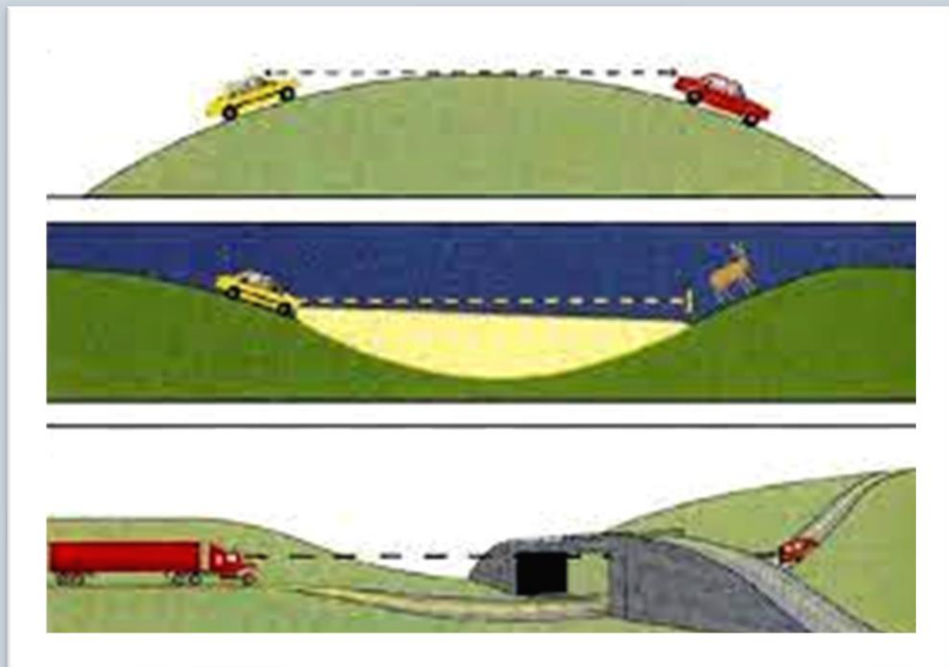


ΤΜΗΜΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΔΩΝ”



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: Κωνσταντίνος Χαλκιάπουλος

Α.Μ.: 5824

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Γεωργούλη Κωνσταντίνα

ΠΑΤΡΑ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου υπό την επίβλεψη της Επίκουρης Καθηγήτριας Γεωργούλη Κωνσταντίνας, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την ανάθεση του θέματος και στην συνέχεια για την συμβολή, τη βοήθεια, την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της συγκεκριμένης Πτυχιακής Εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να αποδώσω βαθύτατες ευχαριστίες στην οικογένειά μου, την κοπέλα μου και τους φίλους μου, που καθημερινά με στηρίζουν και είναι δίπλα μου σε κάθε βήμα της ζωής μου.

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	2
Περίληψη	4
Abstract	5
1. Εισαγωγή.....	6
2. Γενικά στοιχεία σχεδιασμού οδών	7
2.1 Ταχύτητες	8
2.1.1 Ορισμοί	8
2.1.2 Προσδιορισμός.....	9
2.2 Οριζοντιογραφία	16
2.2.1 Ευθυγραμμία	16
2.2.2 Κυκλικό τόξο	25
2.2.3 Τόξο συναρμογής.....	28
2.3 Μηκοτομή	29
2.3.1 Κατά μήκος κλίσης	29
2.3.2 Κοίλες και κυρτές κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής	31
2.4 Διατομή.....	32
2.4.1 Επίκλιση στην ευθυγραμμία	32
2.4.2 Επίκλιση στο κυκλικό τόξο.....	33
3. Μήκος Ορατότητας και υπολογισμός Ορατότητας.....	35
3.1 Γενικά.....	35
3.2 Μήκος ορατότητας για στάση Sh	35
3.3 Μήκος ορατότητας για στάση Sh σύμφωνα με ξένους κανονισμούς	39
3.3.1 Αμερικανικοί κανονισμοί AASHTO	39
3.3.2 Γερμανικοί κανονισμοί RAS-L.....	40
3.4 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για απόφαση	43
3.5 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση St σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας	45
3.6 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση Su.....	45
3.7 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση Su σύμφωνα με ξένους κανονισμούς	46
4. Συγκριτική αξιολόγηση Κανονισμών για μήκη ορατότητας	49
4.1 Μήκος ορατότητας για Στάση (Sh).....	49
4.2 Μήκος ορατότητας για Συνάντηση (St).....	57
4.3 Μήκος ορατότητας για Απόφαση (Sd)	63
4.4 Μήκος ορατότητας για Προσπέραση (Su).....	66
Συμπεράσματα	68
Βιβλιογραφία	70

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετώνται οι προδιαγραφές της μελέτης ορατότητας οδών με απώτερο στόχο την ασφαλή λειτουργία των οδών. Αρχικά γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση των γενικών στοιχείων σχεδιασμού οδών, δηλαδή των ταχυτήτων, της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής, της διατομής και του μήκους ορατότητας, το οποίο αποτελεί και το κύριο αντικείμενο μελέτης.

Το μήκος ορατότητας αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τον γεωμετρικό σχεδιασμό οδών και ορίζεται από το τμήμα της οδού που εκτίθεται στο οπτικό πεδίο του οδηγού. Η δυνατότητα των οδηγών να έχουν ορατότητα και να μπορούν να αντιληφθούν ένα εμπόδιο ή μια ενδεχόμενη σύγκρουση οχημάτων είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ασφαλή λειτουργία των οδών.

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας και η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής απαιτούν την ύπαρξη επαρκών μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση), η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση), η έγκαιρη ακινητοποίηση προς αποφυγή σύγκρουσης (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση), καθώς και η ασφαλής εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας (μήκος ορατότητας για απόφαση).

Βάσει της παρούσας συγκριτικής αξιολόγησης, κατά το σχεδιασμό οδών, είναι κρίσιμο να εφαρμόζουμε τις αρχές τόσο των ΟΜΟΕ-Χ όσο και της AASHTO, προσαρμόζοντας τις απαιτήσεις μήκους ορατότητας ανάλογα με την ταχύτητα σχεδιασμού, τις τοπικές γεωγραφικές συνθήκες και τη λειτουργία του δρόμου. Προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στην εξασφάλιση της ασφαλούς κυκλοφορίας των οχημάτων, προσφέροντας επαρκή μήκη ορατότητας και μειώνοντας τους κινδύνους από ξαφνικές αποφάσεις ή εμπόδια.

Ανάλογα με τον Κανονισμό που ακολουθείται, υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις για την ορατότητα. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται συγκριτική αξιολόγηση των μηκών ορατότητας σύμφωνα με διάφορους Κανονισμούς, προκειμένου να διερευνηθούν οι μεταξύ τους διαφορές.

Σκοπός της εν λόγω εργασίας είναι η σύγκριση των κατηγοριών μήκους ορατότητας – για στάση, απόφαση, συνάντηση και προσπέραση – η οποία, όπως αποδείχθηκε, αποκαλύπτει σαφή τάση στην αύξηση της απαιτούμενης απόστασης ανάλογα με την πολυπλοκότητα της κατάστασης.

Abstract

In this thesis, the specifications of the road visibility study are examined with the ultimate goal of ensuring the safe operation of roads. Initially, a detailed presentation is made of the general elements of road design, namely speeds, horizontal alignment, longitudinal profile, cross-sections, and sight distance, which is the main subject of this study.

Sight distance is a significant element in geometric road design and is defined by the section of the road exposed to the driver's field of vision. The ability of drivers to have visibility and perceive an obstacle or a potential vehicle collision is particularly important for the safe operation of roads.

Traffic safety and the quality of traffic flow require sufficient sight distances to ensure that a vehicle can be stopped in time (required stopping sight distance), a safe overtaking maneuver can be made (required passing sight distance), timely stopping to avoid a collision (required meeting sight distance), and the safe execution of a driver's decision to change direction (decision sight distance).

Based on this comparative evaluation, when designing roads, it is critical to apply the principles of both the Greek Road Design Guidelines (OMOE-X) and AASHTO, adjusting the sight distance requirements according to design speed, local geographical conditions, and the road's function. Priority must be given to ensuring the safe movement of vehicles by providing adequate sight distances and reducing the risks from sudden decisions or obstacles.

Depending on the regulation followed, there are different requirements for sight distance. In this thesis, a comparative evaluation of sight distances is carried out according to various regulations in order to investigate their differences.

The purpose of this study is to compare the categories of sight distances—stopping, decision, meeting, and passing—which, as demonstrated, reveal a clear trend of increasing required distance depending on the complexity of the situation.

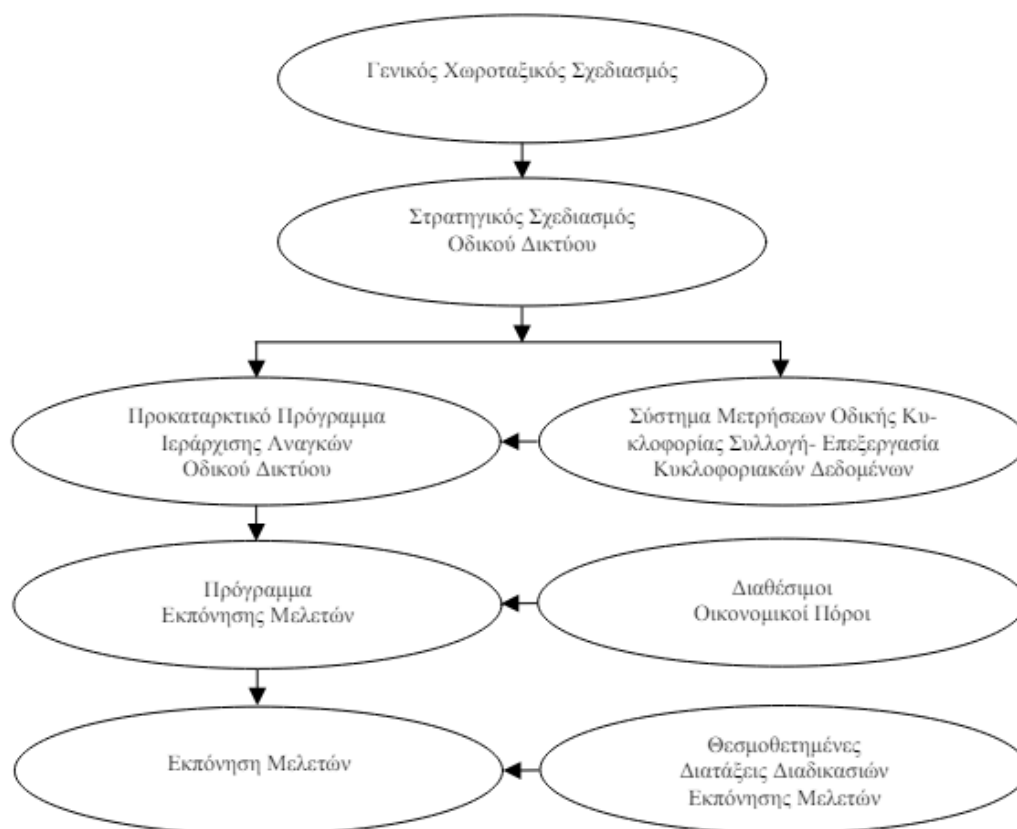
1. Εισαγωγή

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.

2. Γενικά στοιχεία σχεδιασμού οδών

Ο σχεδιασμός του οδικού δικτύου και στη συνέχεια οι μελέτες των οδών πρέπει να ακολουθούν μια ολοκληρωμένη διαδικασία με βήματα προγραμματισμένα στο πλαίσιο μιας ιεράρχησης των αναγκών της χώρας. Η κατάταξη των βημάτων ανάπτυξης ενός οδικού έργου σε συγκεκριμένη σειρά έχει ιδιαίτερη σημασία για την επιτυχία των στόχων που αποφασίζονται πριν από τον προγραμματισμό των έργων. Ο ορθός προγραμματισμός υλοποίησης των οδικών έργων αρχίζει από το Γενικό Χωροταξικό Σχεδιασμό με τον οποίο καταγράφονται οι τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες μεταξύ άλλων και για το οδικό δίκτυο. Στη συνέχεια με βάση τους στόχους, σε συνδυασμό με τους διαθέσιμους μακροπρόθεσμα οικονομικούς πόρους, εκπονείται ο Στρατηγικός Σχεδιασμός για το Οδικό Δίκτυο. Η ιεράρχηση των αναγκών στο οδικό δίκτυο συνδυάζεται με το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης, τους προγραμματισμένους οικονομικούς πόρους και της αναμενόμενης ζήτησης εξυπηρέτησης του κυκλοφοριακού φόρτου. Το βήμα από το οποίο αρχίζει η πορεία των μελετών των οδών είναι η έρευνα, συλλογή και επεξεργασία κυκλοφοριακών δεδομένων που θα βοηθήσουν στην τεκμηρίωση της ιεράρχησης των αναγκών σε οδικό δίκτυο. Τα βήματα εκπόνησης των μελετών προκύπτουν από τη συστηματική διατύπωση του τρόπου παραγωγής, του περιεχομένου και της χρονικής αλληλουχίας των διαδικασιών που απαιτούνται για τη διασφάλιση της πληρότητας και κατασκευασιμότητας των μελετών. Η πιστή τήρηση των Εγκυκλίων 37/95 και 27/97 της ΓΓΔΕ του ΥΠΕΧΩΔΕ εξασφαλίζει την ορθολογική και ολοκληρωμένη βάση για τη δημοπράτηση των έργων. Παράλληλα, για την κάλυψη των απαιτήσεων αποδοχής και ενταξिमότητας στο περιβάλλον των σχεδιαζόμενων έργων, προβλέπονται ειδικές μελέτες και διαδικασίες σύμφωνα με την ΚΥΑ69269/5987/90 και την Οδηγία 85/337/ΕΟΚ.



Σχήμα 1: Μεθοδολογία σχεδιασμού και μελέτης οδών.

2.1 Ταχύτητες

2.1.1 Ορισμοί

Διακρίνονται τρία είδη καθοριστικών ταχυτήτων :

- $V_{\text{επιτρ}}$: επιτρεπόμενη ταχύτητα,
- V_e : ταχύτητα μελέτης και
- V_{85} : λειτουργική ταχύτητα 85%

Η επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$ είναι το τοπικό ή γενικά ισχύον μέγιστο όριο ταχύτητας και διαφέρει ανάλογα με την κατηγορία της οδού. Παρ' ότι τα στοιχεία μελέτης της οδού δεν προσδιορίζονται με βάση την επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{\text{επιτρ}}$, η ταχύτητα αυτή θεωρείται καθοριστική, δεδομένου ότι η ταχύτητα μελέτης που σχετίζεται άμεσα με τα στοιχεία μελέτης της οδού, πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από την επιτρεπόμενη ταχύτητα.

Η ταχύτητα μελέτης V_e προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη τα περιβαλλοντικά και οικονομικά κριτήρια, που ανταποκρίνονται στον προβλεπόμενο λειτουργικό χαρακτήρα της οδού στο οδικό δίκτυο και την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφοριακής ροής, με βάση το λειτουργικό χαρακτήρα της οδού. Στην ταχύτητα μελέτης αντιστοιχούν οριακές και προτεινόμενες τιμές για τα περισσότερα στοιχεία μελέτης καθώς και οι αποδεκτές τιμές για τη συσχέτιση των μεμονωμένων στοιχείων μελέτης. Ειδικότερα για ένα οδικό τμήμα η ταχύτητα μελέτης καθορίζει :

- τις ελάχιστες ακτίνες των οριζοντίων καμπυλών,
- τις ελάχιστες παραμέτρους των κλωθοειδών,
- τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις και
- τις ελάχιστες ακτίνες των κυρτών και κοίλων κατακόρυφων καμπυλών.

Με αυτόν τον τρόπο η ταχύτητα μελέτης επηρεάζει μεταξύ άλλων αποφασιστικά τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός οδικού τμήματος, ιδιαίτερα αυτών της ομάδας Α, το επίπεδο εξυπηρέτησης της οδού και την οικονομικότητα. Επομένως η ταχύτητα μελέτης V_e πρέπει να παραμένει σταθερή κατά το δυνατόν σε οδικά τμήματα μεγάλου μήκους, που αποτελούν χαρακτηριστικές ενότητες και αλληλοεξαρτώνται. Επιπλέον η ταχύτητα μελέτης χρησιμεύει στην αξιολόγηση μιας οδού από την άποψη της ενσωματωμένης στα χαρακτηριστικά της οδού ασφάλειας σύμφωνα με τα Κριτήρια Ασφαλείας Ι και ΙΙΙ, που περιγράφονται στα επόμενα.

Η λειτουργική ταχύτητα V_{85} είναι ένα μέγεθος που χρησιμοποιείται στο γεωμετρικό υπολογισμό μεμονωμένων στοιχείων μελέτης της οριζοντιογραφίας, της μηκοτομής και της διατομής και έχει άμεση σχέση με τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων. Στις οδούς της ομάδας Α η ταχύτητα V_{85} αντιστοιχεί στη ταχύτητα, με την οποία θα κινηθεί ανεμπόδιστα το 85% των επιβατηγών οχημάτων σε καθαρό και υγρό οδόστρωμα. Στις οδούς της ομάδας Β η ταχύτητα V_{85} συνδέεται με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα. Με την ταχύτητα V_{85} καθορίζονται :

- οι επικλίσεις στις οριζόντιες καμπύλες,
- τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για στάση και κατά συνέπεια οι ακτίνες των κυρτών κατακόρυφων καμπυλών,

- τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση,
- οι ελάχιστες οριζόντιες ακτίνες σε περίπτωση εφαρμογής αρνητικής επίκλισης και
- τα στοιχεία για την απορροή των όμβριων.

Η ταχύτητα V_{85} μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού των οδικών τμημάτων όσον αφορά την ασφάλεια, σύμφωνα με τα Κριτήρια Ασφάλειας I έως III.

Αναφορικά με τη μέτρηση της ταχύτητας V_{85} σε υγρά οδοστρώματα, σχετικές έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι η ταχύτητα V_{85} σε στεγνό οδόστρωμα δεν διαφέρει ουσιαστικά από τη ταχύτητα V_{85} σε υγρό οδόστρωμα, εφόσον η ένταση της βροχής είναι τέτοια, ώστε το μήκος ορατότητας των οδηγών να είναι τουλάχιστον ίσο με 150 m. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα V_{85} που αναφέρεται στην κρίσιμη περίπτωση του υγρού οδοστρώματος, ισχύει τόσο σε υγρά όσο και σε στεγνά οδοστρώματα.

2.1.2 Προσδιορισμός

Η ταχύτητα μελέτης V_e σχετίζεται με την κατηγορία της οδού. Ανάλογα με την επιδιωκόμενη ποιότητα κυκλοφορίας, που καθορίζεται από τη ταχύτητα κίνησης και τους κυκλοφοριακούς φόρτους, τις τοπογραφικές συνθήκες ή την πυκνότητα των υποχρεωτικών σημείων, επιλέγεται το ανώτερο ή το κατώτερο όριο της περιοχής τιμών της ταχύτητας μελέτης.

Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται σε οδικά τμήματα με ενιαία χαρακτηριστικά ως εξής :

Οδοί ομάδας A

- Για οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας της ομάδας A δεν υπάρχουν ακόμη τεκμηριωμένες απόψεις, όσον αφορά τη σχέση μεταξύ των γεωμετρικών χαρακτηρισμών της οδού και της ταχύτητας κυκλοφορίας. Επομένως προς το παρόν η ταχύτητα V_{85} θα υπολογίζεται από τις σχέσεις:

$$V_{85} = V_e + 20 \text{ km/h για } V_e \geq 100 \text{ km/h (1)}$$

$$V_{85} = V_e + 30 \text{ km/h για } V_e < 100 \text{ km/h (2)}$$

- ✓ Σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας η ταχύτητα V_{85} , σύμφωνα με πολλές ερευνητικές εργασίες, είναι συνάρτηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού. Η ταχύτητα V_{85} προσδιορίζεται για κάθε μεμονωμένο γεωμετρικό στοιχείο (καμπύλη ή ευθυγραμμία) καθώς επίσης και για ένα οδικό τμήμα με ενιαία χαρακτηριστικά. Όμως η συσχέτιση της ταχύτητας V_{85} με τη κάθε μεμονωμένη καμπύλη αποτελεί πλέον καθιερωμένη πρακτική στη σύγχρονη οδοποιία. Οι καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη τιμή της ταχύτητας V_{85} , είναι η ελικτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b . Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται χωριστά για κάθε μία καμπύλη της χάραξης της οδού ως συνάρτηση της τιμής της ελικτότητας K_{Ei} της κάθε μεμονωμένης καμπύλης, καθώς

επίσης και για κάθε “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ($K_E = 0$). Η ταχύτητα V_{85} σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας της ομάδας Α προσδιορίζεται ως η μέση τιμή των ταχυτήτων και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας σε συνάρτηση με το τεταμένο της καμπύλης από τις επόμενες σχέσεις ανάλογα με τα χαρακτηριστικά (κατά μήκος κλίση, μήκος εφαρμογής της κλίσης και πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας) του οδικού τμήματος :

- ✓ Για κατά μήκος κλίση $s \leq 5\%$ ή $s > 5\%$, εφόσον το μήκος της είναι $< 250\text{m}$: $V_{85} = [10^6 / (10150,10 + 8,529 \cdot K_E)] + [(b-3,5) \cdot 20]$, όπου b το πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας.
- ✓ Για $s > 5\%$ επί μήκους $\geq 250\text{m}$, ανεξαρτήτως του πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας :
 - για $5\% < s \leq 7\%$
 $V_{85} = 73,260 - 0,015 \cdot K_E$
 - για $7\% < s < 10\%$
 $V_{85} = 69,456 - 0,014 \cdot K_E$

Αυτές οι σχέσεις θα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της V_{85} από την ελικτότητα K_E , μέχρις ότου διεξαχθούν νεότερες μετρήσεις στην Ελλάδα.

Η ελικτότητα K_E της μεμονωμένης καμπύλης είναι συνάρτηση της γωνίας αλλαγής κατεύθυνσης και του συνολικού μήκους της καμπύλης, που αποτελείται από το μήκος του κυκλικού τόξου και τα μήκη των εκατέρωθεν τόξων συναρμογής. Αν μία καμπύλη αποτελείται από περισσότερα του ενός κυκλικά τόξα ή και τόξα συναρμογής, τότε για τη καμπύλη αυτή υπολογίζεται ενιαία τιμή της ελικτότητας K_E . Τα ευθύγραμμα τμήματα λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση στον υπολογισμό της ελικτότητας των καμπυλών. Η τιμή της ελικτότητας K_E για κάθε μεμονωμένη καμπύλη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_E = \gamma / L,$$

όπου :

K_E [gon/km] = ελικτότητα μεμονωμένης καμπύλης

γ [gon] = γωνία αλλαγής κατεύθυνσης σε κάθε μία καμπύλη

L [km] = συνολικό μήκος της καμπύλης

Στην περίπτωση που η μεμονωμένη καμπύλη είναι σύνθετη και αποτελείται από κυκλικά τόξα και τόξα συναρμογής (κλωθοειδείς) ισχύει :

$$K_E = \frac{\sum \frac{L_{ci}}{R_i} + \sum \frac{L_i}{2R_i}}{\sum L_{ci} + \sum L_i} \cdot 63700,$$

όπου :

K_E [gon/km] = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης

L_{ci} [m] = μήκος κυκλικού τόξου i

L_i [m] = μήκος κλωθοειδούς i

R_i [m] = ακτίνα κυκλικού τόξου i

Η ελικτότητα της ευθυγραμμίας ισούται με $K_E=0$.

Η σχέση που συνδέει την ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης K_E και της ανηγμένης ακτίνας R , που αντιστοιχεί στη δεδομένη καμπύλη είναι :

$$R = 63700 / K_E ,$$

όπου :

R [m] = ανηγμένη ακτίνα της καμπύλης

K_E [gon/km] = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης

Οδοί ομάδας B

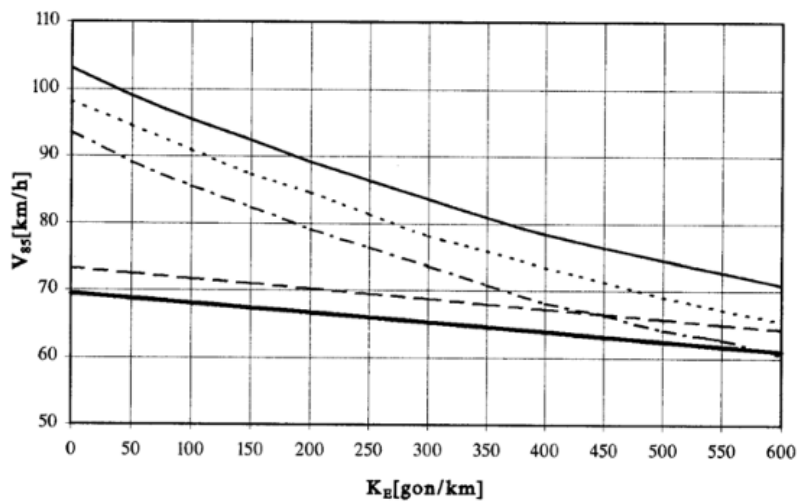
Στις οδούς της ομάδας B, σύμφωνα με έρευνες που έγιναν πρόσφατα στην Γερμανία, η ταχύτητα V_{85} είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{επιτρ}$. Έτσι για λόγους ασφαλείας προτείνεται, οι επικλίσεις και τα μήκη ορατότητας στις οδούς αυτής της κατηγορίας να υπολογίζονται σε συνάρτηση με τη ταχύτητα V_{85} .

Η ταχύτητα V_{85} υπολογίζεται από τις σχέσεις :

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 20 \text{ km/h (Κατηγορία Οδού B I και B II) (3)}$$

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 10 \text{ km/h (Κατηγορία Οδού B III) (4)}$$

Παρ' ότι οι προαναφερόμενες παραδοχές έρχονται συνήθως σε αντίθεση με τα όσα ορίζονται για τη ταχύτητα κυκλοφορίας στον ισχύοντα στην Ελλάδα Κ.Ο.Κ., όπου η $V_{επιτρ}$ συνήθως υπολείπεται σημαντικά της V_{85} , εν τούτοις η εφαρμογή των παραδοχών αυτών (σχέσεις **3**, **4**), κατά τον υπολογισμό των επικλίσεων, αυξάνει την ασφάλεια. Ταυτόχρονα με τις αυξημένες τιμές των επικλίσεων που προκύπτουν, δεν υπάρχει κίνδυνος παρότρυνσης των οδηγών να αυξήσουν τη ταχύτητά τους, δεδομένου ότι αυτές οι μεγαλύτερες τιμές της επίκλισης δεν γίνονται αντιληπτές κατά την οδήγηση.

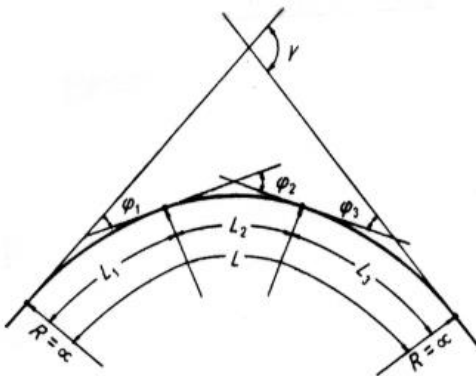


Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
—	3,75	s ≤ 5%
⋯	3,50	
- - -	3,25	
- · - · -	3,25-3,75	5% < s ≤ 7%
—	3,25-3,75	7% < s < 10%

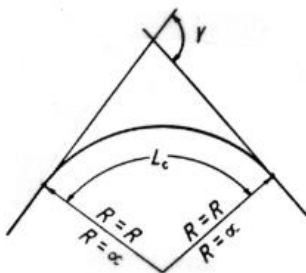
Σχήμα 2: Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε συνάρτηση με την ελικτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A / έως A IV.

