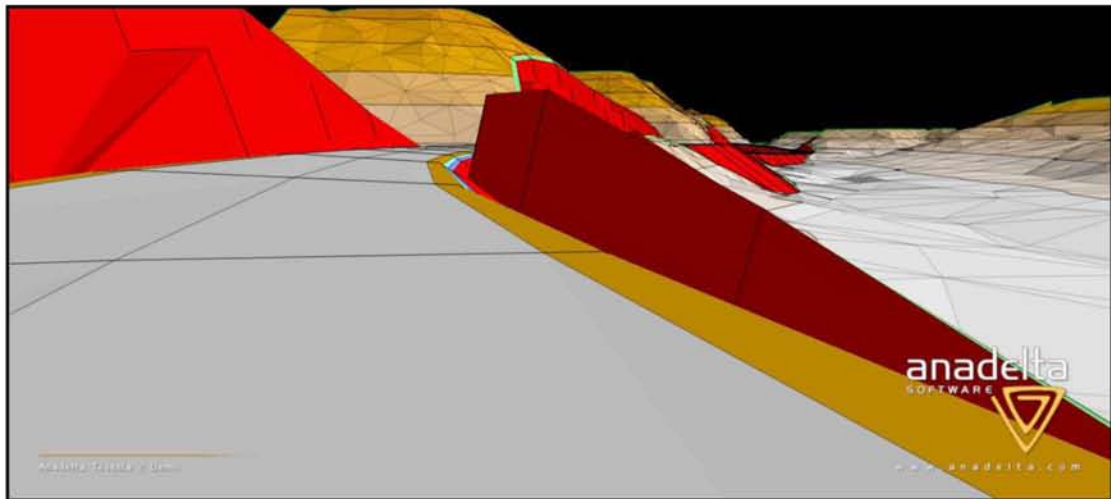




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ-ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΙΣ ΟΜΟΕ-ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΖΙΩΒΑΣ ΒΗΣΣΑΡΙΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΗΛΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΣ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ: ΚΑΛΙΑΜΠΙΕΤΣΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΒΟΛΟΣ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία αποτελεί τη Διπλωματική Εργασία στο πλαίσιο των σπουδών μου στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας υπό την επίβλεψη του κ. Νικόλαου Ηλιού, Αναπληρωτή Καθηγητή στο Τμήμα σε συνεργασία με τον κ. Γεώργιο Καλιαμπέτσο, επιστημονικό συνεργάτη στο ίδιο Τμήμα, στους οποίους και οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ αρχικά για την ανάθεση του θέματος και στην συνέχεια για την συμβολή, τη βοήθεια, την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της συγκεκριμένης Διπλωματικής Εργασίας.

Βόλος, Φεβρουάριος 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ	4
2.1 Γενικά.....	4
2.2 Ταχύτητα μελέτης V_e	5
2.3 Λειτουργική ταχύτητα V_{85}	6
2.3.1 Γενικά.....	6
2.3.2 Προσδιορισμός ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ.....	7
2.4 Παράδειγμα υπολογισμού ελκτικότητας K_E	15
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	17
3.1 Γενικά.....	17
3.2 Μήκος ορατότητας για στάση S_h	18
3.2.1 Μήκος ορατότητας για στάση S_h σύμφωνα με ξένους κανονισμούς.....	22
3.2.1.1 Αμερικανικοί κανονισμοί AASHTO 2001	22
3.2.1.2 Γερμανικοί κανονισμοί RAS-L 1995.....	23
3.3 Μήκος ορατότητας για στάση S_h σε καμπύλη οριζοντιογραφίας.....	29
3.3 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας.....	35
3.4 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u	35
3.4.1 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u σύμφωνα με ξένους κανονισμούς.....	37
3.5 Απόσταση ορατότητας για απόφαση S_d	40
3.6 Προσδιορισμός υφιστάμενων μηκών ορατότητας.....	41
3.7 Ανάλυση ορατότητας.....	44
4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	47
4.1 Έλεγχος μήκους ορατότητας για στάση	47
4.2 Έλεγχος μήκους ορατότητας για συνάντηση.....	51
5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	53
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	62

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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) καθώς και η ασφαλής εξέλιξη της απόφασης του οδηγού για αλλαγή πορείας (μήκος ορατότητας για απόφαση).

