Χαρακτηριστικά τμήματα μιας τυπικής διατομής.....	35
Εικόνα 3.5 : Λεπτομέρεια διατομής διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	36
Εικόνα 3.6 : Λεπτομέρειες της διαμόρφωσης της διατομής διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	36
Εικόνα 3.7 : Λεπτομέρεια αμφίπλευρου στηθαίου ασφαλείας από σκυρόδεμα.....	37
Εικόνα 4.1 : Σύμπτωση σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή.....	45
Εικόνα 4.2 : Ευχάριστη προοπτική εικόνας που επιτυγχάνεται με τη σύμπτωση των σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή	46

Εικόνα 4.3 : Περιβάλλον λειτουργίας του λογισμικού ‘FM12’	50
Εικόνα 4.4 : Υπόμνημα του γραφήματος της ορατότητας από το ‘FM12’	53

Σχήματα

Σχήμα 1.1 : Σχηματική απεικόνιση των σταδίων της Διπλωματικής Εργασίας	12
Σχήμα 3.1 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β.....	30
Σχήμα 3.2 : Απαιτούμενο ΜΟΣ σε υγρό οδόστρωμα οδών ομάδας Α και Β.....	33
Σχήμα 3.3 : Σχέση ΜΟΣ με πλάτος ελεύθερου χώρου Μ.....	34
Σχήμα 4.1 : Παράδειγμα οριζοντιογραφικής χάραξης της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές.....	47
Σχήμα 4.2 : Παράδειγμα μηκοτομής της οδού που χρησιμοποιήθηκε στις δοκιμές ...	47
Σχήμα 5.1 : Παράδειγμα επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας.....	60
Σχήμα 5.2 : Λεπτομέρεια του παραδείγματος επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας	60
Σχήμα 5.3 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	64
Σχήμα 5.4 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων.....	64
Σχήμα 5.5 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	65
Σχήμα 5.6 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	66
Σχήμα 5.7 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	67

Σχήμα 5.8 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	67
Σχήμα 5.10 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα.....	70
Σχήμα 5.9 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	70
Σχήμα 5.11 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	71
Σχήμα 5.12 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα.....	72
Σχήμα 5.13 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	73
Σχήμα 5.14 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	73
Σχήμα 5.15 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	75
Σχήμα 5.16 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	76
Σχήμα 5.17 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	76
Σχήμα 5.18 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	78
Σχήμα 5.19 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	78

Σχήμα 5.20 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	79
Σχήμα Π1.1 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	96
Σχήμα Π1.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	96
Σχήμα Π1.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	97
Σχήμα Π1.4 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	97
Σχήμα Π1.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	98
Σχήμα Π1.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	98
Σχήμα Π1.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	99
Σχήμα Π1.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	99
Σχήμα Π1.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	99

Σχήμα Π1.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	100
Σχήμα Π1.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	100
Σχήμα Π1.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	101
Σχήμα Π1.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	101
Σχήμα Π1.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	102
Σχήμα Π1.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	102
Σχήμα Π1.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	103
Σχήμα Π1.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	103
Σχήμα Π1.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	103
Σχήμα Π2.1 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	105

Σχήμα Π2.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	105
Σχήμα Π2.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	106
Σχήμα Π2.4 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	106
Σχήμα Π2.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	107
Σχήμα Π2.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	107
Σχήμα Π2.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	108
Σχήμα Π2.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	108
Σχήμα Π2.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	108
Σχήμα Π2.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	109
Σχήμα Π2.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	109

Σχήμα Π2.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	110
Σχήμα Π2.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	110
Σχήμα Π2.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	111
Σχήμα Π2.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	111
Σχήμα Π2.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	112
Σχήμα Π2.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	112
Σχήμα Π2.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	112
Σχήμα Π3.1 : Πεδινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	115
Σχήμα Π3.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	115
Σχήμα Π3.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	116
Σχήμα Π3.4 : Λοφώδες Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	116
Σχήμα Π3.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	117

Σχήμα Π3.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	117
Σχήμα Π3.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	118
Σχήμα Π3.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	118
Σχήμα Π3.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	118
Σχήμα Π3.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	119
Σχήμα Π3.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	119
Σχήμα Π3.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	120
Σχήμα Π3.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	120
Σχήμα Π3.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	121
Σχήμα Π3.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	121
Σχήμα Π3.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	122
Σχήμα Π3.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	122
Σχήμα Π3.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	122

Πίνακες

Πίνακας 3.1 : Συντελεστής d υπολογισμού του μήκους ορατότητας στάσης S_h	30
--	----

Πίνακας 3.2 : Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών οριζοντιογραφίας για οδούς των ομάδων Α και Β.....	39
Πίνακας 3.3 : Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις για οδούς των ομάδων Α και Β.....	39
Πίνακας 3.4 : Οριακές τιμές ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής για οδούς των ομάδων Α και Β.....	40
Πίνακας 4.1 : Χαρακτηριστικά της οδού - Γενικά.....	48
Πίνακας 4.2 : Χαρακτηριστικά της οδού - Διατομές.....	48
Πίνακας 4.3 : Χαρακτηριστικά της οδού - Ορατότητα.....	49
Πίνακας 5.1 : ‘Παράμετροι’ από το λογισμικό ‘FM12’.....	57
Πίνακας 5.2 : ‘Κορυφές’ από το λογισμικό ‘FM12’	58
Πίνακας 5.3 : ‘Πλάτη’ από το λογισμικό ‘FM12’	59
Πίνακας 5.4 : ‘Επικλήσεις’ από το λογισμικό ‘FM12’.....	59
Πίνακας 5.5 : ‘Σημαίες’ από το λογισμικό ‘FM12’.....	59
Πίνακας 5.6 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	63
Πίνακας 5.7 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	66
Πίνακας 5.8 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	69
Πίνακας 5.9 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	72
Πίνακας 5.10 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	75
Πίνακας 5.11 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	77

Πίνακας 6.1 : 80km/h - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	85
Πίνακας 6.2 : 80km/h - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυρτής καμπύλης μηκοτομής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα.....	87
Πίνακας Π1.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	96
Πίνακας Π1.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	97
Πίνακας Π1.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	98
Πίνακας Π1.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	100
Πίνακας Π1.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	101
Πίνακας Π1.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων	102
Πίνακας Π2.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	105
Πίνακας Π2.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	106

Πίνακας Π2.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	107
Πίνακας Π2.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	109
Πίνακας Π2.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	110
Πίνακας Π2.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα	111
Πίνακας Π3.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	115
Πίνακας Π3.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	116
Πίνακας Π3.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	117
Πίνακας Π3.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	119
Πίνακας Π3.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα	120
Πίνακας Π3.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα.....	121

Εισαγωγή

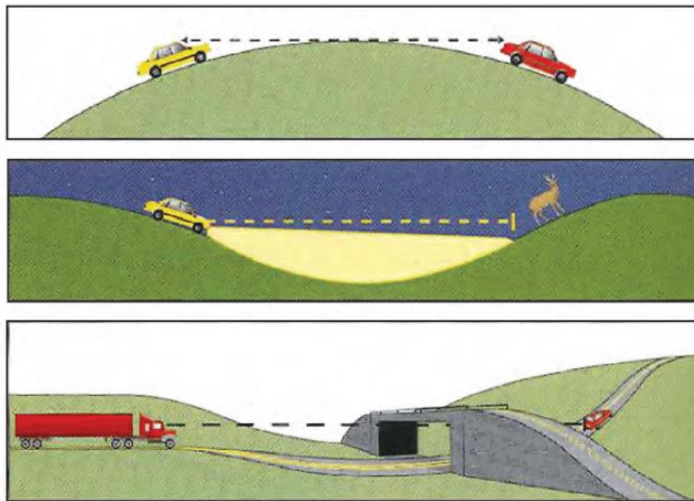
1.1	ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ)	3
1.1.1	Γενικά.....	3
1.1.2	Μήκος Ορατότητας για Στάση S_h	4
1.1.3	Επάρκεια Ορατότητας για Στάση	5
1.1.4	Διερεύνηση Επάρκειας ΜΟΣ.....	6
1.1.5	Τρισδιάστατη Οπτικοποίηση της Οδού	8
1.1.6	Σύνοψη.....	8
1.2	ΣΤΟΧΟΙ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
1.3	ΣΤΑΔΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	10
1.4	ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	13

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 (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).

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



Εικόνα 1.1 : Παρεμποδίσεις ορατότητας

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 ελαχίστων 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 κόπωση του και να διαθέτει ανεπαρκή χρόνο προκειμένου να προσαρμοστεί η συμπεριφορά τους στις εκάστοτε καταστάσεις, αυξάνοντας έτσι τις πιθανότητές του να εμπλακεί σε ατύχημα (Altamira & Moreno 2010).

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.).

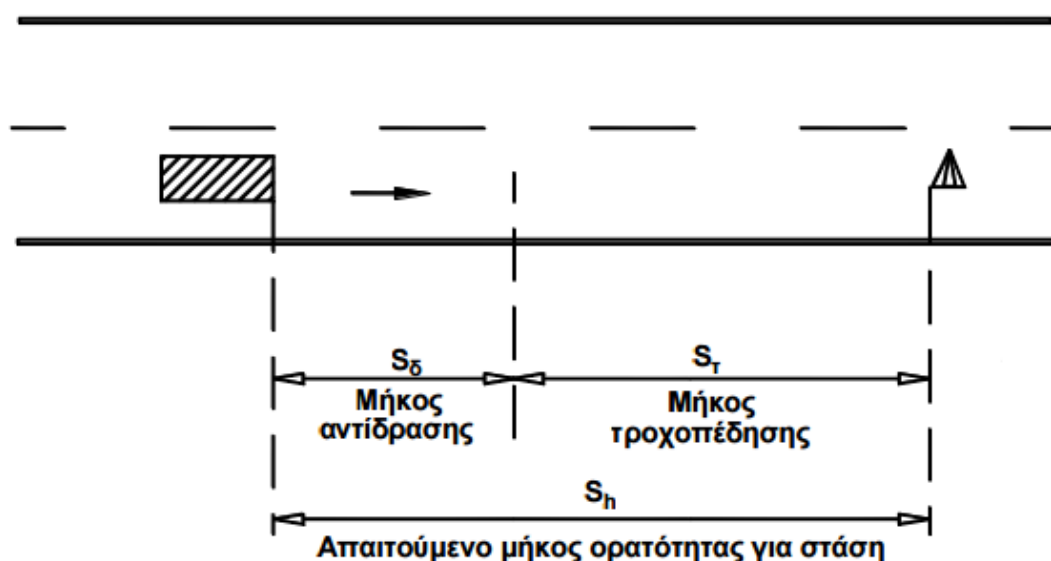
1.1.2 Μήκος Ορατότητας για Στάση S_h

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 του 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 του οχήματος (Σημειώσεις Οδοποιίας Ι, 2015).



Εικόνα 1.2 : Απαιτούμενο Μήκος Ορατότητας για Στάση

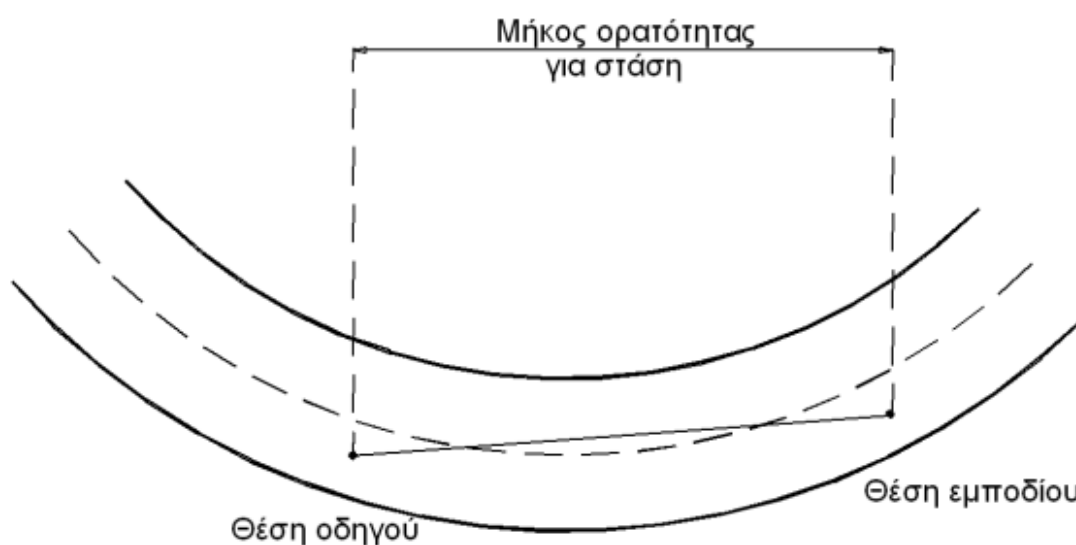
1.1.3 Επάρκεια Ορατότητας για Στάση

Για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη επάρκεια των ελαχίστων μηκών ορατότητας για στάση, είναι αναγκαίος ο υπολογισμός του Διατιθέμενου 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 παράδιο χώρο (όπως πινακίδες, πρανή, νησίδες, κλπ.) (Σημειώσεις Οδοποιίας Ι, 2015).

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) (ΟΜΟΕ-Χ, 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 του Διατιθέμενου ΜΟΣ

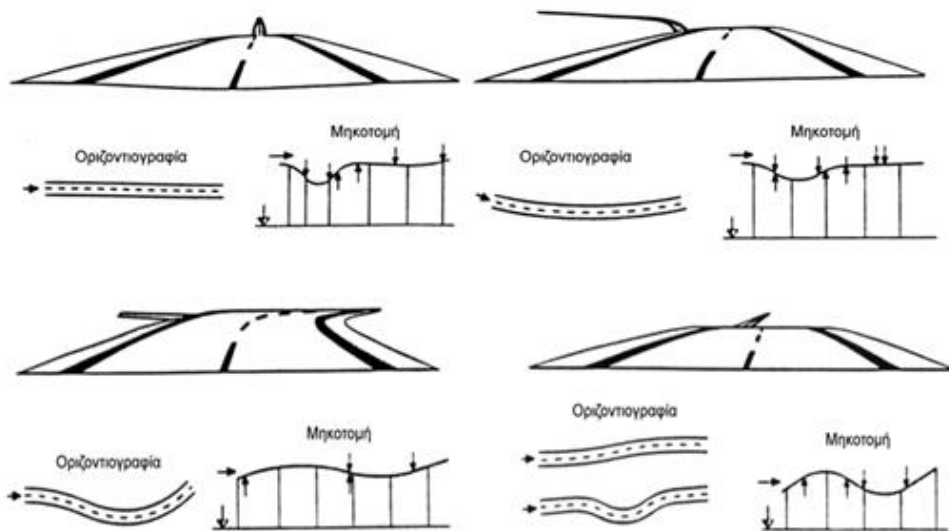
1.1.4 Διερεύνηση Επάρκειας ΜΟΣ

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 II, Μάρτιος 2016)

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 περισσότερων οδηγιών σχεδιασμού οδών, όπως των αμερικάνικων (AASHTO, 2011), των γερμανικών (RAA, 2008) και των ελληνικών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) εφαρμόζεται το πρότυπο των δύο διαστάσεων.

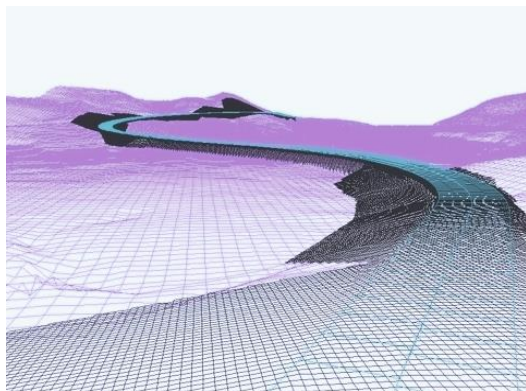
Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων ο δισδιάστατος έλεγχος είναι επαρκής, όμως το τρισδιάστατο πρότυπο παρέχει μία σαφέστερη εικόνα σε περιπτώσεις στις οποίες η χάραξη της οδού παραπλανεί τον οδηγό και δημιουργούνται οφθαλμαπάτες. Στην εικόνα 1.4 παρουσιάζονται χαρακτηριστικά παραδείγματα δυσμενών χαράξεων, 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



Εικόνα 1.5 : Τρισδιάστατο Μοντέλο οδού

Τρισδιάστατο Μοντέλο Έργου. Στην εικόνα 1.5 παρουσιάζεται, ενδεικτικά, η απεικόνιση οδού μέσω τρισδιάστατου μοντέλου.

Η οπτικοποίηση της οδού προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες στους μελετητές προκειμένου να διαθέτουν πλήρη και ακριβή εικόνα σε υφιστάμενα ή μελλοντικά έργα, ούτως ώστε να προσαμώσουν 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 καμπυλών της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001), προσφέρουν επαρκές Μήκος Ορατότητας για Στάση όταν συνυπάρχει η οριζοντιογραφική καμπύλη και η καμπύλη μηκοτομής στη χάραξη της οδού καθώς και η ταυτόχρονη εφαρμογή των ελαχίστων ακτίνων.

Η διερεύνηση στα ζητήματα της ορατότητας πραγματοποιείται μέσω της τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού στον υπολογιστή και ελέγχονται οι ελάχιστες προτεινόμενες ακτίνες στην οριζοντιογραφική καμπύλη και στην κυρτή καμπύλη μηκοτομής, για ένα εύρος διαφορετικών ταχυτήτων. Το τρισδιάστατο πρότυπο ελέγχου είναι ο καταλληλότερος τρόπος προκειμένου να καλυφθεί οποιαδήποτε πιθανότητα δημιουργίας δυσμενών χαραξέων 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 της αριστερής στροφής συνδυασμένης με κυρτή καμπύλη μηκοτομής εφαρμόζοντας ταυτόχρονα τις ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών στην οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή σε διαχωρισμένες οδούς καθώς και σε οδούς ενιαίου οδοστρώματος.

Τέλος, προσδιορίζονται οι κατάλληλες οριακές τιμές των ακτίνων των κυκλικών τόξων και προτείνεται η προσαρμογή τους, στην περίπτωση που αυτές δεν 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 όπου παρατηρείται επαλληλία οριζοντιογραφικής καμπύλης και καμπύλης μηκοτομής 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.

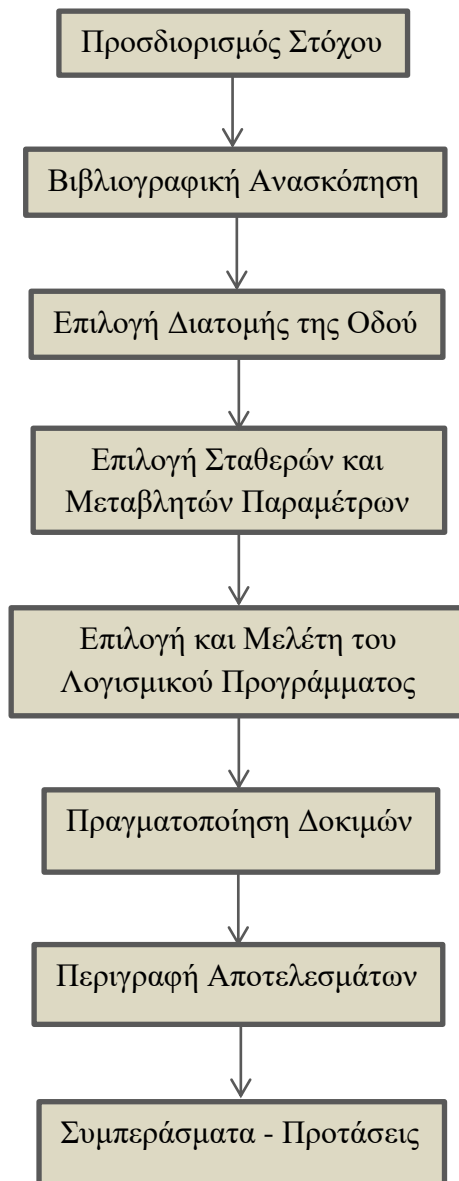
Έπειτα, καθορίστηκαν οι σταθερές και οι μεταβλητές παράμετροι που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και οι διατομές των οδών που θα εξεταστούν. Σε πρώτο στάδιο μελετήθηκαν οι οδοί διαχωρισμένων επιφανειών κυκλοφορίας με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων και με αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα, ενώ στη συνέχεια οι οδοί ενιαίας επιφάνειας κυκλοφορίας. Επίσης, λόγω του έντονου γεωγραφικού ανάγλυφου της Ελλάδας, εξετάστηκαν οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις της οδού για πεδινά, λοφώδη και ορεινά εδάφη. Σε όλες τις περιπτώσεις ελέγχθηκαν οι διαφορετικές προτεινόμενες τιμές των ταχυτήτων, προκειμένου να καλυφθούν όλες οι περιπτώσεις οδηγών.

Στο επόμενο στάδιο, μελετήθηκε η λειτουργία του λογισμικού που επιλέχθηκε για την τρισδιάστατη οπτικοποίηση της οδού (FM12) καθώς και το λογισμικό για την σχεδίαση των χαρακτηριστικών της οδού (AutoCAD 2015). 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 προτεινόμενα μεγέθη των ΟΜΟΕ-Χ και στις περιπτώσεις στις οποίες δεν επαρκούσαν προσαρμόστηκαν οι οριακές τιμές των ακτίνων. Με τα αποτελέσματα αυτά μορφώθηκαν διαγράμματα και εξήχθησαν μεταβλητές προσαρμογής των υπάρχουσών τιμών. 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 του θεωρητικού υποβάθρου της Διπλωματικής Εργασίας. Αρχικά, παρουσιάζεται ο ολοκληρωμένος τρόπος υπολογισμού του ΜΟΣ και περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των διατομών που επιλέχθηκαν και εξετάστηκαν. Σε αυτό το κεφάλαιο περιλαμβάνονται και οι προτεινόμενες τιμές των ΟΜΟΕ-Χ για την ελάχιστη ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, την οριακή τιμή της κυρτής ακτίνας και τις επιτρεπόμενες μέγιστες κατά μήκος κλίσεις της μηκοτομής.

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 τρεις διαφορετικές διατομές και συνεχίζεται με την περιεκτική ανάλυση του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την τρισδιάστατη απεικόνιση της οδού, του 'FM12'.

Το πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εφαρμογή των δοκιμών, καθώς και τα αποτελέσματα αυτών σε αναλυτικούς πίνακες και διαγράμματα. Φάνηκε σκόπιμος ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων ανάλογα με το είδος της διατομής και την ελάχιστη τιμή της ακτίνας που εξετάστηκε την κάθε φορά. Τέλος, συνοψίζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα και αναφέρεται η παρουσίαση ξεχωριστών πινάκων και διαγραμμάτων στο Παράρτημα.

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.

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1	ΓΕΝΙΚΑ	19
2.2	ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΕΡΕΥΝΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2.3	ΣΥΝΟΨΗ – ΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	25

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.

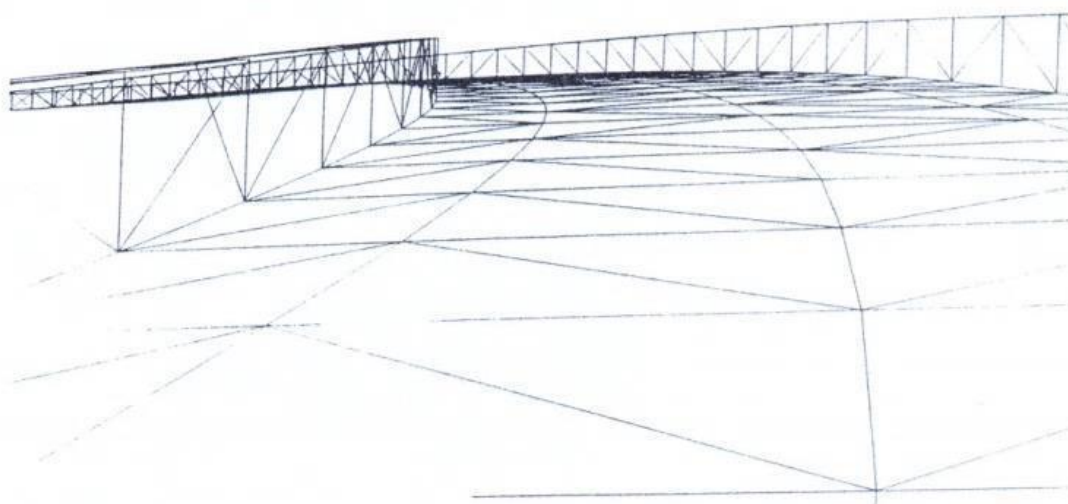
Όπως έχει προαναφερθεί, η επάρκεια του ΜΟΣ σε όλο το μήκος μίας οδού αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την ασφάλεια των οδηγών, επομένως χρήζει εκτεταμένης έρευνας ο προσδιορισμός και του Απαιτούμενου ΜΟΣ, αλλά και του διατιθέμενου ΜΟΣ. Για το λόγο αυτό, αναγκαία είναι η βιβλιογραφική ανάλυση των μεθόδων 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 χώρο) 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

Τέλος, πρόσφατα έχουν δημοσιευθεί και έρευνες οι οποίες αφορούν την επιρροή του κεντρικού στηθαίου ασφαλείας στα διατιθέμενα ΜΟΣ, καθώς και μελέτες που διερευνούν τις περιοχές επαλληλίας των καμπυλών οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. 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 δημιούργησε προοπτικές απόψεις του τρισδιάστατου προσομοιώματος της οδού από οποιαδήποτε θέση της (Εικόνα 2.1). Οι διαφορετικές όψεις που παράγονται επιτρέπουν τον καθορισμό των παρεμποδίσεων που εμφανίζονται στη γραμμή ορατότητας του οδηγού.

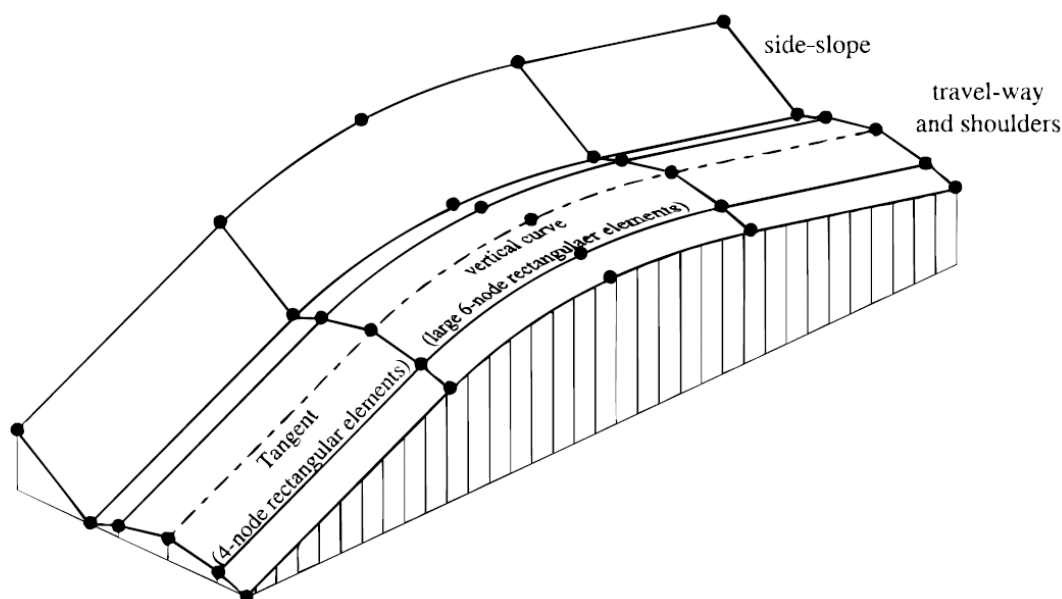


Εικόνα 2.1 : Προοπτική άποψη της οδού από τη θέση του οδηγού (Sanchez, 1994)

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

τριδιάστατο 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 al. (1996) ανέπτυξαν μια αναλυτική μέθοδο για τον τριδιάστατο προσδιορισμό του διατιθέμενου ΜΟΣ, με το συνδυασμό στοιχείων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής. Στη μέθοδό τους γίνεται χρήση πεπερασμένων στοιχείων καμπύλης μορφής, τα οποία αναπαριστούν τα διάφορα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της οδού και των εμποδίων που περιορίζουν την ορατότητα (Εικόνα 2.2). 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.



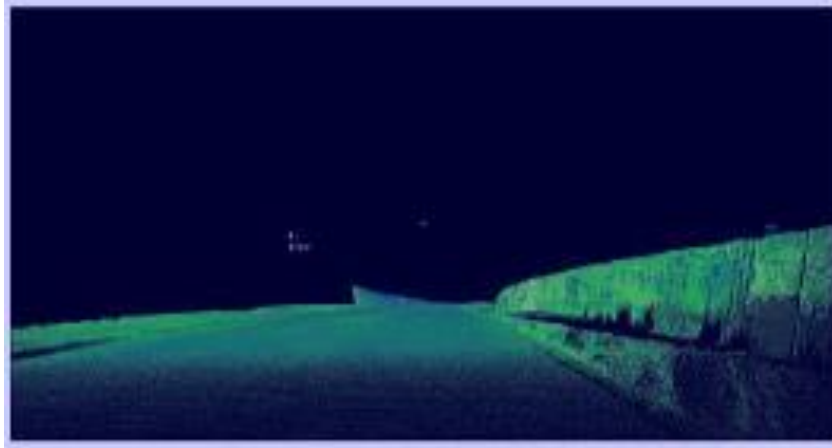
*Εικόνα 2.2 : Αναπαράσταση κυρτής καμπύλης μηκοτομής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων
(Hassan, Easa & Abd El Halim, 1996)*

Σύμφωνα με την πρώτη τους μέθοδο το μοντέλο επεκτάθηκε από τους συγγραφείς (Hassan et al. (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 al. (2009) παρουσιάστηκε μία μέθοδος 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, 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 (Εικόνα 2.3). 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 al. (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 μεθόδός 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 al. (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 al. (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 Jha et al. (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 συνεπιβλέπων της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, 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.

Τέλος, σε καμία από αυτές τις προσεγγίσεις δεν έχει εξακριβωθεί η επάρκεια που προσφέρουν οι ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) σε ζητήματα ορατότητας, για περιπτώσεις ταυτόχρονης συνύπαρξης οριζοντιογραφικής καμπύλης και καμπύλης μηκοτομής εφαρμόζοντας τις ελάχιστες ακτίνες και στις δύο καμπύλες, χρησιμοποιώντας ένα ολοκληρωμένο λογισμικό τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

3.1	ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) S_h	29
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ	35
3.2.1	Γενικά.....	35
3.2.2	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Σηθαίο Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων	35
3.2.3	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Σηθαίο Ασφαλείας από Σκυρόδεμα	37
3.2.3	Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας	37
3.3	ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΞΗΣ	38
3.3.1	Γενικά.....	38
3.3.2	Κυκλικό Τόξο Οριζοντιογραφίας	38
3.3.3	Κατά Μήκος Κλίση στη Μηκοτομή	39
3.3.4	Κυρτή Κατακόρυφη Καμπύλη Συναρμογής.....	40

3.1 ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΣΤΑΣΗ (ΜΟΣ) S_h

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 Μήκος Ορατότητας για Στάση (ΜΟΣ) S_h υπολογίζεται από τους τύπους που ακολουθούν:

$$S_h = S_1 + S_2$$

$$S_1 = (V_{85}/3.6) \cdot t_r$$

$$S_2 = (V_{85}/3.6)^2 / [2 \cdot (d + g \cdot s/10)]$$

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 [s] = χρόνος αντίληψης-αντίδρασης (2 δευτερόλεπτα)

g [m/s²] = επιτάχυνση βαρύτητας

d [m/s²] = συντελεστής εξαρτώμενος από την ταχύτητα (η τιμή του λαμβάνεται από τον Πίνακα 3-1)

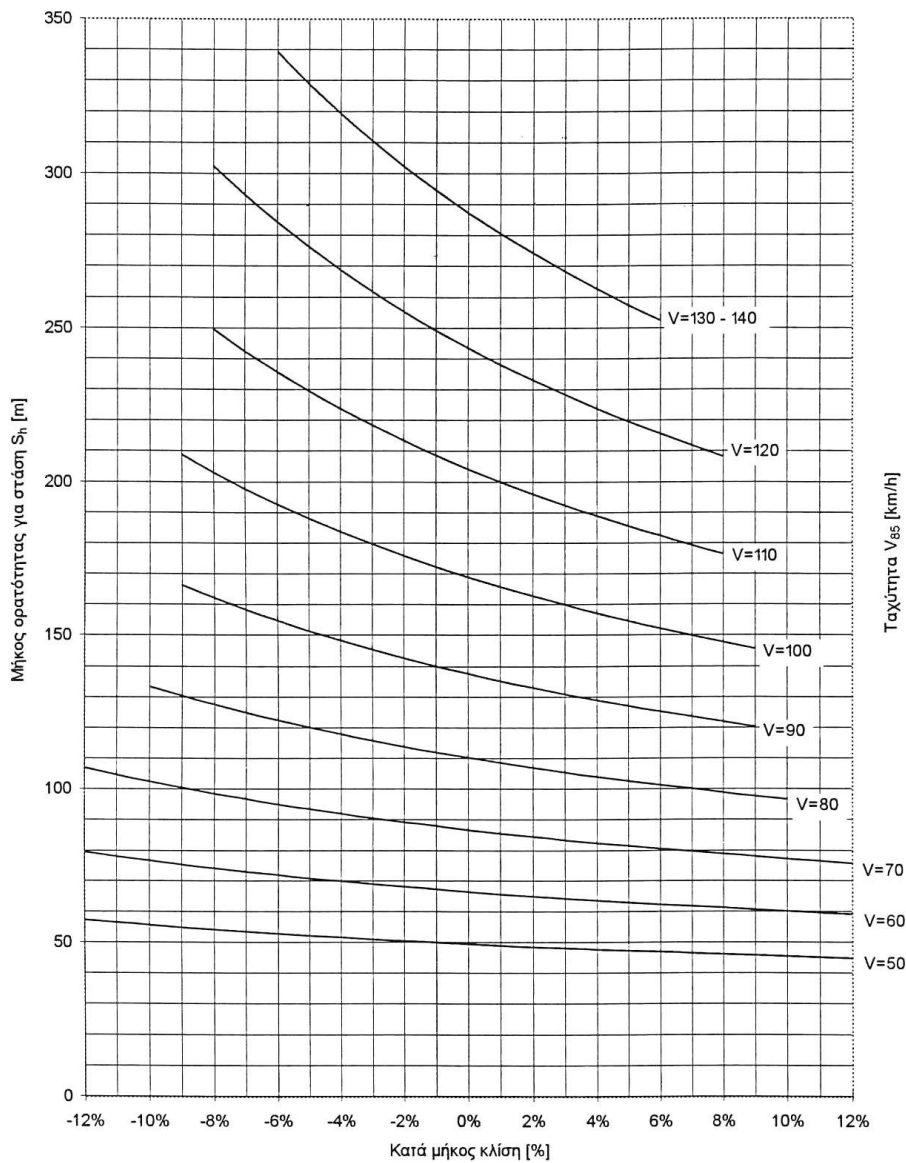
s [%] = κατά μήκος κλίση

[θετική (+) : ανωφέρεια,
αρνητική (-) : κατωφέρεια]

V_{85}	[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

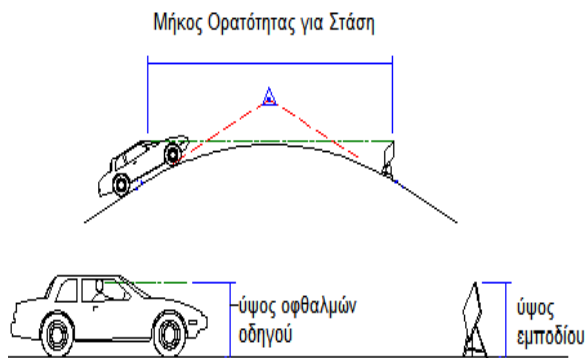
Πίνακας 3.1 : Συντελεστής d υπολογισμού του μήκους ορατότητας στάσης S_h

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



Σχήμα 3.1 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β

Όπως προαναφέρθηκε το Διατιθέμενο ΜΟΣ περιγράφεται με τη βοήθεια της οριακής οπτικής ακτίνας μεταξύ οφθαλμού οδηγού και εμποδίου. Ανάλογα με τις οδηγίες



Εικόνα 3.1 : Διατιθέμενο ΜΟΣ

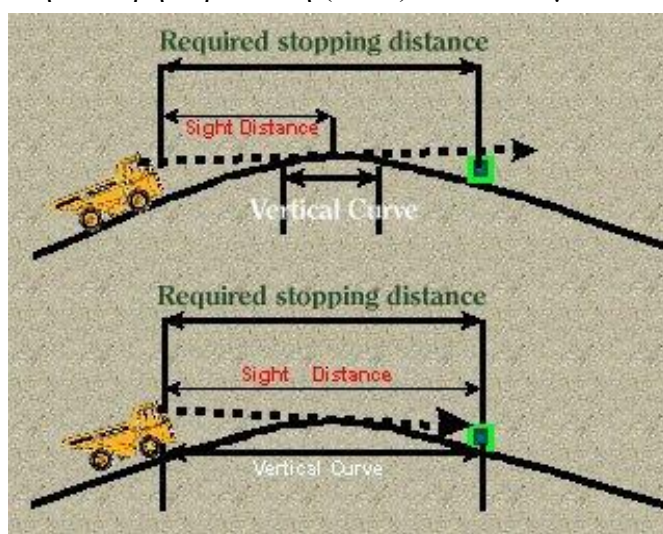
σχεδιασμού οδών διαφόρων χωρών, ορίζονται ελαφρώς διαφορετικές τιμές για το ύψος των οφθαλμών του οδηγού και το ύψος του εμποδίου. Για παράδειγμα στις αμερικάνικες οδηγίες σχεδιασμού οδών (AASHTO, 2011) το ύψος του εμποδίου θεωρείται 0.60m και το ύψος των οφθαλμών 1.08m, στους γερμανικούς

(RAA, 2008) 0.50m και 1.00m, στους ελληνικούς (ΟΜΟΕ-Χ, 2001) το ύψος του εμποδίου ορίζεται αναλόγως της V_{85} και το ύψος οφθαλμών 1.06m.