α) Γενική περίπτωση, ορισμός K_E



$$K_E = \frac{|\gamma| \cdot 63700}{L} = \frac{(|\varphi_1| + |\varphi_2| + |\varphi_3|) \cdot 63700}{L_1 + L_2 + L_3} \quad [\text{gon/km}]$$

β) Καμπύλη αποτελούμενη από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R

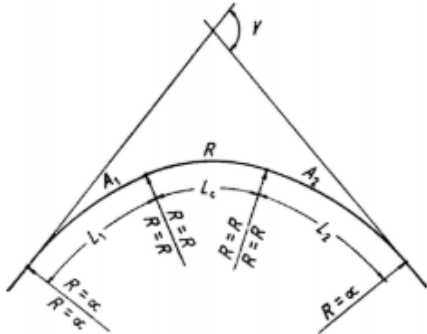


$$|\gamma| = \frac{L_c}{R} \quad [\text{rad}]$$

$$K_E = \frac{\frac{L_c}{R} \cdot 63700}{L_c} \quad [\text{gon/km}]$$

Σχήμα 3α: Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης.

γ) Καμπύλη αποτελούμενη από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R και δύο κλωθοειδείς με παραμέτρους A_1 και A_2 εκατέρωθεν του κυκλικού τόξου.

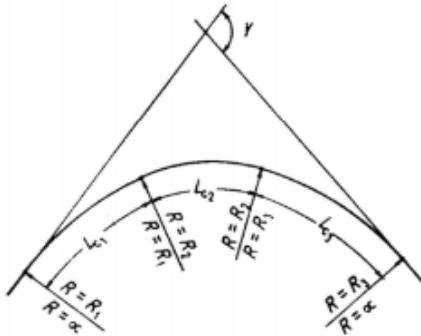


$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R} + \frac{L_2}{2R} + \frac{L_c}{R} \quad [\text{rad}]$$

$$L_1 = \frac{A_1^2}{R}, L_2 = \frac{A_2^2}{R} \quad [\text{m}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_1}{2R} + \frac{L_2}{2R} + \frac{L_c}{R} \right) \cdot 63700}{L_1 + L_2 + L_c} \quad [\text{gon/km}]$$

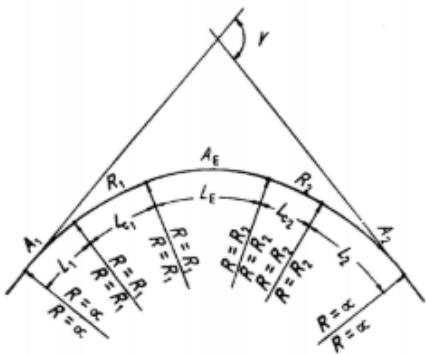
δ) Καμπύλη αποτελούμενη από τρία κυκλικά τόξα με ακτίνες R_1, R_2 και R_3 (τόξο κανίστρου)



$$|\gamma| = \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_{c3}}{R_3} \quad [\text{rad}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_{c3}}{R_3} \right) \cdot 63700}{L_{c1} + L_{c2} + L_{c3}} \quad [\text{gon/km}]$$

ε) Καμπύλη αποτελούμενη από δύο κυκλικά τόξα με ακτίνες R_1 και R_2 ($R_1 > R_2$), δύο κλωθοειδείς με παραμέτρους A_1 και A_2 και μία ωσειδή με παράμετρο A_E

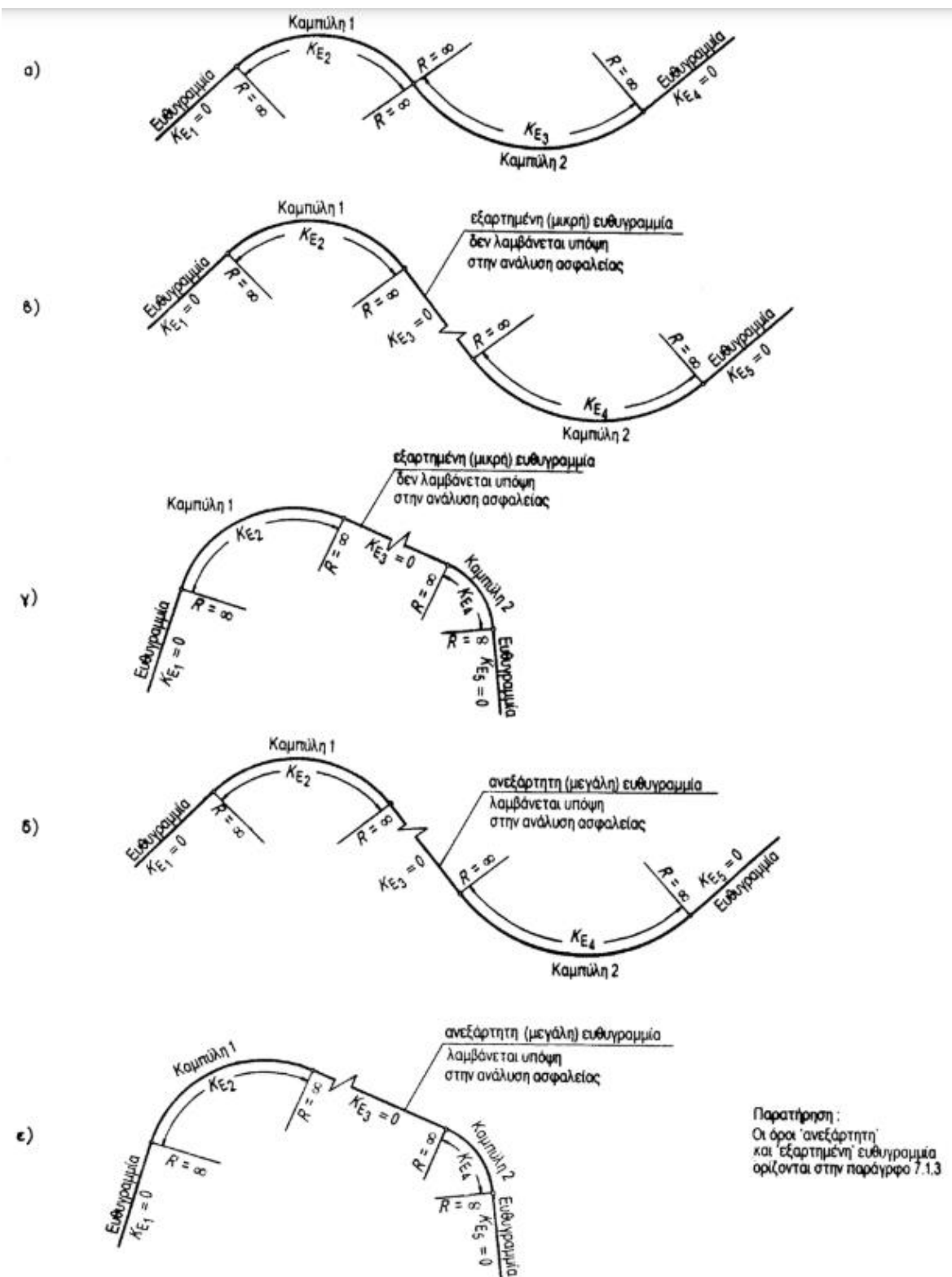


$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R_1} + \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_2^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{L_2}{2R_2} \quad [\text{rad}]$$

$$L_1 = \frac{A_1^2}{R_1}, L_2 = \frac{A_2^2}{R_2}, L_E = \frac{A_E^2}{R_2} - \frac{A_E^2}{R_1} \quad (R_1 > R_2) \quad [\text{m}]$$

$$K_E = \frac{\left(\frac{L_1}{2R_1} + \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_2^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{L_{c2}}{R_2} + \frac{L_2}{2R_2} \right) \cdot 63700}{L_1 + L_{c1} + L_E + L_{c2} + L_2} \quad [\text{gon/km}]$$

Σχήμα 36: Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης.



Σχήμα 4: Χαρακτηριστικές περιπτώσεις χαράξεων για τον προσδιορισμό της ελικτότητας K_E των μεμονωμένων καμπυλών.

Πίνακας 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 $V_{\text{μπρ}}$ [km/h]	Χαρακτηριστικά επιφάνειας κυκλοφορίας	Κόμβοι	Ταχύτητα Μελέτης V_e [km/h]
1	2	3	4	5	6	7
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παροδίων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 120	διαχωρισμένη	ανισοπ.	(130) 120 110 100
	Οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90 (100)	διαχωρισμένη / ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ.	(100) 90 (80)
	A II Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών	μηχ. (μηχ.) γεν.	≤ 110 ≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ισοπ.) ισοπ.	(120) 110 100 90 (80) (100) 90 80 (70)
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/αισιωμών	μηχ. γεν.	≤ 90 ≤ 80	διαχωρισμένη ενιαία	(ανισοπ.) ισοπ. ισοπ.	90 80 70 (90) 80 70 (60)
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 80	ενιαία	ισοπ.	(90) 80 70 60 (50)
	A V Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεν.	≤ 60 (70)	ενιαία	ισοπ.	(70) 60 50 40 καμία*
AVI Τριτεύουσα οδός Δασική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	50 40 καμία*	
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παροδίων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Οι οδοί κατηγορίας ΒI και ΒII δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστικός αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 100	διαχωρισμένη	ανισοπ.	100 90 80 70
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοπ. (ισοπ.)	(100) 90 80 70 (60) 90 80 70 60
	B III Αστική αρτηρία	μηχ. γεν.	≤ 70 ≤ 70	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ. ισοπ.	(80) 70 60 (50) 70 60 (50)
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 60	ενιαία	ισοπ.	60 50
Γ οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης των παροδίων ιδιοκτησιών	Γ III Αστική αρτηρία	γεν. γεν.	50 (≤ 70) 50 (≤ 60)	διαχωρισμένη ενιαία	ισοπ. ισοπ.	(70) (60) 50 (40) (60) 50 (40)
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50 (≤ 60)	ενιαία	ισοπ.	(60) 50 (40)
Δ οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την πρόσβαση	Δ IV Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Δ V Τοπική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοπ.	καμία*
Ε οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την παραμονή	Ε V Τοπική οδός	γεν.	≤ 30 ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοπ.	καμία*
	Ε VI Τοπική οδός κατοικιών	γεν.	ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοπ.	καμία*

μηχ. = οχήματα με μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα >60km/h
γεν. = οχήματα παντός είδους (. . .) = εξάφρηση

* δεν απαιτείται καθορισμός ταχύτητας μελέτης V_e
** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

Πίνακας 2: Βασικές αρχές μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ-Χ ισχύουν για τις οδούς **AI** έως **AV** και **B**).

Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Βασική αρχή μελέτης	Προσδιορισμός V_{85}	Εναρμόνιση V_{85} με V_0 και V_{85} με V_{85+1}	Εναρμόνιση f_R με f_{RA}	Ποσοστό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής	Τόξο συναρμογής	Σχέση μεταξύ διαδοχικών ακτίνων	Χρόνος αντίληψης και αντίδρασης	Μήκος ορατότητας για προσπέραση
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός σχεδίου (υπεραστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση παροδίων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Η κατηγορία AI αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδες ιδιοκτησίες	AI Αυτοκινητόδρομος Οδός ταχείας κυκλοφορίας	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: $V_{85} = V_0 + 20$ km/h για $V_0 \geq 100$ km/h $V_{85} = V_0 + 30$ km/h για $V_0 < 100$ km/h οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: η V_{85} εξαρτάται από την ελκυστικότητα K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: συνήθως δεν απαιτείται * οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: $ V_{85} - V_0 \leq \Delta V_{επιτορ}$ $ V_{85} - V_{85+1} \leq \Delta V_{85επιτορ}$	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτορ}$	45% για $\max q = 8\%$ (9%) (πεδινά εδάφη) 40% για $\max q = 7\%$ (λοφώδη και ορεινά εδάφη) 10% για $\min q = 2.5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	απαιτείται
	AII Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών									
	AIII Οδός μεταξύ επαρχιών/ οικισμών									
	AIV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός									
	AV Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεωμετρία της χάραξης	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	κανένα	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	-	δεν απαιτείται
	AVI Τριτεύουσα οδός Δασική οδός									
B οδοί που διατρέχουν περιοχές εντός σχεδίου (ημιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με περιορισμούς στην εξυπηρέτηση των παροδίων ιδιοκτησιών <i>Σημείωση:</i> Οι οδοί κατηγορίας BI και BII δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδες ιδιοκτησίες	BI Αστικός αυτοδρόμος	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{επιτορ} + 20$ km/h	συνήθως δεν απαιτείται*	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτορ}$	60% για $\max q = 6\%$ 30% για $\min q = 2.5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	BII Αστική οδός ταχείας κυκλοφ.		$V_{85} = V_{επιτορ} + 10$ km/h							
	BIII Αστική αρτηρία									
	BIV Κύρια συλλεκτήρια οδός		$V_{85} \leq V_{επιτορ}$							
Γ Οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης παροδίων ιδιοκτησιών	ΓIII Αστική αρτηρία	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{επιτορ} + 10$ km/h	δεν απαιτείται	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτορ}$	70% για $\max q = 7\%$ και $\min q = 2.5\%$	επιθυμητό	δεν απαιτείται	1,5 s	δεν απαιτείται
	ΓIV Κύρια συλλεκτήρια οδός		$V_{85} \leq V_{επιτορ}$							

* σε οριακές συνθήκες χάραξης είναι δυνατή η εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης της ασφάλειας οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

** νοούνται περιπτώσεις που από την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η δόμηση

2.2 Οριζοντιογραφία

Τα στοιχεία μελέτης κατά την οριζοντιογραφία αναλύονται στις παρακάτω υποενότητες (2.2.1 , 2.2.2 , 2.2.3).

2.2.1 Ευθυγραμμία

Ως στοιχείο μελέτης, η ευθυγραμμία μπορεί να θεωρηθεί ότι υπερτερεί

i. στην περίπτωση των οδών της ομάδας A :

- σε εδάφη με ανάγλυφο, που ευνοεί την εφαρμογή ευθυγραμμιών, όπως σε πεδιάδες, οροπέδια, κοιλάδες κλπ.,
- σε περιοχές ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων,
- προκειμένου να εξασφαλισθούν τα αναγκαία μήκη ορατότητας για προσπέραση σε οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας και ιδιαίτερα σε κοίλες κατακόρυφες καμπύλες,

- προκειμένου να προσαρμοσθεί η χάραξη σε τμήματα σιδηροδρομικών γραμμών, σε αγωγούς και σε άλλα τεχνικά έργα.

ii. στην περίπτωση των οδών της ομάδας Β :

- προκειμένου να ικανοποιηθούν απαιτήσεις του πολεοδομικού σχεδιασμού,
- σε περιοχές ισόπεδων και ανισόπεδων κόμβων.

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα πλεονεκτήματα, η εφαρμογή μεγάλων ευθυγραμμίων με σταθερή κατά μήκος κλίση, ιδιαίτερα στις οδούς της ομάδας Α, παρουσιάζει τα εξής μειονεκτήματα :

1. δυσχεραίνεται η εκτίμηση των αποστάσεων και των ταχυτήτων των κινούμενων οχημάτων τόσο στην ίδια όσο και στην αντίθετη κατεύθυνση,
2. αυξάνεται ο κίνδυνος θάμβωσης από τα φώτα των αντίθετα κινουμένων οχημάτων κατά τη διάρκεια της νύκτας,
3. προκαλούν κόπωση στους οδηγούς και
4. προσαρμόζονται δύσκολα στο ανάγλυφο των λοφωδών και ορεινών εδαφών.

Για τους υπόψη λόγους σε νέες κατασκευές οδών της ομάδας Α πρέπει να αποφεύγονται οι μεγάλες ευθυγραμμίες με σταθερή κατά μήκος κλίση. Ακόμη, μεταξύ ομόρροπων καμπυλών πρέπει να αποφεύγονται οι μικρές ευθυγραμμίες, κυρίως για αισθητικούς λόγους. Αν είναι αναπόφευκτη η διάταξη τέτοιου είδους ευθυγραμμίων, τότε η αισθητική της οδού μπορεί να βελτιωθεί με την εφαρμογή μίας κοίλης κατακόρυφης καμπύλης συναρμογής.

2.2.1.1 Τυπικές τιμές

Λόγω της πιθανότητας θάμβωσης από τα φώτα και της κόπωσης των οδηγών το μέγιστο μήκος της ευθυγραμμίας με σταθερή κατά μήκος κλίση $\max L$ [m] δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 20πλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

Σε οδούς της ομάδας κατηγορίας Α, οι ευθυγραμμίες μικρού μήκους μεταξύ ομόρροπων καμπυλών πρέπει να αποφεύγονται. Αν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε το ελάχιστο μήκος της ευθυγραμμίας $\min L$ [m] κυρίως για λόγους αισθητικής πρέπει να είναι ίσο τουλάχιστον με το 6πλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

Για τις οδούς της ομάδας Α οι ευθυγραμμίες μικρού μήκους πρέπει να συνδυάζονται με κυκλικά τόξα και τόξα συναρμογής κατά τέτοιο τρόπο, ώστε σε σχέση με τα στοιχεία της μηκοτομής να επιτυγχάνεται τελικά μία ικανοποιητική, σύμφωνα με τις υποδείξεις και βασικές αρχές, χάραξη στον χώρο.

2.2.1.2 Αξιολόγηση ευθυγραμμιών κατά την εκπόνηση μελετών

Στις παρούσες Οδηγίες οδοποιίας η ευθυγραμμία θεωρείται ως “δυναμικό στοιχείο μελέτης” λαμβανομένων υπόψη των αναγκών επιταχύνσεων και επιβραδύνσεων των οδηγών. Σημειώνεται, ότι σε αντίθεση με την ευθυγραμμία το κυκλικό τόξο θεωρείται δυναμικό στοιχείο μελέτης ήδη από τη δεκαετία του '20 με την μελέτη της εγκάρσιας (φυγόκεντρης) επιτάχυνσης.

Ενώ για την αξιολόγηση των κυκλικών τόξων με ή χωρίς τόξα συναρμογής έχουν ουσιαστική σημασία τα Κριτήρια I και III , για την αξιολόγηση της ευθυγραμμίας καθοριστική σημασία έχει το Κριτήριο Ασφαλείας II "επίτευξη αρμονίας και συνέχειας στην λειτουργική ταχύτητα", προκειμένου να αξιολογηθεί η μετάβαση από την ευθυγραμμία στην καμπύλη ως καλός, μέτριος ή μη αποδεκτός σχεδιασμός.

Για την υπόψη ανάλυση απαιτείται ο ορισμός δύο τύπων ευθυγραμμιών :

1. **“Εξαρτημένες ευθυγραμμίες”** : είναι εκείνες οι ευθυγραμμίες, οι οποίες έχουν σχετικά μικρό μήκος με αποτέλεσμα η διαφορά μεταξύ των διαδοχικών ταχυτήτων V_{85} να μην μπορεί να υπερβεί την επιτρεπόμενη, σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II για καλή ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} \leq 10$ km/h) ή ακόμη και για μέτρια ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} \leq 20$ km/h) κατά τη διάρκεια επιταχυνόμενων ή επιβραδυνόμενων κινήσεων των οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή, η διαδικασία αξιολόγησης της αλληλουχίας των στοιχείων μελέτης από την άποψη της ασφαλείας καθορίζεται από την αλληλουχία καμπύλη-καμπύλη και αγνοείται η ύπαρξη της ενδιάμεσης ευθυγραμμίας.
2. **“Ανεξάρτητες ευθυγραμμίες”** : είναι εκείνες οι ευθυγραμμίες, οι οποίες έχουν επαρκές μήκος, ώστε η διαφορά μεταξύ των διαδοχικών ταχυτήτων V_{85} να μπορεί ενδεχομένως να υπερβεί την επιτρεπόμενη διαφορά σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II για μη αποδεκτή ποιότητα σχεδιασμού ($\Delta V_{85} > 20$ km/h) κατά τη διάρκεια επιταχυνόμενων ή επιβραδυνόμενων κινήσεων των οχημάτων. Στην περίπτωση αυτή η διαδικασία αξιολόγησης της αλληλουχίας των στοιχείων μελέτης καθορίζεται από την αλληλουχία στοιχείων ευθυγραμμία - καμπύλη (η ύπαρξη της ευθυγραμμίας δεν αγνοείται).

Με βάση τις τεχνικές που μπορούν να ακολουθούν τα οχήματα η μέση τιμή (α) επιβράδυνσης ή επιτάχυνσης των οχημάτων προσδιορίζεται ίση με $0,85 \text{ m/s}^2$. Κατά συνέπεια η σχέση που δίδει το μήκος συναρμογής ταχυτήτων (μήκος ευθυγραμμίας TL) μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών είναι:

$$TL = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{2 \cdot \alpha \cdot 3,6^2} = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{22,03} , \text{ όπου :}$$

$V_{85_{1/2}}$ [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη

TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)

α [m/s²] = τυπική επιτάχυνση/επιβράδυνση οχημάτων

Προκειμένου να αποφευχθεί η υιοθέτηση πολύ συντηρητικών τιμών, τα μήκη των ευθυγραμμιών μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών που αντιστοιχούν σε μέτριο σχεδιασμό οδών χαρακτηρίζονται **“εξαρτημένες ευθυγραμμίες”**. Οι αντίστοιχες τιμές αυτών των ευθυγραμμιών περιβάλλονται από έντονη

γραμμή πλαισίου στον **Πίνακα 3**. Μέχρι τις τιμές αυτές οι μεταβολές της ταχύτητας V_{85} μεταξύ διαδοχικών καμπυλών μελετώνται αγνοώντας την ύπαρξη των ευθυγραμμίων μεταξύ των καμπυλών, προκειμένου να εφαρμοσθεί το Κριτήριο Ασφαλείας II. Έτσι, καλύπτεται η κρίσιμη περίπτωση της μέτριας ποιότητας σχεδιασμού μίας οδού ($\Delta V_{85} = 20 \text{ km/h}$), ιδιαίτερα όσον αφορά τις επιβραδύνσεις. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις ($\Delta V_{85} < 20 \text{ km/h}$) τα μήκη των ευθυγραμμίων δεν επαρκούν, προκειμένου ο μέσος οδηγός να επιβραδύνει ή να επιταχύνει κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνει υπέρβαση των ορίων μεταβολής της λειτουργικής ταχύτητας που χαρακτηρίζουν τον μέτριο ή ακόμη και τον καλό σχεδιασμό οδών.

Αντίθετα, τα μήκη ευθυγραμμίων μεταξύ διαδοχικών καμπυλών που υπερβαίνουν προς τα άνω τις τιμές με το έντονο πλαίσιο στον Πίνακα 7-1 χαρακτηρίζονται “ανεξάρτητες ευθυγραμμίες”. Στις περιπτώσεις αυτές ο μέσος οδηγός έχει τη δυνατότητα να επιταχύνει ή να επιβραδύνει το όχημά του, ώστε τελικά να υπερβεί τα μέγιστα όρια μεταβολής της ταχύτητας V_{85} που χαρακτηρίζουν την μέτρια ποιότητα σχεδιασμού ($10 \text{ km/h} < \Delta V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$), με αποτέλεσμα την πολύ πιθανή εμφάνιση κρίσιμων καταστάσεων από την άποψη της ασφαλείας κυκλοφορίας των οχημάτων.

Διακρίνονται οι ακόλουθες τρεις περιπτώσεις :

- ❖ **Περίπτωση 1 - Εξαρτημένη ευθυγραμμία** : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών είναι μικρότερο από την τιμή TL_5 (έντονη γραμμή πλαισίου) των ευθυγραμμίων μικρού μήκους του **Πίνακα 3** ($TL < TL_5$) που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη ταχύτητα V_{85} της καμπύλης με τη μεγαλύτερη τιμή ελκτότητας K_E . Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία θεωρείται “**εξαρτημένη**” και αγνοείται κατά την αξιολόγηση της χάραξης, δηλαδή αξιολογείται μόνο η σχέση μεταξύ των δυο διαδοχικών καμπυλών.
- ❖ **Περίπτωση 2 - Ανεξάρτητη ευθυγραμμία** : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL είναι τουλάχιστον το διπλάσιο της τιμής TL_L της “**μεγάλης ευθυγραμμίας**” που δίδεται στην στήλη 8 του **Πίνακα 3** ($TL \geq 2 \cdot TL_L$) και η οποία αντιστοιχεί στην πλησιέστερη τιμή της ταχύτητας V_{85} της καμπύλης με τη μεγαλύτερη τιμή ελκτότητας K_E . Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία θεωρείται “**ανεξάρτητη**”, και δεν αγνοείται κατά την αξιολόγηση της χάραξης. Στην περίπτωση αυτή η ακολουθία “**ευθυγραμμία - καμπύλη**” καθορίζει τη διαδικασία αξιολόγησης.
- ❖ **Περίπτωση 3 - Μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία** : Το μήκος της ευθυγραμμίας TL κυμαίνεται μεταξύ των μηκών, που αντιστοιχούν στις περιπτώσεις 1 και 2 ($TL_5 < TL < 2 \cdot TL_L$). Στην περίπτωση αυτή η λειτουργική ταχύτητα στην ανεξάρτητη ευθυγραμμία πρέπει να υπολογισθεί σύμφωνα με το **σχήμα 7**. Η αλληλουχία “**ευθυγραμμία - καμπύλη**” είναι και σ' αυτή την περίπτωση καθοριστική για την αξιολόγηση της χάραξης. Όλα όσα αναφέρονται στις περιπτώσεις 1 έως 3 ισχύουν και για τις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας.

Πίνακας 3: Σχέση μεταξύ μηκών ευθυγραμμίας και μεταβολής της ταχύτητας V_{85} κατά την αλληλουχία ευθυγραμμία – καμπύλη.

V_{85K} σε καμπύλη [km/h]	Τιμές TL_L και TL_S						
	V_{85T} σε ευθυγραμμία [km/h]						
	70	75	80	85	90	95	100
1	2	3	4	5	6	7	8
50	110	145	180	215	255	300	345
55		120	155	195	230	275	320
60			130	165	205	250	295
65				140	175	220	265
70					145	190	235
75						155	200
80							165

Εξαρτημένες ευθυγραμμίες

$T=TL_S$ [m]: Μικρά μήκη ευθυγραμμιών TL_S που είναι τα μέγιστα επιτρεπόμενα μήκη ευθυγραμμιών, και χαρακτηρίζονται ως “εξαρτημένες ευθυγραμμίες”

V_{85K} , V_{85T} [km/h]: Λειτουργική ταχύτητα 85% σε καμπύλη (V_{85K}) ή ευθυγραμμία (V_{85T}), εξαρτωμένη από την τιμή K_E . Στις ευθυγραμμίες $K_E = 0$ gον/km

Ανεξάρτητες ευθυγραμμίες

$T=TL_L$ [m]: Μεγάλα μήκη ευθυγραμμιών TL_L . Στα μήκη ευθυγραμμιών της στήλης 8 (ή σε μεγαλύτερα) αναμένεται η ανάπτυξη της μέγιστης ταχύτητας V_{85} .

Οι τιμές της στήλης 8 συνιστώνται για τον προσδιορισμό των μεγάλων σε μήκος ευθυγραμμιών TL_L .

Οι τιμές με πλάγια γραφή παρουσιάζονται μόνο για την αντίληψη της μεταβολής των τιμών.

Διαδικασία αξιολόγησης

Για τη διαδικασία αξιολόγησης σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II πρέπει να υπολογισθούν οι μεταβολές της ταχύτητας V_{85} (ΔV_{85}) μεταξύ των διαδοχικών στοιχείων μελέτης (“ευθυγραμμία - καμπύλη” ή “καμπύλη - καμπύλη”).

Για την αξιολόγηση των ευθυγραμμιών κατά τη μελέτη μίας οδού προτείνεται η ακόλουθη διαδικασία :

(1) Προσδιορισμός του μήκους της ευθυγραμμίας TL μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών κατά τη μελέτη νέας οδού, την ανακατασκευή, ή τη βελτίωση υφιστάμενης οδού.

(2) Υπολογισμός των τιμών της ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης για τις καμπύλες 1 και 2 K_{E1} και K_{E2} σύμφωνα με τα Σχήματα 3α, β και 4 και προσδιορισμός των αντιστοίχων λειτουργικών ταχυτήτων V_{85} (V_{85_1} V_{85_2}) σύμφωνα με το διάγραμμα του Σχήματος 2.

(3) Σύγκριση του υφιστάμενου μήκους ευθυγραμμίας TL με τα μήκη ευθυγραμμιών TL_5 και $2 \cdot TL_L$ του Πίνακα 3, προκειμένου να χαρακτηριστεί η ευθυγραμμία ανεξάρτητη ή εξαρτημένη.

