



Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
School of Civil Engineering

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΣΑΜΑΡΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Α. ΛΟΪΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Φ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ, ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ Ε.Μ.Π.

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου Ανδρέα Λοΐζο για την ανάθεση και την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και τον κ. Φώτη Μερτζάνη για την ιδιαίτερα πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την ηθική και υλική βοήθεια που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο τη δημιουργία μαθηματικής εξίσωσης μέσω της οποίας θα υπολογίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση σε κάθε σημείο οποιασδήποτε οδού ενιαίας κυκλοφορίας, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που επηρεάζουν. Μέσω του τύπου αυτού θα είναι δυνατός ο έλεγχος επάρκειας οποιουδήποτε μήκους δίνεται. Σε πρώτο στάδιο μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν τα κριτήρια ελέγχου μίας οδού ως προς την ορατότητα, σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς. Ακολούθως, διαμορφώθηκε μαθηματικό μοντέλο που υπολογίζει την απαιτούμενη ορατότητα για προσπέραση για δεδομένη ταχύτητα και κλίση. Διαπιστώθηκε ότι οι κύριες παράμετροι που επηρεάζουν το πρόβλημα είναι οι ταχύτητες των οχημάτων, οι χρόνοι απόφασης για προσπέραση, διαδικασίας προσπέρασης και ασφαλείας μεταξύ των οχημάτων καθώς και η κατά μήκος κλίση μέσω της επιτάχυνσης. Μέσω του λογισμικού «FM16», το οποίο υπολογίζει την υπάρχουσα ορατότητα, εξετάστηκαν δύο μελέτες περίπτωσης οδών, μία με μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και μία με κλίσεις τυπικού εύρους τιμών. Τα αποτελέσματα και τα σχέδια που προέκυψαν, αναλύθηκαν και συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα που εξάγονται από τον μαθηματικό τύπο. Βασικό συμπέρασμα της συγκεκριμένης εργασίας ήταν ότι η δισδιάστατη μέθοδος δεν επαρκεί για την ανάλυση του προβλήματος, αφού η συνύπαρξη οριζοντιογραφίας και μηκοτομής μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά το μήκος ορατότητας για προσπέραση. Για το λόγο αυτό προτείνεται να χρησιμοποιείται η τρισδιάστατη μέθοδος για αναλυτικό υπολογισμό και έλεγχο επάρκειας, ενώ η δισδιάστατη για εξαγωγή γρήγορων και αδρών συμπερασμάτων.

Λέξεις – Κλειδιά

Ορατότητα στο χώρο, Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση, Δισδιάστατο μοντέλο ανάλυσης, Τρισδιάστατο μοντέλο ανάλυσης, Διαγράμματα ορατότητας, Λογισμικό οδοποιίας

ABSTRACT

This diploma thesis aims at creating a mathematical equation that will calculate the required length of visibility for overtaking at any point of any single traffic path, taking into account the parameters that affect it. Through this type it will be possible to check the adequacy of any length given. Initially, through the bibliographic review, the criteria for checking a visibility pathway were identified and recorded in accordance with applicable regulations. Subsequently, a mathematical model was developed that calculates the required visibility for overtaking for a given speed and slope. It has been found that the main parameters that affect the problem are vehicle speeds, overtaking times, overtaking and safety procedures between vehicles as well as the longitudinal slope through acceleration. Through the "FM16" software, which calculates existing visibility, two street case studies, one with maximum longitudinal slopes and one with standard range gradients, were examined. The results and outcomes that emerged, analyzed and compared with the corresponding results extracted from the mathematical formula. The main conclusion of this work was that the two-dimensional method is not sufficient to analyze the problem, since the co-existence of horizons and cross-sections can significantly affect the length of visibility for overtaking. For this reason, it is proposed to use the three-dimensional method for analytical computation and proficiency testing, while the two-dimensional method for extracting quick and inexpensive conclusions.

Keywords

Visibility in the area, sight distances required for overtaking, single traffic path, Two-dimensional analysis model, three-dimensional analysis model, visibility diagrams, Road Software

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κύριος στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός τύπου για τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους ορατότητας προσπέρασης για τις ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ) που θα υπολογίζει την ορατότητα σε κάθε σημείο της οδού και η δημιουργία των αντίστοιχων διαγραμμάτων ορατότητας όπου θα ελέγχεται η επάρκεια της ορατότητας στην οδό με τη χρήση ενός λογισμικού σε δισδιάστατη και τρισδιάστατη μέθοδο.

Στο **κεφάλαιο 1** γίνεται μία εισαγωγή σχετικά με τον όρο ορατότητα γενικότερα. Επίσης αναφέρεται ο στόχος της εργασίας αυτής καθώς και τα στάδια προσέγγισης του στόχου αυτού.

Στο **κεφάλαιο 2** ακολουθεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση στην οποία συγκεντρώνονται όλες οι σχετικές υποδείξεις των κανονισμών για την ορατότητα (Αμερικάνικοι, Γερμανικοί, Αγγλικοί, Αυστραλιανοί, Ελληνικοί). Επίσης παρουσιάζονται τα στοιχεία που έχουν προκύψει από έρευνες διάφορων επιστημόνων όπως οι Hassan, Glennon και Weaver παλαιότερων ετών. Τα στοιχεία αυτά μας βοηθούν στην εμβάθυνση σε ορισμένους τομείς του ελέγχου ορατότητας. Τέλος, γίνεται μία σύγκριση των κανονισμών μεταξύ τους για τα αποτελέσματα που προκύπτουν.

Στο **κεφάλαιο 3** γίνεται αναλυτική περιγραφή του μαθηματικού τύπου που επιλέχθηκε για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση και γίνεται επεξήγηση των παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν. Επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από όλους τους υπολογισμούς που έγιναν για όλες τις κλίσεις και τις ταχύτητες και γίνεται μία σύγκριση ανάμεσα στο μοντέλο αυτό και τους κανονισμούς.

Στο **κεφάλαιο 4** γίνεται αναφορά στα χαρακτηριστικά των οδών που επιλέχθηκαν για χάραξη και περιγράφεται το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη χάραξη αυτών καθώς και οι κύριες λειτουργίες του.

Στο **κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται τα διαγράμματα ορατότητας για κάθε λωρίδα για κάθε οδό που χαράχθηκε και ελέγχεται εάν επαρκούν τα διαθέσιμα μήκη για προσπέραση και στις δύο μεθόδους, ενώ στο **κεφάλαιο 6** παρατίθενται τα αποτελέσματα, τα συμπεράσματα της έρευνας και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Στο **κεφάλαιο 7** παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνταξη της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο **Παράρτημα** δίνονται κάποια στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ορατότητας καθώς και για τους υπολογισμούς του απαιτούμενου μήκους ορατότητας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Γενική Ανασκόπηση.....	7
1.2 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας.....	8
1.3 Στάδια Διπλωματικής Εργασίας	9
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	11
2.1 Γενικά.....	11
2.2 Γενικές αρχές ορατότητας.....	12
2.3 Απαιτούμενα μήκη ορατότητας.....	13
2.3.1 Προσδιορισμός του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση οχήματος	16
2.4 Τα μήκη ορατότητας στον σχεδιασμό της οδού	32
2.4.1 Παραδοχές.....	32
2.4.2 Εμπόδια του μήκους ορατότητας κατά τη μελέτη της οδού	35
2.4.3 Μήκος ορατότητας στα τόξα στρογγύλευσης στη μηκοτομή.....	35
2.5 Προσδιορισμός και ανάλυση μηκών ορατότητας σε κάθε χώρα μελέτης για διάφορες τιμές ταχύτητας.....	36
2.6 Επιρροή της χάραξης στο χώρο στην ορατότητα της οδού	40
2.7 Παράμετροι που επηρεάζουν την αντίληψη της ορατότητας.....	42
2.7.1 Αντίληψη της ορατότητας με βάση τη διαμόρφωση της οδού και του περιβάλλοντα χώρου	42
2.7.2 Επιρροή σωματικών ερεθισμάτων στην αντίληψη της ορατότητας	43
2.7.3 Ψυχολογική απόσταση ορατότητας.....	45
2.8 Εναλλακτικά μοντέλα υπολογισμού του μήκους ορατότητας για προσπέραση.....	46
2.8.1 Van Valkenburg and Michael (1971)	46
2.8.2 Weaver and Glennon (1972)	48
2.8.3 Harwood and Glennon (1976).....	50
2.8.4 Lieberman (1982)	51
2.8.5 Glennon (1988).....	54
2.8.6 Hassan et al (1996)	56

2.9 Σύνοψη-Συμπεράσματα	61
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ	62
3.1 Προσπέραση με σταθερή επιτάχυνση	62
3.2 Υπολογισμός του μήκους ορατότητας για προσπέραση	66
3.3 Σύγκριση με το Αμερικάνικο μοντέλο	73
3.4 Έλεγχος Ορατότητας.....	75
3.4.1 Διατιθέμενα Μήκη Ορατότητας.....	75
3.4.2 Απαιτούμενα Μήκη Ορατότητας	75
3.4.3 Διαγράμματα Μηκών Ορατότητας	75
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	77
4.1 Χαρακτηριστικά των οδών	77
4.1.1 Γενικά.....	77
4.1.2 Χαρακτηριστικά των οδών	77
4.2 Λογισμικό οδοποιίας «FM16».....	78
4.2.1 Γενική περιγραφή.....	78
4.2.2 Παρουσίαση Βασικών Λειτουργιών	79
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	81
5.1 Γενικά.....	81
5.2 Μεθοδολογία	81
5.3 Ανάλυση Ορατότητας.....	88
5.3.1 Υπολογισμός Ορατότητας	88
5.3.2 Διαγράμματα Ορατότητας	89
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	97
6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	97
6.2 Διατύπωση Συμπερασμάτων	98
6.3 Προτάσεις.....	99
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 4.1: Περιβάλλον λειτουργίας του λογισμικού 'FM16'	78
Εικόνα 5.1: Οριζοντιογραφία από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1.....	84
Εικόνα 5.2: Οριζοντιογραφία για την οδό A2.....	85
Εικόνα 5.3: Μηκοτομή από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1.....	86
Εικόνα 5.4: Μηκοτομή για την οδό A2.....	86
Εικόνα 5.5: Τυπική διατομή της οδού A1.....	87
Εικόνα 5.6: Τυπική διατομή της οδού A2.....	87
Εικόνα 5.7: Πληροφορίες (υπόμνημα) παραγόμενου διαγράμματος ορατότητας....	89
Εικόνα Π1.1: Αρχείο fm17 από το λογισμικό FM16 με τις διατομές και παρουσίαση των απαιτούμενων μηκών ορατότητας προσπέρασης σε κάθε λωρίδα.....	102
Εικόνα Π1.2: Συνέχεια των διατομών και παρουσίαση των αντίστοιχων μηκών σύμφωνα με την πορεία της οδού.....	103
Εικόνα Π1.3: Τελευταίες διατομές της οδού με τα αντίστοιχα απαιτούμενα μήκη ορατότητας προσπέρασης.....	104
Εικόνα Π2.1: Αρχικές διατομές της οδού A2 με τα υψόμετρα, τις κλίσεις και τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση σε κάθε μία λωρίδα.....	105
Εικόνα Π2.2: Παρουσίαση των επόμενων διατομών με τα αντίστοιχα στοιχεία τους όπως παραπάνω.....	106
Εικόνα Π2.3: Τελικές διατομές σύμφωνα με την πορεία κατά μήκος της οδού A2.	107

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [16].....	17
Σχήμα 2.2: Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος [14].....	19
Σχήμα 2.3: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1].....	20

Σχήμα 2.4: Φάσεις προσπέρασης [2].....	23
Σχήμα 2.5: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1].....	29
Σχήμα 2.6: Απεικόνιση της γραμμής ορατότητας [1].....	32
Σχήμα 2.7: Θέση οδηγού και εμποδίου για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση [16].....	32
Σχήμα 2.8: Εύρος ύψους οφθαλμών [3].....	33
Σχήμα 2.9: Στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό μηκών ορατότητας για προσπέρασης στις χώρες μελέτη.....	37
Σχήμα 2.10: Σύγκριση μηκών ορατότητας για προσπέραση.....	39
Σχήμα 2.11: “Τεθλασμένο κατάστρωμα οδού” [16].....	40
Σχήμα 2.12: Βύθισμα στην ευθυγραμμία [14].....	41
Σχήμα 2.13: Γραμμή καθοδήγησης από δεντροστοιχία [10].....	42
Σχήμα 2.14: Συνδυασμός καμπύλης στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή [10].	43
Σχήμα 2.15: Σχέση ταχύτητας-σημείου εστίασης όρασης-γωνία όρασης [10].....	44
Σχήμα 2.16: Σχέση πραγματικού και αντιληπτού μήκους και ταχύτητας [10].....	44
Σχήμα 2.17: Σχέση περιβάλλοντος χώρου-Αποστάσεων ορατότητας [8].....	45
Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση της διαδικασίας προσπέρασης.....	62
Σχήμα 3.2: Διαδικασία προσπέρασης.....	63
Σχήμα 3.3: Επιτάχυνση κατά την προσπέραση του οχήματος στην ανωφέρεια.....	67
Σχήμα 3.4: Επιτάχυνση κατά την προσπέραση οχήματος σε κατωφέρεια.....	67
Σχήμα 5.1: Διάγραμμα προσδιορισμού επάρκειας ΜΟΠ.....	90
Σχήμα 5.2: Διάγραμμα ορατοτήτων για την οδό Α1.....	91
Σχήμα 5.3: Διάγραμμα ορατοτήτων για την οδό Α2.....	94

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση Su σε οδούς της ομάδας A και B [14].....	19
Πίνακας 2.2: Στοιχεία του υπολογισμού της απαιτούμενης απόστασης για προσπέραση που προέκυψαν από έρευνα [1].....	21
Πίνακας 2.3: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση Su σε οδούς της ομάδας A [6].....	21
Πίνακας 2.4: Μήκη ορατότητας για προσπέραση όταν η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος είναι 10 km/h μικρότερη από τη λειτουργική ταχύτητα.....	25
Πίνακας 2.5: Μήκη ορατότητας για προσπέραση όταν η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος είναι ίση με τη λειτουργική ταχύτητα.....	25
Πίνακας 2.6: Μήκος ορατότητας για προσπέραση [3].....	26
Πίνακας 2.7: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1].....	29
Πίνακας 2.8: Κριτήρια για τα μήκη ορατότητας στις χώρες μελέτης.....	39
Πίνακας 2.9: Σχέση ταχύτητας-σημείου εστίασης όρασης-γωνία όρασης.....	44
Πίνακας 2.10: Μήκη ορατότητας για προσπέραση σύμφωνα με τους Van Valkenburg και Michael(12).....	48
Πίνακας 2.11: Μήκη ορατότητας για προσπέραση κατά Weaver και Glennon(11).....	50
Πίνακας 2.12: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως προκύπτουν από το μοντέλο των Harwood και Glennon(5).....	51
Πίνακας 2.13: Καθορισμένες τιμές του ΜΟΠ όπως αυτές προσδιορίστηκαν από τον Lieberman(7).....	54
Πίνακας 2.14: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως προσδιορίζονται από το μοντέλο του Glennon(4).....	55
Πίνακας 2.15: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως αυτές προσδιορίστηκαν από το μοντέλο του Hassan et al(14).....	60
Πίνακας 5.1: Παράμετροι από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1.....	81
Πίνακας 5.2: Παράμετροι από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A2.....	81
Πίνακας 5.3: Κορυφές από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1.....	82
Πίνακας 5.4: Κορυφές για την οδό A2.....	82

Πίνακας 5.5: Οδογραμμές και πλάτη για τις οδούς A1 και A2.....	82
Πίνακας 5.6: Σημαίες μηκοτομής από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1.....	83
Πίνακας 5.7: Σημαίες μηκοτομής για την οδό A2.....	83
Πίνακας Π1.1: Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ –Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β).....	108
Πίνακας Π1.2: Βασικές αρχές μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ – Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β).....	109

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 3.1: Οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης σε όλες τις κλίσεις για κατωφέρεια.....	71
Διάγραμμα 3.2: Οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης σε όλες τις κλίσεις για ανωφέρεια.....	72
Διάγραμμα 3.3: Σύγκριση τιμών μήκους ορατότητας για προσπέραση μεταξύ του Αμερικάνικου μοντέλου, του ΟΜΟΕ-Χ, καθώς και του μοντέλου αυτής της εργασίας.....	74

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Το οδικό δίκτυο αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα τμήματα της συγκοινωνιακής υποδομής μίας χώρας. Η κατασκευή των οδών που το απαρτίζουν έχει γίνει με στόχο την ασφαλή και άνετη μετακίνηση των χρηστών του. Ένα από τα βασικά στοιχεία που λαμβάνεται υπόψη στην κατασκευή και τον σχεδιασμό μίας οδού είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους. Οπότε ο οδοποιός καλείται να σχεδιάσει μία οδό που θα παρέχει ασφάλεια στους χρήστες της αλλά συγχρόνως να είναι και οικονομικά ανταγωνιστική.

Ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για την σωστή χάραξη μίας οδού είναι η ορατότητα. Μια οδός θα πρέπει να παρέχει στους χρήστες της σε όλα της τα σημεία επαρκή ορατότητα ώστε να μπορούν να κινηθούν σε αυτή με ασφάλεια και ευκολία. Η ορατότητα είναι πολύ σημαντική για έναν οδηγό διότι μόνο μέσω της όρασής του λαμβάνει τις απαραίτητες πληροφορίες για τον τρόπο και την ταχύτητα με την οποία θα κινηθεί σε μία οδό. Επιπλέον μέσω της όρασής του ενημερώνεται από την σήμανση της οδού για την κατάσταση στο υπάρχον αλλά και στο επερχόμενο τμήμα της.



Οι κανονισμοί της οδοποιίας που υπάρχουν περιλαμβάνουν διατάξεις για τον σωστό σχεδιασμό μίας οδού με βάση την ορατότητα. Οι κανονισμοί αυτοί όμως αναφέρονται στην ορατότητα στις 2-διαστάσεις δηλαδή σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή ξεχωριστά. Αυτό το γεγονός έχει σαν αποτέλεσμα να αγνοείται η προοπτική εικόνα της οδού που προκύπτει από

τον συνδυασμό της χάραξης σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή. Ένα οδικό τμήμα μπορεί να μην παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα ορατότητας στην οριζοντιογραφία ή στη μηκοτομή αλλά στην πραγματικότητα ο συνδυασμός τους να δημιουργεί πρόβλημα και αντίστροφα. Οι κανονισμοί παρέχουν μόνο συμβουλές ως προς τη χάραξη στο χώρο για την αποφυγή προβλημάτων ορατότητας.

Για τη λύση του προβλήματος αυτού θα πρέπει να μελετηθεί η ορατότητα στο χώρο. Η μελέτη της στο χώρο είναι μία διαδικασία αρκετά σύνθετη που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Οι διαφορετικοί συνδυασμοί των παραμέτρων αυτών οδηγούν σε διαφορετικές λύσεις που για τον υπολογισμό τους απαιτείται μεγάλος όγκος υπολογισμών και σχεδίων. Έτσι ο υπολογισμός των διαφόρων λύσεων καθίσταται χρονοβόρος και δυσχερής για τον μηχανικό.

Δημιουργείται λοιπόν η ανάγκη της διευκόλυνσης του έργου του πολιτικού μηχανικού μέσω της τυποποίησης και αυτοματοποίησης του ελέγχου της ορατότητας με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές με την πάροδο των ετών έχουν εξελιχτεί και μπορούν πλέον να επεξεργαστούν μεγάλο αριθμό δεδομένων.

1.2 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας

Ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι να δημιουργηθεί ένας τύπος για τον υπολογισμό του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση καθώς κάτι τέτοιο δεν παρέχεται από τις Ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ 2001) και να διερευνηθεί αν για οριακές τιμές στη χάραξη οδών υπάρχει επάρκεια του μήκους ορατότητας για προσπέραση τόσο σε δισδιάστατη όσο και σε τρισδιάστατη μέθοδο.

Η διερεύνηση στα ζητήματα της ορατότητας γίνεται με τη χρήση ενός λογισμικού προκειμένου να δημιουργηθούν τα διαγράμματα ορατότητας με το διατιθέμενο μήκος ορατότητας και το απαιτούμενο ορατότητας για προσπέραση και να ελέγχεται η επάρκεια για ένα εύρος διαφορετικών ταχυτήτων. Όμως με τη μέθοδο αυτή προκύπτουν προβλήματα στη συνύπαρξη οριζοντιογραφικών καμπυλών και καμπυλών μηκοτομής και δεν υπάρχει τόσο μεγάλη ακρίβεια στον έλεγχο επάρκειας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ορατότητα είναι ένα μέγεθος τρισδιάστατο και επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με χρήση προγραμμάτων μέσω του υπολογιστή.

Τέλος, προτείνεται η αναλυτικότερη μελέτη των παραμέτρων που λαμβάνονται υπόψη για τον προσδιορισμό των μηκών ορατότητας για προσπέραση ώστε να φανεί σε ποιο βαθμό επηρεάζει η κάθε μία παράμετρος.

1.3 Στάδια Διπλωματικής Εργασίας

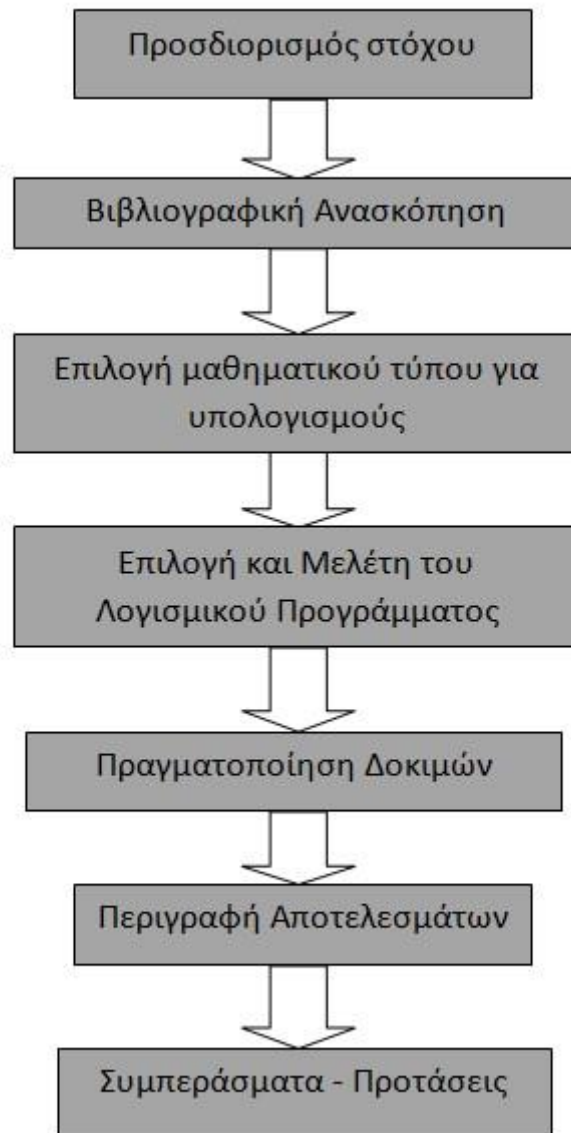
Η εκπόνηση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας πραγματοποιήθηκε μέσω μίας σειράς βημάτων για την ολοκληρωμένη προσέγγιση του στόχου. Τα βήματα αυτά αναλύονται στη συνέχεια.

Αρχικά οριστικοποιήθηκε ο στόχος της έρευνας, δηλαδή ο προσδιορισμός ενός τύπου για τις ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ) σε ζητήματα επάρκειας της ορατότητας προσπέρασης και έπειτα η δημιουργία διαγραμμάτων ορατότητας και ο έλεγχος αυτών. Ακολούθησε η βιβλιογραφική ανασκόπηση, ούτως ώστε να μελετηθούν παραπλήσιες έρευνες και γενικότερα οποιαδήποτε πληροφορία θα μπορούσε να φανεί χρήσιμη.

Έπειτα, καθορίστηκε ο τύπος σύμφωνα με τον οποίο θα υπολογιστεί το απαιτούμενο μήκος για προσπέραση για όλες τις ταχύτητες και για όλες τις κλίσεις που υφίστανται. Στο επόμενο στάδιο, με τη χρήση του λογισμικού που επιλέχθηκε (FM16) καθώς και του λογισμικού σχεδίασης των χαρακτηριστικών της οδού (AutoCAD 2015) πραγματοποιήθηκε η χάραξη των οδών, με τα επιτρεπόμενα μεγέθη να είναι τα ελάχιστα επιτρεπτά σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ). Με τα αποτελέσματα αυτά ακολούθησε ο σχηματισμός των διαγραμμάτων ορατότητας για κάθε λωρίδα των οδών και ο έλεγχος επάρκειας ορατότητας για προσπέραση.

Τέλος, προέκυψαν σημαντικές πληροφορίες από τη μελέτη αυτή, καθώς και διατυπώθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Τα βασικά στάδια της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας παρουσιάζονται στο επόμενο διάγραμμα ροής.



2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί επιχειρείται μία συγκριτική παρουσίαση και ανάλυση των υποδείξεων των Αμερικάνικων (AASHTO) [1], των Γερμανικών (RAA) [9], των Αγγλικών (DMRB) [3], Αυστραλιανών (AUSTROADS) [2] καθώς και των Ελληνικών οδηγιών (ΟΜΟΕ) [16] σχεδιασμού αυτοκινητοδρόμων που αφορούν τον ορθό σχεδιασμό μίας οδού με βάση την ορατότητα. Γίνεται μία αναφορά σε όλα τα μήκη ορατότητας που αναφέρουν οι κανονισμοί και αναλύεται ειδικότερα το μήκος ορατότητας για προσπέραση. Αφορά την έρευνα για προσπέραση με δύο λωρίδες κατεύθυνσης. Επιλέχθηκαν αυτοί οι κανονισμοί διότι πρόκειται για χώρες υψηλά αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένο οδικό δίκτυο. Οι Αμερικάνικοι κανονισμοί διακρίνονται για τη διεξοδική ανάλυση του θέματος της ορατότητας σε μία οδό παραθέτοντας πληθώρα πληροφοριών για όλες τις παραμέτρους που αφορούν το θέμα. Αντίθετα, οι υπόλοιποι κανονισμοί είναι πιο λακωνικοί αλλά εξίσου περιεκτικοί. Η οργάνωση αυτού του κεφαλαίου γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνεται η δυνατότητα παράλληλης εξέτασης των κανονισμών και ευκολότερου εντοπισμού των κοινών σημείων και αντιθέσεών τους.

Για τη σαφέστερη απόδοση των διατάξεων παρατίθενται σκαριφήματα καθώς και προοπτικές εικόνες που έχουν ληφθεί είτε από τα ίδια τα κείμενα των κανονισμών είτε από τις υπόλοιπες διαθέσιμες πηγές.

Στο τέλος του κεφαλαίου αυτού αξιολογούνται οι διαφορετικές προσεγγίσεις επί του θέματος που επιτυγχάνονται από τους προαναφερθέντες κανονισμούς.

2.2 Γενικές αρχές ορατότητας



Σε όλους τους κανονισμούς ένα από τα βασικά στοιχεία κατά τη μελέτη μιας οδού, προκειμένου να υπάρχει ασφάλεια στην κυκλοφορία των οχημάτων αλλά και η ικανοποιητική χρήση της από τους οδηγούς, είναι η εξασφάλιση επαρκούς μήκους ορατότητας, δηλαδή της δυνατότητας του οδηγού να βλέπει ελεύθερα εμπρός του τη

διαδρομή κατά τη διεύθυνση κίνησής του σε επαρκές μήκος της οδού. Κατά συνέπεια μπορεί ο οδηγός να διατηρήσει τον έλεγχο του οχήματός του και να αποφύγει επιτυχώς ενδεχόμενη σύγκρουση με ένα εμπόδιο που εμφανίζεται απροσδόκητα μπροστά του, είτε αυτό είναι αντικείμενο είτε ένα άλλο όχημα. Οπότε αποφεύγονται και τα οδικά ατυχήματα.

Η ταχύτητα, η κατά μήκος κλίση και το μήκος ορατότητας είναι μεγέθη αλληλοεξαρτώμενα, που επηρεάζουν την ασφάλεια της κυκλοφορίας και την ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής και θα πρέπει να εξασφαλίζουν σε όλο το μήκος της οδού την εποπτικότητα και την αναγνωσιμότητα της χάραξης.

Στους Αμερικάνικους κανονισμούς αναφέρεται ότι στις οδούς δύο λωρίδων κατεύθυνσης θα πρέπει να υπάρχει επαρκές μήκος ορατότητας, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, το οποίο να επιτρέπει στους οδηγούς την ασφαλή προσπέραση προπορευόμενων οχημάτων με την είσοδό τους στη λωρίδα κυκλοφορίας της αντίθετης κατεύθυνσης. Η κατανομή των τμημάτων που επιτρέπεται η προσπέραση αλλά και η αναλογία τους σε σχέση με το συνολικό μήκος της οδού εξαρτάται από τα κριτήρια με τα οποία σχεδιάζεται η οδός. Επίσης αναφέρεται το μήκος ορατότητας για λήψη αποφάσεων είτε σε περιοχές που η πληροφόρηση είναι περίπλοκη είτε σε περιοχές που απαιτούνται απροσδόκητοι και ασυνήθιστοι ελιγμοί.

Στους υπόλοιπους κανονισμούς επισημαίνεται επίσης ότι η ύπαρξη επαρκούς μήκους ορατότητας είναι σημαντική, ως ρυθμιστικό στοιχείο στο σχεδιασμό οδών, διότι πρέπει να διασφαλίζει την έγκαιρη πληροφόρηση και προσανατολισμό του οδηγού.

2.3 Απαιτούμενα μήκη ορατότητας

α) Οδηγός Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ)

Διακρίνονται δύο είδη ορατότητας:

- **Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση**, που είναι η απαιτούμενη απόσταση για ακινητοποίηση (στάση) του οχήματος προ ενός εμποδίου , (που εμφανίζεται απροσδόκητα πάνω στο οδόστρωμα).
-
- **Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση**, που είναι η απαιτούμενη απόσταση για την ασφαλή προσπέραση προσπεράσματος εμποδίου ή βραδυπορούντος οχήματος, με είσοδο στη λωρίδα κυκλοφορίας της αντίθετης κατεύθυνσης.

Συνίσταται δε από το μήκος που διανύει το όχημα κατά τη διαδικασία του προσπεράσματος, το μήκος που διανύει στο ίδιο χρονικό διάστημα το αντίθετο κινούμενο όχημα, και την απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο αντίθετα κινούμενων οχημάτων στο τέλος της διαδικασίας του προσπεράσματος.

β) Αμερικάνικοι Κανονισμοί

Διακρίνονται τρία είδη ορατότητας:

- **Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση**, που είναι η απαιτούμενη απόσταση για ακινητοποίηση ενός οχήματος, που κινείται με την ταχύτητα μελέτης, της οδού ή κοντά σε αυτή, πριν από ένα εμπόδιο το οποίο εμφανίζεται απροσδόκητα στο οδόστρωμα. (Το μήκος αυτό θα πρέπει να υπάρχει σε όλους τους τύπους των οδών)
- **Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση**, που είναι η απαιτούμενη απόσταση για προσπέραση προπορευμένου οχήματος , με είσοδο στην λωρίδα κυκλοφορίας της αντίθετης κατεύθυνσης. (Το μήκος αυτό αναφέρεται σε οδούς με δύο λωρίδες κυκλοφορίας)
- **Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για λήψη αποφάσεων**, που είναι η απαιτούμενη απόσταση ώστε ο οδηγός να πάρει μία απόφαση είτε σε περιοχές, που η πληροφόρηση είναι περίπλοκη είτε σε περιοχές που απαιτούνται απροσδόκητοι – ασυνήθιστοι ελιγμοί.

γ) Γερμανικοί Κανονισμοί

Στους γερμανικούς κανονισμούς ορίζεται **μόνο** το απαραίτητο μήκος ορατότητας για στάση που αναφέρεται στην ακινητοποίηση οχήματος σε βρεγμένο οδόστρωμα.

δ) Αυστραλιανοί Κανονισμοί

- **Μήκος ορατότητας για στάση:** Ως μήκος ορατότητας για στάση ορίζεται η απόσταση που επιτρέπει σε ένα μέσο οδηγό, κινούμενο με την ταχύτητα μελέτης σε υγρό οδόστρωμα, να αντιληφθεί, να αντιδράσει και να ακινητοποιήσει το όχημα προτού φτάσει σε κίνδυνο που βρίσκεται στο δρόμο μπροστά του.
- **Μήκος ορατότητας για προσπέραση:** Ως μήκος ορατότητας για προσπέραση ορίζεται η απόσταση που απαιτείται ώστε ο οδηγός ενός οχήματος να προσπεράσει με ασφάλεια ένα βραδυπορούν όχημα χωρίς να επηρεάσει την ταχύτητα ενός αντίθετα κινούμενου οχήματος.
- **Ενδιάμεσο μήκος ορατότητας:** Το ενδιάμεσο μήκος ορατότητας είναι ίσο με το διπλάσιο του μήκους για στάση και υπολογιζόμενο από 1,1 m έως 1,25 m και μπορεί να είναι κατάλληλο σε κάποιες περιπτώσεις όπου η κίνηση δύο κατευθύνσεων γίνεται στην ίδια διαδρομή, π.χ. σε στενές αγροτικές οδούς χαμηλού φόρτου χωρίς διαγράμμιση. Όπου είναι δύσκολο να επιτευχθεί αυτό το μήκος ορατότητας, είναι συνήθως πιο πρακτικό να προβλεφθεί μόνο μήκος απόστασης για στάση, με το οδόστρωμα διαπλατυσμένο και με διαγράμμιση δύο λωρίδων.
- **Μήκος ορατότητας για ελιγμό:** Σε προηγούμενους οδηγούς, το μήκος ορατότητας για ελιγμό υιοθετήθηκε όπου δεν μπορούσε να εφαρμοστεί στην πράξη το μήκος ορατότητας για στάση.

Στον παρόντα οδηγό, το μήκος ορατότητας για ελιγμό έχει παραλειφθεί ως αυτόνομο πρότυπο. Αντ' αυτού, για περιορισμένες περιοχές έχουν προβλεφθεί κάποιες λιγότερο συντηρητικές, ωστόσο ρεαλιστικές τιμές ορισμένων παραμέτρων του προτύπου μήκους ορατότητας για στάση (π.χ. χρήση υψηλότερου συντελεστή επιβράδυνσης). Παρ' όλα αυτά, όταν χρησιμοποιούνται αυτές οι λιγότερο συντηρητικές τιμές, απαιτείται συχνά επιπλέον δυνατότητα ελιγμών.

Για παράδειγμα:

- Όπου χρησιμοποιούνται ύψη αντικειμένων μεγαλύτερα από 0,2 m για στάση αυτοκινήτων και 0,8 m για στάση φορτηγών για μήκος ορατότητας πάνω από τα στήθαια, εφαρμόζεται ελάχιστο πλάτος σταθεροποιημένων ερεισμάτων και ελάχιστος χρόνος ελιγμού.