Σκοπός της διπλωματικής αυτής εργασίας είναι η αναλυτική παρουσίαση των κριτηρίων της ορατότητας σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ, τα οποία εφαρμόζονται στις μελέτες οδοποιίας. Προκειμένου η παρουσίαση να είναι πιο αναλυτική γίνεται εφαρμογή των κριτηρίων αυτών σε οδό που σχεδιάσθηκε με το ειδικό λογισμικό Anadelta Tessera.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της διπλωματικής αυτής εργασίας γίνεται αναφορά στη λειτουργική ταχύτητα V_{85} και τον υπολογισμό αυτής σε σχέση με την ταχύτητα μελέτης και την ελικτότητα της οδού.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός των μηκών ορατότητας για στάση, για συνάντηση, για προσπέραση, για απόφαση σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ καθώς επίσης γίνεται και μια σύγκριση αυτών με τα ανάλογα μήκη ορατότητας από τους Αμερικανικούς κανονισμούς AASHTO 2001 και τους Γερμανικούς κανονισμούς RAS-L 1995.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει παραδείγματα σχετικά με αυτά που αναφέρθηκαν στα παραπάνω κεφάλαια. Με το ειδικό λογισμικό Anadelta Tessera σχεδιάστηκε οδός με κάποια χαρακτηριστικά και στην οποία εφαρμόστηκαν τα παραδείγματα αυτά.

Στο τέλος υπάρχει παράρτημα με φωτογραφίες από τις εφαρμογές ελέγχου ορατότητας και πίνακες από τους οποίους χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

2.1 Γενικά

Βασική επιδίωξη μιας μελέτης οδοποιίας, είναι η δυνατότητα επίτευξης υψηλών μέσων ταχυτήτων διαδρομής για τα οχήματα που κυκλοφορούν στην οδό, ώστε οι μετακινήσεις να γίνονται με άνεση και σε σύντομο χρόνο.

Από τις υψηλές ταχύτητες όμως δημιουργούνται ορισμένα προβλήματα όπως:

- Αυξάνονται οι απαιτήσεις που επιβάλλονται στον χρήστη (οδηγό του οχήματος) για γρήγορη πρόσληψη και αξιολόγηση των πληροφοριών από το οδικό περιβάλλον και γρήγορη απόφαση και πραγματοποίηση των απαραίτητων ενεργειών για την ασφαλή κίνηση του.
- Αυξάνονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας
- Αυξάνεται η σοβαρότητα των ατυχημάτων.
- Αυξάνονται οι δαπάνες κίνησης των οχημάτων.
- Αυξάνονται οι δαπάνες κατασκευής των οδικών έργων.

Η ταχύτητα επηρεάζει αποφασιστικά τα χαρακτηριστικά της οδού και επομένως:

- Την ασφάλεια
- Την ποιότητα κυκλοφοριακής ροής
- Την οικονομικότητα

Η τελική λύση πρέπει να είναι ένας συγκερασμός θετικών και αρνητικών επιρροών έτσι ώστε να επιλεγεί μια ασφαλής ταχύτητα η οποία θα επιτρέψει τη μεγαλύτερη δυνατή οικονομία χρόνου με τη μικρότερη αντίστοιχη δαπάνη.

Για την επίτευξη οικονομικών ταχυτήτων αλλά και την ασφάλεια της κυκλοφορίας, απαιτείται:

- Ο διαχωρισμός στο οδικό δίκτυο με την καθιέρωση κατηγοριών οδών (αρτηριών, συλλεκτήριων, κλπ)
- Ο διαχωρισμός στη διατομή (ζώνες βραδυπορίας, λωρίδες στάθμευσης, κλπ)
- Ο διαχωρισμός στους κόμβους (διαβάσεις για πεζούς, για δίκυκλα, ειδικές λωρίδες για παρακάμπτονται οχήματα κλπ)

2.2 Ταχύτητα μελέτης V_e

Είναι η μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να αναπτύξουν με ασφάλεια και άνεση όλα τα οχήματα στο υπό μελέτη οδικό τμήμα, όταν οι παράγοντες αυτοί, (δηλαδή η ασφάλεια και η άνεση) δεν εξαρτώνται παρά μόνον από τη γεωμετρία της οδού (και όχι από την κυκλοφορία, τις καιρικές συνθήκες κλπ).