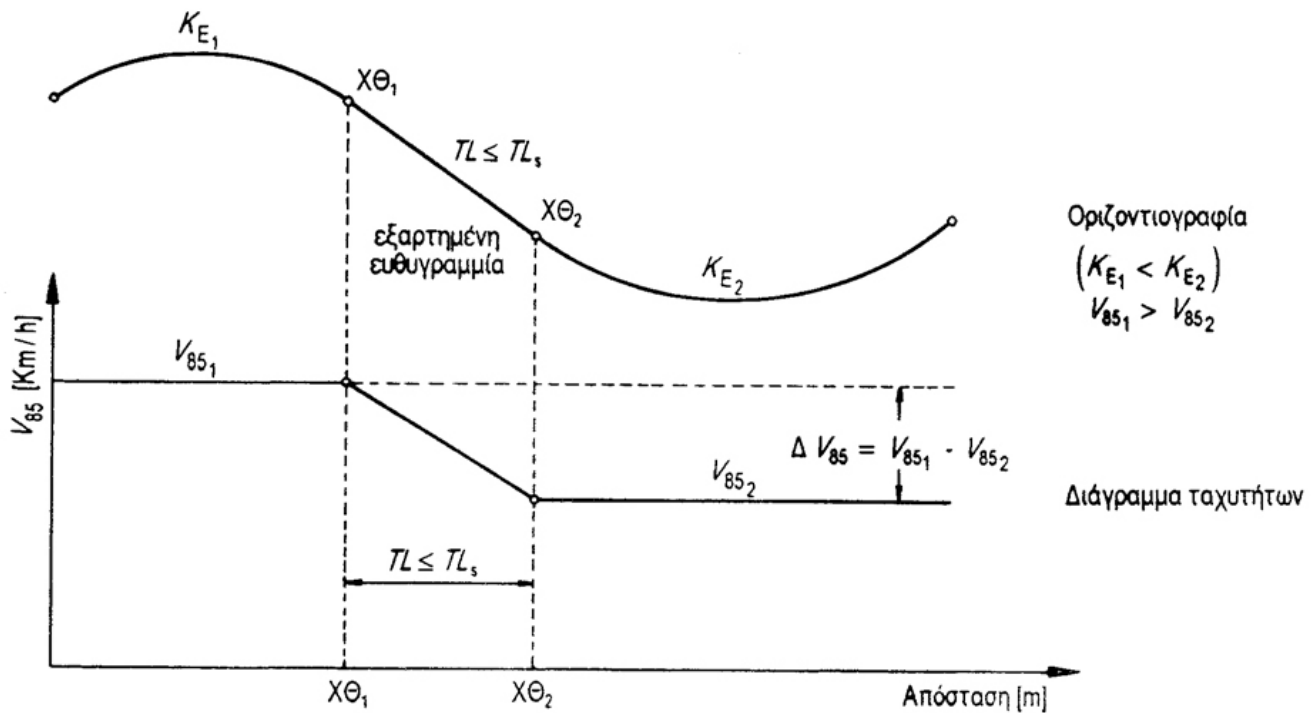
Παρατήρηση : Για λόγους απλοποίησης της διαδικασίας κατά την ανάγνωση των τιμών TL_5 και TL_L από τον Πίνακα 3 λαμβάνεται πάντοτε η μικρότερη από τις δύο τιμές V_{85_1} και V_{85_2}

(4) Περίπτωση 1- Εξαρτημένη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 1 απεικονίζεται στο Σχήμα 5. Στην περίπτωση αυτή ο οδηγός επιταχύνει ή επιβραδύνει ομοιόμορφα. Αν το υφιστάμενο μήκος ευθυγραμμίας TL είναι μικρότερο από το μέγιστο επιτρεπόμενο για την “μικρή ευθυγραμμία” TL_5 , τότε η ευθυγραμμία είναι “εξαρτημένη” και αγνοείται στην διαδικασία αξιολόγησης. Αυτό σημαίνει ότι η μεταβολή της ταχύτητας V_{85} για την αξιολόγηση της ποιότητας σχεδιασμού του οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης σύμφωνα με το Κριτήριο Ασφαλείας II (βλ. Πίνακα 4) ελέγχεται μόνο για τις δύο διαδοχικές καμπύλες.

Πίνακας 4: Κριτήριο Ασφαλείας II για υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (κατηγορίες οδών A I έως A IV). Όρια τιμών απόκλισης μεταξύ διαδοχικών V_{85} για το χαρακτηρισμό της ποιότητας σχεδιασμού ενός οδικού τμήματος ως καλής, μέτριας ή απαράδεκτης.

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



Υπόμνημα :

$TL [m]$ = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών

$TL_s [m]$ = μικρό μήκος ευθυγραμμίας (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)

$K_{Ei} [gon/Km]$ = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης i

$V_{85i} [km/h]$ = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i

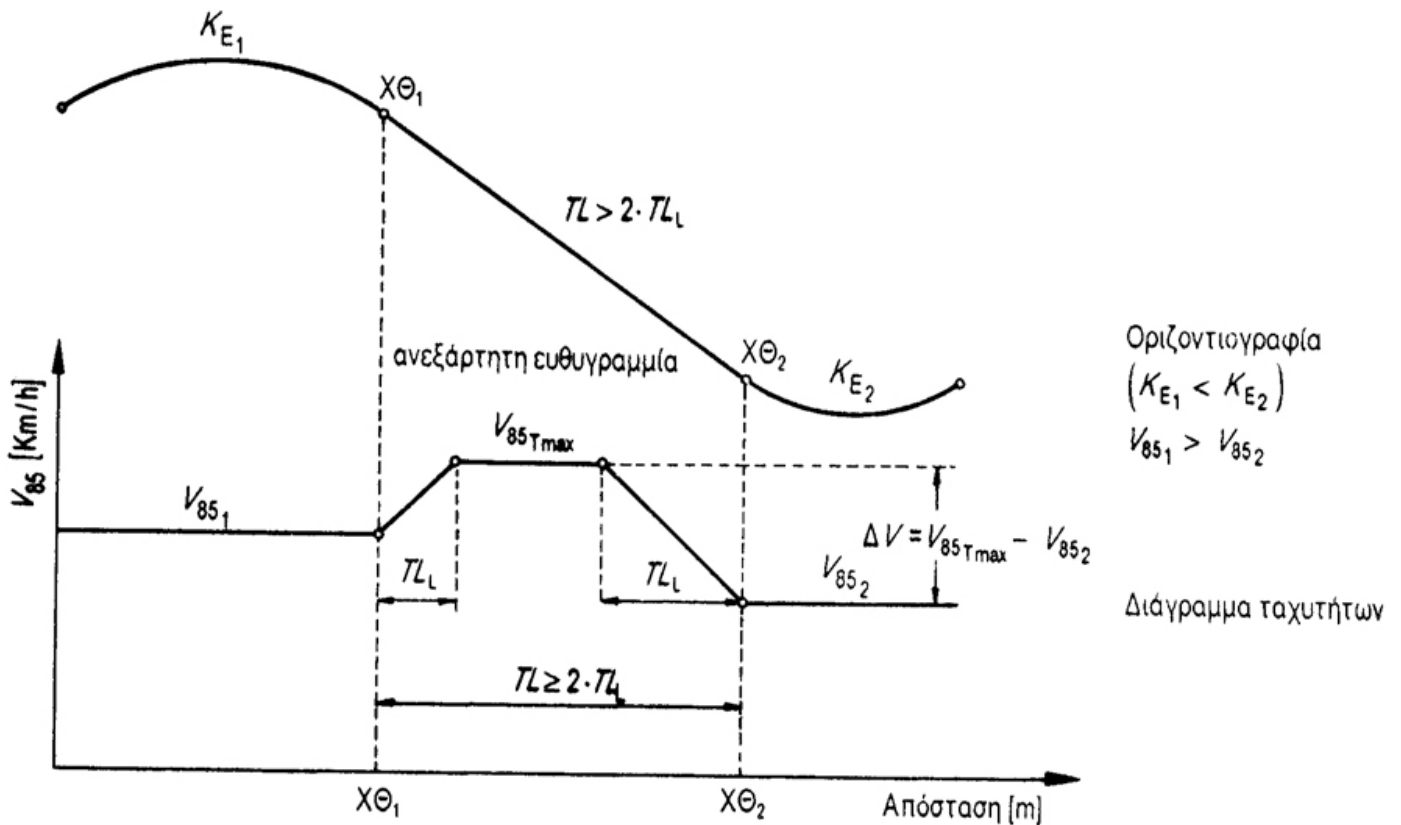
Σχήμα 5: Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για την εξαρτημένη ευθυγραμμία (Περίπτωση 1)

(5) Περίπτωση 2 - Ανεξάρτητη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 2 απεικονίζεται στο Σχήμα 7-2. Στην περίπτωση αυτή το υφιστάμενο μήκος της ευθυγραμμίας επαρκεί, ώστε ένας μέσος οδηγός να μπορεί να επιταχύνει μέχρι την μέγιστη λειτουργική ταχύτητα V_{85} ($V_{85_{Tmax}}$) την οποία και διατηρεί για κάποιο χρονικό διάστημα πριν αρχίσει να επιβραδύνει, προκειμένου να εισέλθει με μειωμένη ταχύτητα στην καμπύλη που ακολουθεί. Από το Σχήμα 6 συνάγεται, ότι εφόσον το μήκος TL μίας ευθυγραμμίας είναι τουλάχιστον το διπλάσιο από το κρίσιμο μήκος της “μεγάλης ευθυγραμμίας TL_L ” που δίδεται στη στήλη 8 του Πίνακα 3, τότε η ευθυγραμμία μπορεί να θεωρηθεί ως “ανεξάρτητη” χωρίς επιπλέον υπολογισμούς και επομένως το Κριτήριο Ασφαλείας II (Πίνακας 4-3) εφαρμόζεται στην ακολουθία στοιχείων μελέτης “ευθυγραμμία - καμπύλη”. Η αναμενόμενη μεταβολή της ταχύτητας στην ευθυγραμμία είναι :

$$\Delta V_{85} = V_{85_{Tmax}} - V_{85_2} \quad (5)$$

Με $V_{85_{Tmax}}$ από Σχήμα 2.



Υπόμνημα :

$TL [m]$ = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών

$TL_L [m]$ = μεγάλο μήκος ευθυγραμμίας (κρίσιμο μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ ευθυγραμμίας και καμπύλης 2)

$K_{E_i} [gon/Km]$ = ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης i

$V_{85_i} [km/h]$ = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i

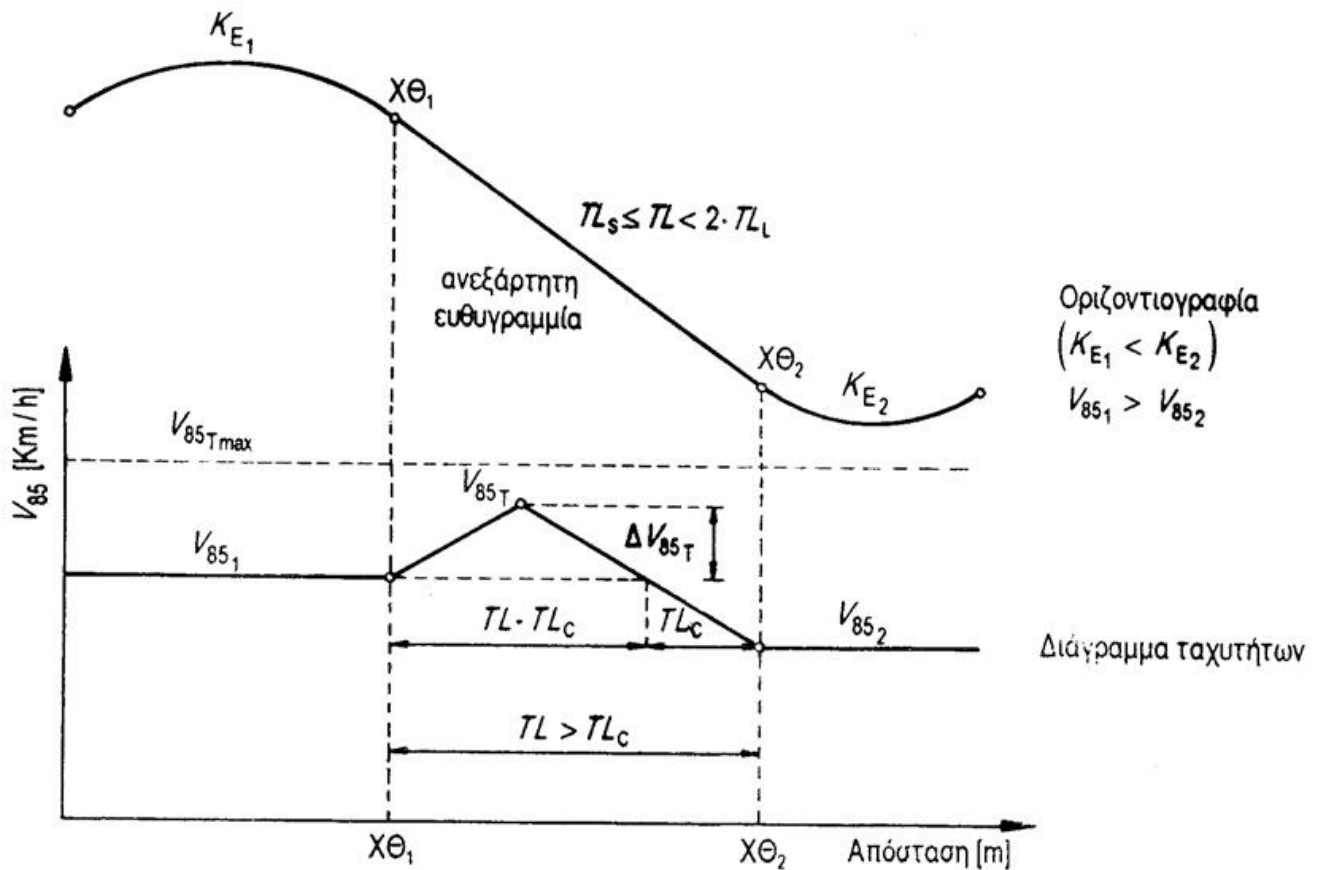
Σχήμα 6: Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για την ανεξάρτητη ευθυγραμμία (Περίπτωση 2)

(6) Περίπτωση 3-Μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία

Η περίπτωση 3 απεικονίζεται στο Σχήμα 7. Στην περίπτωση αυτή η ευθυγραμμία είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να είναι δυνατή η ανάπτυξη επιτάχυνσης από τους οδηγούς αλλά όχι μέχρι την ανάπτυξη της μέγιστης λειτουργικής ταχύτητας V_{85} ($V_{85_{Tmax}}$). Από το Σχήμα 7 προκύπτει, ότι το υφιστάμενο μήκος της ευθυγραμμίας TL είναι μεγαλύτερο από το μήκος της “μικρής ευθυγραμμίας” $TL_{85_{Tmax}}$ και μικρότερο από το διπλάσιο του μήκους της “μεγάλης ευθυγραμμίας” TL_L που δίδεται στη στήλη 8 του Πίνακα 3, που αποτελεί όριο για να θεωρηθεί ως “ανεξάρτητη”. Στο Σχήμα 7 φαίνεται ο τρόπος υπολογισμού της μέγιστης ταχύτητας V_{85_T} που θα αναπτυχθεί στη μερικώς “ανεξάρτητη ευθυγραμμία”.

Επομένως, για την εφαρμογή του Κριτηρίου Ασφαλείας II θα ληφθεί υπόψη η ακολουθία των στοιχείων “ευθυγραμμία - καμπύλη”. Η αναμενόμενη μεταβολή της ταχύτητας V_{85} σ' αυτή την περίπτωση είναι :

$$\Delta V_{85} = V_{85_T} - V_{85_2} \quad (6)$$



$$TL_C = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{22,03}$$

$V_{85_T} = V_{85_1} + \Delta V_{85_T}$ Για τον υπολογισμό της τιμής V_{85_T} επιλέγεται πάντοτε η καμπύλη με τη μικρότερη ελκτικότητα K_E

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2 \cdot V_{85_1} \pm \sqrt{4 \cdot V_{85_1}^2 + 44,06 (TL - TL_C)}}{2}$$

όπου :

- TL [m] = μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών
- TL_S [m] = μικρό μήκος ευθυγραμμίας (μήκος συναρμογής ταχυτήτων)
- TL_L [m] = μεγάλο μήκος ευθυγραμμίας (μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ καμπυλών 1 και 2)
- TL_C [m] = κρίσιμο μήκος επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μεταξύ των καμπυλών 1 και 2
- K_{E_i} [gon/km] = ελκτικότητα μεμονωμένης καμπύλης i
- V_{85_i} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% στην καμπύλη i
- V_{85_T} [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85% που αναπτύσσεται στη μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία.
Η $V_{85_{Tmax}}$ μπορεί να αναπτυχθεί μόνον σε εξαιρετικές περιπτώσεις
- ΔV_{85_T} [km/h] = διαφορά μεταξύ των λειτουργικών ταχυτήτων 85% στην καμπύλη με την μικρότερη τιμή K_E και στην ευθυγραμμία

Σχήμα 7: Σχηματική απεικόνιση διαγράμματος ταχυτήτων για τη μερικώς ανεξάρτητη ευθυγραμμία (Περίπτωση 3)

2.2.2 Κυκλικό τόξο

2.2.2.1 Εφαρμογή

Για τα κυκλικά τόξα των οδών της ομάδας Α, θα επιλέγονται οι μεγαλύτερες δυνατές ακτίνες ιδιαίτερα στις περιπτώσεις των μικρών επίκεντρων γωνιών και όταν ακολουθούν ευθυγραμμίες, προκειμένου να επιτευχθούν :

- κατά κανόνα συνολικώς μικρά μήκη καμπυλών,
- επαρκή μήκη ορατότητας για προσπέραση,
- αρμονία και συνέχεια στην οδική συμπεριφορά.

Παράλληλα με τους προαναφερθέντες σκοπούς, η επιλογή των ακτινών θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε :

- η οδός να προσαρμόζεται κατά μορφή και μέγεθος με το ανάγλυφο του εδάφους και το τοπίο,
- όσον αφορά τα μεγέθη και την αλληλουχία των καμπυλών, να εξασφαλίζεται η συμβατότητα μεταξύ οριζοντιογραφίας και μηκοτομής, και να επιτυγχάνεται η καλή ανάπτυξη της οδού στο χώρο.
- να εξασφαλίζεται η αρμονική σχέση μεταξύ ταχύτητας μελέτης V_e και λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με την Περίπτωση 1 του Κριτηρίου Ασφαλείας Ι.

Επιτρέπεται η θλάση του άξονα της χάραξης χωρίς εφαρμογή οριζόντιας καμπύλης όταν η γωνία θλάσης γ είναι μικρότερη από την τιμή που προκύπτει (ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης V_e) από τις σχέσεις :

- όταν $V_e < 70\text{km/h}$, $\gamma = \arctan (1,6/V_e)$
- όταν $V_e \geq 70\text{km/h}$, $\gamma = \arctan (155/V_e^2)$

2.2.2.2 Τυπικές και οριακές τιμές

Για τις οδούς των ομάδων Α και Β οι ελάχιστες ακτίνες των καμπυλών R_{\min} δίδονται στον Πίνακα 5. Οι τιμές αυτές εξαρτώνται από την ταχύτητα μελέτης V_e , τον βαθμό εκμετάλλευσης του συντελεστή εγκάρσιας τριβής n , και τις οριακές τιμές της επίκλισης q . Για λόγους καλύτερης προσαρμογής στις κλιματολογικές και τις τοπογραφικές συνθήκες της Ελλάδας, η επιλογή των τιμών R_{\min} εξαρτάται εκτός από την ομάδα, στην οποία ανήκει η οδός, και από την κατηγορία του εδάφους (πεδινό, λοφώδες ή ορεινό).

Πίνακας 5: Ελάχιστες ακτίνες καμπυλών για οδούς των ομάδων Α και Β.

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

Οι τιμές σε () εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

Σε οδούς με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας, εφόσον υπάρχουν εμπόδια στην κεντρική νησίδα που παρεμποδίζουν την ορατότητα, απαιτείται η επιλογή μεγαλύτερων ακτινών από τις ελάχιστες ακτίνες που δίδονται στον Πίνακα 5, ή η διαπλάτυνση της κεντρικής νησίδας. Σε αριστερόστροφες καμπύλες πρέπει να εξετάζεται αν διατίθεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση στην αριστερή λωρίδα (λωρίδα προσπέρασης).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις οδών της ομάδας Α, υπάρχει η δυνατότητα αύξησης της μέγιστης τιμής της επίκλισης κατά 1% (βλ. Πίνακα 5, μόνο για τις τιμές εντός παρένθεσης).

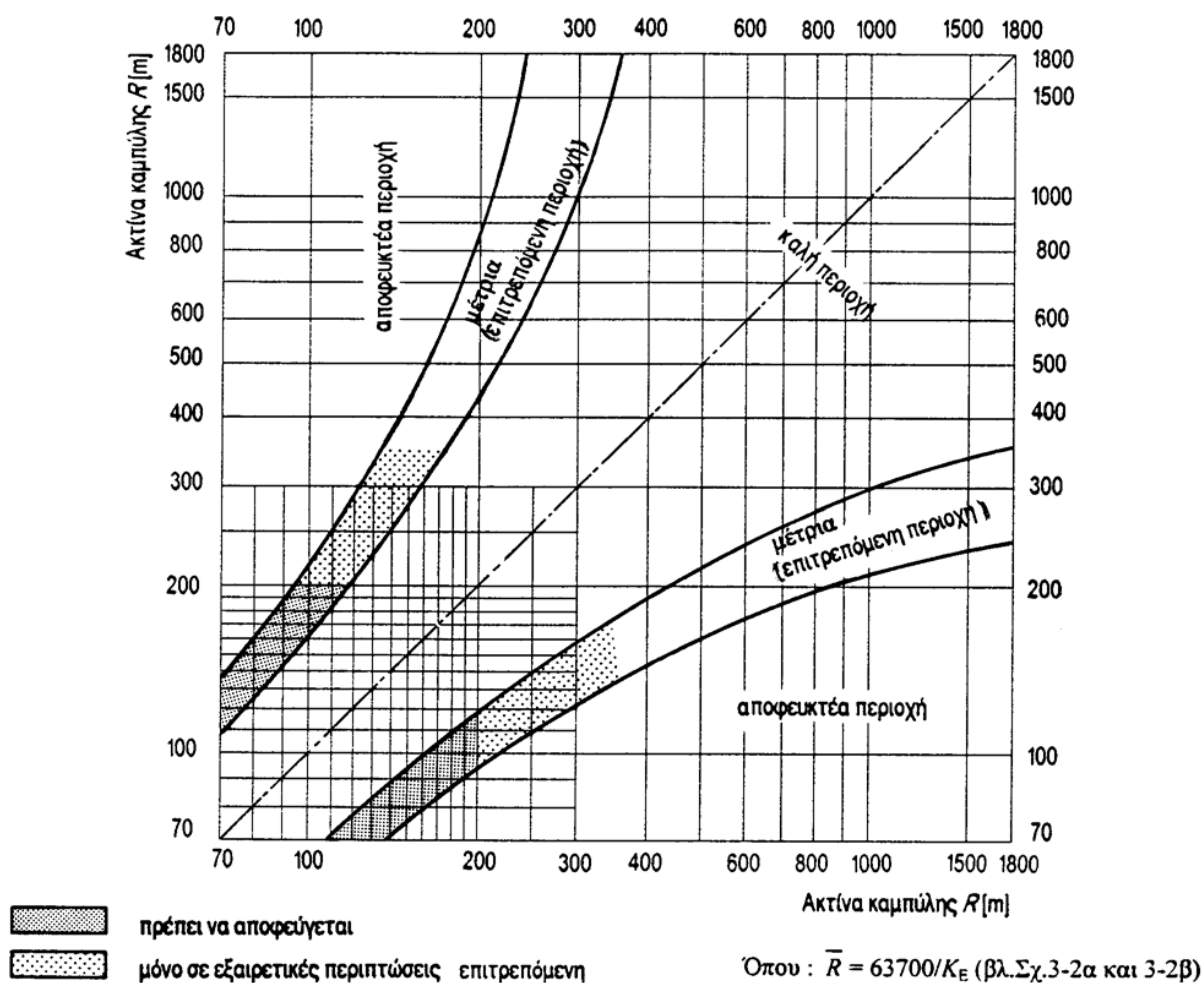
Τα κυκλικά τόξα πρέπει να έχουν μήκος τουλάχιστον ίσο με εκείνο που διανύεται σε 2 δευτερόλεπτα από όχημα κινούμενο με την ταχύτητα μελέτης.

2.2.2.3 Σχέση διαδοχικών καμπυλών

Οι ακτίνες των ομόροπων ή αντίροπων διαδοχικών κυκλικών τόξων, μεταξύ των οποίων υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα μήκους από καθόλου μέχρι TLS (βλ. Πίνακα 3), σε οδούς της ομάδας Α ή κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ πρέπει να παρουσιάζουν μία αρμονική σχέση για λόγους κυκλοφοριακής ασφαλείας. Επίσης η αρμονική σχέση μεταξύ διαδοχικών κυκλικών τόξων είναι επιθυμητή στις οδούς κατηγορίας Β ΙΙΙ, καθώς και στις οδούς κατηγορίας Β ΙV, εφόσον είναι εφικτό.

Αυτή η απαίτηση οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός, ότι δεν πρέπει να μεταβάλλεται απότομα η λειτουργική ταχύτητα V_{85} μεταξύ δύο διαδοχικών καμπυλών. Στην περίπτωση των υπεραστικών οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας αυτό εξασφαλίζεται με την εφαρμογή του Κριτηρίου Ασφαλείας ΙΙ.

Ο σχεδιασμός με βάση την αρμονική σχέση των διαδοχικών στοιχείων μελέτης έχει την έννοια, ότι τα στοιχεία μελέτης με ελάχιστες ή μέγιστες τιμές των παραμέτρων τους δεν διαδέχονται το ένα το άλλο αυθαίρετα, αλλά αντίθετα, δημιουργούνται ακολουθίες στοιχείων μελέτης, στις οποίες ένα στοιχείο μελέτης έχει συγκεκριμένη σχέση με το προηγούμενο και το επόμενο. Η επιτρεπόμενη σχέση των ακτινών διαδοχικών κυκλικών τόξων δίδεται στο Σχήμα 6.



Σχήμα 8: Σχέση διαδοχικών ακτινών κυκλικών τόξων για οδούς της ομάδας Α και της κατηγορίας ΒΙ και Β ΙΙ (Επιθυμητή για τις κατηγορίες Β ΙΙΙ και Β ΙV).

Στις κατηγορίες οδών A I έως A IV και B I και B II η αλληλουχία των ακτινών πρέπει να βρίσκεται στην καλή περιοχή. Στις κατηγορίες οδών B III και B IV η αλληλουχία των ακτινών μπορεί να βρίσκεται και στη μέτρια περιοχή. Η αρμονική σχέση μεταξύ διαδοχικών καμπυλών πρέπει να εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο στη μελέτη νέων οδών, επειδή ενδεχόμενα η εφαρμογή της υποχρέωσης αυτής κατά την βελτίωση ή την ανακατασκευή υφιστάμενων οδών είναι πολύ δύσκολη για λόγους κόστους, περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ή πολεοδομικών περιορισμών. Όμως σε αυτές τις περιπτώσεις (βελτίωσης ή ανακατασκευής υφιστάμενων οδών) επιβάλλεται κατά την επιλογή των διαδοχικών ακτινών, η απαίτηση του Κριτηρίου Ασφαλείας II για μεταβολή της ταχύτητας V85 στα επιλεγόμενα τόξα, να μην υπερβαίνει τα 15km/h.

Για την αλληλουχία “ανεξάρτητη ευθυγραμμία - τόξο συναρμογής - κυκλικό τόξο” πρέπει να εφαρμόζονται κυκλικά τόξα με ακτίνα $R > 400$ m. Επειδή όμως η ακτίνα των 400 m βρίσκεται στο όριο μεταξύ καλής και επιτρεπόμενης περιοχής, για λόγους πρόσθετης ασφάλειας κατά την κυκλοφορία των οχημάτων κατά την αλληλουχία “ανεξάρτητη ευθυγραμμία - καμπύλη” πρέπει να εφαρμόζονται κυκλικά τόξα με ελάχιστη ακτίνα $R_{\min} = 500$ m.