- Όπου χρησιμοποιούνται τιμές επιβράδυνσης αυτοκινήτου μεγαλύτερες από 0,36, πρέπει να προβλέπεται ελάχιστο πλάτος οδού που είναι απαραίτητο για ελιγμούς.

ε) Αγγλικοί κανονισμοί

Το μήκος ορατότητας είναι ίσως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό για την ασφαλή και αποδοτική λειτουργία ενός δρόμου.

Υπάρχουν 2 είδη μηκών ορατότητας:

- **Μήκος ορατότητας για στάση(Stopping Sight Distance)** - το θεωρητικό προς τα εμπρός μήκος ορατότητας που απαιτείται από τον οδηγό να σταματήσει όταν βρίσκεται αντιμέτωπος με ένα απρόβλεπτο κίνδυνο στο οδόστρωμα.
- **Πλήρες Μήκος ορατότητας για προσπέραση(Full Overtaking Sight Distance)** - ισχύει για ενιαία μόνο οδοστρώματα - η ορατότητα προς τα εμπρός που επιτρέπει στον οδηγό να ολοκληρώσει μια κανονική προσπέραση έναντι ενός επερχόμενου οχήματος.

2.3.1 Προσδιορισμός του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση οχήματος

2.3.1.1 Παράμετροι υπολογισμού του απαραίτητου μήκους ορατότητας για προσπέραση

Ο προσδιορισμός του μήκους ορατότητας για προσπέραση αναφέρεται σε οδούς με δύο λωρίδες κυκλοφορίας όπου οι οδηγοί προσπερνούν συχνά βραδυπορούντα οχήματα. Η προσπέραση γίνεται, κατά κανόνα, με τη χρησιμοποίηση της λωρίδας κυκλοφορίας της αντίθετης κατεύθυνσης. Για να γίνει η προσπέραση με ασφάλεια πρέπει ο οδηγός να έχει αρκετή απόσταση μπροστά του ώστε να μπορεί να ολοκληρώσει τον ελιγμό της προσπέρασης, αλλά και σε αντίθετη περίπτωση να μπορεί να ματαιώσει τη διαδικασία προσπέρασης και να επιστέψει στη λωρίδα του.

Στις πραγματικές συνθήκες χρήσης μιας οδού παρατηρείται το φαινόμενο της πολλαπλής προσπέρασης, δηλαδή πολλά οχήματα προσπερνούν ταυτόχρονα ένα όχημα ή ένα όχημα προσπερνά ταυτόχρονα πολλά οχήματα χωρίς να επιστρέψει πίσω στη λωρίδα κυκλοφορίας του. Το φαινόμενο αυτό όμως δε λαμβάνεται υπόψη στη δημιουργία των κριτηρίων ελαχίστων μηκών ορατότητας. Τα μήκη ορατότητας για προσπέραση μιας οδού υπολογίζονται μόνο για την προσπέραση ενός οχήματος από ένα άλλο.

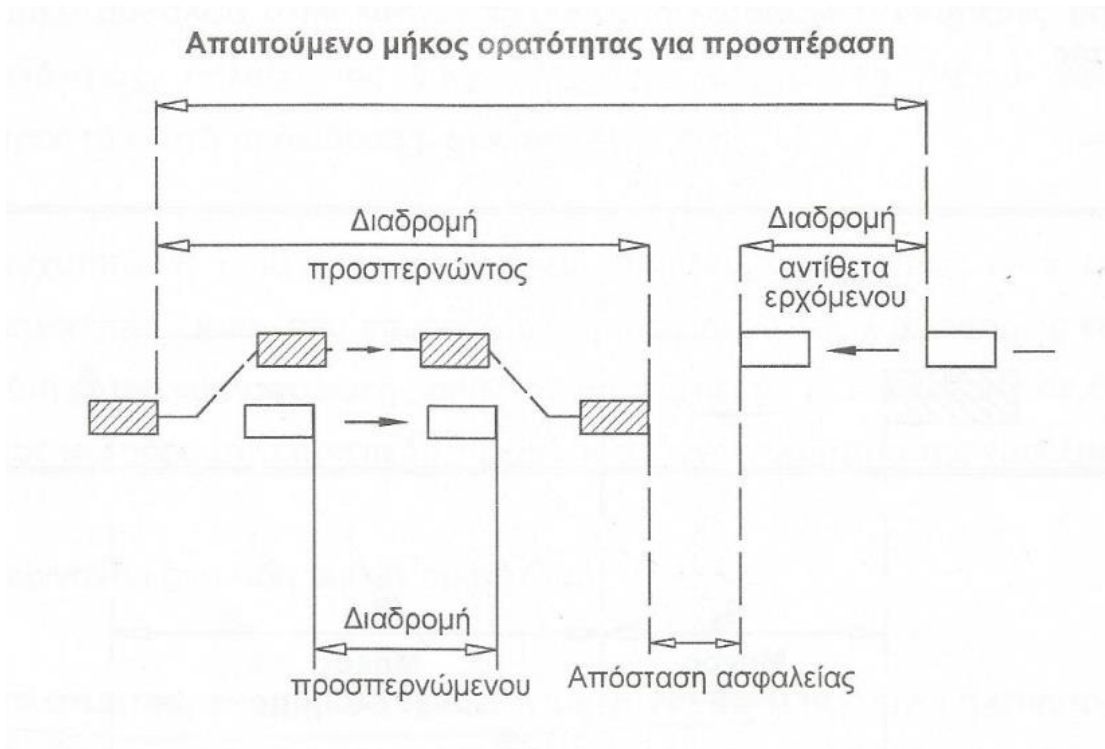
Για τον υπολογισμό του ελαχίστου απαιτούμενου μήκους για προσπέραση έχουν γίνει παραδοχές σε σχέση με τη συμπεριφορά των οδηγών καθώς η συμπεριφορά του εκάστοτε οδηγού σε μία προσπέραση εξαρτάται από πολλές μεταβλητές. Οι παραδοχές αυτές έγιναν λαμβάνοντας υπόψη τη συμπεριφορά του μεγαλύτερου ποσοστού των οδηγών και όχι του μέσου οδηγού και είναι οι εξής:

- Η ταχύτητα του προσπερνούμενου οχήματος είναι σταθερή
- Το όχημα που εκτελεί την προσπέραση αρχικά μειώνει την ταχύτητά του και ακολουθεί το προσπερνώμενο όχημα μέχρι να εισέλθει σε περιοχή που επιτρέπεται η προσπέραση από τη σήμανση
- Όταν εισέλθει σε περιοχή που επιτρέπεται η προσπέραση από τη σήμανση ο οδηγός του προσπερνώντος οχήματος χρειάζεται ένα μικρό χρονικό διάστημα για να αντιληφθεί το μήκος που είναι ελεύθερο μπροστά του και να ξεκινήσει τη διαδικασία προσπέρασης
- Η προσπέραση έχει ολοκληρωθεί όταν ο ελιγμός, δηλαδή η αργή είσοδος και η γρήγορη έξοδος από τη λωρίδα της αντίθετης κυκλοφορίας, του προσπερνώντος οχήματος έχει ολοκληρωθεί. Το όχημα που εκτελεί την προσπέραση επιταχύνει κατά τη διάρκειά της και κατά τη διάρκεια

κατάληψης της λωρίδας αντίθετης κυκλοφορίας και η μέση ταχύτητά του είναι 15 km/h μεγαλύτερη από εκείνη του προσπερνώντος οχήματος.

- Όταν το όχημα που εκτελεί την προσπέραση επιστρέψει στη λωρίδα κυκλοφορίας του πρέπει να υπάρχει μία απόσταση ασφαλείας μεταξύ του προσπερνώντος οχήματος και των οχημάτων που κινούνται στην αντίθετη λωρίδα.

Μια τυπική εικόνα του μήκους ορατότητας για προσπέραση φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχήμα 2.1: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [16]

Διακρίνονται δύο διαδρομές κατά τη συνολική διαδικασία της προσπέρασης, που μαζί με την απόσταση ασφαλείας αποτελούν το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση:

- η διαδρομή του προσπερνώντος οχήματος, αφού ληφθεί υπόψη και η ήδη εκτελεσθείσα διαδρομή του προσπερνώμενου οχήματος.
- η διαδρομή του αντίθετου ερχόμενου οχήματος κατά τον χρόνο που πραγματοποιείται η προσπέραση.

Η **απόσταση ασφάλειας** είναι η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση του προσπερνώντος οχήματος μετά το τέλος της προσπέρασης , μέχρι το αντίθετο ερχόμενο όχημα.

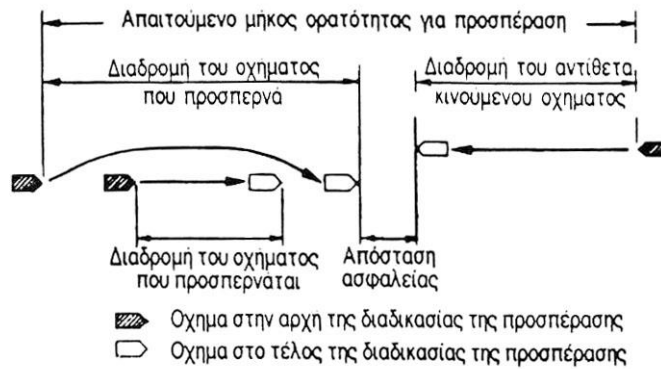
Οι ταχύτητες τόσο του προσπερνώντος όσο και του προσπερνούμενου οχήματος επηρεάζονται σημαντικά από τον κυκλοφοριακό φόρτο. Όταν έχουμε στάθμη εξυπηρέτησης A υπάρχουν λίγα οχήματα που χρειάζεται να προσπεραστούν αλλά καθώς ο κυκλοφοριακός αυξάνει (στάθμη εξυπηρέτησης D ή χαμηλότερη) οι ευκαιρίες για προσπέραση ελαττώνονται. Η ταχύτητα του προσπερνούμενου οχήματος θεωρείται ότι είναι η μέση ταχύτητα κυκλοφορίας των οχημάτων κατά το μέγιστο κυκλοφοριακό φόρτο της οδού. Ενώ η ταχύτητα του προσπερνώντος οχήματος εκτιμάται 15 km/h μεγαλύτερη από αυτή του προσπερνούμενου οχήματος.

Υπάρχουν οδηγοί που επιταχύνουν στην αρχή της προσπέρασης αυξάνοντας κατά πολύ την ταχύτητά τους και έπειτα ολοκληρώνουν την προσπέραση με σταθερή ταχύτητα. Επίσης υπάρχουν οδηγοί που επιταχύνουν σταδιακά σε όλη τη διάρκεια της προσπέρασης μέχρι να ξεπεράσουν το προσπερνώμενο όχημα και έπειτα ολοκληρώνουν τον ελιγμό είτε χωρίς περαιτέρω επιτάχυνση είτε με μειωμένη ταχύτητα. Για λόγους απλοποίησης τέτοιοι πολύπλοκοι ελιγμοί δε λαμβάνονται υπόψη και τα μήκη ορατότητας για προσπέραση έχουν υπολογιστεί με βάση τις παρατηρούμενες ταχύτητες και τους χρόνους του μεγαλύτερου ποσοστού οδηγών.

2.3.1.2 Ορισμός του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση

α) ΟΜΟΕ

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u είναι το μήκος, που απαιτείται για την ασφαλή διαδικασία προσπέρασης εμποδίου ή βραδυπορούντος οχήματος και είναι συνάρτηση της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} . Συνίσταται δε από το μήκος που διανύει το όχημα κατά τη διαδικασία της προσπέρασης, το μήκος που διανύει στο ίδιο χρονικό διάστημα το αντίθετα κινούμενο όχημα, και την απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο αντίθετα κινουμένων οχημάτων στο τέλος της διαδικασίας της προσπέρασης (βλ. Σχήμα).



Σχήμα 2.2: Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος [14]

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον πίνακα . Στις οδούς της ομάδας Β πέρα από τις τιμές του πίνακα , πρέπει να ελέγχεται και το μήκος ορατότητας σε ισόπεδους κόμβους.

Σε οδούς των κατηγοριών Α και Β με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει να διατίθενται συνθήκες ορατότητας για προσπέραση συνολικά τουλάχιστον 20-25% του μήκους της οδού με ομοιόμορφη κατανομή των τμημάτων αυτών στο μήκος της οδού. Η επιλογή αυτού του μήκους γίνεται με βάση τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη σύνθεση κυκλοφορίας, τις κατά μήκος κλίσεις, την ελικτότητα και την επιδιωκόμενη κυκλοφοριακή ποιότητα.

Στα οδικά τμήματα που δεν διαθέτουν επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση, η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο κατευθύνσεων πρέπει να διαμορφώνεται με διπλή συνεχή γραμμή.

Πίνακας 2.1: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση S_u σε οδούς της ομάδας Α και Β [14]

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

β) Αμερικάνικοι Κανονισμοί

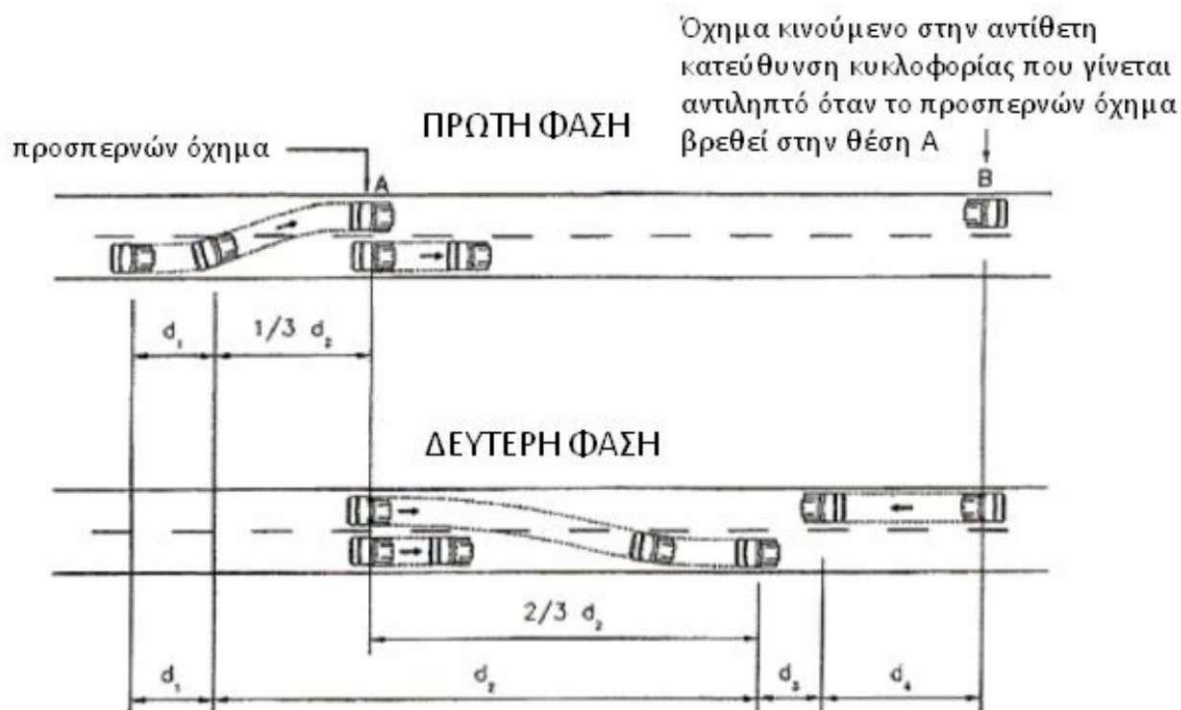
Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση ενός οχήματος είναι το άθροισμα τεσσάρων μηκών (βλ. Σχήμα):

d_1 - Η διαδρομή του προσπερνώντος οχήματος μέχρι ο οδηγός να αντιληφθεί και να αντιδράσει στην υπάρχουσα κατάσταση και να αρχίσει να επιταχύνει ως το σημείο που θα συναντήσει τον άξονα της οδού

d_2 - Η διαδρομή του προσπερνώντος οχήματος κατά τη διάρκεια κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας

d_3 - Η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας που απαιτείται να υπάρχει μεταξύ του προσπερνώντος και του αντίθετα ερχόμενου οχήματος

d_4 - Η διαδρομή που διανύει το αντίθετα κινούμενο όχημα, που ισούται με τα δύο τρίτα της απόστασης που διανύει το προσπερνών όχημα κατά τη διάρκεια κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας, ή τα δύο τρίτα του d_2



Σχήμα 2.3: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1]

Πίνακας 2.2: Στοιχεία του υπολογισμού της απαιτούμενης απόστασης για προσπέραση που προέκυψαν από έρευνα [1]

Στοιχεία υπολογισμού της απαιτούμενης απόστασης για προσπέραση	Πεδίο ταχύτητας (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	Μέση ταχύτητα (km/h)			
	56,2	70,0	84,5	99,8
a (km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t ₁ (sec)	3.6	4.0	4.3	4.5
d ₁ (m)	45	66	89	113
t ₂ (sec)	9.3	10.0	10.7	11.3
d ₂ (m)	145	195	251	314
d ₃ (m)	30	55	75	90
d ₄ (m)	97	130	168	209
Συνολική απόσταση (d ₁ +d ₂ +d ₃ +d ₄)	317	446	583	726

γ) Γερμανικοί Κανονισμοί

Για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση S_u προβλέπονται οι τιμές του Πίνακα για οδούς της ομάδας A , με βάση την ταχύτητα V_{85} . Στις οδούς των ομάδων B και C, για λόγους ασφαλείας λόγω της διασταυρούμενης κυκλοφορίας , δεν λαμβάνονται υπόψη κριτήρια μηκών ορατότητας για προσπέραση.

Πίνακας 2.3: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u σε οδούς της ομάδας A [6]

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

δ) Αυστραλιανοί Κανονισμοί

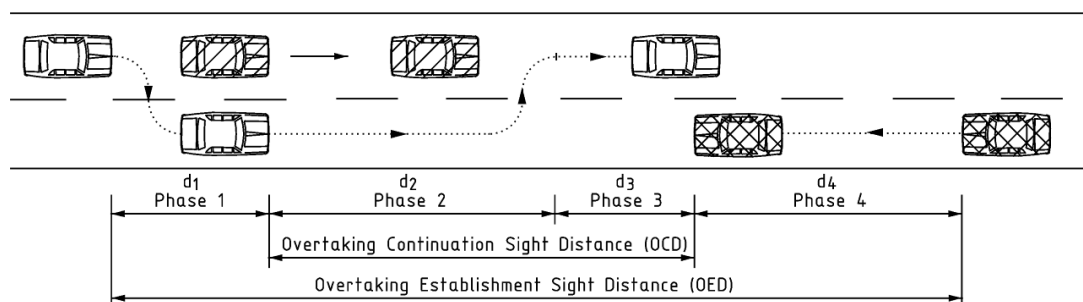
Ο ελιγμός προσπέρασης επηρεάζεται από πολλές μεταβλητές, όπως:

- την κρίση του οδηγού που κάνει την προσπέραση και τα ρίσκα που είναι πρόθυμος να πάρει
- την ταχύτητα και το μέγεθος των προσπερνούμενων οχημάτων
- την ταχύτητα του προσπερνώντος οχήματος
- την ταχύτητα ενός πιθανώς αντίθετα κινούμενου οχήματος
- την ενέργεια αποφυγής ή πέδησης του προσπερνώντος ή του προσπερνούμενου οχήματος.

Από την έκτη έκδοση του οδηγού αγροτικής οδοποιίας Austroads [4] (*Austroads Rural Road Design Guide*), η προσπέραση αξιολογείται με τη χρήση ενός προτύπου που προέκυψε μετά από έρευνα πάνω στην προσπέραση στους Αυστραλιανούς αγροτικούς δρόμους (Trout beck, 1981). Υπάρχουν δύο βασικά ζητήματα στο πρότυπο προσπέρασης:

- **Καθορισμός:** Το ελάχιστο μήκος ορατότητας που αρκεί για να ενθαρρύνει ένα ποσοστό οδηγών να ξεκινήσει ελιγμό προσπέρασης ονομάζεται μήκος ορατότητας για καθορισμό προσπέρασης (**Overtaking Establishment Sight Distance**), καθώς καθορίζει ένα μήκος της οδού ως πιθανή ζώνη προσπέρασης. Το μήκος ορατότητας για καθορισμό προσπέρασης είναι το μήκος ορατότητας που απαιτείται ώστε οι περισσότεροι οδηγοί επιβατικών αυτοκινήτων να προσπεράσουν άλλα οχήματα.
- **Συνέχιση:** Το κρίσιμο μήκος ορατότητας, το οποίο αν διατηρηθεί για κάποιο διάστημα, αφού το μήκος ορατότητας για καθορισμό προσπέρασης είναι διαθέσιμο, επιτρέπει στον οδηγό που προσπερνά είτε να ολοκληρώσει είτε να ματαιώσει έναν ελιγμό που έχει ήδη ξεκινήσει με ασφάλεια, ονομάζεται

μήκος ορατότητας για συνέχιση προσπέρασης (**Overtaking Continuation Sight Distance**). Αφού πρώτα καταστεί διαθέσιμο το μήκος ορατότητας για καθορισμό, μια ζώνη προσπέρασης θεωρείται ότι εκτείνεται όσο αυτό το μικρότερο μήκος παραμένει διαθέσιμο, υποκείμενο στον περιορισμό των κανονισμών.



Σχήμα 2.4: Φάσεις προσπέρασης [2]

Οι τιμές σε αυτόν τον οδηγό είναι τα απαιτούμενα μήκη για ελιγμούς προσπέρασης του 85^{ου} εκατοστημορίου. Τα μήκη αυτά υποδεικνύουν τα μήκη ορατότητας για προσπέραση που πρέπει να χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό ζωνών προσπέρασης σε δρόμους πολλαπλών συνδυασμών οχημάτων.

Εν συντομία, το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για καθορισμό προσπέρασης προκύπτει από το μέγεθος χρονικού κενού αποδεκτού από έναν πιθανό προσπερνώντα οδηγό και από το χρόνο που απαιτείται για να ολοκληρωθούν οι φάσεις 1, 2, 3 και 4 του συνόλου του ελιγμού (Εικόνα).

$$\text{μήκος ορατότητας για καθορισμό προσπέρασης} = G_{T85} * (V+u)/3,6$$

όπου G_{T85} = 85^ο εκατοστημόριο κρίσιμου χρονικού κενού (sec)

u = $V/1,17$ (ταχύτητα του βραδέως οχήματος)

V = λειτουργική ταχύτητα

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνέχιση προσπέρασης προκύπτει από το χρόνο που χρειάζεται για την ολοκλήρωση των φάσεων 2 και 3 του ελιγμού (Σχήμα 2.4).

- Το αντίθετα κινούμενο όχημα θεωρείται ότι κινείται με τη λειτουργική ταχύτητα.
- Το προσπερνούμενο όχημα θεωρείται ότι κινείται με μικρότερη ταχύτητα, η οποία λαμβάνεται ως η μέση ταχύτητα για την κατεύθυνση κίνησης.
- Σε αυτόν τον οδηγό χρησιμοποιούνται μήκη ορατότητας που υπολογίζονται από 1,1 m ύψος οφθαλμών οδηγού έως 1,25 m ύψος αντικειμένου.
- Η απόσταση που διανύεται από την αντίθετα κινούμενη κυκλοφορία αναπαριστάται στην Εικόνα με τη φάση 4.

Ελέγχοντας το μήκος μιας οδού, το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνέχιση προσπέρασης αποτελεί την αποφασιστική παράμετρο για τον ορισμό ενός ποσοστού που θα επιτρέπει την προσπέραση σε ένα τμήμα της οδού. Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνέχιση προσπέρασης εξασφαλίζει ότι το μήκος της οδού που θα χρειαστεί το προσπερνών όχημα θα είναι ορατό στο «σημείο χωρίς επιστροφή» και ότι ένα όχημα που πλησιάζει θα είναι ορατό εάν βρίσκεται στη ζώνη που μπορεί να επηρεάσει τον ελιγμό.

Πίνακας 2.4: Μήκη ορατότητας για προσπέραση όταν η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος είναι 10 km/h μικρότερη από τη λειτουργική ταχύτητα

Road section operating speed (km/h)	Overtaken vehicle speed (km/h)		Establishment sight distance (m)				Continuation sight distance (m)			
	Semitrailer B-double	Road trains	Prime mover semi-trailer	B-double	Type road train 1	Type road train 2	Prime mover semi-trailer	B-double	Type road train 1	Type road train 2
70	50	50	490	510	540	580	260	280	310	350
80	59	59	610	630	670	730	320	340	380	430
90	67	67	740	770	820	890	370	400	460	530
100	76	76	890	930	990	1,080	450	490	550	650
110	84	84	1,070	1,120	1,200	1,310	540	580	660	770

Πηγή: Austroads (2003) [2]

Πίνακας 2.5: Μήκη ορατότητας για προσπέραση όταν η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος είναι ίση με τη λειτουργική ταχύτητα

Road section operating speed (km/h)	Overtaken vehicle speed (km/h)		Establishment sight distance (m)				Continuation sight distance (m)			
	Semi-trailer B-double	Road trains	Prime mover semitrailer	B-double	Type road train 1	Type road train 2	Prime mover semi-trailer	B-double	Type road train 1	Type road train 2
70	60	60	570	600	640	690	300	320	360	420
80	69	69	710	740	790	860	370	400	450	510
90	77	77	850	890	950	1,040	440	470	530	620
100	86	84	1,020	1,070	1,130	1,240	530	560	630	740
110	94	84	1,230	1,290	1,200	1,310	620	680	660	770

Πηγή: Austroads (2003) [2]

ε) Αγγλικοί Κανονισμοί

Οι ελιγμοί προσπέρασης ποικίλλουν ευρέως από οδηγό σε οδηγό και από όχημα σε όχημα.

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο χρόνος που απαιτείται για να ολοκληρωθεί μια προσπέραση κυμαίνεται από 4 δευτερόλεπτα έως περισσότερο από 15 δευτερόλεπτα και είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητη από την ταχύτητα του οχήματος.

Για πρακτικούς λόγους γίνεται η παραδοχή ότι:

50% των προσπέραση διαρκέσει λιγότερο από 7 δευτερόλεπτα

85% των προσπέραση διαρκέσει λιγότερο από 10 δευτερόλεπτα

99% των προσπέραση διαρκέσει λιγότερο από 14 δευτερόλεπτα

Το εύρος των τιμών μηκών ορατότητας προσπέρασης φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 2.6: Μήκος ορατότητας για προσπέραση [3]

Ταχύτητα Σχεδιασμού(km/h)		120	100	85	70	60	50
Μήκος που απαιτείται για διάφορες τιμές ταχύτητας (m)	99%μόριο	960	820	690	580	490	410
	85%μόριο	690	580	490	410	345	290
	50%μόριο	490	410	345	290	245	205

2.3.1.3 Υπολογισμός απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση ορίζεται στους **αμερικάνικους κανονισμούς** ως εξής:

Διαδρομή αρχικού ελιγμού (d_1). Η διαδρομή αρχικού ελιγμού είναι το άθροισμα του χρόνου αντίληψης και αντίδρασης του οδηγού στην υπάρχουσα κατάσταση και του χρόνου που αρχίζει να επιταχύνει ως το σημείο που θα συναντήσει τον άξονα της οδού. Σε μεγάλο βαθμό οι δύο αυτοί χρόνοι αλληλεπικαλύπτονται. Μόλις ένας οδηγός φτάνει σε περιοχή που επιτρέπεται η προσπέραση αρχίζει να επιταχύνει και ταυτόχρονα αρχίζει να κινείται προς τον άξονα του δρόμου όπου αποφασίζει εάν θα πραγματοποιήσει την προσπέραση ή όχι. Όμως έρευνες έχουν δείξει ότι τα οχήματα δεν επιταχύνουν αμέσως στο μέγιστο της ικανότητάς τους, κάτι που υποδεικνύει την ύπαρξη χρόνου αντίληψης και αντίδρασης του οδηγού. Επίσης μερικοί οδηγοί δεν κινούνται προς τον άξονα του δρόμου αλλά παραμένουν στην φυσιολογική τους θέση στην λωρίδα κυκλοφορίας τους μέχρι να αποφασίσουν να ξεκινήσουν τη διαδικασία προσπέρασης.

Το μήκος της διαδρομής του αρχικού ελιγμού d_1 υπολογίζεται από τη σχέση:

$$d_1 = 0,278 \cdot t_1 \cdot (v - m + (a \cdot t_1 / 2))$$

όπου :

t_1 (sec) = ο χρόνος του αρχικού ελιγμού

a (Km/h/s) = ρυθμός επιτάχυνσης

v (Km/h) = μέση ταχύτητα του προσπερνώντος οχήματος

m (Km/h) = διαφορά ταχύτητας του προσπερνώντος από το προσπερνούμενο όχημα

Διαδρομή του προσπερνώντος οχήματος κατά τη διαδικασία κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας (d_2)

Το μήκος της διαδρομής d_2 υπολογίζεται από τη σχέση:

$$d_2 = 0,278 \cdot v \cdot t_2$$

όπου :

v (Km/h) = μέση ταχύτητα του προσπερνώντος οχήματος

t_2 (sec) = ο χρόνος κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας

Ελάχιστη απόσταση ασφάλειας που απαιτείται να υπάρχει μεταξύ του προσπερνώντος και του αντίθετα ερχόμενου οχήματος (d_3)

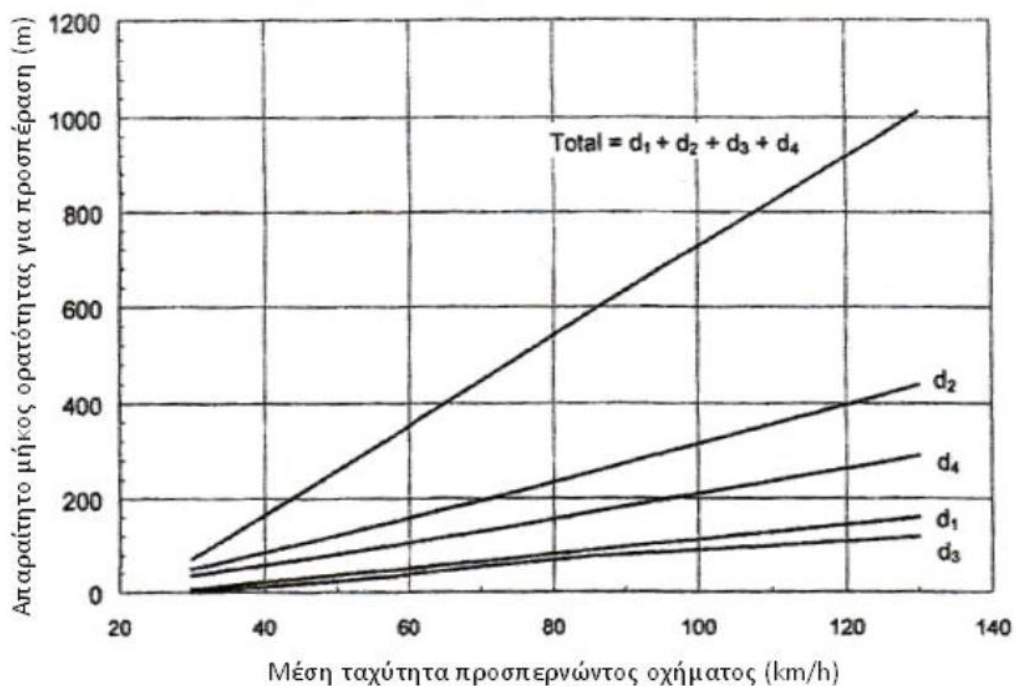
Το μήκος της διαδρομής d_3 υπολογίζεται από έρευνες ότι κυμαίνεται από 30 μέχρι 75 μέτρα.

Η διαδρομή του αντίθετα κινούμενου οχήματος (d_4)

Κατά τον υπολογισμό της απαιτούμενης ορατότητας για προσπέραση υπολογίζουμε και την διαδρομή του αντίθετα κινούμενου οχήματος. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται ώστε να αποφύγουμε την πιθανή σύγκρουση του προσπερνώντος με ένα αντίθετα κινούμενο όχημα, κατά τη διάρκεια που το διερχόμενο όχημα καταλαμβάνει την λωρίδα κυκλοφορίας της αντίθετης κατεύθυνσης. Εάν υπολογίσουμε τη διαδρομή που διανύει το αντίθετα κινούμενο όχημα κατά τη διάρκεια ολόκληρης της προσπέρασης θα πάρουμε ένα μήκος πολύ μεγάλο που δεν αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα . Η διαδρομή ενός οχήματος μέχρι την στιγμή που μπαίνει στην δεξιά λωρίδα δεν χρειάζεται να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό του μήκους που διανύει το αντίθετο κινούμενο όχημα καθώς το προσπερνών όχημα μπορεί ακόμη να επιστρέψει στην αρχική του θέση σε περίπτωση που αντιληφθεί ότι δεν δύναται να εκτελέσει με επιτυχία την προσπέραση . Αυτό το χρονικό διάστημα έχει υπολογιστεί ότι είναι περίπου το ένα τρίτο της απόστασης που διανύει το προσπερνών όχημα κατά τη διάρκεια κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας . Οπότε η διαδρομή του αντίθετα κινούμενου οχήματος ισούται με τα δυο τρίτα της απόστασης που διανύει το προσπερνών όχημα κατά τη διάρκεια κατάληψης της λωρίδας της αντίθετης κυκλοφορίας ή τα δυο τρίτα του d_2 .

Η απόσταση που διανύει το αντίθετο κινούμενο όχημα δίνεται από τον τύπο :

$$d_4 = 2d_2/3$$



Σχήμα 2.5: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1]

Πίνακας 2.7: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση [1]

Ταχύτητα Μελέτης (km/h)	Ταχύτητα βραδυπορούντος οχήματος (km/h)	Ταχύτητα προσπερνώντος οχήματος (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση	
			Υπολογισμού(m)	Σχεδιασμού(m)
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Επιρροή της κατά μήκος κλίσης στο απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση

Όσο μεγαλύτερη είναι η κατά μήκος κλίση μίας οδού τόσο περισσότερο επηρεάζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση. Σε περίπτωση κατωφέρειας είναι πιο εύκολο να πραγματοποιηθεί μια προσπέραση σε σχέση με μία οδό με μηδενική κλίση γιατί το προσπερνών όχημα επιταχύνει πιο γρήγορα . Όμως ελλοχεύει ο κίνδυνος να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα και το προσπερνούμενο όχημα και τελικά να έχουμε μία ανεπιθύμητη κατάσταση που τα δύο οχήματα να συναγωνίζονται σε ταχύτητα μεταξύ τους.