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 V_e αντιστοιχούν οριακές και προτεινόμενες τιμές για τα περισσότερα στοιχεία μελέτης καθώς και οι αποδεκτές τιμές για τη συσχέτιση των μεμονωμένων στοιχείων μελέτης (βλ. Παράρτημα Πίνακας 2, Πίνακας 3). Ειδικότερα για ένα οδικό τμήμα η ταχύτητα μελέτης καθορίζει :

- τις ελάχιστες ακτίνες των οριζοντίων καμπυλών,
- τις ελάχιστες παραμέτρους των κλωθειδών,
- τις μέγιστες κατά μήκος κλίσεις
- 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 μίας οδού από την άποψη της ενσωματωμένης στα χαρακτηριστικά της οδού ασφάλειας σύμφωνα με τα Κριτήρια Ασφαλείας I και III.

2.3 Λειτουργική ταχύτητα V_{85}

2.3.1 Γενικά

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 (βλ. Παράρτημα Πίνακας 2 και σχέσεις (2-7), (2-8)). 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
- τα στοιχεία για την απορροή των ομβρίων.

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.

2.3.2 Προσδιορισμός ταχύτητας V_{85} σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ

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:

$$V_{85} = V_e + 20 \text{ km/h για } V_e \geq 100 \text{ km/h} \quad (2-1)$$

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

- 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_E της κάθε μεμονωμένης καμπύλης, καθώς επίσης και για κάθε “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ($K_E = 0$). Ως “Ανεξάρτητη Ευθυγραμμία” ορίζεται η ευθυγραμμία, της οποίας το μήκος είναι επαρκές, ώστε στην αλληλουχία των στοιχείων : “ευθυγραμμία - καμπύλη - ευθυγραμμία” να θεωρείται ως ανεξάρτητο στοιχείο μελέτης με δική του ταχύτητα V_{85} . Αντίθετα ως “Εξαρτημένη Ευθυγραμμία” ορίζεται η ευθυγραμμία εκείνη, της οποίας το μήκος δεν είναι επαρκές, ώστε να έχει δική της ταχύτητα V_{85} και δεν λαμβάνεται υπόψη στη σχετική ανάλυση ασφαλείας .

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 (βλ. και Σχήμα 2-1) 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 οδού είναι $< 250\text{m}$:

$$V_{85} = \left(\frac{10^6}{10150,10 + 8,529 * K_E} \right) + ((b - 3,5) * 20) \quad (2-3\alpha)$$

Όπου b το πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας.

- για $s > 5\%$ επί μήκους $\geq 250\text{m}$, ανεξαρτήτως του πλάτους λωρίδας κυκλοφορίας :

- για $5\% < s \leq 7\%$

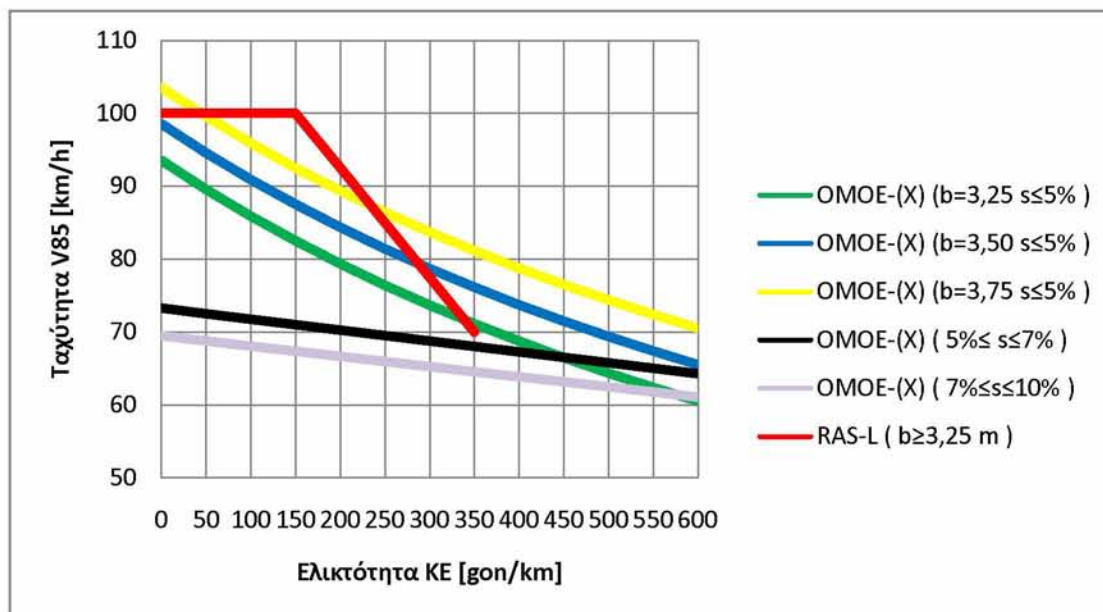
$$V_{85} = 73,260 - 0,015 * K_E \quad (2-3\beta)$$