2.2.3 Τόξο συναρμογής

Το τόξο συναρμογής πρέπει:

- Κατά τη μετάβαση από μία καμπυλότητα σε άλλη να επιτρέπει συνεχή γραμμική μεταβολή της φυγόκεντρης επιτάχυνσης,
- Να χρησιμοποιείται ως μήκος συναρμογής για τη μεταβολή της επίκλησης,
- Με την προοδευτική μεταβολή της καμπυλότητας να εξασφαλίζει μία αρμονική και συνεχή χάραξη με αποτέλεσμα την ανάπτυξη ομοιόμορφης λειτουργικής ταχύτητας,
- Να συντείνει σε μία οπτικά ικανοποιητική χάραξη, ιδιαίτερα σε οδούς των ομάδων A και B.

Η εφαρμογή τόξων συναρμογής επιβάλλεται στις οδούς της ομάδας AI έως AIV καθώς και στις B I και B II, ενώ είναι επιθυμητή στην κατηγορία οδών B III και B IV.

Ως τόξο συναρμογής χρησιμοποιείται η κλωθοειδής. Σε αυτό τον τύπο τόξου, η καμπυλότητα μεταβάλλεται γραμμικά με το μήκος του τόξου. Η κλωθοειδής εκφράζεται από τη σχέση:

$$A^2 = R \cdot L(7)$$

όπου :

A [m] = παράμετρος της κλωθοειδούς

R [m] = ακτίνα καμπυλότητας στο πέρας του τμήματος της κλωθοειδούς.

L [m] = μήκος του τόξου της κλωθοειδούς από την αρχή του ($R = \infty$) μέχρι την ακτίνα R.

Για όλες τις κατηγορίες οδών και τις V_e με βάση τα δεδομένα της ασφαλείας και της άνεσης της κίνησης των οχημάτων, την αισθητική της οδού και την απορροή των ομβρίων επιτρέπεται η άμεση σύνδεση ευθυγραμμίων με κυκλικά τόξα χωρίς την παρεμβολή τόξων συναρμογής όταν:

- i. η ακτίνα του κυκλικού τόξου είναι $R \geq 1000$ m
- ii. η μεταβολή της γωνίας διεύθυνσης (γωνία θλάσης) της καμπύλης γ είναι μικρότερη από $10g_{on}$ ($\gamma < 10g_{on}$).

Σε αυτές τις περιπτώσεις το ελάχιστο μήκος του τόξου $\min L_c$ [m] πρέπει να είναι τουλάχιστο ίσο με το διπλάσιο της ταχύτητας μελέτης V_e [km/h].

2.3 Μηκοτομή

2.3.1 Κατά μήκος κλίσης

Εφαρμογή

Οι κατά μήκος κλίσεις πρέπει για λόγους κυκλοφοριακής ασφάλειας, λειτουργικού κόστους, εξοικονόμησης ενέργειας, μειωμένης ρύπανσης και κυκλοφοριακής ποιότητας να διατηρούνται κατά το δυνατόν μικρές. Ακόμη, οι κλίσεις της οδού πρέπει κατά το δυνατό να προσαρμόζονται στο ανάγλυφο του εδάφους, προκειμένου να προστατευθούν το περιβάλλον και οι οικιστικές περιοχές και να μειωθεί το κόστος κατασκευής.

Οριακές και τυπικές τιμές

Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις

Για λόγους ασφαλείας οι μέγιστες κατά μήκος κλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τις τιμές του Πίνακα 6. Οι μικρότερες τιμές, που ισχύουν για τις οδούς της ομάδας Β, αποβλέπουν στην ικανοποίηση των ειδικών απαιτήσεων και περιορισμών στις δομημένες περιοχές (υψηλό ποσοστό μη μηχανοκίνητης κυκλοφορίας, στάση και στάθμευση). Ειδικά για οδούς κατηγορίας ΒΙ (αστικοί αυτοκινητόδρομοι), η τιμή της επιτρεπόμενης μέγιστης κατά μήκος κλίσης προσδιορίζεται σε σχέση με το μήκος εφαρμογής της, από τον Πίνακα 7.

Οι τιμές που βρίσκονται μέσα σε παρένθεση στον Πίνακα 6, εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις για οδούς της ομάδας Α και Β. Επίσης εφαρμόζονται στις περιπτώσεις ειδικών τοπογραφικών ή πολεοδομικών περιορισμών και εφόσον η αλλαγή των στοιχείων μελέτης της διατομής ή της χάραξης της οδού είναι αδύνατη ή το εναπομένον ευθύγραμμο τμήμα μεταξύ κοίλης και κυρτής κατακόρυφης καμπύλης είναι ιδιαίτερα μικρό.

Στις περιοχές ισόπεδων κόμβων πρέπει να αποφεύγονται κατά μήκος κλίσεις μεγαλύτερες από 4% για λόγους σωστής μελέτης των συμβολών/διασταυρώσεων και της κυκλοφοριακής τεχνικής (περιορισμός μήκους ορατότητας για στάση).

Εντός σηράγγων σε οδούς της ομάδας Α οι κατά μήκος κλίσεις δεν πρέπει να υπερβαίνουν τη τιμή 4%. Ιδιαίτερα σε σήραγγες μεγάλου μήκους, πρέπει να επιδιώκεται η τιμή της μέγιστης κατά μήκος κλίσης να είναι $s_{max} = 2,5\%$. Εντονότερες κατά μήκος κλίσεις έχουν τα εξής μειονεκτήματα :

- υψηλότερη ρύπανση,
- μεγαλύτερη πιθανότητα ατυχημάτων,
- διασπορά εύφλεκτων υλικών με μεγάλη ταχύτητα και
- μείωση της ταχύτητας των βαρέων οχημάτων.

Αν δεν είναι δυνατόν να αναπτυχθούν οι αναμενόμενες λειτουργικές ταχύτητες σε ορισμένα ανωφερικά τμήματα στις οδούς της ομάδας Α, πρέπει να διερευνάται η πιθανότητα διάταξης μίας επιπλέον λωρίδας για τα βαρέα οχήματα (πρόσθετη λωρίδα) ή αλλαγής της χάραξης της οδού.

Πίνακας 6: Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις (ΟΜΟΕ – Χ)

V_c [km/h]	s_{max} [%] για τις οδούς της ομάδας			
	Α			Β (πλήν ΒΙ)
	πεδινά εδάφη	λοφώδη εδάφη	ορεινά εδάφη	όλες οι κατη- γορίες εδαφών
50	7 (8)	8 (9)	10 (11)	8 (12)
60	6 (8)	7 (9)	9 (10)	7 (10)
70	5 (7)	6 (8)	8 (9)	6 (9)
80	4 (6)	5 (7)	7 (9)	5 (7)
90	4 (5)	5 (6)	7 (8)	-
100	3 (5)	4 (6)	6 (8)	-
110	3 (5)	4 (6)	5 (6)	-
120	3 (5)	4 (6)	-	-
130	3 (4)	-	-	-

Οι τιμές σε () εφαρμόζονται σε εξαιρετικές περιπτώσεις

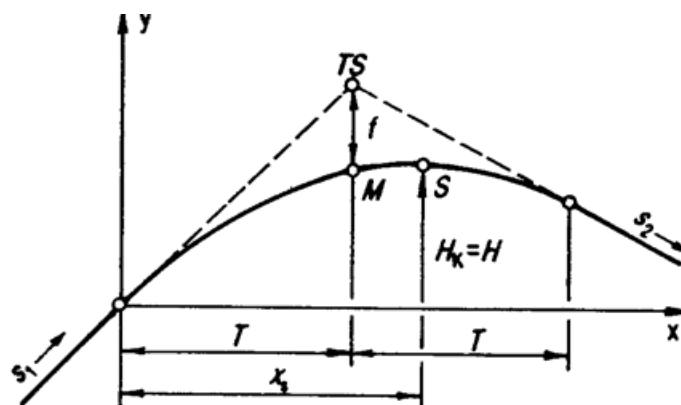
Επιπλέον ως εξαίρεση επιτρέπεται κλίση μέχρι και 20% για οδούς κατηγορίας AV εφόσον αφορούν προσβάσεις μήκους $\leq 50m$. Το αποδεκτό μήκος εφαρμογής των κλίσεων εξετάζεται σε σχέση με τις απαιτήσεις πρόσθετων λωρίδων (βλ. ΟΜΟΕ-ΠΛΚ).

Πίνακας 7: Μέγιστες κατά μήκος κλίσεις οδών κατηγορίας ΒΙ (ΟΜΟΕ –Χ)

V_e [km/h]	S_{max} [%]	Μέγιστο μήκος L_{max} [m]
50	8 (12)	100
60	7	200
70	6	300
80	5	600

2.3.2 Κοίλες και κυρτές κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής

Συνήθως τα τόξα συναρμογής που διατάσσονται στα κυρτώματα και τα κοιλώματα είναι τετραγωνικές παραβολές ως προσέγγιση κυκλικών τόξων, δεδομένου ότι για τις κατά κανόνα εφαρμοζόμενες μεγάλες ακτίνες και την επιδιωκόμενη ακρίβεια το κυκλικό τόξο και η τετραγωνική παραβολή συμπίπτουν. Καθοριστικό γεωμετρικό μέγεθος της κατακόρυφης καμπύλης είναι η ακτίνα καμπυλότητας H στη θέση αλλαγής προσήμου της κατά μήκος κλίσης ($s = 0\%$). Οι βασικές σχέσεις υπολογισμού μίας κατακόρυφης καμπύλης δίδονται στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9: Βασικές σχέσεις υπολογισμού κατακόρυφης καμπύλης.

2.4 Διατομή

2.4.1 Επίκλιση στην ευθυγραμμία

Επίκλιση του οδοστρώματος

Η αναγκαία επίκλιση για την απορροή των όμβριων του οδοστρώματος στην ευθυγραμμία διαμορφώνονται σύμφωνα με το Σχήμα 9-1. Στο οδόστρωμα περιλαμβάνονται οι λωρίδες κυκλοφορίας και οι λωρίδες καθοδήγησης.

Η ελάχιστη τιμή της επίκλισης του οδοστρώματος στην ευθυγραμμία για όλες τις κατηγορίες οδών είναι

$$:q_{\min} = 2,5\%$$

Η τιμή αυτή έχει γίνει αποδεκτή στις περισσότερες χώρες που διαθέτουν κανονισμούς οδοποιίας.

Στις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και μια λωρίδα κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση των ομάδων Α και Β εφαρμόζεται δίκλινες οδόστρωμα. Όμως συνιστάται η διαμόρφωση μονοκλινούς οδοστρώματος εφόσον επιτυγχάνεται οικονομία στα έργα αποχέτευσης.

Οδόστρωμα	Επίκλιση

Σχήμα 10: Μορφές επίκλισης στην ευθυγραμμία.

Σε οδούς της ομάδας Β με τέσσερις λωρίδες κυκλοφορίας χωρίς κεντρική νησίδα, το οδόστρωμα στην ευθυγραμμία διαμορφώνεται ως αμφικλινές.

Σε οδούς όλων των ομάδων με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας, η κάθε επιφάνεια διαμορφώνεται ως μονοκλινή. Η απορροή των όμβριων πραγματοποιείται κατά κανόνα μέσω της εξωτερικής λωρίδας (π.χ. Λ.Ε.Α.).

Κατά την επιλογή της τιμής της επίκλισης λαμβάνεται υπόψη και η κυκλοφορία των φορτηγών (βαρέων οχημάτων), εφόσον κρίνεται σκόπιμο. Για τη διαμόρφωση της επίκλισης σε διάφορα μέρη της διατομής ισχύουν οι κανόνες, που αναφέρονται στις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων, Μέρος : Διατομές (ΟΜΟΕ - Δ, παράγραφος 1.5)

2.4.2 Επίκλιση στο κυκλικό τόξο

Επίκλιση του οδοστρώματος

Η επίκλιση στις καμπύλες διαμορφώνεται με κατεύθυνση προς το εσωτερικό της καμπύλης για λόγους δυναμικής της κίνησης. Η μέγιστη τιμή της επίκλισης είναι :

- για οδούς της ομάδας Α :

$q_{\max} = 8\%$ (9%) σε πεδινά εδάφη

$q_{\max} = 7\%$ σε λοφώδη και ορεινά εδάφη

- Για οδούς της ομάδας Β :

$q_{\max} = 6$

Στις οδούς των ομάδων Α και Β η μέγιστη τιμή της επίκλισης είναι δυνατόν να αυξηθεί κατά 1% (τιμή παρένθεσης), όταν σε εξαιρετικές περιπτώσεις για ορισμένες ταχύτητες μελέτης V_e , οι ελάχιστες ακτίνες πρέπει να μειωθούν. Προκειμένου να αποφευχθεί η ολίσθηση των οχημάτων σε συνθήκες χιονιού ή παγετού, πρέπει να ληφθεί πρόνοια, ώστε η τιμή της λοξής κλίσης να μην υπερβαίνει το 10%.

Η ελάχιστη τιμή της επίκλισης στα κυκλικά τόξα για λόγους αποχέτευσης της οδού είναι ίση με την τιμή της επίκλισης στην ευθυγραμμία :

$$q_{\min} = 2,5\%$$

Εφόσον κρίνεται σκόπιμο κατά την επιλογή των επι-κλίσεων στα κυκλικά τόξα, λαμβάνεται υπόψη η κυκλοφορία των βαρέων οχημάτων σε συνδυασμό με τον ενδεχόμενο κίνδυνο εγκάρσιας ολίσθησης από μεγάλη επίκλιση, δυσανάλογη για την ταχύτητα που μπορεί να αναπτύσσουν αυτά (π.χ. λόγω ανωφέρειας).

Σε κλωθοειδείς κορυφές (που γενικά πρέπει να αποφεύγονται) και σε κυκλικά τόξα με πολύ μικρές επίκεντρες γωνίες, η μέγιστη τιμή της επίκλισης διατηρείται για μήκος ίσο με εκείνο, που διανύει όχημα κινούμενο με τη ταχύτητα μελέτης V_e σε δύο δευτερόλεπτα.

9.2.2 Επίκλιση των άλλων στοιχείων της διατομής στο κυκλικό τόξο

Οι πρόσθετες λωρίδες και τα σταθεροποιημένα ερείσματα για λόγους κατασκευαστικούς και δυναμικής της κίνησης οχημάτων στις καμπύλες έχουν κατά μέγεθος και φορά την ίδια επίκλιση με το οδόστρωμα.

Κατά παρέκκλιση από τον προαναφερόμενο κανόνα επιτρέπεται στην περιοχή του πέρατος της λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης σε κόμβους ή δημιουργία ακμής, όταν είναι αναγκαίο για την ανάπτυξη της περιστροφής του οδοστρώματος. Σε αυτές τις περιπτώσεις η αλγεβρική διαφορά των επικλίσεων στην αιχμή της επιφάνειας αποκλεισμού, μεταξύ κύριας λωρίδας του οδοστρώματος και λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 5% στις οδούς της ομάδας Α, και την τιμή 8% στις οδούς της ομάδας Β. Επιτρέπεται η αύξηση του μήκους περιστροφής του οδοστρώματος, ώστε στην αρχή του τόξου προσαρμογής η επίκλιση της λωρίδας επιτάχυνσης/επιβράδυνσης να είναι $q = 0\%$.

3. Μήκος Ορατότητας και υπολογισμός Ορατότητας

3.1 Γενικά

Ένα από τα βασικά μεγέθη κατά τη μελέτη μιας οδού είναι η εξασφάλιση του απαιτούμενου μήκους ορατότητας. Ως μήκος ορατότητας ορίζεται το τμήμα της οδού που εκτίθεται στο οπτικό πεδίο του οδηγού σε κάθε χρονική στιγμή. Όσο μικρότερο είναι το μήκος ορατότητας τόσο λιγότερες πληροφορίες λαμβάνει ο οδηγός για την οδό που κινείται, με αποτέλεσμα να υπάρχει άγνοια για το πως συνεχίζει ο δρόμος και αν υπάρχει κάποια σημαντική αλλαγή στη γεωμετρία του. Έτσι, ο οδηγός αναγκάζεται να χρησιμοποιήσει την εμπειρία του, η οποία προέρχεται από το:

- i) αν έχει διασχίσει την οδό ξανά στο παρελθόν και
- ii) αν έχει βρεθεί σε οδό με παρόμοια χαρακτηριστικά στο παρελθόν.

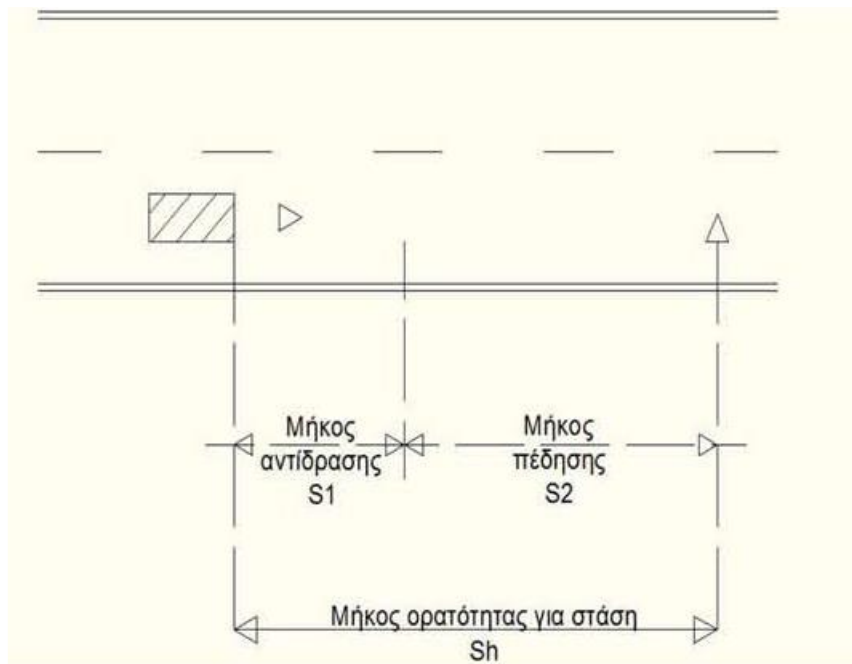
Ένας οδηγός αναμένει ότι η γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά της οδού θα έχουν κάποια ομοιογένεια κατά μήκος της οδού ακόμα και αν δεν υπάρχει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας. Η ομοιογένεια στα χαρακτηριστικά μιας οδού δίνει τη δυνατότητα στον οδηγό να αφιερώνει περισσότερη προσοχή στην οδήγηση και την αποφυγή κάποιου εμποδίου παρά να προβλέπει πως αλλάζει η οδός.

Η ασφάλεια της κυκλοφορίας και η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής απαιτούν την ύπαρξη επαρκών μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση), η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση) καθώς και η ασφαλής εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας (μήκος ορατότητας για απόφαση). Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιολόγηση των συνθηκών ορατότητας σε όλες τις κατηγορίες οδών.

3.2 Μήκος ορατότητας για στάση S_h

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h είναι το μήκος, που χρειάζεται ένας οδηγός κινούμενος με την ταχύτητα V_{85} , για να ακινητοποιήσει το όχημα του πριν από ένα απροσδόκητο ακίνητο εμπόδιο στο οδόστρωμα. Το μήκος αυτό είναι το άθροισμα δυο επιμέρους μηκών:

- Του μήκους αντίδρασης S_1 , που είναι το μήκος που διανύει το όχημα από τη στιγμή της αντίληψης του εμποδίου μέχρι τη στιγμή που ο οδηγός θα πατήσει το φρένο.
- Του μήκους πέδησης S_2 , που είναι το μήκος που διανύει το όχημα από τη στιγμή που ο οδηγός πατάει το φρένο μέχρι τη στιγμή που θα ακινητοποιηθεί το όχημα.



Σχήμα 11: Μήκος ορατότητας για στάση S_h .

Σε όλο το μήκος των οδών πρέπει να διατίθεται κατ' ελάχιστο το μήκος ορατότητας στάσης που ορίζεται από την ταχύτητα V_{85} . Όταν συνεχώς το πεδίο ορατότητας του οδηγού περιορίζεται στις ελάχιστες τιμές της ορατότητας στάσης, τότε ο οδηγός βρίσκεται σε διαρκή ένταση που προκαλεί κόπωση. Για αυτό το λόγο επιβάλλεται από τις ΟΜΟΕ να εξασφαλίζονται συνολικά στο 70% της οδού μήκη ορατότητας κατά 1,3 φορές μεγαλύτερα από τα ελάχιστα απαιτούμενα.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση μπορεί να βρεθεί με δύο τρόπους:

i) Από τύπους:

$$S_h = S_1 + S_2$$

$$S_1 = \frac{V_{85}}{3,6} * t_r$$

$$S_2 = \frac{\left(\frac{V_{85}}{3,6}\right)^2}{2 * \left(d + g * \frac{s}{100}\right)}$$

Όπου:

S_h [m]: μήκος ορατότητας για στάση

S_1 [m]: μήκος αντίδρασης

S_2 [m]: μήκος πέδησης

V_{85} [km/h]: λειτουργική ταχύτητα V_{85}

t_r [s]: χρόνος αντίληψης-αντίδρασης (λαμβάνεται ως 2 δευτερόλεπτα)

g [m/s^2]: επιτάχυνση βαρύτητας

d [m/s^2]: συντελεστής εξαρτώμενος από την ταχύτητα (λαμβάνεται από τον Πίνακα 3-1)

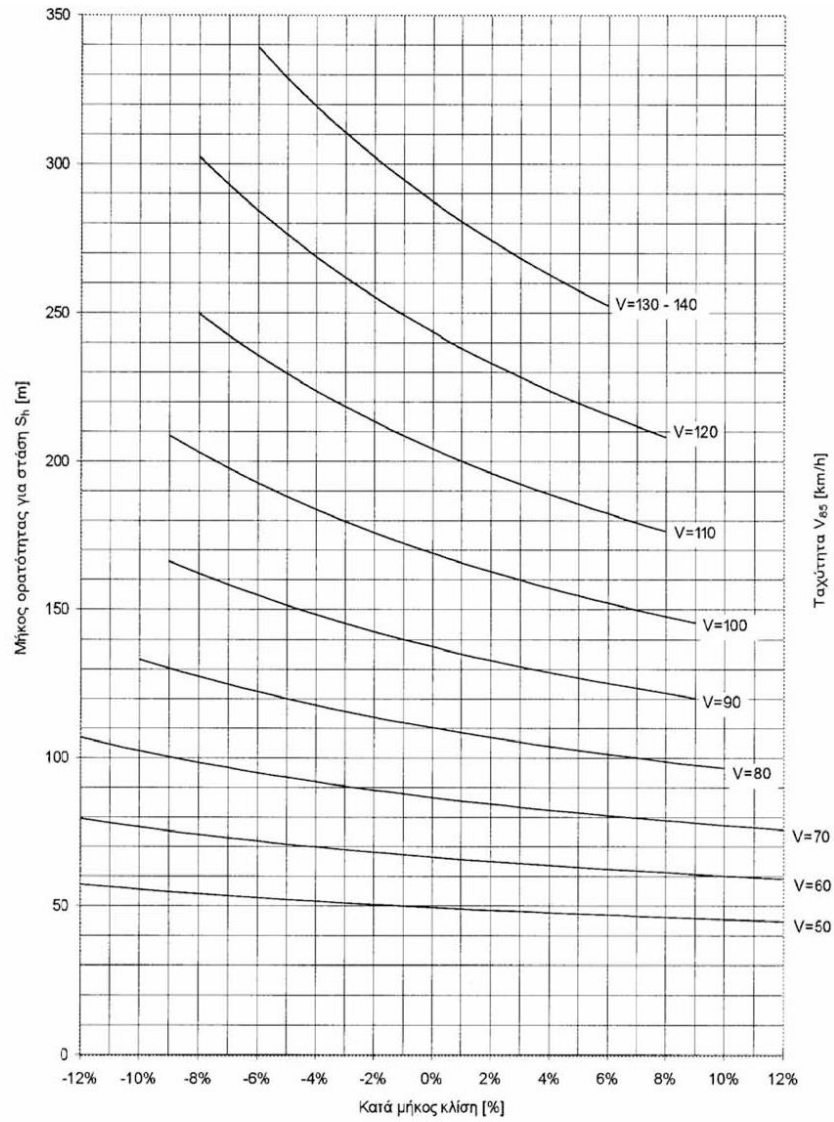
s [m/m]: κατά μήκος κλίση του οδικού τμήματος
(θετική (+): ανωφέρεια
αρνητική (-) : κατωφέρεια)

Πίνακας 8: Συντελεστής d υπολογισμού του μήκους ορατότητας στάσης S_h .

V_{85} [km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
d [m/s^2]	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0

ii) Από διάγραμμα:

Ακολουθεί το διάγραμμα ορατότητας από το οποίο προσδιορίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε συνάρτηση με την κατά μήκος κλίση s της εξεταζόμενης θέσης και την ταχύτητα V_{85} . Έχοντας ως δεδομένα την κατά μήκος κλίση s και την ταχύτητα V_{85} πάμε αρχικά στον άξονα x βρίσκουμε την κατά μήκος κλίση, στη συνέχεια ανεβαίνουμε στην καμπύλη με τη V_{85} που θέλουμε και τέλος πάμε αριστερά στον άξονα y να βρούμε το ζητούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h .



Σχήμα 12: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β.

3.3 Μήκος ορατότητας για στάση S_h σύμφωνα με ξένους κανονισμούς

3.3.1 Αμερικανικοί κανονισμοί AASHTO

Σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς AASHTO το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h υπολογίζεται από τη σχέση :

$$S_h = S_\delta + S_T$$

$$S_\delta = 0,278 * V * t_R$$

$$S_T = \frac{V^2}{254 * \left(\frac{\alpha \pm \frac{s}{100}}{g}\right)}$$

Όπου:

S_h	[m]:	μήκος ορατότητας για στάση
S_δ	[m]:	μήκος αντίδρασης
S_T	[m]:	μήκος πέδησης
V	[km/h]:	ταχύτητα μελέτης του υπ' όψη οδικού τμήματος
t_R	[s]:	χρόνος αντίληψης-αντίδρασης (λαμβάνεται ως 2,5 δευτερόλεπτα)
g	[m/s ²]:	επιτάχυνση βαρύτητας
α	[m/s ²]:	μέση επιβράδυνση κατά την πέδηση (λαμβάνεται ως 3,4 m/s ²)
s	[m/m]:	κατά μήκος κλίση οδικού τμήματος (θετική (+): ανωφέρεια αρνητική (-) : κατωφέρεια)

Στους Αμερικανικούς κανονισμούς επισημαίνεται ότι οι παραπάνω τιμές αναφέρονται σε συνήθη επιβατικά οχήματα. Τα βαριά οχήματα όμως, και ειδικά τα φορτηγά, χρειάζονται κατά κανόνα μεγαλύτερα μήκη επιβράδυνσης. Επισημαίνεται ότι το γεγονός αυτό αντισταθμίζεται από τη σημαντικά υψηλότερη θέση οδήγησης που έχουν τα βαριά οχήματα σε σχέση με τα επιβατικά, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το διατιθέμενο μήκος ορατότητας. Σε περιπτώσεις πάντως που το πλεονέκτημα της υψηλότερης θέσης οδήγησης εξουδετερώνεται (π.χ. όταν η ορατότητα περιορίζεται από πλευρικά εμπόδια), προτείνεται να αυξάνονται οι διατιθέμενες αποστάσεις ορατότητας, ώστε να εξυπηρετούνται ασφαλώς και τα φορτηγά.

Πίνακας 9: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h κατά τους Αμερικανικούς Κανονισμούς AASHTO.