Σε περίπτωση ανωφέρειας η απαιτούμενη απόσταση για προσπέραση είναι μεγαλύτερη από αυτή σε οδούς με μηδενική κλίση. Το προσπερνών όχημα επιταχύνει με βραδύτερους ρυθμούς (δηλαδή αυξάνεται ο χρόνος προσπέρασης ενώ η αντίθετα κινούμενη κυκλοφορία συνήθως αναπτύσσει μεγάλες ταχύτητες λόγω της κατωφέρειας (δηλαδή αυξάνει η απόσταση που διανύει το αντίθετα κινούμενο όχημα) .Καθησυχαστικό όμως είναι το φαινόμενο ότι σε ανωφέρεια το προσπερνούμενο όχημα είναι συνήθως , φορτηγό που δεν μπορεί να αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα και ότι οι οδηγοί γνωρίζουν πως για να προσπεράσουν ένα όχημα σε ανωφέρεια χρειάζεται να διανύσουν μεγαλύτερη απόσταση από ότι σε περιοχή με μηδενική κλίση.

Συχνότητα και μήκος των περιοχών που επιτρέπεται η προσπέραση

Οι περιοχές όπου επιτρέπεται η προσπέραση , σε μια οδό δύο λωρίδων κυκλοφορίας , πρέπει να συναντώνται ανά τακτά χρονικά διαστήματα , Σε κάθε τέτοιο τμήμα το μήκος ορατότητας θα πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος ορατότητας θα πρέπει να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από το ελάχιστο απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση .Η συχνότητα και το μήκος τους στους αυτοκινητόδρομους εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους , την ταχύτητα μελέτης, το κόστος αλλά και την επιθυμητή στάθμη εξυπηρέτησης . Δεν συνιστάται όμως το μήκος τους αλλά και η συχνότητα τους να εξαρτάται αποκλειστικά από τη μορφολογία του εδάφους και το κόστος. Με σωστή μελέτη μίας οδού οι περιοχές όπου επιτρέπεται η προσπέραση μπορούν να υπάρχουν σε ικανοποιητικό επίπεδο με μικρή ή χωρίς αύξηση του κόστους. Σε εδάφη με μεγάλες κλίσεις μπορεί να είναι πιο οικονομικό να υπάρχουν σημεία με τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας αντί να υπάρχουν περιοχές που να παρέχεται το απαιτούμενο μήκος για προσπέραση. Επίσης η ύπαρξη υψηλής στάθμης εξυπηρέτησης δεν εξασφαλίζει ότι οι ευκαιρίες για προσπέραση είναι περισσότερες καθώς στα τμήματα αυτά η αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας μπορεί να είναι συνεχώς κατειλημμένη από οχήματα. Η σημασία αυτών των τμημάτων είναι πολύ μεγάλη καθώς επηρεάζουν σημαντικά

την στάθμη εξυπηρέτησης της οδού καθώς και την μέση ταχύτητα των οχημάτων. Σε οδούς όπου είναι επιθυμητή υψηλή στάθμη εξυπηρέτησης τα τμήματα αυτά πρέπει να είναι πολύ συχνά ή εάν είναι δυνατόν ακόμη και συνεχόμενα για όλο το μήκος της οδού.

Απαιτούμενο μήκος ορατότητας σε οδούς με περισσότερες από δυο λωρίδες

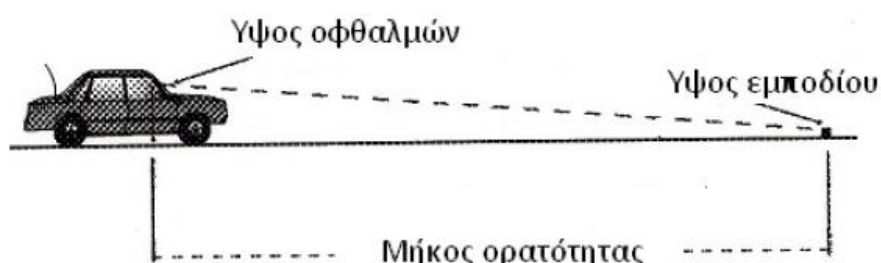
Το απαιτούμενο μήκος για προσπέραση δεν συνιστάται να παρέχεται σε οδούς με περισσότερες από δυο λωρίδες . Οι ελιγμοί που εκτελούν οι οδηγοί σε τέτοιες οδούς αναμένεται να είναι στα όρια της δικής τους κατεύθυνσης κυκλοφορίας. Δηλαδή σε αδιαίρετες οδούς με τέσσερις λωρίδες κατεύθυνσης θα πρέπει να απαγορεύεται η διέλευση του άξονα της οδού από τα οχήματα.

2.4 Τα μήκη ορατότητας στον σχεδιασμό της οδού

Τα μήκη ορατότητας χρησιμοποιούνται κατά τη μελέτη μιας οδού , στις καμπύλες στην οριζοντιογραφία , και στα τόξα στρογγύλευσης στη μηκοτομή.

2.4.1 Παραδοχές

Το μήκος ορατότητας κατά γενικό κανόνα μετριέται από τους οφθαλμούς του οδηγού μέχρι το εμπόδιο που θα πρωτοεμφανιστεί επί του καταστρώματος της οδού. Επομένως θα πρέπει για τους υπολογισμούς να προσδιοριστεί **το ύψος των οφθαλμών** του οδηγού πάνω από την επιφάνεια της οδού καθώς και **το ύψος του εμποδίου**. Επίσης εξαρτάται και από τη θέση των παράπλευρων εμποδίων.



Σχήμα 2.6: Απεικόνιση της γραμμής ορατότητας [1]

Ως θέση του οδηγού επί της οδού λαμβάνεται ο άξονας της λωρίδας κυκλοφορίας στην οποία κινείται το όχημα , ενώ η θέση του εμποδίου επί του οδοστρώματος εξαρτάται από το είδος του μήκους της ορατότητας , για στάση ή για προσπέραση.



Σχήμα 2.7: Θέση οδηγού και εμποδίου για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση [16]

2.4.1.1 Ύψος οφθαλμών

α) ΟΜΟΕ

Οι ελληνικές οδηγίες λαμβάνουν το ύψος οφθαλμών ίσο με 1,06 m για τη μέτρηση του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

β) Αμερικάνικοι Κανονισμοί

Λαμβάνεται ως ύψος οφθαλμών $h_1 = 1,08$ m για τη μέτρηση του μήκους ορατότητας για προσπέραση. Για ξεχωριστό έλεγχο ορατότητας για φορτηγά λαμβάνεται $h_1 = 2,33$ m ύψος οφθαλμών του οδηγού από το οδόστρωμα.

γ) Γερμανικοί Κανονισμοί

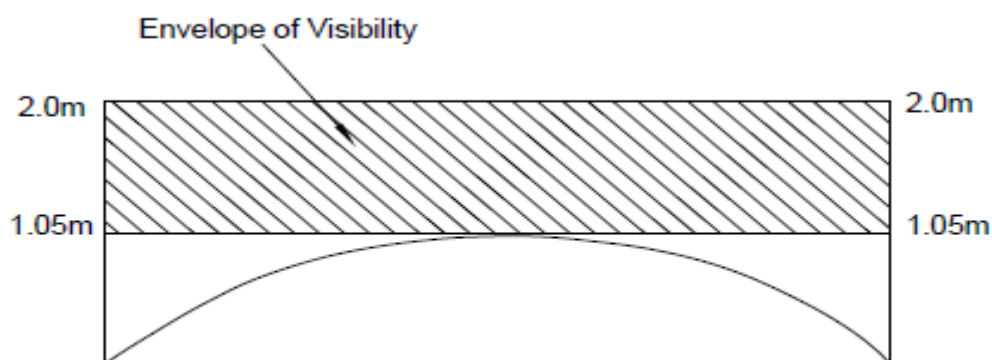
Λαμβάνεται ως ύψος οφθαλμών $h_1 = 1,008$ m για τη μέτρηση του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

δ) Αυστραλιανοί Κανονισμοί

Σε αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται ως ύψος οφθαλμών $h_1 = 1,1$ m για τη μέτρηση του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

ε) Αγγλικοί Κανονισμοί

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση είναι διαθέσιμα μεταξύ σημείων 1,05 m και 2,00m πάνω από το κέντρο του οδοστρώματος, όπως φαίνεται στο Σχήμα , και πρέπει να ελέγχεται τόσο σε οριζόντια όσο και σε κατακόρυφα επίπεδα.



Σχήμα 2.8: Εύρος ύψους οφθαλμών [3]

2.4.1.2 Ύψος εμποδίου

Ο προσδιορισμός του ύψους του εμποδίου εξαρτάται από πολλές παραμέτρους και για τον λόγο αυτόν δεν έχει θεσπιστεί ενιαίο πρότυπο που να χρησιμοποιείται στον σχεδιασμό των οδών.

α) ΟΜΟΕ

Σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες για το ύψος του εμποδίου ορίζεται η τιμή ίση με 1,00 m για προσπέραση.

β) Αμερικάνικοι Κανονισμοί

Λαμβάνεται ως ύψος εμποδίου επί της οδού για μήκος ορατότητας για προσπέραση $h_2=1,08$ m. Η τιμή αυτή έχει προκύψει μετά από έρευνα στο σύνολο των σύγχρονων οχημάτων, κατά την οποία διαπιστώθηκε ότι το 85% έχει συνολικό ύψος μεγαλύτερο από 1,33 m. Θεωρείται ότι το ανώτερο τμήμα του οχήματος ύψους 0,25 m είναι απαραίτητο να είναι ορατό, ώστε ο οδηγός που προσπερνά να αντιληφθεί ότι πρόκειται για αντίθετα κινούμενο όχημα και επομένως ως ύψος εμποδίου προτείνεται στους Αμερικάνικους κανονισμούς η τιμή $1,33-0,25=1,08$ m. Τα μήκη ορατότητας που καθορίζονται με τέτοιο τρόπο επαρκούν και κατά τη διάρκεια της νύχτας, διότι το φως των προβολέων είναι ορατό από μεγαλύτερη απόσταση απ' ό,τι το όχημα την ημέρα. Η σύμπτωση του ύψους εμποδίου για προσπέραση με το ύψος οφθαλμών έχει ως αποτέλεσμα το μήκος ορατότητας για προσπέραση να είναι αμφίδρομο (δηλαδή τη στιγμή που ο οδηγός που προσπερνά αντικρίζει το αντίθετο κινούμενο όχημα, ο οδηγός του αντίθετα κινούμενου οχήματος αντικρίζει το όχημα που προσπερνά).

γ) Γερμανικοί Κανονισμοί

Λαμβάνεται για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση ύψος εμποδίου στον άξονα της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας 1,00 m.

δ) Αυστραλιανοί Κανονισμοί

Θεωρούμε ύψος εμποδίου για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση ίσο με 1,25 m.

ε) Αγγλικοί Κανονισμοί

Ισχύει ότι και για το ύψος οφθαλμών. Δεν αλλάζουν τα νούμερα για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

2.4.2 Εμπόδια του μήκους ορατότητας κατά τη μελέτη της οδού

Στους Αμερικάνικους κανονισμούς αρχικά ορίζονται κάποιοι τύποι εμποδίων σε μία οδό ως εξής: Στις ευθυγραμμίες το εμπόδιο που περιορίζει την ορατότητα ενός οδηγού είναι το ίδιο το οδόστρωμα σε μερικές περιπτώσεις κυρτωμάτων. Στις οριζοντιογραφικές καμπύλες τα εμπόδια που βρίσκονται στο εσωτερικό τους περιορίζουν την ορατότητα, τέτοια εμπόδια είναι τα στηθαία ασφαλείας, κτίσματα, τοίχοι, γέφυρες, πρανή ορυγμάτων κ.λπ. Επίσης σε περιπτώσεις κυρτωμάτων σε συνδυασμό με οριζοντιογραφική καμπύλη το εμπόδιο το οποίο περιορίζει την ορατότητα ενός οδηγού μπορεί να είναι το ίδιο το οδόστρωμα. Έλεγχος ώστε να υπάρχει το απαραίτητο μήκος ορατότητας πρέπει να γίνεται και στην οριζοντιογραφία και στη μηκοτομή. Επιθυμητό είναι να υπολογίζεται το μήκος ορατότητας και για τις δυο κατευθύνσεις.

2.4.3 Μήκος ορατότητας στα τόξα στρογγύλευσης στη μηκοτομή

Για τον ασφαλή σχεδιασμό μιας οδού θα πρέπει να παρέχεται προ ή επί της κυρτής καμπύλης μηκοτομής μήκος ορατότητας ίσο ή μεγαλύτερο από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση ή προσπέραση, παρόλο που έρευνες έχουν δείξει ότι δεν επηρεάζει πάντα την ασφάλεια της οδού. Σε σημεία λήψης αποφάσεων μεγαλύτερα μήκη ορατότητας θα πρέπει να παρέχονται.

2.5 Προσδιορισμός και ανάλυση μηκών ορατότητας σε κάθε χώρα μελέτης για διάφορες τιμές ταχύτητας.

Οι τιμές για τα μήκη ορατότητας για κάθε χώρα είναι με βάση τις αποστάσεις που φαίνονται στο σχήμα. Το σχήμα δείχνει τη θέση του προσπερνώντος, προσπερνούμενου οχήματος καθώς και τη θέση οχημάτων του αντίθετου ρεύματος σε διάφορα χρονικά σημεία. Στο σημείο Α, το διερχόμενο όχημα (Όχημα 1) ξεκινά μία θέση πίσω από το προσπερνών όχημα (Όχημα 2), σα να επρόκειτο για καθυστερημένη προσπέραση. Το διερχόμενο όχημα επιταχύνει και στο σημείο Β, αρχίζει να εισέρχεται στην αντίθετη λωρίδα κυκλοφορίας. Στο σημείο Γ, ο οδηγός του διερχόμενου οχήματος πρέπει να ολοκληρώσει την προσπέραση, επειδή χρειάζεται περισσότερο μήκος ορατότητας για να μη γίνει τελικά το προσπέρασμα. Στο σημείο Δ, το διερχόμενο όχημα ολοκληρώνει την προσπέραση και επιστρέφει στην κανονική λωρίδα κυκλοφορίας.

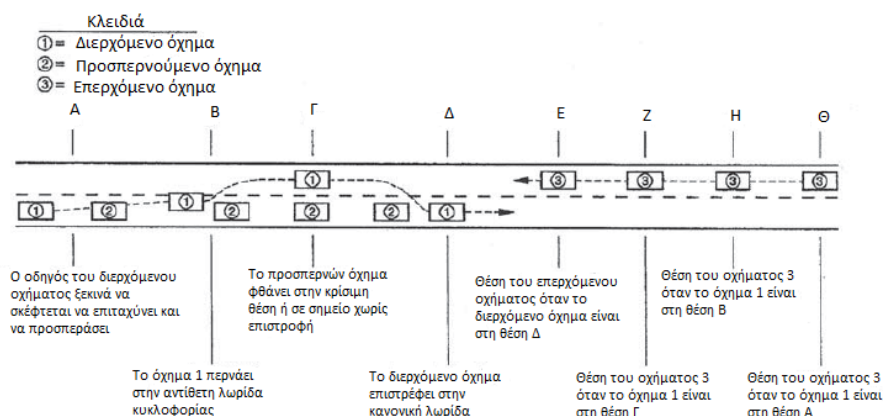
Θεωρείται δεδομένο ότι το όχημα στο αντίθετο ρεύμα (Όχημα 3) θα περάσει από το σημείο Θ στο σημείο Η την ίδια στιγμή που το διερχόμενο όχημα κινείται από το σημείο Α στο σημείο Β. Μετά, το όχημα 3 θα κινηθεί από το σημείο Η στο σημείο Ζ την ώρα που το διερχόμενο όχημα κινείται από το σημείο Β στο σημείο Γ και τέλος το όχημα στο αντίθετο ρεύμα κινείται από το σημείο Ζ στο σημείο Ε στον χρόνο που το διερχόμενο όχημα κινείται από το σημείο Γ στο σημείο Δ.

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να υπάρχει ένα περιθώριο ίσο με την απόσταση από το σημείο Α στο σημείο Ε, στο τέλος της προσπέρασης.

Τα κριτήρια για τα μήκη ορατότητας που χρησιμοποιούνται σε γεωμετρικό σχέδιο στις διάφορες χώρες βασίζονται σε διαφορετικές υποθέσεις σχετικά με το ποια από τις αποστάσεις που φαίνεται στο σχήμα θα πρέπει να συμπεριληφθεί στον υπολογισμό και σε υποθέσεις για τις ταχύτητες, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις και τα καθαρά περιθώρια που θα χρησιμοποιηθούν από τα διερχόμενα, προσπερνώντα και απέναντι οχήματα.

Το σκεπτικό για το πώς υπολογίζεται το μήκος ορατότητας για προσπέραση σε κάθε χώρα εξηγείται παρακάτω, στο βαθμό που η ορθολογική σκέψη είναι γνωστή.

Ο πίνακας 2.8 παρουσιάζει τα κριτήρια μηκών ορατότητας για προσπέραση που χρησιμοποιούνται στο γεωμετρικό σχέδιο σε κάθε χώρα ξεχωριστά από αυτές που μελετούνται, όπως εξηγείται παρακάτω.



Σχήμα 2.9: Στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό μηκών ορατότητας για προσπέραση στις χώρες μελέτης

Βρετανία

Στην Βρετανία το πλήρες μήκος ορατότητας για προσπέραση χρησιμοποιείται για να καθορίσει το σημείο όπου αρχίζει ακριβώς η προσπέραση. Το πλήρες μήκος ορατότητας για προσπέραση βασίζεται στην Βρετανία σε εκτίμηση της απόστασης ΒΓ, όπως φαίνεται στο σχήμα, το οποίο αντιπροσωπεύει την πλήρη απόσταση που ταξίδεψε το διερχόμενο όχημα στην αντίθετη λωρίδα, ένα καθαρό περιθώριο και την πλήρη απόσταση που διανύεται από το όχημα στο αντίθετο ρεύμα. Έτσι, τα βρετανικά κριτήρια δείχνουν ότι η περιοχή της προσπέρασης ξεκινά μόνο όταν ο οδηγός του διερχόμενου οχήματος μπορεί να δει καθώς μπαίνει στην αντίθετη λωρίδα, έτσι ώστε να μην μπορεί να έρθει σε σύγκρουση με το όχημα στο αντίθετο ρεύμα.

Η ταχύτητα σχεδιασμού ορίζεται ως το 85^ο εκατοστημόριο της ταχύτητας κυκλοφορίας όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση. Τα βρετανικά κριτήρια κάνουν ρητές παραδοχές σχετικά με τον πληθυσμό οδηγού και οχήματος που συμμετέχουν στην προσπέραση. Τα κριτήρια τα οποία θεωρούνται επαρκή για τις προσπεράσεις, παρουσιάζονται με 50,85 και 99 τοις εκατό του πληθυσμού οχήματος και οδηγού.

Οι περισσότεροι σχεδιασμοί βασίζονται στο 85^ο εκατοστημόριο του πληθυσμού οδηγών και οχημάτων, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.8.

Αυστραλία

Τα κριτήρια για το μήκος ορατότητας για προσπέραση είναι εννοιολογικά παρόμοια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στη Βρετανία, εκτός από την απόσταση ΑΒ που περιλαμβάνεται ως μέρος του μήκους ορατότητας για προσπέραση που απαιτείται

για να ξεκινήσει μία προσπέραση και μία ρητή απόσταση που καθορίζεται για να συνεχιστεί η ζώνη προσπέρασης.

Το ισοδύναμο του βρετανικού FOSD ονομάζεται. Η απόσταση αυτή είναι η απόσταση ΑΘ στο σχήμα . Η επαρκής απόσταση ορατότητας για να συνεχιστεί μία προσπέραση βασίζεται στο (Continuation Sight Distance (CSD)), που είναι μία εκτίμηση της απόστασης ΓΖ στο Σχήμα. Η Αυστραλιανή ορολογία χρησιμοποιείται δύο διαφορετικές τιμές και ο λόγος είναι σαφής καθώς το ESD αντιπροσωπεύει το μήκος ορατότητας για την απόφαση του οδηγού να ξεκινήσει την προσπέραση ενώ το CSD αντιπροσωπεύει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για την απόφαση του οδηγού του διερχόμενου σχήματος να συνεχίσει ή να εγκαταλείψει τον ελιγμό προσπέρασης. Ουσιαστικά, οι δύο αυτές τιμές είναι η αρχή και το τέλος μιας περιοχής αποδεκτού μήκους ορατότητας για προσπέραση.

Γερμανία, Ελλάδα

Η Γερμανία και η Ελλάδα χρησιμοποιούν ένα παρόμοιο σύστημα με εκείνο που χρησιμοποιήθηκε στις άλλες χώρες που μελετήθηκαν παραπάνω. Τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις χώρες είναι με βάση την επικρατούσα 85^ο εκατοστημόριο ταχύτητα κίνησης. Κατά την διάρκεια της προσπέρασης, το διερχόμενο όχημα θεωρείται ότι ταξιδεύει στο 110 τοις εκατό του 85^ο εκατοστημορίου ταχύτητας, το προσπερνούμενο όχημα από 85 τοις εκατό αυτής της ταχύτητας ενώ το επερχόμενο όχημα στο 85^ο εκατοστημόριο ταχύτητας κίνησης.

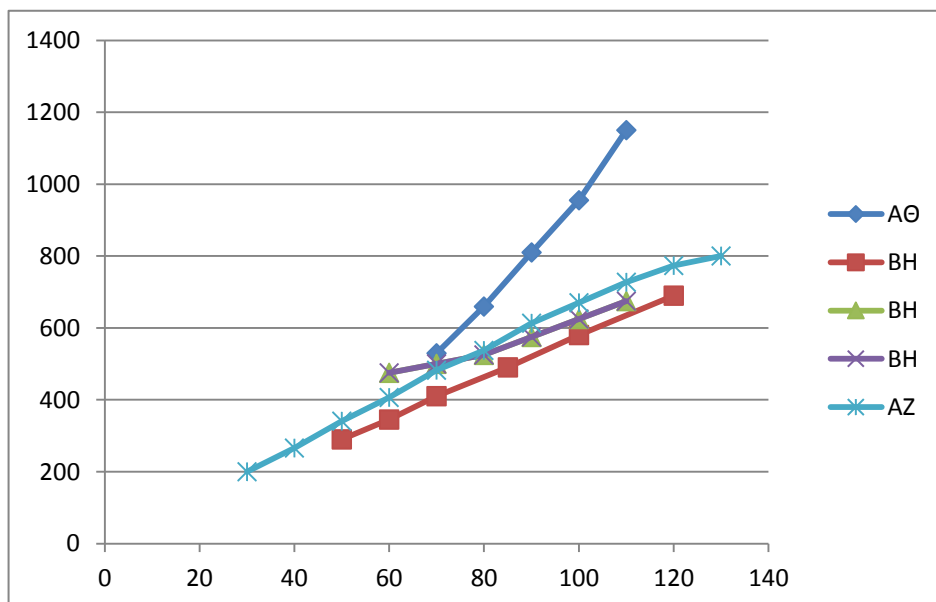
Η.Π.Α

Τα κριτήρια για τον υπολογισμό των μηκών ορατότητας στις Ηνωμένες Πολιτείες βασίζονται στον AASHTO. Πρόκειται για το μήκος AZ, όπως φαίνεται στο Σχήμα, από το Α όπου ο οδηγός του διερχόμενου οχήματος αποφασίζει να ξεκινήσει να επιταχύνει προκειμένου να προσπεράσει μέχρι το σημείο Z, δηλαδή τη θέση του επερχόμενου οχήματος την ώρα που ταυτόχρονα το διερχόμενο όχημα βρίσκεται στο σημείο Γ. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2.8.

Πίνακας 2.8: Κριτήρια για τα μήκη ορατότητας στις χώρες μελέτης.

ΧΩΡΕΣ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΒΑΣΙΣΜΕΝΟ ΣΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΠΟΥ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΣΧΗΜΑ	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ (km/h)												
			30	40	50	60	70	80	85	90	100	110	120	130	
			Μήκος ορατότητας για προσπέραση (m)												
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ	ESD	AΘ	-	-	-	-	530	660	-	810	955	1150	-	-	
	CSD	ΓΖ	-	-	-	-	280	345	-	405	490	580	-	-	
ΒΡΕΤΑΝΙΑ	FOSD	BH	-	-	290	345	410	-	490	-	580	-	690	-	
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	Αρχή και τέλος του μήκους	BH	-	-	-	475	500	525	-	575	625	-	-	-	
ΕΛΛΑΔΑ	Αρχή και τέλος του μήκους	BH	-	-	-	475	500	525	-	575	625	-	-	-	
Η.Π.Α	Αρχή και τέλος του μήκους	AZ	200	266	341	407	482	538	-	613	670	727	774	800	

Παρακάτω γίνεται μία σύγκριση των μηκών ορατότητας για προσπέρασης μέσω ενός γραφήματος με βάση τα στοιχεία του παραπάνω Πίνακα για κάθε μία χώρα που μελετείται.



Σχήμα 2.10: Σύγκριση μηκών ορατότητας για προσπέραση

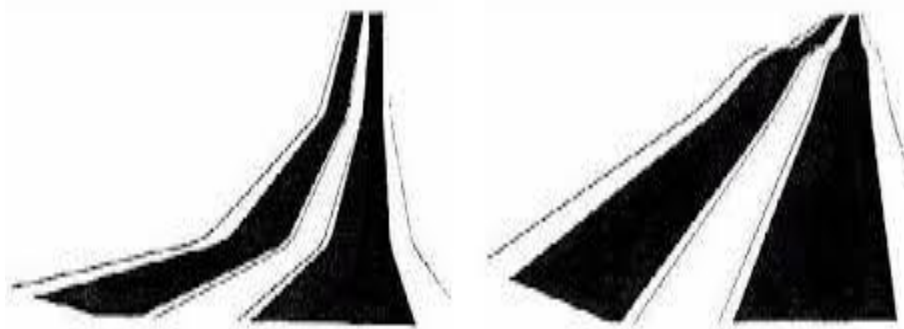
2.6 Επιρροή της χάραξης στο χώρο στην ορατότητα της οδού

Το περίγραμμα της οδήγησης που αντιλαμβάνεται ο οδηγός αποτελείται από το διάδρομο κυκλοφορίας, τα πρανή και τον περιβάλλοντα χώρο που δεν ανήκει στην κατασκευή της οδού (φυσικό ή οικιστικό περιβάλλον). Η γεωμετρία του διαδρόμου κυκλοφορίας προσδιορίζεται με χωριστό σχεδιασμό σε οριζοντιογραφία μηκοτομή και διατομή. Λόγω αυτής της ξεχωριστής επεξεργασίας το τρισδιάστατο αποτέλεσμα δεν μπορεί να υπολογιστεί πάντα με ευκολία. Ως εκ τούτου, για την εκτίμηση των χωρικών επενεργειών, ορίζονται στοιχεία χώρου, τα οποία προκύπτουν από το συνδυασμό ενός στοιχείου της οριζοντιογραφίας και ενός της μηκοτομής.

Κατά κανόνα στους αυτοκινητοδρόμους τα οπτικά προβλήματα οφείλονται σε εσφαλμένο συσχετισμό οριζοντιογραφίας και μηκοτομής και μπορούν να βελτιωθούν αν για τα ακόλουθα στοιχεία επιλεγούν τιμές μεγαλύτερες από τις ελάχιστες:

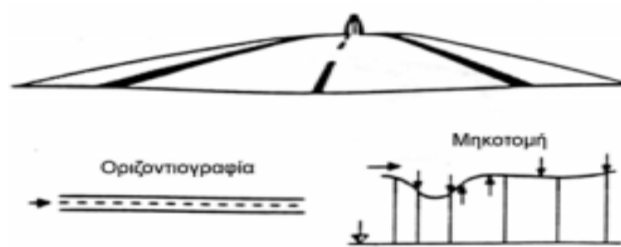
- Ακτίνα κυκλικού τόξου
- Μήκος κυκλικών τόξων
- Ακτίνα κυρτωμάτων και κοιλωμάτων
- Εφαπτόμενες των συναρμογών κοιλωμάτων και κυρτωμάτων

Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται ενδεικτικά κάποια προβλήματα ορατότητας.



Σχήμα 2.11: “Τεθλασμένο κατάστρωμα οδού” [16]

- Η ύπαρξη ενός ευθύγραμμου τμήματος μεταξύ δύο διαδοχικών κυρτωμάτων μπορεί να δημιουργήσει την εντύπωση κοιλώματος. Αντίστοιχα η ύπαρξη ενός ευθύγραμμου τμήματος μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλωμάτων μπορεί να δημιουργήσει την εντύπωση κυρτώματος. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται τεθλασμένο κατάστρωμα οδού.



Σχήμα 2.12: Βύθισμα στην ευθυγραμμία [14]

- Δεν πρέπει να χάνονται από το οπτικό πεδίο του οδηγού τμήματα της οδού. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν η χάραξη ακολουθεί έντονη προσαρμογή στο έδαφος και έχουμε ευθυγραμμίες στην οριζοντιογραφία. Επίσης λόγω της περιορισμένης ορατότητας δεν μπορεί να αντιληφθεί αν υπάρχουν οχήματα στην αντίθετα κινούμενη κατεύθυνση.

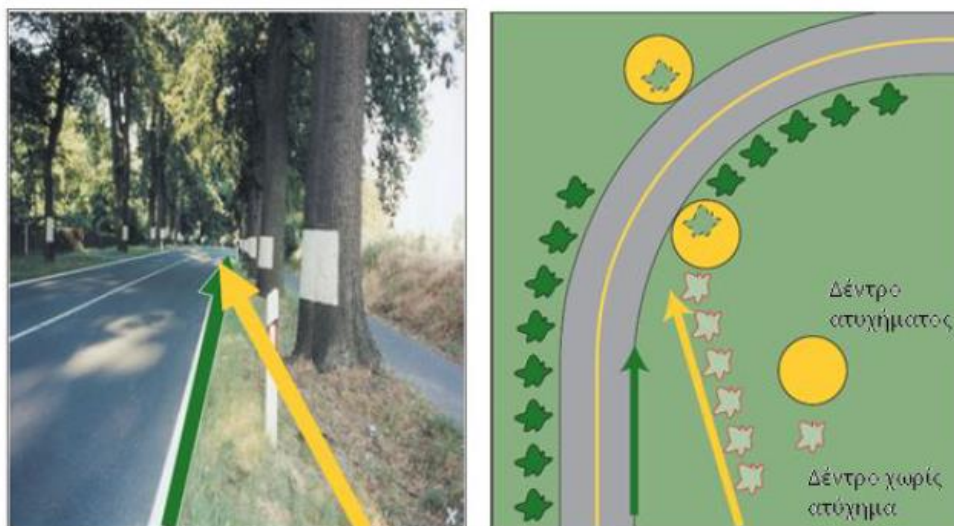
2.7 Παράμετροι που επηρεάζουν την αντίληψη της ορατότητας

2.7.1 Αντίληψη της ορατότητας με βάση τη διαμόρφωση της οδού και του περιβάλλοντα χώρου

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος μπορεί κάθε φορά να επεξεργαστεί μόνο ένα μικρό αριθμό πληροφοριών που λαμβάνει από μία οδό και με βάση τις πληροφορίες αυτές παίρνει αποφάσεις στον τρόπο που θα ενεργήσει. Επομένως το πώς αντιλαμβάνεται μία οδό ένας χρήστης εξαρτάται από τη διαμόρφωση της οδού και του περιβάλλοντα χώρου.

Γραμμές καθοδήγησης

Η διαμόρφωση των γραμμών καθοδήγησης μίας οδού αν δεν γίνει σωστά μπορεί να παραπλανήσει ένα οδηγό ως προς το μέγεθος ενός αντικειμένου, όπως για παράδειγμα του πλάτους της οδού. Επίσης μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις αποστάσεων. Στο Σχήμα η γραμμή της δεντροστοιχίας έχει ως αποτέλεσμα ο οδηγός να αντιλαμβάνεται την απόσταση μέχρι την αρχή της οριζοντιογραφικής καμπύλης ως μεγαλύτερη από ότι είναι στην πραγματικότητα.

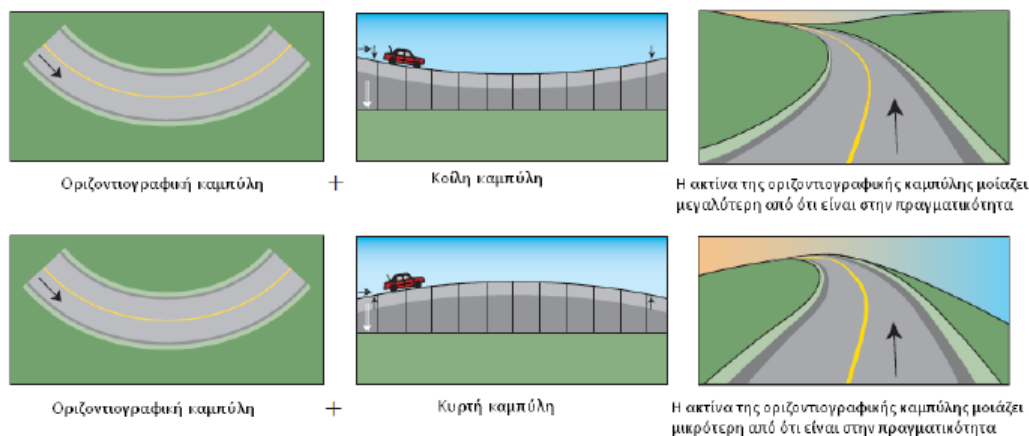


Πηγή : Birth

Σχήμα 2.13: Γραμμή καθοδήγησης από δεντροστοιχία [10]

Συνδυασμός καμπύλης στην οριζοντιογραφία και στη μηκτομή

Ο συνδυασμός οριζοντιογραφικής καμπύλης με κοίλη καμπύλη δίνει την εντύπωση ότι η οριζοντιογραφική καμπύλη έχει μεγαλύτερη ακτίνα απ' ότι στην πραγματικότητα. Αντίθετα ο συνδυασμός οριζοντιογραφικής καμπύλης με κυρτή καμπύλη δίνει την εντύπωση ότι η οριζοντιογραφική καμπύλη έχει μικρότερη ακτίνα απ' ότι στην πραγματικότητα(βλ. Σχήμα).



Σχήμα 2.14: Συνδυασμός καμπύλης στην οριζοντιογραφία και στη μηκτομή [10]

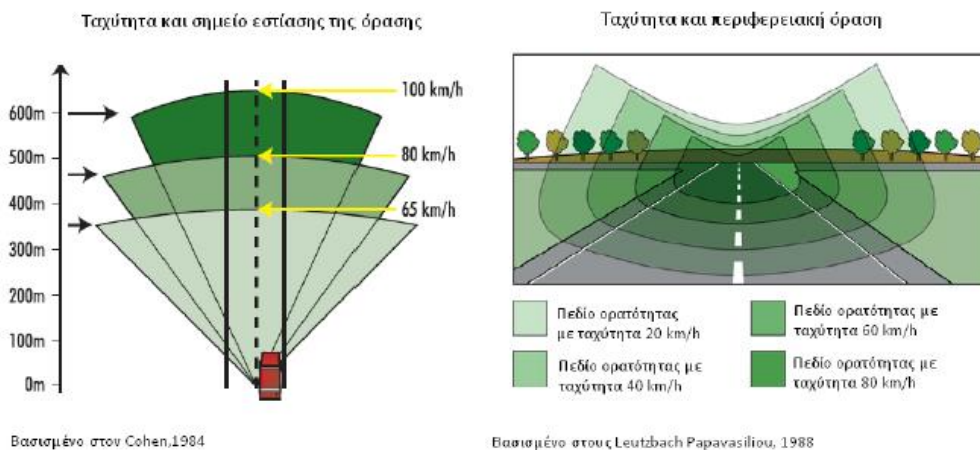
Αντίθεση χρωμάτων

Ακόμη ένα στοιχείο που είναι απαραίτητο για τη σωστή αντίληψη της ορατότητας είναι η ύπαρξη αντιθέσεως στα χρώματα του περιβάλλοντος χώρου της οδού. Μεγάλη αντίθεση χρωμάτων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου αντίδρασης.