Επομένως, σύμφωνα με τα παραπάνω η επάρκεια ορατότητας της οδού εξασφαλίζεται όταν σε όλο το μήκος της ισχύει:

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

Σύμφωνα και με το παράδειγμα της εικόνας 1.4, στην πρώτη περίπτωση (πάνω) το Διατιθέμενο ΜΟΣ (Sight Distance) είναι μικρότερο του Απαιτούμενου ΜΟΣ (Required stopping distance) οπότε δεν εξασφαλίζεται η επάρκεια ορατότητας, ενώ στη δεύτερη περίπτωση (κάτω) το Διατιθέμενο ΜΟΣ (Sight Distance) είναι ίσο με το



Απαιτούμενο ΜΟΣ (Required stopping distance) οπότε η επάρκεια ορατότητας επιτυγχάνεται οριακά.

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

Επίσης, η σχέση μεταξύ της ακτίνας τόξου R για δεδομένο πλάτος M του ελευθέρου εμποδίων πλευρικού χώρου, που προσφέρει μήκος ορατότητας στάσης S_h στο μέσο της ελεγχόμενης λωρίδας κυκλοφορίας, ορίζεται από τις ακόλουθες εξισώσεις (βλ. Εικόνα 3.3):

- όταν $S_h \leq L$ $S_h = 2 \cdot R \cdot \cos^{-1} (1 - M/R)$
 ή $S_h = 2 \cdot (2 \cdot R \cdot M - M^2)^{0,5}$
 (10-4)

- όταν $S_h > L$ $S_h = 4RM/L + L/2$
 (10-5)

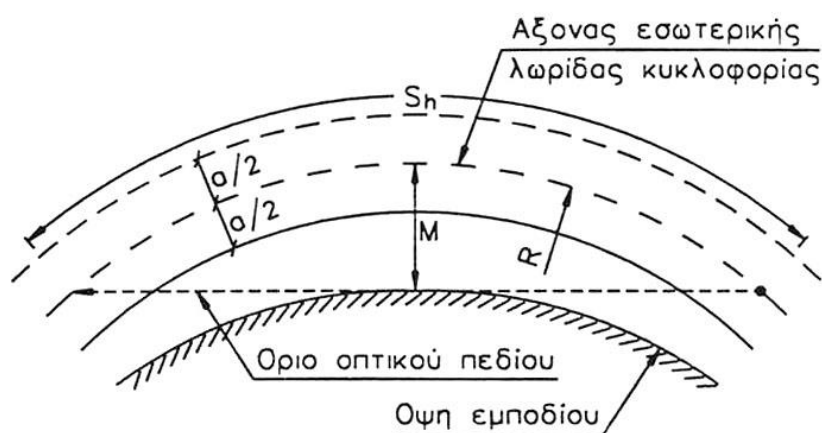
όπου:

S_h [m]: Το μήκος ορατότητας στάσης μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσο της λωρίδας κυκλοφορίας

R [m]: Η ακτίνα της καμπύλης του άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας

M [m]: Το πλάτος του ελεύθερου χώρου μετρούμενο από το μέσο της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας

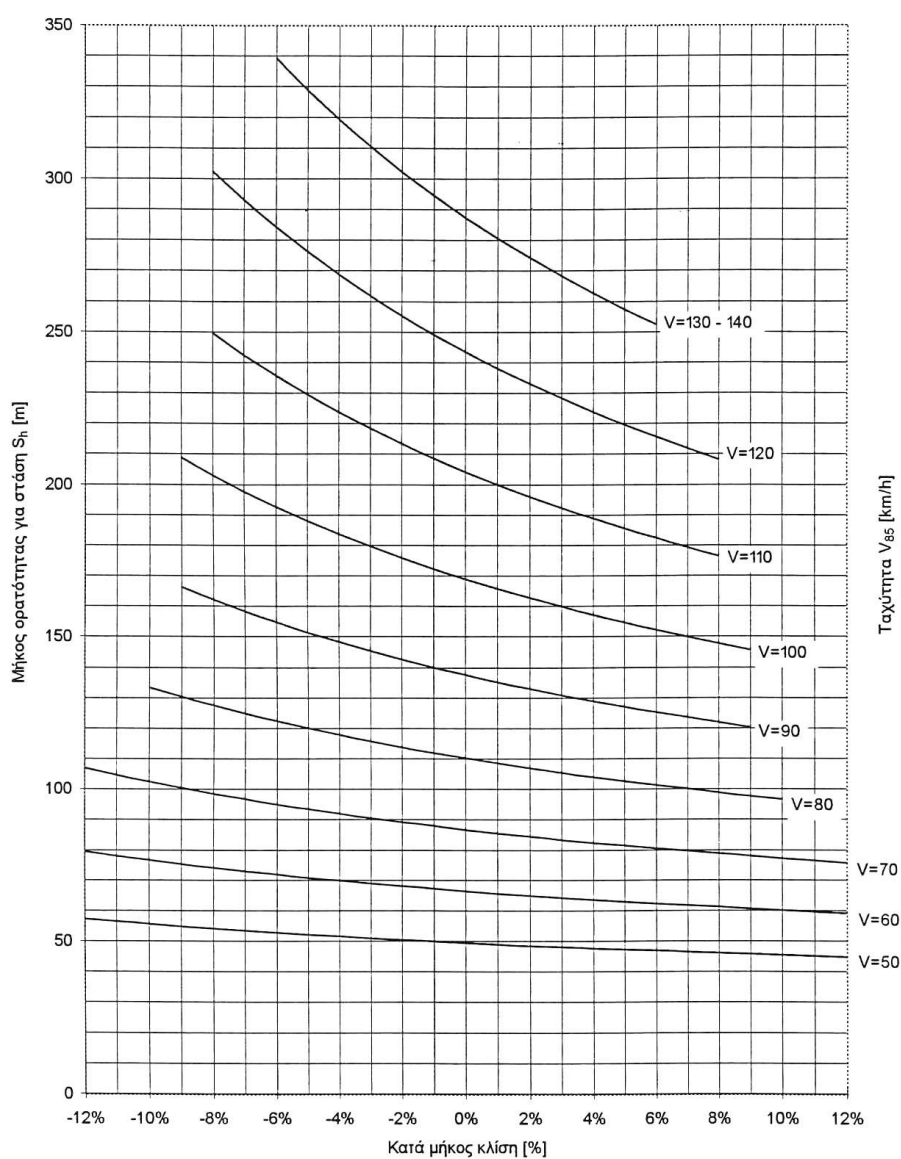
L [m]: Το μήκος της καμπύλης μετρούμενο στον άξονα της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας



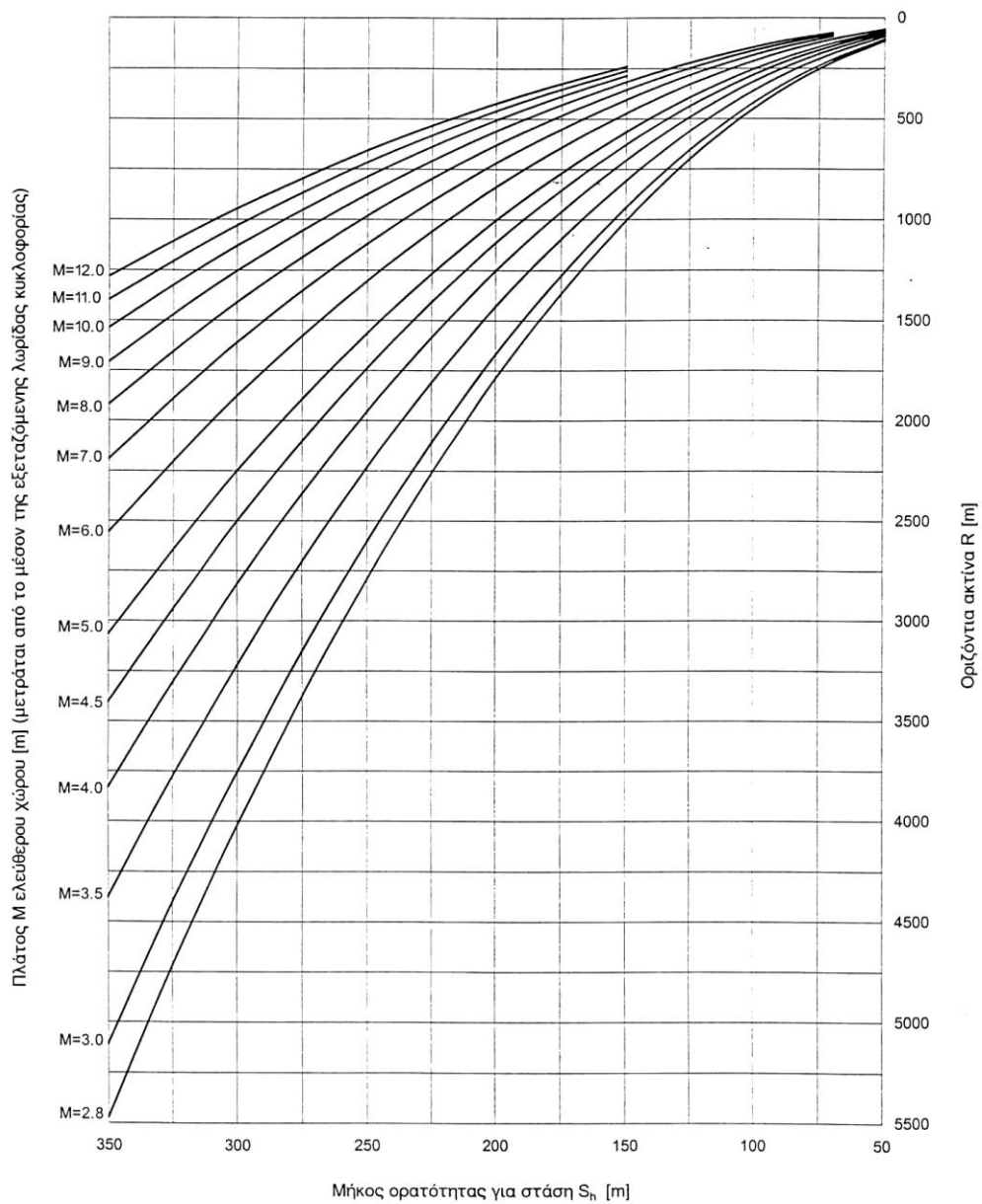
Εικόνα 3.3 : Στοιχεία ελέγχου ορατότητας από τον πλευρικό ελεύθερο οπτικών εμποδίων χώρο

Η σχέση των τριών στοιχείων S_h , R και M εκφράζεται μέσω διαγραμμάτων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιούνται ως εξής:

- α. από το διάγραμμα ορατότητας, Σχήμα 3.2, προσδιορίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h για την κατά μήκος κλίση της εξεταζόμενης θέσης με βάση την ταχύτητα V_{85}
- β. από το Σχήμα 3.3 με εισαγωγή του μήκους ορατότητας για στάση S_h που προσδιορίστηκε, ανευρίσκεται η απαιτούμενη ακτίνα R για δεδομένο πλάτος M πλευρικού ελεύθερου εμποδίων χώρου



Σχήμα 3.2 : Απαιτούμενο ΜΟΣ σε υγρό οδόστρωμα οδών ομάδας Α και Β



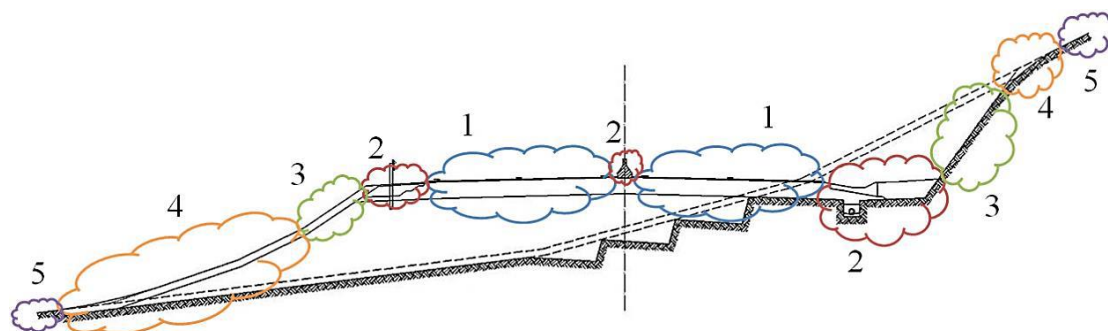
Σχήμα 3.3 : Σχέση ΜΟΣ με πλάτος ελεύθερου χώρου M

Επομένως, εφόσον έχει προσδιοριστεί η μεθοδολογία με την οποία βρίσκεται και ελέγχεται η επάρκεια του ΜΟΣ σε μία οδό, παρακάτω περιγράφεται οι παράγοντες που επιλέχθηκαν για την εφαρμογή των παραπάνω σε σύνθετο τρισδιάστατο περιβάλλον.

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 3.4): ο κυκλοφοριακός χώρος (1), οι διαμορφώσεις της οδού (2), τα πρανή (3), οι διαμορφώσεις του εδάφους (4) και το έδαφος (5).

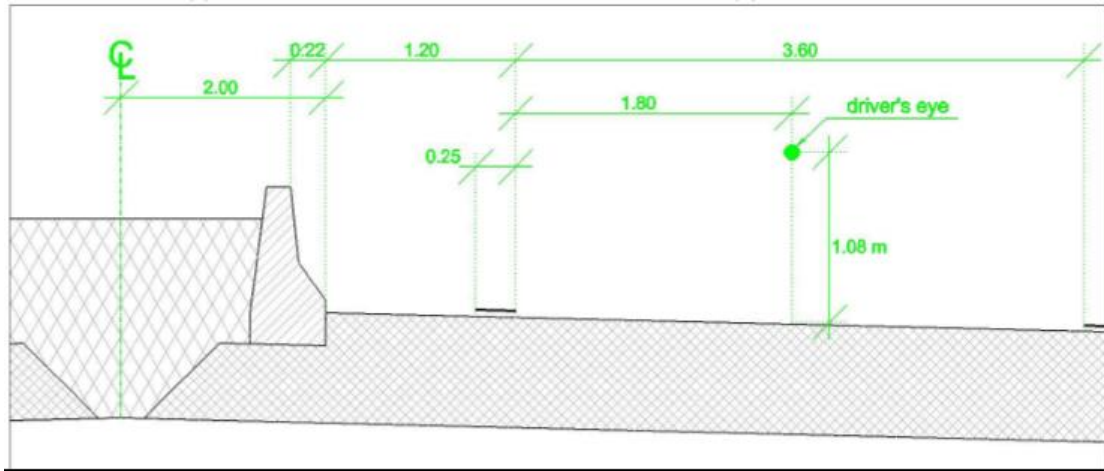


Εικόνα 3.4 : Χαρακτηριστικά τμήματα μιας τυπικής διατομής

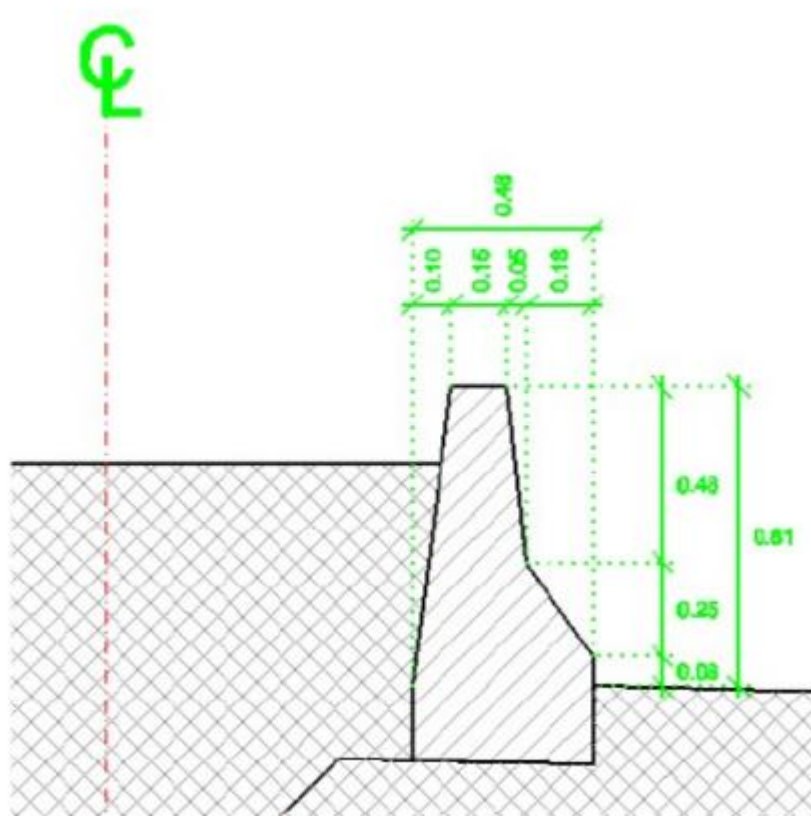
Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάζεται η αριστερή στροφή μίας οδού και επομένως τα χαρακτηριστικά τμήματα που την επηρεάζουν καθοριστικά είναι ο κυκλοφοριακός χώρος και οι διαμορφώσεις της οδού, καθώς όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η κρίσιμη λωρίδα ελέγχου είναι η αριστερή.

3.2.2 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Σηθαιίο Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων

Αρχικά εξετάστηκε οδός με οδόστρωμα διαχωρισμένης κυκλοφορίας με κεντρικό σηθαιίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, για δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση και για ταχύτητες από 60km/h έως 130km/h, αναλόγως του εδαφικού ανάγλυφου. Η διαμόρφωση και οι διαστάσεις της μεσαίας νησίδας καθώς και του κυκλοφοριακού χώρου είναι εμφανές στις εικόνες 3.5 και 3.6.



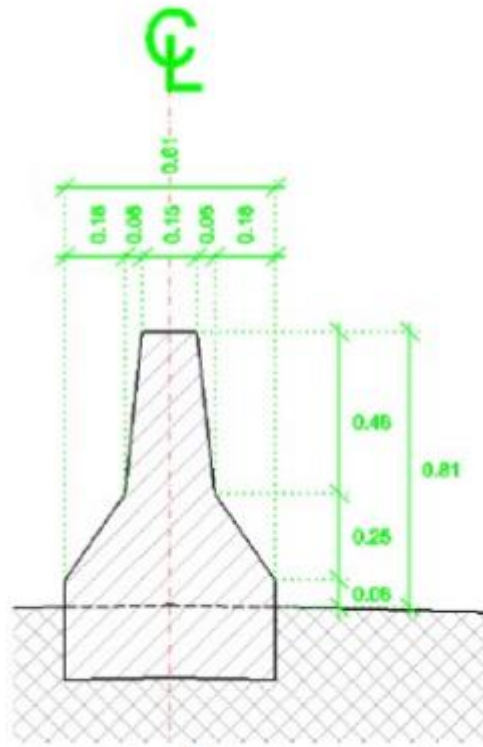
Εικόνα 3.5 : Λεπτομέρεια διατομής διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Εικόνα 3.6 : Λεπτομέρειες της διαμόρφωσης της διατομής διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

3.2.3 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Σηθαιίο Ασφαλείας από Σκυρόδεμα

Ίδιες δοκιμές πραγματοποιήθηκαν και για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα με δύο λωρίδες ανά κυκλοφορία και με αμφίπλευρο σηθαιίο ασφαλείας από σκυρόδεμα (εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 : Λεπτομέρεια αμφίπλευρου σηθαιίου ασφαλείας από σκυρόδεμα

3.2.3 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας

Οι τελικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε οδό ενιαίας κυκλοφορίας με μία λωρίδα κυκλοφορίας 4m ανά κατεύθυνση, για ταχύτητες από 50km/h έως 100km/h σε ορεινό, λοφώδες και πεδινό έδαφος σύμφωνα πάντα με τις των ΟΜΟΕ-Χ.

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 του εδάφους (πεδινό, λοφώδες ή ορεινό) (ΟΜΟΕ-Χ, 2001).

V_c [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) ^ο	$q_{min}=2,5\%$	$q_{max}=7\%$	$q_{min}=2,5\%$	$q_{max}=6\%$	$q_{min}=2,5\%$
	$n=45\%$	$n=10\%$	$n=40\%$	$n=10\%$	$n=60\%$	$n=30\%$
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 καμπλών 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 που χρησιμοποιήθηκαν.

V_c [km/h]	s_{max} [%] για τις οδούς της ομάδας			
	Α			Β (πλην ΒΙ)
	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 του Πίνακα 3.3, 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*

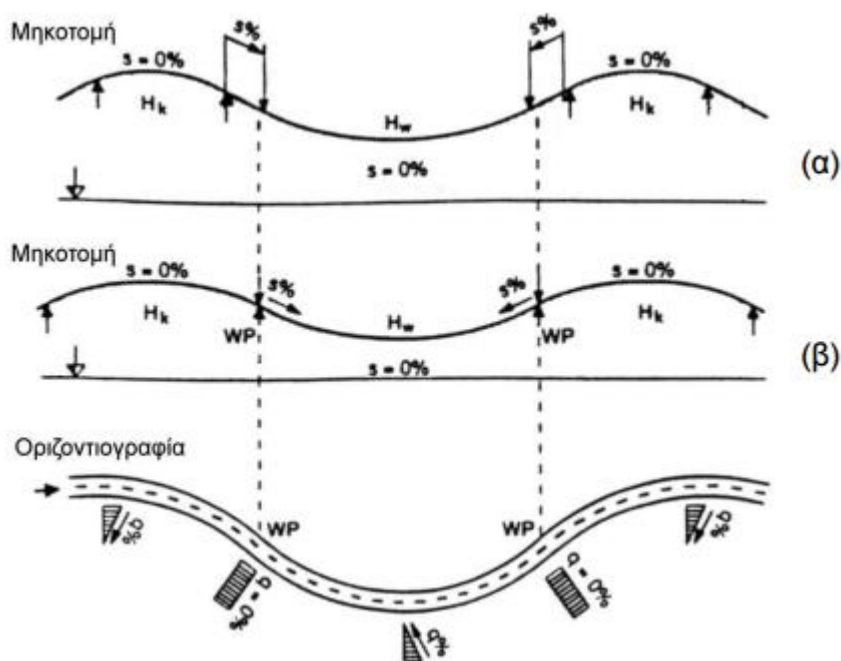
Συλλογή & Επεξεργασία Στοιχείων

4.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ	45
4.1.1	Γενικά.....	45
4.1.2	Χαρακτηριστικά της Οδού.....	46
4.2	ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ‘FM12’	50
4.2.1	Γενική Περιγραφή.....	50
4.2.2	Παρουσίαση Βασικών Λειτουργιών	51
4.2.3	Ανάλυση Ορατότητας.....	52

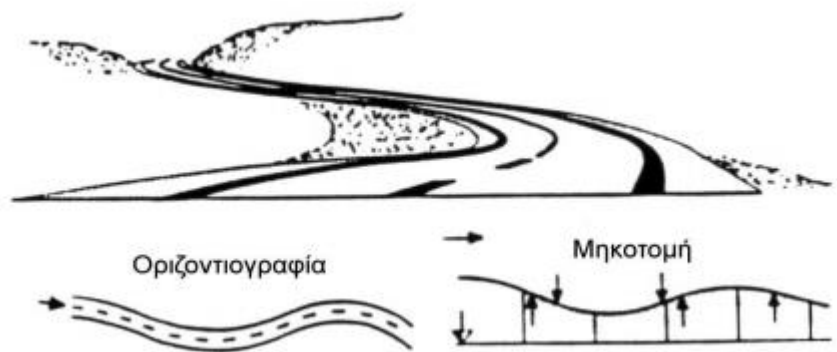
4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΟΔΟΥ

4.1.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, εξετάζεται η σύμπτωση σε μια οδό της αριστερής οριζοντιογραφικής καμπύλης με κυρτή καμπύλη μηκοτομής. 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

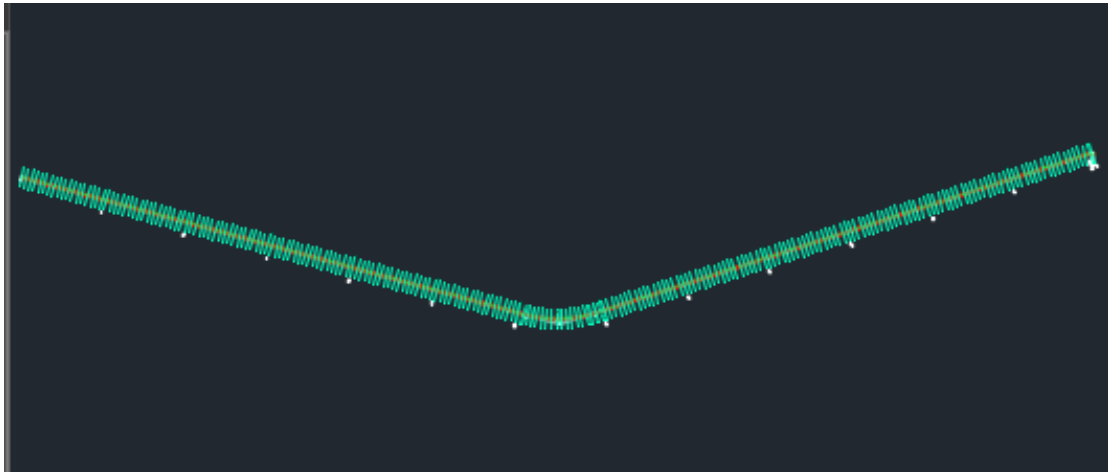


Εικόνα 4.2 : Ευχάριστη προοπτική εικόνας που επιτυγχάνεται με τη σύμπτωση των σημείων καμπής σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή

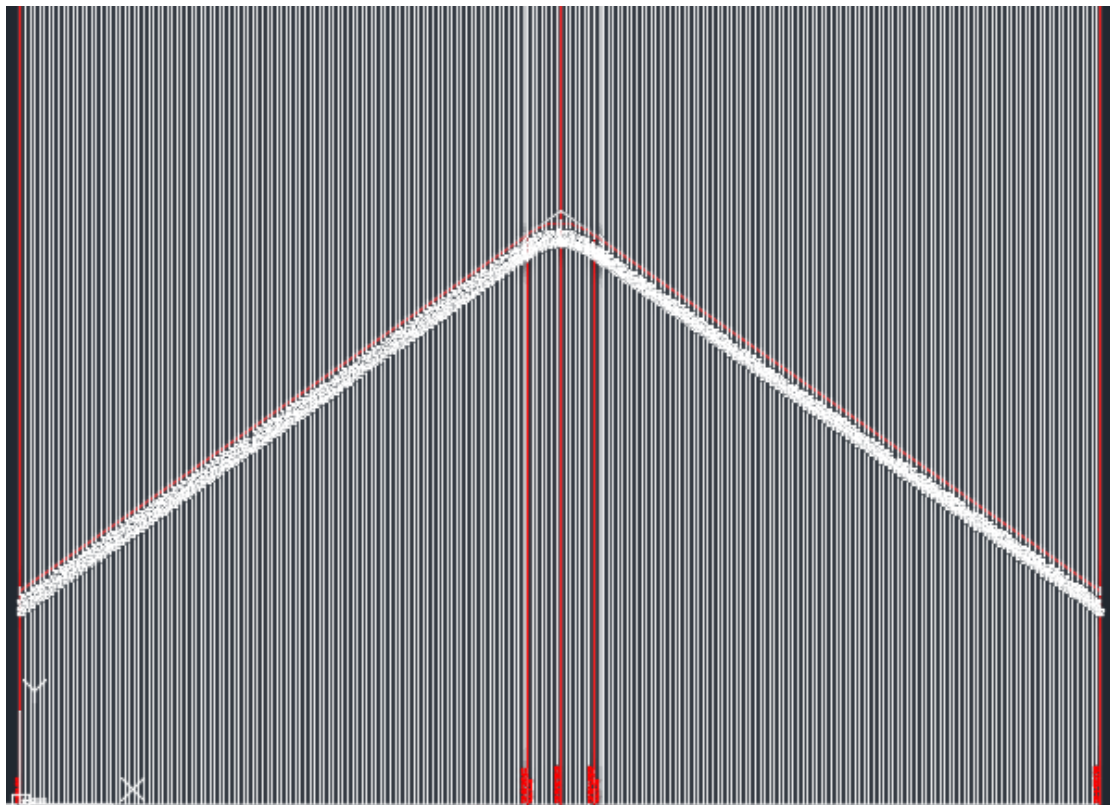
Όμως σύμφωνα με τα παραπάνω, με τις συνηθισμένες δισδιάστατες μεθόδους απεικονίσεων του δρόμου, ο έλεγχος της επάρκειας της ορατότητας σε μία οδό δεν εξασφαλίζεται σε όλες τις περιπτώσεις και γι' αυτό το λόγο θα διερευνηθεί εκ νέου με τρισδιάστατο πρότυπο ελέγχου.

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 αριστερή στροφή, όπου στο μέσο του μήκους της οδού τοποθετείται η οριζοντιογραφική καμπύλη, στη μηκοτομή επιλέγεται κυρτή καμπύλη με τις κορυφές των καμπυλών της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής να συμπίπτουν (Σχήμα 4.1 και 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 ΑΙΙΙ, ενώ το είδος του εδάφους καθώς και η ταχύτητα μελέτης V_e μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια των δοκιμών (Πίνακας 4.1).

Κατηγορία Οδού	ΑΙΙΙ
Είδος εδάφους	Πεδινό/Λοφώδες/Ορεινό
Ταχύτητα Μελέτης V_e	50-130km/h

Πίνακας 4.1 : Χαρακτηριστικά της οδού - Γενικά

Ο αριθμός των λωρίδων ανά κατεύθυνση κυκλοφορίας είναι δύο στην περίπτωση του οδοστρώματος διαχωρισμένης κυκλοφορίας και μία στην περίπτωση του οδοστρώματος ενιαίας κυκλοφορίας, το πλάτος της κάθε λωρίδας δίνεται 3,75m προσθέτοντας 0,25m πλάτος εξωτερικής λωρίδας καθοδήγησης $b = (3,75 + 0,25) = 4m$, ενώ η επίκλιση επιλέγεται να παραμένει σταθερή σε όλο το μήκος της οδού στο 2,5%, καθώς η μεταβολή της δεν έχει σημαντική επιρροή στα αποτελέσματα των δοκιμών (Πίνακας 4.2).

Αριθμός λωρίδων	2 (διαχωρισμένο) – 1 (ενιαίο)
Πλάτος λωρίδων	$(3,75 + 0,25) = 4m$
Επίκλιση	2,5%

Πίνακας 4.2 : Χαρακτηριστικά της οδού - Διατομές

Για τον προσδιορισμό του ΜΟΣ, θεωρήθηκε ότι το όχημα κινείται με ταχύτητα $V_{ox} = V_e + 30km/h$, δεδομένου ότι η υπέρβαση κατά 20km/h – 30km/h της ταχύτητας μελέτης είναι συνηθισμένη στη χώρα μας, ενώ η επιβράδυνση λόγω πέδησης θεωρήθηκε $d = 3,40m/s^2$ και ο χρόνος αντίληψης-αντίδρασης $t_r = 2,5s$. Το ύψος εμποδίου σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών ορίζεται ως η υψομετρική διαφορά του ΜΟΣ σε γωνία $(5/60)^\circ$ από την επιφάνεια του οδοστρώματος (ΟΜΟΕ-Χ 2001). Στην παρούσα έρευνα, το ύψος εμποδίου θεωρήθηκε $h_z = 0,60m$ και το ύψος οφθαλμών $h_A = 1,08m$ (Πίνακας 4.3).