Ταχύτητα Μελέτης (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση (S_h) (m)						
	Κατωφέρεια			0%	Ανωφέρεια		
	9%	6%	3%		3%	6%	9%
20	20	20	20	18,5	19	18	18
30	35	35	32	31,2	31	30	29
40	53	50	50	46,2	45	44	43
50	74	70	66	63,5	61	59	58
60	97	92	87	83,0	80	77	75
70	124	116	110	104,9	100	97	93
80	154	144	136	129,0	123	118	114
90	187	174	164	155,5	148	141	136
100	223	207	194	184,2	174	167	160
110	262	243	227	215,3	203	194	186
120	304	281	263	248,6	234	223	214
130	350	323	302	284,2	267	254	243

3.3.2 Γερμανικοί κανονισμοί RAS-L

Σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς RAS-L το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h υπολογίζεται από τη σχέση :

$$S_h = S_\delta + S_T$$

$$S_\delta = 0,278 * V * t_R$$

$$S_T = \frac{1}{3,6^2 * g} * \int_0^{V_{85}} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + \frac{W_L}{G}} dV$$

Όπου:

S_h [m]: μήκος ορατότητας για στάση

S_δ [m]: μήκος αντίδρασης

S_T [m]: μήκος πέδησης

V_{85} [km/h]: λειτουργική ταχύτητα V_{85}

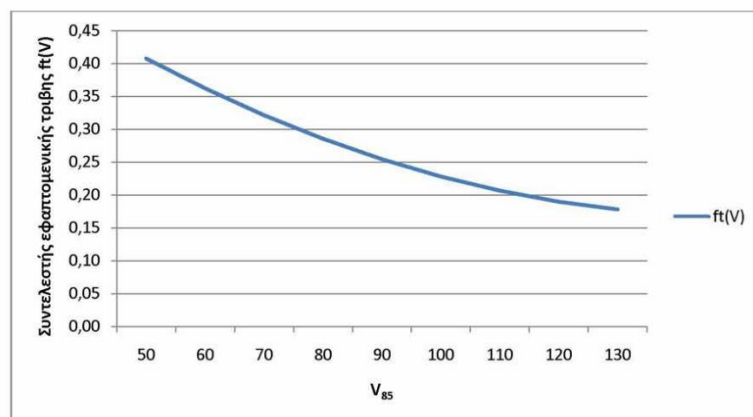
t_R [s]: χρόνος αντίληψης-αντίδρασης (λαμβάνεται ως 2,0 δευτερόλεπτα για υπεραστικές οδούς και 1,5 δευτερόλεπτα για υπόλοιπες κατηγορίες οδών)

g [m/s²]: επιτάχυνση βαρύτητας

- s [m/m] : κατά μήκος κλίση οδικού τμήματος
(θετική (+): ανωφέρεια
αρνητική (-) : κατωφέρεια)
- $W_L (Nt)$: αεροδυναμική αντίσταση επιβατικού οχήματος
$$\frac{W_L}{G} = 0.327 * 10^{-4} * \left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \quad (3-10)$$
- $G (Nt)$: βάρος επιβατικού οχήματος
- $f_T(V)$: συντελεστής εφαιπτομενικής τριβής

$$f_T(V) = 0.241 * \left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0.721 * \left(\frac{V}{100}\right) + 0.708$$

Στο σχήμα παρατηρούμε τη μείωση που έχει ο συντελεστής εφαιπτομενικής τριβής όσο αυξάνεται η λειτουργική ταχύτητα V_{85} .



Σχήμα 13: Μεταβολή του συντελεστή εφαιπτομενικής τριβής ανάλογα με τη V_{85} .

Το μήκος ορατότητας για στάση πρέπει να υπάρχει για λόγους ασφαλείας σε όλο το μήκος της οδού και σε όλες τις κατηγορίες οδών. Στο σχήμα 13 δίνεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h , για οδούς της ομάδας Α. Οι τιμές S_h , υπολογίζονται με βάση τις τιμές των κατά μήκος κλίσεων της οδού και τιμή για την ταχύτητα V_{ss} από τη σχέση :

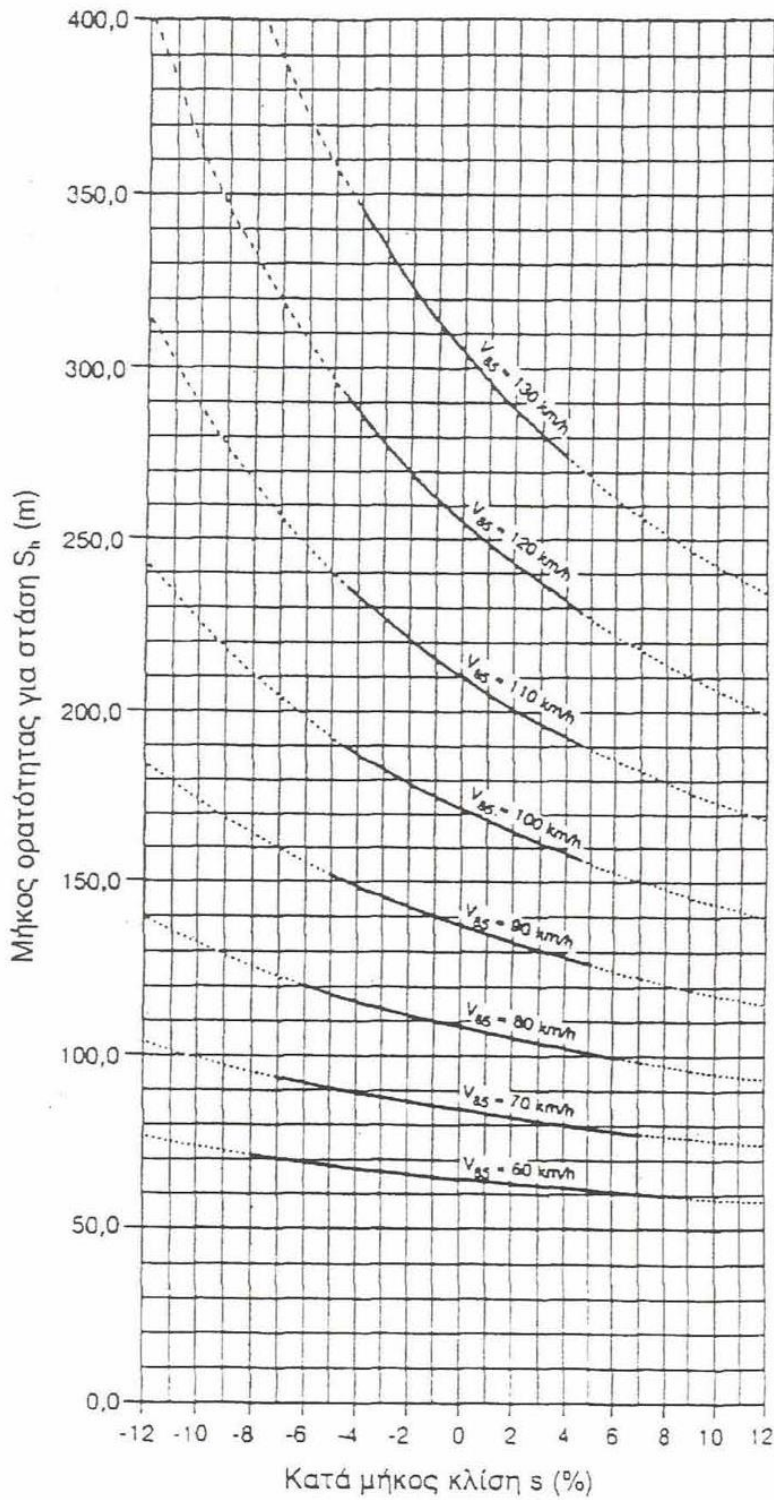
$$V_{85} = V_e + 10 \text{ km/h} \quad (\text{για οδούς της ομάδας Α})$$

Για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για στάση σε καμπύλη, κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ο διαθέσιμος συντελεστής εφαιπτομενικής τριβής f' που προκύπτει από τη σχέση:

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

Όπου:

- f (-) : συντελεστής τριβής στην ευθυγραμμία
- f_R (-) : συντελεστής πλευρικής τριβής



Σχήμα 14 : Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε οδούς της ομάδας Α.

Στον Πίνακα 9 φαίνονται οι τιμές των απαιτούμενων μηκών ορατότητας για στάση σε ευθυγραμμία, για διάφορες τιμές της κατά μήκος κλίσης. Σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς η ταχύτητα που έχει ληφθεί στους πίνακες είναι η ταχύτητα μελέτης ενώ στις ΟΜΟΕ και στους Γερμανικούς κανονισμούς είναι η λειτουργική ταχύτητα V_{85} .

3.4 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για απόφαση

Η απόσταση ορατότητας για απόφαση παρέχει στον οδηγό επαρκή χρόνο για να υλοποιήσει μια απόφαση από τη στιγμή που ανιχνεύει οπτικά μια απροσδόκητη ή δύσκολα αντιλήψιμη πηγή πληροφορίας, στη συνέχεια να προσαρμόσει κατάλληλα την ταχύτητα του, να επιλέξει την πορεία του και να αρχίσει και ολοκληρώσει με ασφάλεια και αποτελεσματικά όλους τους απαιτούμενους ελιγμούς. Η απόσταση ορατότητας για απόφαση πρέπει να δίνει στους οδηγούς πρόσθετο περιθώριο για ενδεχόμενο λάθος και να παρέχει σε αυτούς επαρκές μήκος για αναπροσαρμογή της πορείας τους, μάλλον με την ίδια ταχύτητα που αυτοί κινούνται ή μικρότερη και όχι με στάση του οχήματος. Για αυτό το λόγο οι τιμές της απόστασης ορατότητας για απόφαση είναι σημαντικά μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές για ορατότητα στάσης. Σε περίπτωση αδυναμίας τήρησης των απαιτούμενων αποστάσεων λαμβάνεται ειδική πρόνοια στη μελέτη σήμανσης.

Παραδείγματα συνθηκών στις οποίες συνιστάται να εφαρμόζεται ο έλεγχος της απόστασης ορατότητας για απόφαση είναι οι θέσεις:

- ανισόπεδων και ισόπεδων κόμβων όπου δημιουργείται ανάγκη για μη συνήθεις ή απροσδόκητους ελιγμούς, όπως στα σημεία εξόδου στα δεξιά και ιδιαίτερα στα αριστερά της οδού, σημεία έναρξης ή τέλους λωρίδων αλλαγής ταχύτητας ή μείωσης του αριθμού των λωρίδων κυκλοφορίας.
- αλλαγής πλάτους διατομής, όπως συμβαίνει στις περιοχές της χοάνης διοδίων
- απαιτούμενης έντασης της προσοχής, όπως περιοχές με «οπτική ρύπανση» όπου την πηγή πληροφορίας την οποία χρειάζεται ο οδηγός ανταγωνίζονται και άλλες πηγές για άλλα στοιχεία της οδού, άλλες κυκλοφοριακές πινακίδες, σηματοδότες, διαφημιστικές πινακίδες κλπ.

Πίνακας 10: Απόσταση ορατότητας για Απόφαση (S_d) κατά ΟΜΟΕ-Χ.

V_{85}	S_d	S_h
50	190	50
60	230	66
70	275	87
80	315	110
90	360	138
100	405	169
110	450	204
120	500	244
130	550	286

Πίνακας 11: Απόσταση ορατότητας για Απόφαση (S_d) κατά AASHTO.

V_e (km/h)	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΛΙΓΜΟΥ					S_d (m) Κατά ΟΜΟΕ
	A	B	C	D	E	
50	70	155	145	170	195	190
60	95	195	170	205	235	230
70	115	235	200	235	275	275
80	140	280	230	270	315	315
90	170	325	270	315	360	360
100	200	370	315	355	400	405
110	235	420	330	380	430	450
120	265	470	360	415	470	500
130	305	525	390	450	510	550

3.5 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση St σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t είναι το μήκος που απαιτείται, ώστε δύο αντίθετα κινούμενα οχήματα με την ταχύτητα V_{85} να είναι σε θέση να ακινητοποιηθούν έγκαιρα και να αποφευχθεί η σύγκρουση τους.

Το μήκος ορατότητας για συνάντηση είναι το άθροισμα των μηκών ορατότητας για στάση και των δύο οχημάτων. Δηλαδή:

$$S_t = S_{h1} + S_{h2}$$

Η ύπαρξη του μήκους ορατότητας για συνάντηση προσφέρει ασφαλείς συνθήκες για τους ελιγμούς προσπέρασης. Για αυτό και ορίζεται ως το κρίσιμο μέγεθος για τον καθορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση S_u , καθώς και για την οριζόντια σήμανση. Είναι το ελάχιστο μήκος, το οποίο πρέπει να διατίθεται, ώστε να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση των αντίθετα κινουμένων οχημάτων.

3.6 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u είναι το μήκος, που απαιτείται για την ασφαλή διαδικασία προσπέρασης εμποδίου ή βραδυπορούμενου 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.



Σχήμα 15: Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον πίνακα 12. Στις οδούς της ομάδας Β πέρα από τις τιμές του πίνακα 12, 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 2025% του μήκους της οδού με ομοιόμορφη κατανομή των τμημάτων αυτών στο μήκος της οδού. Στα οδικά τμήματα που δεν διαθέτουν επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση, η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο κατευθύνσεων πρέπει να διαμορφώνεται με διπλή συνεχή γραμμή.

Πίνακας 12: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση (S_u) σε οδούς των ομάδων Α και Β (κατά ΟΜΟΕ-Χ).

$V_{85}(\chi\alpha\omega)$	$S_u(\mu)$
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625
110	675

3.7 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u σύμφωνα με ξένους κανονισμούς

Ο ακριβής υπολογισμός του μήκους ορατότητας για προσπέραση είναι δυσχερής και με απλοποιημένες παραδοχές στους Αμερικανικούς κανονισμούς προβλέπονται οι τιμές του Πίνακα 13. Όσον αφορά την επίδραση της κατά μήκος κλίσης της οδού στο απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση, στους Αμερικανικούς κανονισμούς δεν προβλέπεται συγκεκριμένη αναθεώρηση των προτεινόμενων τιμών σχεδιασμού. Τονίζεται ότι ο μελετητής θα πρέπει να χρησιμοποιεί τιμές επαρκώς μεγαλύτερες από αυτές που προβλέπονται στον Πίνακα 13 όταν η οδός έχει έντονη κατά μήκος κλίση.

Πίνακας 13: Ελάχιστο μήκος ορατότητας για προσπέραση για οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας.

Ταχύτητα Μελέτης (km/h)	Ταχύτητα βραδυπορούντος οχήματος (km/h)	Ταχύτητα προσπερνώντος οχήματος (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση (m)
30	29	44	200
40	36	51	270
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	485
80	65	80	540
90	73	88	615
100	79	94	671
110	85	100	730
120	90	105	775
130	94	109	815

Στους Γερμανικούς κανονισμούς, για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση, σε αντίθεση με το μήκος ορατότητας για στάση όπου χρησιμοποιείται η λειτουργική ταχύτητα V_{ss} , προβλέπονται οι τιμές του Πίνακα 14 για οδούς της ομάδας Α, με βάση την ταχύτητα μελέτης V_e . Στις οδούς των ομάδων Β και Γ, για λόγους ασφαλείας λόγω της διασταυρούμενης κυκλοφορίας, δε λαμβάνονται υπόψη κριτήρια μηκών ορατότητας για προσπέραση.

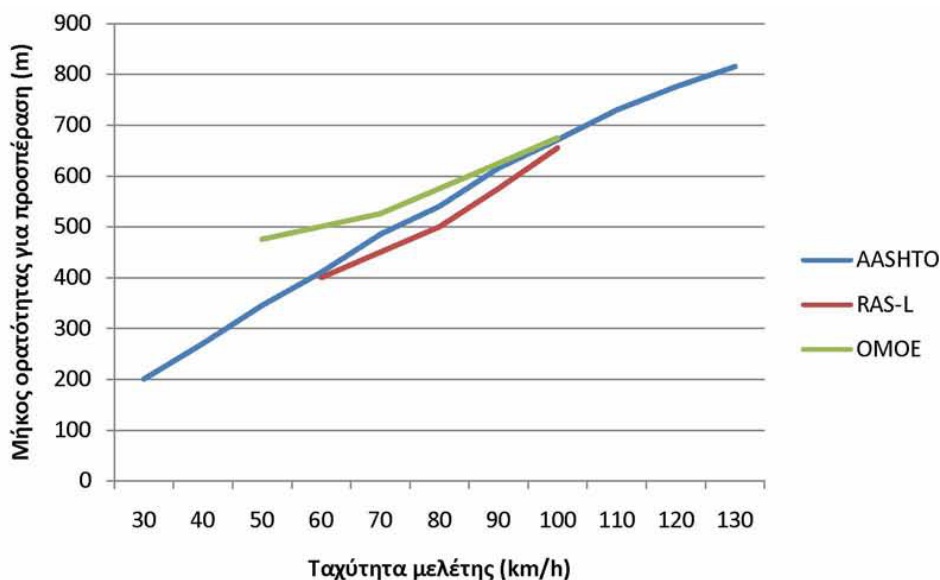
Πίνακας 14: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση σε οδούς της ομάδας Α.

Ταχύτητα Μελέτης (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση (m)
60	400
70	450
80	500
90	575
100	655

Οι τιμές των δύο πινάκων 13 και 14 αποτελούν τις ελάχιστες τιμές του μήκους ορατότητας για προσπέραση, που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη μελέτη της οδού. Εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν πρέπει να προβλεφτούν μεγαλύτερες τιμές και τα τμήματα της οδού στα οποία θα είναι δυνατή η προσπέραση να είναι συχνότερα, σε συνδυασμό πάντοτε με το κόστος κατασκευής της οδού.

Στις ΟΜΟΕ-Χ το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση σε οδούς των ομάδων Α και Β δίνεται ανάλογα με τη λειτουργική ταχύτητα V χωρίς να υπάρχει αναφορά στις παραδοχές και τη μεθοδολογία υπολογισμού των ελάχιστων αυτών τιμών. Επισημαίνεται ότι, σε αντίθεση με τους κανονισμούς οδοποιίας άλλων χωρών (Γερμανίας, ΗΠΑ), όπου για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων αποστάσεων

ορατότητας για προσπέραση χρησιμοποιείται η ταχύτητα μελέτης, στις ΟΜΟΕ-Χ χρησιμοποιείται η λειτουργική ταχύτητα V_{85} .



Σχήμα 16: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση - σύγκριση ΟΜΟΕ-Χ, Γερμανικών και Αμερικανικών κανονισμών.

Στο Σχήμα 16 παρουσιάζονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση σύμφωνα με τους Αμερικανικούς (AASHTO 2001) και τους Γερμανικούς (RAS-L 1995) κανονισμούς οδοποιίας, σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα στις ΟΜΟΕ-Χ. Για την αναγωγή των μηκών που προβλέπονται στις ΟΜΟΕ-Χ σε ταχύτητα μελέτης, για λόγους σύγκρισης με τους υπόλοιπους κανονισμούς, θεωρήθηκε ότι $V = V_e + 10 \text{ km/h}$. Διαπιστώνεται ότι αναφορικά με το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση, οι ΟΜΟΕ-Χ είναι σημαντικά πιο συντηρητικές, ειδικά στις χαμηλές ταχύτητες, χωρίς η διαφοροποίηση αυτή να αιτιολογείται και να τεκμηριώνεται. Επισημαίνεται ότι η διαφοροποίηση είναι ακόμη μεγαλύτερη όταν η διαφορά μεταξύ λειτουργικής ταχύτητας V και ταχύτητας μελέτης V_g προκύπτει μεγαλύτερη από 10 km/h . Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι η εφαρμογή των προβλεπόμενων στις ΟΜΟΕ-Χ έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζονται τα τμήματα στα οποία θα επιτρέπεται η προσπέραση και συχνά να μην είναι δυνατή η ικανοποίηση της απαίτησης για ύπαρξη τμημάτων όπου θα επιτρέπεται η προσπέραση σε ποσοστό 20-25% του μήκους της οδού. Θεωρείται επομένως απαραίτητη η ορθολογική και επιστημονικά τεκμηριωμένη προσέγγιση του μήκους ορατότητας για προσπέραση, με μεθοδολογία αντίστοιχη των κανονισμών οδοποιίας άλλων χωρών (π.χ. AASHTO ή RAS-L), συνδυασμένη και με συστηματικές μετρήσεις ταχυτήτων στο οδικό δίκτυο της Ελλάδας.

4. Συγκριτική αξιολόγηση Κανονισμών για μήκη ορατότητας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η συγκριτική αξιολόγηση των προαναφερόμενων Κανονισμών, όπως περιγράφηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες ενότητες.

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται διεξοδικά η σύγκριση μεταξύ των διαφόρων Κανονισμών, καθώς και τα αντίστοιχα μήκη ορατότητας που προκύπτουν από αυτούς. Επιπλέον, ακολουθεί η λεπτομερής περιγραφή της μεθοδολογίας υπολογισμού του μήκους ορατότητας για κάθε κατηγορία.

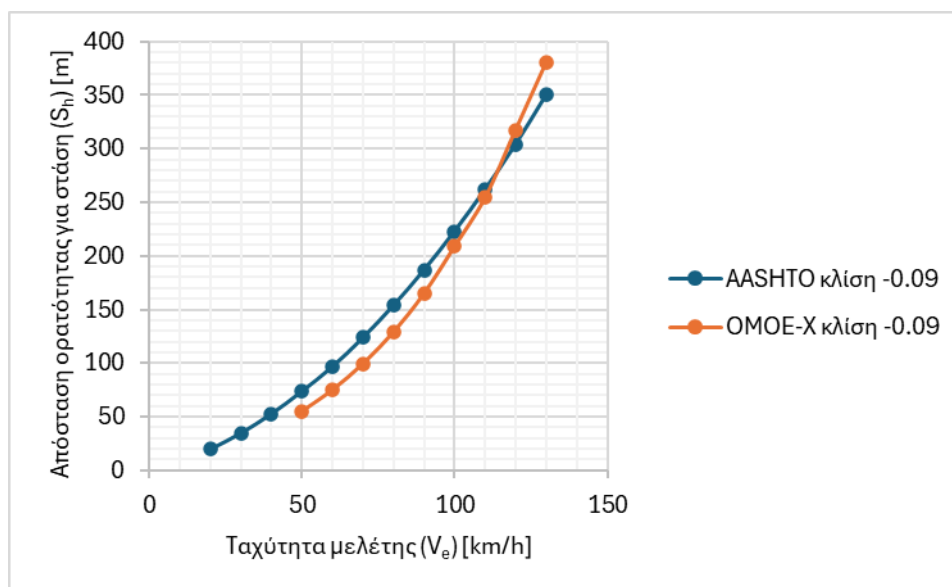
4.1 Μήκος ορατότητας για Στάση (Sh)

Κατά τη μελέτη μιας οδού, όπως ήδη αναφέρθηκε, η σημαντικότερη περίπτωση είναι η ορατότητα για Στάση, η οποία πρέπει και να εξασφαλίζεται στο 100% της οδού και για τις δύο κατευθύνσεις.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για Στάση είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιολόγηση των συνθηκών ορατότητας σε όλες τις κατηγορίες της οδού και αφορά το απαιτούμενο ελάχιστο μήκος ορατότητας ώστε να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση του οχήματος.

Κατά τους Ελληνικούς Κανονισμούς (ΟΜΟΕ-Χ) χρησιμοποιήθηκαν οι τρεις τύποι που παρουσιάζονται στη σελίδα 37, ενώ κατά τους Αμερικανικούς Κανονισμούς (AASHTO) χρησιμοποιήθηκε ο Πίνακας 9.

Με την εφαρμογή των δεδομένων αυτών σε κάθε επιμέρους περίπτωση, προέκυψαν τα διαγράμματα που παρουσιάζονται στην παρούσα υποενότητα, συνοδευόμενα από την αναλυτική περιγραφή τους.



Σχήμα 17: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ σε Κατηφορική Κλίση -0.09.

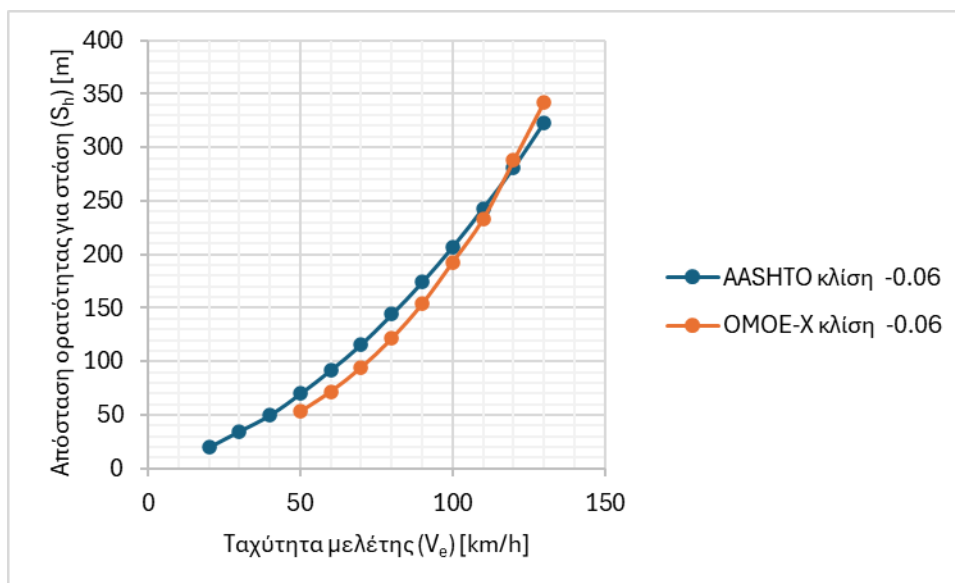
Το σχήμα που παρουσιάζεται συγκρίνει την απόσταση ορατότητας για στάση (S_h) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), σύμφωνα με δύο διαφορετικά πρότυπα: το AASHTO και το ΟΜΟΕ-Χ, και για κλίση -0.09. Στον οριζόντιο άξονα (X) απεικονίζεται η ταχύτητα μελέτης (V_e) σε χιλιόμετρα ανά ώρα [km/h], η

οποία αντιπροσωπεύει την ταχύτητα σχεδιασμού μιας οδού. Στον κατακόρυφο άξονα (Y) απεικονίζεται η απόσταση ορατότητας για στάση (S_h) σε μέτρα [m], η οποία είναι η ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση που χρειάζεται ένας οδηγός για να σταματήσει με ασφάλεια το όχημα σε περίπτωση εμποδίου.

Η καμπύλη AASHTO (κλίση -0.09) ακολουθεί το πρότυπο της Αμερικανικής Ένωσης Κρατικών Υπηρεσιών Αυτοκινητοδρόμων και Μεταφορών (AASHTO), το οποίο ορίζει συγκεκριμένα κριτήρια για την απόσταση ορατότητας ανάλογα με την ταχύτητα. Η καμπύλη αυτή παρουσιάζει σχεδόν γραμμική αύξηση της απόστασης ορατότητας μέχρι μια ταχύτητα περίπου 50 km/h, ενώ στη συνέχεια παρατηρείται μεγαλύτερη αύξηση για μεγαλύτερες ταχύτητες. Η δεύτερη καμπύλη ακολουθεί τις Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ-Χ) που εφαρμόζονται στην Ελλάδα. Η καμπύλη αυτή ακολουθεί παρόμοια πορεία με την AASHTO στις χαμηλές ταχύτητες, ωστόσο παρατηρείται μικρή απόκλιση στις υψηλότερες ταχύτητες, με την ΟΜΟΕ-Χ να δίνει ελαφρώς μικρότερες τιμές για την απόσταση ορατότητας.

Για ταχύτητες έως περίπου 60-70 km/h, οι δύο καμπύλες έχουν την ίδια μορφή εξέλιξης, υποδεικνύοντας ότι και τα δύο πρότυπα θεωρούν παρόμοια επίπεδα ασφάλειας σε αυτές τις ταχύτητες. Από 50-100 km/h η AASHTO δίνει μεγαλύτερα μήκη ορατότητας. Για $V_e=110$ km/h οι δύο καμπύλες ταυτίζονται, ενώ για ταχύτητες $V_e>110$ km/h η ΟΜΟΕ-Χ δίνει μεγαλύτερες τιμές μήκους ορατότητας. Η αρνητική κλίση υποδηλώνει κατηφορική κλίση του οδικού άξονα, η οποία επηρεάζει την απαιτούμενη απόσταση ορατότητας, καθώς σε κατηφορικές κλίσεις οι αποστάσεις φρεναρίσματος είναι μεγαλύτερες λόγω της αυξημένης ταχύτητας και της μειωμένης απόδοσης φρεναρίσματος.

Συμπερασματικά, το σχήμα αναδεικνύει τις διαφορές στα δύο πρότυπα (AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ) όσον αφορά την απόσταση ορατότητας για στάση, ιδιαίτερα στις υψηλότερες ταχύτητες με αρνητική κλίση. Η ΟΜΟΕ-Χ για $V_e>100$ km/h έχει πιο αυστηρές προδιαγραφές. Οι πολιτικοί μηχανικοί καλούνται να επιλέξουν το κατάλληλο πρότυπο ανάλογα με τις συνθήκες του έργου και τους κανονισμούς που ισχύουν στη χώρα μελέτης.