2.7.2 Επιρροή σωματικών ερεθισμάτων στην αντίληψη της ορατότητας

Σημείο εστίασης όρασης-Περιφερειακή όραση

Το σημείο εστίασης της όρασης σχετίζεται με την ταχύτητα με την οποία κινείται ένα όχημα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα ενός οχήματος τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του σημείου εστίασης της όρασης και τόσο μικρότερη η γωνία της περιφερειακής όρασης του οδηγού. Η γωνία όρασης παίρνει τιμές από 15 έως 20 μοίρες ως προς τον οριζόντιο άξονα και από 20 μέχρι 60 μοίρες ως προς τον κατακόρυφο(Σχήμα). Όταν η ταχύτητα μελέτης έχει μικρή τιμή τότε πρέπει να αποτρέπεται από το σχεδιασμό της οδού το μήκος του σημείου εστίασης της όρασης να είναι μεγάλο.



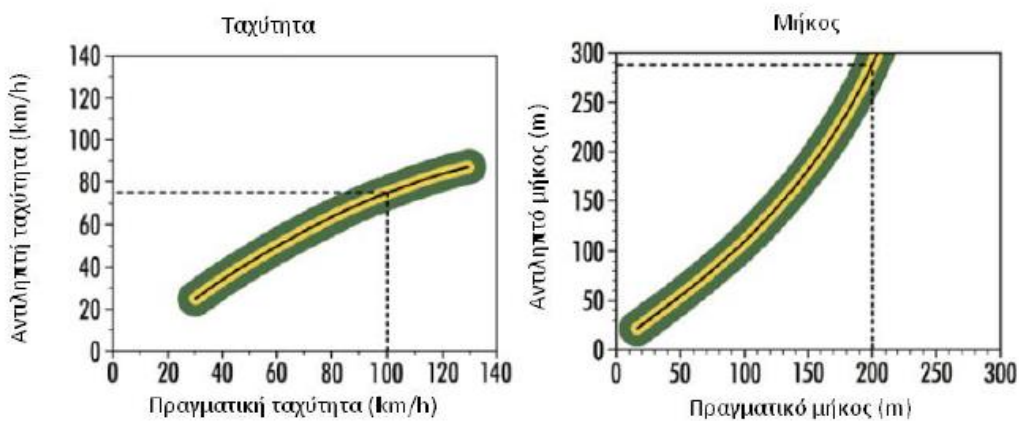
Σχήμα 2.15: Σχέση ταχύτητας-σημείου εστίασης όρασης-γωνία όρασης [10]

Πίνακας 2.9: Σχέση ταχύτητας-σημείου εστίασης όρασης-γωνία όρασης

Ταχύτητα	Γωνία όρασης(μοίρες)	Σημείο εστίασης οδηγού(m)
65km/h	20	350
80km/h	18	470
100km/h	15	600

Εκτίμηση ταχύτητας και απόστασης

Ένας οδηγός είναι πολύ δύσκολο να εκτιμήσει την ταχύτητα με την οποία κινείται και την απόστασή του από τα εμπόδια της οδού. Η σχέση μεταξύ πραγματικού και αντιληπτού μήκους και πραγματικής και αντιληπτής ταχύτητας δίνεται στο Σχήμα.



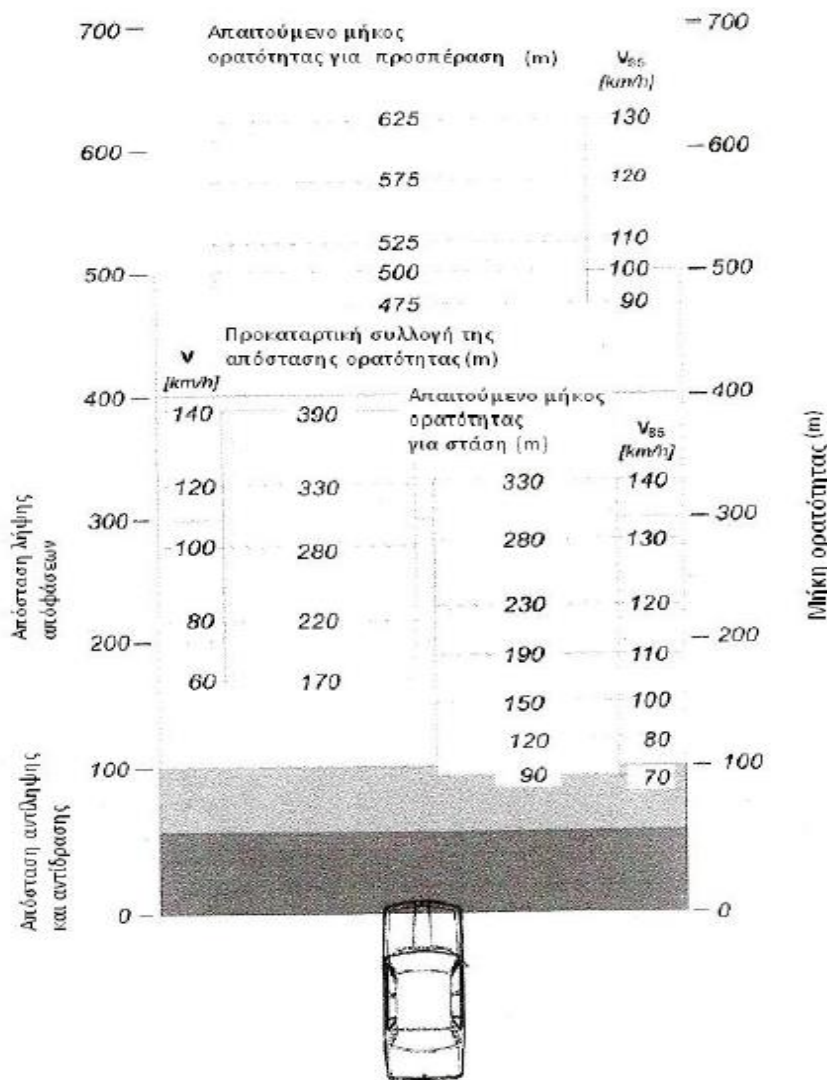
Σχήμα 2.16: Σχέση πραγματικού και αντιληπτού μήκους και ταχύτητας [10]

2.7.3 Ψυχολογική απόσταση ορατότητας

Ο Hiersche είχε εισάγει τον όρο ψυχολογική απόσταση ορατότητας και αναφέρεται στην κατανόηση του βάθους της οδού που ένας χρήστης αντιλαμβάνεται.

Ο Lorenz είχε εισάγει τον όρο προκαταρκτική συλλογή της απόστασης ορατότητας, δηλαδή ο οδηγός να μπορεί να αντιδράσει επιτυχώς σε οτιδήποτε χωρίς επικίνδυνους ελιγμούς. Η απόσταση αυτή ισούται με εκείνη που θα διανύσει ο οδηγός τα επόμενα 10sec.

Για πρακτικούς λόγους οι ψυχοσωματικοί παράγοντες που επηρεάζουν το μήκος ορατότητας αντικαθιστούνται από ποσότητες που επηρεάζουν την ταχύτητα μελέτης όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 2.17: Σχέση περιβάλλοντος χώρου-Αποστάσεων ορατότητας [8]

2.8 Εναλλακτικά μοντέλα υπολογισμού του μήκους ορατότητας για προσπέραση

Για την μέτρηση του μήκους ορατότητας για προσπέραση έχουν αναπτυχθεί μοντέλα κατά καιρούς από πολλούς επιστήμονες όπως οι Harwood, Glennon και Hassan που εφαρμόζονται στις 2-διαστάσεις, δηλαδή εξετάζουν ξεχωριστά την οριζόντια και την κατακόρυφη χάραξη(καμπύλες οριζοντιογραφίας, καμπύλες μηκοτομής). Δε διαφέρουν πολύ από τους κανονισμούς και άλλοτε τους προσεγγίζουν αρκετά με διαφορά απλώς στην ονομασία των μεταβλητών. Αυτός ο τρόπος υπολογισμού έχει ως αποτέλεσμα μερικές φορές να αποδίδονται μικρότερες ή μεγαλύτερες τιμές στο μήκος ορατότητας από την πραγματική του. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι δε λαμβάνεται υπόψη πως επηρεάζουν σε συνδυασμό η κατακόρυφη και η οριζόντια χάραξη το μήκος ορατότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται με χρονολογική σειρά κάποια μοντέλα επιστημόνων που προσπάθησαν να αποδώσουν το μήκος ορατότητας για προσπέραση με μαθηματικούς τύπους.

2.8.1 Van Valkenburg and Michael (1971)

Οι Van Valkenburg και Michael (12) (1971) υπολόγισαν το μήκος ορατότητας προσπέρασης – ΜΟΠ- ως άθροισμα τριών αποστάσεων. Δεν ανέπτυξαν σαφή μαθηματικά μοντέλα γι αυτές τις αποστάσεις, αντιθέτως τις ποσοτικοποίησαν βασισμένοι σε μετρήσεις πεδίου. Η διατύπωση του μοντέλου του ΜΟΠ ως άθροισμα τριών αποστάσεων βασίστηκε στη θεωρία ενός σημείου χωρίς επιστροφή (point of no return) στην προσπέραση· αυτό το σημείο αναφέρεται από άλλους και ως το κρίσιμο σημείο (critical point) ή κρίσιμη θέση (critical position). Οι συγγραφείς δεν συμπεριέλαβαν στο μοντέλο τους την απαιτούμενη απόσταση για το επιταχυνόμενο όχημα να επιταχύνει και να φτάσει στο «σημείου χωρίς επιστροφή», διότι κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης της προσπέρασης, το επιταχυνόμενο όχημα, μπορεί να σταματήσει την προσπέραση και να γυρίσει στη λωρίδα του χωρίς επιπτώσεις.

Το μοντέλο των Van Valkenburg και Michael, προοριζόταν να χρησιμοποιηθεί για την σήμανση των επιτρεπόμενων και μη ζωνών προσπέρασης. Ήταν αναμενόμενο ότι οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης (ΜΟΠ) που καθορίζονται με το μοντέλο αυτό, προορίζονται να είναι διαθέσιμες σε όλη τη ζώνη προσπέρασης. Οι συγγραφείς αναγνώρισαν ότι το μοντέλο τους σχετίζεται αυστηρά με την περίπτωση ζώνης προσπέρασης αυξημένου μήκους όπου όταν η προσπέραση ξεκινά σε περιοχή που αυτή επιτρέπεται μπορεί να ολοκληρωθεί με ασφάλεια σε ζώνη που δεν προβλέπεται για προσπέραση, και συνέστησαν ότι οι περιοχές προσπέρασης αυξημένου μήκους να χρησιμοποιούνται στην επιβολή απαγόρευσης προσπέρασης με κατάλληλη σήμανση.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε για το ελάχιστο απαραίτητο ΜΟΠ βασίστηκε στο άθροισμα τριών αποστάσεων:

$$PSD=d_6+d_7+d_3 \quad (1)$$

Όπου :

d_6 = η απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα από τη critical position έως ότου να φτάσει στη λωρίδα κυκλοφορίας του.

d_7 = η απόσταση που διανύθηκε από το διερχόμενο όχημα από τη στιγμή που το επιταχυνόμενο όχημα βρίσκεται στη critical position έως ότου να φτάσει στη λωρίδα κυκλοφορίας του.

d_3 = η ελάχιστη απόσταση ασφαλείας μεταξύ του επιταχυνόμενου οχήματος και του οχήματος του διερχόμενου οχήματος ώστε στο τέλος της προσπέρασης να αποφύγουν τη σύγκρουση.

Οι συγγραφείς όρισαν το the point of no return ως το σημείο όπου ο πίσω προφυλακτήρας του βραδυπορούντος οχήματος είναι παραπλεύρως του κέντρου του επιταχυνόμενου οχήματος. Θεωρείται ότι αν το επιταχυνόμενο όχημα ήταν σε αυτό ή πέρα από αυτό το σημείο , ο οδηγός θα αποφασίσει –σε γενικό πλαίσιο – ότι είναι ασφαλέστερο να ολοκληρωθεί η προσπέραση από το να την εγκαταλείψει. Παραδοχές στην ταχύτητα έχουν ληφθεί με την έννοια ότι το διερχόμενο όχημα θα ταξιδεύει σε μια καθορισμένη ταχύτητα και το όχημα που παρεμποδίζει θα ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα , οπότε η διαφορά ταχύτητας μεταξύ βραδυπορούντος και επιταχυνόμενου οχήματος είναι μια σταθερή ταχύτητα των 16km/h (10mph) και το διάκενο μεταξύ επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος είναι 6m (20ft). Για αυτό το μοντέλο, το επιταχυνόμενο όχημα θα πραγματοποιεί μια καθυστερημένη προσπέραση όπου το επιταχυνόμενο όχημα θα απαιτηθεί να αποκτήσει μια σταθερή επιτάχυνση ώστε να περάσει το βραδυπορούν όχημα, έχοντας ξεκινήσει με ταχύτητα ισοδύναμη με αυτό.

Οι αποστάσεις d_6 και d_7 ορίστηκαν με βάση μετρήσεις πεδίου και δεν αναπτύχθηκαν ποτέ ως λειτουργία παραμέτρων σε μορφή μοντέλου. Οι αποστάσεις και οι ταχύτητες προσπέρασης καθορίστηκαν στο πεδίο για τέσσερις τύπους προσπέρασης :

1. Εκούσια επιταχυνόμενη επιστροφή

2. Εκούσια εσπευσμένη επιστροφή
3. Αναγκαστική επιταχυνόμενη επιστροφή
4. Αναγκαστική εσπευσμένη επιστροφή

Οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης που συστάθηκαν από τους Van Valkenburg και Michael παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.10.

Πίνακας 2.10: Μήκη ορατότητας για προσπέραση σύμφωνα με τους Van Valkenburg και Michael(12)

Average off-peak speed (mph)	Minimum passing sight distance (ft)
30	750
35	900
40	1,050
45	1,200
50	1,300
55	1,450
60	1,600
65	1,750
70	1,900

2.8.2 Weaver and Glennon (1972)

Οι Weaver και Glennon (11) (1972) ανέπτυξαν ένα μοντέλο για το ΜΟΠ για δύο λωρίδες κυκλοφορίας σε υπεραστικούς αυτοκινητόδρομους σαν εναλλακτικό μοντέλο σε εκείνο του AASHTO το οποίο είναι η βάση για την τωρινή εφαρμογή του ΜΟΠ στην Αμερική. Αναγνώρισαν την ανάγκη για βελτίωση όπως αυτοί αντιλήφθηκαν ως ασθενή σχέση μεταξύ γεωμετρικών και λειτουργικών υποδείξεων

(πχ. οριζόντια σήμανση) Το μοντέλο που προτάθηκε από αυτούς διέφερε από εκείνο του AASHTO , στο ότι ήταν βασισμένο στην υπόθεση ότι ένα ελάχιστο ΜΟΠ πρέπει να διατηρείται σε όλη τη ζώνη προσπέρασης και ότι αυτό το ΜΟΠ πρέπει να είναι επαρκές ώστε όταν ένας οδηγός βρίσκεται στην κρίσιμη θέση να δύναται να ολοκληρώσει τη διαδικασία προσπέρασης.

Εκτίμηση του διαθέσιμου ΜΟΠ στην αρχή της ζώνης προσπέρασης:

$$PSD=d_1+2.33 \cdot d_2+d_3 \quad (2)$$

Απαιτούμενο ΜΟΠ στο τέλος της ζώνης προσπέρασης :

$$PSD = \frac{4}{3} \cdot d_2 + d_3 \quad (3)$$

$$d_1 = 1.47 \cdot t_1 \cdot (V_p - m + (a \cdot t_1)/2) \quad (4)$$

$$d_2 = 1.47 \cdot V_p \cdot t_2 \quad (5)$$

Όπου:

d_1 = απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα κατά τη διάρκεια αντίληψης- απόφασης και κατά τη διάρκεια της αρχικής επιτάχυνσης μέχρι το σημείο καταπάτησης της αριστερής λωρίδας

d_2 = απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα όσο αυτό βρίσκεται στην αριστερή λωρίδα

d_3 = απόσταση μεταξύ του επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος στο τέλος της προσπέρασης

t_1 = ο χρόνος που απαιτείται για την εκκίνηση της προσπέρασης

V_p = μέση ταχύτητα του επιταχυνόμενου οχήματος

m = η διαφορά ταχύτητας μεταξύ βραδυπορούντος και επιταχυνόμενου

οχήματος

a = ρυθμός επιτάχυνσης του επιταχυνόμενου οχήματος ώστε να αυξήσει την ταχύτητα του από V_i σε $V_i + m$

t_2 = ο χρόνος που το επιταχυνόμενο όχημα καταλαμβάνει την αριστερή λωρίδα

Όπως και στο μοντέλο του AASHTO, οι Weaver και Glennon θεώρησαν ότι η προσπέραση επιτυγχάνεται υπό καθυστερημένη εκκίνηση (της προσπέρασης) και μια εσπευσμένη επιστροφή εν όψει της αντίθετης κυκλοφορίας. Η critical position θεωρείται ως το σημείο στο οποίο το επιταχυνόμενο όχημα είναι παραπλεύρως του βραδυπορούντος οχήματος και οι απαιτούμενοι χρόνοι για την ολοκλήρωση ή την εγκατάλειψη της προσπέρασης είναι ίδιες. Η καθορισμένη ταχύτητα, η ταχύτητα του επιταχυνόμενου οχήματος και η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος θεωρούνται ότι είναι ίδιες. Οι συγγραφείς πρότειναν ότι η διαφορά ταχύτητας ανάμεσα στο διερχόμενο και βραδυπορούν όχημα θα πρέπει να ποικίλει από 13-19 km/h (8-12 mph) ως εφαρμογή των ταχυτήτων του βραδυπορούντος οχήματος αντί μια σταθερής τιμής των 16km/h (10mph). Η διαφορά ταχύτητας θεωρείται ότι μειώνεται, καθώς η ταχύτητα του βραδυπορούντος οχήματος αυξάνεται.

Οι τιμές του μήκους ορατότητας για προσπέραση σύμφωνα με το μοντέλο αυτό παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.11.

Πίνακας 2.11: Μήκη ορατότητας για προσπέραση κατά Weaver και Glennon(11)

Design speed (mph)	Minimum sight distance throughout zone (ft)
50	1,135
60	1,480
65	1,655
70	1,825
75	2,000
80	2,170

2.8.3 Harwood and Glennon (1976)

Οι Harwood και Glennon (5) (1976) πρότειναν ένα μοντέλο για το ΜΟΠ το οποίο ήταν ουσιαστικά παρόμοιο με εκείνο των Weaver και Glennon στην Εξίσωση

(3) εφόσον η απόσταση d_4 έχει οριστεί ως τα $2/3$ της απόστασης d_2 . Το μοντέλο των Harwood και Glennon, συνεπώς, είναι εξίσου βασισμένο στην υπόθεση ότι ο οδηγός του επιταχυνόμενου οχήματος μπορεί να εγκαταλείψει την προσπέραση οποιαδήποτε στιγμή μέχρι να φτάσει στην critical position.

$$PSD = \frac{2}{3} \cdot d_2 + d_3 + d_4 \quad (6)$$

Όπου:

d_4 = η απόσταση που διανύθηκε από το διερχόμενο όχημα για τα δύο τρίτα ($2/3$) του χρόνου που το επιταχυνόμενο όχημα καταλαμβάνει την αριστερή λωρίδα ($2/3 \cdot d_2$)

d_2 = απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα όσο αυτό βρίσκεται στην αριστερή λωρίδα

d_3 = απόσταση μεταξύ του επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος στο τέλος της προσπέρασης

Με εξαίρεση τη θεωρία ότι η απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα για να φτάσει την critical position να είναι το $1/3$ της απόστασης d_2 , οι

συγγραφείς υιοθέτησαν την ίδια προσέγγιση που διατυπώθηκε στο AASHTO του 1965 , δηλαδή:

- Το βραδυπορούν όχημα ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα
- Το επιταχυνόμενο όχημα μειώνει ταχύτητα και ακολουθεί το βραδυπορούμενο όχημα καθώς εισέρχεται στην περιοχή προσπέρασης
- Όταν φτάσει στην περιοχή προσπέρασης, ο οδηγός του επιταχυνόμενου οχήματος χρειάζεται μια μικρή χρονική στιγμή για να αντιληφθεί την ελεύθερη περιοχή για προσπέραση και να αποφασίσει να ξεκινήσει την προσπέραση
- Η προσπέραση επιτυγχάνεται, όπως θα μπορούσε να ειπωθεί, κάτω από μια καθυστερημένη εκκίνηση και μια εσπευσμένη επιστροφή , ενόψει της αντίθετης κυκλοφορίας. Το επιταχυνόμενο όχημα επιταχύνει κατά τη διάρκεια που καταλαμβάνει την αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας με μια σταθερή ταχύτητα , η οποία είναι μεγαλύτερη κατά 16km/h (10mph) από εκείνη του βραδυπορούντος οχήματος
- Όταν το επιταχυνόμενο όχημα επιστρέφει στη λωρίδα του, υπάρχει μια κατάλληλη απόσταση ασφαλείας μεταξύ αυτού και του διερχόμενου οχήματος της αντίθετης λωρίδας κυκλοφορίας

Οι τιμές του ΜΟΠ για αυτήν την περίπτωση δίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 2.12: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως προκύπτουν από το μοντέλο των Harwood και Glennon(5)

Design speed (mph)	Passing sight distance (ft)
30	628
35	769
40	918
45	1,074
50	1,238
55	1,408
60	1,586
65	1,772
70	1,964
75	2,164
80	2,371

2.8.4 Lieberman (1982)

Ο Lieberman (7) (1982) ανέπτυξε ένα μοντέλο, το οποίο ενσωμάτωσε τις παραμέτρους που σχετίζονται με το μέγεθος του οχήματος και τις δυνατότητες απόδοσης ,τα οποία έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο απαιτούμενο ΜΟΠ .Αυτό είχε

ως αποτέλεσμα πιο πολύπλοκα μοντέλα από τις προηγούμενες μελέτες. Όπως και στα μοντέλα των Van Valkenburg & Michael, Weaver & Glennon, Harwood & Glennon ο Lieberman θεωρεί ότι η ορατή απόσταση θα έπρεπε να βασίζεται σε μια critical position. Ο Lieberman ισχυρίζεται ότι η critical position εμφανίζεται στο σημείο όπου η απόσταση από ένα διερχόμενο όχημα, για την εγκατάλειψη ή την ολοκλήρωση της προσπέρασης είναι ίση. Αυτό είναι ουσιαστικά ισοδύναμο με τον ισχυρισμό των Harwood & Glennon ότι η critical position εμφανίζεται όπου η απαιτούμενη απόσταση για την εγκατάλειψη ή ολοκλήρωση της προσπέρασης είναι ίση. Ωστόσο, ο Lieberman ισχυρίζεται επίσης ότι το ΜΟΠ θα πρέπει να περιλαμβάνει την απαιτούμενη απόσταση για το επιταχυνόμενο όχημα να φτάσει στην critical position καθώς επίσης και την απαιτούμενη ορατή απόσταση για να ολοκληρώσει την προσπέραση από την critical position.

Ορίζεται λοιπόν:

$$\text{ΜΟΠ} = d_5 + \text{PSD}_c \quad (7)$$

$$d_5 = G1^N + 1.47 \cdot V_i \cdot t_5 + \Delta c \quad (8)$$

$$t_6 = 0.68 \cdot \frac{G_i + \Delta i}{m} + \frac{1.47 \cdot m}{2 \cdot a} \quad (9)$$

$$\Delta c = G1 - 1.47 \cdot m \cdot t_6 \quad (10)$$

$$a = a_{\max} \cdot \left[1 - \frac{V_i + \frac{m}{2}}{V_{\max}} \right] \quad (11)$$

Όπου:

d_5 = η απόσταση που διανύθηκε από το επιταχυνόμενο όχημα από την αρχή της προσπέρασης έως την critical position

PSD_c = η απαιτούμενη ορατή απόσταση για να ολοκληρωθεί ή να εγκαταλειφθεί η προσπέραση όταν το επιταχυνόμενο όχημα είναι στην critical position

$G1^N$ = η απόσταση διαδοχής μεταξύ επιταχυνόμενου και βραδυπορούντος οχήματος στην αρχή της προσπέρασης

$G1$ = η διαδοχική απόσταση μεταξύ βραδυπορούντος και επιταχυνόμενου οχήματος, τη στιγμή που το επιταχυνόμενο όχημα επιστρέφει στη λωρίδα κυκλοφορίας του (δεξιά λωρίδα)

V_i = η ταχύτητα του βραδυπορούντος οχήματος

$t_5 = 0$ χρόνος από την αρχή της προσπέρασης μέχρι να φτάσει το επιταχυνόμενο όχημα στην critical position

$t_6 = 0$ απαιτούμενος χρόνος για το επιταχυνόμενο όχημα να επιστρέψει στη λωρίδα κυκλοφορίας του από την critical position για μια ολοκληρωμένη προσπέραση

Δc = σχετική θέση των μπροστινών προφυλακτών του επιταχυνόμενου και βραδυπορούν οχήματος στην critical position (αρνητικό Δc σημαίνει ότι το επιταχυνόμενο όχημα είναι πίσω από το βραδυπορούν, θετικό Δc σημαίνει ότι το επιταχυνόμενο όχημα είναι μπροστά από το βραδυπορούν)

A_{max} = μέγιστη επιτάχυνση του (επιταχυνόμενου) οχήματος που επιτυγχάνεται σε μηδενική ταχύτητα

V_{max} = μέγιστη ταχύτητα οχήματος που επιτυγχάνεται όταν η ικανότητα επιτάχυνσης του οχήματος πέφτει στο μηδέν

Το μοντέλο αυτό θεωρεί ότι το βραδυπορούν όχημα και το διερχόμενο όχημα ταξιδεύουν με σταθερές ταχύτητες και ότι η ταχύτητα του βραδυπορούν οχήματος είναι η ταχύτητα που έχει καθοριστεί ως βάση για τον καθορισμό του μήκους ορατότητας προσπέρασης (ΜΟΠ). Η διαφορά ταχύτητας μεταξύ του επιταχυνόμενου και του βραδυπορούντος οχήματος θεωρείται 16km/h (10mph) για όλες τις ταχύτητες. Πέραν αυτών των τιμών, ο συγγραφέας δεν δηλώνει σαφώς πολλές από τις υποθέσεις οι οποίες θα έπρεπε να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα σε αυτό το μοντέλο. Αυτό ήταν εξαιτίας, εν μέρει, της πρόθεσης του συγγραφέα να αναπτύξει πολλές αντιπροσωπευτικές καμπύλες του μήκους ορατότητας προσπέρασης (ΜΟΠ), βασισμένες σε συγκεκριμένους τύπους επιταχυνόμενων και βραδυπορούντων οχημάτων. Για να κάνει αυτό το μοντέλο συγκρίσιμο με τα άλλα μοντέλα, η ερευνητική ομάδα χρησιμοποίησε επιβατικά οχήματα ως επιταχυνόμενα και βραδυπορούν οχήματα. Κατά την πορεία υπολογισμού του ΜΟΠ χρησιμοποιώντας το μοντέλο του Lieberman, η ερευνητική ομάδα απαιτήθηκε να κάνει κάποιες υποθέσεις βασισμένες επάνω σε ότι θεωρούνταν ότι είναι η πρόθεση του συγγραφέα, λόγω της

έλλειψης πληροφοριών που παρέχονταν στην εργασία του. Για παράδειγμα, το Δc θεωρήθηκε να έχει μια γραμμική σχέση με την ταχύτητα του οχήματος, ώστε να καθοριστεί η τιμή για μια ποικιλία ταχυτήτων.

Οι καθορισμένες τιμές του ΜΟΠ με τα μοντέλα που φαίνονται στις εξισώσεις (7)-(11), παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.13.

Πίνακας 2.13: Καθορισμένες τιμές του ΜΟΠ όπως αυτές προσδιορίστηκαν από τον Lieberman(7)

Speed (mph)	Passing sight distance (ft)
30	860
35	1,084
40	1,320
45	1,568
50	1,828
55	2,099
60	2,383

2.8.5 Glennon (1988)

Ένα νέο μοντέλο ΜΟΠ από τον Glennon (4) (1988) αναπτύχθηκε μέσα από έρευνα για να υπογραμμίσει αυτό που ο συγγραφέας θεώρησε ασάφειες στα προηγούμενα μοντέλα. Όπως και στα προηγούμενα μοντέλα το μοντέλο του Glennon βασίζεται στη θεωρία μιας critical position στην προσπέραση. Σε αντίθεση με προηγούμενα μοντέλα, το μοντέλο του χρησιμοποίησε τις σωστές κινηματικές σχέσεις για να εφαρμόσει την υπόθεση ότι η critical position εμφανίζεται στο σημείο όπου η απαιτούμενη απόσταση ορατότητας για να ολοκληρωθεί ή να εγκαταλειφθεί η προσπέραση είναι ίδια.

$$\text{ΜΟΠ} = 2 \cdot V_d \cdot \left(2.93 + \frac{L_p - \Delta c}{m} \right) \quad (12)$$

$$\Delta c = L_p + 1.47 \cdot m \cdot \left\{ \frac{2.93 \cdot m + L_i + L_p}{1.47 \cdot (2 \cdot V_d - m)} - \left[\frac{5.87 \cdot V_d \cdot (2.93 \cdot m + L_p + L_i)}{1.47 \cdot d \cdot (2 \cdot V_d - m)} \right]^{\frac{1}{2}} \right\} \quad (13)$$

Όπου:

V_D = σταθερή ταχύτητα

L_p = το μήκος του επιταχυνόμενου οχήματος

L_i = το μήκος του βραδυπορούν οχήματος

Δc = η σχετική θέση των μπροστινών προφυλακτών του επιταχυνόμενου οχήματος και του βραδυπορούντος οχήματος στην critical position

Ο Glennon έκανε τις παρακάτω υποθέσεις στην εφαρμογή του μοντέλου του :

- Το μέσο μήκος ενός επιβατικού οχήματος είναι 4,9m(16ft)
- Ένας λογικός ρυθμός επιβράδυνσης στην εγκατάλειψη της προσπέρασης είναι ίσος με $2,4m/s^2$ ($8ft/s^2$)
- Η διαφορά ταχύτητας μεταξύ του επιταχυνόμενου και του βραδυπορούντος οχήματος θα ποικίλει από 13 έως 19 km/h (8 έως 12mph) βασισμένη στη σταθερή ταχύτητα, με μικρότερη διαφορά ταχύτητας στις υψηλότερες ταχύτητες
- Απαιτείται η μέγιστη απόσταση ορατότητας κατά τη διάρκεια μιας προσπέρασης στην critical position, όταν οι αποστάσεις ορατότητας που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί ή να εγκαταλειφθεί η προσπέραση είναι ίσες
- Οι ταχύτητες του βραδυπορούντος και διερχόμενου οχήματος είναι ίδιες και αντιπροσωπεύουν τη σταθερή ταχύτητα του αυτοκινητόδρομου
- Το επιταχυνόμενο όχημα έχει επαρκή ικανότητα επιτάχυνσης ώστε να φτάσει την καθορισμένη διαφορά ταχύτητας σε σχέση με το βραδυπορούν όχημα μέχρι τη στιγμή που θα φτάσει την critical position
- Ο χρόνος αντίληψης-αντίδρασης του οδηγού πριν ξεκινήσει την προσπέραση είναι 1 sec
- Για μια ολοκληρωμένη προσπέραση , η απόσταση διαδοχής μεταξύ του επιταχυνόμενου και βραδυπορούντος οχήματος στην ολοκλήρωση του ελιγμού είναι 1sec.
- Για μια προσπέραση που εγκαταλείφθηκε , η απόσταση διαδοχής μεταξύ του επιταχυνόμενου και του βραδυπορούντος οχήματος στην ολοκλήρωση του ελιγμού είναι 1sec.
- Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος τη στιγμή που το επιταχυνόμενο όχημα επιστρέφει στη λωρίδα του είναι 1sec.

Οι καθορισμένες τιμές του ΜΟΠ με τις Εξισώσεις 12 & 13 παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.14.

Πίνακας 2.14: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως προσδιορίζονται από το μοντέλο του Glennon(4)

Design speed (mph)	PSD based on vehicle being passed (ft)			
	Passenger vehicle	55-ft truck	65-ft truck	110-ft truck
40	670	760	780	850
50	830	960	980	1,080
60	990	1,150	1,180	1,320
70	1,140	1,320	1,380	1,550

2.8.6 Hassan et al (1996)

Το αναθεωρημένο μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Hassan κ.α. (6) αναζήτησε να βελτιώσει όποια ήταν αντιληπτά να είναι ανεπαρκή μοντέλα που χρησιμοποιούνταν για να απεικονίσουν την κινηματική σχέση μεταξύ του επιταχυνόμενου, βραδυπορούντος και διερχόμενου οχήματος εξαιτίας είτε πολύ φιλελεύθερων είτε πολύ συντηρητικών υποθέσεων. Οι συγγραφείς αναζήτησαν να βρουν μια ισορροπία μεταξύ των αποδειγμένων αρχών προσπέρασης και τις γνωστές αντιδράσεις του οδηγού ώστε να υπολογίζεται η τοποθεσία της critical position της προσπέρασης με ακρίβεια. Σε τελική ανάλυση οι συγγραφείς αποφάσισαν ότι υπήρχε ανάγκη για δύο μοντέλα ώστε να υπολογιστούν ιδανικά οι τιμές των ΜΟΠ βασισμένες στη τοποθεσία του μπροστινού προφυλακτήρα του επιταχυνόμενου οχήματος με εκτίμηση τον μπροστινό προφυλακτήρα του βραδυπορούντος οχήματος. Το αναθεωρημένο αυτό μοντέλο παρέχει ένα όριο ασφαλείας για την προσπέραση το οποίο αυξάνεται καθώς αυξάνεται η καθορισμένη ταχύτητα. Μετά την ολοκλήρωση του μοντέλου τους, οι συγγραφείς το επικύρωσαν χρησιμοποιώντας δύο set μετρήσεων πεδίου από την έρευνα των Van Valkenburg & Michael.