Ταχύτητα οχήματος	$V_e + 30\text{km/h}$
Επιβράδυνση	$3,40\text{m/s}^2$
Χρόνος αντίδρασης	2,5s
Ύψος οφθαλμών	1,08m
Ύψος εμποδίου	0,60m

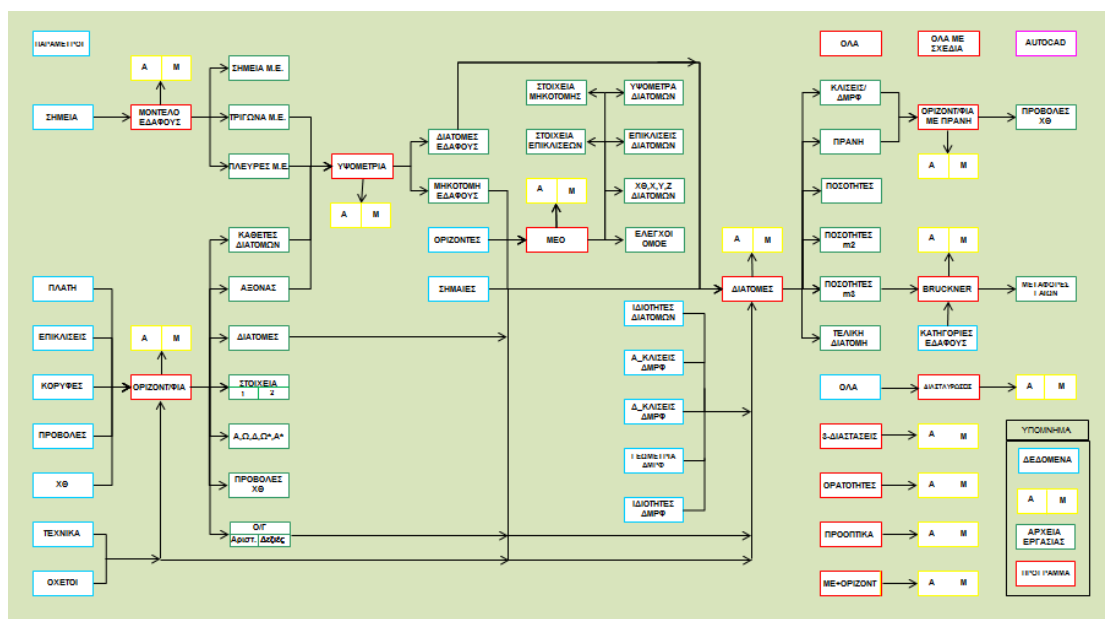
Πίνακας 4.3 : Χαρακτηριστικά της οδού - Ορατότητα

4.2 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ‘FM12’

4.2.1 Γενική Περιγραφή

Για την τρισδιάστατη απεικόνιση της οδού που μελετήθηκε και την πραγματοποίηση των απαραίτητων δοκιμών, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ‘FM12’. Το ‘FM12’ είναι ένα λογισμικό οδοποιίας που έχει αναπτυχθεί από τον συνεπιβλέποντα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, Φώτη Μερτζάνη, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής ΕΜΠ, το οποίο χρησιμοποιείται και για εκπαιδευτική χρήση στο πλαίσιο των προπτυχιακών μαθημάτων κατεύθυνσης ‘Ειδικά Κεφάλαια Οδοποιίας’ και ‘Ειδικά Θέματα Σχεδιασμού Οδών’. Οι χρήστες του προγράμματος, έχοντας στοιχειώδες γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών και βασικές γνώσεις οδοποιίας, μπορούν να μελετήσουν μία οδό και να εξάγουν τα βασικά σχέδια της. Η χρήση του ‘FM12’ δύναται να χρησιμοποιηθεί και για μελέτες σιδηροδρομικών γραμμών, καθώς και αεροδρομίων.

Το λογισμικό λειτουργεί σε περιβάλλον ‘Microsoft Excel’ (Εικόνα 4.3) στο οποίο εισάγονται τα απαραίτητα δεδομένα των χαρακτηριστικών της οδού, εκτελούνται οι απαραίτητες διεργασίες και εξάγονται αποτελέσματα και σχέδια. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων είναι διαθέσιμα μέσω της εφαρμογής ‘Notepad’ και τα σχέδια είτε μέσω του λογισμικού σχεδίασης ‘AutoCAD’ είτε μέσω του ‘MicroStation’.



Εικόνα 4.3 : Περιβάλλον λειτουργίας του λογισμικού ‘FM12’

4.2.2 Παρουσίαση Βασικών Λειτουργιών

Με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος παρέχεται η δυνατότητα χάραξης οδών σύμφωνα με τις ελληνικές (ΟΜΟΕ-Χ 2001), γερμανικές (RAA 2008), αμερικάνικες (AASHTO 2011) και αυστραλιανές (Austroads 2009) οδηγίες σχεδιασμού οδών αλλά και σύμφωνα με εξατομικευμένες ρυθμίσεις. Μέσω κατάλληλων αλγορίθμων μπορούν να εκτελεστούν όλες οι εργασίες που σχετίζονται με το γεωμετρικό σχεδιασμό οδών και πιο συγκεκριμένα ο υπολογισμός:

- i. του Μοντέλο του Εδάφους, μέσω των παρεχόμενων τριγώνων του εξεταζόμενου εδάφους
- ii. της Οριζοντιογραφίας, όπου σχεδιάζεται ο άξονας της οδού αφού έχουν καθοριστεί οι κορυφές της πολυγωνικής και τα βασικά χαρακτηριστικά των καμπυλών της οδού
- iii. της Υψομετρίας, δηλαδή δημιουργείται η μηκοτομή του εδάφους κατά μήκος της οριζοντιογραφικής χάραξης
- iv. του ΜΕΟ [Μηκοτομή, Διάγραμμα Επικλήσεων και Έλεγχοι σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)], επιλέγοντας τις σημαίες της μηκοτομής και τα χαρακτηριστικά των τόξων στρογγύλευσης των κυρτωμάτων και κοιλωμάτων, παράγεται στο ίδιο σχέδιο η μηκοτομή και το διάγραμμα επικλήσεων της οδού. Επιπλέον, πραγματοποιούνται οι απαραίτητοι έλεγχοι σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ.
- v. των Διατομών, υποδεικνύοντας τις βασικές διαστάσεις της επιθυμητής διατομής, αριθμός και πλάτος λωρίδων κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να επιλέξει το πλήθος και τα σημεία αυτών, καθώς μπορεί και να προσθέσει ειδικές κατασκευές, όπως: γέφυρα, τοίχος αντιστήριξης, κτλ.
- vi. της Οριζοντιογραφίας με Πράνη, όπου παρουσιάζεται η τελική οριζοντιογραφία της οδού με τα χαρακτηριστικά της επιθυμητής διατομής και τα ειδικά έργα.
- vii. του Bruckner, όπου πραγματοποιείται ο υπολογισμός των ποσοτήτων των χωματισμών κατά μήκος της οδού και σχεδιάζεται το Διάγραμμα Κίνησης Γαιών.
- viii. των Διασταυρώσεων, έχοντας τη δυνατότητα να προσδιορίζονται και να σχεδιάζονται τα σημεία τομής των αξόνων και οριογραμμών της οδού.

- ix. των 3-Διαστάσεων, παρέχοντας την τρισδιάστατη απεικόνιση της οδού για τη διερεύνηση της επάρκειας της σε θέματα ορατότητας
- x. των Ορατοτήτων, όπου ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγχει το απαιτούμενο σε σχέση με το διατιθέμενο μήκος ορατότητας για στάση ή προσπέραση, εφόσον έχουν εισαχθεί τα απαραίτητα δεδομένα.
- xi. των Προοπτικών, δημιουργώντας τις προοπτικές εικόνες της οδού σύμφωνα με το ψηφιακό μοντέλο της.
- xii. του Μοντέλου του Εδάφους & της Οριζοντιογραφίας με Πρανή, δίνοντας σε ένα σχέδιο το μοντέλο εδάφους και της οριζοντιογραφίας με τα πρανή.

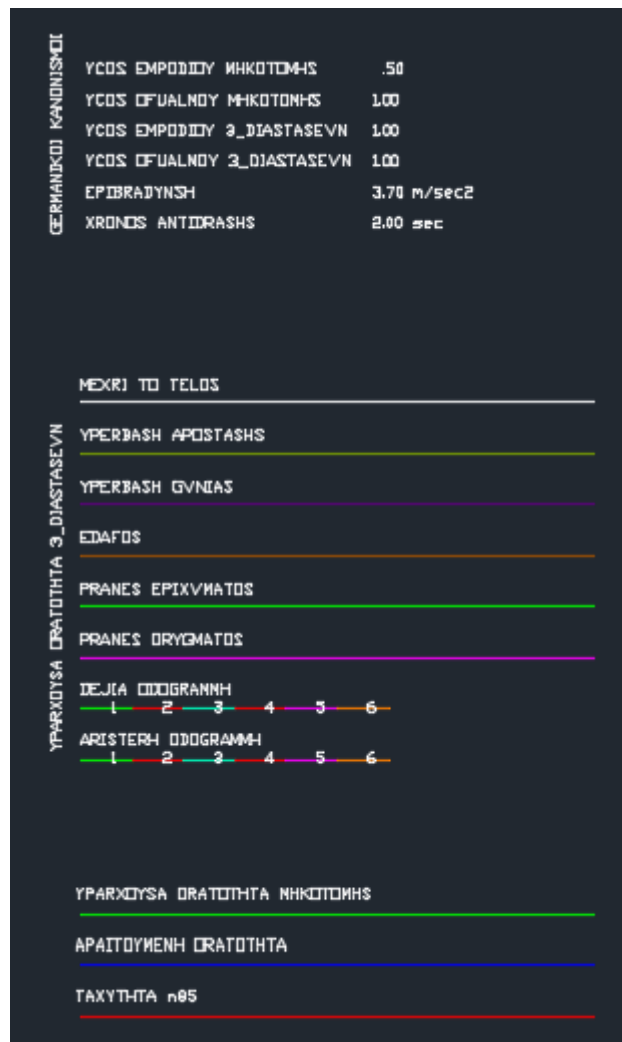
4.2.3 Ανάλυση Ορατότητας

Το λογισμικό 'FM12' παρουσιάζει στο χρήστη τη σχέση του Απαιτούμενου ΜΟΣ σε σχέση με το Διατιθέμενο σε όλο το μήκος της οδού, αφού έχει γίνει η τρισδιάστατη χάραξή της. Στον παραπάνω υπολογισμό, λαμβάνονται υπόψη τα δεδομένα που έχουν καθοριστεί από πριν, καθώς και ο συνδυασμός της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής, των επικλήσεων και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου.

Το σχέδιο που προκύπτει από την ανάλυση της ορατότητας δεν περιορίζεται μόνο στο τρισδιάστατο πρότυπο απεικόνισής της, αλλά εμφανίζει ακόμη και το Διατιθέμενο ΜΟΣ βάσει μόνο της γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής, προκειμένου ο χρήστης να έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται σε ποιές περιπτώσεις το δισδιάστατο πρότυπο είναι ανεπαρκές. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης μπορεί να εντοπίσει με ευκολία τα οδικά τμήματα που παρουσιάζουν προβλήματα. Για την καλύτερη αντίληψη του διαγράμματος ορατότητας που προκύπτει μέσω του λογισμικού 'FM12' παρουσιάζονται τα κύρια σημεία του:

- Ο οριζόντιος άξονας δηλώνει τη χιλιομέτρηση της οδού
- Ο αριστερός κάθετος άξονας δηλώνει τις τιμές του ΜΟΣ
- Ο δεξιός κάθετος άξονας δηλώνει τις τιμές των ταχυτήτων που ορίστηκαν για τον υπολογισμό του ΜΟΣ

- Στο κάτω μέρος του διαγράμματος υποδεικνύεται η μηκοτομή της οδού, καθώς και οι ευθυγραμμίες και οι καμπύλες της οριζοντιογραφίας για να εντοπίζει εύκολα ο χρήστης τη σχέση του ΜΟΣ με τη μορφή της χάραξης
- Στο αριστερό μέρος του διαγράμματος διατίθεται ένα υπόμνημα με απαραίτητες πληροφορίες, για τη διαμόρφωση ολοκληρωμένης εικόνας και ορθότερης κατανόησης του γραφήματος από το χρήστη, όπως εξηγούνται παρακάτω (εικόνα 4.4):
 - ✓ τα δεδομένα στα οποία βασίστηκαν οι υπολογισμοί του ΜΟΣ
 - ✓ η κατεύθυνση κίνησης κατά μήκος της οδού
 - ✓ το υπόμνημα που επεξηγεί τη σημασία του κάθε χρώματος



Εικόνα 4.4 : Υπόμνημα του γραφήματος της ορατότητας από το 'FM12'

Παρουσίαση Μεθοδολογίας & Εφαρμογών

5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	57
5.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	57
5.3	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	62
5.3.1	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Στηθαίο Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων.....	62
5.3.1.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	62
5.3.1.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής.....	65
5.3.2	Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Στηθαίο Ασφαλείας από Σκυρόδεμα.....	68
5.3.2.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	68
5.3.2.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής.....	71
5.3.3	Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας.....	74
5.3.3.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας.....	74
5.3.3.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής.....	77
5.4	ΣΥΝΟΨΗ.....	79

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν είναι σε οδό όπου ταυτίζεται η αριστερή στροφή στην οριζοντιογραφία με την κυρτή καμπύλη στη μηκοτομή, εφαρμόζοντας τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και τις ελάχιστες ακτίνες. Προκειμένου να γίνει μια ολοκληρωμένη έρευνα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εξετάστηκαν τρεις περιπτώσεις θεωρητικής χάραξης, όπου διαφοροποιείται το είδος της τυπικής διατομής και κυρίως η διαμόρφωση της οδού στο μέσο της. Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν και οι ελάχιστες τιμές που ελέγχθηκαν για την οριζοντιογραφική καμπύλη και την κυρτή καμπύλη μηκοτομής 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 στην εκάστοτε διατομή.

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Έχοντας καθορίσει τα κύρια χαρακτηριστικά της οδού που εξετάζεται (κεφάλαιο §4.1.2), σε πρώτη φάση μέσω του λογισμικού 'FM12' εισάχθηκαν στις 'Παραμέτρους' η ταχύτητα μελέτης, η μορφολογία του εδάφους και ο τύπος της διατομής (Πίνακας 5.1).

AII		Κατηγορία Δρόμου ΟΜΟΕ (AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK)
OREINO		Μορφολογία ΟΜΟΕ (PEDINO, LOFODES, OREINO)
EKA1B		Κατηγορία Δρόμου RAA2008 (EKA1A, EKA1B, EKA2, EKA3)
Freeway		Κατηγορία Δρόμου AASHTO - Arterial , Freeway
A		Κατηγορία Δρόμου ΚΜΕ(A,B,C,H1,H2)
	3,500	Πλάτος Λωρίδας Τύπου V85
	1	0=Μη Διαχωρισμένος, 1=Διαχωρισμένος
	0	0=Μη Κρασπεδωμένος, 1=Κρασπεδωμένος

Πίνακας 5.1 : 'Παράμετροι' από το λογισμικό 'FM12'

Στη συνέχεια, έχοντας καθορίσει το ίδιο μοντέλο εδάφους για όλες τις δοκιμές, επιλέγονται οι κορυφές της οριζοντιογραφίας. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι τρεις, καθώς η οδός που μελετάται απαρτίζεται μόνο από μία αριστερόστροφη καμπύλη. Το X και το Y δεν παραμένουν ίδια σε όλες τις δοκιμές, αφού ανάλογα την τιμή της ακτίνας της κυρτής καμπύλης είναι απαραίτητη η αλλαγή τους. Η δεύτερη κορυφή της οριζοντιογραφίας επιδιώκεται να βρίσκεται στο μέσο του συνολικού μήκους της οδού. Επίσης, ρυθμίζεται η τιμή της ακτίνας του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, δηλαδή είτε επιλέγεται η ελάχιστη είτε διερευνάται η ελάχιστη (Πίνακας 5.2).

Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμολής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμολής Εξόδου	Επικλίση_%	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	Διαπλάτυση	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
1	621600,0000	3900000,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	622200,0000	3902200,0000	20,000	140,000	20,000	0,000	0,000	0,000	15,556	140,000	2280,351
3	621100,0000	3904200,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2282,542
									0,000	0,000	3953295,189

Πίνακας 5.2 : ‘Κορυφές’ από το λογισμικό ‘FM12’

Σύμφωνα με την εκάστοτε περίπτωση, προσδιορίζονται οι απαραίτητες οδογραμμές, το πλήθος τους, το πλάτος τους και οι επικλίσεις τους, για να διαμορφώνεται η επιθυμητή διατομή και να είναι πραγματοποιήσιμος ο έλεγχος επάρκειας του ΜΟΣ στο μέσο της αριστερής λωρίδας (Πίνακας 5.3 και 5.4).

Οδογραμμή	ΧΘ	Πλάτος
-1	0,000	0,075
-1	4452,170	0,075
-2	0,000	0,240
-2	4452,170	0,240
-3	0,000	1,200
-3	4452,170	1,200
-4	0,000	1,800
-4	4452,170	1,800
-5	0,000	1,800
-5	4452,170	1,800
-6	0,000	6,600
-6	4452,170	6,600
1	0,000	0,075
1	4452,170	0,075
2	0,000	0,240
2	4452,170	0,240
3	0,000	1,200
3	4452,170	1,200
4	0,000	1,800
4	4452,170	1,800
5	0,000	1,800
5	4452,170	1,800
6	0,000	6,600
6	4452,170	6,600

Πίνακας 5.3 : 'Πλάτη' από το λογισμικό 'FM12'

Οδογραμμή	ΧΘ	Επικλίση
-1	0,000	0,00000
-1	4452,170	0,00000
-2	0,000	337,50000
-2	4452,170	337,50000
-3	0,000	2,50000
-3	4452,170	2,50000
-4	0,000	2,50000
-4	4452,170	2,50000
-5	0,000	2,50000
-5	4452,170	2,50000
-6	0,000	2,50000
-6	4452,170	2,50000
1	0,000	0,00000
1	4452,170	0,00000
2	0,000	337,50000
2	4452,170	337,50000
3	0,000	2,50000
3	4452,170	2,50000
4	0,000	2,50000
4	4452,170	2,50000
5	0,000	2,50000
5	4452,170	2,50000
6	0,000	2,50000
6	4452,170	2,50000

Πίνακας 5.4 : 'Επικλίσεις' από το λογισμικό 'FM12'

Στο επόμενο στάδιο προσδιορίζονται οι σημαίες της μηκοτομής, οι οποίες και αυτές είναι μόνο τρεις, αφού χαράσσεται μόνο μία κυρτή καμπύλη στην υπό μελέτη χάραξη. Οι χιλιομετρικές θέσεις των σημαιών και αυτές θα διαφοροποιούνται αναλόγως των περιπτώσεων, όμως η σημαία M2 θα τοποθετείται πάντα στο μέσο του μήκους της οδού, προκειμένου να συμπίπτει με την αντίστοιχη κορυφή της οριζοντιογραφίας. Η ακτίνα της κυρτής καμπύλης, ανάλογα με τη δοκιμή θα ορίζεται ως η ελάχιστη ή θα διερευνάται η ελάχιστη επιτρεπτή (Πίνακας 5.5).

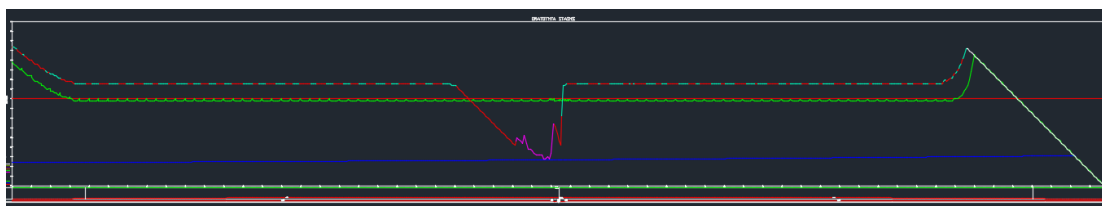
Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Κατά Μήκος Κλίση S(i,i+1)	Μήκος T	Βέλος f
M1	0,000	-56,000	0,000		0,000	
M2	2224,989	100,000	3000,000	7,011%	210,235	7,366
M3	4452,170	-56,000	0,000	-7,004%	0,000	

Πίνακας 5.5 : 'Σημαίες' από το λογισμικό 'FM12'

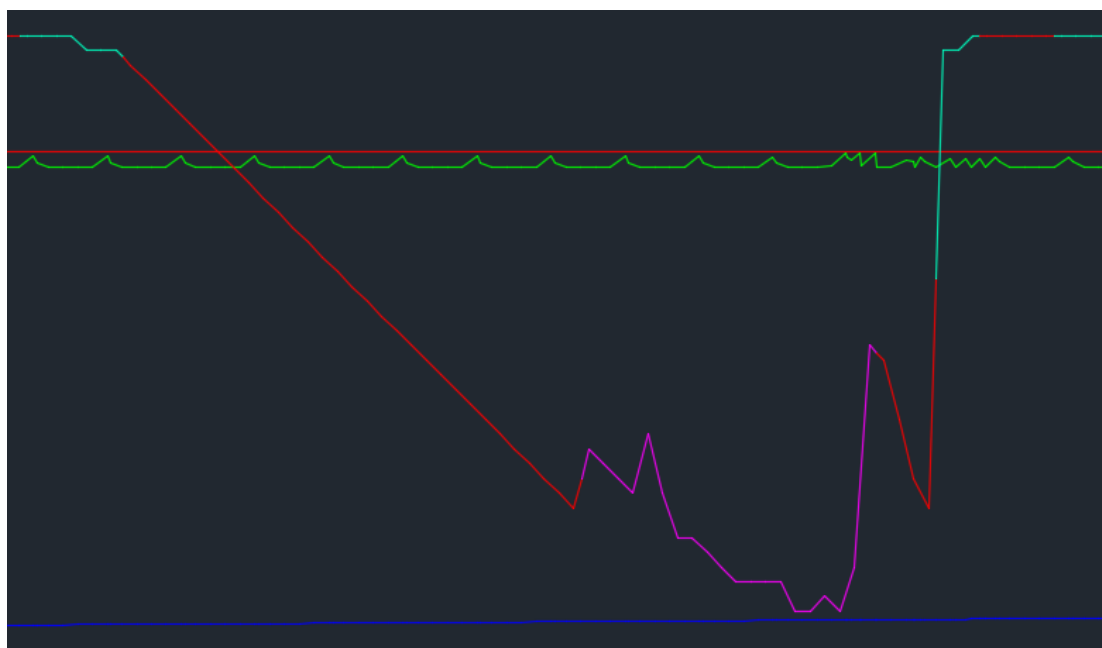
Εφόσον έχουν συμπληρωθεί τα παραπάνω για την κάθε δοκιμή, στη συνέχεια, με τη βοήθεια του λογισμικού 'FM12' εκτελούνται οι υπολογισμοί για τα παρακάτω στοιχεία της χάραξης της οδού, ελέγχοντας και τα αντίστοιχα σχέδια προκειμένου να διασφαλιστεί ο σωστός σχεδιασμός της :

- 1 Οριζοντιογραφία
- 2 Υψομετρίας
- 3 ΜΕΟ
- 4 Διατομών
- 5 3-Διαστάσεων
- 6 Ορατοτήτων

Το σχέδιο που επικεντρώνεται περισσότερο η συγκεκριμένη έρευνα και θα μελετηθεί εκτενέστερα είναι αυτό που προκύπτει μετά από τους υπολογισμούς του 'FM12' 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 στο Σχήμα 5.1 και 5.2.



Σχήμα 5.1 : Παράδειγμα επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας



Σχήμα 5.2 : Λεπτομέρεια του παραδείγματος επιθυμητού διαγράμματος ορατότητας

Για να διερευνηθεί η επάρκεια των ΟΜΟΕ-Χ σε ζητήματα οριακών προτεινόμενων τιμών για τις καμπύλες της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής 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 τις οριακές τιμές για τις κυρτές κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής υπήρχε επάρκεια του ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού. Στις περιπτώσεις που οι οριακές τιμές δεν επαρκούσαν, έγιναν δοκιμές με μεγαλύτερες, μέχρις ότου προκύψει η επιθυμητή ασφάλεια για τους οδηγούς. Για την ευκολότερη κατανόηση της διαφοράς μεταξύ της προτεινόμενης τιμής των οδηγιών σχεδιασμού οδών, σε σχέση με εκείνη που προέκυψε από τη παρούσα έρευνα, ορίστηκε ένα συντελεστής προσαρμογής. Ο Συντελεστής Προσαρμογής προέκυψε από τη διαίρεση της προτεινόμενης τιμής των ΟΜΟΕ-Χ με εκείνη που διερευνήθηκε από την παρούσα έρευνα και είναι ένας καθαρός αριθμός με στρογγυλοποίηση στο πρώτο δεκαδικό ψηφίο.

Τέλος, η αντίστοιχη τεχνική και πορεία σκέψης ακολουθήθηκε και για τις τιμές των ακτίνων των κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής που θεωρήθηκαν αμετάβλητες, διερευνώντας αυτή τη φορά, τις τιμές των ακτίνων των κυκλικών τόξων της οριζοντιογραφίας.

5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

5.3.1 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Κεντρικό Σηθαιό Ασφαλείας τύπου New Jersey Μεγάλων Διαστάσεων

Σε πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκαν δοκιμές για οδόστρωμα διαχωρισμένης κυκλοφορίας με κεντρικό σηθαιό ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων και όπως υποδεικνύεται από τις ΟΜΟΕ-Χ οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι οι εξής αναλόγως με τον τύπο του εδάφους:

- Για πεδινά εδάφη από 60km/h έως 130km/h
- Για λοφώδη εδάφη από 60km/h έως 120km/h
- Για ορεινά εδάφη από 60km/h έως 110km/h

Επίσης, οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν σε πρώτη φάση αφορούν τις ελάχιστες προτεινόμενες τιμές ακτίνων κυκλικών οριζοντιογραφικών τόξων, και στη συνέχεια τις οριακές τιμές των ακτίνων κυρτών κατακόρυφων καμπυλών συναρμογής. Προκειμένου να γίνουν πιο κατανοητά τα παρακάτω αποτελέσματα, στο Παράρτημα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, παρουσιάζονται ξεχωριστά οι πίνακες και τα διαγράμματα που προέκυψαν για κάθε διαφορετικό είδος εδάφους.

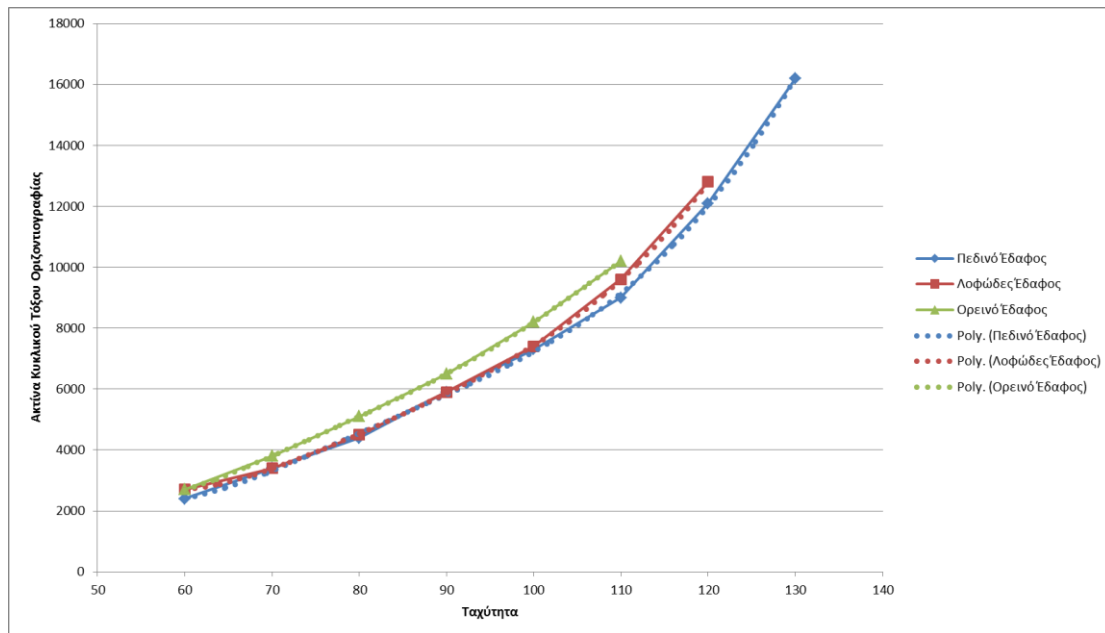
5.3.1.1 Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, δεν εξασφαλίζουν επαρκές ΜΟΣ για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό σηθαιό ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων. Επίσης, αναζητήθηκαν οι ελάχιστες τιμές που στην πραγματικότητα παρέχουν ασφάλεια στους οδηγούς για ζητήματα ορατότητας, καθώς και ο συντελεστής που αναπροσαρμόζει τις προτεινόμενες τιμές των ελληνικών οδηγιών σχεδιασμού οδών, προκειμένου να επιτυγχάνονται οι ελάχιστες τιμές που παρέχουν ασφαλές ΜΟΣ. Συγκεκριμένα, ο Πίνακας 5.6 παρουσιάζει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το συνολικό εύρος των ταχυτήτων καθώς και για όλα τα είδη εδαφών.

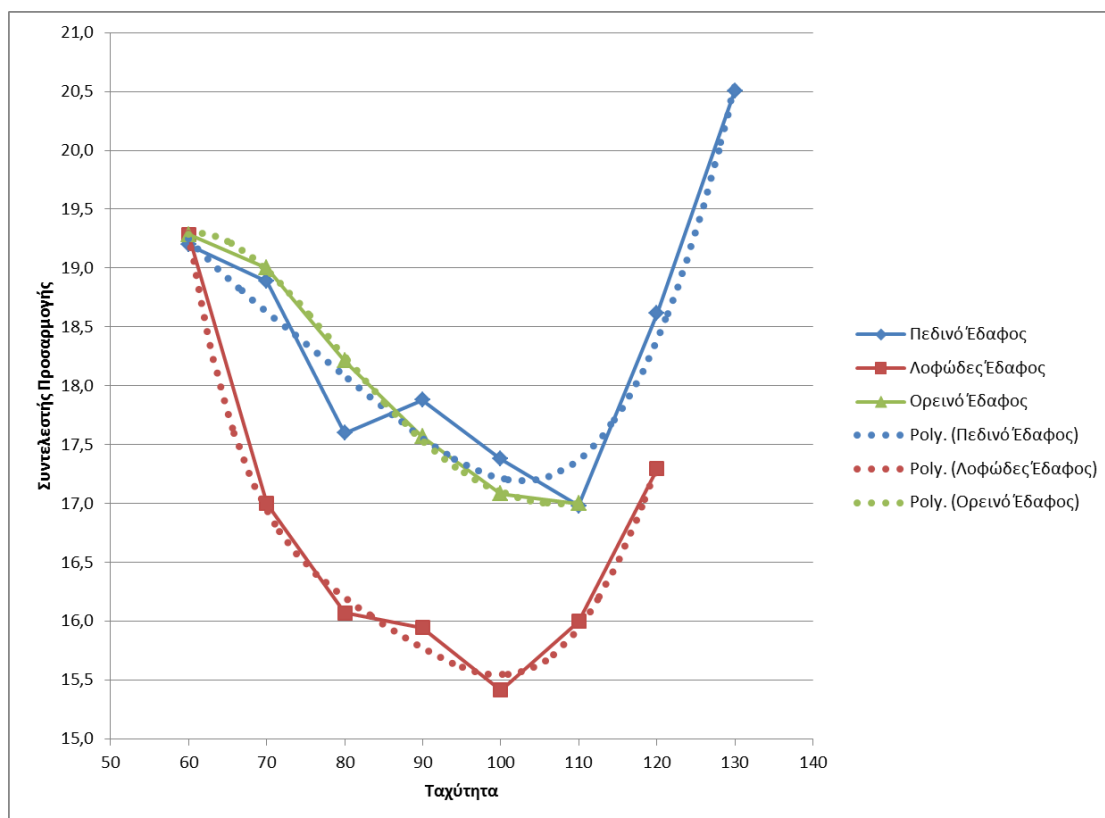
Ταχύτητα	Είδος Εδάφους	Μin Ακτίνα Συναρμογής	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	Πεδινό	3000	6%	125	19,2	2400
60	Λοφώδες	3000	7%	140	19,3	2700
60	Ορεινό	3000	9%	140	19,3	2700
70	Πεδινό	4500	5%	180	18,9	3400
70	Λοφώδες	4500	6%	200	17,0	3400
70	Ορεινό	4500	8%	200	19,0	3800
80	Πεδινό	6200	4%	250	17,6	4400
80	Λοφώδες	6200	5%	280	16,1	4500
80	Ορεινό	6200	7%	280	18,2	5100
90	Πεδινό	8500	4%	330	17,9	5900
90	Λοφώδες	8500	5%	370	15,9	5900
90	Ορεινό	8500	7%	370	17,6	6500
100	Πεδινό	11000	3%	420	17,4	7300
100	Λοφώδες	11000	4%	480	15,4	7400
100	Ορεινό	11000	6%	480	17,1	8200
110	Πεδινό	15000	3%	530	17,0	9000
110	Λοφώδες	15000	4%	600	16,0	9600
110	Ορεινό	15000	5%	600	17,0	10200
120	Πεδινό	15000	3%	650	18,6	12100
120	Λοφώδες	15000	4%	740	17,3	12800
130	Πεδινό	15000	3%	790	20,5	16200

Πίνακας 5.6 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey

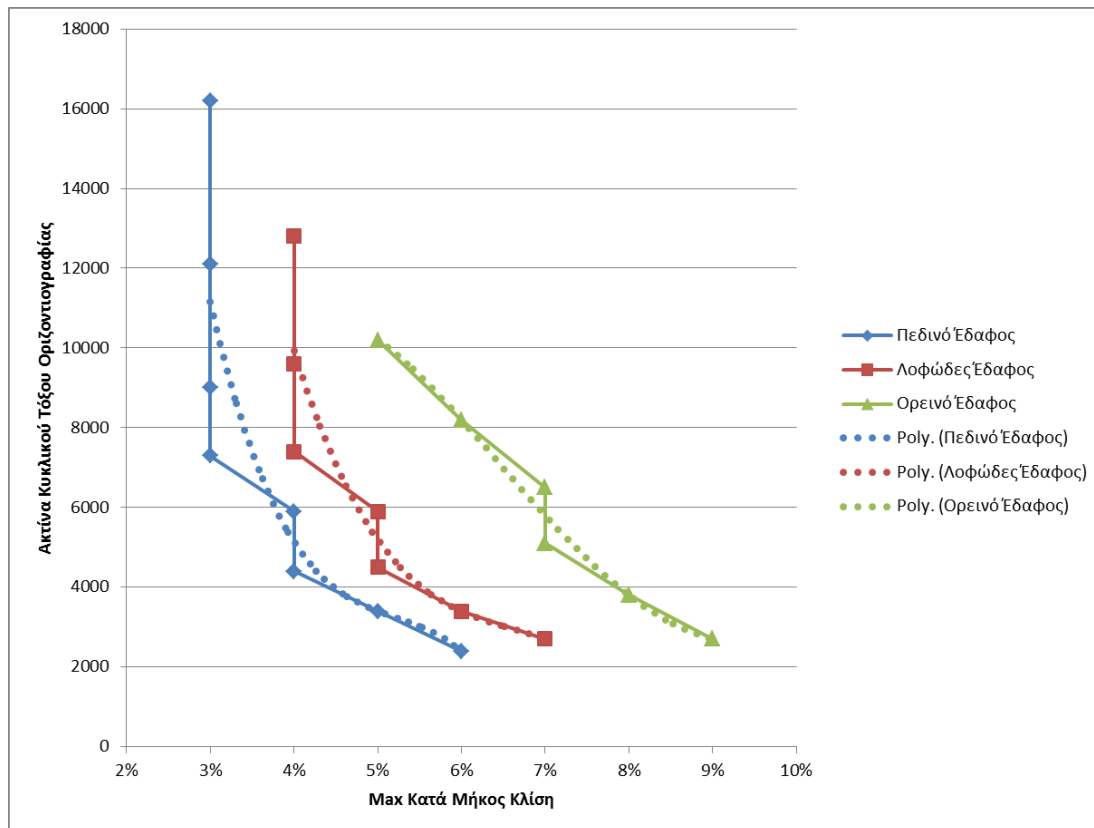
Τα Σχήματα 5.3, 5.4, και 5.5 υποδεικνύουν με διαγράμματα τις σχέσεις των ταχυτήτων, του συντελεστή προσαρμογής και της μέγιστης κατά μήκος κλίσης με τα τελικά αποτελέσματα, προκειμένου να γίνει κατανοητός ευκολότερα ο παραπάνω πίνακας. Για τα εν λόγω σχήματα έγινε και μία προσαρμογή των γραφημάτων με πολυωνυμική σχέση.