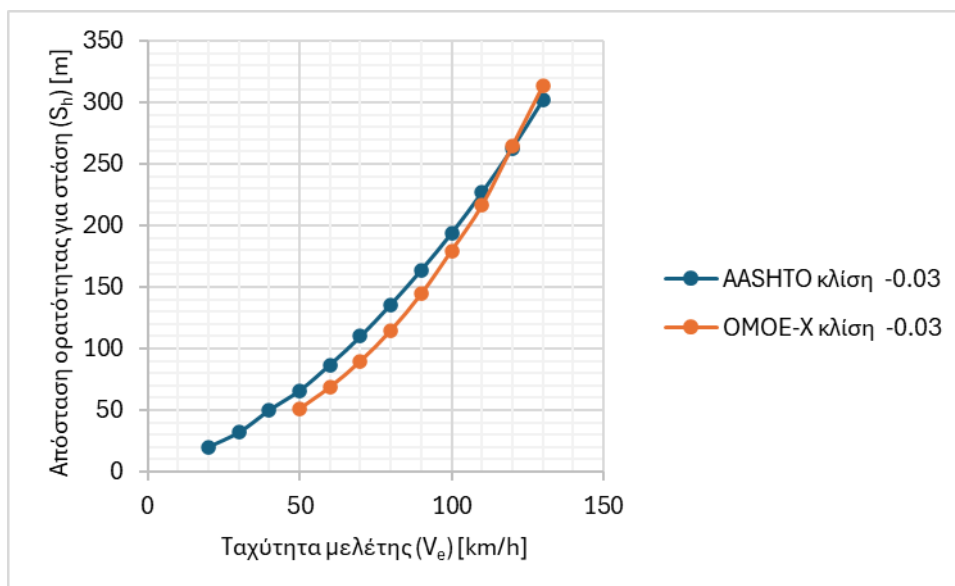
Σχήμα 18: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) σε Σχέση με την Ταχύτητα Μελέτης (V_e) για Κλίση -0.06 σύμφωνα με τους Κανονισμούς AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (km/h) και της απόστασης ορατότητας για στάση (S_h) (m) για δύο διαφορετικά πρότυπα κλίσης, τον Κανονισμό AASHTO και τον Ελληνικό

Κανονισμό ΟΜΟΕ-Χ, και για κλίση -0.06 . Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται η ταχύτητα μελέτης σε χιλιόμετρα ανά ώρα (km/h), ενώ στον κατακόρυφο άξονα απεικονίζεται η απόσταση ορατότητας για στάση σε μέτρα (m). Η γραφική αναπαράσταση περιλαμβάνει δύο καμπύλες, μία για το πρότυπο AASHTO (με μπλε χρώμα) και μία για το πρότυπο ΟΜΟΕ-Χ (με πορτοκαλί χρώμα).

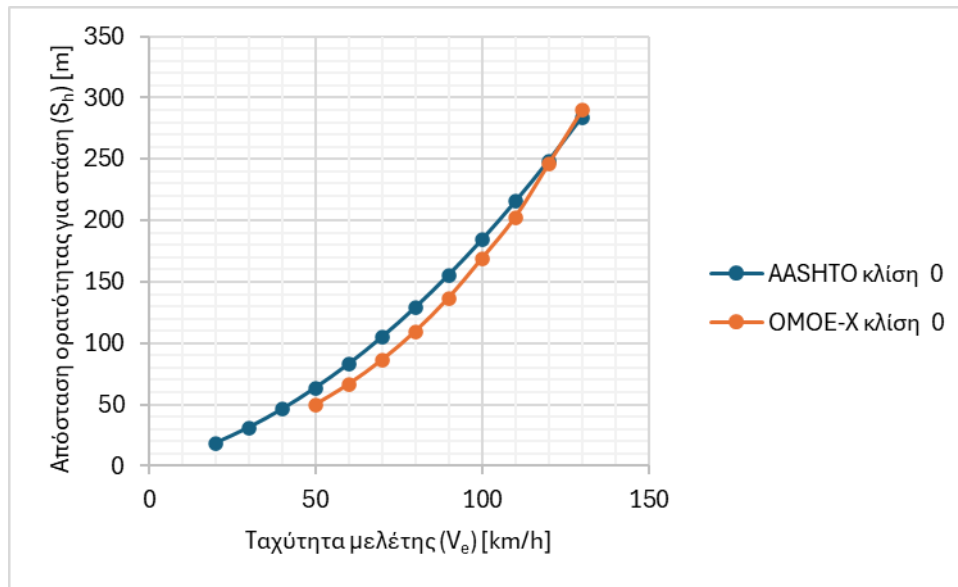
Γενικά, παρατηρείται ότι καθώς αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, αυξάνεται και η απόσταση ορατότητας για στάση και για τα δύο πρότυπα, καθώς οι καμπύλες έχουν ανοδική πορεία. Ωστόσο, παρατηρούνται μικρές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα δύο πρότυπα, ειδικά στις υψηλότερες ταχύτητες. Στις χαμηλές ταχύτητες οι δύο καμπύλες παρουσιάζουν την ίδια μορφή, ενώ στις υψηλότερες ταχύτητες (π.χ. άνω των 100 km/h), οι διαφορές γίνονται πιο εμφανείς, με την καμπύλη του AASHTO να δείχνει ελαφρώς μεγαλύτερη απόσταση ορατότητας για στάση σε σχέση με το πρότυπο ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα αυτό παρουσιάζει τις διαφορές στις απαιτήσεις ορατότητας κατά τον σχεδιασμό οδών σύμφωνα με τα δύο διαφορετικά πρότυπα και πώς αυτές επηρεάζονται από την κλίση του οδοστρώματος.



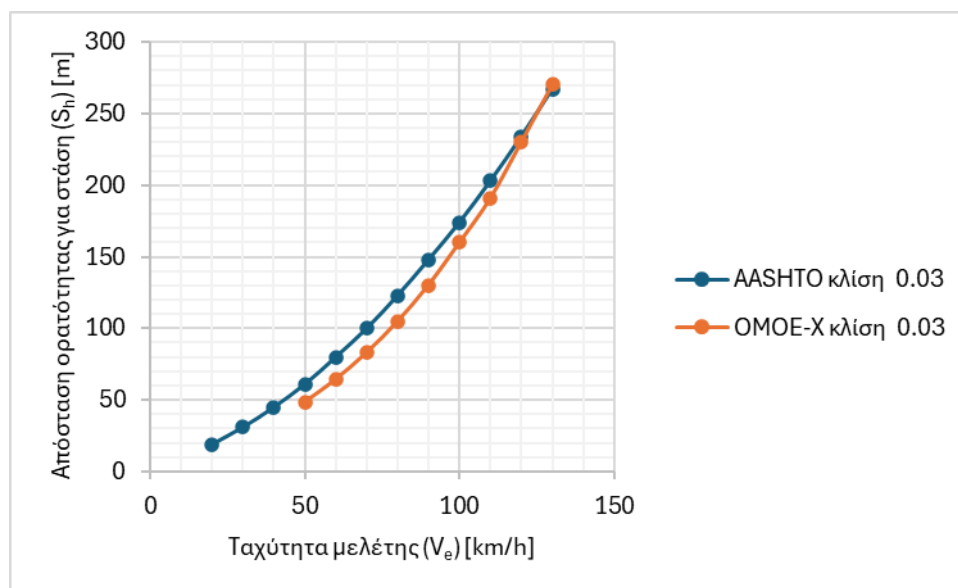
Σχήμα 19: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ σε Κατηφορική Κλίση -0.03 .

Το σχήμα δείχνει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (km/h) και της απόστασης ορατότητας για στάση S_h (m) για δύο πρότυπα κλίσης (-0.03): το AASHTO (μπλε καμπύλη) και το ΟΜΟΕ-Χ (πορτοκαλί καμπύλη). Καθώς η ταχύτητα αυξάνεται, οι αποστάσεις ορατότητας για στάση αυξάνονται ομοίως και στα δύο πρότυπα, με μικρές διαφορές. Στις χαμηλές ταχύτητες οι δύο καμπύλες παρουσιάζουν την ίδια μορφή, ενώ στις υψηλότερες (π.χ. μετά τα 100 km/h) η καμπύλη του AASHTO παρουσιάζει ελαφρώς μεγαλύτερη απόσταση σε σύγκριση με το ΟΜΟΕ-Χ.



Σχήμα 20: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ σε μηδενική Κλίση (Κλίση = 0).

Το σχήμα απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (km/h) και της απόστασης ορατότητας για στάση S_h (m) για κλίση 0, σύμφωνα με τα πρότυπα AASHTO (μπλε) και ΟΜΟΕ-Χ (πορτοκαλί). Και στις δύο καμπύλες παρατηρείται αύξηση της απόστασης ορατότητας καθώς αυξάνεται η ταχύτητα. Για ταχύτητες έως περίπου 100 km/h, οι καμπύλες παρουσιάζουν μικρές διαφορές, με το AASHTO να δίνει ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές από το ΟΜΟΕ-Χ στις υψηλότερες ταχύτητες.



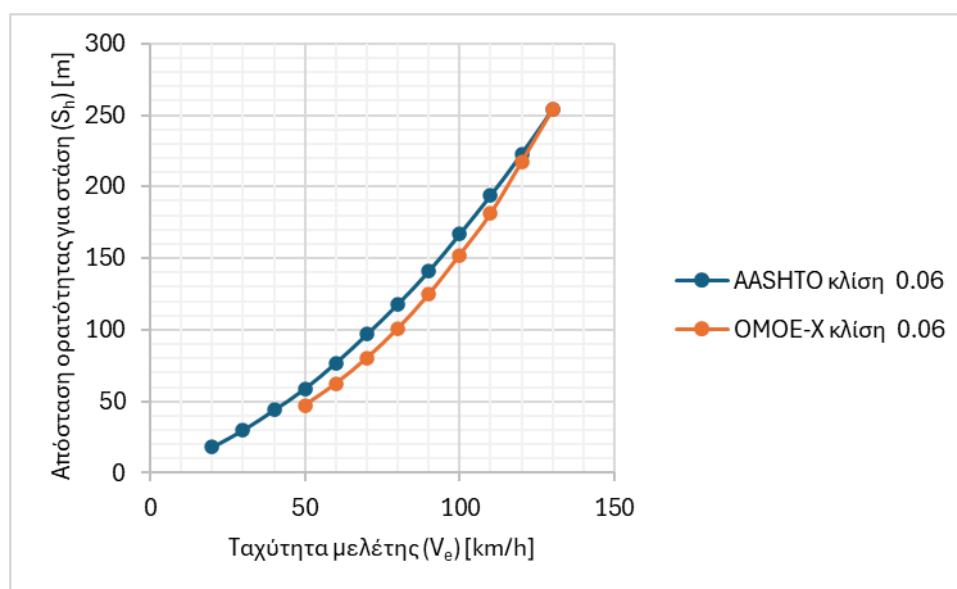
Σχήμα 21: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) σε Σχέση με την Ταχύτητα Μελέτης (V_e) για Κλίση +0.03 σύμφωνα με τους Κανονισμούς AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (σε km/h) και της απόστασης ορατότητας για στάση S_h (σε m). Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται δύο καμπύλες που αντιπροσωπεύουν δύο διαφορετικά πρότυπα σχεδιασμού: την καμπύλη του προτύπου AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) με μπλε χρώμα και την καμπύλη του ελληνικού προτύπου ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων) με πορτοκαλί χρώμα. Και οι δύο καμπύλες αφορούν σε κλίση 0.03.

Η γενική τάση που φαίνεται στο διάγραμμα είναι ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, αυξάνεται και η απόσταση ορατότητας για στάση. Αυτό είναι φυσιολογικό και αναμενόμενο, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα ενός οχήματος, τόσο μεγαλύτερη απόσταση χρειάζεται για να σταματήσει με ασφάλεια. Αυτή η γραμμική αύξηση παρατηρείται και στις δύο καμπύλες, με παρόμοιο ρυθμό.

Ωστόσο, παρατηρείται μια διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων. Το πρότυπο ΟΜΟΕ, που αντιπροσωπεύεται από την πορτοκαλί καμπύλη, απαιτεί ελαφρώς μικρότερη απόσταση ορατότητας σε σύγκριση με το πρότυπο AASHTO. Αυτή η διαφορά είναι σχετικά μικρή, αλλά σταθερή σε όλο το εύρος των ταχυτήτων που παρουσιάζεται στο διάγραμμα. Αυτό σημαίνει ότι για την ίδια ταχύτητα μελέτης, το ελληνικό πρότυπο επιτρέπει μικρότερη απόσταση ορατότητας σε σχέση με το αμερικανικό πρότυπο.

Συνολικά, το διάγραμμα δείχνει ότι οι δύο προσεγγίσεις για την απόσταση ορατότητας για στάση είναι παρόμοιες, αλλά με μικρές διαφοροποιήσεις που μπορεί να επηρεάσουν τις επιλογές στον σχεδιασμό οδικών έργων ανάλογα με τα πρότυπα που θα ακολουθηθούν. Αυτές οι διαφορές είναι σημαντικές κατά τον σχεδιασμό ασφαλών και λειτουργικών δρόμων, καθώς η επιλογή του προτύπου μπορεί να επηρεάσει τον τρόπο κατασκευής και τη συνολική ασφάλεια της οδικής υποδομής.



Σχήμα 22: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) σε Σχέση με την Ταχύτητα Μελέτης (V_e) για Κλίση +0.06 σύμφωνα με τους Κανονισμούς AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα αυτό απεικονίζει, όπως και το προηγούμενο, τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (σε km/h) και της απόστασης ορατότητας για στάση S_h (σε m). Στην περίπτωση αυτή, εξετάζονται δύο καμπύλες που αφορούν σε κλίση 0.06, για τα πρότυπα AASHTO (μπλε χρώμα) και ΟΜΟΕ (πορτοκαλί χρώμα).

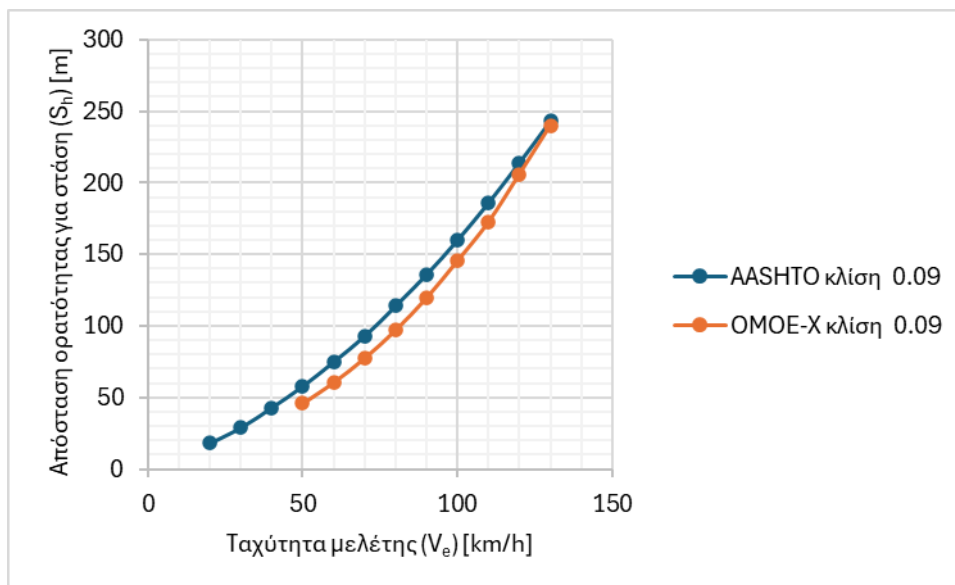
Η γενική τάση στο σχήμα παραμένει ίδια με την προηγούμενη παρατήρηση: Καθώς η ταχύτητα μελέτης αυξάνεται, αυξάνεται και η απόσταση ορατότητας για στάση. Αυτό είναι εύλογο, καθώς τα οχήματα που κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα χρειάζονται περισσότερο χώρο για να ακινητοποιηθούν με ασφάλεια.

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των δύο προτύπων, παρατηρούμε και εδώ ότι η καμπύλη του προτύπου ΟΜΟΕ (πορτοκαλί) βρίσκεται ελαφρώς κάτω από την καμπύλη του προτύπου AASHTO (μπλε), υποδεικνύοντας ότι το ελληνικό πρότυπο προβλέπει μικρότερη απόσταση ορατότητας για την ίδια

ταχύτητα. Παρόλα αυτά, η διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων είναι μικρή και οι δύο καμπύλες ακολουθούν πολύ κοντινές τροχιές.

Η αύξηση της κλίσης σε 0.06 φαίνεται να έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες αποστάσεις ορατότητας για στάση, καθώς συγκρίνουμε με το προηγούμενο διάγραμμα που αφορούσε κλίση 0.03. Αυτή η αύξηση στην κλίση επηρεάζει σημαντικά τον απαιτούμενο χώρο για στάση, ιδιαίτερα σε υψηλές ταχύτητες.

Η επιλογή του προτύπου και της κλίσης στο σχεδιασμό οδικών έργων είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της οδικής ασφάλειας. Ανάλογα με τις προδιαγραφές που ακολουθούνται, μπορεί να επηρεαστεί η απόσταση που χρειάζεται ένα όχημα για να σταματήσει, γεγονός που έχει άμεσο αντίκτυπο στην ασφάλεια του δρόμου και των χρηστών του.



Σχήμα 23: Σύγκριση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (S_h) σε Σχέση με την Ταχύτητα Μελέτης (V_e) για Κλίση +0.09 σύμφωνα με τους Κανονισμούς AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης V_e (σε χιλιόμετρα ανά ώρα) και της απόστασης ορατότητας για στάση S_h (σε μέτρα) για κλίση 0.09, σύμφωνα με δύο πρότυπα: το πρότυπο AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) με μπλε χρώμα και το ελληνικό πρότυπο ΟΜΟΕ (Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων) με πορτοκαλί χρώμα.

Όπως και στα προηγούμενα σχήματα, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, αυξάνεται και η απόσταση ορατότητας για στάση. Αυτή η γραμμική αύξηση είναι λογική, καθώς τα οχήματα που κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα απαιτούν μεγαλύτερη απόσταση για να ακινητοποιηθούν με ασφάλεια.

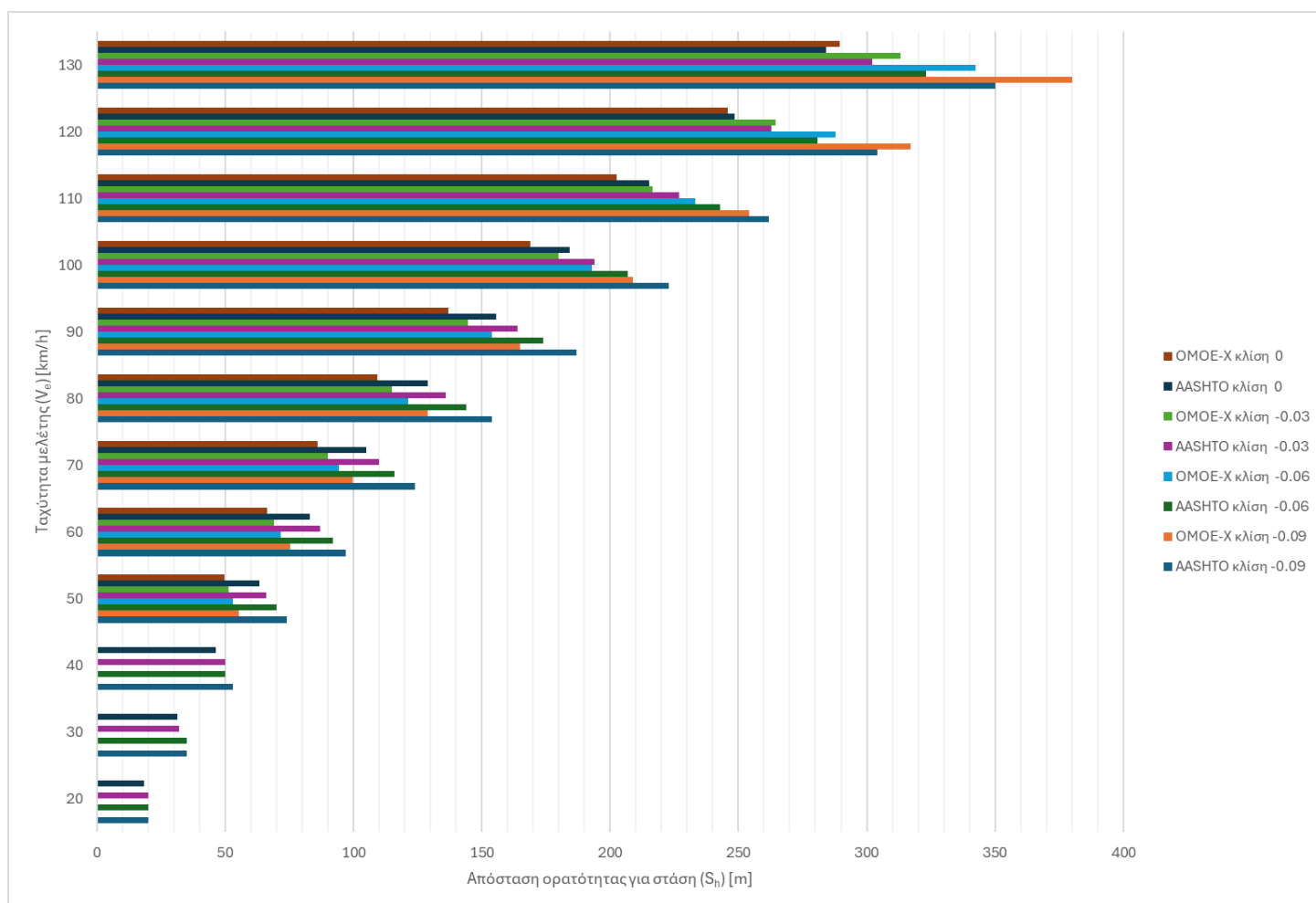
Η διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων είναι και πάλι μικρή, με την καμπύλη του προτύπου ΟΜΟΕ να βρίσκεται ελαφρώς χαμηλότερα από την καμπύλη του AASHTO, δείχνοντας ότι το ελληνικό πρότυπο προβλέπει ελαφρώς μικρότερη απόσταση ορατότητας για στάση. Αυτή η διαφορά παραμένει σταθερή σε όλο το εύρος των ταχυτήτων.

Η κλίση 0.09 είναι μεγαλύτερη από τις προηγούμενες περιπτώσεις (0.03 και 0.06), κάτι που φαίνεται να αυξάνει τις απαιτούμενες αποστάσεις ορατότητας, ειδικά στις υψηλές ταχύτητες. Καθώς η κλίση του δρόμου αυξάνεται, αυξάνεται και η απόσταση που χρειάζεται για να σταματήσει ένα όχημα, γεγονός που

τονίζει τη σημασία της επιλογής των κατάλληλων προτύπων και των σωστών παραμέτρων στο σχεδιασμό οδικών έργων.

Συνολικά, η διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων είναι μικρή αλλά σταθερή, και οι δύο καμπύλες ακολουθούν παρόμοια πορεία. Αυτό υποδεικνύει ότι τόσο τα πρότυπα AASHTO όσο και τα ΟΜΟΕ παρέχουν παρόμοιες οδηγίες για την απόσταση ορατότητας για στάση, με μικρές διαφορές που μπορεί να επηρεάσουν τον σχεδιασμό των οδικών υποδομών ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε χώρας.

Ακολουθούν δύο γραφήματα με μπάρες τα οποία επιβεβαιώνουν, όπως θα δούμε στη συνέχεια, τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα παραπάνω διαγράμματα (Σχήμα 16 – Σχήμα22). Τα Γραφήματα 1 και 2 παρουσιάζουν την σύγκριση της απόστασης ορατότητας για στάση (StoppingSightDistance - SSD) σε διάφορες ταχύτητες μελέτης (V_e) και κλίσεις, χρησιμοποιώντας τις μεθοδολογίες **AASHTO** και **ΟΜΟΕ-X** για κλίσεις από -0.09 έως 0 και από 0 έως +0.09, αντίστοιχα.



Γράφημα 1: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (SSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα και την Κλίση, βάσει των Μεθοδολογιών AASHTO και ΟΜΟΕ-X, για κλίσεις από -0.09 έως 0.

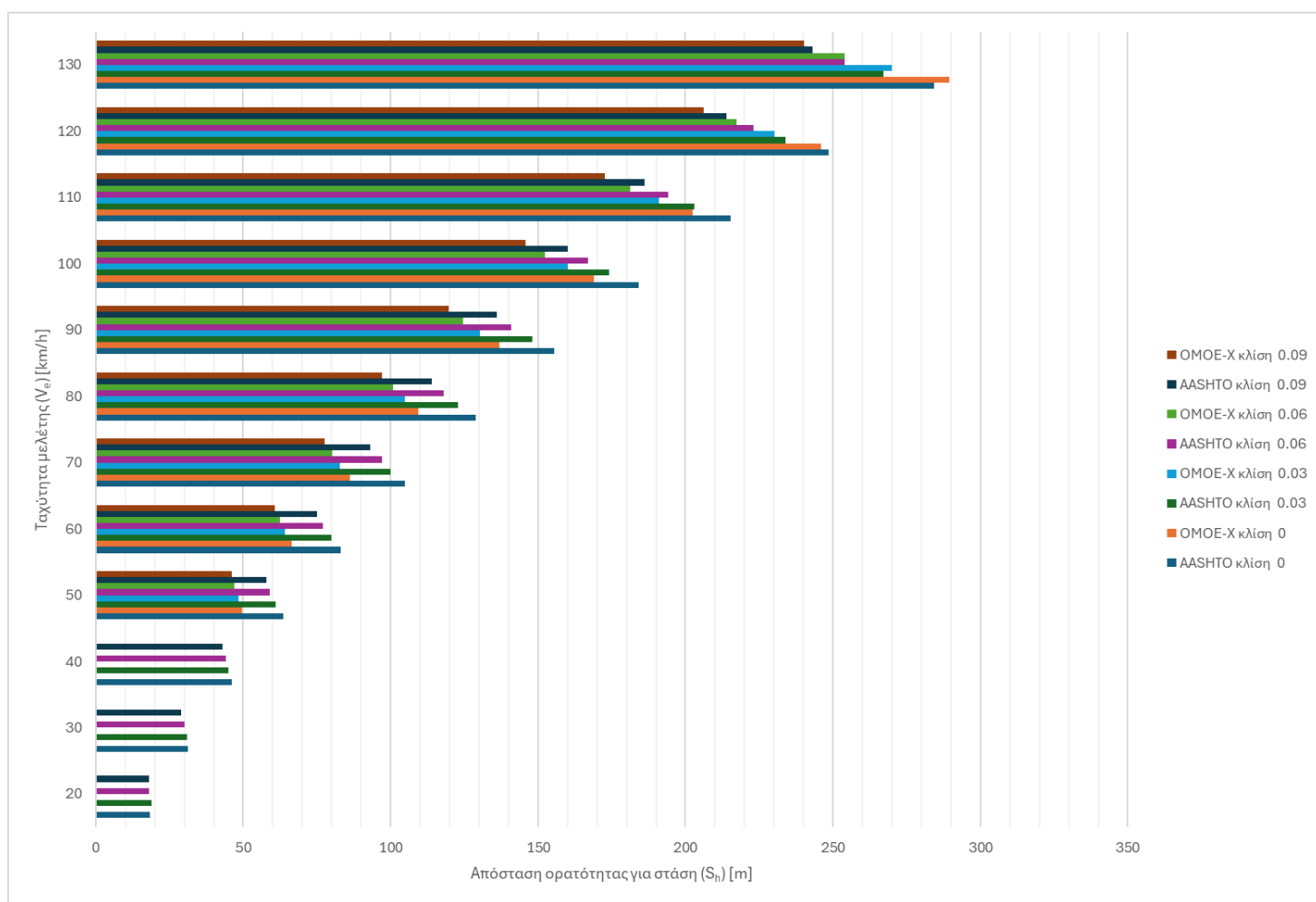
Το γράφημα παρουσιάζει συγκριτικά την απόσταση ορατότητας για στάση (StoppingSightDistance - SSD) σε διάφορες ταχύτητες μελέτης (V) και κλίσεις, χρησιμοποιώντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-X για κλίσεις από -0.09 έως 0.