Το βασικό μοντέλο του ΜΟΠ που συστήθηκε από τους Hassan κ.α. είναι μια ποικιλία από το μοντέλο του Glennon και παρουσιάζεται στις παρακάτω εξισώσεις :

$$PSD_c = 2.93 \cdot V_d \cdot (2 \cdot t_6 + h) \quad (14)$$

$$t_6 = p_a + t_a - \frac{d_a \cdot t_a}{5.88 \cdot V_d} \cdot (t_a + 2 \cdot h) \quad (15)$$

$$t_a = -h + \sqrt{\frac{5.88 \cdot V_d \cdot [Lp + Li + 1.4 \cdot h \cdot (2 \cdot V_d - m)] + h^2}{1.47 \cdot d_a \cdot (2 \cdot V_d - m)}} \quad (16)$$

Όπου:

t_6 = ο απαιτούμενος χρόνος για το επιταχυνόμενο όχημα να επιστρέψει στη λωρίδα του από την critical position για μια ολοκληρωμένη προσπέραση (σε sec)

h = ελάχιστος χρόνος μεταξύ του επιταχυνόμενου και βραδυπορούντος οχήματος στο τέλος μιας ολοκληρωμένης ή εγκαταλελειμμένης προσπέρασης και ελάχιστος χρόνος μεταξύ του επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος στο τέλος μιας ολοκληρωμένης ή εγκαταλελειμμένης προσπέρασης (σε sec)

P_a =απαιτούμενος χρόνος αντίληψης-αντίδρασης για τον οδηγό του επιταχυνόμενου οχήματος να αποφασίσει να εγκαταλείψει έναν ελιγμό προσπέραση (σε sec)

d_a = ρυθμός επιβράδυνσης που χρησιμοποιείται από το επιταχυνόμενο όχημα 2 στην εγκατάλειψη της προσπέρασης (ft/sec²)

t_a =απαιτούμενος χρόνος για να εγκαταλειφθεί μια προσπέραση από την critical position(μετά από τον χρόνο αντίληψης-αντίδρασης) (σε sec)

Η εξίσωση 14 έχει δυνατότητα εφαρμογής σε οποιαδήποτε κατάσταση προσπέρασης και αναπαριστά την απαιτούμενη ορατή απόσταση ώστε είτε να ολοκληρώσει είτε να εγκαταλείψει την προσπέραση ένα επιταχυνόμενο όχημα στην critical position.

Οι Hassan κ.α. ανέπτυξαν ένα μοντέλο για την τοποθεσία της critical position το οποίο είναι θεματικά συναφές με το μοντέλο του Glennon που παρουσιάζεται στην εξίσωση 18. Το μοντέλο των Hassan κ.α. για την τοποθεσία της critical position είναι:

$$\Delta c = L_p + 1.47 \cdot (V_d - m) \cdot h - 1.47 \cdot m \cdot t_6 \quad (17)$$

Όπου:

Δc = συγγενική θέση των μπροστινών προφυλακτήρων του επιταχυνόμενου και βραδυπορούντος οχήματος στην critical position (αρνητικό Δc σημαίνει ότι το επιταχυνόμενο όχημα είναι πίσω από το βραδυπορούν όχημα, θετικό Δc σημαίνει ότι το επιταχυνόμενο όχημα είναι μπροστά από το βραδυπορούμενο) (ft)

Με την εξίσωση 17, οι Hassan κ.α. βρήκαν ότι η τοποθεσία της critical position ποικίλει και ότι σε κάποιες περιπτώσεις η critical position μπορεί να εμφανιστεί όταν ο μπροστινός προφυλακτήρας του επιταχυνόμενου οχήματος είναι μπροστά από τον μπροστινό προφυλακτήρα του βραδυπορούντος οχήματος ($\Delta c > 0$).

Οι Hassan κ.α. συμπεριέλαβαν ότι ο οδηγός του επιταχυνόμενου οχήματος θα ήταν απίθανο να εγκαταλείψει την προσπέραση όταν ο μπροστινός προφυλακτήρας του επιταχυνόμενου οχήματος ήταν μπροστά από τον μπροστινό προφυλακτήρα του βραδυπορούντος οχήματος, ακόμα και αν η εγκατάλειψη της προσπέρασης απαιτεί λιγότερη ορατή απόσταση από της ολοκλήρωσης της. Έτσι, οι Hassan κ.α. πρότειναν ότι επιπλέον ορατή απόσταση πρέπει να παρέχεται έτσι ώστε κάθε προσπέραση να μπορεί να ολοκληρωθεί από τη θέση όπου ο μπροστινός προφυλακτήρας του επιταχυνόμενου οχήματος και του βραδυπορούντος οχήματος είναι παραπλεύρως.

Η ορατή απόσταση που πρέπει να παραχωρηθεί για αυτή τη προσπέραση είναι:

$$PSD_c = 2.93 \cdot V_d \cdot (t_6^* + h) \quad (18)$$

$$t_6^* = \frac{1.47 \cdot (V_d - m) \cdot h + L_p}{1.47 \cdot m} \quad (19)$$

Όπου:

t_6^* = ο απαιτούμενος χρόνος για να ολοκληρωθεί η προσπέραση από τη θέση όπου ο μπροστινός προφυλακτήρας του επιταχυνόμενου και βραδυπορούντος οχήματος είναι παραπλεύρως (σε sec)

Το μοντέλο των Hassan κ.α. εφαρμόστηκε ως ακολούθως:

- Χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση 14 όταν το $\Delta c \leq 0$ και
- Χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση 18 όταν το $\Delta c \geq 0$

Οι Hassan κ.α. υπέθεσαν πολλές από τις κοινές τιμές που βρίσκονται σε προηγούμενα μοντέλα:

- Το βραδυπορούν όχημα ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα $V_d - m$ κατά τη διάρκεια όλης της προσπέρασης
- Το διερχόμενο όχημα ταξιδεύει με σταθερή ταχύτητα V_d κατά τη διάρκεια όλης της προσπέρασης
- Στην έναρξη της προσπέρασης, το επιταχυνόμενο όχημα ακολουθεί το βραδυπορούν όχημα και ταξιδεύει με ταχύτητα $V_d - m$
- Τότε, το επιταχυνόμενο όχημα επιταχύνει με σταθερό ρυθμό, a , ως τη ταχύτητα, V_d , ενώ παράλληλα αλλάζει λωρίδα κυκλοφορίας. Η απαιτούμενη ορατή απόσταση σε αυτό το στάδιο είναι αμελητέα και πέφτει μέσα στην ορατή απόσταση που χρειάζεται για να εγκαταλειφθεί η προσπέραση με ασφάλεια
- Καθώς η προσπέραση εξελίσσεται, η απαιτούμενη ορατή απόσταση για το επιταχυνόμενο όχημα να εγκαταλείψει την προσπέραση αυξάνεται, και αυτή για την ολοκλήρωσή της μειώνεται

Αν ο οδηγός αντιλαμβάνεται την ανάγκη να εγκαταλείψει τον ελιγμό για προσπέραση, η προσπέραση θα πρέπει να εγκαταλειφθεί ως ακολούθως:

- Ένας ελάχιστος χρόνος, h_1 , θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ του μπροστινού προφυλακτήρα του επιταχυνόμενου οχήματος και του πίσω προφυλακτήρα του βραδυπορούντος οχήματος.
- Παρομοίως, ένας ελάχιστος χρόνος, h_0 , θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ του μπροστινού προφυλακτήρα του επιταχυνόμενου οχήματος και του μπροστινού προφυλακτήρα του διερχόμενου οχήματος έως ότου το επιταχυνόμενο όχημα να έχει φύγει ολοκληρωτικά από την αριστερή λωρίδα κυκλοφορίας.
- Στην εγκατάλειψη της προσπέρασης, ο οδηγός του επιταχυνόμενου οχήματος χρησιμοποιεί έναν χρόνο αντίληψης-αντίδρασης, r_a , πριν πατήσει φρένο κατά τη διάρκεια αντίληψης-αντίδρασης, το προφίλ της ταχύτητας του επιταχυνόμενου οχήματος θεωρείται πως δεν επηρεάζεται από την ανάγκη για εγκατάλειψη της προσπέρασης.
- Τότε το επιταχυνόμενο όχημα συνεχίζει να επιβραδύνει με σταθερό ρυθμό, d_a , έως ότου επιστρέψει στη λωρίδα του.

Όταν ο οδηγός του επιταχυνόμενου οχήματος φθάσει στην critical position, η απαιτούμενη ορατή απόσταση για την εγκατάλειψη της προσπέρασης είναι ίση με εκείνη για την ολοκλήρωση της. Τα ακόλουθα χαρακτηριστικά σχετίζονται με την critical position:

- Φθάνοντας στην critical position, το επιταχυνόμενο όχημα έχει ήδη επιταχύνει σε μια καθορισμένη ταχύτητα, V_d . (Οι συγγραφείς παρουσίασαν στην εργασία τους ότι αυτή η υπόθεση(θεωρία) είναι σωστή).
- Ταξιδεύοντας πέρα από την critical position το επιταχυνόμενο όχημα μπορεί να ολοκληρώσει την προσπέραση με ασφάλεια με λιγότερη ορατή απόσταση από αυτή που απαιτείται για την εγκατάλειψη της.
- Στο τέλος της ολοκληρωμένης προσπέρασης, οι ελάχιστες διαδοχές χρόνου h_0 και h_1 θα πρέπει να διατηρούνται μεταξύ των μπροστινών προφυλακτών του επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος και μεταξύ του πίσω προφυλακτήρα του επιταχυνόμενου οχήματος και του μπροστινού προφυλακτήρα του βραδυπορούντος οχήματος, σχετικά.

Οι Hassan κ.α. υπέθεσαν ότι οι τιμές των h_0 και h_1 για ολοκλήρωση και εγκατάλειψη της προσπέρασης, είναι ίσες με τη τιμή του 1sec. Με άλλα λόγια, οι Hassan κ.α. υπέθεσαν ότι $h_0=h_1=h=1\text{sec}$.

Υπέθεσαν επίσης ότι η διαφορά ταχύτητας θα ποίκιλε σύμφωνα με την ταχύτητα, σύμφωνα με τη παρακάτω σχέση:

$$m=14.91-\frac{Vd}{10} \text{ και } m=24-\frac{Vd}{10}$$

Οι Hassan κ.α., υπέθεσαν τιμές των 4,9m(16ft) για το επιταχυνόμενο και βραδυπορούν όχημα, η ερευνητική ομάδα χρησιμοποίησε επιβατικό όχημα μήκους 5,8m(19ft) για συμβατότητα με τα καθορισμένα οχήματα του AASHTO Green Book.

Το μοντέλο των Hassan κ.α. συμπεριλαμβάνει έναν όρο για τον απαιτούμενο χρόνο αντίληψης-αντίδρασης για τον οδηγό του επιταχυνόμενου οχήματος να αποφασίσει εάν θα εγκαταλείψει τη προσπέραση. Οι Hassan κ.α. δεν παρέχουν κάποια τιμή για αυτόν τον όρο, αλλά η ερευνητική ομάδα χρησιμοποίησε μια δοκιμαστική τιμή του 1sec. Η κριτική που παρουσιάζεται παρακάτω κάνει εκτενέστερη ανάλυση της εφαρμογής αυτού του όρου.

Η ερευνητική ομάδα υπέθεσε έναν ρυθμό επιβράδυνσης των $2,4\text{m/sec}^2$ (8ft/sec^2), ανεξάρτητα από τη ταχύτητα, σε αντίθεση με τους Hassan κ.α., που υπέθεσαν ένα ρυθμό επιβράδυνσης που ποικίλει με τη ταχύτητα βασισμένοι σε παλαιότερη έρευνα μήκους ορατότητας για στάση. Η υπόθεση ότι ο ρυθμός επιβράδυνσης είναι ανεξάρτητος από τη ταχύτητα, συνιστάται με την πιο πρόσφατη έρευνα μήκους ορατότητας για στάση του Fabro κ.α.. Ο ρυθμός επιβράδυνσης των $2,4\text{m/sec}^2$ (8ft/sec^2) χρησιμοποιήθηκε από την ερευνητική ομάδα στο μοντέλο των Hassan κ.α. είναι λιγότερο από $3,4\text{m/sec}^2$ (11ft/sec^2) ρυθμό επιβράδυνσης που προτάθηκε από τους Fabro κ.α., και χρησιμοποιείται στα τωρινά κριτήρια του AASHTO Green Book για μήκος ορατότητας για στάση.

Οι τιμές του ΜΟΠ όπως αυτές καθορίστηκαν με το μοντέλο του Hassan κ.α. παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.15.

Πίνακας 2.15: Οι τιμές του ΜΟΠ όπως αυτές προσδιορίστηκαν από το μοντέλο του Hassan et al(14)

Speed (mph)	Passing sight distance (ft)
30	470
35	590
40	710
45	840
50	980
55	1,160
60	1,440
65	1,770
70	2,150
75	2,610
80	3,160

2.9 Σύνοψη-Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των κανονισμών σε κάθε χώρα για τα μήκη ορατότητας για προσπέραση προκύπτουν, όπως ήταν φυσικό, διαφορές στον τρόπο υπολογισμού των μηκών και στα αποτελέσματα που προκύπτουν. Αυτές οι διαφορές έχουν να κάνουν με την ταχύτητα μελέτης, με τους τύπους υπολογισμού και τις μεταβλητές. Όλοι οι κανονισμοί έχουν οδηγίες για τη μέτρηση της ορατότητας και έχουν θεσπίσει κανόνες για τον υπολογισμό των ελαχίστων αποδεκτών ορίων της.

Επίσης αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι σημαντικό ρόλο στην ορατότητα έχουν και οι ψυχοσωματικοί παράγοντες. Η υπάρχουσα ορατότητα που υπολογίζεται σύμφωνα με τους κανονισμούς δεν είναι πάντα ίση με αυτή που αντιλαμβάνεται ο χρήστης μίας οδού. Η αντιληπτή ορατότητα επηρεάζεται από πολλούς εξωγενείς παράγοντες όπως είναι η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου της οδού, ο συνδυασμός της χάραξης της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής, η αντίθεση των χρωμάτων και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Οι παράγοντες αυτοί διαμορφώνουν τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο χρήστης της οδού μεγέθη όπως είναι η απόσταση από άλλα οχήματα ή η ταχύτητα με την οποία κινείται. Τα μεγέθη αυτά χρησιμοποιούνται από την οδοποιία στη δημιουργία των τύπων των κανονισμών αλλά υπολογίζονται σχεδόν αποκλειστικά με βάση τους νόμους της φυσικής γεγονός που δεν αντικατοπτρίζει πάντα την πραγματικότητα. Η δυσκολία που παρουσιάζεται στην ένταξη των ψυχοσωματικών παραγόντων στον έλεγχο της ορατότητας από τις έρευνες που έχουν γίνει είναι η αντικατάστασή τους με αριθμητικά μεγέθη.

Όσον αφορά τη χώρα μας, είναι γεγονός ότι δεν παρέχεται κάποιος μαθηματικός τύπος από το ΟΜΟΕ-Χ για την εύρεση του μήκους ορατότητας προσπέρασης όπως αυτό γίνεται για το μήκος ορατότητας για στάση και το μήκος ορατότητας για συνάντηση.

Έτσι λοιπόν στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει μία προσπάθεια προσέγγισης ενός τύπου που να ικανοποιεί τις υπάρχουσες τιμές και να προσεγγίζει όσο περισσότερο δύναται τις τιμές των κανονισμών.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣΠΕΡΑΣΗΣ

Η θεωρητική ανάλυση της διαδικασίας προσπέρασης είναι αρκετά πολύπλοκη. Συνήθως εξετάζονται δύο περιπτώσεις:

Περίπτωση I: Προσπέραση με σταθερή ταχύτητα

Περίπτωση II: Προσπέραση με σταθερή ταχύτητα στην αρχή και επιτάχυνση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της προσπέρασης.

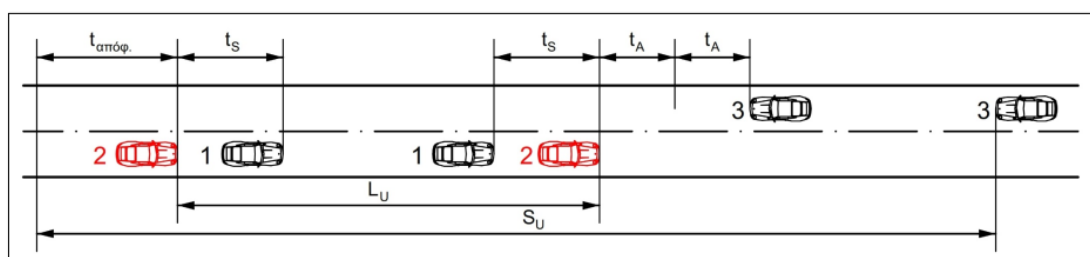
Κατά την πραγματική διαδικασία προσπέρασης πραγματοποιείται κάποια επιτάχυνση από το προσπερνών όχημα. Κατά συνέπεια, η έρευνά μας θα στηριχθεί στην **Περίπτωση II** για πιο ακριβή αποτελέσματα και πιο κοντά στην πραγματικότητα.

3.1 Προσπέραση με σταθερή επιτάχυνση

Στην περίπτωση αυτή σίγουρα η ανάλυση δυσχεραίνεται περισσότερο καθώς η επιτάχυνση επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως τον τύπο του οχήματος, την κατάσταση της οδού, τη στιγμιαία ταχύτητα.

Για την απλούστευση της έρευνάς μας όμως θα ληφθεί υπόψη μία μέση επιτάχυνση, ώστε να απλοποιούνται οι μαθηματικές σχέσεις.

Σύμφωνα με το μοντέλο του κ. Αποστολήρη για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση, η πλήρης διαδικασία αποτυπώνεται στο Σχ. 3.1.



Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση της διαδικασίας προσπέρασης

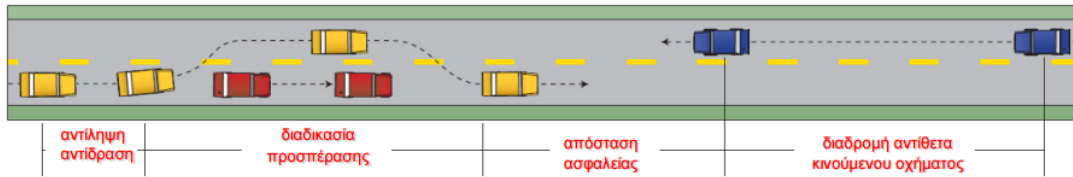
Στη διαδικασία υπολογισμού του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση εμπλέκονται τρία οχήματα (βλ. Σχ. 3.1)

Όχημα 1: Το όχημα που προσπερνιέται

Όχημα 2: Το όχημα που προσπερνά

Όχημα 3: Το όχημα στην αντίθετη κατεύθυνση

διαδικασία προσπέρασης



Σχήμα 3.2: Διαδικασία προσπέρασης

Ο συνολικά απαιτούμενος χρόνος μπορεί να αναλυθεί στους εξής επιμέρους χρόνους:

$t_{\text{αποφ}}$: Χρόνος αποφάσεως κατά την έναρξη της διαδικασίας προσπεράσεως και είναι ο συνολικός χρόνος που απαιτείται από τον οδηγό για να συνειδητοποιήσει ότι θέλει να κάνει προσπέραση, να ελέγξει ότι δεν έρχεται κανείς από το αντίθετο ρεύμα, να αποφασίσει και να εκτελέσει το χειρισμό (δηλαδή να στρίψει το τιμόνι για να μπει στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας). Ο χρόνος αυτός για τις συνήθεις περιπτώσεις λαμβάνεται ίσος με 3 sec. με ελάχιστο τη μηδενική τιμή (δηλαδή ο οδηγός αποφασίζει να προσπεράσει ακαριαία).

t_s : είναι η χρονική απόσταση ασφαλείας μεταξύ των οχημάτων που στην ουσία αποτελεί την απόσταση που πρέπει να τηρεί οποιοσδήποτε οδηγός από το προπορευόμενο όχημα. Ο χρόνος αυτός συνήθως λαμβάνεται ίσος προς 1,5-2,0 sec, με ελάχιστο αυτόν του 1 sec.

t_A : είναι ο χρόνος ασφαλείας μετά το τέλος της προσπέρασης, του προσπερνώντος οχήματος από το αντίθετα ερχόμενο όχημα. Ο χρόνος αυτός συνήθως λαμβάνεται ίσος προς 2,0 sec, με ελάχιστη τη μηδενική τιμή (που σημαίνει ότι ίσα που προλαβαίνει το όχημα να επανέλθει στη λωρίδα του και να αποφευχθεί η σύγκρουση!).

Από την ανάλυση των χρόνων αυτών διατυπώνονται και οι απολύτως ελάχιστες συνθήκες προσπέρασης όπου ισχύει $t_{\text{αποφ}}$ και t_A να είναι ίσα με τη μηδενική τιμή. Σε αυτή την περίπτωση όμως πρόκειται για οριακή προσπέραση, ίσα δηλαδή που το όχημα που προσπερνά δεν έρχεται σε σύγκρουση με το διερχόμενο όχημα. Συνεπώς δεν αποτελεί μία προβλεπόμενη προσπέραση καθώς πάντα υπάρχει μία απόσταση ασφαλείας που λαμβάνεται υπόψη. Κατά συνέπεια δε θα γίνει περεταίρω έρευνα με βάση αυτά τα δεδομένα.

Στην περίπτωση που μελετάται, δηλαδή προσπέραση με σταθερή επιτάχυνση, το όχημα, που θέλει να προσπεράσει, παρακολουθεί σε απόσταση ασφαλείας ένα άλλο όχημα, μέχρι να βρει την «ευκαιρία» να προσπεράσει. Επομένως, το μήκος ορατότητας για προσπέραση (S_u) με βάση και το Σχ. 3.1 προκύπτει ως εξής:

$$L_u = V_1 * (t_u + 2 * t_s)$$

$$t_u = 2 * \sqrt{\frac{V_1 * t_s}{a}} \Rightarrow V_1 * 2 t_s = \frac{a * t_u^2}{2}$$

$$L_u = 2 * V_1 * (t_s + \sqrt{\frac{V_1 * t_s}{a}})$$

Οπότε το μήκος ορατότητας για προσπέραση είναι:

$$S_u = (L_{\alpha\phi\omega} + L_u + L_A) + L_3 \Rightarrow$$

$$S_u = [V_1 * t_{\alpha\phi\omega} + V_1 * (t_u + 2 t_s) + t_A * (V_1 + \alpha * t_u)] + V_3 * (t_{\alpha\phi\omega} + t_u + t_A) \Rightarrow$$

$$S_u = (V_1 + V_3) * (t_{\alpha\phi\omega} + t_u + t_A) + V_1 * 2 t_s + t_A * t_u * \alpha \Rightarrow$$

$$S_u = (V_1 + V_3) * (t_{\alpha\phi\omega} + t_u + t_A) + \frac{a * t_u^2}{2} + t_A * t_u * \alpha \Rightarrow$$

$$S_u = (V_1 + V_3) * (t_{\alpha\phi\omega} + t_u + t_A) + \frac{a}{2} * t_u * (t_u + 2 t_A)$$

Όπου:

- V_1 (m/sec): Η ταχύτητα του οχήματος 1
- V_3 (m/sec): Η ταχύτητα του οχήματος 3

- $t_{\text{αποφ}}$ (sec): Χρόνος αποφάσεως κατά την έναρξη της διαδικασίας προσπέρασης
- t_s (sec): Η χρονική απόσταση ασφαλείας μεταξύ των οχημάτων
- t_A (sec): Ο χρόνος ασφαλείας, μετά το τέλος της προσπέρασης
- t_u (sec): Ο συνολικός χρόνος προσπέρασης
- a (m/sec²): Η επιτάχυνση του προσπερνόντος οχήματος

3.2 Υπολογισμός του μήκους ορατότητας για προσπέραση

Οι παραδοχές που έγιναν στη συγκεκριμένη έρευνα είναι οι εξής:

- Η ταχύτητα του διερχόμενου οχήματος είναι ίση με V_{85} . ($V_3=V_{85}$)
- Η ταχύτητα του οχήματος που προσπερνά είναι ίση αρχικά με την ταχύτητα του οχήματος που προσπερνάται. Μόλις βρεθεί η ευκαιρία, το προσπερνών όχημα εισέρχεται στο αντίθετο ρεύμα και επιταχύνει μέχρι να προσπεράσει το βραδυπορούμενο όχημα. Και οι δύο αυτές ταχύτητες είναι ίσες με V_{85} . ($V_1=V_2=V_{85}$)
- Ο χρόνος $t_{\text{αποφ}}$ λαμβάνεται ίσος με 3 sec.
- Ο χρόνος ασφαλείας t_A λαμβάνεται ίσος με 2 sec.
- Ο χρόνος t_s λαμβάνεται ίσος με 1,5 sec.
- Όσον αφορά την επιτάχυνση, θεωρούμε μία μέση επιτάχυνση για το επιταχυνόμενο όχημα ίση με $3,4 \text{ m/sec}^2$ αλλά λαμβάνουμε υπόψη και την κατά μήκος κλίση. Έως τώρα οι υπολογισμοί που υπάρχουν δεν τη λαμβάνουν υπόψη, αλλά η επιρροή της γίνεται σημαντική όσο οι κλίσεις αυξάνονται. Δυστυχώς ειδικοί υπολογισμοί ή συντελεστές προσαύξησης δεν είναι προς το παρόν διαθέσιμοι, οπότε πρέπει να προσαρμόζονται με κάποιο τρόπο οι αποστάσεις.

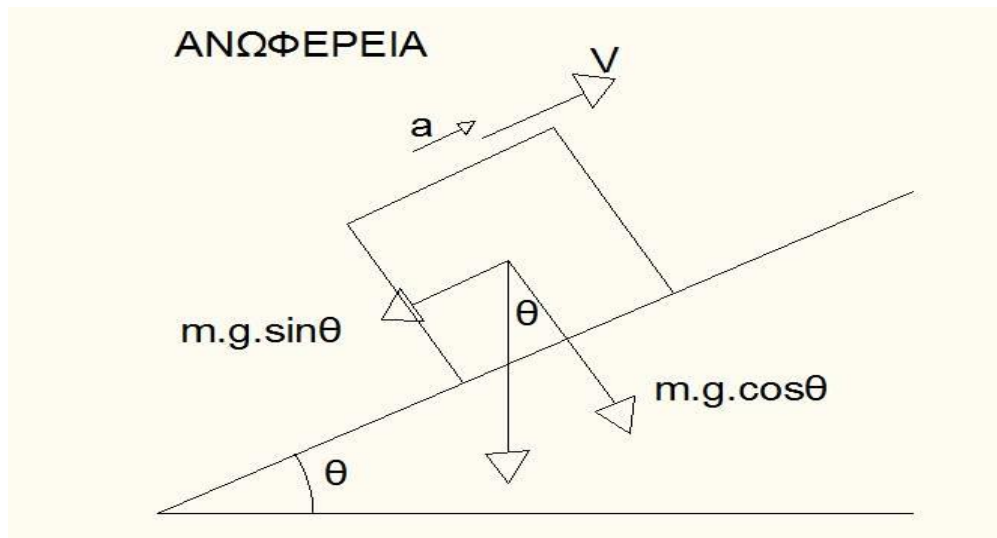
Σε οδικά τμήματα με κατά μήκος κλίση s ισχύει:

$$g \cdot \sin\theta = g \cdot \tan\theta = g \cdot s$$

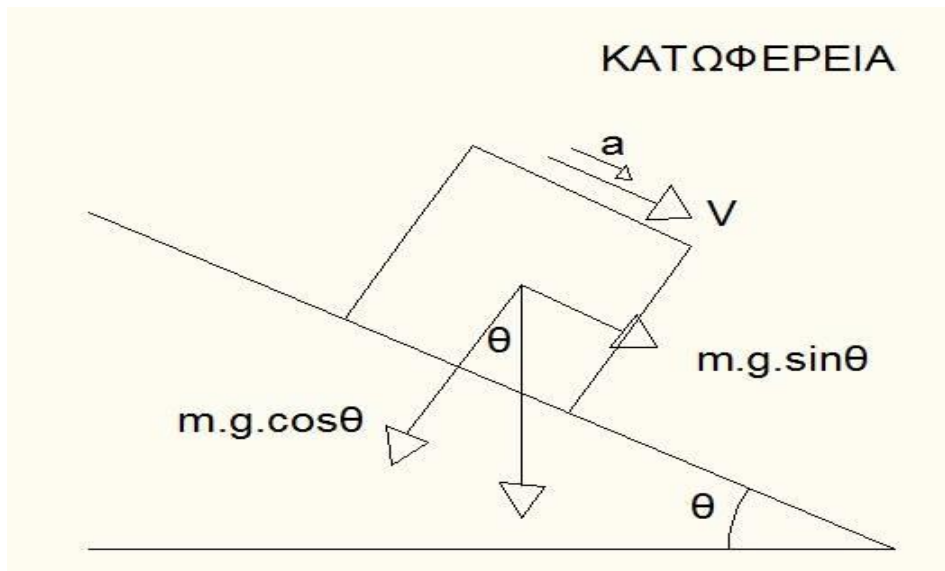
Κατά συνέπεια η επιτάχυνση θα προκύπτει ως εξής:

$$\alpha = \alpha_{\text{μεση}} \pm g \cdot s \Rightarrow \alpha = 3,4 \pm g \cdot s$$

s = κατά μήκος κλίση του οδικού τμήματος (αρνητική για ανωφέρεια, θετική για κατωφέρεια), π.χ. για κατά μήκος κλίση 5%, $s=0.05$.



Σχήμα 3.3: Επιτάχυνση κατά την προσπέραση του οχήματος στην ανωφέρεια



Σχήμα 3.4: Επιτάχυνση κατά την προσπέραση οχήματος σε κατωφέρεια

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με αυτό το μοντέλο για το μήκος ορατότητας για προσπέραση σε οδικό τμήμα χωρίς κατά μήκος κλίση s έχουν ως εξής:

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	tu(sec)	Su(m)	a	tu(sec)	Su(m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.400	5.423	434.32	3.40	5.42	434.32
70	19.44	70	19.44	3.400	3.400	5.858	520.41	3.40	5.86	520.41
80	22.22	80	22.22	3.400	3.400	6.262	609.79	3.40	6.26	609.79
90	25.00	90	25.00	3.400	3.400	6.642	702.27	3.40	6.64	702.27
100	27.78	100	27.78	3.400	3.400	7.001	797.69	3.40	7.00	797.69
110	30.56	110	30.56	3.400	3.400	7.343	895.90	3.40	7.34	895.90

Όπως ήταν λογικό προκύπτει το ίδιο μήκος ορατότητας για προσπέραση σε κατωφέρεια και ανωφέρεια στη συγκεκριμένη περίπτωση.

Τα επόμενα αποτελέσματα για το μήκος ορατότητας για προσπέραση αφορούν οδικά τμήματα με κατά μήκος κλίση s από 1% έως και 10%. Οπότε προκύπτουν:

- **$s=1\%$**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.498	5.347	432.30	3.30	5.50	436.45
70	19.44	70	19.44	3.400	3.498	5.775	517.77	3.30	5.94	523.19
80	22.22	80	22.22	3.400	3.498	6.174	606.47	3.30	6.35	613.28
90	25.00	90	25.00	3.400	3.498	6.548	698.23	3.30	6.74	706.51
100	27.78	100	27.78	3.400	3.498	6.903	792.88	3.30	7.10	802.73
110	30.56	110	30.56	3.400	3.498	7.239	890.28	3.30	7.45	901.79

- **$s=2\%$**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.596	5.273	430.37	3.20	5.59	438.69
70	19.44	70	19.44	3.400	3.596	5.696	515.25	3.20	6.03	526.12
80	22.22	80	22.22	3.400	3.596	6.089	603.31	3.20	6.45	616.94
90	25.00	90	25.00	3.400	3.596	6.458	694.37	3.20	6.84	710.97
100	27.78	100	27.78	3.400	3.596	6.808	788.28	3.20	7.21	808.03
110	30.56	110	30.56	3.400	3.596	7.140	884.91	3.20	7.56	907.98

- **$s=3\%$**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.694	5.203	428.53	3.11	5.67	441.06
70	19.44	70	19.44	3.400	3.694	5.620	512.84	3.11	6.13	529.20
80	22.22	80	22.22	3.400	3.694	6.008	600.28	3.11	6.55	620.80
90	25.00	90	25.00	3.400	3.694	6.372	690.68	3.11	6.95	715.65
100	27.78	100	27.78	3.400	3.694	6.717	783.89	3.11	7.33	813.59
110	30.56	110	30.56	3.400	3.694	7.045	879.77	3.11	7.68	914.47

- **s=4%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.792	5.135	426.78	3.01	5.77	443.56
70	19.44	70	19.44	3.400	3.792	5.546	510.54	3.01	6.23	532.45
80	22.22	80	22.22	3.400	3.792	5.929	597.39	3.01	6.66	624.86
90	25.00	90	25.00	3.400	3.792	6.289	687.16	3.01	7.06	720.59
100	27.78	100	27.78	3.400	3.792	6.629	779.69	3.01	7.44	819.45
110	30.56	110	30.56	3.400	3.792	6.953	874.86	3.01	7.81	921.31

- **s=5%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.891	5.070	425.11	2.91	5.86	446.20
70	19.44	70	19.44	3.400	3.891	5.476	508.35	2.91	6.33	535.88
80	22.22	80	22.22	3.400	3.891	5.854	594.63	2.91	6.77	629.15
90	25.00	90	25.00	3.400	3.891	6.209	683.78	2.91	7.18	725.79
100	27.78	100	27.78	3.400	3.891	6.545	775.66	2.91	7.57	825.63
110	30.56	110	30.56	3.400	3.891	6.865	870.14	2.91	7.94	928.51

- **s=6%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	3.989	5.007	423.51	2.81	5.96	449.00
70	19.44	70	19.44	3.400	3.989	5.408	506.25	2.81	6.44	539.52
80	22.22	80	22.22	3.400	3.989	5.782	591.98	2.81	6.89	633.68
90	25.00	90	25.00	3.400	3.989	6.132	680.54	2.81	7.30	731.29
100	27.78	100	27.78	3.400	3.989	6.464	771.80	2.81	7.70	832.15
110	30.56	110	30.56	3.400	3.989	6.780	865.62	2.81	8.08	936.12

- **s=7%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	4.087	4.947	421.99	2.71	6.07	451.97
70	19.44	70	19.44	3.400	4.087	5.343	504.23	2.71	6.56	543.37
80	22.22	80	22.22	3.400	4.087	5.712	589.44	2.71	7.01	638.49
90	25.00	90	25.00	3.400	4.087	6.058	677.44	2.71	7.44	737.11
100	27.78	100	27.78	3.400	4.087	6.386	768.09	2.71	7.84	839.06
110	30.56	110	30.56	3.400	4.087	6.698	861.28	2.71	8.22	944.16

- **s=8%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	4.185	4.888	420.53	2.62	6.18	455.13
70	19.44	70	19.44	3.400	4.185	5.280	502.30	2.62	6.68	547.46
80	22.22	80	22.22	3.400	4.185	5.645	587.00	2.62	7.14	643.58
90	25.00	90	25.00	3.400	4.185	5.987	674.46	2.62	7.57	743.28

- **s=9%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	4.283	4.832	419.13	2.52	6.30	458.50
70	19.44	70	19.44	3.400	4.283	5.219	500.45	2.52	6.81	551.81
80	22.22	80	22.22	3.400	4.283	5.580	584.66	2.52	7.28	649.00
90	25.00	90	25.00	3.400	4.283	5.918	671.59	2.52	7.72	749.84

- **s=10%**

V1 (km/h)	V1 (m/s)	V3 (km/h)	V3 (m/s)	a(m/s ²)	Κατωφέρεια			Ανωφέρεια		
					a	t _u (sec)	S _u (m)	a	t _u (sec)	S _u (m)
60	16.67	60	16.67	3.400	4.381	4.778	417.78	2.42	6.43	462.09
70	19.44	70	19.44	3.400	4.381	5.160	498.68	2.42	6.94	556.45
80	22.22	80	22.22	3.400	4.381	5.517	582.42	2.42	7.42	654.77

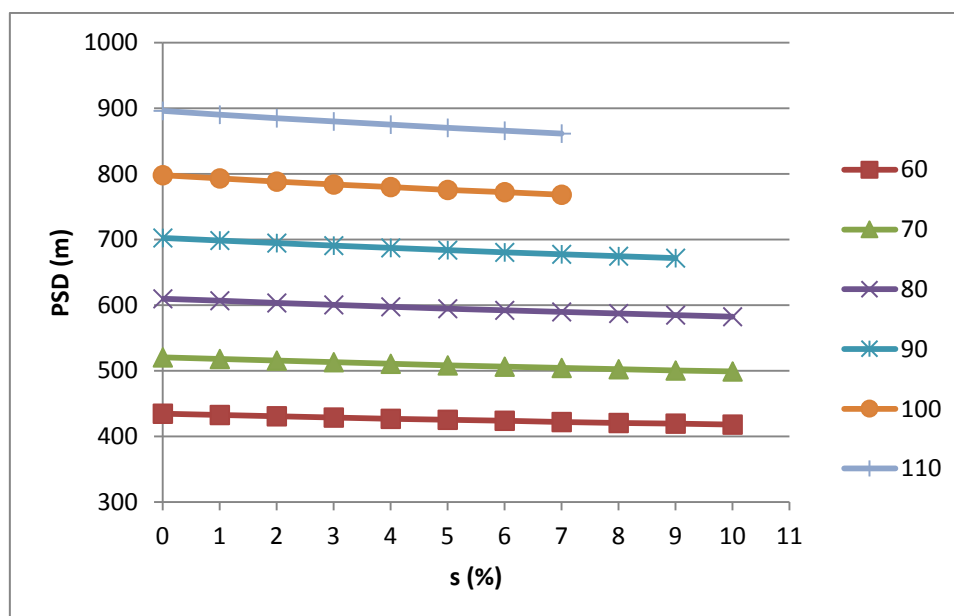
Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα δεν μπορεί να προκύψουν αποτελέσματα για υψηλές ταχύτητες όσο αυξάνεται η κατά μήκος κλίση (8% και άνω) καθώς είναι αδύνατον να σχεδιασθούν τέτοιοι οδοί.