- για $7\% < s < 10\%$

$$V_{85} = 69,456 - 0,014 * K_E \quad (2-3\gamma)$$

Στο Σχήμα 2-1 παρουσιάζονται συγκριτικά οι τιμές της λειτουργικής ταχύτητας ανάλογα με την ελικτότητα, όπως προκύπτουν με εφαρμογή των συστάσεων των ΟΜΟΕ-Χ (εύρος τιμών ελικτότητας $0 \div 600\text{gon/Km}$) και των Γερμανικών κανονισμών RAS-L (εύρος τιμών ελικτότητας $0 \div 350\text{gon/Km}$).

Σύμφωνα με τους Γερμανικούς Κανονισμούς στις οδούς της ομάδας Α, με μη διαχωριζόμενο οδόστρωμα, η ταχύτητα V_{85} ενός οδικού τμήματος μπορεί να προσδιορισθεί από το σχήμα 2-1 όταν είναι γνωστά, η ελικτότητα K_E και το πλάτος b του οδοστρώματος στο εξεταζόμενο οδικό τμήμα.



Σχήμα 2-1: Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} σε συνάρτηση με την ελικτότητα (το τεταμένο) K_E της μεμονωμένης καμπύλης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας b σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A I έως A IV

Αξιοσημείωτη είναι η διαφοροποίηση που παρατηρείται στους Γερμανικούς κανονισμούς, στους οποίους προβλέπεται σημαντικά υψηλότερη λειτουργική ταχύτητα για ελικτότητα μικρότερη από 200 gon/km, και στη συνέχεια ιδιαίτερα απότομη μείωση της V_{85} , σε επίπεδα χαμηλότερα των ΟΜΟΕ.

Στις ΟΜΟΕ-Χ δεν υπάρχει σαφής αναφορά στη μεθοδολογία που εφαρμόστηκε για τον προσδιορισμό των σχέσεων υπολογισμού της ταχύτητας V_{85} , αναφέρεται όμως ότι "οι σχέσεις αυτές 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 σύμφωνα με τα Σχήματα 2-2α,β και 2-3. Τα ευθύγραμμα τμήματα λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση στον υπολογισμό

της ελικτότητας των καμπυλών (βλ. Σχήμα 2-3). Η τιμή της ελικτότητας K_E για κάθε μεμονωμένη καμπύλη υπολογίζεται από τη σχέση:

$$K_E = \frac{\gamma}{L} \quad (2-4)$$

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:

$$K_E = \frac{\sum \frac{L_{ci}}{R_i} + \sum \frac{L_i}{2R_i}}{\sum L_{ci} + \sum L_i} * 63700 \quad (2-5)$$

Όπου:

K_E [gon/km]: ελικτότητα 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 $K_E=0$.

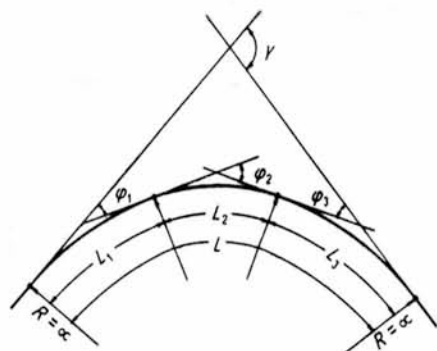
Η σχέση που συνδέει την ελικτότητα της μεμονωμένης καμπύλης K_E και της ανηγμένης ακτίνας R , που αντιστοιχεί στη δεδομένη καμπύλη είναι :

$$R = \frac{63700}{K_E} \quad (2-6)$$

Όπου:

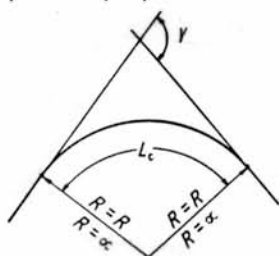
R [m]: ανηγμένη ακτίνα καμπύλης
 K_E [gon/km]: ελικτότητα μεμονωμένης καμπύλης

α) Γενική περίπτωση, ορισμός K_E



$$K_E = \frac{|\gamma| \cdot 63700}{L} = \frac{(|\phi_1| + |\phi_2| + |\phi_3|) \cdot 63700}{L_1 + L_2 + L_3} \quad [\text{gon/km}]$$

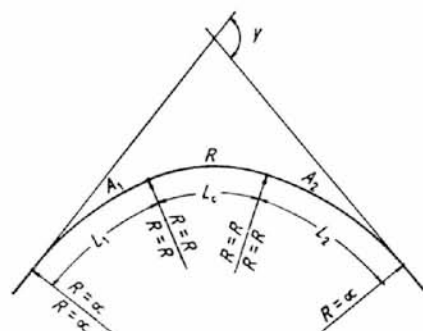
β) Καμπύλη αποτελούμενη από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R



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

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

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



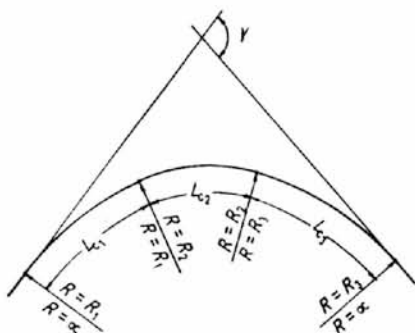
$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R} + \frac{L_2}{2R} + \frac{L_c}{R} \quad [\text{rad}]$$

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

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

Σχήμα 2-2α: Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης. [1]

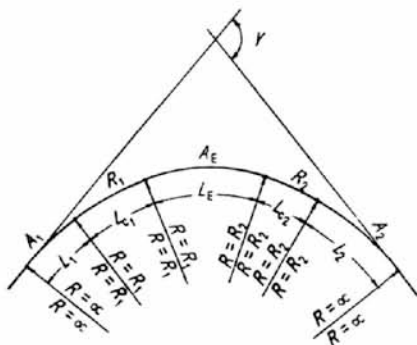
δ) Καμπύλη αποτελούμενη από τρία κυκλικά τόξα με ακτίνες R_1, R_2, R_3 (τόξο κανίστρου)