Η ανάλυση δείχνει ότι η απαιτούμενη απόσταση ορατότητας αυξάνεται με την ταχύτητα, ανεξάρτητα από την κλίση και τη μεθοδολογία. Η αύξηση αυτή είναι πιο έντονη για τις υψηλότερες ταχύτητες. Όσον

αφορά την επιρροή της κλίσης, για θετικές κλίσεις (0.09), οι απαιτούμενες αποστάσεις είναι σημαντικά μεγαλύτερες συγκριτικά με μικρότερες ή αρνητικές κλίσεις. Η αρνητική κλίση (-0.09) απαιτεί μικρότερη απόσταση ορατότητας, καθώς η καθοδική κλίση ευνοεί την ακινητοποίηση του οχήματος. Οι κλίσεις 0.03 και 0.06 βρίσκονται μεταξύ αυτών των ακραίων τιμών, με την απόσταση να μειώνεται όσο η κλίση γίνεται πιο αρνητική.

Στη σύγκριση μεταξύ AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, παρατηρείται ότι σε όλες τις ταχύτητες και κλίσεις, η AASHTO τείνει να απαιτεί ελαφρώς μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με την ΟΜΟΕ-Χ, ιδιαίτερα στις αρνητικές κλίσεις (-0.03, -0.06, -0.09). Η διαφορά αυτή γίνεται πιο εμφανής στις υψηλές ταχύτητες, πάνω από 100 km/h, όπου η AASHTO απαιτεί μεγαλύτερη απόσταση για στάση.

Συμπερασματικά, η μελέτη της επίδρασης της κλίσης στον υπολογισμό της απόστασης στάσης είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η μέθοδος AASHTO γενικά απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις, ειδικά για αρνητικές κλίσεις, ενώ η ΟΜΟΕ-Χ προσφέρει ελαφρώς μικρότερες απαιτήσεις για τις ίδιες συνθήκες.



Γράφημα 2: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Στάση (SSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα και την Κλίση, βάσει των Μεθοδολογιών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, για κλίσεις από 0 έως +0.09.

Το γράφημα παρουσιάζει τις αποστάσεις ορατότητας για στάση (StoppingSightDistance - SSD) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V₀) για διάφορες κλίσεις, συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ.

Η ανάλυση δείχνει ότι η απαιτούμενη απόσταση ορατότητας αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, όπως ήταν αναμενόμενο. Αυτό ισχύει για όλες τις κλίσεις και στις δύο προδιαγραφές. Όσον

αφορά την επιρροή της κλίσης, για κλίση 9% (0.09), οι αποστάσεις ορατότητας είναι οι μεγαλύτερες, καθώς οι ανηφορικές συνθήκες απαιτούν μεγαλύτερη απόσταση για στάση. Καθώς η κλίση μειώνεται προς το 0%, οι απαιτούμενες αποστάσεις μειώνονται. Στις αρνητικές κλίσεις, όπως -0.03, -0.06 και -0.09, οι αποστάσεις μειώνονται ακόμα περισσότερο, καθώς η καθοδική πορεία βοηθά στην ακινητοποίηση του οχήματος.

Στη σύγκριση μεταξύ AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, παρατηρείται ότι η AASHTO τείνει να απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις στάσης σε σχέση με την ΟΜΟΕ-Χ στις περισσότερες περιπτώσεις, ιδιαίτερα για θετικές κλίσεις. Στις αρνητικές κλίσεις, η διαφορά μεταξύ των δύο προδιαγραφών μειώνεται, με την ΟΜΟΕ-Χ να δίνει ελαφρώς μικρότερες τιμές, αν και παραμένουν κοντά.

Συμπερασματικά, οι απαιτήσεις απόστασης στάσης αυξάνονται με την ταχύτητα και την κλίση του δρόμου. Η AASHTO παρουσιάζει συστηματικά μεγαλύτερες απαιτήσεις σε σχέση με την ΟΜΟΕ-Χ, ειδικά στις θετικές κλίσεις, ενώ στις αρνητικές κλίσεις η διαφορά είναι μικρότερη.

Από την συνολική ανάλυση για το μήκος ορατότητας για στάση συμπεραίνεται ότι η απόσταση ορατότητας για στάση (SSD) επηρεάζεται σημαντικά τόσο από την ταχύτητα του οχήματος όσο και από την κλίση του δρόμου. Καθώς η ταχύτητα αυξάνεται, αυξάνεται και η απαιτούμενη απόσταση για την ασφαλή ακινητοποίηση του οχήματος. Παράλληλα, η κλίση παίζει καθοριστικό ρόλο, με τις θετικές κλίσεις (ανηφορικές) να απαιτούν μεγαλύτερες αποστάσεις και τις αρνητικές (κατηφορικές) να μειώνουν την απόσταση λόγω της ευνοϊκής συνθήκης για την ακινητοποίηση.

Συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, παρατηρείται ότι η AASHTO γενικά απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις για στάση, ιδιαίτερα στις θετικές κλίσεις και στις υψηλές ταχύτητες. Ωστόσο, στις αρνητικές κλίσεις, οι διαφορές μεταξύ των δύο προδιαγραφών είναι μικρότερες. Συνολικά, η κατανόηση αυτών των διαφορών είναι κρίσιμη για τη βελτίωση της ασφάλειας των οδικών δικτύων.

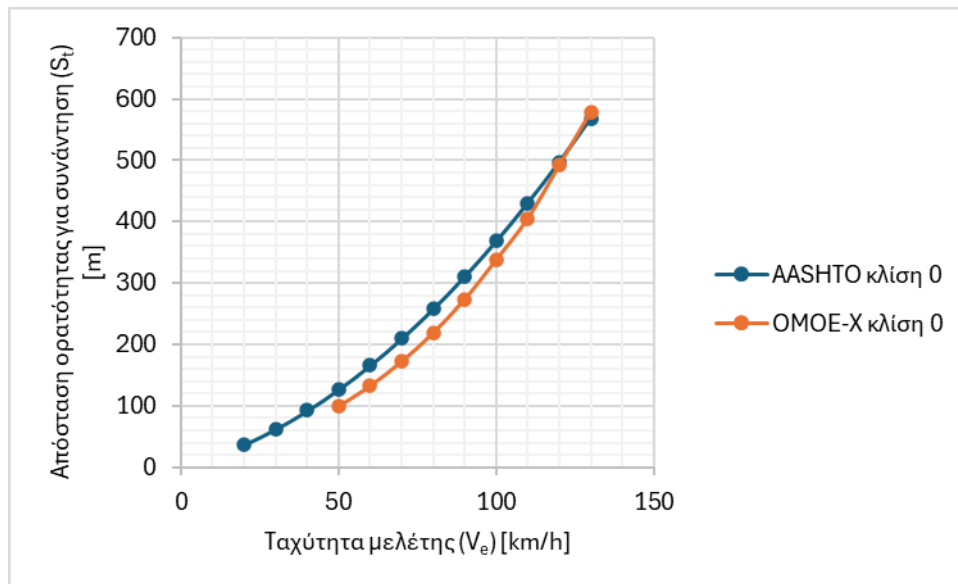
4.2 Μήκος ορατότητας για Συνάντηση (S_t)

Η ορατότητα για Συνάντηση (S_t) που αφορά το απαιτούμενο ελάχιστο μήκος ορατότητας ώστε δύο αντίθετα κινούμενα οχήματα, σε οδό δύο λωρίδων – δύο κατευθύνσεων, να είναι σε θέση να ακινητοποιηθούν έγκαιρα και να αποφευχθεί η σύγκρουσή τους σε περίπτωση που το ένα παραβιάσει την λωρίδα του άλλου. Αυτό το μήκος ορατότητας λοιπόν έχει νόημα να εξετάζεται σε οδούς με μη διαχωρισμένα οδοστρώματα, όπου ένα όχημα είναι δυνατόν να βρεθεί στο αντίθετο ρεύμα κυκλοφορίας.

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση των διαγραμμάτων που στηρίχθηκαν στο σκεπτικό ότι το μήκος ορατότητας για Συνάντηση (S_t) **απαρτίζεται από το άθροισμα των μηκών ορατότητας για Στάση των δύο αντίθετα κινούμενων οχημάτων** (S_{h1} και S_{h2}), δηλαδή στην περίπτωση αυτή ισχύει και η ακόλουθη σχέση:

$$S_t = S_{h1} + S_{h2} .$$

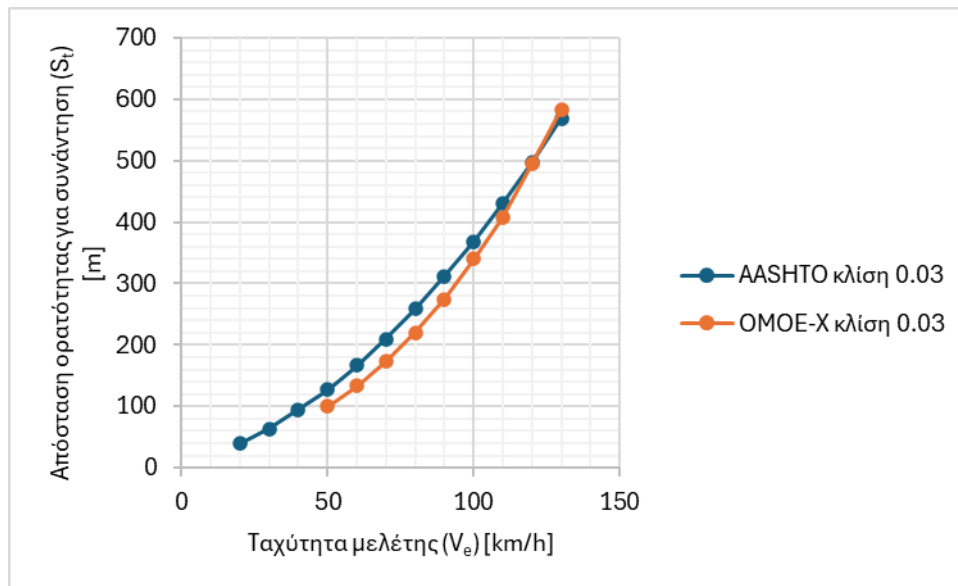
Το διαγράμματα που ακολουθούν απεικονίζουν την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε συνάρτηση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις προδιαγραφές **AASHTO** και **ΟΜΟΕ-Χ** για κλίσεις 0, +0.03, +0.06, +0.09.



Σχήμα 24: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Συνάντηση (MSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα, βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για Μηδενική Κλίση (0%).

Το σχήμα απεικονίζει την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε συνάρτηση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις προδιαγραφές AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για μηδενική κλίση (0%). Η ανάλυση δείχνει ότι η απόσταση ορατότητας για συνάντηση αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης. Η καμπύλη ακολουθεί μη-γραμμική πορεία, με τη μεγαλύτερη αύξηση να παρατηρείται στις υψηλότερες ταχύτητες. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, στις χαμηλότερες ταχύτητες η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις για συνάντηση σε σχέση με την AASHTO. Ωστόσο, στις υψηλότερες ταχύτητες, δηλαδή πάνω από 100 km/h, οι δύο καμπύλες συγκλίνουν, με τις απαιτούμενες αποστάσεις ορατότητας να είναι σχεδόν ίδιες.

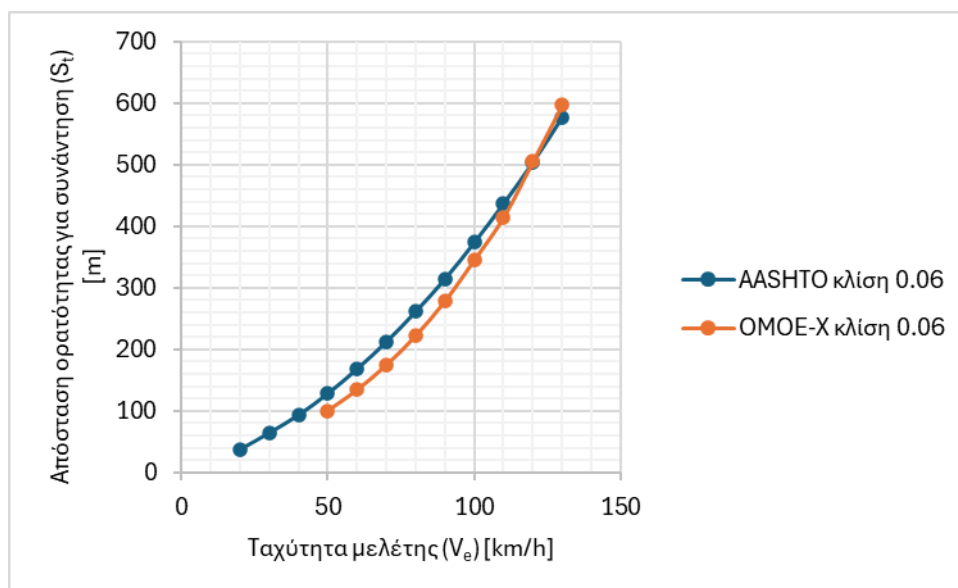
Συμπερασματικά, για μηδενική κλίση οι προδιαγραφές AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ παρουσιάζουν παρόμοιες απαιτήσεις απόστασης ορατότητας για συνάντηση, με την ΟΜΟΕ-Χ να είναι ελαφρώς πιο ευνοϊκή στις χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες. Στις υψηλές ταχύτητες, οι απαιτήσεις των δύο προδιαγραφών συγκλίνουν, προσφέροντας παρόμοιες αποστάσεις για την ασφαλή συνάντηση οχημάτων.



Σχήμα 25: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Συνάντηση (MSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα, βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για Κλίση 3% (0.03).

Το σχήμα παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε συνάρτηση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για κλίση 3% (0.03). Η ανάλυση δείχνει ότι η απόσταση ορατότητας για συνάντηση αυξάνεται μη-γραμμικά καθώς αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, όπως είναι αναμενόμενο, με τις απαιτούμενες αποστάσεις να είναι μεγαλύτερες στις υψηλότερες ταχύτητες. Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ, για χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες (έως περίπου 80 km/h), η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις για συνάντηση σε σχέση με την AASHTO. Στις μεγαλύτερες ταχύτητες, δηλαδή πάνω από 100 km/h, οι δύο καμπύλες συγκλίνουν, παρουσιάζοντας σχεδόν ίδιες απαιτήσεις απόστασης.

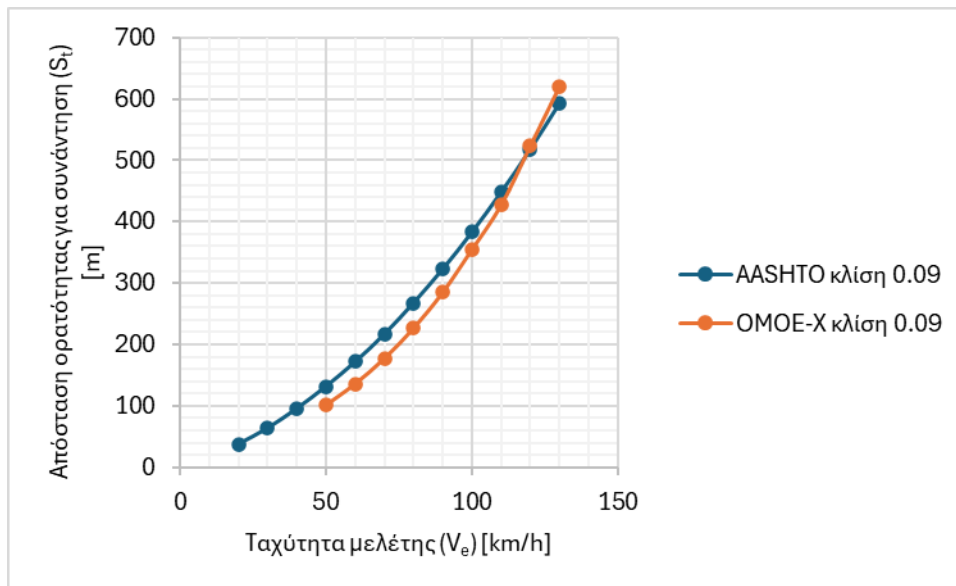
Συμπερασματικά, για κλίση 3%, οι προδιαγραφές AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ παρουσιάζουν μικρές διαφορές στις χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες, με την ΟΜΟΕ-Χ να απαιτεί λίγο μικρότερες αποστάσεις. Στις υψηλότερες ταχύτητες, οι απαιτήσεις για απόσταση ορατότητας συνάντησης συγκλίνουν και είναι σχεδόν ίδιες για τις δύο προδιαγραφές.



Σχήμα 26: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Συνάντηση (MSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα, βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για Κλίση 6% (0.06).

Το σχήμα παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για κλίση 6% (0.06). Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, η απόσταση ορατότητας αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα. Αυτή η σχέση είναι μη-γραμμική, με τις απαιτήσεις να αυξάνονται σημαντικά σε ταχύτητες άνω των 100 km/h. Στη σύγκριση μεταξύ των δύο μεθοδολογιών, για χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες (έως 110 km/h), η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις συνάντησης σε σχέση με την AASHTO. Ωστόσο, στις υψηλότερες ταχύτητες ($V_e > 110$ km/h), οι δύο καμπύλες συγκλίνουν και οι απαιτούμενες αποστάσεις είναι σχεδόν ίδιες.

Συμπερασματικά, για κλίση 6%, η ΟΜΟΕ-Χ εμφανίζει ελαφρώς μικρότερες απαιτήσεις απόστασης συνάντησης σε χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες σε σχέση με την AASHTO. Σε μεγαλύτερες ταχύτητες, οι δύο προδιαγραφές συγκλίνουν, δείχνοντας παρόμοιες απαιτήσεις για ασφαλή συνάντηση.



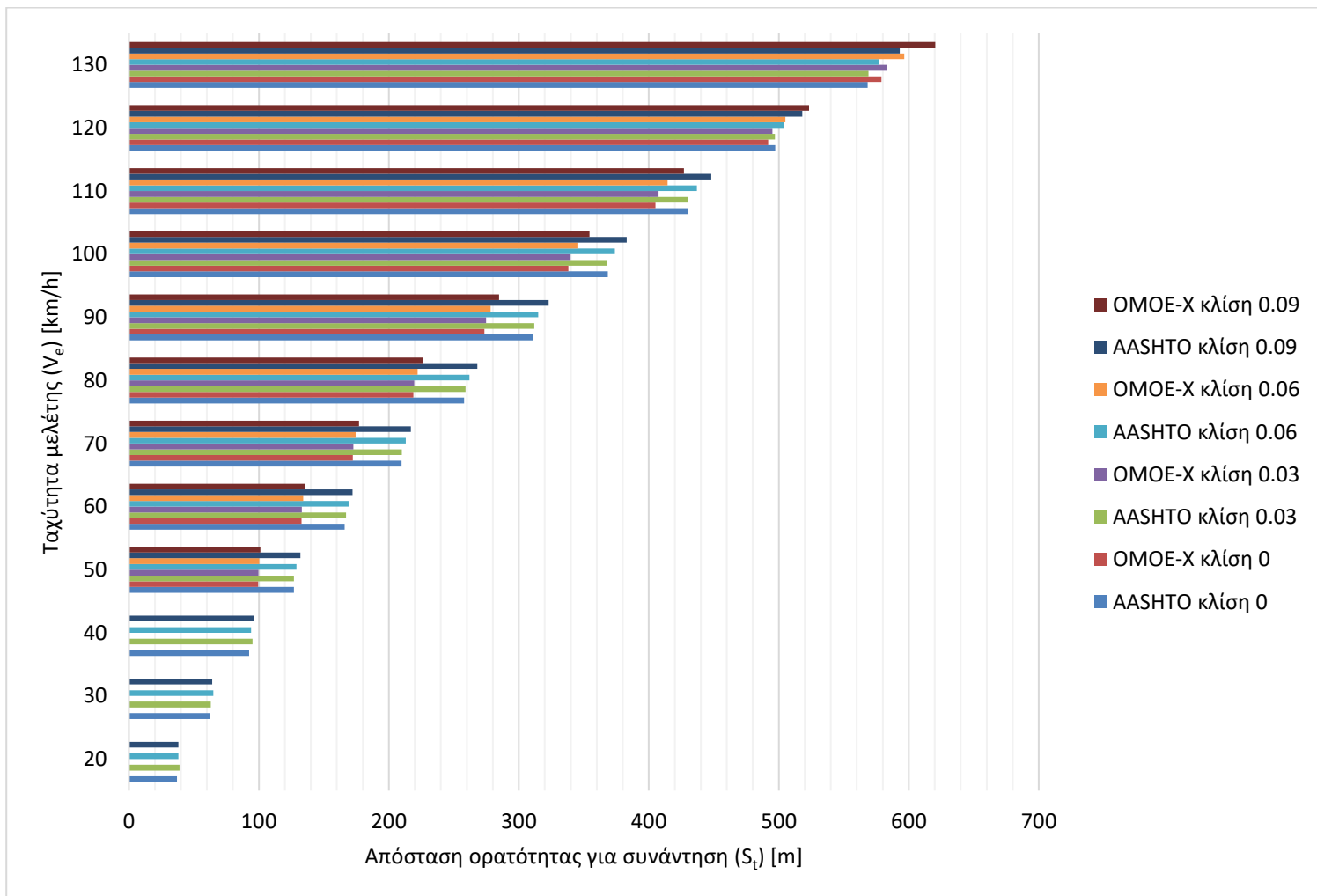
Σχήμα 27: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Συνάντηση (MSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα, βάσει των Κανονισμών AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για Κλίση 9% (0.09).

Το σχήμα παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ για κλίση 9% (0.09). Όπως και στα προηγούμενα διαγράμματα, η απόσταση ορατότητας αυξάνεται μη-γραμμικά καθώς αυξάνεται η ταχύτητα, με τις απαιτήσεις απόστασης να είναι σημαντικά μεγαλύτερες σε ταχύτητες άνω των 100 km/h.

Στη σύγκριση μεταξύ των μεθοδολογιών, για χαμηλότερες και μεσαίες ταχύτητες (έως περίπου 110 km/h), η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις σε σύγκριση με την AASHTO. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες ταχύτητες (άνω των 110 km/h), οι διαφορές μειώνονται σημαντικά και οι απαιτήσεις απόστασης των δύο προδιαγραφών συγκλίνουν, με τις καμπύλες να βρίσκονται πολύ κοντά.

Συμπερασματικά, για κλίση 9%, οι προδιαγραφές AASHTO και ΟΜΟΕ-Χ παρουσιάζουν μικρές διαφορές στις χαμηλές και μεσαίες ταχύτητες, με την ΟΜΟΕ-Χ να απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις. Σε υψηλές ταχύτητες, οι δύο προδιαγραφές συγκλίνουν, παρουσιάζοντας σχεδόν ίδιες απαιτήσεις για ασφαλή συνάντηση.

Ακολουθεί το Γράφημα 3 το οποίο, όπως παρουσιάζεται παρακάτω, επιβεβαιώνει όσες παρατηρήσεις εξήχθησαν από την ανάλυση των αντίστοιχων διαγραμμάτων (Σχήμα 23 -Σχήμα 26).



Γράφημα 3: Συγκριτική Απεικόνιση Απόστασης Ορατότητας για Συνάντηση (MSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα για Κλίσεις 0%, 3%, 6%, και 9%, βάσει των Κανονισμών κατά AASHTO και κατά OMOE-X.

Το γράφημα αυτό παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για συνάντηση (MeetingSightDistance - SSD) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες AASHTO και OMOE-X για διάφορες κλίσεις (0%, 3%, 6%, 9%). Όπως αναμενόταν, η απόσταση ορατότητας αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης. Αυτή η αύξηση είναι μη-γραμμική, με τις μεγαλύτερες απαιτήσεις αποστάσεων να εμφανίζονται στις υψηλότερες ταχύτητες.

Η επίδραση της κλίσης είναι επίσης σημαντική. Όσο μεγαλύτερη είναι η κλίση, για παράδειγμα 9%, τόσο μεγαλύτερες είναι οι απαιτήσεις για απόσταση ορατότητας. Αυτό ισχύει για όλες τις ταχύτητες. Οι θετικές κλίσεις (ανηφορικές) αυξάνουν την απαιτούμενη απόσταση, ενώ η μηδενική κλίση απαιτεί τη μικρότερη απόσταση για τις ίδιες ταχύτητες.

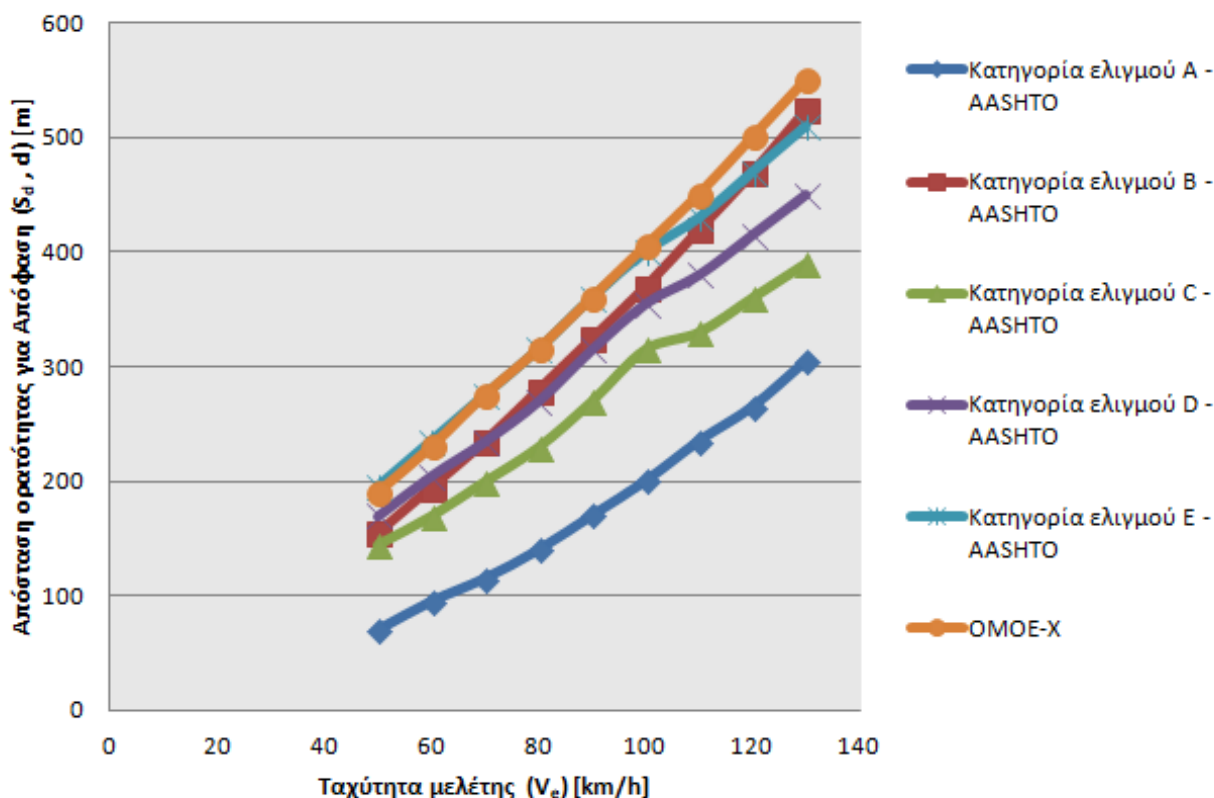
Στη σύγκριση μεταξύ των μεθοδολογιών AASHTO και OMOE-X, η OMOE-X απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις συγκριτικά με την AASHTO σε όλες τις κλίσεις και ταχύτητες. Η διαφορά μεταξύ των δύο προδιαγραφών είναι πιο εμφανής στις μεσαίες ταχύτητες (50-110 km/h), όπου η OMOE-X έχει πιο ευνοϊκές απαιτήσεις. Στις υψηλότερες ταχύτητες, οι καμπύλες συγκλίνουν και οι διαφορές μειώνονται.

Συμπερασματικά, η απόσταση ορατότητας για συνάντηση αυξάνεται με την ταχύτητα και την κλίση. Η AASHTO γενικά απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με την OMOE-X, ιδιαίτερα σε μεσαίες ταχύτητες. Η διαφορά μεταξύ των δύο προδιαγραφών μειώνεται σε υψηλότερες ταχύτητες.

4.3 Μήκος ορατότητας για Απόφαση (Sd)

Η ορατότητα για απόφαση αφορά το απαιτούμενο ελάχιστο μήκος ορατότητας για να είναι ασφαλής η εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας, όπως στην περίπτωση εξόδου από την οδό.