Οπότε συγκεντρωτικά τα μήκη ορατότητας προσπέρασης προκύπτουν ως εξής:

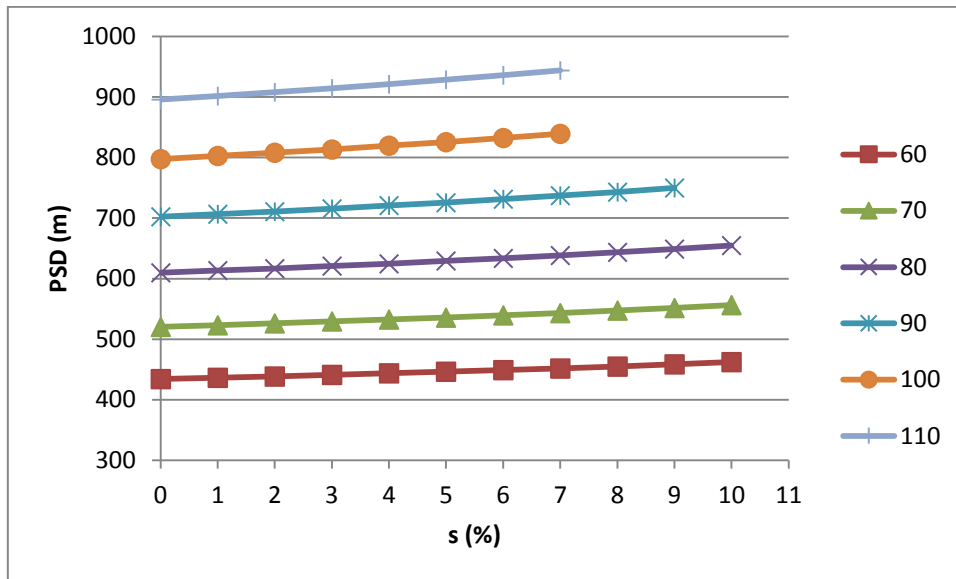
ΚΑΤΩΦΕΡΕΙΑ										
V	S%									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	432.296	430.369	428.533	426.782	425.111	423.514	421.987	420.525	419.125	417.783
70	517.767	515.246	512.84	510.542	508.346	506.245	504.233	502.304	500.454	498.677
80	606.474	603.307	600.283	597.392	594.626	591.978	589.438	587.002	584.663	582.415
90	698.229	694.37	690.683	687.157	683.78	680.543	677.439	674.458	671.594	
100	792.876	788.282	783.89	779.687	775.66	771.799	768.093			
110	890.281	884.91	879.773	874.855	870.142	865.62	861.278			

ΑΝΩΦΕΡΕΙΑ										
V	S%									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	436.45	438.693	441.059	443.558	446.201	449.002	451.973	455.133	458.499	462.092
70	523.194	526.119	529.2	532.45	535.883	539.516	543.367	547.457	551.809	556.449
80	613.279	616.943	620.798	624.861	629.15	633.685	638.487	643.583	649	654.773
90	706.513	710.967	715.652	720.587	725.791	731.291	737.112	743.284	749.843	
100	802.731	808.026	813.593	819.452	825.63	832.154	839.056			
110	901.794	907.977	914.473	921.309	928.514	936.119	944.162			

Παρακάτω δίνονται και τα διαγράμματα με τις τιμές του μήκους ορατότητας για προσπέραση σε όλες τις κλίσεις τόσο για κατωφέρεια όσο και για ανωφέρεια.



Διάγραμμα 3.1: Οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης σε όλες τις κλίσεις για κατωφέρεια



Διάγραμμα 3.2: Οι τιμές του μήκους ορατότητας προσπέρασης σε όλες τις κλίσεις για ανωφέρεια

Το συμπέρασμα που προκύπτει και από τα δύο διαγράμματα είναι ότι η κατά μήκος κλίση του οδικού τμήματος επηρεάζει τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση σε κατωφέρεια και ανωφέρεια είτε μειώνοντάς το είτε αυξάνοντας το αντίστοιχα.

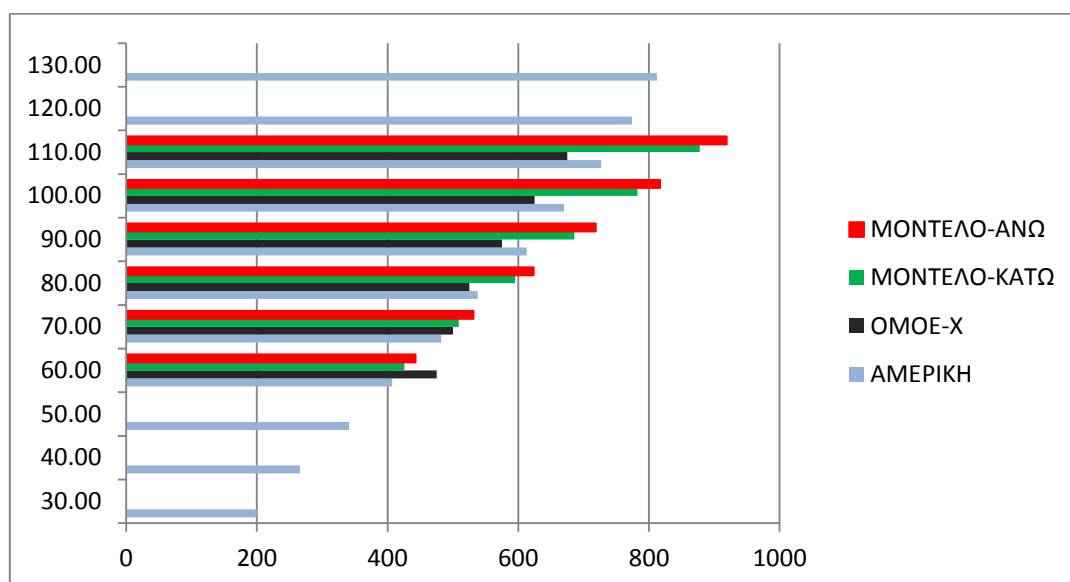
3.3 Σύγκριση με το Αμερικάνικο μοντέλο

Συγκρίνοντας τα δύο αυτά μοντέλα παρατηρείται ότι παρουσιάζουν διαφορές στον τρόπο με τον οποίο στήθηκαν και είναι οι εξής:

1. Ταχύτητα επιταχυνόμενου, βραδυπορούντος και διερχόμενου οχήματος: Στο μοντέλο αυτής της εργασίας όλες οι ταχύτητες θεωρήθηκαν ίσες με την ταχύτητα κυκλοφορίας του αυτοκινητοδρόμου, δηλαδή $V_1=V_2=V_3=V_{85}$, ενώ στο αμερικάνικο μοντέλο η ταχύτητα του επιταχυνόμενου οχήματος θεωρείται υψηλότερη από εκείνη του βραδυπορούντος οχήματος κατά 16km/h (10mph) και η ταχύτητα του βραδυπορούντος οχήματος κυμαίνεται έως και 22mph χαμηλότερα από τη V_{85} της οδού.
2. Χρόνοι: Στο μοντέλο αυτής της εργασίας οι χρόνοι για τα τρία οχήματα θεωρήθηκαν ότι είναι ίσοι και επίσης οι τιμές τους δόθηκαν από την αρχή. Ενώ στο αμερικάνικο μοντέλο οι χρόνοι είναι σημείο κλειδί για την επίλυση των τύπων και δίνονται από παλαιότερες μετρήσεις πεδίου, άνω των 50 ετών. Επίσης παρατηρούμε ότι ο προσδιορισμός των χρονικών περιόδων είναι διαφορετικός.
3. Απόσταση ασφαλείας μεταξύ επιταχυνόμενου και διερχόμενου οχήματος: Στο αμερικάνικο μοντέλο η συγκεκριμένη απόσταση είναι η απόσταση που έχουν το επιταχυνόμενο και το διερχόμενο όχημα στο τέλος της προσπέρασης και θεωρείται πως κυμαίνεται από 30 μέτρα έως και 90 μέτρα, ενώ στο μοντέλο αυτής της έρευνας υπολογίζεται με βάση τις ταχύτητες των δύο οχημάτων, το χρόνο ασφαλείας και την επιτάχυνση του οχήματος που προσπερνά.
4. Απόσταση διερχόμενου οχήματος: Στο μοντέλο αυτής της εργασίας υπολογίζεται κανονικά αυτή η απόσταση με την προϋπόθεση ότι υπάρχει διερχόμενο όχημα από τη στιγμή που ο οδηγός αποφασίζει να κάνει ελιγμό για προσπέραση οπότε και ο χρόνος θεωρείται ίδιος με εκείνον που χρειάζεται το επιταχυνόμενο όχημα να πραγματοποιήσει την προσπέραση, ενώ στο αμερικάνικο μοντέλο δίνονται συγκεκριμένες τιμές για αυτή την απόσταση με βάση το μήκος που χρειάζεται για προσπέραση.
5. Διαφορά δεδομένων: Μία ακόμη διαφορά ανάμεσα στα δύο μοντέλα είναι το γεγονός ότι δέχονται ως δεδομένα διαφορετικές μεταβλητές. Το αμερικάνικο μοντέλο δέχεται δεδομένα από παλαιότερες μετρήσεις πεδίου, τους χρόνους, την επιτάχυνση καθώς ακόμη και την απόσταση ασφαλείας, ενώ το μοντέλο αυτής της μελέτης δέχεται ως δεδομένα μια σταθερή ταχύτητα V_{85} της οδού, τους χρόνους, καθώς και την επιτάχυνση μέσα από υπολογισμούς με βάση την κατά μήκος κλίση.

Οπότε συνολικά τα μήκη ορατότητας για προσπέραση με βάση το αμερικάνικο μοντέλο, τον ΟΜΟΕ-Χ, καθώς και το μοντέλο της εργασίας αυτής παρουσιάζονται συγκριτικά παρακάτω.

	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
ΑΜΕΡΙΚΗ	200	266	341	407	482	538	613	670	727	774	812
ΟΜΟΕ				475	500	525	575	625	675		
ΜΟΝΤΕΛΟ-ΚΑΤΩΦΕΡΕΙΑ				425.49	508.82	595.22	686.05	782.25	877.85		
ΜΟΝΤΕΛΟ-ΑΝΩΦΕΡΕΙΑ				442.7	531.3	623.4	718.8	817.3	918.8		



Διάγραμμα 3.3: Σύγκριση τιμών μήκους ορατότητας για προσπέραση μεταξύ του Αμερικάνικου μοντέλου, του ΟΜΟΕ-Χ, καθώς και του μοντέλου αυτής της εργασίας

3.4 Έλεγχος Ορατότητας

Οι νεότερες προδιαγραφές σύνταξης Μελετών Οδοποιίας επιβάλλουν να γίνονται έλεγχοι ορατότητας κατά μήκος της οδού σαν μέρος της μελέτης. Ο έλεγχος συνίσταται στον υπολογισμό του διατιθέμενου μήκους ορατότητας και σύγκρισή του με το ελάχιστο απαιτούμενο από τους Κανονισμούς.

Οι έλεγχοι αυτοί πρέπει να γίνονται για κάθε κατεύθυνση της οδού και για κάθε τύπο ορατότητας. Τα αποτελέσματα του κάθε ελέγχου απεικονίζονται σε ένα διάγραμμα που ονομάζεται διάγραμμα ορατότητας και που πρέπει να αποτελεί μέρος της μελέτης.

3.4.1 Διατιθέμενα Μήκη Ορατότητας

Τα πραγματικά διατιθέμενα μήκη ορατότητας κάθε τύπου δηλ. για στάση, συνάντηση και προσπέραση υπολογίζονται σε σχέση με την οριζοντιογραφία, τη μηκοτομή, τη διατομή και τον περιβάλλουσα χώρο της οδού.

Τα μήκη αυτά υπολογίζονται σε κάθε διατομή της οδού, ή σε περιπτώσεις προφανούς ορατότητας (π.χ. ευθυγραμμίες με ενιαία κατά μήκος κλίση) σε κάθε δεύτερη ή Τρίτη διατομή, αλλά τουλάχιστον κάθε 50 m.

3.4.2 Απαιτούμενα Μήκη Ορατότητας

Τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας προσδιορίζονται, για κάθε τύπο, από τους αντίστοιχους Κανονισμούς. Τα μήκη αυτά είναι και τα ελάχιστα που θα πρέπει να εξασφαλίζονται σε κάθε θέση της οδού.

Τα μήκη αυτά εξαρτώνται μόνο από τη λειτουργική ταχύτητα και την κατά μήκος κλίση και όχι από τη θέση της κάθε διατομής.

3.4.3 Διαγράμματα Μηκών Ορατότητας

Τα διατιθέμενα (υφιστάμενα) μήκη ορατότητας κάθε τύπου, δηλ. για στάση, συνάντηση και προσπέραση, καθώς και σε θέσεις ισόπεδων κόμβων, συγκρίνονται με τα αντίστοιχα απαιτούμενα μήκη με τη βοήθεια διαγραμμάτων ορατότητας που συντάσσονται για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας.

Στα διαγράμματα αυτά, στον οριζόντιο άξονα σημειώνεται το μήκος της οδού (οι χιλιομετρικές θέσεις) και στον κατακόρυφο άξονα τα μήκη ορατότητας.

Στην τελευταία σειρά αναγράφονται οι Χ.Θ. και επικουρικά τα ονόματα των διατομών.

Στην επόμενη σειρά αναγράφονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας που απεικονίζονται στο διάγραμμα με διακεκομμένη γραμμή. Οι διακυμάνσεις αυτού του μεγέθους είναι είτε μικρές είτε μεγάλες, αφού εξαρτώνται από την κατά μήκος κλίση και ενώ η ταχύτητα είναι σταθερή στα μεγαλύτερα τμήματα της οδού.

Τέλος στη ανώτερη σειρά παρουσιάζονται τα διατιθέμενα μήκη ορατότητας που απεικονίζονται στο διάγραμμα με συνεχή γραμμή. Η γραμμή αυτή είναι προφανές ότι παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις αφού εξαρτάται από τη γεωμετρία και το περιβάλλον της οδού.

Το διάγραμμα μηκών ορατότητας παρέχει άμεση εποπτεία στη σύγκριση μεταξύ διατιθέμενου και απαιτούμενου μήκους.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα αναπτυχθεί ένα παράδειγμα μίας οδού όπου θα γίνει σύγκριση μόνο των μηκών ορατότητας για προσπέραση με βάση το μοντέλο της εργασίας και τους Κανονισμούς.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Χαρακτηριστικά των οδών

4.1.1 Γενικά

Στο παρακάτω κεφάλαιο αναπτύσσονται δύο παραδείγματα οδών για τον έλεγχο της επάρκειας της ορατότητας για προσπέραση. Το πρώτο παράδειγμα αφορά οδό με υψηλές κλίσεις της οδού και το δεύτερο αφορά κλίσεις που είναι υπαρκτές και υφίστανται στην κατασκευή μίας οδού. Η ταχύτητα μελέτης είναι διαφορετική μεταξύ αυτών των οδών.

4.1.2 Χαρακτηριστικά των οδών

Για τη χάραξη των οδών σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ-Χ, οι προδιαγραφές καθορίζονται σύμφωνα με τα παρακάτω.

Ειδικότερα, **στην πρώτη περίπτωση** σχεδιάζεται υπεραστική οδός κατηγορίας ΑΙΙΙ με το είδος του εδάφους να είναι ορεινό και η ταχύτητα μελέτης V_e ορίζεται ίση με 70 km/h. Ο αριθμός των λωρίδων είναι μία σε κάθε κατεύθυνση με οδόστρωμα ενιαίας κυκλοφορίας. Τέλος, το πλάτος της κάθε λωρίδας δίνεται 4,0 m και η επίκλιση επιλέγεται να παραμείνει σταθερή και ίση με 2.5% σε όλο το μήκος της οδού.

Στη δεύτερη περίπτωση το μόνο χαρακτηριστικό που αλλάζει σε σχέση με την πρώτη οδό είναι η ταχύτητα μελέτης, η οποία τώρα ισούται με 90 km/h. Τα άλλα χαρακτηριστικά παραμένουν ίδια.

Για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση, θεωρήθηκε ότι το όχημα που προσπερνά κινείται με ταχύτητα $V_{85}=V_e + 10\text{km/h}$.

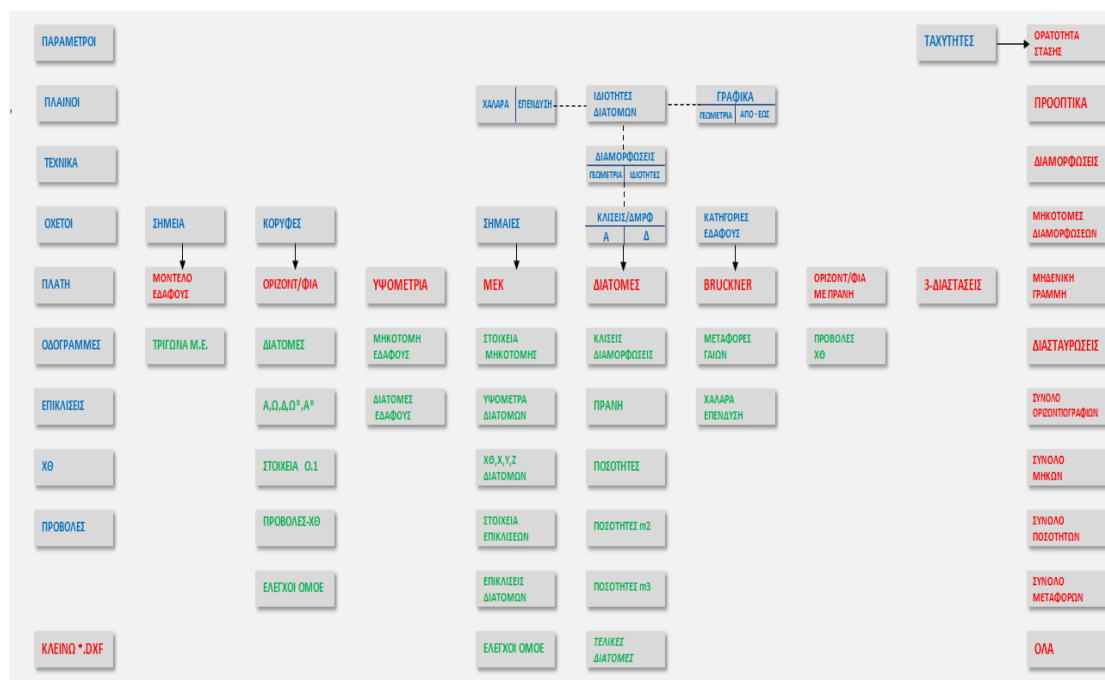
Και στα δύο παραδείγματα οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση είναι αυτοί που έχουν περιγραφεί νωρίτερα στο μοντέλο του κεφαλαίου 3.

4.2 Λογισμικό οδοποιίας «FM16»

4.2.1 Γενική περιγραφή

Για την απεικόνιση της οδού που μελετήθηκε και την πραγματοποίηση των απαραίτητων δοκιμών, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό 'FM16'. Το 'FM16' 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 στοιχειώδεις γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών και βασικές γνώσεις οδοποιίας, μπορούν να μελετήσουν μία οδό και να εξάγουν τα βασικά σχέδια της. Η χρήση του 'FM16' δύναται να χρησιμοποιηθεί και για μελέτες σιδηροδρομικών γραμμών, καθώς και αεροδρομίων.

Το λογισμικό λειτουργεί σε περιβάλλον 'Microsoft Excel' (Εικόνα 4.1) 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 4.1: Περιβάλλον λειτουργίας του λογισμικού 'FM16'

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 Πρανή, 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.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

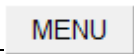
5.1 Γενικά

Όπως αναφέραμε και νωρίτερα, προκειμένου να γίνει μία ολοκληρωμένη έρευνα εξετάστηκαν δύο οδοί, η μία οδός με μέγιστες κλίσεις και ελάχιστες ακτίνες και η άλλη οδός υπό κανονικές συνθήκες με κλίσεις που υφίστανται και στην κατασκευή. Τα δεδομένα καθώς και οι ελάχιστες τιμές που επιλέχθηκαν τόσο για την οριζοντιογραφική καμπύλη όσο και για την καμπύλη της μηκοτομής προκύπτουν σύμφωνα με τις ελληνικές οδηγίες σχεδιασμού οδών (ΟΜΟΕ-Χ 2001). Παρακάτω γίνεται μία ανάλυση στην εφαρμογή της μεθοδολογίας και έπειτα ακολουθεί η παρουσίαση των αποτελεσμάτων στην εκάστοτε οδό.

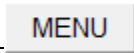
5.2 Μεθοδολογία

Έχοντας καθορίσει τα κύρια χαρακτηριστικά της κάθε οδού στο κεφάλαιο 4, σε πρώτη φάση μέσω του λογισμικού «FM16» εισάχθηκαν στις 'Παραμέτρους' η ταχύτητα μελέτης, η μορφολογία του εδάφους και ο τύπος της διατομής (Πίνακας 5.1-5.2).

Πίνακας 5.1: Παράμετροι από το λογισμικό 'FM16' για την οδό Α1

KASTEΛI		Όνομα Έργου
70		Ταχύτητα Μελέτης ΟΜΟΕ (130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40,30,20)
AIII		Κατηγορία Δρόμου ΟΜΟΕ (AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK)
OREINO		Μορφολογία ΟΜΟΕ (PEDINO, LOFODES, OREINO)
0		0=Μη Διαχωρισμένος, 1=Διαχωρισμένος

Πίνακας 5.2: Παράμετροι από το λογισμικό 'FM16' για την οδό Α2

KASTEΛI		Όνομα Έργου
90		Ταχύτητα Μελέτης ΟΜΟΕ (130, 120, 110, 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40,30,20)
AIII		Κατηγορία Δρόμου ΟΜΟΕ (AI, AII, AIII, AIV, AV, AVI, AK)
OREINO		Μορφολογία ΟΜΟΕ (PEDINO, LOFODES, OREINO)
0		0=Μη Διαχωρισμένος, 1=Διαχωρισμένος

Στη συνέχεια, έχοντας καθορίσει το ίδιο μοντέλο εδάφους για όλες τις δοκιμές, επιλέγονται οι κορυφές της οριζοντιογραφίας. Τα X και Y δεν παραμένουν ίδια σε όλες τις δοκιμές, αφού ανάλογα με την τιμή της ακτίνας της καμπύλης είναι απαραίτητη η αλλαγή τους. Επίσης, ρυθμίζεται η τιμή της ακτίνας του κυκλικού τόξου της οριζοντιογραφίας, δηλαδή είτε επιλέγεται η ελάχιστη είτε διερευνάται η ελάχιστη (Πίνακας 5.3-5.4).

Πίνακας 5.3: Κορυφές από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1

Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επίκλιση %	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	Διαπλάτυν ση	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
1	622100.1440	3895043.3315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	622957.3751	3895615.6891	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	1030.747
3	623003.7197	3896840.8864	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	1226.074
4	622372.6258	3897706.4720	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	1071.223
5	622837.2895	3898578.5560	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	988.151
6	622195.9013	3899054.7018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	798.808

Πίνακας 5.4: Κορυφές για την οδό A2

Κορυφή	X	Y	Μήκος Συναρμογής Εισόδου	Ακτίνα Κυκλικού Τόξου	Μήκος Συναρμογής Εξόδου	Επίκλιση %	Ποσοστό απόσβεσης στον κύκλο	Διαπλάτυν ση	R/9	R	Απόσταση (i, i+1)
1	622364.6640	3895383.5228	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2	621819.0625	3895802.6416	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	687.998
3	622666.3206	3897782.9617	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	2153.953
4	621583.4651	3898724.9424	60.000	490.000	60.000	0.000	0.000	0.000	54.444	490.000	1435.236
5	622323.2835	3899047.3578	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	807.021

Σύμφωνα με την εκάστοτε περίπτωση, προσδιορίζονται οι απαραίτητες οδογραμμές, το πλήθος τους, το πλάτος τους για να διαμορφώνεται η επιθυμητή διατομή και να είναι πραγματοποιήσιμος ο έλεγχος της ορατότητας στο μέσο κάθε λωρίδας (Πίνακας 5.5). Εδώ είναι τα ίδια δεδομένα.

Πίνακας 5.5: Οδογραμμές και πλάτη για τις οδούς A1 και A2

Οδογραμμή	XΘ	Πλάτος	Ακτίνα	Απόσταση	Οδοστρωσία	Στράγγιση	Έδραση
-1	0.000	4.000	0.000	0.000	0.590	0.000	0.000
-1	999999.000	4.000	0.000	0.000	0.590	0.000	0.000
1	0.000	4.000	0.000	0.000	0.590	0.000	0.000
1	999999.000	4.000	0.000	0.000	0.590	0.000	0.000

Στο επόμενο στάδιο προσδιορίζονται οι σημαίες της μηκοτομής. Οι χιλιομετρικές θέσεις των σημαιών θα διαφοροποιούνται αναλόγως τις περιπτώσεις. Η ακτίνα της κυρτής καμπύλης, ανάλογα με την περίπτωση θα ορίζεται ως η ελάχιστη ή θα διερευνάται η ελάχιστη επιτρεπτή (Πίνακας 5.7-5.8).

Πίνακας 5.6: Σημαίες μηκοτομής από το λογισμικό 'FM16' για την οδό A1

Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Προσθήκη Διατομών	Κατά Μήκος Κλίση S(i,i+1)	Μήκος T	Βέλος f
M1	0	366	0	1			
M2	656.573	379.28	5000	1	0.020226235	194.4988668	3.782980919
M3	1671	478.72	5000	1	0.098025782	462.4867128	21.38939595
M4	3251.22	341.29	5000	1	-0.086968903	158.1425808	2.500907585
M5	4850.419	303.37	0	1	-0.023711871		

Πίνακας 5.7: Σημαίες μηκοτομής για την οδό A2

Σημαία	ΧΘ	Υψόμετρο	Ακτίνα	Προσθήκη Διατομών	Κατά Μήκος Κλίση S(i,i+1)	Μήκος T	Βέλος f
M1	0.000	362.580	0.000	1			
M2	1099.248	336.000	4200.000	1	-2.418%	130.060	2.014
M3	2357.425	383.500	8500.000	1	3.775%	375.474	8.293
M4	4307.661	284.830	0.000	1	-5.059%		

Εφόσον έχουν συμπληρωθεί τα παραπάνω για την κάθε δοκιμή, στη συνέχεια, με τη βοήθεια του λογισμικού 'FM16' εκτελούνται οι υπολογισμοί για τα παρακάτω στοιχεία της χάραξης της οδού, ελέγχοντας και τα αντίστοιχα σχέδια προκειμένου να διασφαλιστεί ο σωστός σχεδιασμός της:

1. Οριζοντιογραφίας
2. Υψομετρίας
3. ΜΕΟ
4. Διατομών
5. 3-Διαστάσεων
6. Ορατότητες

Τα σχέδια που χρειάζονται περισσότερο προσοχή στη συγκεκριμένη έρευνα και απαιτούν μελέτη είναι αυτά της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής, μία τυπική

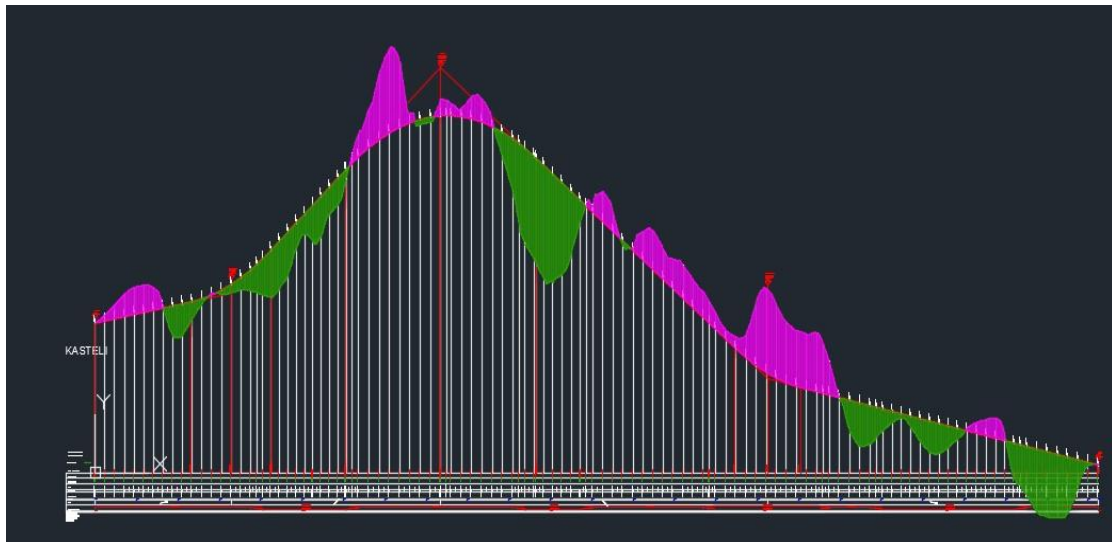
διατομή και το σχέδιο της ορατότητας που προκύπτουν από το λογισμικό 'FM16' έτσι ώστε να υπολογίσουμε τις υπάρχουσες και απαιτούμενες ορατότητες. Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα σχέδια που προκύπτουν από τη χάραξη των δύο οδών και απαιτούνται για την παρούσα έρευνα.