Σχήμα 5.3 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα 5.4 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



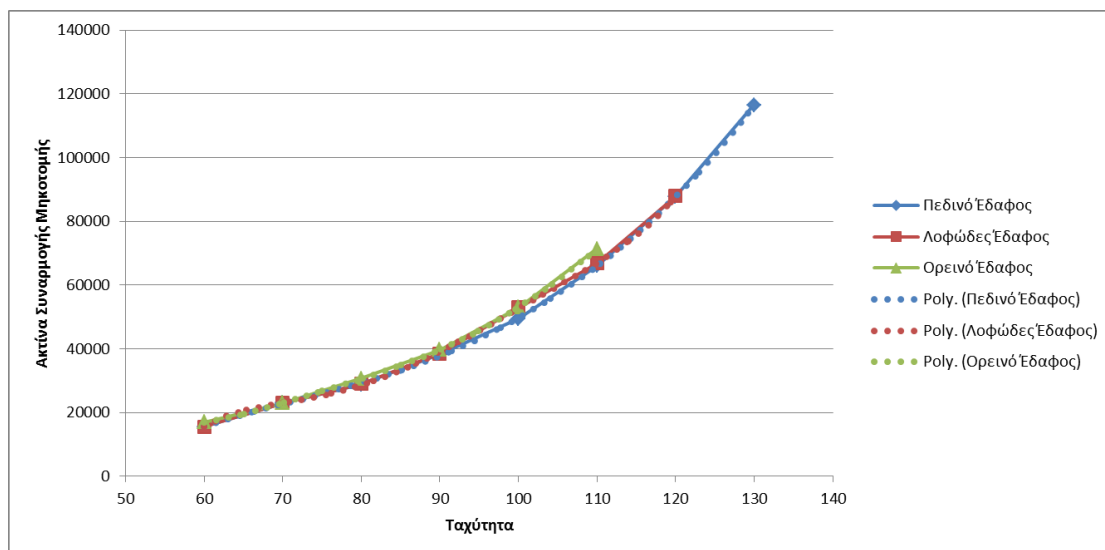
Σχήμα 5.5 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

5.3.1.2 Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής

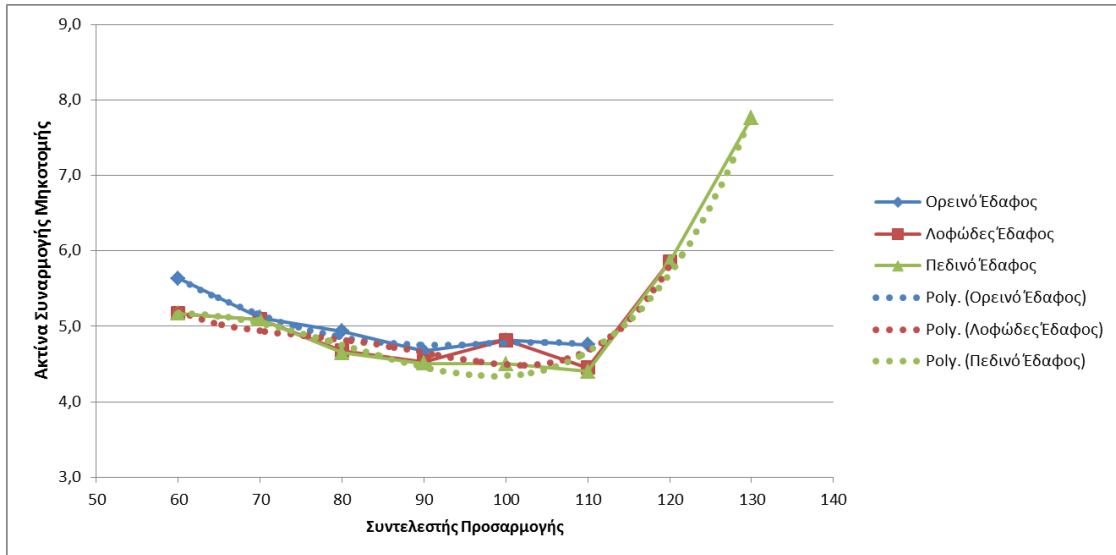
Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν, χρησιμοποιώντας τις ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ και διερευνώντας τις προτεινόμενες οριακές τιμές για τις ακτίνες των κυρτών καμπυλών στη μηκοτομή, και πάλι σε διαχωρισμένο οδόστρωμα με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων. Όπως και παραπάνω, αναζητήθηκαν οι ελάχιστες τιμές που στην πραγματικότητα παρέχουν ασφάλεια στους οδηγούς για ζητήματα ορατότητας, καθώς και ο συντελεστής που αναπροσαρμόζει τις προτεινόμενες τιμές των ελληνικών οδηγιών σχεδιασμού οδών, προκειμένου να επιτυγχάνονται οι ελάχιστες τιμές που παρέχουν επαρκές ΜΟΣ (Πίνακας 5.7). Στα διαγράμματα που παρατηρούνται τα αποτελέσματα αυτά, πραγματοποιήθηκε πολυωνυμική προσαρμογή των καμπυλών (Σχήματα 5.6, 5.7, και 5.8).

Ταχύτητα	Είδος εδάφους	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μακ Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	Πεδινό	125	6%	3000	5,2	15500
60	Λοφώδες	140	7%	3000	5,2	15500
60	Ορεινό	140	9%	3000	5,6	16900
70	Πεδινό	180	5%	4500	5,1	22900
70	Λοφώδες	200	6%	4500	5,1	22900
70	Ορεινό	200	8%	4500	5,1	23000
80	Πεδινό	250	4%	6200	4,6	28800
80	Λοφώδες	280	5%	6200	4,7	29000
80	Ορεινό	280	7%	6200	4,9	30600
90	Πεδινό	330	4%	8500	4,5	38300
90	Λοφώδες	370	5%	8500	4,5	38500
90	Ορεινό	370	7%	8500	4,7	39700
100	Πεδινό	420	3%	11000	4,5	49500
100	Λοφώδες	480	4%	11000	4,8	53000
100	Ορεινό	480	6%	11000	4,8	53000
110	Πεδινό	530	3%	15000	4,4	66000
110	Λοφώδες	600	4%	15000	4,5	66800
110	Ορεινό	600	5%	15000	4,8	71300
120	Πεδινό	650	3%	15000	5,9	87800
120	Λοφώδες	740	4%	15000	5,9	87900
130	Πεδινό	790	3%	15000	7,8	116500

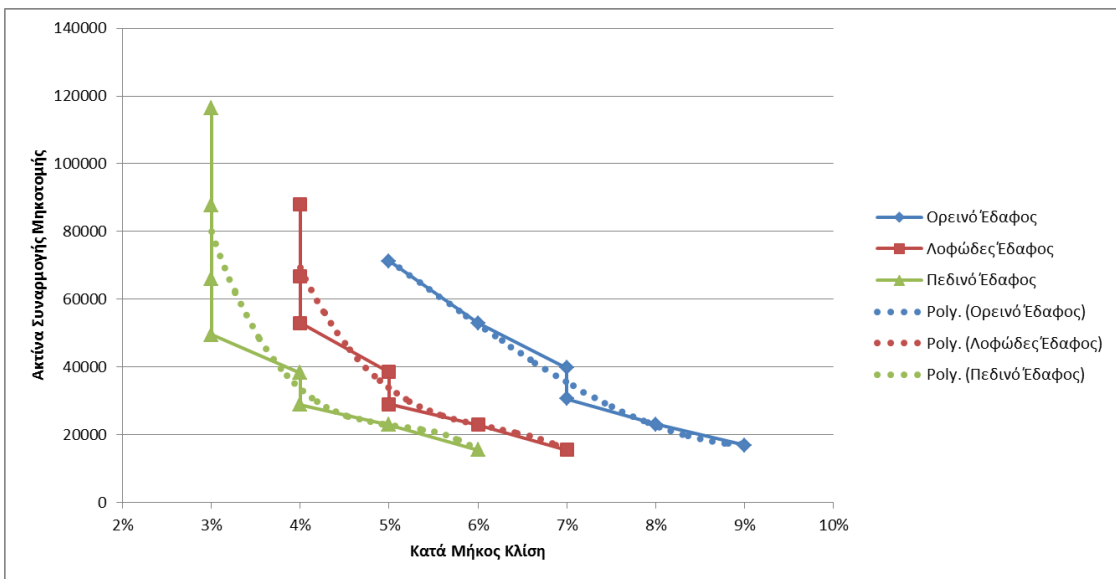
Πίνακας 5.7 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα 5.6 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα 5.7 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα 5.8 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κορτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

5.3.2 Οδόστρωμα Διαχωρισμένης Κυκλοφορίας με Αμφίπλευρο Σηθαιίο Ασφαλείας από Σκυρόδεμα

Στη συνέχεια, προκειμένου να καλυφθεί η πλειοψηφία των διαφορετικών διαμορφώσεων διαχωρισμού μίας οδού, ελέγχεται διατομή με αμφίπλευρο σηθαιίο ασφαλείας από σκυρόδεμα. Ομοίως με παραπάνω, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, οι ταχύτητες που ελέγχθηκαν είναι οι εξής αναλόγως με τον τύπο του εδάφους:

- Για πεδινά εδάφη από 60km/h έως 130km/h
- Για λοφώδη εδάφη από 60km/h έως 120km/h
- Για ορεινά εδάφη από 60km/h έως 110km/h

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον έλεγχο της διατομής με αμφίπλευρο σηθαιίο ασφαλείας από σκυρόδεμα είναι η ίδια σε σχέση με τη διατομή με κεντρικό σηθαιίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, δηλαδή, πρώτα η διερεύνηση των ελαχίστων ακτίνων του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας και έπειτα των ακτίνων συναρμογής της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής.

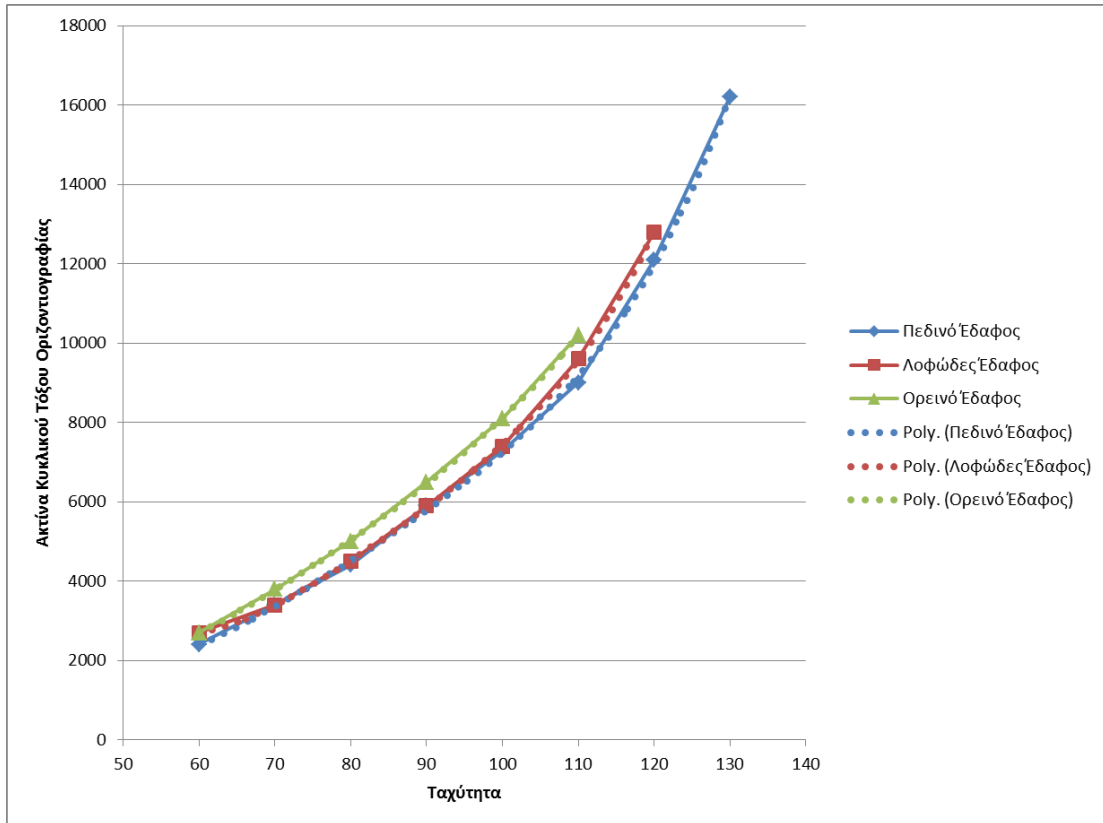
5.3.2.1 Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας

Από τα αποτελέσματα των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν για την οδό διαχωρισμένου οδοστρώματος με αμφίπλευρο σηθαιίο ασφαλείας από σκυρόδεμα, είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, διατηρώντας σταθερά την ελάχιστη ακτίνα συναρμογής της κυρτής καμπύλης, δεν παρέχουν επαρκές ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ. Επιπλέον, οι ελάχιστες τιμές που στην πραγματικότητα παρέχουν ασφάλεια στους οδηγούς για ζητήματα ορατότητας είναι σχεδόν ίδιες με την παραπάνω περίπτωση της διαχωρισμένης οδού με κεντρικό σηθαιίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, με ελάχιστες εξαιρέσεις, στις οποίες η διαφορά των τιμών μεταξύ τους είναι πολύ μικρή, της τάξεως των 100m (Πίνακας 5.8).

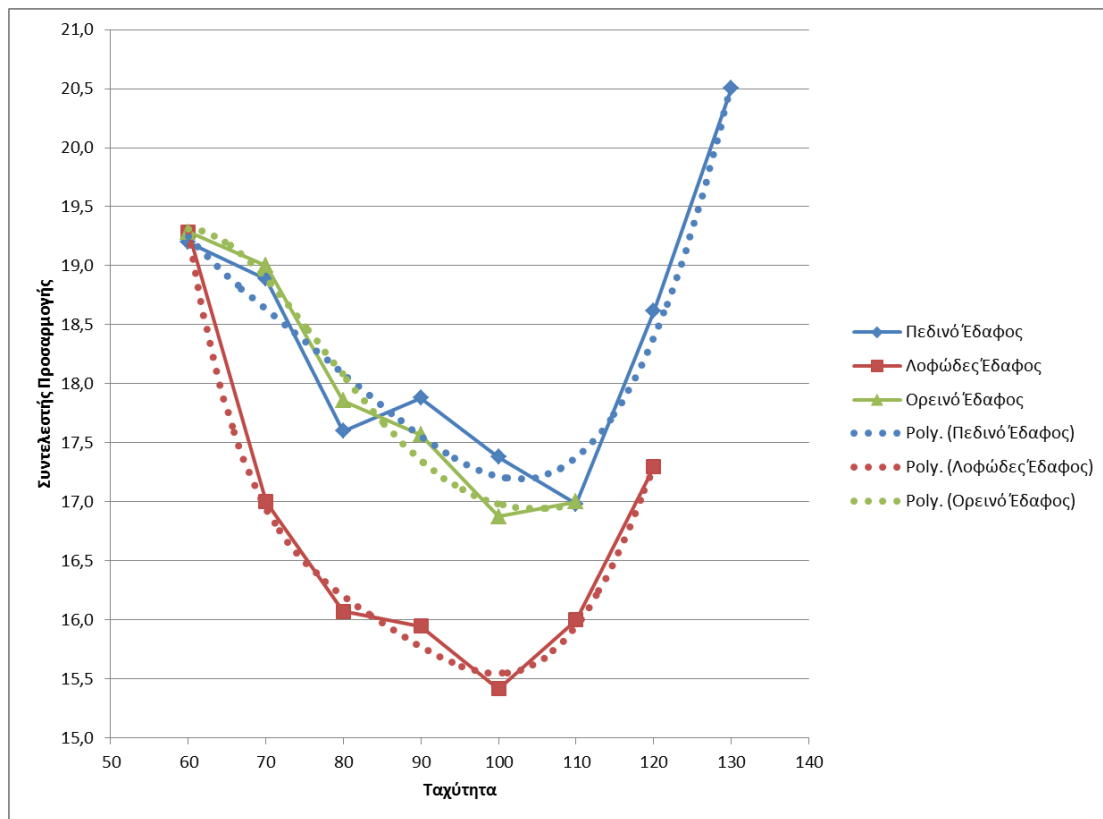
Ταχύτητα	Είδος Εδάφους	Min Ακτίνα Συναρμογής	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	Πεδινό	3000	6%	125	19,2	2400
60	Λοφώδες	3000	7%	140	19,3	2700
60	Ορεινό	3000	9%	140	19,3	2700
70	Πεδινό	4500	5%	180	18,9	3400
70	Λοφώδες	4500	6%	200	17,0	3400
70	Ορεινό	4500	8%	200	19,0	3800
80	Πεδινό	6200	4%	250	17,6	4400
80	Λοφώδες	6200	5%	280	16,1	4500
80	Ορεινό	6200	7%	280	17,9	5000
90	Πεδινό	8500	4%	330	17,9	5900
90	Λοφώδες	8500	5%	370	15,9	5900
90	Ορεινό	8500	7%	370	17,6	6500
100	Πεδινό	11000	3%	420	17,4	7300
100	Λοφώδες	11000	4%	480	15,4	7400
100	Ορεινό	11000	6%	480	16,9	8100
110	Πεδινό	15000	3%	530	17,0	9000
110	Λοφώδες	15000	4%	600	16,0	9600
110	Ορεινό	15000	5%	600	17,0	10200
120	Πεδινό	15000	3%	650	18,6	12100
120	Λοφώδες	15000	4%	740	17,3	12800
130	Πεδινό	15000	3%	790	20,5	16200

Πίνακας 5.8 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στήθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

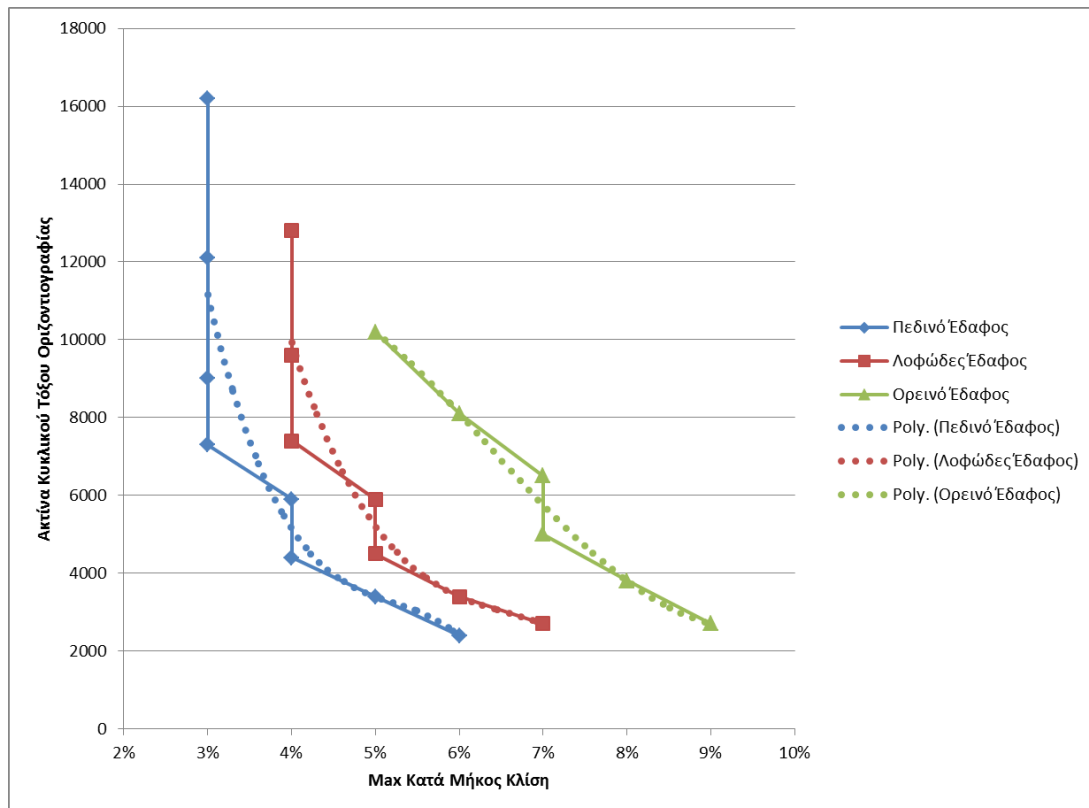
Τα διαγράμματα είναι παραπλήσια με εκείνα των πρώτων δοκιμών, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 5.9, 5.10, και 5.11.



Σχήμα 5.9 : Σχέση ταχύτητας με *min* ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα 5.10 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



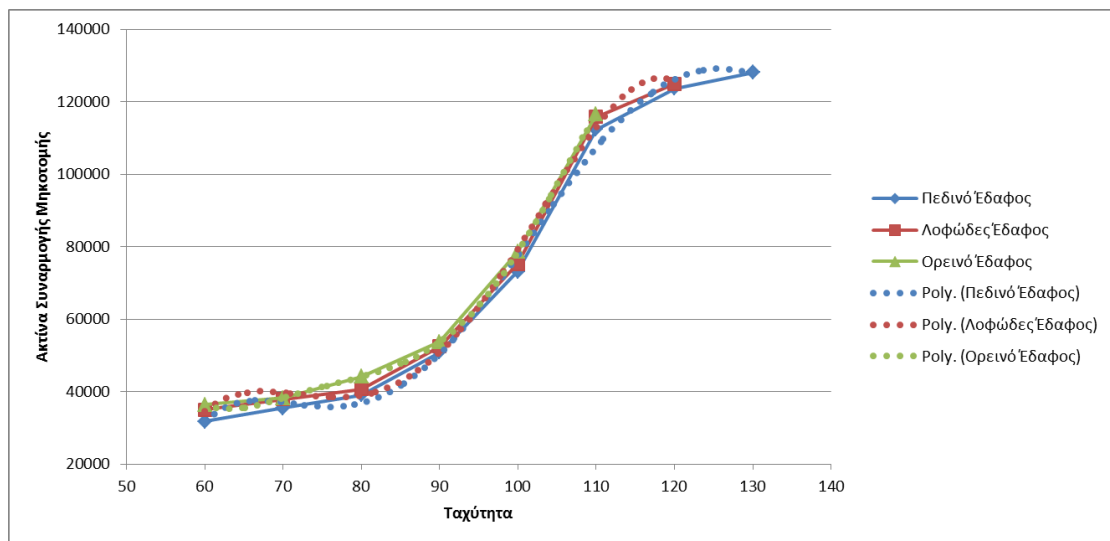
Σχήμα 5.11 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

5.3.2.2 Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής

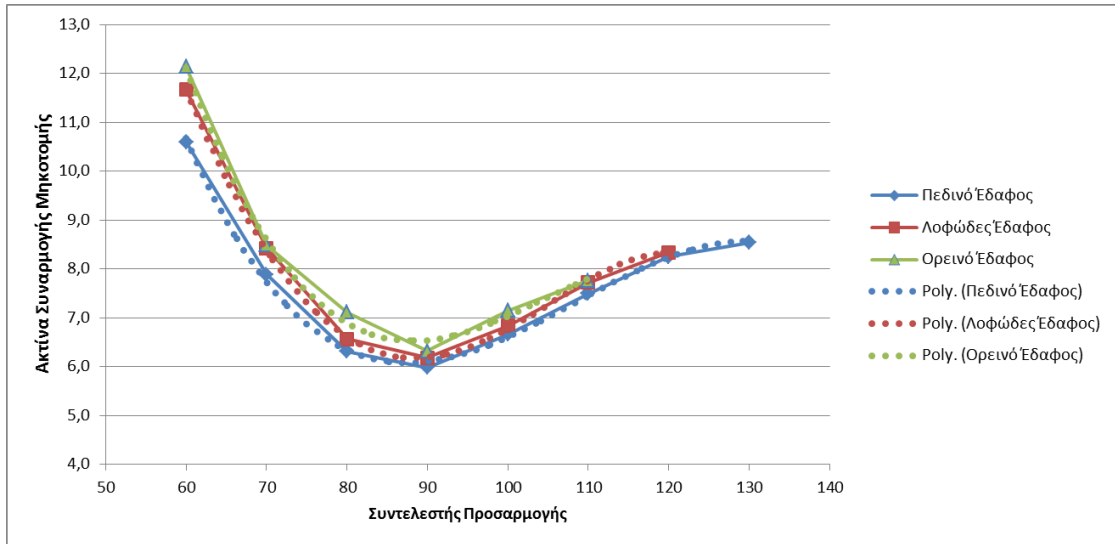
Συνεχίζοντας με την ίδια λογική τις δοκιμές, παραθέτονται τα αποτελέσματα, χρησιμοποιώντας τις ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ και διερευνώντας τις προτεινόμενες οριακές τιμές για τις ακτίνες των κυρτών καμπυλών στη μηκοτομή για διαχωρισμένο οδόστρωμα με αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα. Οι τιμές που προκύπτουν από τους ελέγχους, και αυτές δεν ικανοποιούν τις απαιτήσεις για ορατότητα στην οδό, όμως διαφοροποιούνται αρκετά σε σχέση με εκείνες της οδού διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων (Πίνακας 5.9 και Σχήματα 5.12, 5.13, και 5.14).

Ταχύτητα	Είδος Εδάφους	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μax Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	Πεδινό	125	6%	3000	10,6	31800
60	Λοφώδεις	140	7%	3000	11,7	35000
60	Ορεινό	140	9%	3000	12,1	36400
70	Πεδινό	180	5%	4500	7,9	35500
70	Λοφώδεις	200	6%	4500	8,4	37900
70	Ορεινό	200	8%	4500	8,5	38200
80	Πεδινό	250	4%	6200	6,3	39100
80	Λοφώδεις	280	5%	6200	6,6	40700
80	Ορεινό	280	7%	6200	7,1	44100
90	Πεδινό	330	4%	8500	6,0	50800
90	Λοφώδεις	370	5%	8500	6,2	52500
90	Ορεινό	370	7%	8500	6,3	53700
100	Πεδινό	420	3%	11000	6,7	73200
100	Λοφώδεις	480	4%	11000	6,8	75200
100	Ορεινό	480	6%	11000	7,1	78600
110	Πεδινό	530	3%	15000	7,5	112400
110	Λοφώδεις	600	4%	15000	7,7	115800
110	Ορεινό	600	5%	15000	7,8	116500
120	Πεδινό	650	3%	15000	8,2	123700
120	Λοφώδεις	740	4%	15000	8,3	125000
130	Πεδινό	790	3%	15000	8,5	128100

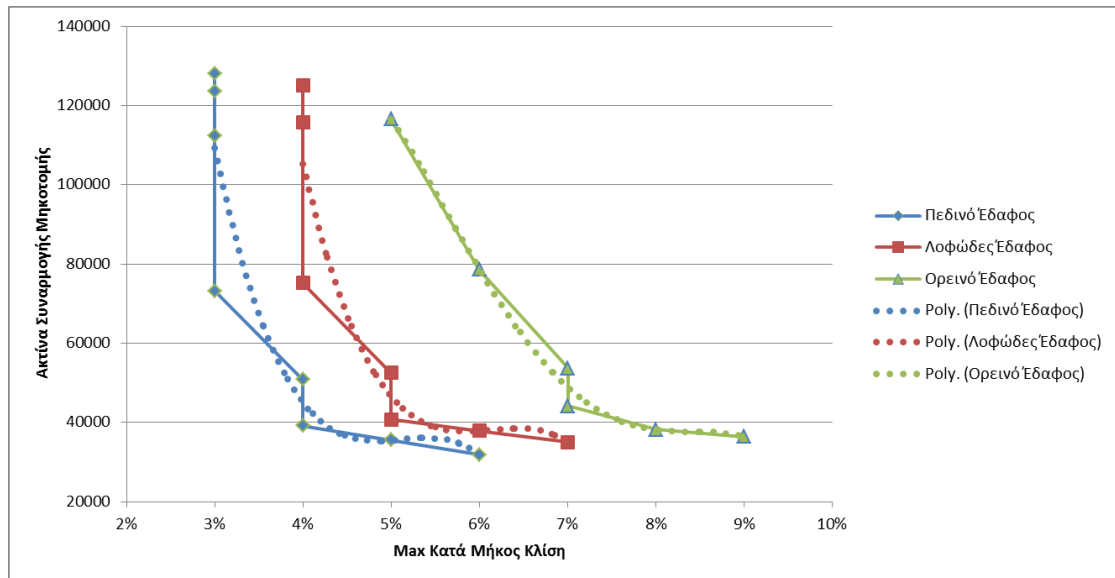
Πίνακας 5.9 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα 5.12 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα 5.13 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα 5.14 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

5.3.3 Οδόστρωμα Ενιαίας Κυκλοφορίας

Τέλος, αφού εξετάστηκε η πλειοψηφία των περιπτώσεων των οδών με διαχωρισμένο οδόστρωμα, ήταν απαραίτητο να μελετηθούν και οι οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας. Σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, οι ταχύτητες αυτή τη φορά που ελέγχθηκαν διαφέρουν και είναι οι εξής, αναλόγως με τον τύπο του εδάφους:

- Για πεδινά εδάφη από 50km/h έως 100km/h
- Για λοφώδη εδάφη από 50km/h έως 100km/h
- Για ορεινά εδάφη από 50km/h έως 100km/h

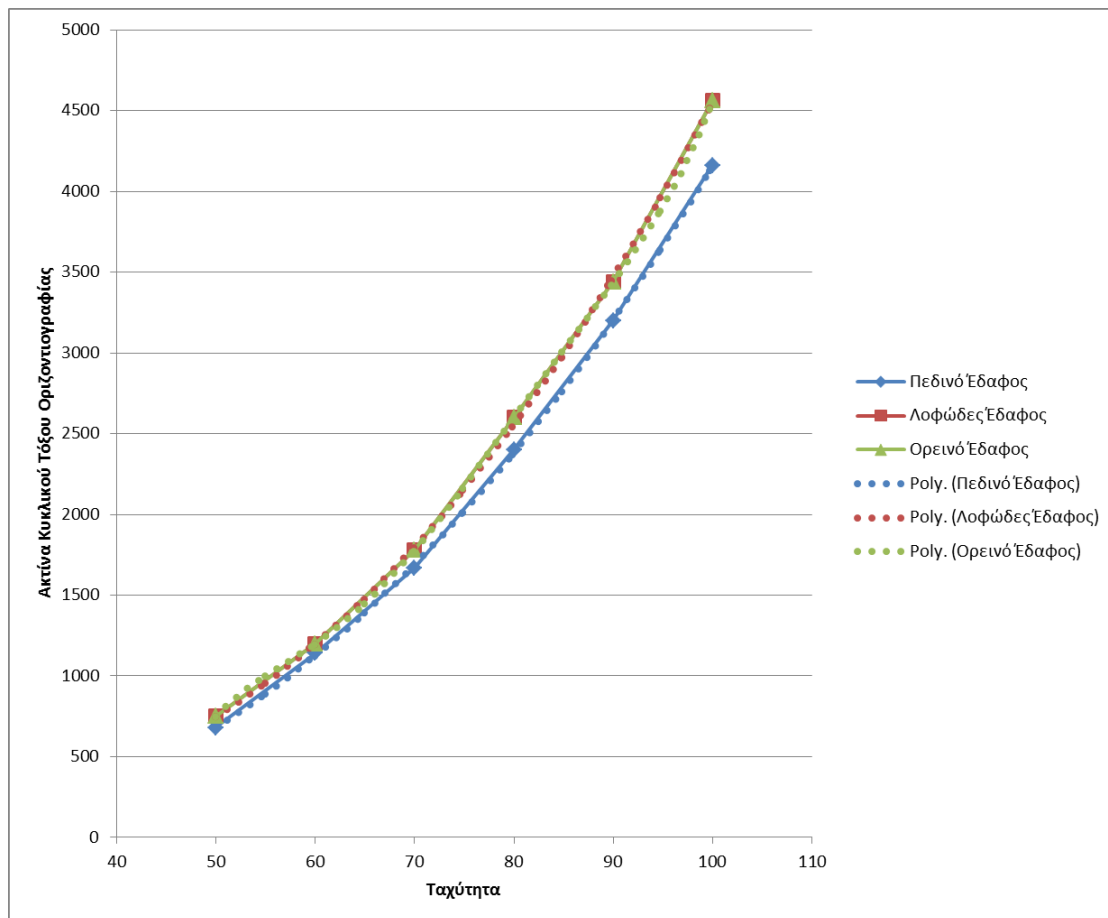
Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα και διαγράμματα, ενώ στο Παράρτημα, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, παρουσιάζονται λεπτομερέστερα οι πίνακες και τα διαγράμματα για το κάθε είδος εδάφους ξεχωριστά.