Με την εφαρμογή των δεδομένων που δίνονται στον πίνακα 7.6, τόσο για τους Κανονισμούς κατά ΟΜΟΕ-Χ όσο και κατά AASHTO, προέκυψαν τα ακόλουθα διαγράμματα.



Σχήμα 28: Συγκριτικό γράφημα αποστάσεων ορατότητας για Απόφαση κατά AASHTO και κατά ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα απεικονίζει τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης (V_e) [σε km/h] και της απόστασης ορατότητας για απόφαση (S_d) [σε m], για διάφορες κατηγορίες ελιγμών οχημάτων (A, B, C, D, E) σύμφωνα με τον Κανονισμό κατά AASHTO, καθώς και για τον Κανονισμό κατά ΟΜΟΕ-Χ. Γενικά, παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα, αυξάνεται και η απόσταση απόφασης για όλες τις κατηγορίες ελιγμών. Η κατηγορία ελιγμού A παρουσιάζει τις μικρότερες αποστάσεις σε όλες τις ταχύτητες, ενώ η κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ εμφανίζει τις μεγαλύτερες αποστάσεις, ειδικά για υψηλότερες ταχύτητες. Οι κατηγορίες B, C, D και E βρίσκονται ενδιάμεσα, με τις διαφορές μεταξύ τους να γίνονται πιο εμφανείς καθώς αυξάνεται η ταχύτητα.

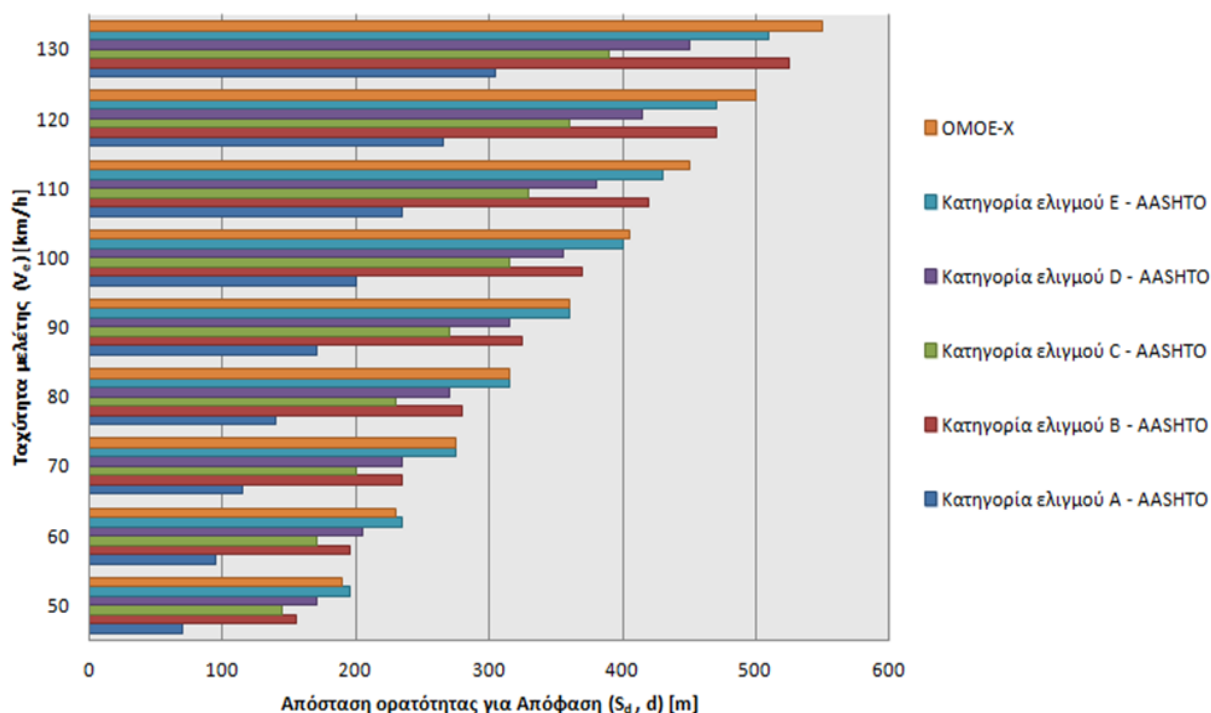
Πιο συγκεκριμένα, η κατηγορία A (μπλε γραμμή) εμφανίζει τις μικρότερες αποστάσεις ορατότητας σε όλη την κλίμακα ταχυτήτων, ξεκινώντας από περίπου 100-150 m για ταχύτητες 40-50 km/h και φτάνοντας στα 350-400m για ταχύτητες 120-130 km/h. Η κατηγορία B (κόκκινη γραμμή) παρουσιάζει αυξημένες απαιτήσεις σε σχέση με την A, με αποστάσεις από 150-200 m σε χαμηλές ταχύτητες και έως 450-500 m σε υψηλές ταχύτητες. Η κατηγορία C (πράσινη γραμμή) έχει απαιτήσεις ενδιάμεσες μεταξύ των κατηγοριών

B και D, με αποστάσεις 180 m σε χαμηλές ταχύτητες και 450-500 m στις υψηλές. Η κατηγορία D (μωβ γραμμή) είναι παρόμοια με την C, με ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις σε ορισμένες ταχύτητες. Τέλος, η κατηγορία E (γαλάζια γραμμή) έχει τις υψηλότερες απαιτήσεις μεταξύ των κατηγοριών AASHTO, με αποστάσεις 200 m για χαμηλές ταχύτητες και 500-550 m για υψηλές.

Η κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ (πορτοκαλί γραμμή) παρουσιάζει τις μεγαλύτερες αποστάσεις ορατότητας σε όλες τις ταχύτητες σε σύγκριση με τις κατηγορίες AASHTO. Στις ταχύτητες 50 km/h, η απόσταση φτάνει τα 200 m, ενώ στις υψηλές ταχύτητες (120-130 km/h) φτάνει τα 550 m, καθιστώντας την την πιο απαιτητική κατηγορία. Όπως αναμενόταν, η απόσταση ορατότητας αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα, με την κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ να έχει συνεχώς τις μεγαλύτερες απαιτήσεις.

Ο Ελληνικός Κανονισμός ΟΜΟΕ-Χ είναι πιο αυστηρός από τις κατηγορίες κατά AASHTO, απαιτώντας μεγαλύτερες αποστάσεις για την ίδια ταχύτητα, ειδικά για ταχύτητες άνω των 80 km/h. Αυτό υποδηλώνει ότι ο Ελληνικός Κανονισμός στοχεύει σε υψηλότερα επίπεδα ασφάλειας, ιδιαίτερα για τις υψηλές ταχύτητες. Η κατηγορία Α είναι η λιγότερο απαιτητική από τις κατηγορίες κατά AASHTO, ενώ η κατηγορία Ε είναι η πιο απαιτητική, αν και ακόμα δεν φτάνει τα επίπεδα του ΟΜΟΕ-Χ.

Το σχήμα αυτό επιβεβαιώνει ότι η ασφάλεια κατά την οδήγηση σε σχέση με την απόσταση ορατότητας για απόφαση αυξάνεται καθώς αυξάνεται η ταχύτητα. Ο Ελληνικός Κανονισμός ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις σε σύγκριση με τις προδιαγραφές κατά AASHTO, δείχνοντας την έμφαση που δίνεται στην ασφάλεια στον Ελληνικό σχεδιασμό οδικών δικτύων, ιδιαίτερα για υψηλές ταχύτητες.



Γράφημα 4: Συγκριτικό γράφημα απόστασης ορατότητας για Απόφαση κατά AASHTO και κατά ΟΜΟΕ-Χ.

Το Γράφημα 4 είναι ένα ραβδόγραμμα που παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για απόφαση (S_d) [σε m], ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης (V_0) [σε km/h], αναλύοντας τα δεδομένα για τις διάφορες κατηγορίες ελιγμών κατά AASHTO (A, B, C, D, E) και την κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ. Οι κατηγορίες εμφανίζουν

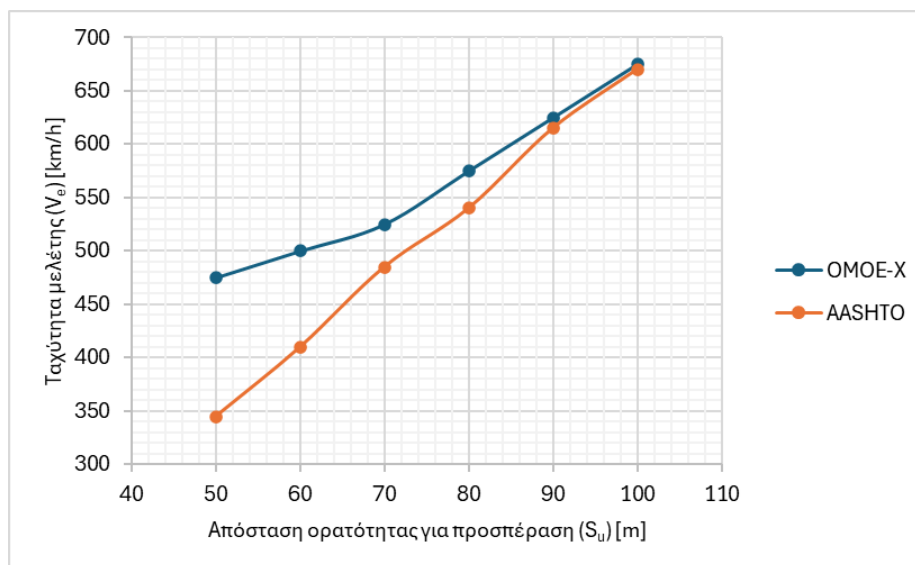
διαφορετικές αποστάσεις ορατότητας για απόφαση, οι οποίες αυξάνονται με την ταχύτητα. Η κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ έχει συνεχώς τις μεγαλύτερες απαιτήσεις, ενώ η Κατηγορία ελιγμού Α κατά ΑΑΣΗΤΟ εμφανίζει τις μικρότερες αποστάσεις. Οι υπόλοιπες Κατηγορίες ελιγμών Β, C, D και Ε κατατάσσονται μεταξύ των δύο, με τις διαφορές τους να γίνονται πιο έντονες σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Η ανάλυση δείχνει πως οι αυξημένες ταχύτητες απαιτούν μεγαλύτερες αποστάσεις για την ασφαλή λήψη απόφασης, γεγονός που σχετίζεται άμεσα με την οδική ασφάλεια και τη σχεδίαση των συστημάτων.

Οι Κατηγορίες ελιγμών Α, Β, C, D και Ε κατά ΑΑΣΗΤΟ αντιπροσωπεύουν διαφορετικές συνθήκες οδήγησης, με την Κατηγορία ελιγμού Α να απαιτεί τις μικρότερες αποστάσεις και την Κατηγορία ελιγμού Ε τις μεγαλύτερες. Η κατηγορία ΟΜΟΕ-Χ έχει τις υψηλότερες απαιτήσεις σε όλες τις ταχύτητες, ξεκινώντας από περίπου 170 m στην ταχύτητα των 50 km/h και φτάνοντας τα 530 m στην ταχύτητα των 130 km/h. Οι Κατηγορίες ελιγμών Β, C και D κατά ΑΑΣΗΤΟ κατατάσσονται ενδιάμεσα, με την Κατηγορία ελιγμού Β να απαιτεί περίπου 350 m στα 100 km/h και 500 m στα 130 km/h, ενώ η Κατηγορία ελιγμού C αυξάνεται ελαφρώς περισσότερο σε μεγαλύτερες ταχύτητες.

Γενικά, η τάση δείχνει ότι όλες οι κατηγορίες παρουσιάζουν αύξηση της απόστασης ορατότητας με την αύξηση της ταχύτητας, κάτι αναμενόμενο καθώς τα οχήματα χρειάζονται περισσότερο χρόνο και απόσταση για να αντιδράσουν σε υψηλές ταχύτητες. Ο Ελληνικός Κανονισμός ΟΜΟΕ-Χ εμφανίζει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε σχέση με τις κατηγορίες κατά ΑΑΣΗΤΟ, ειδικά σε υψηλές ταχύτητες, επισημαίνοντας τη μεγαλύτερη αυστηρότητα του Ελληνικού προτύπου για την οδική ασφάλεια.

Τα δύο διαγράμματα αναδεικνύουν τη σχέση μεταξύ ταχύτητας και απόστασης ορατότητας για απόφαση, με τις κατηγορίες κατά ΑΑΣΗΤΟ να προσφέρουν μικρότερες απαιτήσεις από τον Κανονισμό ΟΜΟΕ-Χ. Η αύξηση της απόστασης με την ταχύτητα είναι σταθερή σε όλα τα πρότυπα, αλλά το ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί συνεχώς μεγαλύτερες αποστάσεις, ειδικά σε ταχύτητες πάνω από 80 km/h, ενισχύοντας την έμφαση στην οδική ασφάλεια στην Ελλάδα.

4.4 Μήκος ορατότητας για Προσπέραση (S_u)



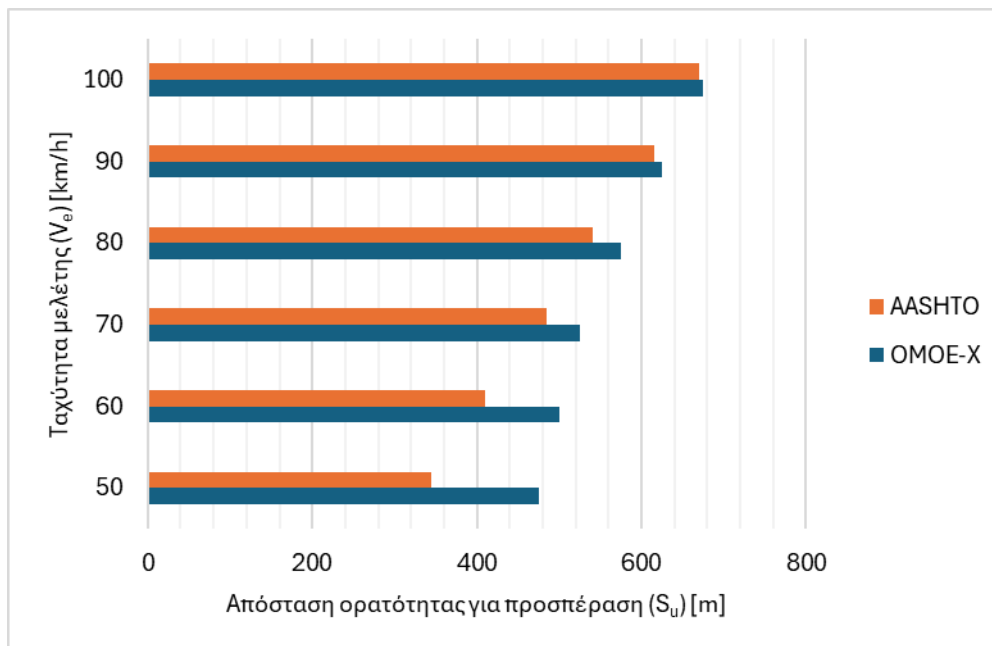
Σχήμα 29: Σχέση απόστασης ορατότητας για Προσπέραση (OSD) και ταχύτητας μελέτης (V_e) σύμφωνα με τους Κανονισμούς κατά AASHTO και κατά OMOE-X.

Το σχήμα παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ της απόστασης ορατότητας για προσπέραση (OvertakingSightDistance - OSD) και της ταχύτητας μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τους Κανονισμούς κατά AASHTO και κατά OMOE-X.

Η απόσταση ορατότητας για προσπέραση αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης. Η αύξηση αυτή είναι σχεδόν γραμμική και στις δύο περιπτώσεις, όμως η OMOE-X απαιτεί γενικά μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με την AASHTO. Στις χαμηλότερες ταχύτητες, η διαφορά είναι αισθητή, με την OMOE-X να επιβάλλει σταθερά μεγαλύτερες αποστάσεις ορατότητας σε σύγκριση με την AASHTO, και η διαφορά αυτή αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα.

Σε υψηλότερες ταχύτητες, οι δύο περιπτώσεις τείνουν να συγκλίνουν, αλλά η OMOE-X συνεχίζει να απαιτεί ελαφρώς μεγαλύτερη απόσταση ορατότητας για προσπέραση.

Συνολικά, η OMOE-X εμφανίζεται πιο αυστηρή σε όλες τις ταχύτητες, ιδιαίτερα στις χαμηλότερες, ενώ στις υψηλότερες η διαφορά με την AASHTO μειώνεται, αν και παραμένει ελαφρώς μεγαλύτερη.



Γράφημα 5: Σύγκριση Αποστάσεων Ορατότητας για Προσπέραση (OSD) σε Σχέση με την Ταχύτητα Μελέτης (V_e) βάσει των Κανονισμών κατά AASHTO και κατά OMOE-X.

Το Γράφημα 5 παρουσιάζει την απόσταση ορατότητας για προσπέραση (OvertakingSightDistance - OSD) σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης (V_e), συγκρίνοντας τις μεθοδολογίες των Κανονισμών κατά AASHTO και κατά OMOE-X. Όπως ήταν αναμενόμενο, η απόσταση ορατότητας για προσπέραση αυξάνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης. Συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα μελέτης, τόσο μεγαλύτερη απόσταση απαιτείται για να πραγματοποιηθεί ασφαλής προσπέραση.

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των δύο Κανονισμών, η OMOE-X απαιτεί μεγαλύτερη απόσταση ορατότητας για προσπέραση σε όλες τις ταχύτητες μελέτης (50-100 km/h) σε σχέση με την AASHTO. Η διαφορά αυτή γίνεται πιο έντονη στις χαμηλότερες ταχύτητες (50-70 km/h), όπου η OMOE-X παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερες απαιτήσεις από την AASHTO. Στις υψηλότερες ταχύτητες (90-100 km/h), οι απαιτήσεις των δύο Κανονισμών συγκλίνουν περισσότερο, αν και η OMOE-X συνεχίζει να απαιτεί ελαφρώς μεγαλύτερες αποστάσεις.

Συμπερασματικά, η OMOE-X απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις ορατότητας για προσπέραση συγκριτικά με την AASHTO σε όλες τις ταχύτητες μελέτης. Η διαφορά είναι πιο έντονη στις χαμηλότερες ταχύτητες, ενώ στις υψηλότερες ταχύτητες οι απαιτήσεις πλησιάζουν, αλλά η OMOE-X εξακολουθεί να έχει υψηλότερες απαιτήσεις απόστασης.

Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η συγκριτική αξιολόγηση προδιαγραφών μελέτης ορατότητας οδών. Από την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η **απόσταση ορατότητας για στάση (SSD)** αυξάνεται με την ταχύτητα και επηρεάζεται από την κλίση του δρόμου, με τις θετικές κλίσεις να απαιτούν μεγαλύτερες αποστάσεις. Η AASHTO γενικά απαιτεί μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με την ΟΜΟΕ-Χ, ειδικά στις θετικές κλίσεις, ενώ στις αρνητικές η διαφορά είναι μικρότερη. **Όμως, όταν έχουμε μεγαλύτερες ταχύτητες των 100 km/h συμβαίνει το αντίστροφο.**
- Η **απόσταση ορατότητας για συνάντηση(MSD)** αυξάνεται με την ταχύτητα και την κλίση του δρόμου. Η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί ελαφρώς μικρότερες αποστάσεις από την AASHTO, ιδιαίτερα σε μεσαίες ταχύτητες, ενώ οι διαφορές μειώνονται σε υψηλές ταχύτητες. Στις ανηφορικές κλίσεις, οι απαιτήσεις είναι μεγαλύτερες.
- Καθώς η ταχύτητα μελέτης (V_e) αυξάνεται, η **απόσταση ορατότητας για απόφαση** αυξάνεται για όλες τις κατηγορίες. Η ΟΜΟΕ-Χ απαιτεί τις μεγαλύτερες αποστάσεις, ενώ η Κατηγορία ελιγμού A κατά AASHTO τις μικρότερες. Οι Κατηγορίες ελιγμών B, C, D και E είναι ενδιάμεσες, με τις διαφορές τους να γίνονται πιο εμφανείς σε υψηλές ταχύτητες. Η Κατηγορία ελιγμού E κατά AASHTO παρατηρούμε ότι είναι πολύ κοντά με την περίπτωση ΟΜΟΕ-Χ τουλάχιστον μέχρι την ταχύτητα μελέτης της τάξης των 100 km/h. Κατά ΟΜΟΕ δεν υπάρχουν άλλες κατηγορίες ελιγμών πέρα από μία.
- Στην **ορατότητα για απόφαση**, η τάση είναι η ίδια για όλες τις κατηγορίες: όσο αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης, τόσο μεγαλύτερη απόσταση για απόφαση απαιτείται. **Ο Ελληνικός Κανονισμός ΟΜΟΕ-Χ είναι πιο αυστηρός από τον Αμερικανικό Κανονισμό κατά AASHTO, ιδίως σε ταχύτητες μελέτης πάνω από 80 km/h, επιβεβαιώνοντας την έμφαση του Ελληνικού Κανονισμού στην οδική ασφάλεια.**
- Η **απόσταση ορατότητας για προσπέραση** πρέπει να είναι μεγαλύτερη καθώς αυξάνεται η ταχύτητα μελέτης. Ο Ελληνικός Κανονισμός (ΟΜΟΕ-Χ) απαιτεί γενικά μεγαλύτερες αποστάσεις από την Αμερικανικό Κανονισμό (AASHTO), με τη διαφορά να είναι πιο έντονη σε χαμηλότερες ταχύτητες. Στις υψηλότερες ταχύτητες, οι απαιτήσεις των δύο Κανονισμών συγκλίνουν, αλλά ο Ελληνικός Κανονισμός(ΟΜΟΕ-Χ) παραμένει πιο αυστηρός.
- Η **σύγκριση των κατηγοριών μήκους ορατότητας – για στάση, απόφαση, συνάντηση και προσπέραση – αποκαλύπτει σαφή τάση στην αύξηση της απαιτούμενης απόστασης ανάλογα με την πολυπλοκότητα της κατάστασης.**
- Για την απόσταση ορατότητας για στάση, απαιτείται η μικρότερη απόσταση, καθώς σχετίζεται κυρίως με την ικανότητα του οδηγού να σταματήσει το όχημα σε περίπτωση ανάγκης.
- Στη συνέχεια, η απόσταση ορατότητας για απόφαση είναι μεγαλύτερη, καθώς πρέπει να παρέχει αρκετό χρόνο για την αξιολόγηση της κατάστασης και την αντίδραση του οδηγού.
- Η απόσταση ορατότητας για συνάντηση απαιτεί ακόμα μεγαλύτερη απόσταση από την απόσταση για απόφαση, λόγω της ανάγκης για ασφαλή χειρισμό του οχήματος κατά τη διάρκεια συνάντησης με αντίθετα κινούμενα οχήματα.
- Τέλος, η απόσταση ορατότητας για προσπέραση απαιτεί την μεγαλύτερη απόσταση από όλες, καθώς πρέπει να εξασφαλίσει ασφαλή ολοκλήρωση της διαδικασίας προσπέρασης και επιστροφή

στη λωρίδα. Κατά την προσπέραση, εμπλέκονται και άλλα οχήματα και επομένως είναι πιο πολύπλοκη, γιατί πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ταχύτητα του προπορευόμενου οχήματος. Επομένως, χρειάζεται περισσότερο χρόνο ο οδηγός τόσο για να σκεφτεί όσο και για να ολοκληρώσει τον ελιγμό.

- Συνολικά, η απαίτηση για απόσταση αυξάνεται από την ορατότητα για στάση έως την ορατότητα για προσπέραση, αντανακλώντας τις αυξανόμενες ανάγκες ασφάλειας καθώς οι συνθήκες οδήγησης γίνονται πιο απαιτητικές.
- **Οι Ελληνικοί Κανονισμοί, βασισμένοι στους Γερμανικούς, συνήθως αποδίδουν παρόμοια αποτελέσματα με αυτούς.** Ωστόσο, οι Αμερικανικοί Κανονισμοί AASHTO διαφέρουν, γεγονός που απαιτεί προσοχή στη χρήση των κανονισμών, καθώς κάθε σύνολο κανόνων μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά αποτελέσματα.

Βιβλιογραφία

- (ΟΜΟΕ) Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων ΟΜΟΕ-Χ : Τεύχος 3 - Χαράξεις [Ενότητα βιβλίου]. - 2001.
- Henning Natzschka Οδοποιία: Σχεδιασμός και Κατασκευή [Βιβλίο]. - 2014.
- Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών, Ελλάδα.Οδικοί Κανονισμοί ΟΜΟΕ-Χ. 2014.
- Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών (ΥΠΥΜΕ).Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ-Χ), 2001.
- Gavanas, N.Οδική Ασφάλεια και Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών, Εκδόσεις Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ), 2010.
- Θωμάς Ντίνης Ορέστης - Από τη χάραξη ως την κατασκευή των οδών. [Βιβλίο]. - 2010.
- I. Αποστολέρης Αναστάσιος Οδοποιία Ι - Χαράξεις και υπολογισμός χωματισμών θεωρία και πρακτική [Βιβλίο]. - 2015.
- Ιωάννης Κοφίτσας Στοιχεία οδοποιίας [Βιβλίο]. - 2009.
- Μαλέρδος Γ. Δραγομάνοβιτς Αν., Κανελλαΐδης Γ. Εφαρμογή των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων - Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ) [Συνέδριο]. - 2005.
- Μίντσης Γεώργιος "Πανεπιστημιακές σημειώσεις μαθήματος Οδοποιίας Ι", Έκδοση 1.0 [Ηλεκτρονικό]. - 2014.
- Νικόλαος Ηλιού Ε. Οδοποιία Ι [Συνέδριο]. - 2007.
- Δραγομάνοβιτς, Α., & Κανελλαΐδης, Γ.Χάραξη της οδού στο χώρο - Κατάσταση της έρευνας διεθνώς, 2005, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος Ελλάδα.
- Κανελλαΐδης, Γ., Μαλέρδος, Γ., Καλτσούνης, Α., & Γλαρός, Γ.Σημειώσεις Οδοποιίας Ι - Γεωμετρικός Σχεδιασμός των Οδών, 2009, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Κανελλαΐδης, Γ., & Δραγομάνοβιτς, Α.Σημειώσεις Οδοποιίας ΙΙ - Χάραξη της Οδού στον Χώρο, 2010, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Μαυρομάτης, Σ.Σημειώσεις για το μάθημα Γεωμετρικός Σχεδιασμός Οδών, 2018, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα Ελλάδα.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. 2018.
- Transportation Research Board (TRB).Highway Capacity Manual. 2016.
- European Committee for Standardization (CEN).Eurocode 1: Actions on Structures - General Actions. Part 2: Traffic Loads on Bridges. 2010.
- Kloppenborg, T. G., & Smith, R. G.Designing for Road Safety: Guidelines and Practices. 2015.
- Jiang, R., & Zhang, L.Comparative Analysis of Road Visibility Design Standards.Journal of Transportation Engineering. 2017.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D.Transportation Engineering and Planning. 2018.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D.Transportation Engineering and Planning, 3rd Edition, 2001.

- Lamm, R., & Acar, Y.***Roadway Design and Safety: A Comparative Study.**Journal of Highway and Transportation Research.* 2020.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D.***Transportation Engineering and Planning.* 2018.
- Hauer, Ezra.***Statistical Methods for Highway Safety Analysis.* 2014.
- Hass, C. T., & Hudson, W. R.***Highway Engineering Handbook.* 2019.
- Harris, C. M., & Stocker, J. W.***Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook.* 2019.
- Kloeden, C. N., McLean, A. J., & Glonek, G. F. V.***The Role of Speed in the Occurrence of Road Traffic Crashes.* 2001.
- Pienaar, W., & Muirhead, J.***Geometric Design of Roads.* 2021.
- British Standards Institution (BSI).***Design Manual for Roads and Bridges (DMRB).* 2020.
- Haque, M. M., & El-Rayes, K.***Risk Management in Highway Engineering.* 2018.
- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).***A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.* 2018.
- German Institute for Standardization (DIN).***Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS).* 2020.
- Wright, Paul H., & Dixon, Karen.***Highway Engineering.* 2017.
- International Road Assessment Programme (iRAP).***Road Safety Engineering Guidelines.* 2019.
- Mannering, Fred L., & Whitford, Scott A.***Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis.* 2020.