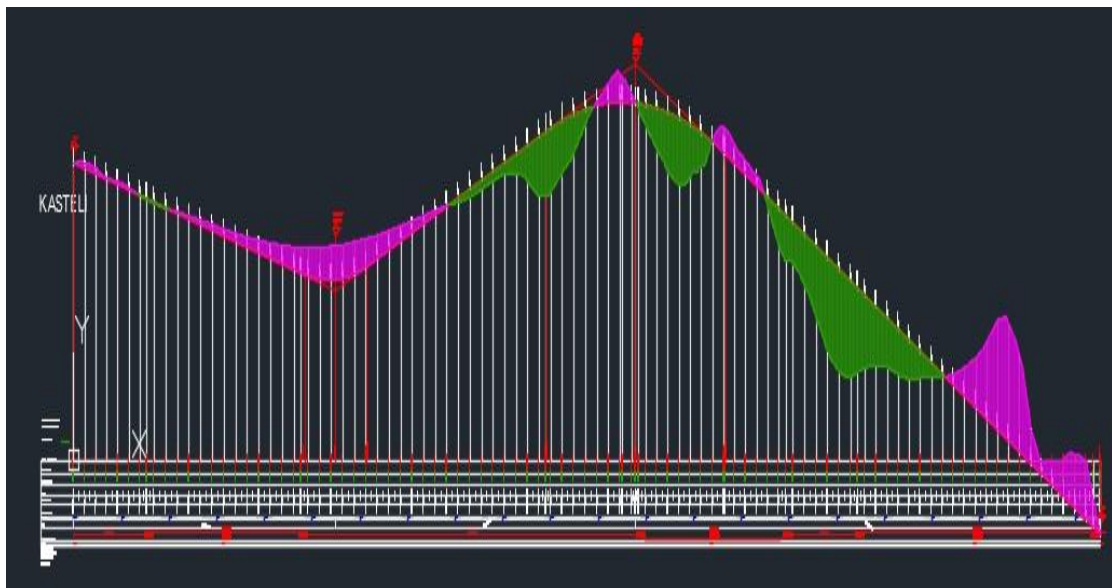
Εικόνα 5.1: Οριζοντιογραφία από το λογισμικό 'FM16' για την οδό Α1



Εικόνα 5.2: Οριζοντιογραφία για την οδό Α2



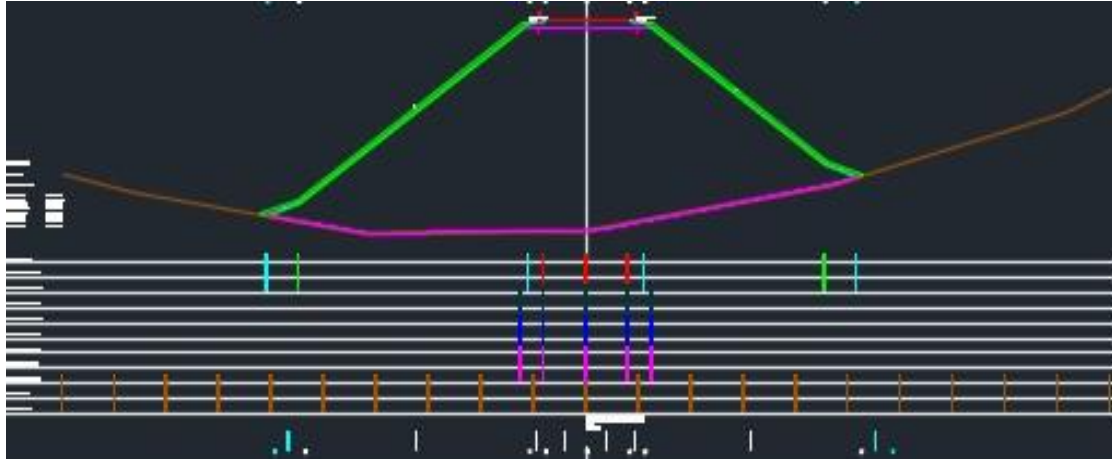
Εικόνα 5.3: Μηκοτομή από το λογισμικό 'FM16' για την οδό Α1



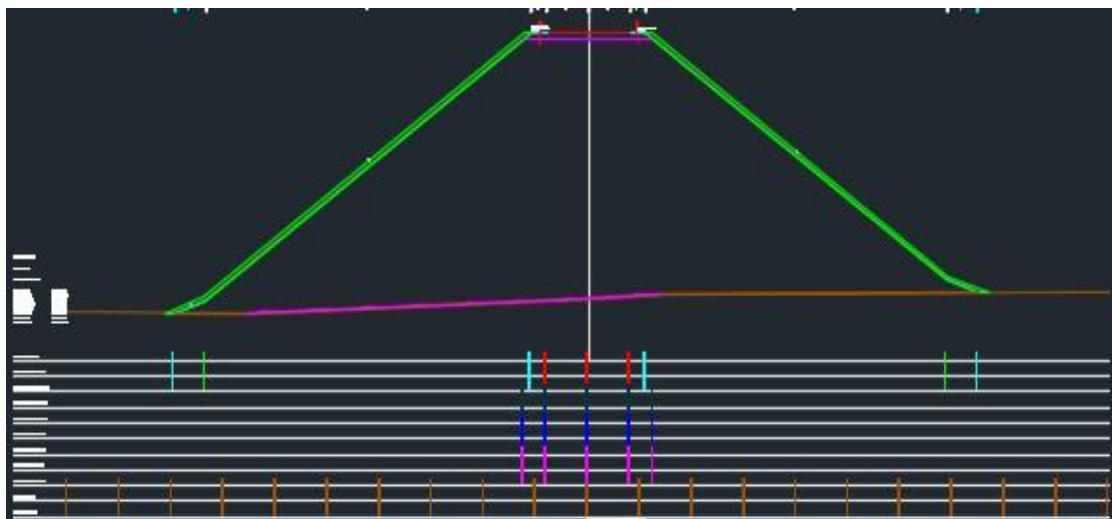
Εικόνα 5.4: Μηκοτομή για την οδό Α2

Στη μηκοτομή η υπάρχουσα ορατότητα σε κάθε διατομή ορίζεται μέχρι το σημείο όπου αλλάζει η κλίση της οδού.

Ακολουθεί μία τυπική διατομή για κάθε μία από τις οδούς που μελετούνται.



Εικόνα 5.5: Τυπική διατομή της οδού A1



Εικόνα 5.6: Τυπική διατομή της οδού A2

5.3 Ανάλυση Ορατότητας

5.3.1 Υπολογισμός Ορατότητας

Η ανάλυση της ορατότητας πραγματοποιείται με χρήση των επιθυμητών οδηγιών σχεδιασμού οδών που επιλέγονται από τον χρήστη. Στις διάφορες οδηγίες σχεδιασμού οδών, λαμβάνονται διαφορετικές τιμές των παραμέτρων υπολογισμού του μήκους ορατότητας για προσπέραση. Πιο αναλυτικά έχει γίνει περιγραφή στα κεφάλαια 2 και 3 της παρούσας εργασίας.

Το λογισμικό «FM16» παρέχει στον μελετητή τη δυνατότητα συσχέτισης του απαιτούμενου μήκους ορατότητας με το διατιθέμενο, καθ' όλο το μήκος της οδού, με σκοπό τον ταχύ εντοπισμό των οδικών τμημάτων που εμφανίζουν πρόβλημα ως προς την επάρκεια ορατότητας του χρήστη της οδού.

Το λογισμικό έχει τη δυνατότητα υπολογισμού του διαθέσιμου μήκους ορατότητας σε οποιαδήποτε θέση κατά μήκος της οδού και σε οποιαδήποτε εγκάρσια απόσταση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται σύμφωνα με το επιθυμητό βήμα υπολογισμού. Επιπλέον, λαμβάνεται υπόψη η οριζοντιογραφία, η μηκοτομή, οι επικλίσεις, καθώς και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος χώρου της οδού, επιτρέποντας έτσι την τρισδιάστατη ανάλυση ορατότητας. Ακόμη, υπολογίζεται και το διατιθέμενο μήκος ορατότητας του χρήστη, βάσει της γεωμετρικής διαμόρφωσης της μηκοτομής (δισδιάστατο μοντέλο υπολογισμού).

Όσον αφορά το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση, αφού υπολογισθεί με βάση όποιες από τις οδηγίες ακολουθηθούν, χαράσσεται με μία συνεχόμενη γραμμή πάνω στο ήδη υπάρχον σχέδιο με τις διατιθέμενες ορατότητες προκειμένου να γίνει ο έλεγχος επάρκειας ορατότητας κατά μήκος της οδού.

Όπως έχει αναφερθεί, η ανάλυση της ορατότητας πραγματοποιείται με χρήση των επιθυμητών οδηγιών σχεδιασμού οδών που επιλέγονται από τον χρήστη. Στις διάφορες οδηγίες σχεδιασμού οδών, λαμβάνονται διαφορετικές τιμές των παραμέτρων υπολογισμού του ΜΟΠ. Τέτοιες παράμετροι μπορεί να είναι η επιτάχυνση, ο χρόνος προσπέρασης, ο χρόνος ασφάλειας καθώς και οι ταχύτητες των οχημάτων.

5.3.2 Διαγράμματα Ορατότητας

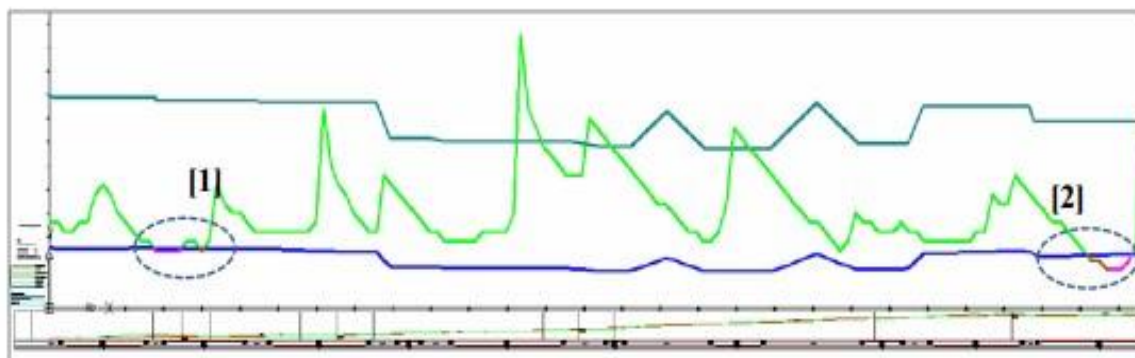
Τα αποτελέσματα της ανάλυσης εξάγονται υπό τη μορφή **διαγραμμάτων απεικόνισης μεταξύ διατιθέμενου και απαιτούμενου μήκους ορατότητας προσπέρασης**, βάσει των οποίων μπορεί ο μελετητής να εντοπίσει τα οδικά τμήματα που παρουσιάζουν πρόβλημα ως προς το μήκος ορατότητας για προσπέραση. Για την καλύτερη αντίληψη των διαγραμμάτων ορατότητας παρουσιάζονται τα κύρια σημεία του:

- Ο οριζόντιος άξονας δηλώνει τη χιλιομέτρηση της οδού.
- Ο αριστερός κάθετος άξονας δηλώνει τις τιμές του μήκους ορατότητας.
- Ο δεξιός κάθετος άξονας δηλώνει τις τιμές των ταχυτήτων που ορίστηκαν για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας.
- Στο κάτω μέρος των διαγραμμάτων απεικονίζεται η μηκοτομή της χάραξης, καθώς και οι ευθυγραμμίες και καμπύλες της οριζοντιογραφίας, με όλα τα γεωμετρικά στοιχεία τους προκειμένου να είναι δυνατή η άμεση συσχέτιση του μήκους ορατότητας με τη μορφή της χάραξης σε κάθε σημείο της οδού.
- 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 5.5):
 - ✓ τα δεδομένα στα οποία βασίστηκαν οι υπολογισμοί του ΜΟΠ
 - ✓ η κατεύθυνση κατά μήκος της οδού
 - ✓ το υπόμνημα εξηγεί τη σημασία του κάθε χρώματος



Εικόνα 5.7: Πληροφορίες (υπόμνημα) παραγόμενου διαγράμματος ορατότητας

Στο Σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα παράδειγμα όπου φαίνεται το διατιθέμενο μήκος ορατότητας (πράσινη γραμμή), το αντίστοιχο απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση (μπλε γραμμή), καθώς και το διάγραμμα ταχυτήτων (κυανή γραμμή). Είναι προφανές ότι κρίσιμες καταστάσεις δημιουργούνται όταν το διατιθέμενο μήκος είναι μικρότερο του αντιστοίχως απαιτούμενου. Στο σχήμα αυτές οι περιοχές επισημαίνονται με διαφορετικό χρώμα (περιοχές 1 και 2 στο σχήμα).



Σχήμα 5.1: Διάγραμμα προσδιορισμού επάρκειας ΜΟΠ

Οπότε αν προστεθεί στο υπάρχον διάγραμμα η υπάρχουσα ορατότητα σε τρεις διαστάσεις, η απεικόνιση θα γίνεται ιδιαίτερα εποπτική ώστε να παρέχει στον μελετητή άμεσο έλεγχο επάρκειας ή ανεπάρκειας του ΜΟΠ και τα αίτια ανεπάρκειας και κατά συνέπεια να μπορούν να γίνουν οι διορθωτικές κινήσεις από τον μελετητή.

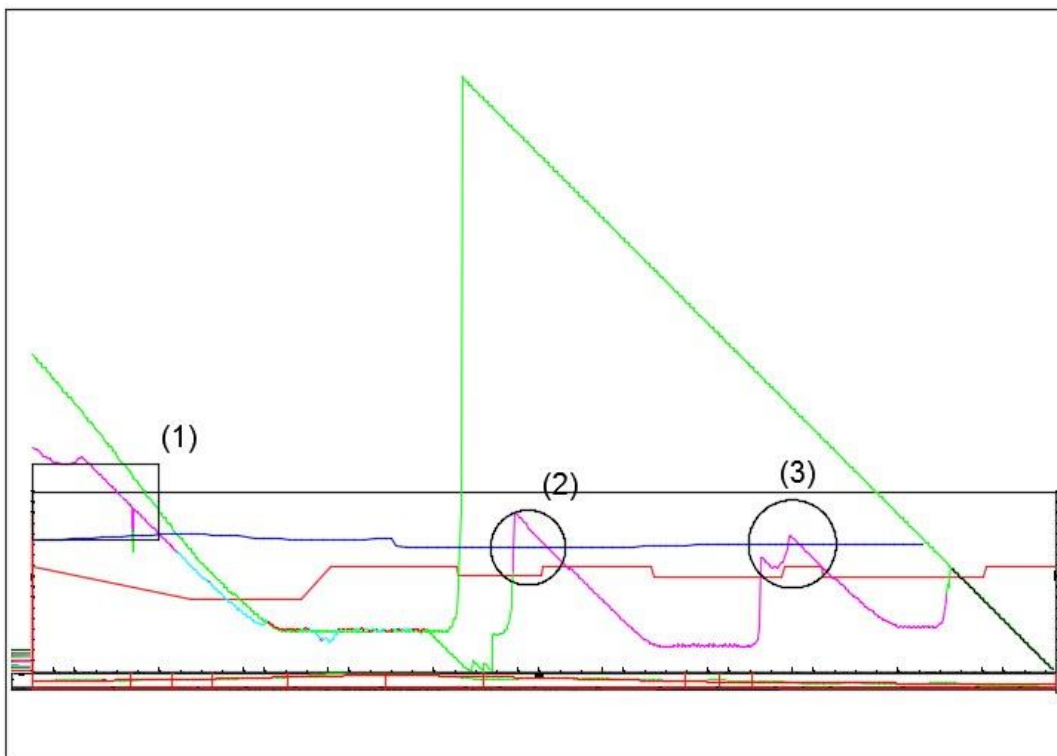
Παρακάτω θα γίνει η ανάλυση των διαγραμμάτων ορατότητας για κάθε οδό, που προκύπτουν από το λογισμικό «FM16» εισάγοντας και το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση που προκύπτει με βάση τη μέθοδο που αναλύθηκε στο κεφάλαιο 3. Η ανάλυση αφορά τη μία λωρίδα κατεύθυνσης καθώς δεν παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στα μήκη ώστε να απαιτείται μελέτη και της αντίθετης κατεύθυνσης.

- **Οδός Α1**

Το συνολικό μήκος της οδού είναι ίσο με 4.850,19 m.

Στο σχήμα 5.2 που ακολουθεί, απεικονίζεται το διάγραμμα ορατοτήτων για τη χάραξη της εφαρμογής από το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε, όπου:

- Η σκούρα μπλε γραμμή αντιστοιχεί στο απαιτούμενο μήκος ορατότητας προσπέρασης
- Η σκούρα πράσινη γραμμή αντιστοιχεί στο διατιθέμενο μήκος ορατότητας προσπέρασης, όπως αυτό υπολογίζεται με βάση τη μηκοτομή της χάραξης
- Η γραμμή διάφορων χρωματισμών αντιστοιχεί στο διατιθέμενο μήκος ορατότητας, όπως αυτό υπολογίζεται με βάση το τρισδιάστατο μοντέλο της οδού. Οι χρωματισμοί που εμφανίζονται εξηγούνται και στο υπόμνημα.



Σχήμα 5.2: Διάγραμμα ορατοτήτων για την οδό Α1

Στο παραπάνω διάγραμμα έχουν σημειωθεί με αριθμούς κάποιες περιοχές που πρέπει να αναλυθούν και να γίνουν παρατηρήσεις. Έτσι έχουμε σε αυτή την περίπτωση τις εξής περιοχές:

- Η **περιοχή 1** περιλαμβάνει απαιτούμενο μήκος ορατότητας μικρότερο από το διατιθέμενο.
- Η **περιοχή 2**, περιλαμβάνει συνδυασμό κυρτής καμπύλης μηκοτομής με αριστερόστροφη καμπύλη.

- iii. Η **περιοχή 3** περιλαμβάνει οριακές συνθήκες ώστε να μη θεωρείται κρίσιμη περιοχή.

Όσον αφορά στη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μεθόδων ανάλυσης της διατιθέμενης ορατότητας, παρατηρείται ότι αυτά είναι παρόμοια στις περιοχές κυρτής καμπύλης στη μηκοτομή, όπου προκύπτει ότι το διατιθέμενο μήκος ορατότητας περιορίζεται σημαντικά. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στις περιοχές κοίλης καμπύλης, όπου σύμφωνα με την εξέταση της μηκοτομής το διατιθέμενο μήκος προκύπτει πολύ μεγάλο, ενώ σύμφωνα με τη τρισδιάστατη ανάλυση περιορίζεται.

Όσον αφορά στη συσχέτιση μεταξύ διατιθέμενου και απαιτούμενου μήκους ορατότητας προσπέρασης, προκύπτει, ότι σύμφωνα με τη δισδιάστατη μέθοδο το ΜΟΠ επαρκεί στο μεγαλύτερο μήκος της οδού, ενώ σύμφωνα με την τρισδιάστατη μέθοδο το ΜΟΠ επαρκεί θεωρητικά στις περιοχές που σημειώθηκαν και θα αναλυθούν ειδικότερα παρακάτω. Οπότε:

α. Στην περιοχή 1, όπου πρόκειται για ευθυγραμμία:

- Το **απαιτούμενο μήκος για προσπέραση** αυξάνεται σταδιακά από 619,6 m στην αρχή της οδού σε 647,01 m σε 55 m περίπου πριν την αρχή της κυρτής καμπύλης μηκοτομής.
- Το διατιθέμενο μήκος ορατότητας κατά την τρισδιάστατη ανάλυση ορατότητας προκύπτει μικρότερο από το ελάχιστο διατιθέμενο μήκος κατά τη δισδιάστατη ανάλυση, στην περιοχή μεταξύ της Χ.Θ. 0+000 και της Χ.Θ. 0+600 (μήκος 600 m).
- Σύμφωνα με τη **δισδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας είναι επαρκές καθώς το ελάχιστο διατιθέμενο ξεπερνάει το απαιτούμενο σύμφωνα με το σχήμα 5.2. Το συνολικό μήκος της οδού για το οποίο επαρκεί ανέρχεται στα 690 m περίπου.
- Σύμφωνα με την **τρειςδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση επαρκεί. Αίτια επάρκειας είναι το πρηνές ορύγματος κατά το μεγαλύτερο βαθμό και ελάχιστα το πρηνές επιχώματος. Το ελάχιστο διατιθέμενο μήκος ισούται με 1057,91 m στην αρχή της οδού και μειώνεται έως το κρίσιμο σημείο στα 647,01 m σε απόσταση 150 m από την αρχή της κλωθοειδούς εισόδου στην αριστερόστροφη καμπύλη. Το μήκος οδού με επάρκεια ορατότητας ανέρχεται συνολικά στα 600 m.

β. Στην περιοχή 2, όπου πρόκειται για συνδυασμό κυρτής καμπύλης μηκοτομής και αριστερόστροφης καμπύλης:

- Το **απαιτούμενο μήκος για προσπέραση** είναι ίσο με 585,36 m σε απόσταση 68.17 m από τη θέση αρχής της κλωθοειδούς εξόδου στην αριστερόστροφη

καμπύλη σε Χ.Θ. 2+278,3 και συνεχίζει να είναι ίσο με 585,36 m σε απόσταση 33,2 m από τη θέση πέρατος της κλωθοειδούς εξόδου σε Χ.Θ. 2+438,67.

- Το διατιθέμενο μήκος ορατότητας κατά τη δισδιάστατη ανάλυση προκύπτει πολύ μεγαλύτερο στην περιοχή αυτήν από το αντίστοιχο διατιθέμενο κατά την τρισδιάστατη ανάλυση, αλλά και πριν και μετά από αυτήν την περιοχή.
- Σύμφωνα με τη **δισδιάστατη μέθοδο** το μήκος ορατότητας για προσπέραση επαρκεί, όπως πριν και μετά από αυτήν την περιοχή.
- Σύμφωνα με την **τρειςδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση δεν επαρκεί παρόλο που ξεπερνάει το απαιτούμενο όπως φαίνεται από το διάγραμμα λόγω του πρηνούς ορύγματος. Αιτία ανεπάρκειας είναι ότι δεν υπάρχει επαρκές μήκος της οδού για να πραγματοποιηθεί προσπέραση καθώς αυτό προκύπτει πολύ μικρό και ίσο με 161,37 m. Μέσα σε αυτό το μήκος δεν προλαβαίνει ο οδηγός να αναπτύξει ταχύτητα κατάλληλη και να πραγματοποιήσει προσπέραση.

γ. Στην περιοχή 3, όπου το συμπέρασμα προκύπτει ίδιο με την περιοχή 2:

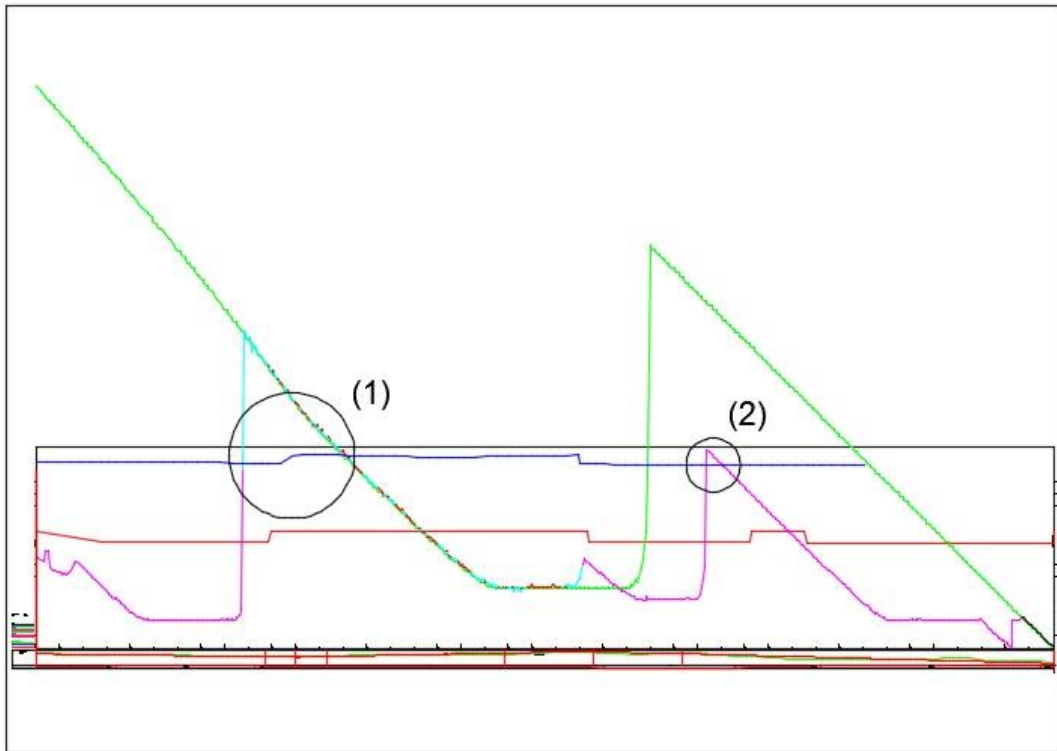
- Το **απαιτούμενο μήκος ορατότητας προσπέρασης** παραμένει σταθερό και ίσο με 602,17 m σε Χ.Θ. 3+576,83 και σε 27,99 m απόσταση από τη θέση πέρατος της κλωθοειδούς εξόδου της δεξιόστροφης καμπύλης έως τη Χ.Θ. 3+629,47 και σε απόσταση 117,66 m από τη θέση αρχής της κλωθοειδούς εισόδου της τελευταίας αριστερόστροφης καμπύλης της οδού.
- Το διατιθέμενο μήκος ορατότητας κατά τη δισδιάστατη ανάλυση προκύπτει πολύ υψηλότερο από αυτό της τρισδιάστατης ανάλυσης.
- Σύμφωνα με τη **δισδιάστατη μέθοδο**, το ΜΟΠ είναι επαρκές.
- Σύμφωνα με την **τρειςδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας κρίνεται ανεπαρκές για προσπέραση αν και το διατιθέμενο μήκος ξεπερνά το απαιτούμενο. Δεν είναι εφικτό με μήκος οδού ίσο με 52,64 m να πραγματοποιηθεί προσπέραση σε αυτή την περιοχή.

Έτσι, λοιπόν, από την ανάλυση των περιοχών αυτών και των συμπερασμάτων που προκύπτουν από το διάγραμμα, παρατηρείται ότι ένα πολύ μικρό ποσοστό του συνολικού μήκους της οδού είναι επαρκές για προσπέραση. Συγκεκριμένα, το μήκος αυτό ισούται με 600 m και αντιστοιχεί σε ποσοστό επί του συνολικού μήκους της οδού ίσο με 12.37%. Πρέπει το επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση σε μία οδό να ανέρχεται σε ποσοστό 20-25% του συνολικού μήκους της.

- **Οδός A2**

Το συνολικό μήκος αυτής της οδού είναι ίσο με 4.307,66 m.

Στο σχήμα 5.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται το διάγραμμα ορατοτήτων για την οδό A2. Οι χρωματισμοί για κάθε γραμμή είναι ίδιοι με αυτούς του διαγράμματος της οδού A1 όπου αναλύθηκε παραπάνω.



Σχήμα 5.3: Διάγραμμα ορατοτήτων για την οδό A2

Στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχουν δύο περιοχές όπου το απαιτούμενο μήκος είναι μικρότερο από το διατιθέμενο μήκος τόσο σε δισδιάστατη όσο και σε τρισδιάστατη μέθοδο και πρέπει να γίνει έλεγχος επάρκειας ορατότητας για προσπέραση. Έτσι υπάρχουν:

- Η **περιοχή 1**, όπου υπάρχει ευθυγραμμία.
- Η **περιοχή 2**, όπου το διατιθέμενο μήκος κατά τη τρισδιάστατη μέθοδο ξεπερνά οριακά το απαιτούμενο.

Όσον αφορά στη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων ανάλυσης της ορατότητας, παρατηρείται ότι στην περιοχή κοίλης καμπύλης στη μηκοτομή, το διατιθέμενο μήκος ορατότητας και στις δύο μεθόδους συμβαδίζει, ενώ στην περιοχή κυρτής καμπύλης μηκοτομής παρουσιάζει μικρή διαφορά. Επίσης στις υπόλοιπες περιοχές υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στα διατιθέμενα μήκη από

τις δύο μεθόδους, καθώς το διατιθέμενο μήκος από τη δισδιάστατη μέθοδο είναι αρκετά υψηλό σε σχέση με αυτό από την τρισδιάστατη μέθοδο.

Όσον αφορά στη συσχέτιση μεταξύ διατιθέμενου και απαιτούμενου μήκους ορατότητας για προσπέραση, προκύπτει σύμφωνα με τη δισδιάστατη μέθοδο, ότι το διατιθέμενο μήκος επαρκεί στο μεγαλύτερο μήκος της οδού. Αντίθετα, σύμφωνα με την τρισδιάστατη μέθοδο, το διατιθέμενο μήκος δεν επαρκεί στο μεγαλύτερο τμήμα της οδού, εκτός από τις περιοχές που θεωρητικά επαρκούν και θα αναλυθούν παρακάτω, κάνοντας έλεγχο επάρκειας του διατιθέμενου μήκους.

Στη συνέχεια ακολουθεί η περιγραφή των περιοχών που έχουν επισημανθεί στο διάγραμμα. Οπότε:

α. Στην περιοχή 1, όπου περιλαμβάνει κυρτή καμπύλη μηκοτομής:

- Το **απαιτούμενο μήκος ορατότητας** για προσπέραση είναι σε Χ.Θ. 0+874,77 ίσο με 784,34 m σε απόσταση 49,61 m από τη θέση αρχής της κλωθοειδούς εξόδου της δεξιόστροφης καμπύλης και αυξάνεται σε 816,99 m σε Χ.Θ. 1+299,81 σε απόσταση 315,11 m από τη θέση πέρατος της κλωθοειδούς εξόδου της δεξιόστροφης καμπύλης.
- Το διατιθέμενο μήκος από τη δισδιάστατη ανάλυση είναι περίπου ίδιο με αυτό της δισδιάστατης.
- Σύμφωνα με τη **δισδιάστατη ανάλυση**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση είναι επαρκές. Το μήκος της οδού αυτής της περιοχής είναι ίσο με 425,04 m.
- Σύμφωνα με την **τρειςδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση επαρκεί καθώς και εδώ η διατιθέμενη ορατότητα ξεπερνά την απαιτούμενη. Το ελάχιστο διατιθέμενο μήκος είναι ίσο με 784,34 m σε Χ.Θ. 0+874,77 σε απόσταση 49,61 m από τη θέση αρχής της κλωθοειδούς εξόδου της δεξιόστροφης καμπύλης και αυξάνεται σε 816,99 m σε Χ.Θ. 1+312 σε απόσταση 327,78 m από τη θέση πέρατος της κλωθοειδούς εξόδου της δεξιόστροφης καμπύλης. Το συνολικό μήκος της οδού που είναι επαρκές είναι ίσο με 437,24 m.

β. Στην περιοχή 2 παρατηρείται ότι:

- Το **απαιτούμενο μήκος ορατότητας** για προσπέραση είναι ίσο και σταθερό σε όλο το μήκος αυτής της περιοχής με 775,43 m. Ξεκινάει από τη Χ.Θ. 2+836,91 και καταλήγει στη Χ.Θ. 2+902,57 σε απόσταση 120,60 m από τη θέση αρχής της κλωθοειδούς εξόδου της αριστερόστροφης καμπύλης και 54,93 m αντιστοίχως.
- Το διατιθέμενο μήκος από τη δισδιάστατη μέθοδο είναι πολύ υψηλότερο από αυτό που προκύπτει σύμφωνα με την τρισδιάστατη μέθοδο.

- Σύμφωνα με τη **δισδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση επαρκεί, καθώς ξεπερνάει κατά πολύ το απαιτούμενο ήδη από πριν αλλά και μετά από την περιοχή αυτή.
- Σύμφωνα με την **τριδιάστατη μέθοδο**, το μήκος ορατότητας για προσπέραση δεν επαρκεί παρόλο που ξεπερνάει το απαιτούμενο μήκος. Αιτία είναι ότι το μήκος της οδού σε αυτήν την περίπτωση είναι ίσο με μόλις 65,67 m. Κατά συνέπεια, είναι αδύνατον να πραγματοποιηθεί η προσπέραση.

Οπότε, σε αυτήν την οδό, το συνολικό μήκος που διατίθεται προκύπτει μόνο από την περιοχή 1 και είναι ίσο με 437,24 m. Το ποσοστό αυτού του μήκους επί του συνολικού μήκους της οδού είναι ίσο με 10,15%. Κανονικά προβλέπεται να διατίθεται για προσπέραση το 20-25% του συνολικού μήκους της οδού.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στο κεφάλαιο που προηγήθηκε παρουσιάστηκαν και εξετάστηκαν δύο θεωρητικές χαράξεις με τη χρήση του λογισμικού «FM16», με στόχο, να εξετασθεί εάν με βάση τις οριακές προτεινόμενες τιμές των παραμέτρων των οδηγιών σχεδιασμού οδών εξασφαλίζεται η ασφάλεια της χάραξης όσον αφορά στην επάρκεια ΜΟΠ με τη χρήση του δισδιάστατου μοντέλου και του τρισδιάστατου και να γίνει μία αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Και στις δύο περιπτώσεις πρόκειται για οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και μία λωρίδα ανά κατεύθυνση. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά κάθε χάραξης καθορίστηκαν βάσει της αντίστοιχης ταχύτητας μελέτης και της λειτουργικής ταχύτητας που επιλέγηκαν. Για τον σχεδιασμό χρησιμοποιήθηκαν οι οριακά επιτρεπόμενες τιμές των παραμέτρων χάραξης, σύμφωνα με τις Ελληνικές οδηγίες (ΟΜΟΕ-Χ 2001).

Για κάθε εφαρμογή παράχθηκαν τα σχέδια της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής καθώς και μία τυπική διατομή για κάθε οδό. Επίσης, δημιουργήθηκε το διάγραμμα του απαιτούμενου ΜΟΠ και διατιθέμενου μήκους ορατότητας, όπου το απαιτούμενο ΜΟΠ υπολογίστηκε με βάση τη μέθοδο που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3, ενώ το διατιθέμενο υπολογίστηκε με εξέταση της μηκοτομής γεωμετρικά και της τρισδιάστατης ανάλυσης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη των δύο οδών είναι ότι με τη δισδιάστατη μέθοδο υπάρχει πρόβλημα σε κάποια τμήματα και των δύο οδών συνδυασμού οριζοντιογραφίας και μηκοτομής είτε πρόκειται για αριστερόστροφες είτε δεξιόστροφες οριζοντιογραφικές καμπύλες με κοίλες ή κυρτές καμπύλες μηκοτομής. Τα προβλήματα συνύπαρξης οριζοντιογραφίας και μηκοτομής μπορεί να οφείλονται στα πρηνή που υπάρχουν στις οδούς, στις κλίσεις των τμημάτων που κάποιες στιγμές είναι υψηλές για να υφίστανται καθώς και στα χαρακτηριστικά που υπάρχουν κατά μήκος της οδού. Όπως φαίνεται η μέθοδος ανάλυσης με βάση μόνο τη μηκοτομή γεωμετρικά (δισδιάστατη μέθοδος) δεν είναι απολύτως αξιόπιστη, παρόλο που είναι εύκολο ο χρήστης να διακρίνει από τα διαγράμματα που υπάρχει ανεπάρκεια ορατότητας για προσπέραση. Ο κυριότερος ίσως λόγος προβλημάτων αυτής της μεθόδου είναι ότι η ορατότητα είναι μέγεθος τρισδιάστατο και ερευνάται σε δύο διαστάσεις, ξεχωριστά για οριζοντιογραφία και μηκοτομή. Για αυτό, για τον έλεγχο επάρκειας λαμβάνεται υπόψη η διατιθέμενη ορατότητα από την τρισδιάστατη μέθοδο.

6.2 Διατύπωση Συμπερασμάτων

Η ορατότητα είναι μία παράμετρος που επηρεάζει σημαντικά την χάραξη μίας οδού. Όλοι οι κανονισμοί έχουν οδηγίες για την μέτρηση της και θέτουν τα ελάχιστα επιτρεπτά όρια της. Οι Γερμανικοί κανονισμοί αναφέρονται στην ορατότητα ταυτόχρονα σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή, όμως θέτουν ελέγχους οι οποίοι μπορούν να πραγματοποιηθούν στις 2-διαστάσεις. Οι Αμερικανικοί κανονισμοί την αντιμετωπίζουν αποκλειστικά στις 2-διαστάσεις, δηλαδή ξεχωριστά σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή. Το ίδιο συμβαίνει και με τις υπόλοιπες οδηγίες. Συμβουλές για την επιθυμητή χάραξη στο χώρο για την αποφυγή προβλημάτων ορατότητας υπάρχουν στους κανονισμούς.

Έρευνες στον υπολογισμό της υπάρχουσας ορατότητας στο χώρο κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και κατά τη διάρκεια των νυχτερινών ωρών από τους Hassan, Glennon και άλλους επιστήμονες υποδεικνύουν ότι η μέτρηση της ορατότητας θα πρέπει να γίνεται στο χώρο. Όταν εξετάζονται ξεχωριστά τα στοιχεία της οριζοντιογραφίας και της μηκοτομής υπάρχει η πιθανότητα λάθους καθώς δεν υπολογίζεται η αλληλεπίδραση των χαράξεων οριζοντιογραφίας και μηκοτομής.