5.3.3.1 Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας

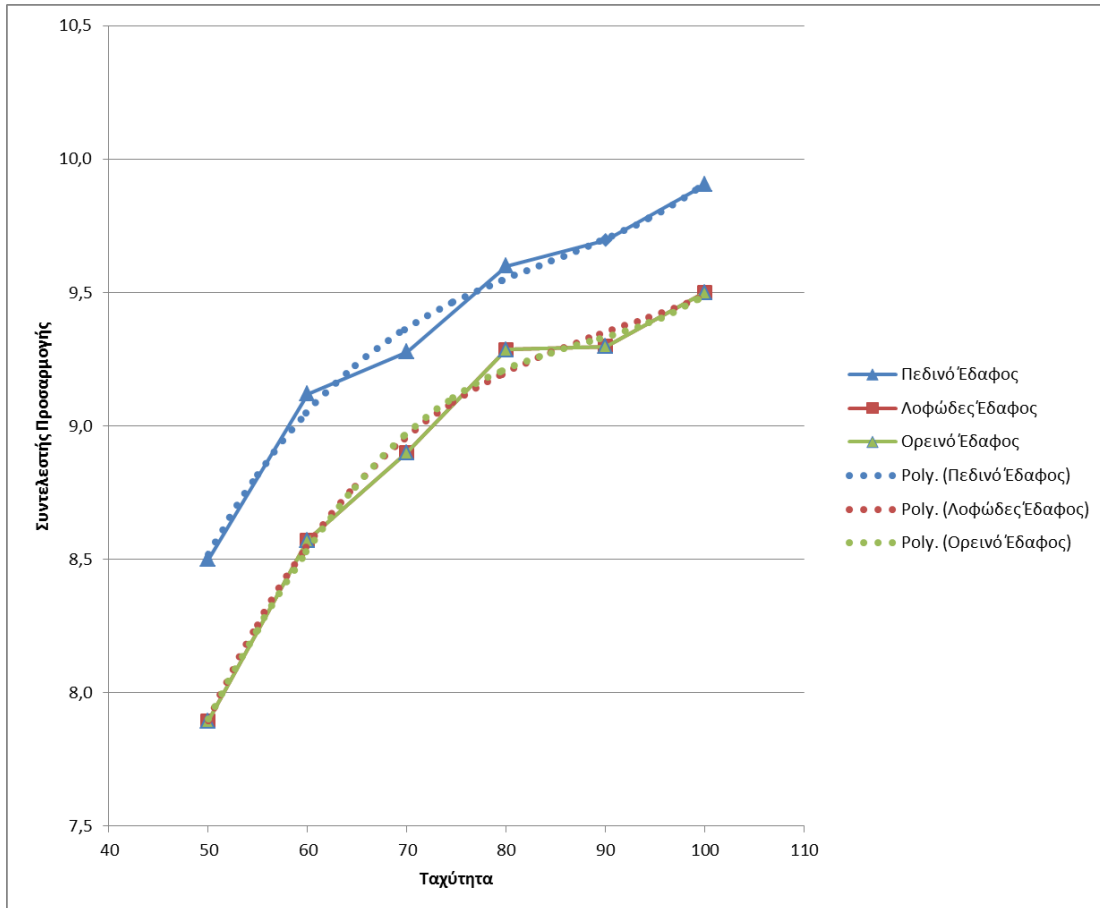
Στην περίπτωση της οδού με ενιαίο οδόστρωμα για ακόμη μία φορά είναι εμφανές ότι οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών της οριζοντιογραφίας, διατηρώντας σταθερά την ελάχιστη ακτίνα συναρμογής της κυρτής καμπύλης, δεν παρέχουν επαρκές ΜΟΣ σε όλο το μήκος της οδού σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ. Όμως, βρέθηκαν νέες τιμές για τη συγκεκριμένη διατομή και την ελάχιστη ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις ορατότητας σε όλο το μήκος της οδού (Πίνακας 5.10 και Σχήματα 5.15, 5.16 και 5.17).

Ταχύτητα	Είδος Εδάφους	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
50	Πεδινό	800	7%	80	8,5	680
50	Λοφώδες	800	8%	95	7,9	750
50	Ορεινό	800	10%	95	7,9	750
60	Πεδινό	3000	6%	125	9,1	1140
60	Λοφώδες	3000	7%	140	8,6	1200
60	Ορεινό	3000	9%	140	8,6	1200
70	Πεδινό	4500	5%	180	9,3	1670
70	Λοφώδες	4500	6%	200	8,9	1780
70	Ορεινό	4500	8%	200	8,9	1780
80	Πεδινό	6200	4%	250	9,6	2400
80	Λοφώδες	6200	5%	280	9,3	2600
80	Ορεινό	6200	7%	280	9,3	2600
90	Πεδινό	8500	4%	330	9,7	3200
90	Λοφώδες	8500	5%	370	9,3	3440
90	Ορεινό	8500	7%	370	9,3	3440
100	Πεδινό	11000	3%	420	9,9	4160
100	Λοφώδες	11000	4%	480	9,5	4560
100	Ορεινό	11000	6%	480	9,5	4560

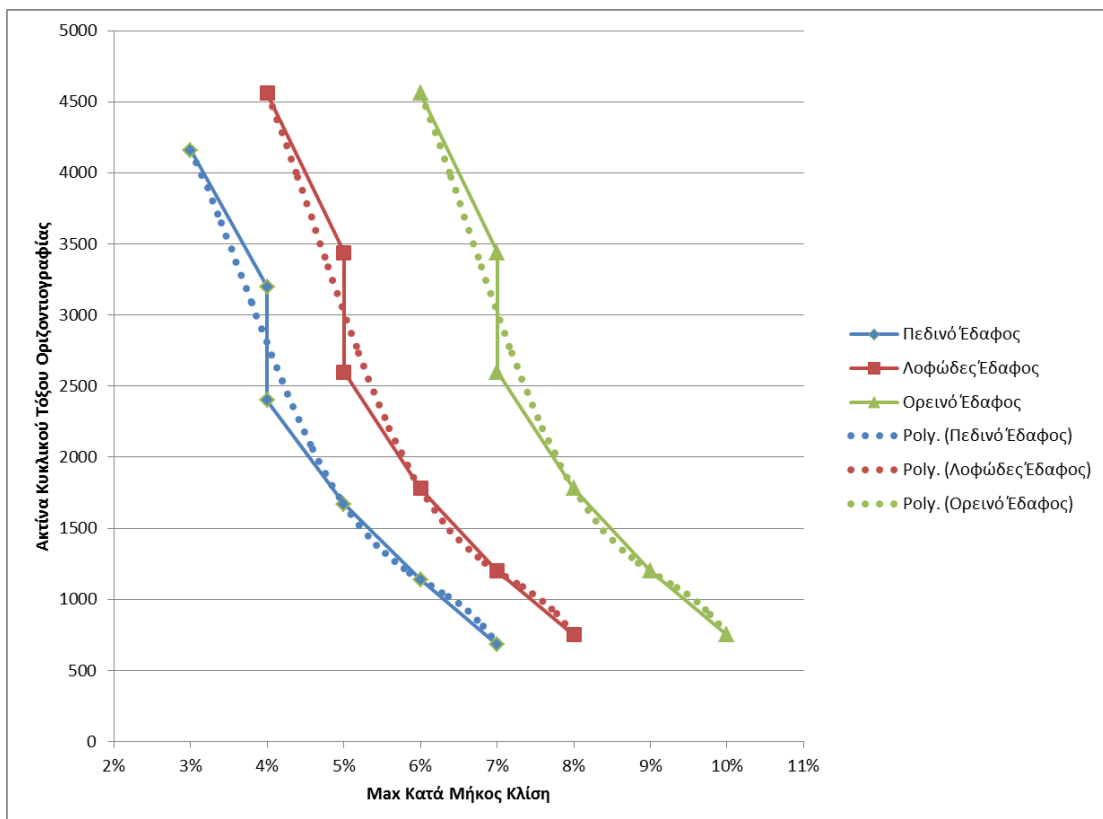
Πίνακας 5.10 : Συγκενρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα 5.15 : Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα 5.16 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



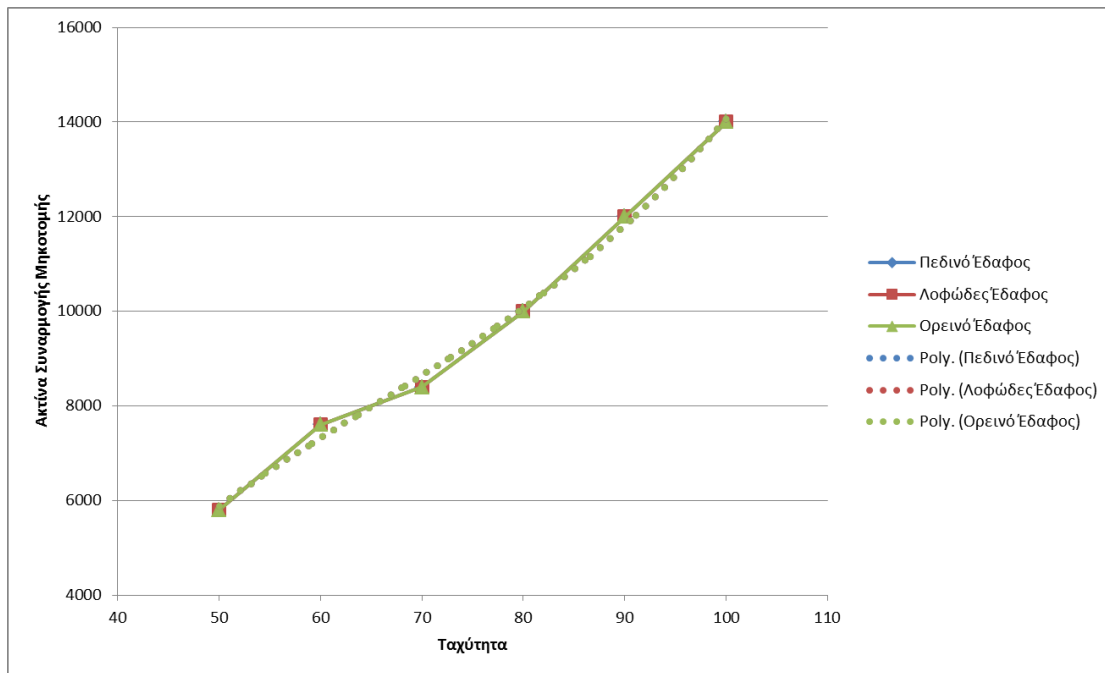
Σχήμα 5.17 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό μβενιαίο οδόστρωμα

5.3.3.2 Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής

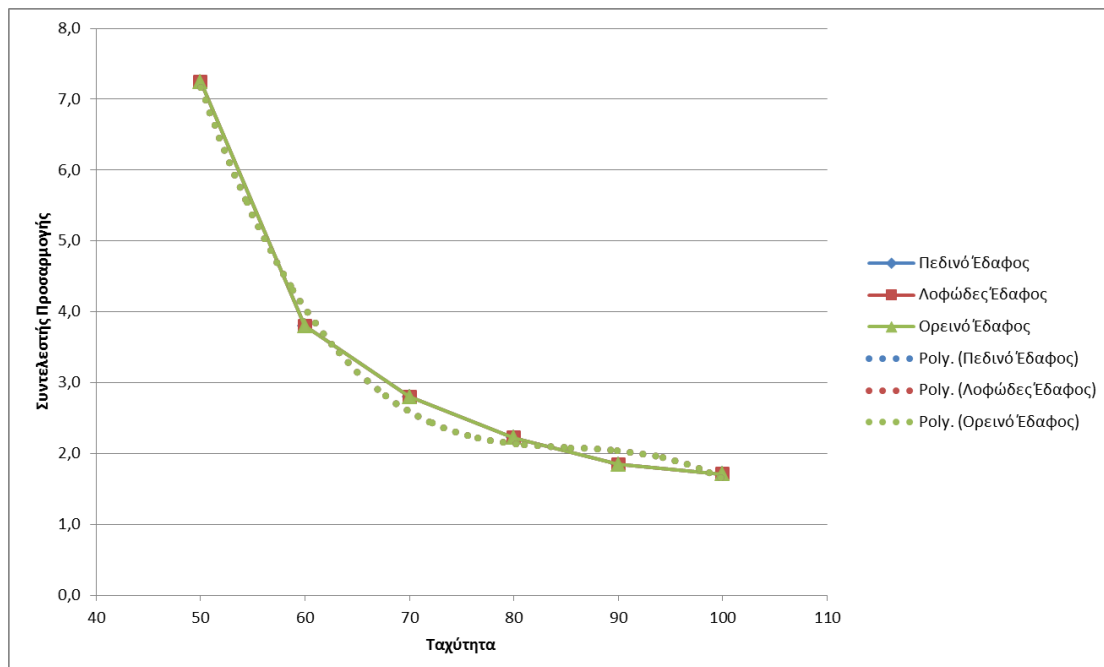
Όπως και με τη διερεύνηση που έγινε παραπάνω για την ελάχιστη ακτίνα κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, δοκιμάζοντας τις προτεινόμενες οριακές τιμές της κυρτής καμπύλης σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ παρατηρήθηκε ότι δεν παρέχεται επαρκές ΜΟΣ, όμως εντοπίστηκαν οι νέες τιμές που προσφέρουν τις απαραίτητες προδιαγραφές σε ορατότητα. Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες και τα σχήματα με τα αποτελέσματα (Πίνακας 5.11 και Σχήματα 5.18, 5.19 και 5.20).

Ταχύτητα	Είδος εδάφους	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
50	Πεδινό	80	7%	800	7,3	5800
50	Λοφώδες	95	8%	800	7,3	5800
50	Ορεινό	95	10%	800	7,3	5800
60	Πεδινό	125	6%	2000	3,8	7600
60	Λοφώδες	140	7%	2000	3,8	7600
60	Ορεινό	140	9%	2000	3,8	7600
70	Πεδινό	180	5%	3000	2,8	8400
70	Λοφώδες	200	6%	3000	2,8	8400
70	Ορεινό	200	8%	3000	2,8	8400
80	Πεδινό	250	4%	4500	2,2	10000
80	Λοφώδες	280	5%	4500	2,2	10000
80	Ορεινό	280	7%	4500	2,2	10000
90	Πεδινό	330	4%	6500	1,8	12000
90	Λοφώδες	370	5%	6500	1,8	12000
90	Ορεινό	370	7%	6500	1,8	12000
100	Πεδινό	420	3%	8200	1,7	14000
100	Λοφώδες	480	4%	8200	1,7	14000
100	Ορεινό	480	6%	8200	1,7	14000

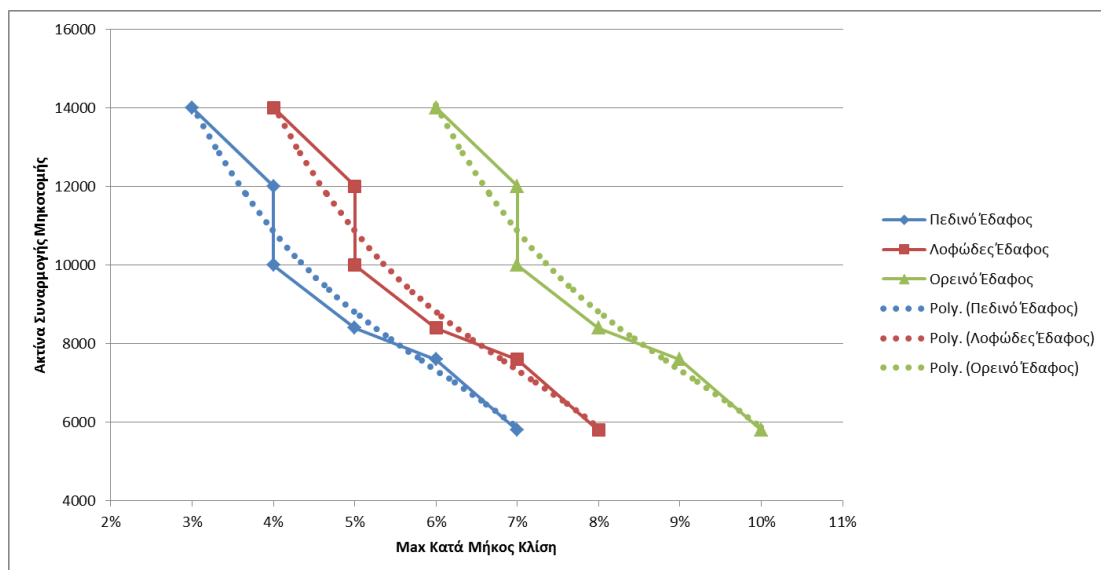
Πίνακας 5.11 : Συγκεντρωτικά αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα 5.18 : Σχέση ταχύτητας με την ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα 5.19 : Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα 5.20 : Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

5.4 ΣΥΝΟΨΗ

Συνοψίζοντας, στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκαν τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των δοκιμών για την περίπτωση της επιλογής των ελαχίστων ακτίνων των κυκλικών τόξων της οριζοντιογραφίας και των κυρτών καμπυλών της μηκοτομής, εφαρμόζοντας τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ, 2001). Τα αναλυτικά αποτελέσματα για τις τρεις διαφορετικές διατομές οδού, καθώς και για τις ταχύτητες και τα είδη εδαφών, παρουσιάζονται ξεχωριστά στο Παράρτημα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Επίσης, ακριβέστερα συμπεράσματα και εκτενέστερες παρατηρήσεις αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο.

Συμπεράσματα

6.1	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	83
6.2	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ	84
6.2.1	Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας	84
6.2.2	Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής	85
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	87

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 ελαχίστων ακτίνων των κυκλικών τόξων της οριζοντιογραφίας και των καμπυλών της μηκοτομής, σε οδό που τα σημεία καμπής της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής συμπίπτουν. Προκειμένου να προκύψουν ικανοποιητικά αποτελέσματα πραγματοποιήθηκαν δοκιμές σε οδό διαχωρισμένου οδοστρώματος και ενιαίου, για διαφορετικά είδη εδάφους και ένα μεγάλο εύρος ταχυτήτων, που να καλύπτει την πλειοψηφία των καταστάσεων στην καθημερινότητα.

Για τη συγκεκριμένη έρευνα χρησιμοποιήθηκε το τρισδιάστατο πρότυπο απεικόνισης της οδού σε αντίθεση με παλαιότερες έρευνες, οι οποίες εξέταζαν σε δισδιάστατο επίπεδο ξεχωριστά την οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή της. 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 'FM12', ενώ καθορίστηκαν τρεις διαφορετικές πρότυπες διατομές (διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας με αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα και ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας).

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, από τις δοκιμές προέκυψε ότι για όλες τις διατομές, είτε πρόκειται για την περίπτωση που επιλέγεται να παραμείνει σταθερή η ελάχιστη ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας είτε για εκείνη της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής που προτείνουν οι οδηγίες σχεδιασμού οδών, δεν προκύπτει επαρκές ΜΟΣ και ασφάλεια σε όλο το μήκος της οδού. Πιο συγκεκριμένα, στο μέσο της, όπου ταυτίζεται η μεσαία κορυφή της οριζοντιογραφίας με τη μεσαία σημαία της μηκοτομής, παρατηρείται ένα τμήμα, άλλες φορές μικρότερο και άλλες μεγαλύτερο, όπου το Διατιθέμενο ΜΟΣ είναι μικρότερο σε σχέση με το Απαιτούμενο, μην παρέχοντας ασφάλεια στους οδηγούς. Το τμήμα αυτό σε σχέση με το συνολικό μήκος της οδού, μπορεί μεν να είναι μικρό, αλλά σε

περίπτωση που ένα εμπόδιο εμφανιστεί σε κάποιο σημείο του, θέτει σε κίνδυνο τους οδηγούς και είναι πολύ πιθανό να προκύψουν ατυχήματα.

Αναλυτικότερες παρατηρήσεις και λεπτομερέστερη επεξήγηση των αποτελεσμάτων της έρευνας που πραγματοποιήθηκε, παρουσιάζονται στο επόμενο υπο-κεφάλαιο, καθώς φάνηκε χρήσιμο όπως και με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων να γίνει ένας διαχωρισμός αναλόγως με τον τύπο διατομής της οδού.

6.2 ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ

6.2.1 Ελάχιστες Ακτίνες Κυκλικού Τόξου Οριζοντιογραφίας

Σε πρώτη φάση, όπως και με τις δοκιμές, γίνεται η γενική ανάλυση και επεξήγηση των αποτελεσμάτων για την ελάχιστη ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας και για τα τρία είδη διατομών της. Οι τιμές των ΟΜΟΕ-Χ δεν παρέχουν επαρκές ΜΟΣ στον οδηγό και πιο συγκεκριμένα, προκειμένου να ικανοποιούνται οι έλεγχοι σε θέματα ορατότητας, οι προτεινόμενες αυτές τιμές πρέπει να αυξηθούν σε μεγάλο βαθμό ανεξαρτήτου του είδους του εδάφους και της ταχύτητας.

Παρουσιάζεται το εύρος του συντελεστή προσαρμογής, προκειμένου να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η ανεπάρκεια των προτεινόμενων τιμών. Πιο συγκεκριμένα ο συντελεστής προσαρμογής:

- για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, ξεκινά από 15.4 και φτάνει το 20.5, που σημαίνει ότι στην καλύτερη περίπτωση η ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας πρέπει να πολλαπλασιαστεί περίπου επί 15 ενώ στην χειρότερη επί 20 για να παρέχει ασφάλεια στους οδηγούς.
- για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα, ίδιες τιμές με παραπάνω, καθώς όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 5 τα αποτελέσματα των δοκιμών είναι σχεδόν ίδια με την οδό με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων.

- για οδό με ενιαίο οδόστρωμα κυκλοφορίας, κυμαίνεται από 7.9 και φτάνει το 9.9, ένα μέγεθος τιμών αρκετά μικρότερο σε σχέση με τις περιπτώσεις των διατομών του διαχωρισμένου οδοστρώματος.

Όσον αφορά τα διαφορετικά είδη εδάφους, γίνεται αντιληπτό ότι για την ίδια ταχύτητα οι τιμές της ακτίνας του κυκλικού τόξου αυξάνονται από το πεδινό προς το λοφώδες και τέλος προς το ορεινό (Πίνακας 6.1). Εύλογο φαινόμενο καθώς η μέγιστη κατά μήκος κλίση αυξάνεται και αυτή, ενώ η ακτίνα της κυρτής καμπύλης της μηκοτομής παραμένει ίδια.

Μια αξιόλογη παρατήρηση είναι ότι με την αύξηση της ταχύτητας αυξάνεται και η ακτίνα του κυκλικού τόξου, λογικό συμπέρασμα καθώς ήδη από τις ΟΜΟΕ-Χ παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο. Επίσης, αξιοσημείωτο είναι ότι για την ίδια ταχύτητα (πχ: 80km/h) και ενώ η ακτίνα συναρμογής της κυρτής καμπύλης μένει σταθερή, όσο αυξάνεται η μέγιστη τιμή της κατά μήκος κλίσης για τα διαφορετικά είδη εδάφους, τόσο αυξάνεται και η ακτίνα του κυκλικού τόξου (Πίνακας 6.1). Πρόκειται για έγκυρη παρατήρηση, γιατί όσο αυξάνεται η κλίση της οδού στο κύρτωμα είναι απαραίτητη μεγαλύτερη ακτίνα στην οριζοντιογραφία, προκειμένου ο οδηγός να προλάβει να δει το οποιοδήποτε εμπόδιο και να μη συγκρουστεί μαζί του. Βέβαια, αν εξετάσουμε πώς επηρεάζει μεμονωμένα η κατά μήκος κλίση την τιμή της ακτίνας του κυκλικού τόξου, εμφανίζεται η μείωση της ακτίνας σε σχέση με την αύξηση της κατά μήκος κλίσης. Η αύξηση, όμως, της κατά μήκος κλίσης συμπίπτει και με την μείωση της ταχύτητας και της ελάχιστης ακτίνας συναρμογής.

<i>Είδος Εδάφους</i>	<i>Min Ακτίνα Συναρμογής</i>	<i>Max Κατά Μήκος Κλίση</i>	<i>Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)</i>	<i>Συντελεστής Προσαρμογής</i>	<i>Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου</i>
Πεδινό	6200	4%	250	17,6	4400
Λοφώδες	6200	5%	280	16,1	4500
Ορεινό	6200	7%	280	18,2	5100

Πίνακας 6.1 : 80km/h - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

6.2.2 Ελάχιστες Ακτίνες Κυρτών Καμπυλών Μηκοτομής

Οι προτεινόμενες οριακές τιμές των κυρτών καμπυλών της μηκοτομής από τις ΟΜΟΕ-Χ, στις τρεις διαφορετικές διατομές της οδού και σε συνδυασμό με τις

μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και τις ελάχιστες ακτίνες του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, δεν προσφέρουν επάρκεια και ασφάλεια σε θέματα ορατότητας, καθώς στη μεσαία κορυφή της οδού, η οποία συμπίπτει για την οριζοντιογραφία και τη μηκοτομή, εμφανίζεται ένα μικρό τμήμα της οδού όπου το Απαιτούμενο ΜΟΣ υπερβαίνει το Διατιθέμενο ΜΟΣ. Όπως και στο παραπάνω υπο-κεφάλαιο, στην περίπτωση της οδού με ενιαίο οδόστρωμα δε δύναται να βρεθούν τιμές με τις οποίες να παρέχεται επάρκεια ορατότητας και γι' αυτό αποτυπώθηκαν οι ελάχιστες τιμές της κυρτής καμπύλης που να παρέχουν το ελάχιστο οδικό τμήμα που να μην ικανοποιεί τα κριτήρια της παρούσας έρευνας.

Για μια ολοκληρωμένη εικόνα των αποτελεσμάτων αναφέρονται παρακάτω οι συντελεστές προσαρμογής αναλόγως με το είδος της διατομής που εξετάζεται. Έτσι ο συντελεστής προσαρμογής:

- για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, κυμαίνεται από 4.4 έως 7.8. Παρατηρούνται σημαντικά μικρότερες τιμές σε σχέση με εκείνες της ακτίνας του κυκλικού τόξου, όμως επιβάλλεται να σημειωθεί ότι πρόκειται για 600% αύξηση της αρχικής ακτίνας για την ασφάλεια των οδηγών σε όλο το μήκος της οδού.
- για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα, κυμαίνεται από 6.0 έως 12.1. Αντιθέτως, σε αυτή την περίπτωση, οι τιμές της ακτίνας που διερευνάται έχουν διαφορά από τη διατομή διαχωρισμένου οδοστρώματος με κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων, που σημαίνει ότι η διαμόρφωση του οδοστρώματος στο μέσο των λωρίδων κυκλοφορίας επηρεάζει περισσότερο την κυρτή καμπύλη της μηκοτομής απ' ό,τι την ακτίνα του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας.
- για οδό με ενιαίο οδόστρωμα, βρίσκεται ανάμεσα στο 1.7 με 7.3. Παρατηρούνται τιμές της ίδιας τάξης μεγέθους όπως και στην περίπτωση της ελάχιστης ακτίνας του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, όμως με μεγαλύτερο εύρος.

Για όλα τα είδη των διατομών σημειώνεται ότι τα πεδινά εδάφη σε σχέση με τα λοφώδη και τα λοφώδη σε σχέση με τα πεδινά, έχουν μικρότερες ακτίνες κυρτής

καμπύλης, όπως και παραπάνω, κάτι που παρατηρείται και στις αρχικές εξεταζόμενες τιμές των ΟΜΟΕ-Χ. Αφού λοιπόν η κατά μήκος κλίση αυξάνεται από το πεδινό στο λοφώδες και από το λοφώδες στο ορεινό, λογικό, να επηρεάζει σημαντικά και την ακτίνα της κυρτής καμπύλης στη μηκοτομή.

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα σχετικά με τις τιμές της ακτίνας του κυκλικού τόξου και πάλι παρατηρείται ότι με την αύξηση της ταχύτητας αυξάνεται και η ακτίνα της κυρτής καμπύλης, ενώ όταν η ταχύτητα παραμένει σταθερή (πχ: 80km/h) και η ακτίνα του κυκλικού τόξου μεταβάλλεται ελαφρώς, ανάλογα με το είδος του εδάφους, το εξεταζόμενο μέγεθος είναι ανάλογο με την κατά μήκος κλίση (Πίνακας 6.2). Επίσης, όσο αυξάνεται η κατά μήκος κλίση τόσο μειώνεται η τιμή της ακτίνας της κυρτής καμπύλης, που όμως συμπίπτει και με μείωση της ταχύτητας.

<i>Είδος Εδάφους</i>	<i>Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου</i>	<i>Μax Κατά Μήκος Κλίση</i>	<i>Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ)</i>	<i>Συντελεστής Προσαρμογής</i>	<i>Μin Ακτίνα Συναρμογής</i>
Πεδινό	250	4%	6200	6,3	39100
Λοφώδες	280	5%	6200	6,6	40700
Ορεινό	280	7%	6200	7,1	44100

Πίνακας 6.2 : 80km/h - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυρτής καμπύλης μηκοτομής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

6.3 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 και των ακτίνων συναρμογής της μηκοτομής, όταν συμπίπτει οριζοντιογραφική καμπύλη και καμπύλη μηκοτομής, δεν προσφέρουν επάρκεια ορατότητας και ασφάλεια σε όλο το μήκος της οδούς για τους οδηγούς.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσέγγιση του ζητήματος εφαρμόζοντας έναν ακραίο συνδυασμό με τις ελάχιστες ακτίνες και τις

μέγιστες κατά μήκος κλίσης στη μηκοτομή. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι οι κρισιμότερες μεταβλητές είναι η ταχύτητα, η κατά μήκος κλίση και η διαμόρφωση της οδού στο μέσο των λωρίδων. Θα μπορούσε, λοιπόν, να διερευνηθεί ο βαθμός που επηρεάζουν τα παραπάνω τις ακτίνες του κυκλικού τόξου και τις ακτίνες συναρμογής της κυρτής καμπύλης σε λογισμικό περιβάλλον τρισδιάστατης απεικόνισης της οδού.

Επίσης, οι διατομές που επιλέχθηκαν είναι μόνο τρεις, δύο για διαχωρισμένο οδόστρωμα και μια για ενιαίο. Επομένως, προτείνεται η περαιτέρω έρευνα για διαφορετικές διατομές εναλλάσσοντας τη διαμόρφωση της οδού. Οι καιρικές συνθήκες (βροχή, ομίχλη, κτλ.) επιπροσθέτως είναι ένα χαρακτηριστικό που δε λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα έρευνα, όπως και η διερεύνηση της επάρκειας της ορατότητας σε νυχτερινές ώρες.

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 προσπέραση για τις ίδιες συνθήκες της εξεταζόμενης οδού.

Βιβλιογραφία - Αναφορές

Altamira, AL., J.E. Marcet, A.B. Graffigna, & A.M. Gomez (2010). *‘Assessing Available Sight Distance: an Indirect Tool to Evaluate Geometric Design Consistency’*. Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Geometric Design (TRB), Valencia.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (2011). *‘A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 6th Edition’*. AASHTO, Washington, DC..

Austrroads (2009). *‘Guide to Road Design, Part 3: Geometric Design’*. Austrroads Incorporated, Sydney.

Bidulka, S., T. Sayed & Y. Hassan (2002). *‘Influence of Vertical Alignment on Horizontal Curve Perception’*. Transportation Research Record 1796, Paper No. 02-2166, pp.12-23, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C..

Cheng, J., H. Yuan, G. Shi & X. Huang (2011). *‘Revision of Calculation of Stopping Sight Distance’*. Baltic Journal of Road and Bridge Engineering 6(2), pp.96, “Technika” – Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FSGV) (1995). *‘Richtlinien für die Anlage von Straßen Teil: Linienführung (RAS-L)’*. FGSV, Köln.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FSGV) (2008a). *‘Richtlinien für die Anlage von Autobahnen (RAA-R) Teil: Linienführung (RAS-R1)’*. FGSV, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FSGV) (2008b). *‘Hinweise zur Visualisierung von Entwürfen für außerörtliche Straßen (H ViSt)’*. FGSV, Köln.

Hassan Y., S.M. Easa & A.O. Abd El Halim (1996). *‘Analytical model for Sight distance analysis on three-dimensional highway alignments’*. Transportation Research Record 1523, pp. 1-10, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C..

Hassan Y., S.M. Easa & A.O. Abd El Halim (1997a). *'Design Consideration for Combined Highway alignments'*. Journal of Transportation Engineering, Vol.123, No.1, pp 60-68, American Society of Civil Engineers (ASCE),Reston, Virginia.

Hassan Y., S.M. Easa & A.O. Abd El Halim (1997b). *'Modeling Headlight Sight Distance on Three-Dimensional Highway Alignments'*. Transportation Research Record 1579, pp. 79-88, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C..

Ismail K. & T. Sayed (2007). *'New algorithm for calculating 3-D available sight distance'*. Journal of Transportation Engineering, Vol. 133, No.10, pp. 572-581, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia.

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

Kanellaidis, G. (1996). *'Human Factors in Highway Geometric Design'*. Journal of Transportation Engineering, Vol.122, No.1, pp.59-66, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia.

Kanellaidis, G. & S. Vardaki (2011). *'Highway Geometric Design from the Perspective of Recent Safety Developments'*. Journal of Transportation Engineering, Vol.137, No.12, pp.841-844, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia.

Kim D., & D.J. Lovell (2010). *'A Procedure for 3-D Sight Distance Evaluation Using Thin Plate Splines'*. Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Transportation Research Board (TRB), Valencia.

Lovell D.J., J.C Jong & P.C. Chang, (2001). *'Improvements to Sight Distance Algorithm'*, Journal of Transportation Engineering 127 (4), pp. 283-288, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia.

Mavromatis, S., N. Stamatiadis, B. Psarianos, & G. Yannis (2015). *'Controlling Crest Vertical Curvature Rates Based on Variable Grade Stopping Sight Distance Calculation'*. Paper presented at the 93rd Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C..

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.

Mertzanis, F. & V. Hatzi (2011). *'Model for Sight Distance Calculation and Three-Dimensional Alignment Evaluation in Divided and Undivided Highways'*. The 3rd International Conference on Road Safety and Simulation (RSS2011), Indianapolis.

Ministerio de Fomento (2000). *'Trazado – Instrucción de Carreteras, Norma 3.1 – IC'*. Ministerio de Fomento, Madrid.

Moreno, A.T., V.M. Ferrer, A. Garcia, & M.A. Romero (2010). *'Optimal 3-D Coordination to Maximize the Available Stopping Sight Distance in Two-Lane Roads'*. Proceedings of the 4th International Symposium on Highway Geometric Design, Transportation Research Board (TRB), Valencia.

Nehate, G. & M. Rys (2006). *'3D Calculation of Stopping-Sight Distance from GPS Data'*. Journal of Transportation Engineering 132 (6), pp. 691-698, American Society of Civil Engineers (ASCE), Reston, Virginia.

Sanchez, E. (1994). *'Three-Dimensional Analysis of Sight Distance on Interchange Connectors'*. Transportation Research Record 1445, pp. 101–108, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C..

Transportation Association of Canada – Association des Transports du Canada (TAC-ATC) (1999). *'Geometric Design Guide for Canadian Roads'*. TAC-ATC, Ottawa.

World Road Association (WRA) – PIARC (2003). *'Road Safety Manual: Recommendations from the World Road Association (PIARC)'*. WRA – PIARC, La Défense cedex, Paris.

Zimmermann, M. & R. Roos (2005). *'Increased Safety Resulting from Quantitative Evaluation of Sight Distances and Visibility Conditions of Two-Lane Rural Roads'*. Proceedings of the 3rd International Symposium on Highway Geometric Design, Transportation Research Board (TRB), Chicago.

Κανελλαΐδης, Γ., Μαλέρδος, Γ., Καλτσούνης, Α., Γλαρός, Γ. & Α. Δραγομάνοβιτς (2015). *Σημειώσεις Οδοποιίας Ι – Γεωμετρικός Σχεδιασμός των Οδών*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κανελλαΐδης, Γ. & Α. Δραγομάνοβιτς (2016). *Σημειώσεις Οδοποιίας ΙΙ – Χάραξη της Οδού στον Χώρο*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κανελλαΐδης, Γ., Γ. Μαλέρδος, Α. Καλτσούνης & Γ. Γλαρός (2010). *Σημειώσεις για τον Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Κανελλαΐδης, Γ., Φ. Μερτζάνης & Ι. Παγώνη (2010). *Σχεδιασμός Οδών με τη χρήση Ηλεκτρονικού Υπολογιστή*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Μαυρομάτης, Σ., Β. Παγούνης, Σ. Παλάσκας & Δ. Μαρούδας (2009). *Έλεγχος ορατότητας με εφαρμογή τρισδιάστατης αποτύπωσης του οδικού περιβάλλοντος*. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οδικής Ασφάλειας, Αθήνα.

Μαυρομάτης, Σ., Σ. Παλάσκας, Φ. Μερτζάνης, Γ. Κλειούτης & Β. Ψαριανός (2012). *Τρισδιάστατη ανάλυση ορατότητας αριστερόστροφων καμπυλών στο πλαίσιο επικαιροποίησης των ΟΜΟΕ – Χαράξεις 2001*. 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδικής Ασφάλειας, Βόλος.

Μαυρομάτης, Σ., Β. Ψαριανός, Φ. Μερτζάνης, Γ. Τσιούγκος & Γ. Σουπιωνάς (2012). *Αξιολόγηση Επάρκειας Ορατότητας για Στάση σε Τρισδιάστατο Οδικό Περιβάλλον*. Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Οδοποιίας, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ), Αθήνα.

Μερτζάνης, Φ. (2015). *Συμβολή στη διερεύνηση του Μήκους Ορατότητας για Στάση στον Τρισδιάστατο Χώρο*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων – Τεύχος 2: Διατομές (ΟΜΟΕ-Δ)*. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων – Τεύχος 3: Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)*. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

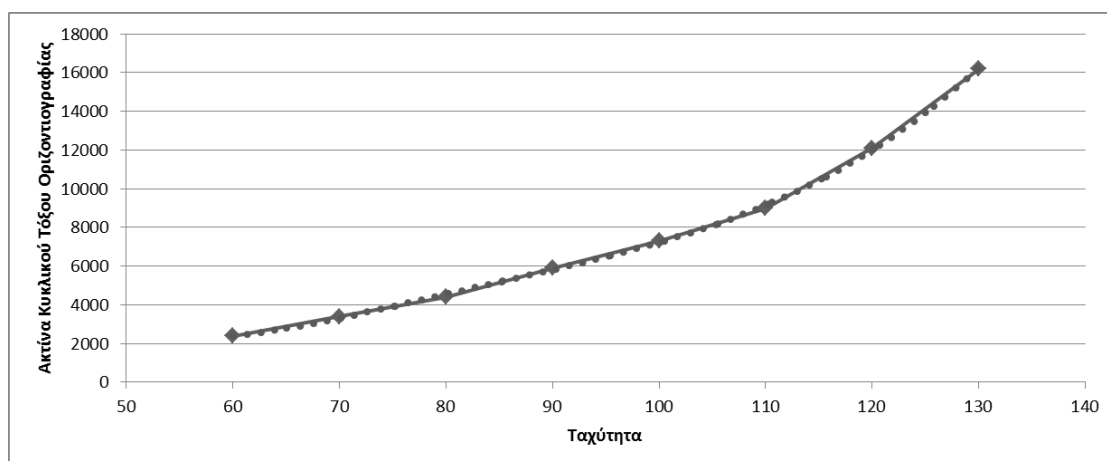
Αναλυτικοί Πίνακες και Διαγράμματα

Π.1	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΥΠΟΥ NEW JERSEY ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	96
Π.2	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ (ΜΙΚΡΗ ΝΗΣΙΔΑ)..	105
Π.3	ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΕΝΙΑΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ.....	115

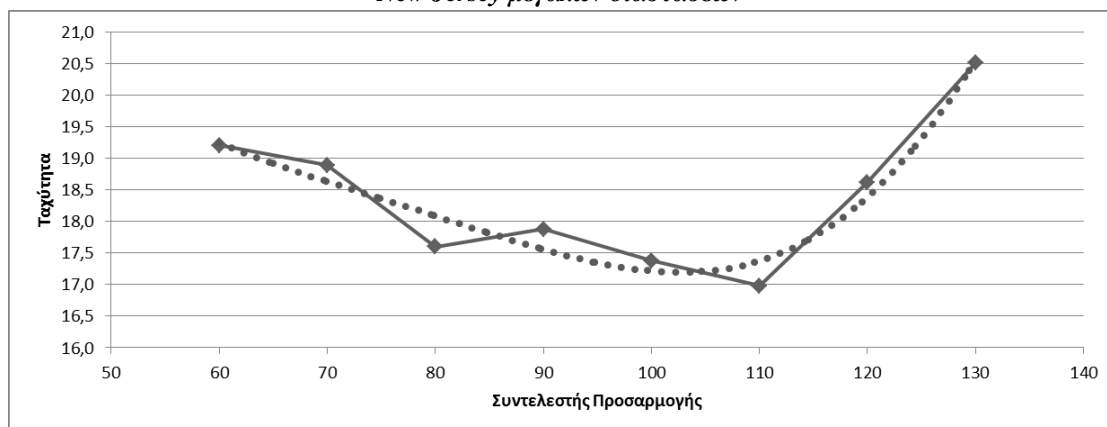
Π.1 ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΜΕ ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΥΠΟΥ NEW JERSEY ΜΕΓΑΛΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	6%	125	19,2	2400
70	4500	5%	180	18,9	3400
80	6200	4%	250	17,6	4400
90	8500	4%	330	17,9	5900
100	11000	3%	420	17,4	7300
110	15000	3%	530	17,0	9000
120	15000	3%	650	18,6	12100
130	15000	3%	790	20,5	16200

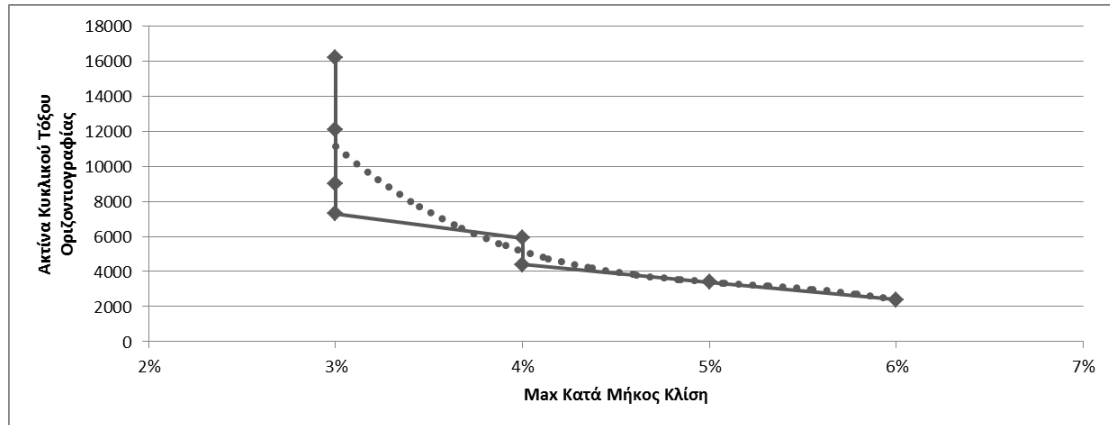
Πίνακας Π1.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.1 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



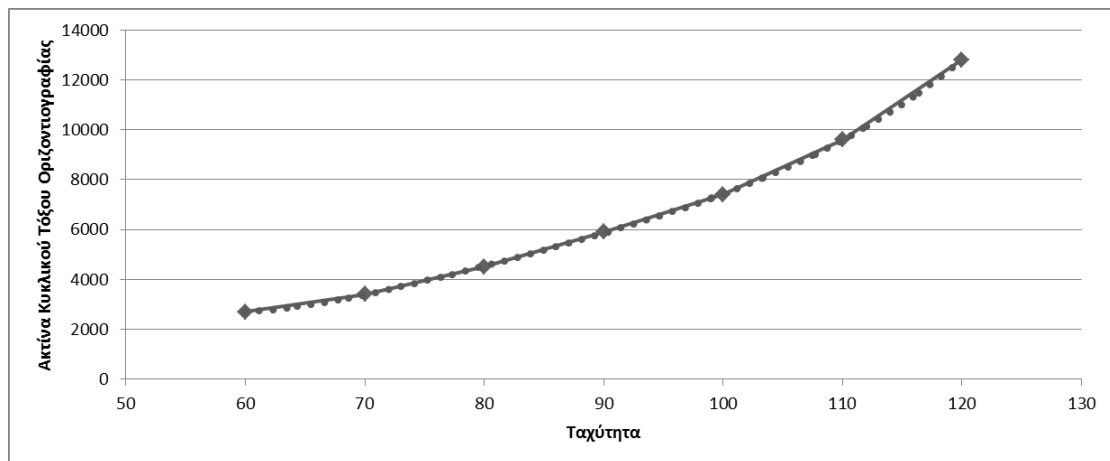
Σχήμα Π1.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



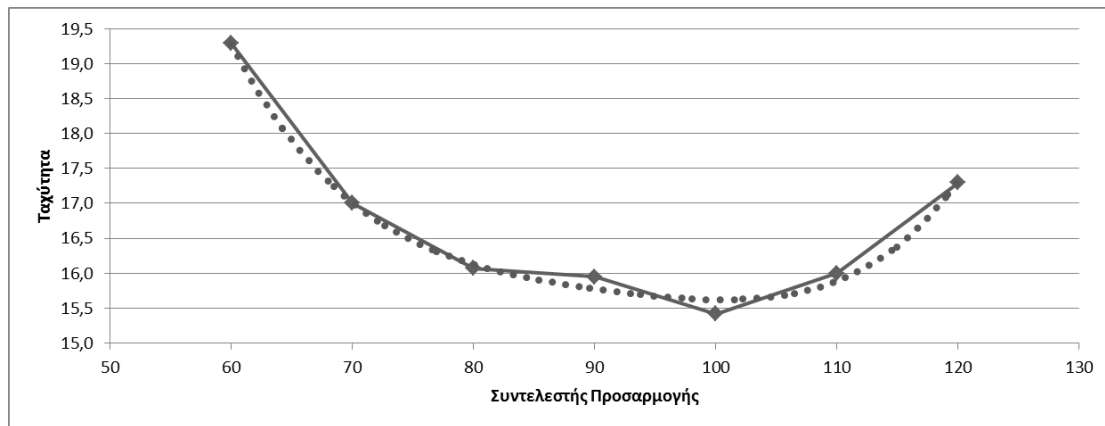
Σχήμα ΠΙ.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	7%	140	19,3	2700
70	4500	6%	200	17,0	3400
80	6200	5%	280	16,1	4500
90	8500	5%	370	15,9	5900
100	11000	4%	480	15,4	7400
110	15000	4%	600	16,0	9600
120	15000	4%	740	17,3	12800

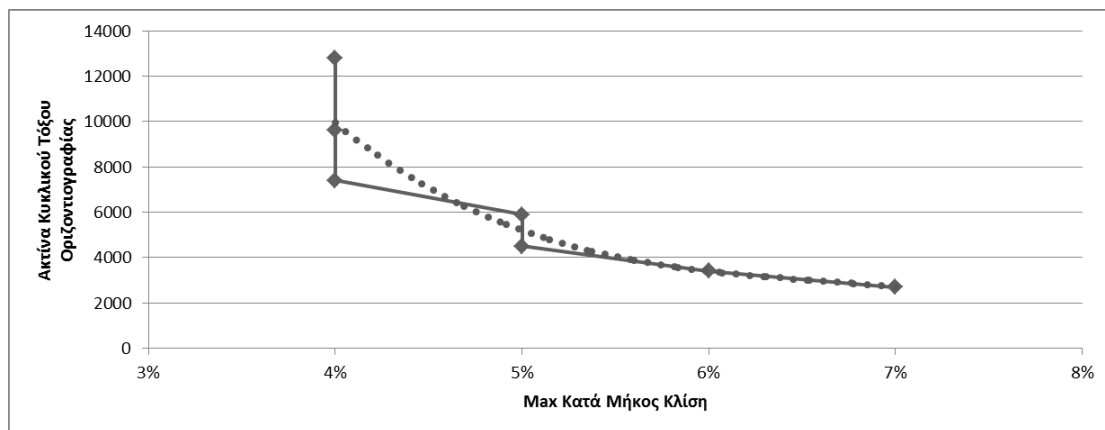
Πίνακας ΠΙ.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα ΠΙ.4 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



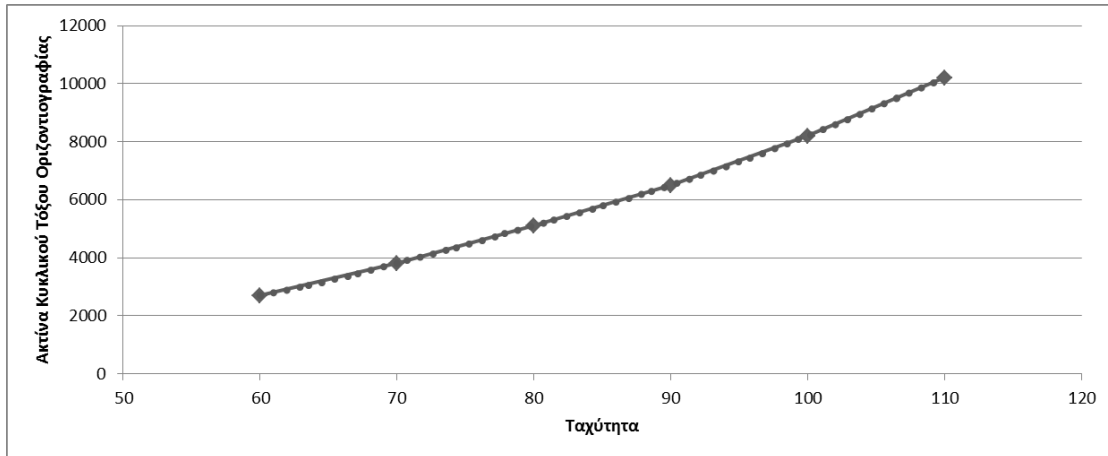
Σχήμα Π1.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου *New Jersey* μεγάλων διαστάσεων



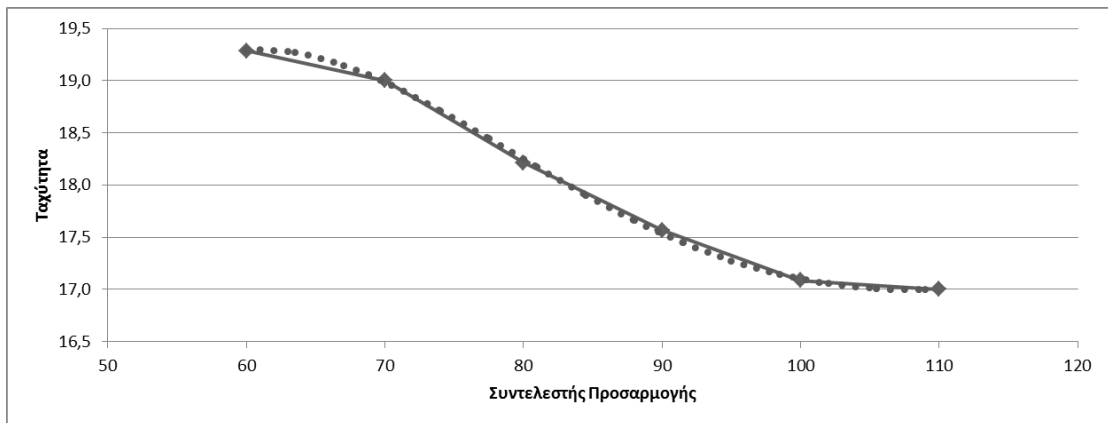
Σχήμα Π1.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου *New Jersey* μεγάλων διαστάσεων

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	9%	140	19,3	2700
70	4500	8%	200	19,0	3800
80	6200	7%	280	18,2	5100
90	8500	7%	370	17,6	6500
100	11000	6%	480	17,1	8200
110	15000	5%	600	17,0	10200

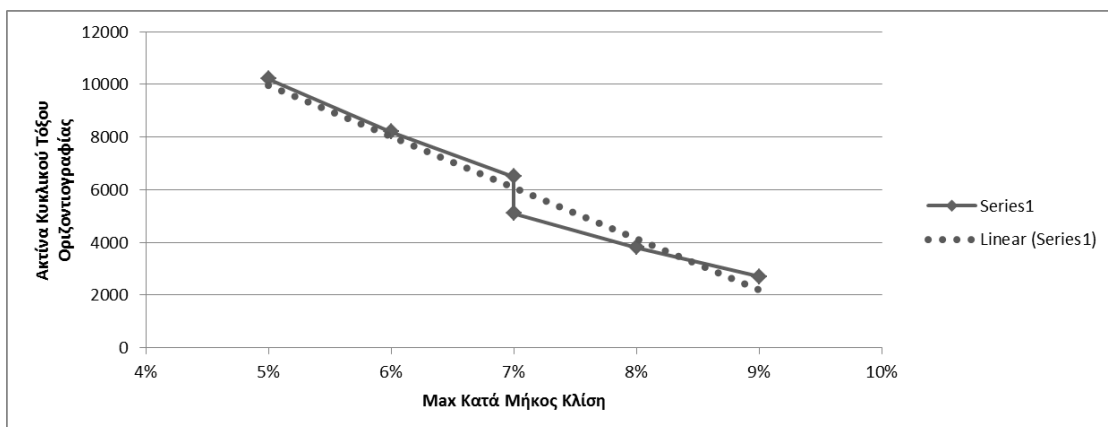
Πίνακας Π1.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου *New Jersey* μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



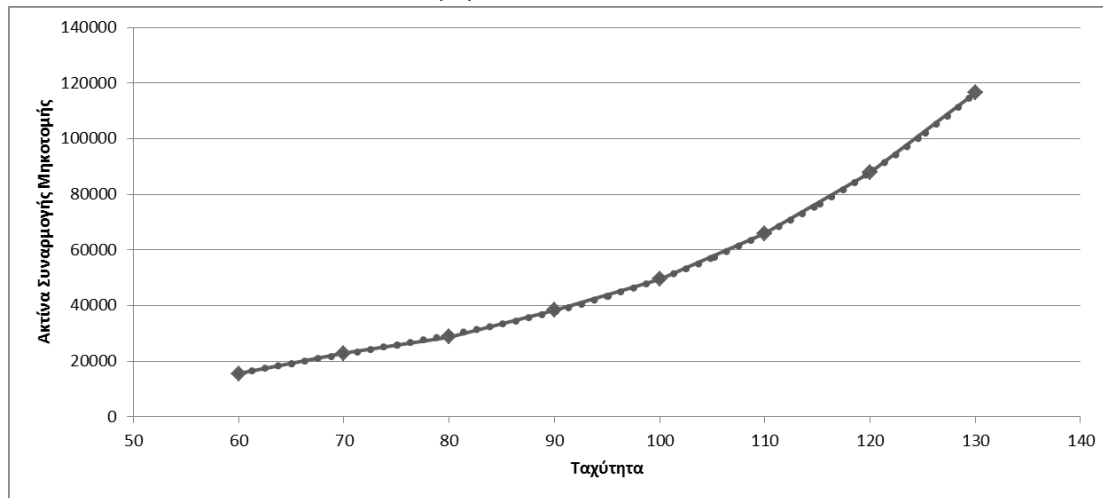
Σχήμα Π1.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



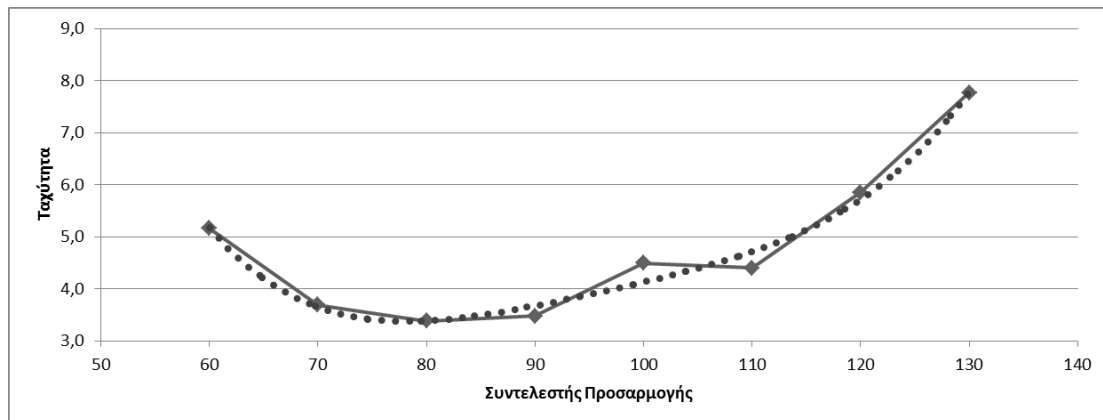
Σχήμα Π1.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

Ταχύτητα	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	125	6%	3000	5,2	15500
70	180	5%	4500	3,7	22900
80	250	4%	6200	3,4	28800
90	330	4%	8500	3,5	38300
100	420	3%	11000	4,5	49500
110	530	3%	15000	4,4	66000
120	650	3%	15000	5,9	87800
130	790	3%	15000	7,8	116500

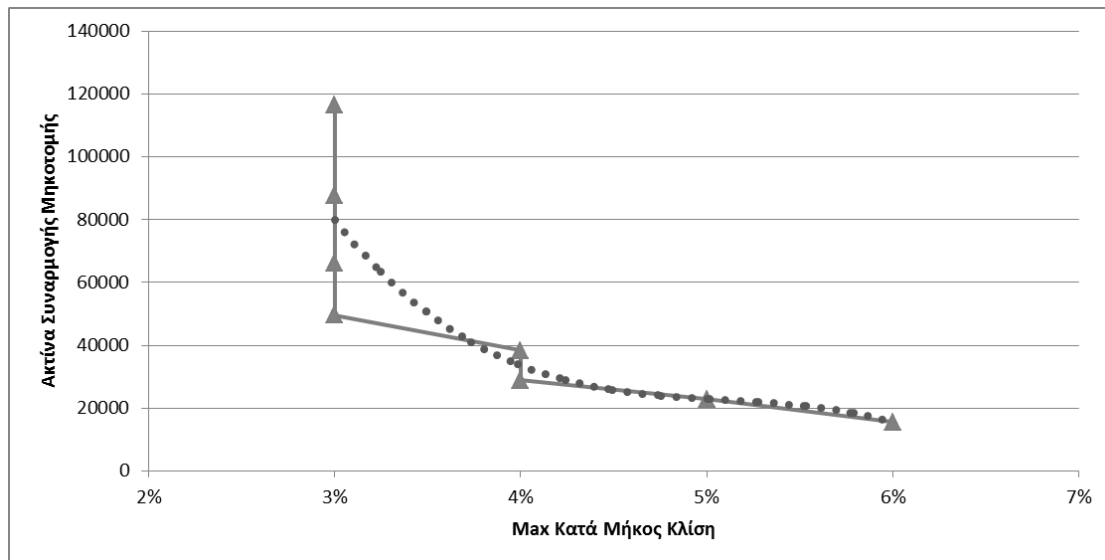
Πίνακας Π1.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



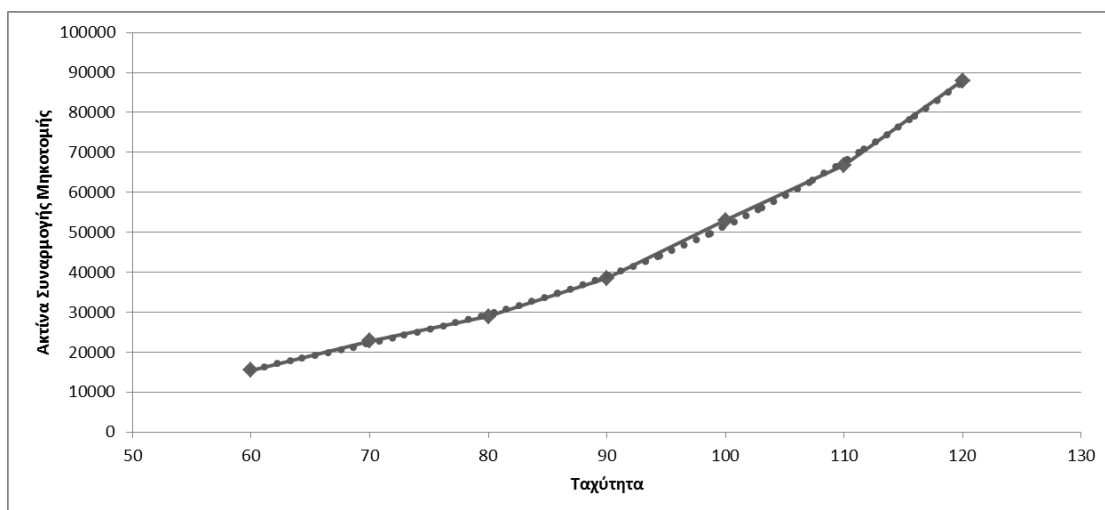
Σχήμα Π1.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



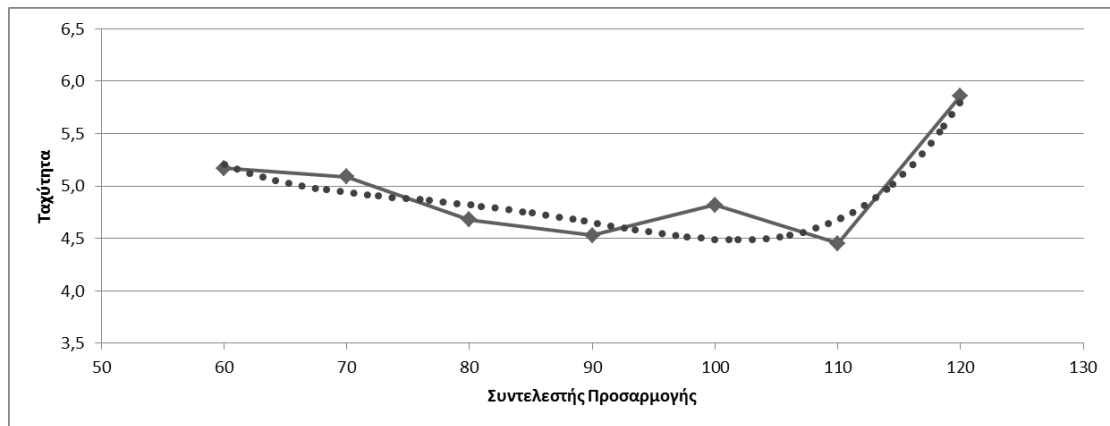
Σχήμα Π1.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Συναρμογής
60	140	7%	3000	5,2	15500
70	200	6%	4500	5,1	22900
80	280	5%	6200	4,7	29000
90	370	5%	8500	4,5	38500
100	480	4%	11000	4,8	53000
110	600	4%	15000	4,5	66800
120	740	4%	15000	5,9	87900

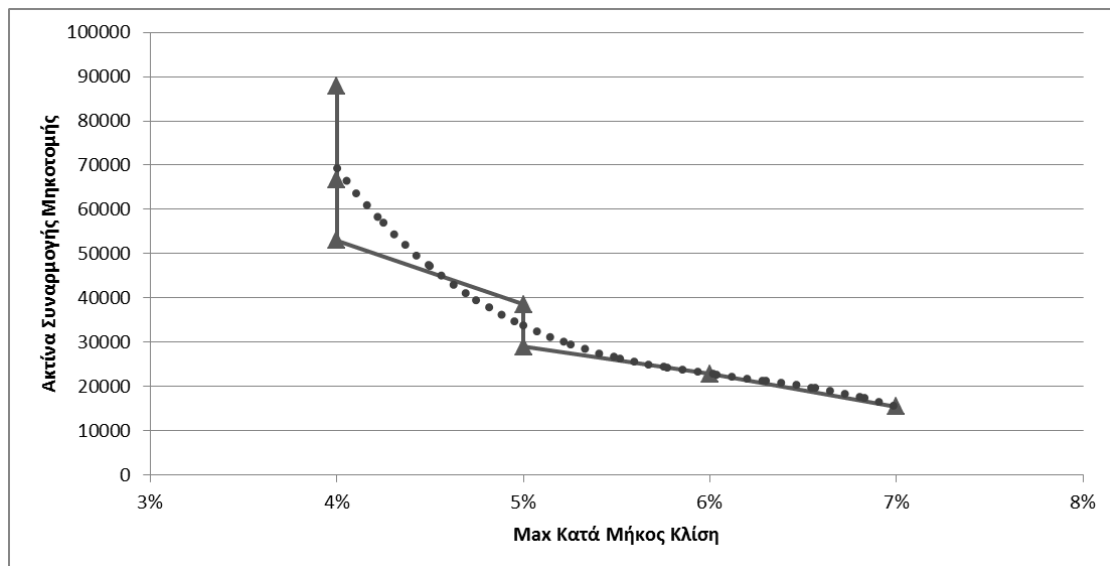
Πίνακας Π1.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



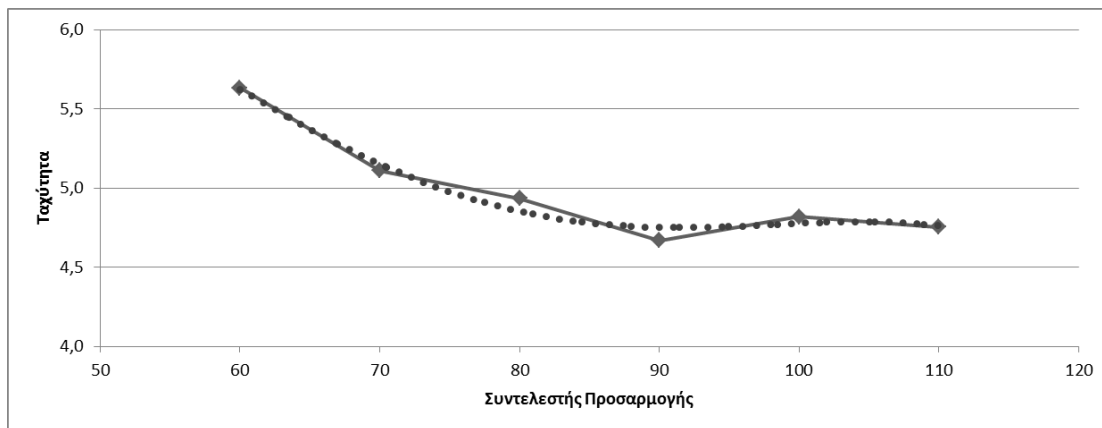
Σχήμα Π1.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



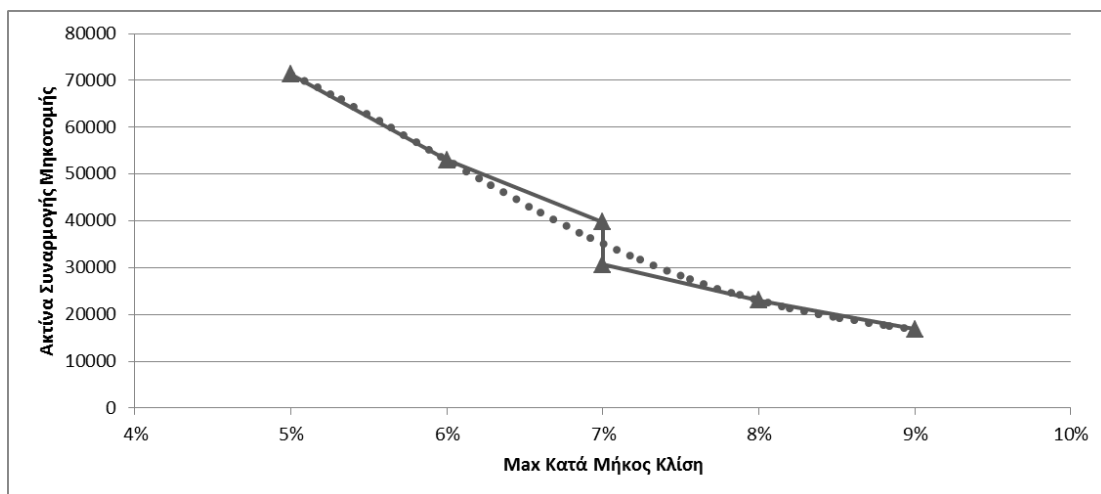
Σχήμα Π1.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