Η ορατότητα στο χώρο εξαρτάται από πολλούς παραμέτρους, γι' αυτό απαιτούνται πολύπλοκοι και χρονοβόροι υπολογισμοί για τον προσδιορισμό της. Δημιουργείται λοιπόν η ανάγκη τυποποίησης και αυτοματοποίησης του ελέγχου της ορατότητας με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έτσι, με τη χρήση των κατάλληλων αλγορίθμων δύναται να υπολογισθεί το απαιτούμενο και το διατιθέμενο μήκος ορατότητας προσπέρασης και στη συνέχεια η σύγκρισή του με τους ισχύοντες Κανονισμούς.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας Διπλωματικής εργασίας, η προταθείσα μέθοδος για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων μηκών ορατότητας για προσπέραση δείχνει ότι αν και γίνεται μία ικανοποιητική προσπάθεια ελέγχου επάρκειας των οδών με βάση τα ΜΟΠ, δεν επαρκεί για τον ακριβή προσδιορισμό τους με βάση όσα προαναφέρθηκαν. Είναι καλύτερα να γίνει η προσέγγιση του προβλήματος στις τρεις διαστάσεις. Η συμβατική δισδιάστατη μέθοδος με εξέταση της μηκοτομής της χάραξης δεν είναι απολύτως αξιόπιστη αφού δε λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά της κάθε διατομής. υπό την έννοια ότι η οδός και το περιβάλλον της θα αντιμετωπιστούν ως ενιαίο σύνολο και δε θα εξετασθούν ξεχωριστά η οριζοντιογραφία και η μηκοτομή. Είναι καλύτερα να γίνει η προσέγγιση του προβλήματος στις τρεις διαστάσεις. Μέσω της τρισδιάστατης αναλυτικής μεθόδου γίνεται μία ολοκληρωμένη προσέγγιση στο ζήτημα της ορατότητας για προσπέραση, καθώς εντάσσονται όλοι οι απαιτούμενες παράμετροι στην ανάλυση της ορατότητας. Με αυτό τον τρόπο, λοιπόν, προκύπτουν ασφαλή συμπεράσματα για την επάρκεια ορατότητας της οδού όσον αφορά την προσπέραση.

6.3 Προτάσεις

Η προταθείσα μέθοδος δύναται να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε οδικό περιβάλλον ζητείται η αξιολόγηση της επάρκειας του διατιθέμενου ΜΟΠ.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν, είναι βέβαιο ότι προτείνεται για καλύτερα αποτελέσματα στη διερεύνηση της επάρκειας ορατότητας για προσπέραση, η μελέτη των οδών σε τρισδιάστατο μοντέλο με τη χρήση αλγορίθμων καθώς παρατηρήθηκε ότι υπάρχουν προβλήματα στη συνύπαρξη οριζοντιογραφικών καμπυλών και καμπυλών μηκοτομής. Πρέπει να προσδιορίζονται τα μήκη ορατότητας στο χώρο και τα επιτρεπτά όριά τους και όχι ξεχωριστά.

Επίσης, στην παρούσα Διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε μία προσέγγιση εφαρμόζοντας χάραξη των οδών με ακραίες τιμές παραμέτρων και μέγιστες κατά μήκος κλίσεις στη μηκοτομή. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων παρατηρήθηκε ότι ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι κρίσιμες μεταβλητές, όπως είναι η ταχύτητα, η κατά μήκος κλίση, η επιτάχυνση μαζί με την τριβή καθώς και οι διαμορφώσεις των οδών(είτε για όρυγμα είτε για επίχωμα) σε κάθε λωρίδα. Θα μπορούσε, λοιπόν, να διερευνηθεί περισσότερο ο βαθμός που επηρεάζει κάθε μία παράμετρος τον υπολογισμό των μηκών ορατότητας για προσπέραση.

Οι καιρικές συνθήκες (βροχή, ομίχλη, κτλ.) επιπροσθέτως είναι ένα χαρακτηριστικό που δε λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα έρευνα, όπως και η διερεύνηση της επάρκειας ορατότητας σε νυχτερινές ώρες.

Τέλος, σημαντικό ρόλο παίζουν και οι ψυχοσωματικοί παράγοντες στην αντίληψη της ορατότητας του οδηγού και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο βαθμό που είναι επιτρεπτό, καθώς επηρεάζεται η οδηγική του συμπεριφορά.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. **AASHTO GREEN BOOK (2004)**. “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets”, American Association of State and Highway Transportation Officials, (AASHTO), Washington DC. 2004
2. **AUSTROADS (2003)**. Guide to Road Design: Geometry Design
3. **Design Manual for Roads and Bridges**. (DMRB), “Road geometry” Volume 6
4. **Glennon, J. C.** New and Improved Model of Passing Sight Distance on Two-Lane Highways. Transportation Research Record 1195, TRB, National Research Council, Washington, DC, 1998, pp. 59–69.
5. **Harwood, D. W., and J. C. Glennon**. Framework for Design and Operation of Passing Zones on Two-Lane Highways. Transportation Research Record 601, TRB, National Research Council, Washington, DC, 1976, pp. 45–50.
6. **Hassan, Y., S. M. Easa, and A. O. Abd El Halim**. Passing Sight Distance on Two-Lane Highways: Review and Revision. Transportation Research Part A, Vol. 30, No. 6, 1996, pp. 453–469.
7. **Lieberman, E. B.** Model for Calculating Safe Passing Sight Distance on Two-Lane Rural Roads. Transportation Research Record 869, TRB, National Research Council, Washington, DC, 1982, pp. 70–76.
8. **Lippold C., Shultz R.** “Orientation Sight Distance – Definition and Evaluation”, 3rd International symposium on highway Geometric Design, June 2005
9. **Richtlinien für die Anlage von Autobahnen RAA (Ausgabe 2008)**
10. **Road Safety Manual**. “PIARC technical committee on road safety”, 2003
11. **Weaver, G. D. and J. C. Glennon**. Design and Striping for Safe Passing Operations. Highway Research Record 388, HRB, National Research Council, Washington, DC, 1972, pp. 36–39.
12. **Van Valkenburg, G. W., and H. L. Michael**. Criteria for No Passing Zones. Highway Research Record 377, HRB, National Research Council, Washington, DC, 1971, pp. 1–19.
13. **Αναστάσιος Κ. Αποστολέρης**. Οδοποιία Ι – Χαράξεις & Υπολογισμός Χωματισμών. Θεωρία και Πρακτική. Έκδοση Ιούνιος 2015

14. Κανελλαΐδης, Μαλέρδος, Καλτσούνης, Γλαρός. “Σημειώσεις για τον γεωμετρικό σχεδιασμό οδών”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα Οκτώβριος 2013

15. Μερτζάνης Φώτης. «Συμβολή στη διερεύνηση του μήκους ορατότητας για στάση στον τρισδιάστατο χώρο». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2015.

16. Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων. (ΟΜΟΕ), Τεύχος 3, «Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ)», Έκδοση 2001

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Οδός Α1

ΕΜΠ :	ΦΩΤΗΣ Σ. 7									
ΕΡΓΟ :	ΚΑΣΤΕΛΙ									
ΧΡΟΝΟΣ :	5/3/2017 -		23 hr		37 min					
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ			L10							
ΟΝΟΜΑ	ΧΘ	ΕΡΥΘΡΟ	ΕΔΑΦΟΣ	ΕΡΘ-ΕΔΦ	ΚΛΙΣΗ %	Rv	Vas=80 Km/h			
							δεξιά λωρίδα	αριστερή λωρίδα		
K1	0	366	366	0	2.0226	0	2.023	619.6		
1	46.898	366.949	369.622	-2.673	2.0226	0	2.023	620.86		
2	93.796	367.897	373.945	-6.048	2.0226	0	2.023	622.4		
3	140.694	368.846	378.61	-9.764	2.0226	0	2.023	624.13		
4	187.592	369.794	381.598	-11.804	2.0226	0	2.023	626.08		
5	234.49	370.743	382.703	-11.96	2.0226	0	2.023	629.68		
6	281.388	371.691	381.513	-9.821	2.0226	0	2.023	631.87		
7	328.286	372.64	373.207	-0.567	2.0226	0	2.023	634.11		
8	375.185	373.589	360.761	12.828	2.0226	0	2.023	636.43		
9	422.083	374.537	360.742	13.796	2.0226	0	2.023	638.81		
10	468.981	375.49	367.667	7.823	2.1608	####	2.161	641.25		
11	515.879	376.724	374.491	2.233	3.0987	####	3.099	644.28		
12	562.777	378.397	379.044	-0.647	4.0367	####	4.037	646.37		
13	609.675	380.51	378.861	1.649	4.9746	####	4.975	647.91	601.89	
14	656.573	383.063	379.28	3.783	5.9126	####	5.913	648.69	601.05	
15	703.471	386.056	380.701	5.355	6.8506	####	6.851	648.88	600.03	
A2	750.369	389.489	380.345	9.144	7.7885	####	7.789	648.47	598.83	
E2	780.369	391.915	379.513	12.402	8.3885	####	8.389	647.47	597.52	
Ω2	810.369	394.522	378.392	16.13	8.9885	####	8.989	647.58	596.58	
16	850.639	398.303	377.364	20.939	9.7939	####	9.794	645.83	595.15	
17	890.909	402.251	381.245	21.006	9.8026	0	9.803	643.57	593.75	
18	931.178	406.198	387.135	19.064	9.8026	0	9.803	641.06	592.38	
19	971.448	410.146	398.856	11.29	9.8026	0	9.803	640.33	591.04	
Δ2	1011.72	414.093	404.865	9.228	9.8026	0	9.803	637.46	589.73	
20	1051.99	418.041	401.938	16.103	9.8026	0	9.803	631.38	589.28	
21	1092.26	421.988	404.455	17.534	9.8026	0	9.803	629.51	588.08	
22	1132.53	425.936	414.162	11.773	9.8026	0	9.803	628.29	586.94	
23	1172.8	429.883	418.068	11.815	9.8026	0	9.803	626.42	585.94	
Ω*2	1213.07	433.829	429.858	3.971	9.7115	5000	9.712	624.84	585.12	
E*2	1243.07	436.652	440.843	-4.191	9.1115	5000	9.112	623.36	584.52	
A*2	1273.07	439.296	449.149	-9.853	8.5115	5000	8.512	622.17	584.6	

Εικόνα Π1.1: Αρχείο fm17 από το λογισμικό FM16 με τις διατομές και παρουσίαση των απαιτούμενων μηκών ορατότητας προσπέρασης σε κάθε λωρίδα

	24	1322.78	443.279	460.172	-16.893	7.5173	5000	7.517	621.39	584.38
	25	1372.48	446.769	475.91	-29.141	6.5232	5000	6.523	621.11	584.24
	26	1422.19	449.765	486.518	-36.753	5.529	5000	5.529	621.23	584.65
	27	1471.9	452.266	481.227	-28.961	4.5348	5000	4.535	623	585.29
	28	1521.61	454.273	458.34	-4.067	3.5407	5000	3.541	624	586.2
	29	1571.32	455.786	453.457	2.329	2.5465	5000	2.547	625.36	587.28
	30	1621.02	456.805	454.708	2.096	1.5524	5000	1.552	626.79	588.93
	31	1670.73	457.329	464.769	-7.44	0.5582	5000	0.558	628.61	590.47
	M3	1671	457.331	464.763	-7.432	0.5528	5000	0.553	629.8	591.43
	MM3	1698.64	457.407	464.268	-6.861	0	5000	0	632.1	632.97
	32	1720.44	457.359	462.725	-5.365	-0.436	5000	0.436	591.89	631.6
	33	1770.15	456.896	460.657	-3.761	-1.4301	5000	1.43	590.48	628.29
	34	1819.86	455.938	465.991	-10.054	-2.4243	5000	2.424	589.02	626.42
	35	1869.56	454.486	464.76	-10.275	-3.4184	5000	3.418	588.06	623.36
	36	1919.27	452.539	455.528	-2.988	-4.4126	5000	4.413	587.26	622.17
	37	1968.98	450.099	439.276	10.823	-5.4068	5000	5.407	586.62	621.39
	A3	2018.69	447.164	423.965	23.199	-6.4009	5000	6.401	586.13	621.11
	E3	2048.69	445.154	409.828	35.326	-7.0009	5000	7.001	585.83	622.03
	Ω3	2078.69	442.964	401.351	41.613	-7.6009	5000	7.601	585.56	622.29
	38	2123.22	439.38	394.326	45.054	-8.4916	5000	8.492	585.36	623
	39	2167.76	435.517	385.996	49.521	-8.6969	0	8.697	585.36	624
	Δ3	2212.3	431.644	383.865	47.779	-8.6969	0	8.697	585.36	625.26
	40	2256.83	427.771	387.619	40.152	-8.6969	0	8.697	585.36	626.79
	41	2301.37	423.897	396.468	27.429	-8.6969	0	8.697	585.36	629.8
	Ω*3	2345.91	420.024	411.222	8.802	-8.6969	0	8.697	585.36	632.1
	E*3	2375.91	417.415	418.759	-1.344	-8.6969	0	8.697	585.36	634.62
	A*3	2405.91	414.806	418.245	-3.439	-8.6969	0	8.697	585.36	635.32
	42	2454.44	410.585	423.807	-13.222	-8.6969	0	8.697	585.36	637.67
	43	2502.98	406.364	414.7	-8.337	-8.6969	0	8.697	585.38	639.78
	44	2551.52	402.142	400.455	1.687	-8.6969	0	8.697	585.55	641.66
	45	2600.06	397.921	399.478	-1.557	-8.6969	0	8.697	585.89	643.27
	46	2648.59	393.7	406.308	-12.608	-8.6969	0	8.697	586.4	644.6
	47	2697.13	389.479	406.543	-17.064	-8.6969	0	8.697	587.08	646.3
	48	2745.67	385.257	398.412	-13.154	-8.6969	0	8.697	587.94	646.88
	49	2794.2	381.036	394.227	-13.191	-8.6969	0	8.697	588.98	647.25
	50	2842.74	376.815	391.292	-14.477	-8.6969	0	8.697	590.1	647.32
	51	2891.28	372.594	384.981	-12.387	-8.6969	0	8.697	591.25	647.32
	A4	2939.82	368.372	379.864	-11.492	-8.6969	0	8.697	593.02	647.32
	E4	2969.82	365.763	375.234	-9.471	-8.6969	0	8.697	594.14	647.32
	Ω4	2999.82	363.154	370.241	-7.087	-8.6969	0	8.697	594.82	647.32

Εικόνα Π1.2: Συνέχεια των διατομών και παρουσίαση των αντίστοιχων μηκών σύμφωνα με την πορεία της οδού

	52	3048.67	358.905	362.787	-3.882	-8.6969	0	8.697	596.06	647.32
	53	3097.53	354.658	359.851	-5.193	-8.6078	####	8.608	597.32	647.29
	54	3146.39	350.691	361.051	-10.36	-7.6307	####	7.631	598.6	646.93
	55	3195.25	347.202	374.686	-27.484	-6.6535	####	6.654	599.85	646.23
	Δ4	3244.1	344.19	381.237	-37.047	-5.6764	####	5.676	600.69	645.08
	56	3292.96	341.655	373.854	-32.199	-4.6992	####	4.699	601.35	643.67
	57	3341.82	339.598	366.396	-26.798	-3.7221	####	3.722	601.82	641.94
	58	3390.68	338.018	362.566	-24.548	-2.7449	####	2.745	602.1	639.92
	59	3439.54	336.825	361.018	-24.194	-2.3712	0	2.371	602.17	637.83
	Ω*4	3488.39	335.666	361.52	-25.854	-2.3712	0	2.371	602.17	635.78
	Ε*4	3518.39	334.955	357.212	-22.257	-2.3712	0	2.371	602.17	633.79
	Α*4	3548.39	334.243	349.139	-14.896	-2.3712	0	2.371	602.17	632.73
	60	3598.08	333.065	333.192	-0.127	-2.3712	0	2.371	602.17	629.94
	61	3647.76	331.887	318.289	13.598	-2.3712	0	2.371	602.17	628.09
	62	3697.44	330.709	311.675	19.034	-2.3712	0	2.371	602.17	626.27
	Α5	3747.13	329.531	312.632	16.899	-2.3712	0	2.371	602.17	624.5
	Ε5	3777.13	328.82	315.553	13.267	-2.3712	0	2.371	602.17	622.79
	Ω5	3807.13	328.108	318.487	9.621	-2.3712	0	2.371	602.17	622.51
	63	3852.6	327.03	321.958	5.072	-2.3712	0	2.371	602.17	621.19
	64	3898.08	325.952	323.891	2.06	-2.3712	0	2.371	602.17	620.13
	65	3943.56	324.873	320.091	4.783	-2.3712	0	2.371	602.17	619.33
	66	3989.03	323.795	313.923	9.872	-2.3712	0	2.371	602.17	618.76
	67	4034.51	322.717	309.132	13.585	-2.3712	0	2.371	602.17	618.44
	68	4079.98	321.638	308.548	13.091	-2.3712	0	2.371	602.17	618.35
	Δ5	4125.46	320.56	311.257	9.303	-2.3712	0	2.371	602.17	618.35
	69	4170.94	319.482	314.814	4.668	-2.3712	0	2.371	602.17	618.35
	70	4216.41	318.404	319.719	-1.315	-2.3712	0	2.371	602.17	618.35
	71	4261.89	317.325	322.121	-4.796	-2.3712	0	2.371		618.35
	72	4307.36	316.247	323.313	-7.066	-2.3712	0	2.371		618.35
	73	4352.84	315.169	323.848	-8.679	-2.3712	0	2.371		618.35
	74	4398.31	314.09	315.858	-1.767	-2.3712	0	2.371		618.35
	Ω*5	4443.79	313.012	297.267	15.745	-2.3712	0	2.371		618.35
	Ε*5	4473.79	312.301	294.383	17.918	-2.3712	0	2.371		618.35
	Α*5	4503.79	311.589	290.056	21.533	-2.3712	0	2.371		618.35
	75	4553.31	310.415	282.793	27.622	-2.3712	0	2.371		618.35
	76	4602.83	309.241	280.689	28.552	-2.3712	0	2.371		618.35
	77	4652.35	308.067	279.955	28.112	-2.3712	0	2.371		618.35
	78	4701.86	306.893	282.361	24.532	-2.3712	0	2.371		618.35
	79	4751.38	305.718	294.062	11.656	-2.3712	0	2.371		618.35
	80	4800.9	304.544	303.156	1.388	-2.3712	0	2.371		618.35

Εικόνα Π1.3: Τελευταίες διατομές της οδού με τα αντίστοιχα απαιτούμενα μήκη ορατότητας προσέρασης

2. Οδός Α2

ΕΜΠ :	ΦΩΤΗΣ Σ. ΜΕΡΤΖΑΝΗΣ									
ΕΡΓΟ :	ΚΑΣΤΕΛΙ									
ΧΡΟΝΟΣ :	5/3/2017			-		23 hr	45 min			
ΥΨΟΜΕΤΡΑ ΔΙΑΤΟΜΩΝ				L10						
ΟΝΟΜΑ	ΧΘ	ΕΡΥΘΡΟ	ΕΔΑΦΟΣ	ΕΡΘ-ΕΔΦ	ΚΛΙΣΗ %	Rv		V85=100		
								Αριστερή λωρίδα	Δεξιά λωρίδα	
K1	0	362.58	362.583	-0.003	-2.418	0	2.418	786.42		
1	46.243	361.462	362.703	-1.241	-2.418	0	2.418	786.42		
2	92.486	360.344	361.53	-1.186	-2.418	0	2.418	786.42		
3	138.73	359.225	359.418	-0.193	-2.418	0	2.418	786.42		
4	184.973	358.107	358.803	-0.696	-2.418	0	2.418	786.51		
5	231.216	356.989	357.345	-0.356	-2.418	0	2.418	786.86		
A2	277.459	355.871	355.767	0.104	-2.418	0	2.418	787.36		
E2	307.459	355.146	354.86	0.286	-2.418	0	2.418	787.6		
Ω2	337.459	354.42	354.113	0.307	-2.418	0	2.418	787.67		
6	386.361	353.238	353.12	0.118	-2.418	0	2.418	787.64		
7	435.262	352.055	352.317	-0.261	-2.418	0	2.418	787.32		
8	484.164	350.873	351.549	-0.676	-2.418	0	2.418	786.98		
9	533.065	349.69	350.679	-0.988	-2.418	0	2.418	786.65		
10	581.967	348.508	349.713	-1.205	-2.418	0	2.418	786.32		
Δ2	630.868	347.326	348.76	-1.434	-2.418	0	2.418	785.98		
11	679.769	346.143	347.87	-1.727	-2.418	0	2.418	785.65		
12	728.671	344.961	347.071	-2.11	-2.418	0	2.418	785.32		
13	777.572	343.778	346.388	-2.61	-2.418	0	2.418	785		
14	826.474	342.596	345.825	-3.23	-2.418	0	2.418	784.67	810.32	
15	875.375	341.413	345.371	-3.958	-2.418	0	2.418	784.34	810.32	
Ω*2	924.276	340.231	345.032	-4.801	-2.418	0	2.418	784.02	810.32	
E*2	954.276	339.505	344.925	-5.42	-2.418	0	2.418	783.69	810.32	
A*2	984.276	338.807	344.913	-6.106	-2.0588	####	2.059	783.37	810.22	
16	1032.71	338.089	345.019	-6.929	-0.9055	####	0.906	782.97	809.8	
17	1081.15	337.93	345.174	-7.244	0.2478	####	0.248	815.76	787.36	
18	1129.59	338.329	345.518	-7.189	1.401	####	1.401	816.91	787.67	
19	1178.03	339.287	346.15	-6.863	2.5543	####	2.554	817.61	787.64	
20	1226.47	340.804	346.832	-6.028	3.7076	####	3.708	817.75	787.32	
21	1274.9	342.631	347.531	-4.899	3.7753	0	3.775	817.32	786.98	
22	1323.34	344.46	348.486	-4.026	3.7753	0	3.775	816.69	786.65	
23	1371.78	346.289	349.494	-3.205	3.7753	0	3.775	815.87	786.32	

Εικόνα Π2.1: Αρχικές διατομές της οδού Α2 με τα υψόμετρα, τις κλίσεις και τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση σε κάθε μία λωρίδα

	24	1420.22	348.117	350.534	-2.416	3.7753	0	3.775	814.88	785.98
	25	1468.65	349.946	351.614	-1.668	3.7753	0	3.775	813.71	785.65
	26	1517.09	351.775	352.756	-0.981	3.7753	0	3.775	812.66	785.32
	27	1565.53	353.603	353.72	-0.117	3.7753	0	3.775	811.28	785
	28	1613.97	355.432	354.446	0.986	3.7753	0	3.775	810.27	784.67
	29	1662.4	357.261	355.446	1.814	3.7753	0	3.775	810.22	784.34
	30	1710.84	359.089	357.143	1.947	3.7753	0	3.775	809.93	784.02
	31	1759.28	360.918	358.926	1.993	3.7753	0	3.775	809.8	783.69
	32	1807.72	362.747	360.255	2.491	3.7753	0	3.775	809.83	783.37
	33	1856.15	364.575	360.411	4.165	3.7753	0	3.775	810.02	782.97
	34	1904.59	366.404	358.769	7.636	3.7753	0	3.775	810.37	782.29
	35	1953.03	368.233	355.6	12.632	3.7753	0	3.775	810.75	781.46
	36	2001.47	370.039	356.705	13.334	3.5457	8500	3.546	811.12	780.97
	37	2049.91	371.619	360.696	10.922	2.9758	8500	2.976	811.57	780.87
	38	2098.34	372.922	364.918	8.004	2.406	8500	2.406	812.19	781.17
	39	2146.78	373.949	370.963	2.986	1.8361	8500	1.836	812.98	781.62
	40	2195.22	374.701	375.598	-0.897	1.2663	8500	1.266	814.52	782.21
	41	2243.66	375.176	379.496	-4.32	0.6964	8500	0.696	815.61	782.93
	42	2292.09	375.375	381.167	-5.792	0.1266	8500	0.127	816.89	783.8
	MM3	2302.85	375.382	380.46	-5.08	0	8500	0	781.5	812.81
	A3	2340.53	375.299	377.124	-1.825	-0.4433	8500	0.443	780.45	812.66
	E3	2370.53	375.113	373.806	1.307	-0.7962	8500	0.796	779.71	811.73
	Ω3	2400.53	374.821	370.287	4.534	-1.1492	8500	1.149	778.8	811.28
	43	2446.95	374.161	365.43	8.73	-1.6952	8500	1.695	777.96	810.67
	44	2493.36	373.247	360.74	12.507	-2.2413	8500	2.241	777.25	810.22
	45	2539.77	372.08	358.191	13.889	-2.7873	8500	2.787	776.59	809.93
	46	2586.19	370.66	359.785	10.875	-3.3334	8500	3.333	776.14	809.8
	47	2632.6	368.986	361.864	7.122	-3.8794	8500	3.879	775.82	809.83
	Δ3	2679.02	367.059	367.198	-0.139	-4.4255	8500	4.426	775.58	810.02
	48	2725.43	364.878	370.122	-5.245	-4.9715	8500	4.972	775.44	810.75
	49	2771.85	362.533	366.603	-4.07	-5.0594	0	5.059	775.43	811.1
	50	2818.26	360.184	363.062	-2.877	-5.0594	0	5.059	775.43	811.46
	51	2864.68	357.836	359.929	-2.093	-5.0594	0	5.059	775.43	811.82
	52	2911.09	355.488	353.585	1.903	-5.0594	0	5.059	775.43	812.25
	Ω*3	2957.51	353.14	345.382	7.758	-5.0594	0	5.059	775.43	812.84
	E*3	2987.51	351.622	342.22	9.402	-5.0594	0	5.059	775.43	813.59
	A*3	3017.51	350.104	341.512	8.592	-5.0594	0	5.059	775.43	814.15
	53	3065.91	347.655	336.837	10.818	-5.0594	0	5.059	775.43	815.04
	54	3114.31	345.206	330.302	14.904	-5.0594	0	5.059	775.43	816.09
	55	3162.71	342.757	322.945	19.812	-5.0594	0	5.059	775.43	817.31

Εικόνα Π2.2: Παρουσίαση των επόμενων διατομών με τα αντίστοιχα στοιχεία τους όπως παραπάνω

	56	3211.11	340.309	318.86	21.449	-5.0594	0	5.059	775.43	819.73
	A4	3259.52	337.86	317.784	20.076	-5.0594	0	5.059	775.43	821.03
	E4	3289.52	336.342	318.821	17.521	-5.0594	0	5.059	775.43	822.22
	Ω4	3319.52	334.824	319.769	15.055	-5.0594	0	5.059	775.43	823.27
	57	3365.88	332.479	320.012	12.467	-5.0594	0	5.059	775.43	824.14
	58	3412.24	330.133	319.844	10.289	-5.0594	0	5.059	775.43	824.86
	59	3458.6	327.788	318.27	9.517	-5.0594	0	5.059	775.43	825.4
	60	3504.95	325.442	317.434	8.008	-5.0594	0	5.059	775.43	825.43
	61	3551.31	323.097	317.551	5.545	-5.0594	0	5.059		825.98
	62	3597.67	320.751	317.815	2.936	-5.0594	0	5.059		826.01
	63	3644.03	318.406	317.89	0.516	-5.0594	0	5.059		826.01
	64	3690.39	316.06	318.377	-2.317	-5.0594	0	5.059		826.01
	65	3736.75	313.715	319.824	-6.109	-5.0594	0	5.059		826.01
	Δ4	3783.11	311.369	321.634	-10.265	-5.0594	0	5.059		826.01
	66	3829.47	309.024	325.258	-16.234	-5.0594	0	5.059		826.01
	67	3875.83	306.678	329.701	-23.023	-5.0594	0	5.059		826.01
	68	3922.19	304.333	328.926	-24.594	-5.0594	0	5.059		826.01
	69	3968.55	301.987	322.002	-20.015	-5.0594	0	5.059		826.01
	70	4014.91	299.642	306.726	-7.085	-5.0594	0	5.059		826.01
	71	4061.27	297.296	300.199	-2.902	-5.0594	0	5.059		826.01
	72	4107.63	294.95	300.256	-5.306	-5.0594	0	5.059		826.01
	73	4153.99	292.605	300.784	-8.179	-5.0594	0	5.059		826.01
	74	4200.35	290.259	301.571	-11.312	-5.0594	0	5.059		826.01
	Ω*4	4246.71	287.914	300.08	-12.166	-5.0594	0	5.059		826.01
	E*4	4276.71	286.396	292.205	-5.809	-5.0594	0	5.059		826.01
	A*4	4306.71	284.878	285.057	-0.179	-5.0594	0	5.059		826.01
	K5	4307.66	284.83	284.835	-0.005	-5.0594	0	5.059		826.01

Εικόνα Π2.3: Τελικές διατομές σύμφωνα με την πορεία κατά μήκος της οδού Α2

Πίνακας Π1.1: Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ –Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β)

Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών		Παράμετροι μελέτης και λειτουργίας οδών					
Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Χαρακτηρισμός οδού	Είδος οχημάτων	Επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επι}}$ [km/h]	Χαρακτηριστικά επιφανειακής κυκλοφορίας	Κλίμα	Ταχύτητα μελέτης V_c [km/h]
1	2	3	4	5	6	7	
A	Οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (μειοψηφικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιφορισμούς στην εξυπηρέτηση παρόδων ιδιοκτητών	Α I Αυτοκινητόδρομος	μυχ.	≤ 120 ≤ 90 (100)	διαχωρισμένη διαχωρισμένη / ενιαία (ανισοπ.)	ανισοπ.	(130) 120 110 100
		Α II Οδός μεταξύ νομών/περιφερειών	μυχ. (μυχ.) γεν.	≤ 110 ≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ανισοπ.)	(120) 110 100 90 (80) (100) 90 80 (70)
		Α III Οδός μεταξύ επαρχιών/οικισμών	μυχ. γεν.	≤ 90 ≤ 80	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ανισοπ.)	90 80 70 (90) 80 70 (60)
		Α IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών	γεν.	≤ 80	ενιαία	ανισοπ.	(90) 80 70 60 (50)
		Α V Διεπεραύσιμα οδοί	γεν.	≤ 60 (70)	ενιαία	ανισοπ.	(70) 60 50 40
		Α VI Αγροτική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ανισοπ.	50 40
B	Οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (πλειοψηφικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιφορισμούς -την εξυπηρέτηση των παρόδων ιδιοκτητών	Β I Αστικός αυτοκινητόδρομος	μυχ.	≤ 100	διαχωρισμένη	ανισοπ.	100 90 80 70
		Β II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	μυχ.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ανισοπ.)	(100) 90 80 70 (60) 90 80 70 60
		Β III Αστική φρητρία	μυχ. γεν.	≤ 70 ≤ 70	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ανισοπ.)	(80) 70 60 (50) 70 60 (50)
		Β IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 60	ενιαία	ανισοπ.	60 50
Γ	Οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (μειοψηφικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παρόδων ιδιοκτητών	Γ III Αστική φρητρία	γεν. γεν.	$50 (\leq 70)$ $50 (\leq 60)$	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ανισοπ.)	(70) (60) 50 (40) (60) 50 (40)
		Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	$\leq 50 (\leq 60)$	ενιαία	ανισοπ.	(60) 50 (40)
Δ	Οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την πρόσβαση	Δ IV Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ανισοπ.	καμία*
		Δ V Τοπική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ανισοπ.	καμία*
Ε	Οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την παραγωγή	Ε V Τοπική οδός	γεν.	≤ 30 ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ανισοπ.	καμία*
		Ε VI Τοπική οδός κατοικιών	γεν.	ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ανισοπ.	καμία*

μυχ. = οχήματα με μέγιστη αναπνευσόμενη ταχύτητα >80km/h
γεν. = οχήματα παλιός είδος (...)= εφόσον
* δεν απαιτείται καθορισμός ταχύτητας μελέτης V_c
** κοινότητα περιπτώσεων που από την ισχύονσα νομοθεσία επιτρέπεται η δήμηση

Πίνακας Π1.2: Βασικές αρχές μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ – Χ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β)

Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Βασική αρχή μελέτης	Προσδιορισμός V_{85}	Εναρμόνιση V_{85} με V_c και V_{85} με V_{85+H}	Εναρμόνιση f_R με $f_{R,A}$	Ποσοστό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής	Τύπος αναρμιογής	Σχέση μεταξύ διαδοχικών ακτίνων	Χρόνος αντήλξης και αντίδρασης	Μήκος ορατότητας για προσαύξηση
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (ημιαστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιφορισμό στην εξυπηρετητή παροδίων ιδιοκτησιών Σημείωση : II κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες ε... παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παροδίες ιδιοκτησιών	A I Αυτοκινητόδρομος Οδός ταχείας κυκλοφορίας	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: $V_{85} = V_c + 20$ km/h για $V_c \geq 100$ km/h $V_{85} = V_c + 30$ km/h για $V_c < 100$ km/h οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας : η V_{85} εξαρτάται από την καμπύλη και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται * οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: $ V_{85} - V_c \leq \Delta V_{emp}$ $ V_{85} - V_{85+H} \leq \Delta V_{85+H}$	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	για max $q=8\%$ (9%) (πεδινά εδάφη) για max $q=7\%$ (λοφώδη και σφεινά εδάφη) για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	απαιτείται
	A II Οδός μεταξύ νομιών/επαρχιών	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας : η V_{85} εξαρτάται από την καμπύλη και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/ οικισμών	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας : η V_{85} εξαρτάται από την καμπύλη και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας : η V_{85} εξαρτάται από την καμπύλη και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	A V Δευτερεύουσα οδός	γεωμετρία της χάραξης	δεν απαιτείται	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	A VI Τριτεύουσα οδός Διατική οδός	γεωμετρία της χάραξης	δεν απαιτείται	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιφορισμό στην εξυπηρετητή των παροδίων ιδιοκτησιών Σημείωση : Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παροδίες ιδιοκτησιών	B I Αστικός αυτοδρόμος	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{emp} + 20$ km/h	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	60% για max $q=8\%$ 30% για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{emp} + 10$ km/h	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	60% για max $q=8\%$ 30% για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	B III Αστική αρτηρία	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{emp} + 10$ km/h	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	60% για max $q=8\%$ 30% για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} \leq V_{emp}$	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	60% για max $q=8\%$ 30% για min $q=2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
Γ οδοί που διατρέχουν εντός σχεδίου (αυτοαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης παροδίων ιδιοκτησιών * σε ορισμένες περιπτώσεις, χάραξης είναι δυνατή η εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης της ασφαλείας οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας ** νοούνται περιπτώσεις που από την τοξούρα νομοθεσία επιτρέπεται η όδηση	Γ III Αστική αρτηρία	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{emp} + 10$ km/h	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	επιθυμητό	επιθυμητή	1,5 s	δεν απαιτείται
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} \leq V_{emp}$	οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται *	$f_R - f_{R,A} \geq \Delta f_{R,emp}$	70% για max $q=7\%$ και για min $q=2,5\%$	επιθυμητό	επιθυμητή	1,5 s	δεν απαιτείται