Ταχύτητα	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	140	9%	3000	5,6	16900
70	200	8%	4500	5,1	23000
80	280	7%	6200	4,9	30600
90	370	7%	8500	4,7	39700
100	480	6%	11000	4,8	53000
110	600	5%	15000	4,8	71300

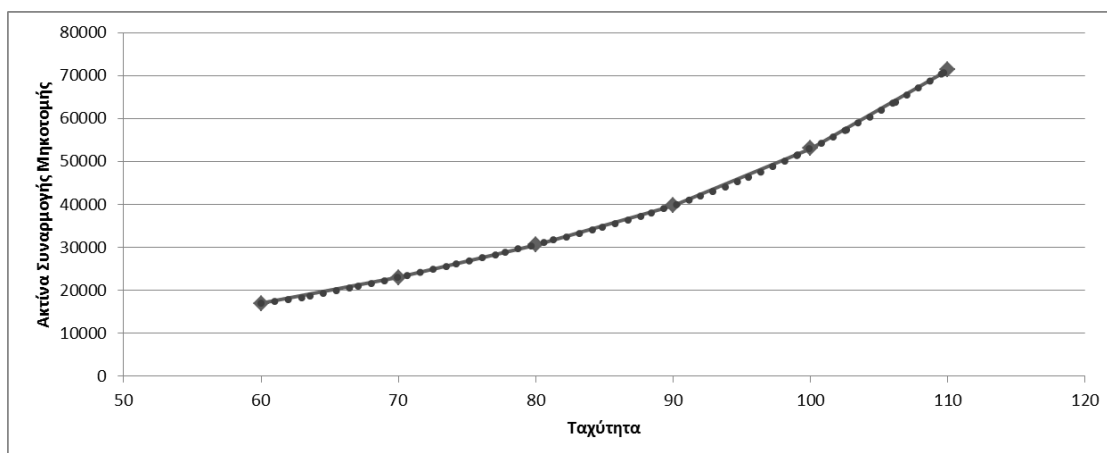
Πίνακας Π1.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων



Σχήμα Π1.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

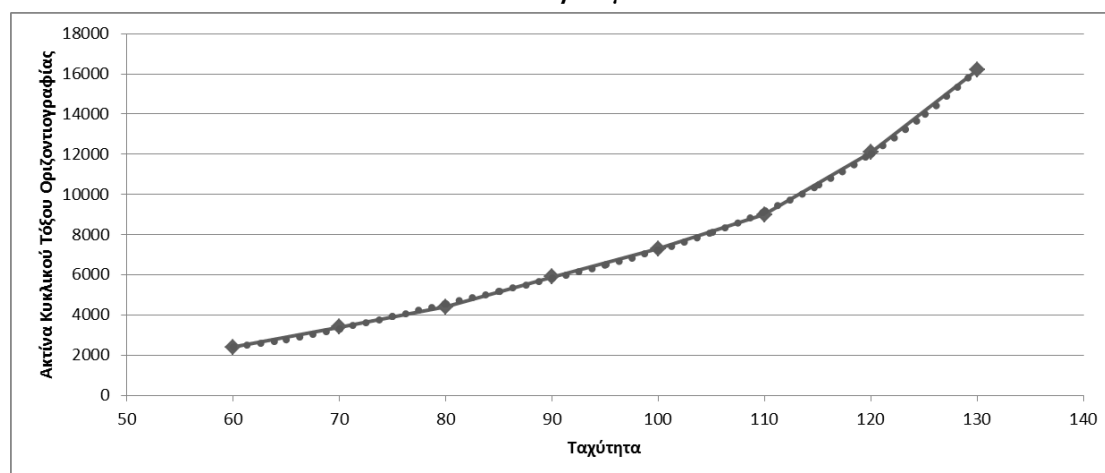


Σχήμα Π1.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και κεντρικό στηθαίο ασφαλείας τύπου New Jersey μεγάλων διαστάσεων

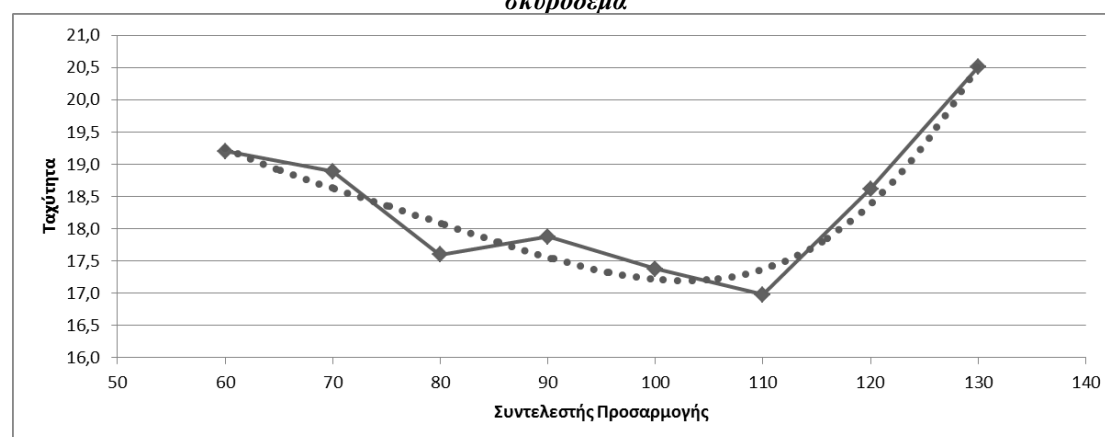
Π.2 ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΕΝΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ (ΜΙΚΡΗ ΝΗΣΙΔΑ)

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	6%	125	19,2	2400
70	4500	5%	180	18,9	3400
80	6200	4%	250	17,6	4400
90	8500	4%	330	17,9	5900
100	11000	3%	420	17,4	7300
110	15000	3%	530	17,0	9000
120	15000	3%	650	18,6	12100
130	15000	3%	790	20,5	16200

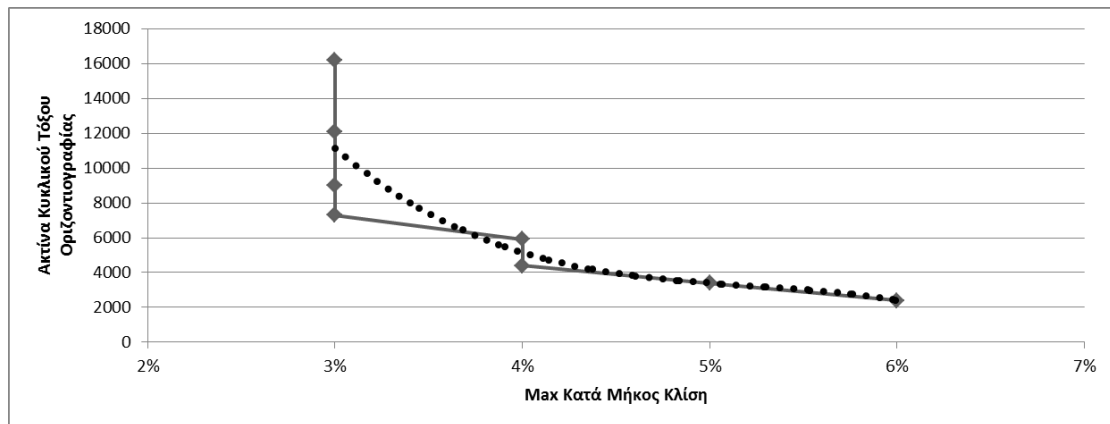
Πίνακας Π2.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.1 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



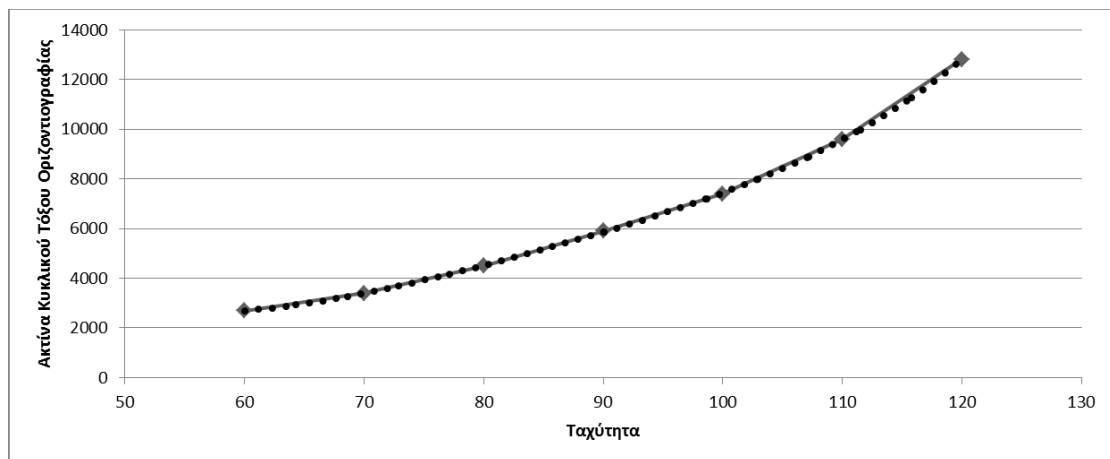
Σχήμα Π2.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



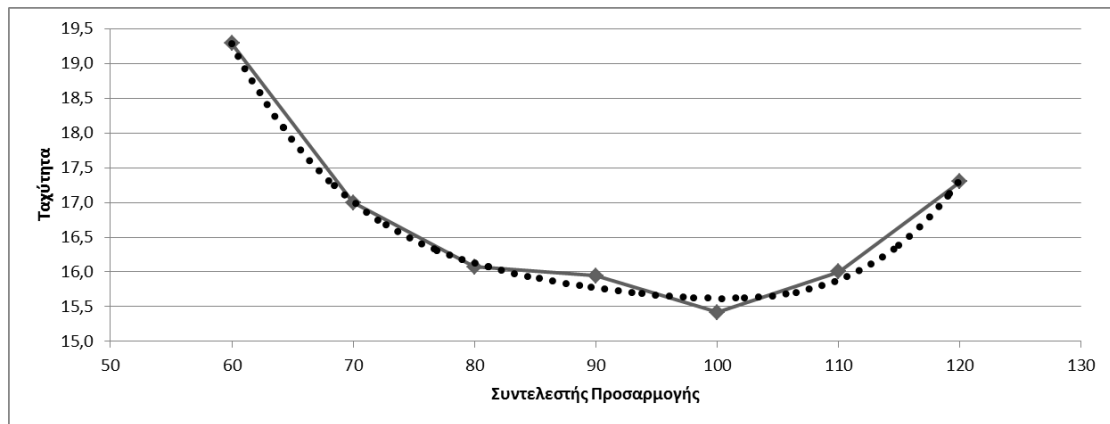
Σχήμα Π2.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	7%	140	19,3	2700
70	4500	6%	200	17,0	3400
80	6200	5%	280	16,1	4500
90	8500	5%	370	15,9	5900
100	11000	4%	480	15,4	7400
110	15000	4%	600	16,0	9600
120	15000	4%	740	17,3	12800

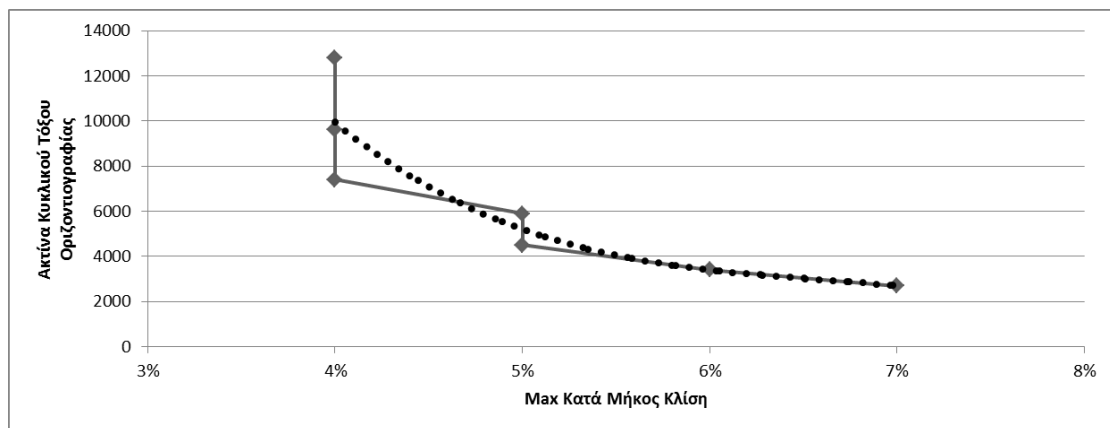
Πίνακας Π2.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.4 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



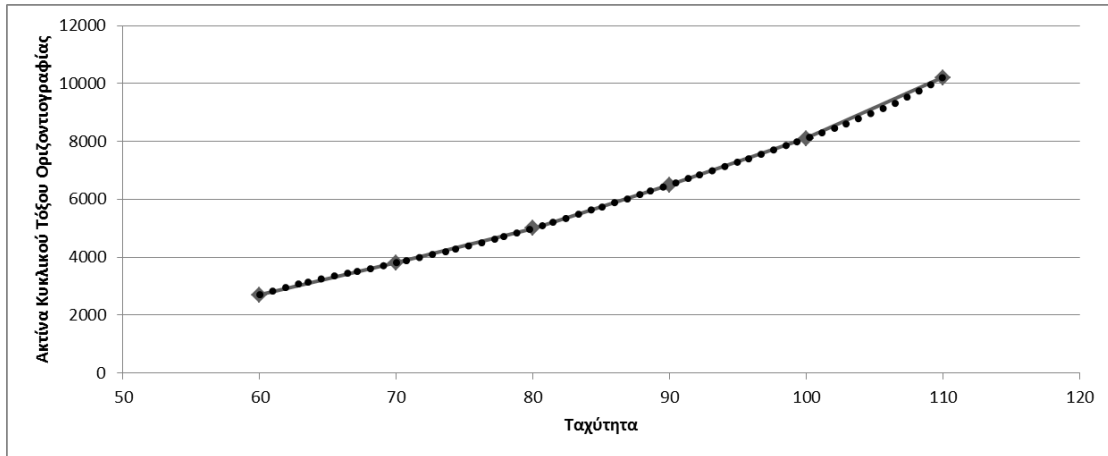
Σχήμα Π2.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



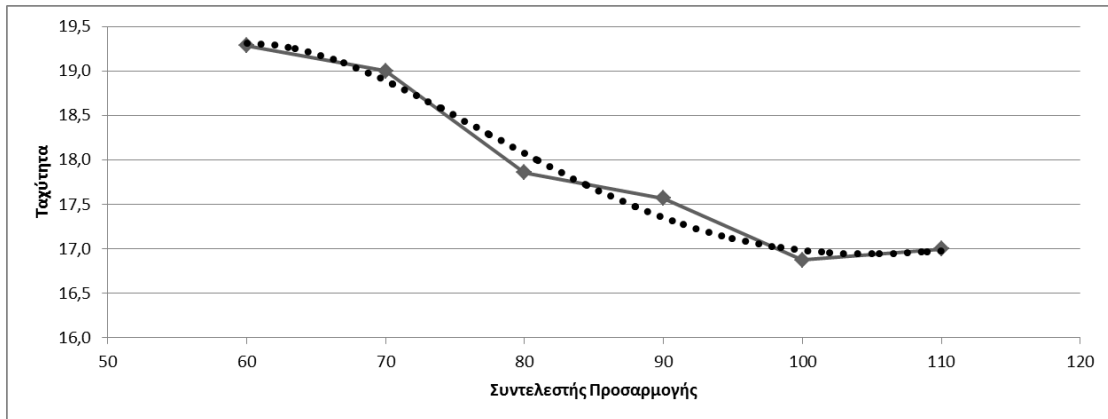
Σχήμα Π2.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση μαx κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
60	3000	9%	140	19,3	2700
70	4500	8%	200	19,0	3800
80	6200	7%	280	17,9	5000
90	8500	7%	370	17,6	6500
100	11000	6%	480	16,9	8100
110	15000	5%	600	17,0	10200

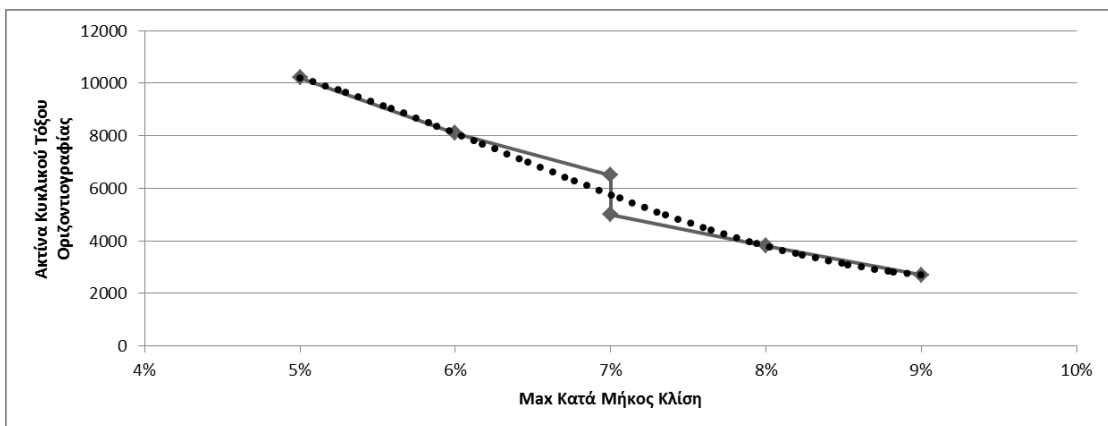
Πίνακας Π2.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με την ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



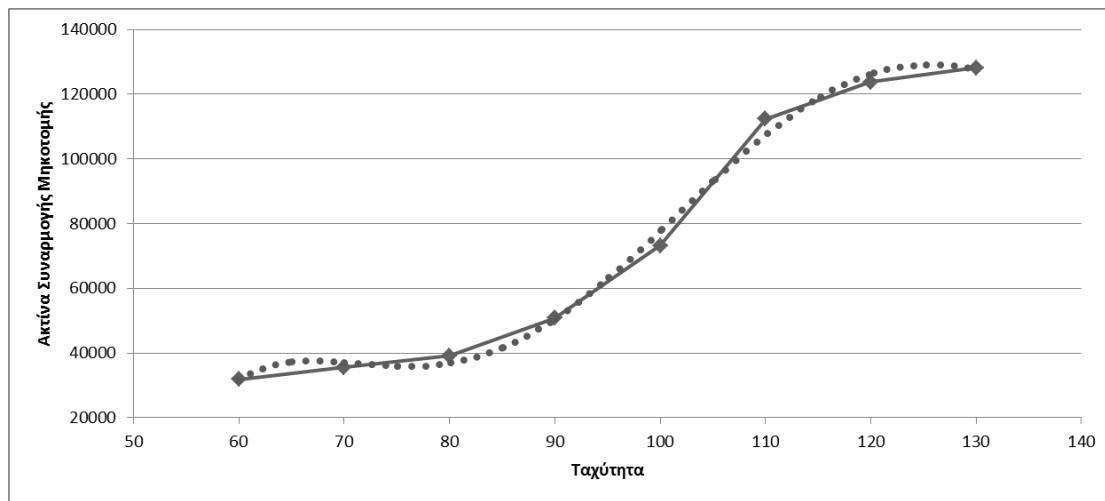
Σχήμα Π2.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



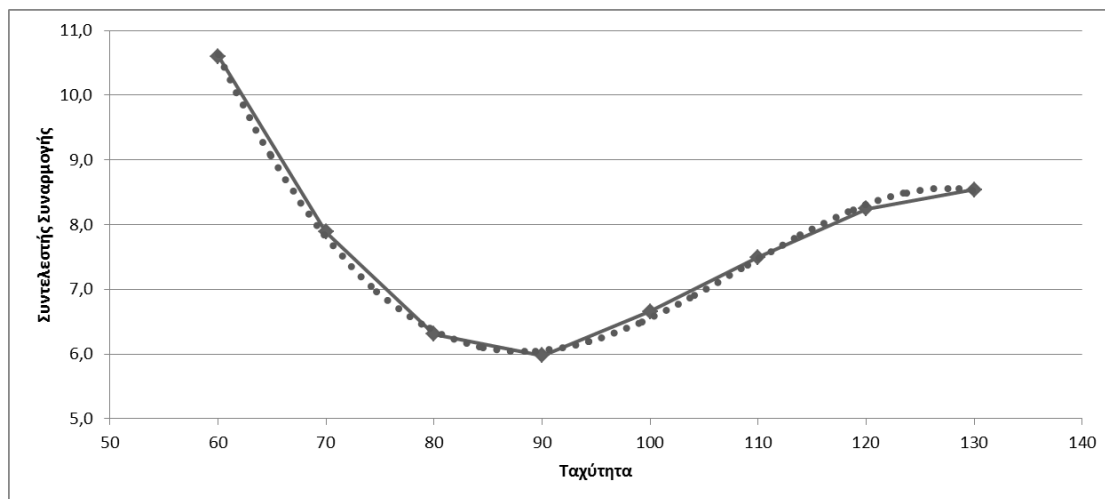
Σχήμα Π2.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

Ταχύτητα	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	125	6%	3000	10,6	31800
70	180	5%	4500	7,9	35500
80	250	4%	6200	6,3	39100
90	330	4%	8500	6,0	50800
100	420	3%	11000	6,7	73200
110	530	3%	15000	7,5	112400
120	650	3%	15000	8,2	123700
130	790	3%	15000	8,5	128100

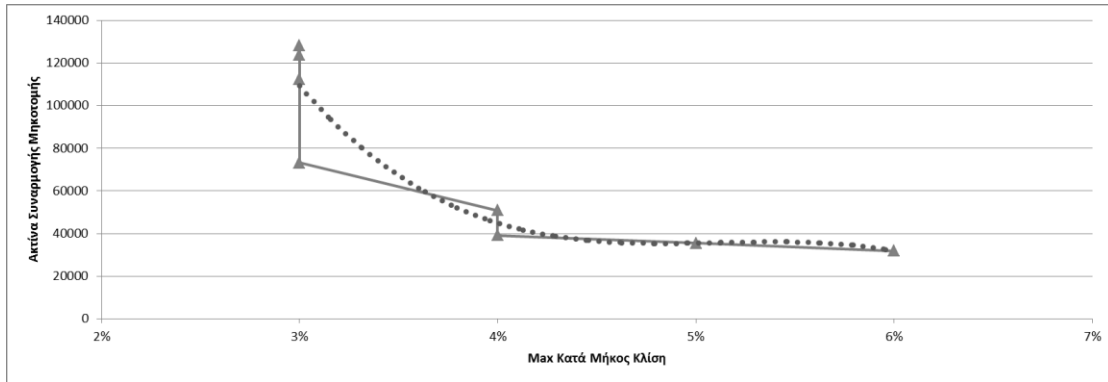
Πίνακας Π2.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



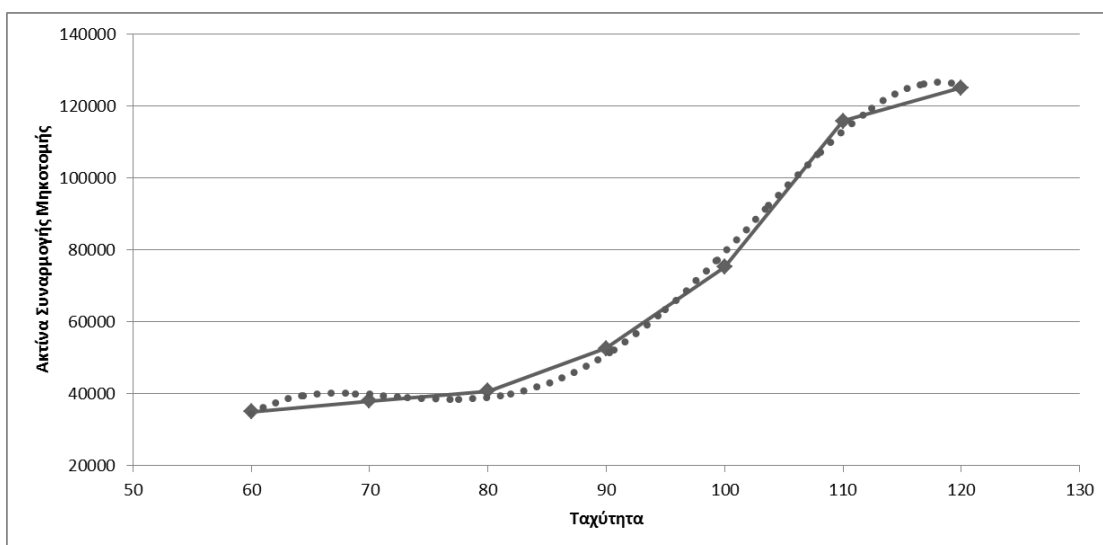
Σχήμα Π2.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



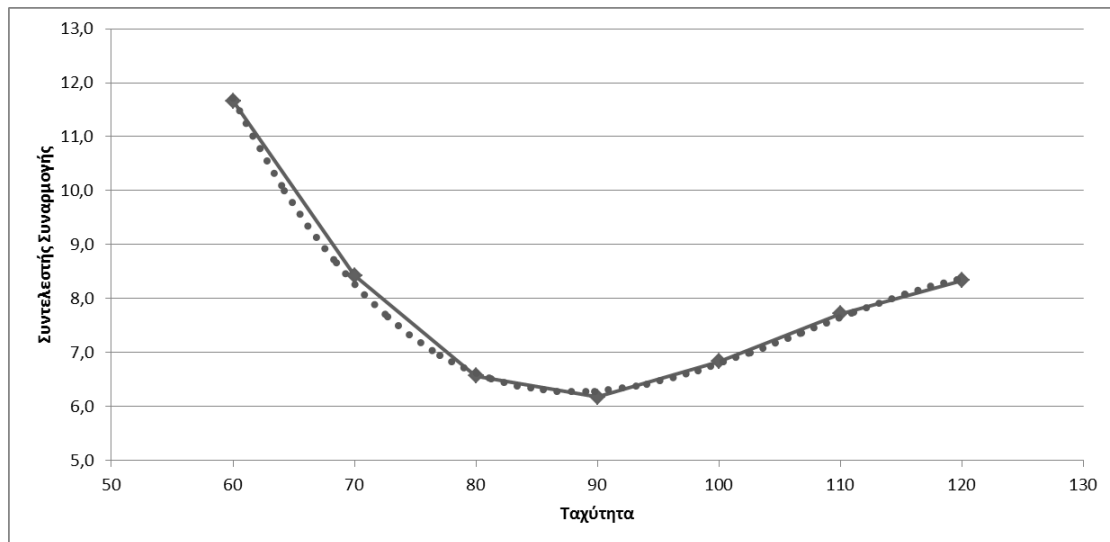
Σχήμα Π2.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Συναρμογής
60	140	7%	3000	11,7	35000
70	200	6%	4500	8,4	37900
80	280	5%	6200	6,6	40700
90	370	5%	8500	6,2	52500
100	480	4%	11000	6,8	75200
110	600	4%	15000	7,7	115800
120	740	4%	15000	8,3	125000

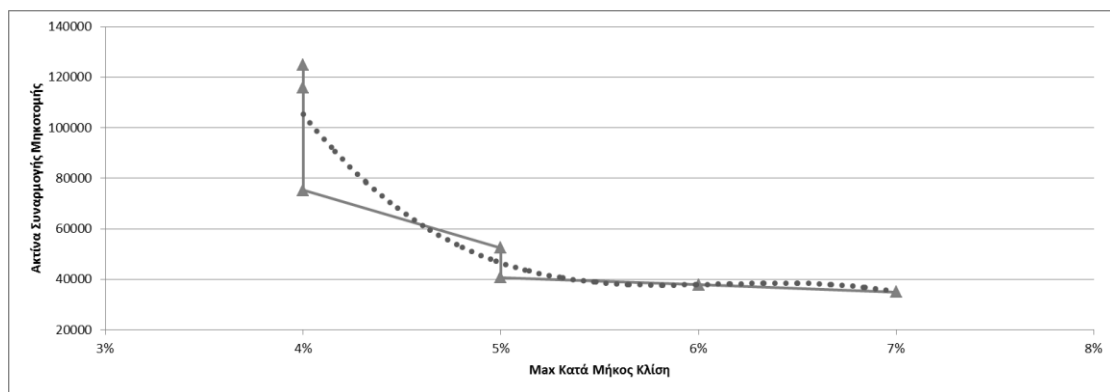
Πίνακας Π2.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



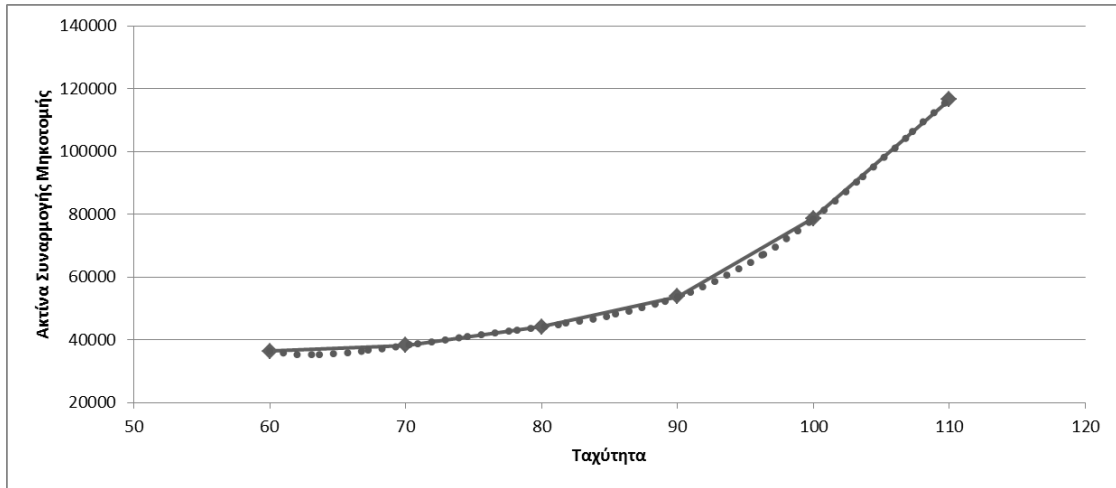
Σχήμα Π2.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



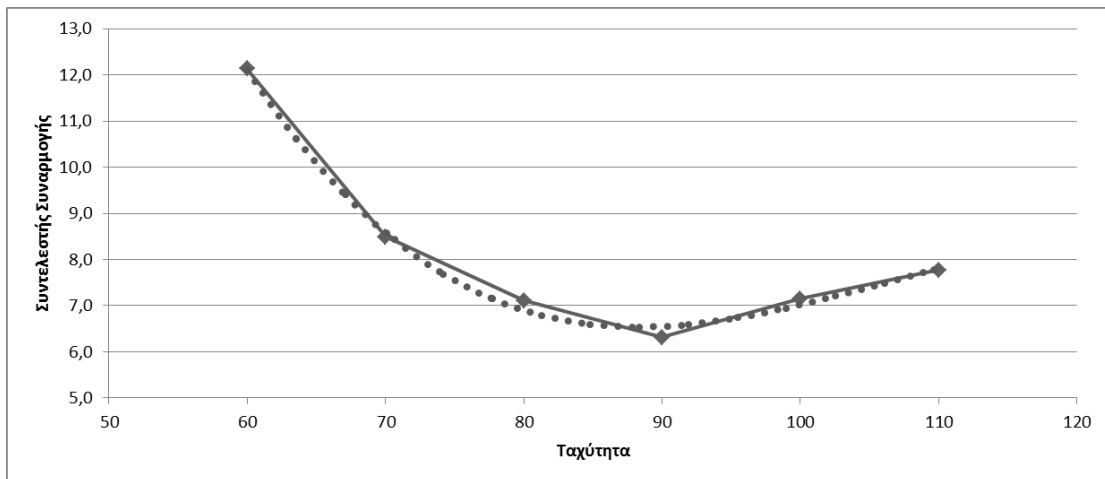
Σχήμα Π2.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση μακ κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

Ταχύτητα	Μin Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μακ Κατά Μήκος Κλίση	Μin Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ)	Συντελεστής Προσαρμογής	Μin Ακτίνα Συναρμογής
60	140	9%	3000	12,1	36400
70	200	8%	4500	8,5	38200
80	280	7%	6200	7,1	44100
90	370	7%	8500	6,3	53700
100	480	6%	11000	7,1	78600
110	600	5%	15000	7,8	116500

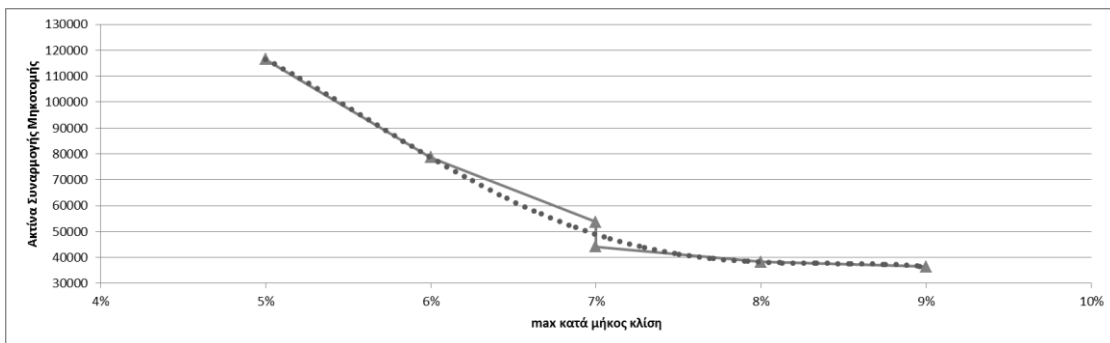
Πίνακας Π2.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με *min* ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα



Σχήμα Π2.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

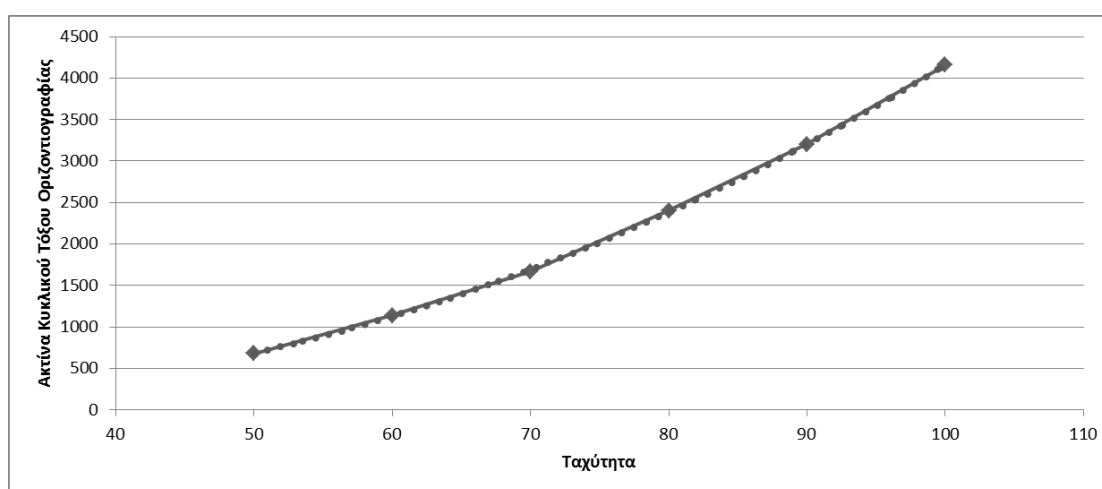


Σχήμα Π2.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την *min* ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με διαχωρισμένο οδόστρωμα και αμφίπλευρο στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα

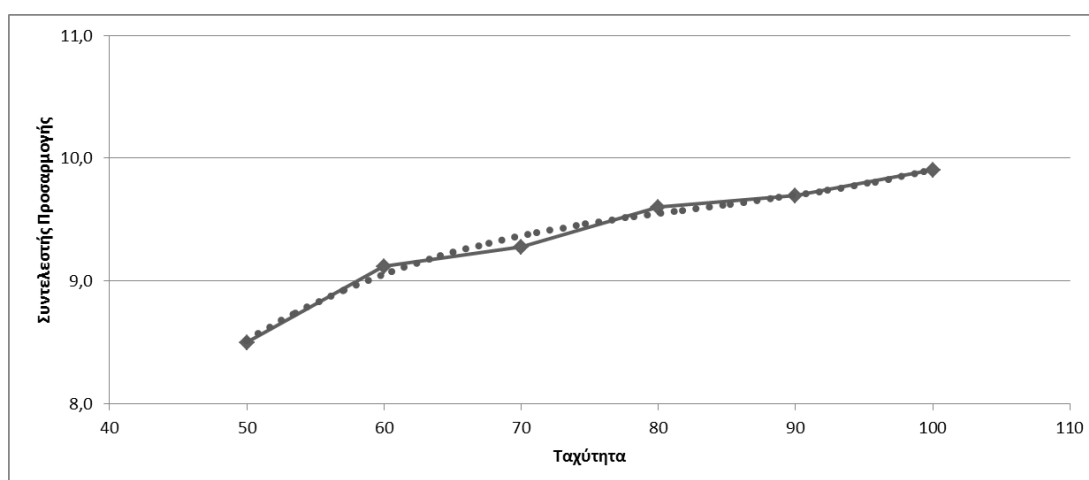
Π.3 ΟΔΟΣΤΡΩΜΑ ΕΝΙΑΙΑΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
50	800	7%	80	8,5	680
60	2000	6%	125	9,1	1140
70	3000	5%	180	9,3	1670
80	4500	4%	250	9,6	2400
90	6200	4%	330	9,7	3200
100	8500	3%	420	9,9	4160

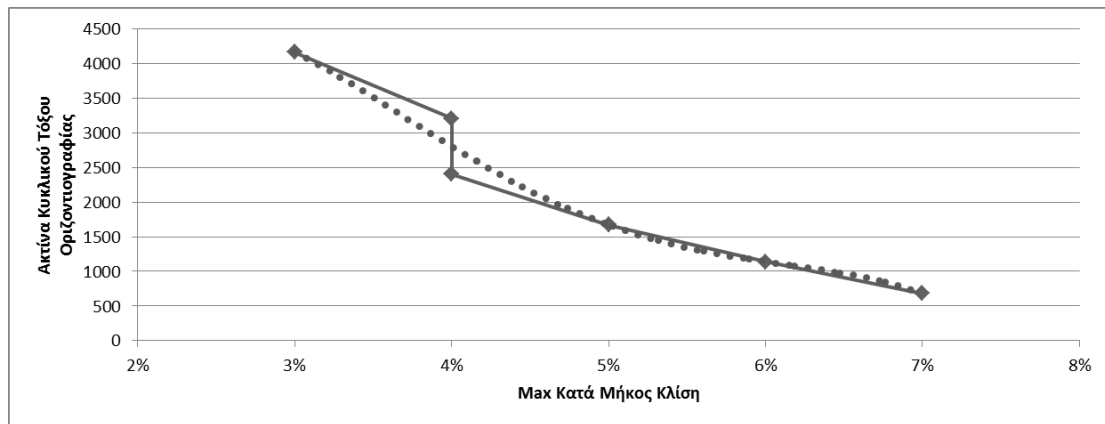
Πίνακας Π3.1 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.1 : Πεδινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



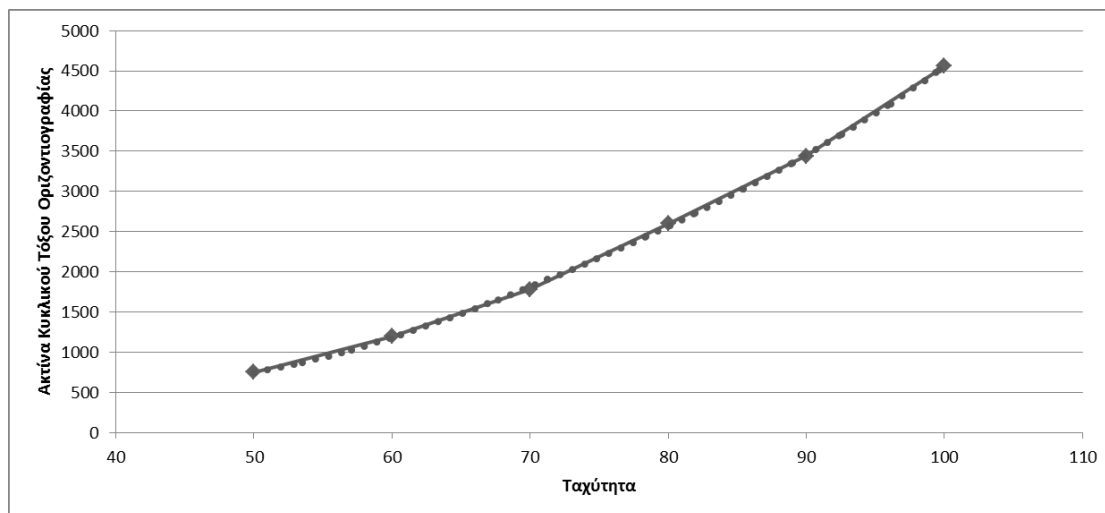
Σχήμα Π3.2 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



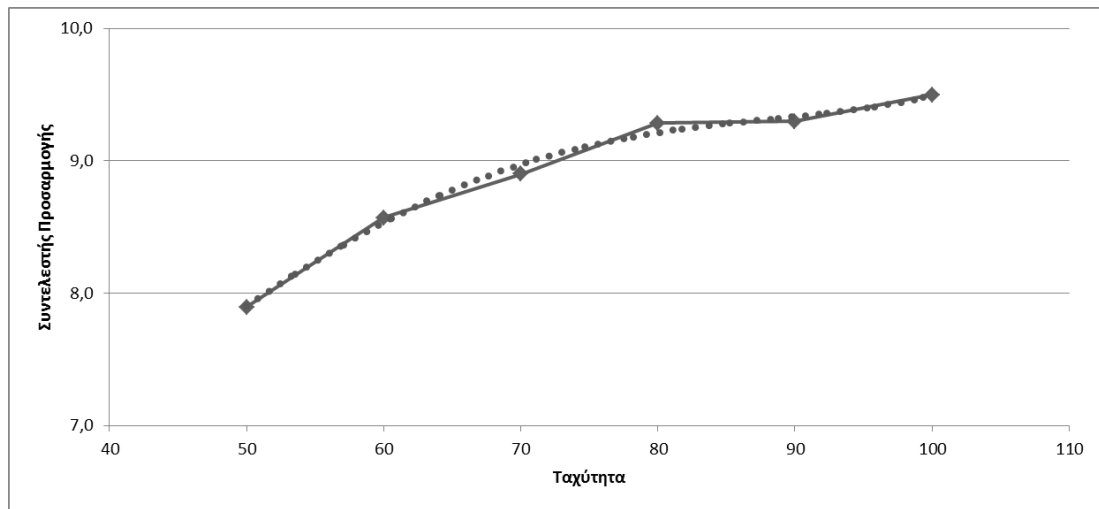
Σχήμα Π3.3 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
50	800	8%	95	7,9	750
60	2000	7%	140	8,6	1200
70	3000	6%	200	8,9	1780
80	4500	5%	280	9,3	2600
90	6200	5%	370	9,3	3440
100	8500	4%	480	9,5	4560

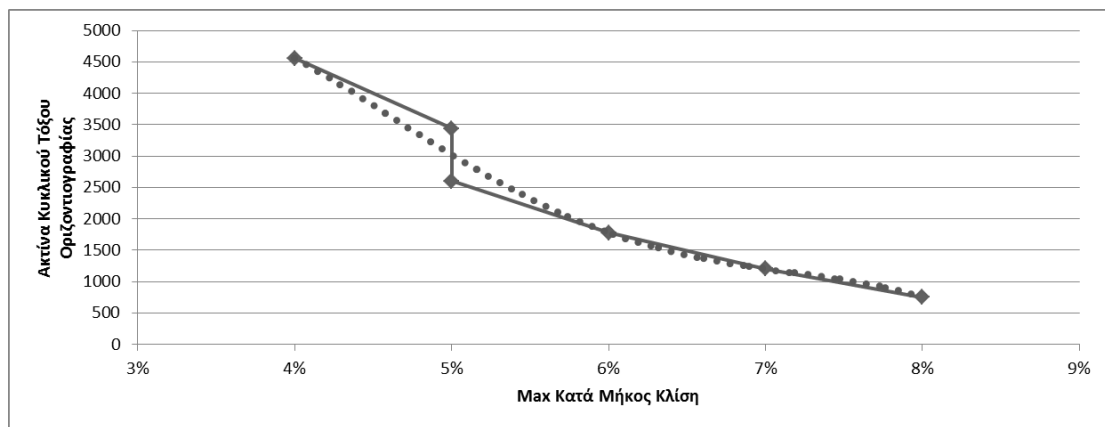
Πίνακας Π3.2 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.4 : Λοφώδες Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



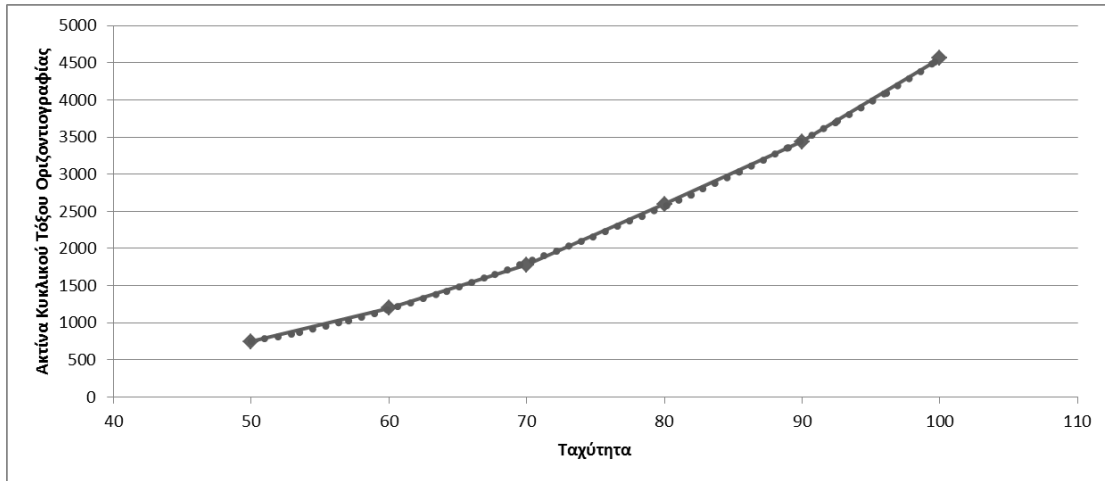
Σχήμα Π3.5 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



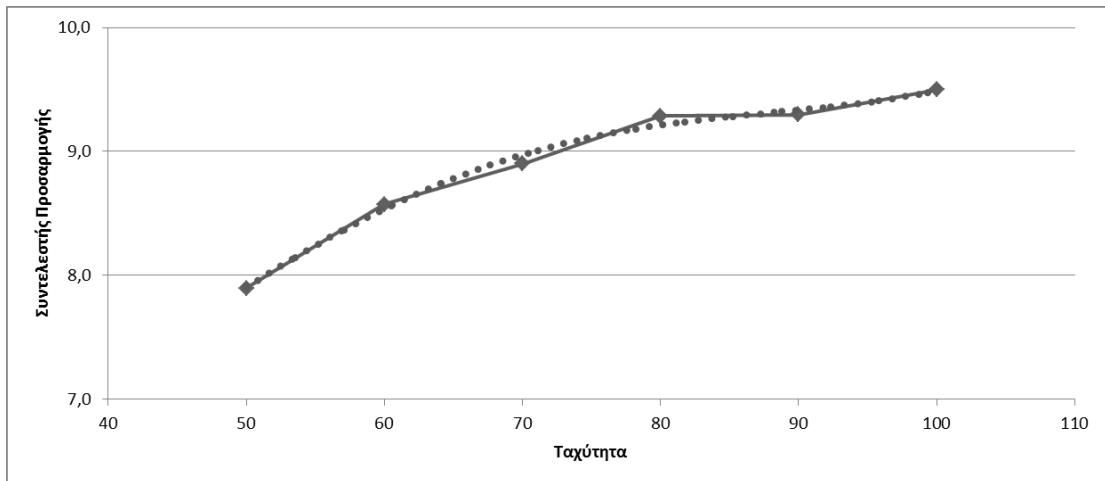
Σχήμα Π3.6 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση μαx κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Συναρμογής	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου
50	800	10%	95	7,9	750
60	2000	9%	140	8,6	1200
70	3000	8%	200	8,9	1780
80	4500	7%	280	9,3	2600
90	6200	7%	370	9,3	3440
100	8500	6%	480	9,5	4560

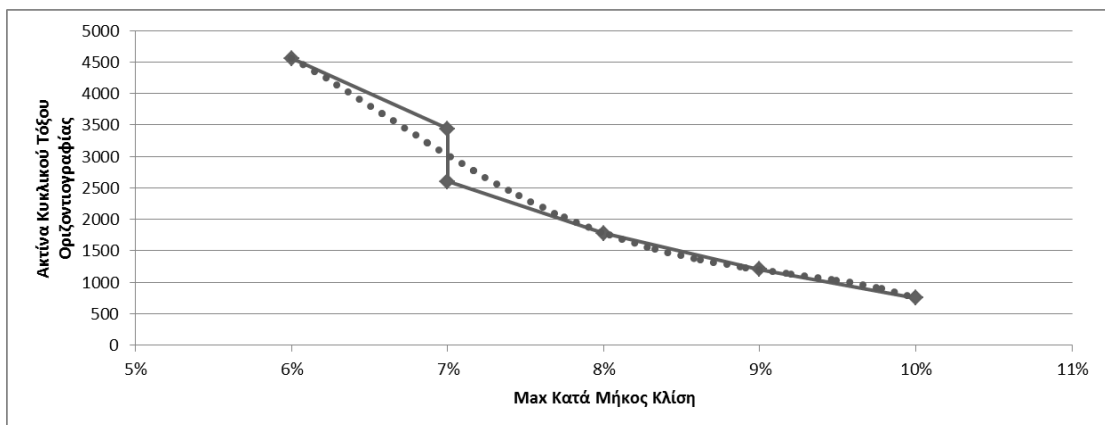
Πίνακας Π3.3 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.7 : Ορεινό Έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



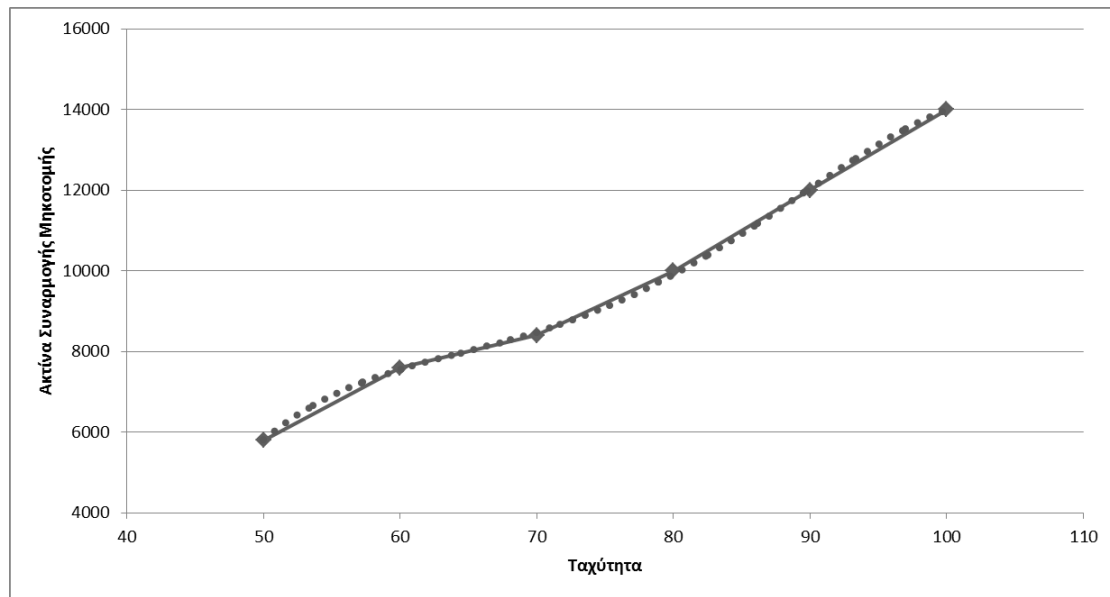
Σχήμα Π3.8 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας κυκλικού τόξου για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



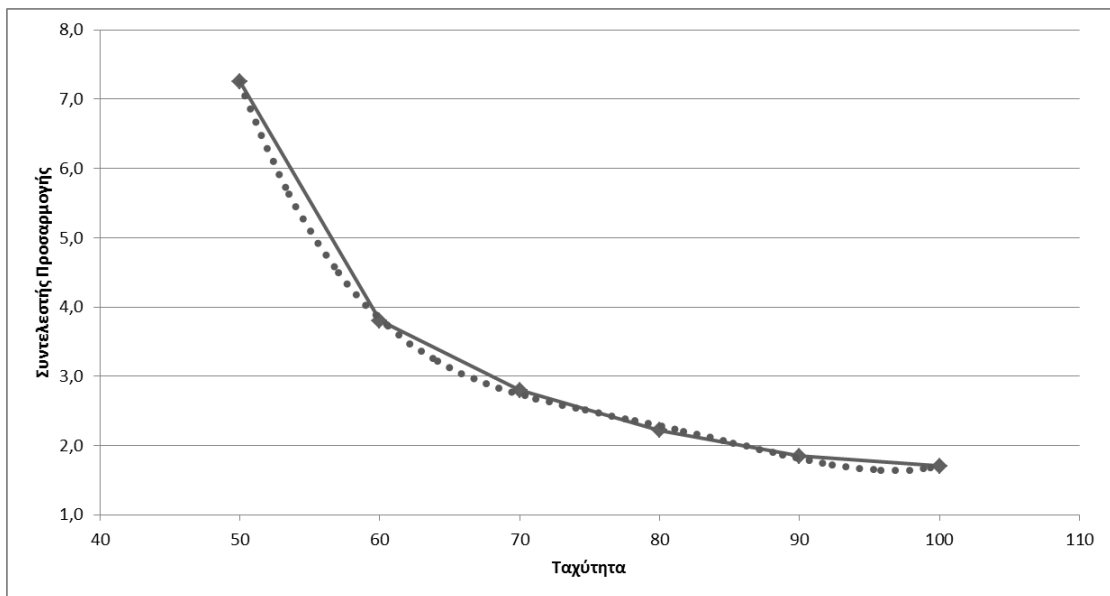
Σχήμα Π3.9 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα κυκλικού τόξου οριζοντιογραφίας για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαχ Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Συναρμογής
50	80	7%	800	7,3	5800
60	125	6%	2000	3,8	7600
70	180	5%	3000	2,8	8400
80	250	4%	4500	2,2	10000
90	330	4%	6500	1,8	12000
100	420	3%	8200	1,7	14000

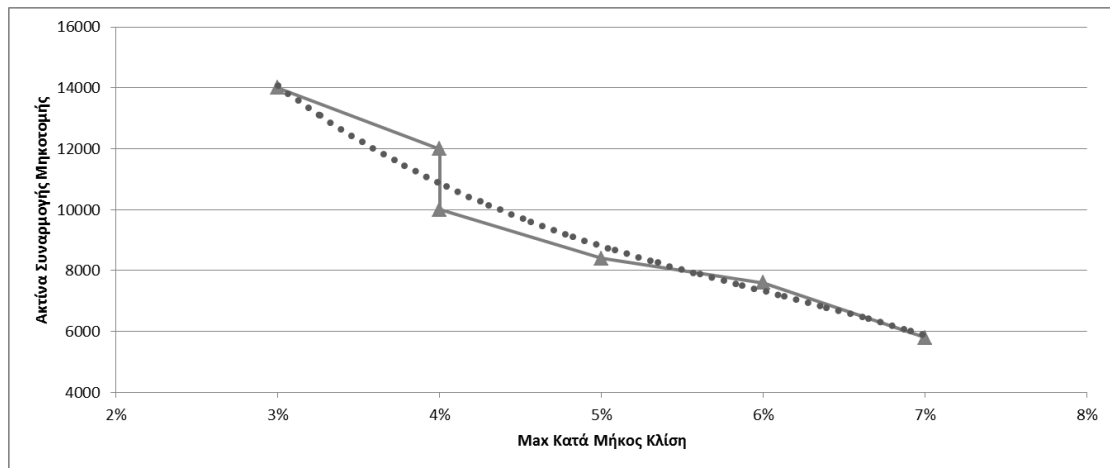
Πίνακας Π3.4 : Πεδινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.10 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



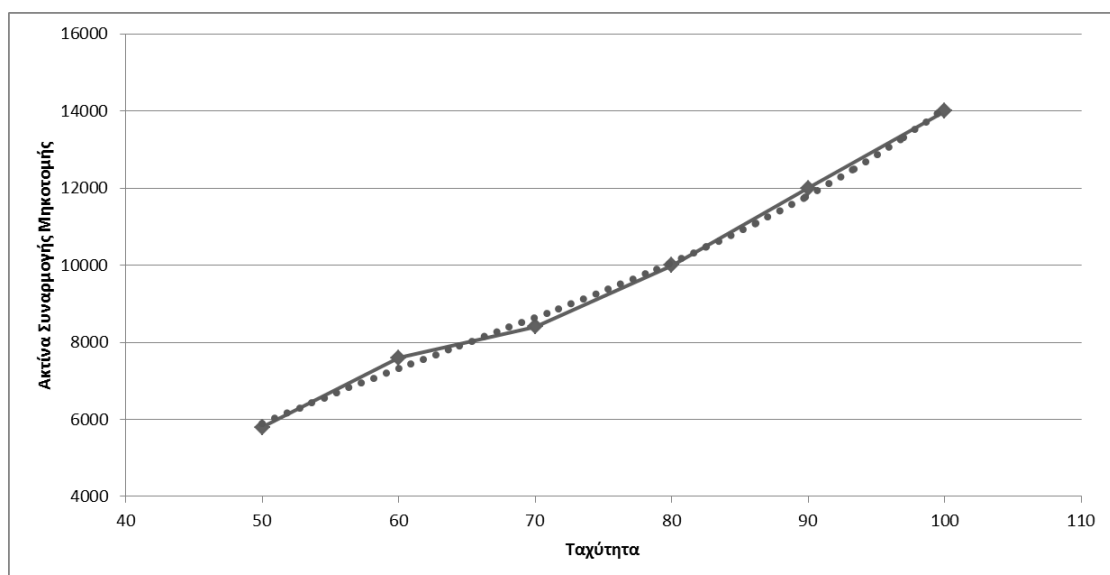
Σχήμα Π3.11 : Πεδινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



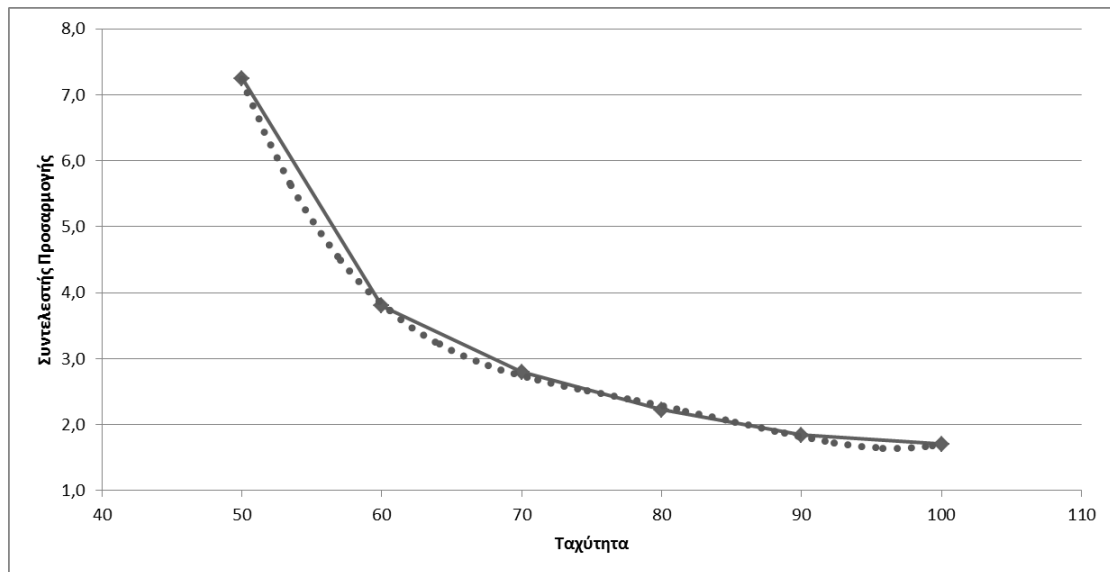
Σχήμα Π3.12 : Πεδινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Max Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Συναρμογής
50	95	8%	800	7,3	5800
60	140	7%	2000	3,8	7600
70	200	6%	3000	2,8	8400
80	280	5%	4500	2,2	10000
90	370	5%	6500	1,8	12000
100	480	4%	8200	1,7	14000

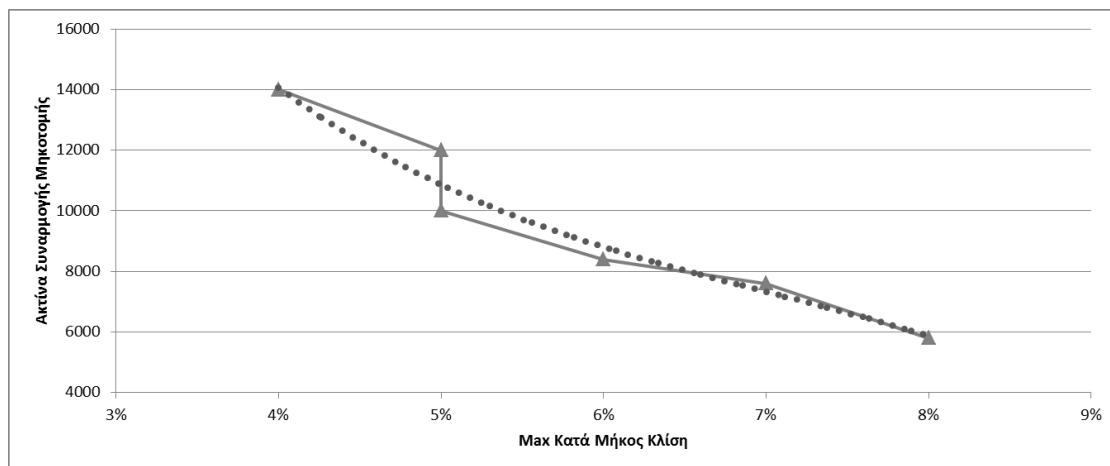
Πίνακας Π3.5 : Λοφώδες έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.13 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



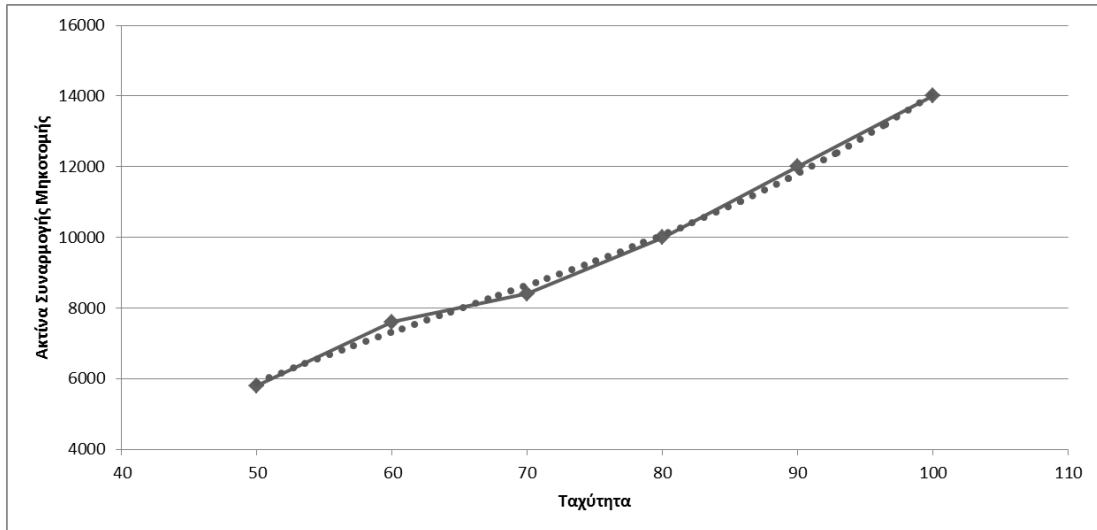
Σχήμα Π3.14 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



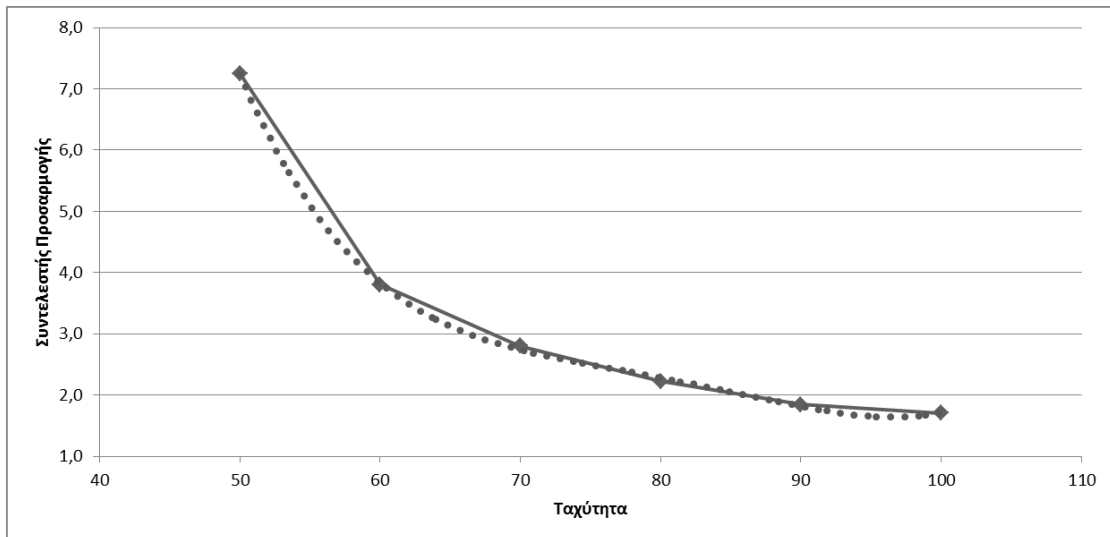
Σχήμα Π3.15 : Λοφώδες έδαφος - Σχέση μαx κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα

Ταχύτητα	Min Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μαx Κατά Μήκος Κλίση	Min Ακτίνα Συναρμογής (ΟΜΟΕ-Χ, 2001)	Συντελεστής Προσαρμογής	Min Ακτίνα Συναρμογής
50	95	10%	800	7,3	5800
60	140	9%	2000	3,8	7600
70	200	8%	3000	2,8	8400
80	280	7%	4500	2,2	10000
90	370	7%	6500	1,8	12000
100	480	6%	8200	1,7	14000

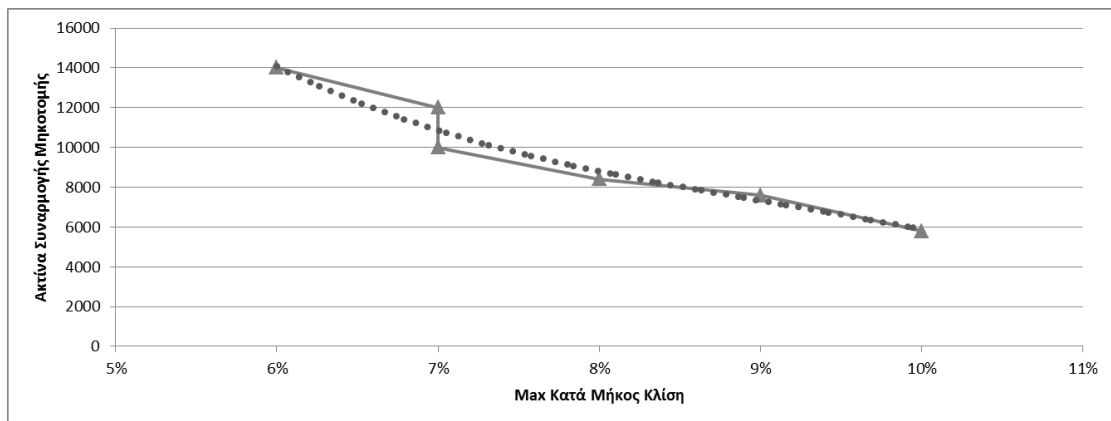
Πίνακας Π3.6 : Ορεινό έδαφος - Αποτελέσματα της min ακτίνας συναρμογής κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.16 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.17 : Ορεινό έδαφος - Σχέση ταχύτητας με το συντελεστή προσαρμογής της ακτίνας συναρμογής για οδό με ενιαίο οδόστρωμα



Σχήμα Π3.18 : Ορεινό έδαφος - Σχέση max κατά μήκος κλίση με την min ακτίνα συναρμογής τόξου κυρτής καμπύλης για οδό με ενιαίο οδόστρωμα