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

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

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

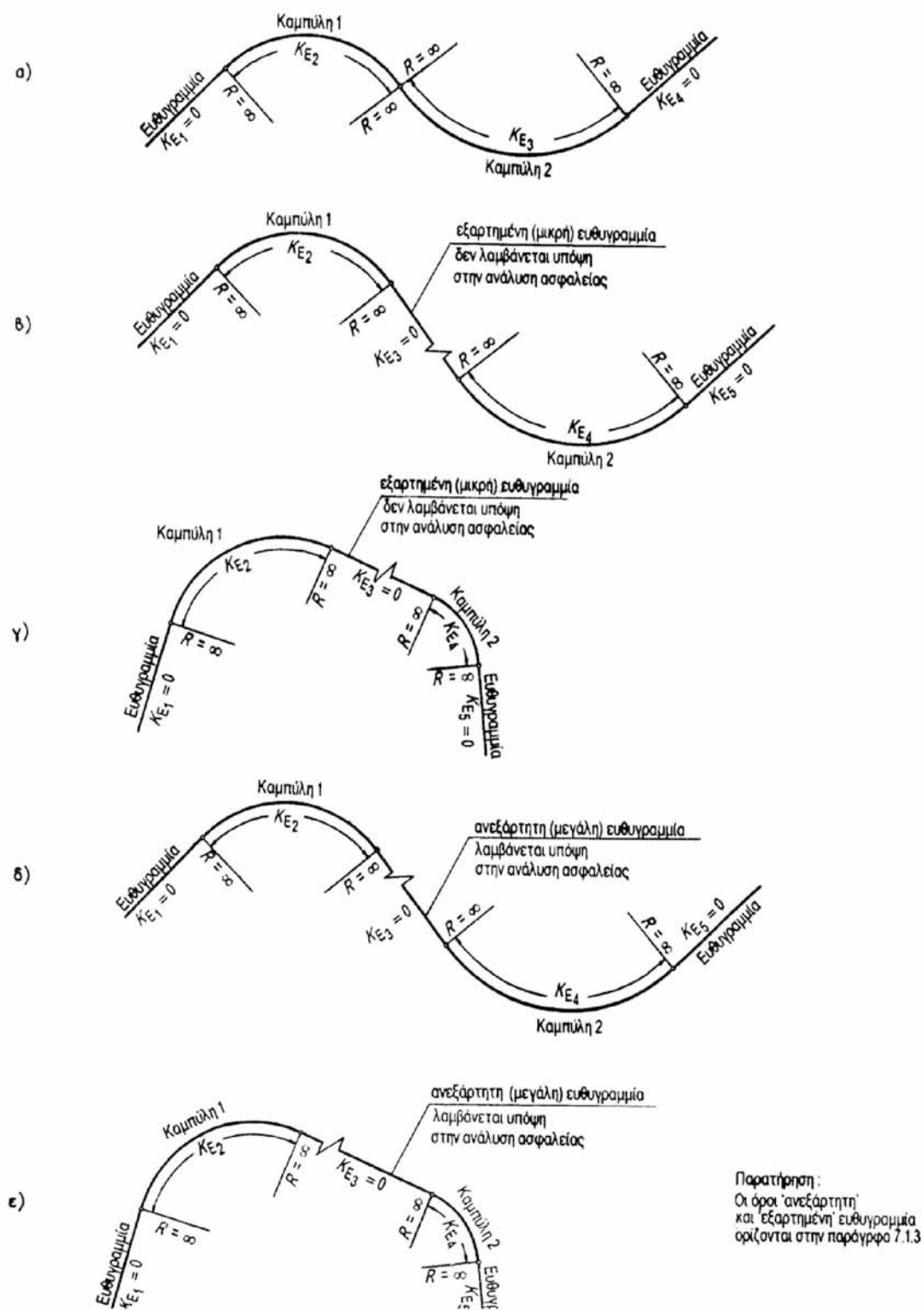


$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R_1} + \frac{L_{c1}}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_2^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{L_2}{2R_2} \quad [\text{rad}]$$

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

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

Σχήμα 2-2β: Σχέσεις υπολογισμού ελικτότητας K_E της μεμονωμένης καμπύλης. [1]



Σχήμα 2-3: Χαρακτηριστικές περιπτώσεις χαράξεων για τον προσδιορισμό της ελικτότητας κ_E των μεμονωμένων καμπυλών. [1]

Οδοί ομάδας Β

Στις οδούς της ομάδας Β, 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 :

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 20 \text{ km/h} \quad (\text{Κατηγορία Οδού ΒΙ και Β ΙΙ}) \quad (2-7)$$

$$V_{85} = V_{επιτρ} + 10 \text{ km/h} \quad (\text{Κατηγορία Οδού Β ΙΙΙ}) \quad (2-8)$$

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 2-7, 2-8), 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.

2.4 Παράδειγμα υπολογισμού ελκτικότητας K_E




Ακολουθεί ένα παράδειγμα υπολογισμού της ελκτικότητας K_E προκειμένου να γίνει πιο κατανοητός ο τρόπος υπολογισμού της. Το παράδειγμα αυτό θα εφαρμοστεί σε οδό που σχεδιάστηκε με τη χρήση του ειδικού λογισμικού Anadelta Tessera.

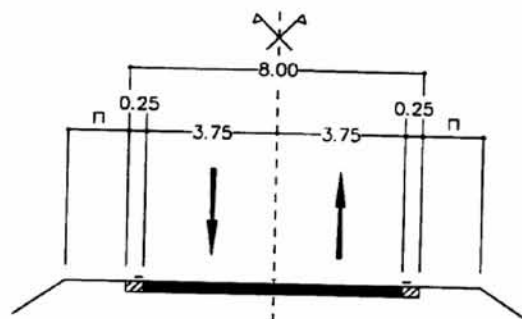
Από τον Πίνακα 2 του παραρτήματος για ομάδα οδών Α με ενιαίες επιφάνειες κυκλοφορίας, επιλέγουμε ταχύτητα μελέτης 70 km/h. Επιλέχθηκε η διατομή τύπου β2. Το πλάτος του οδοστρώματος είναι 4 m ενώ το πλάτος κυκλοφορίας 3.75 m.

β 2

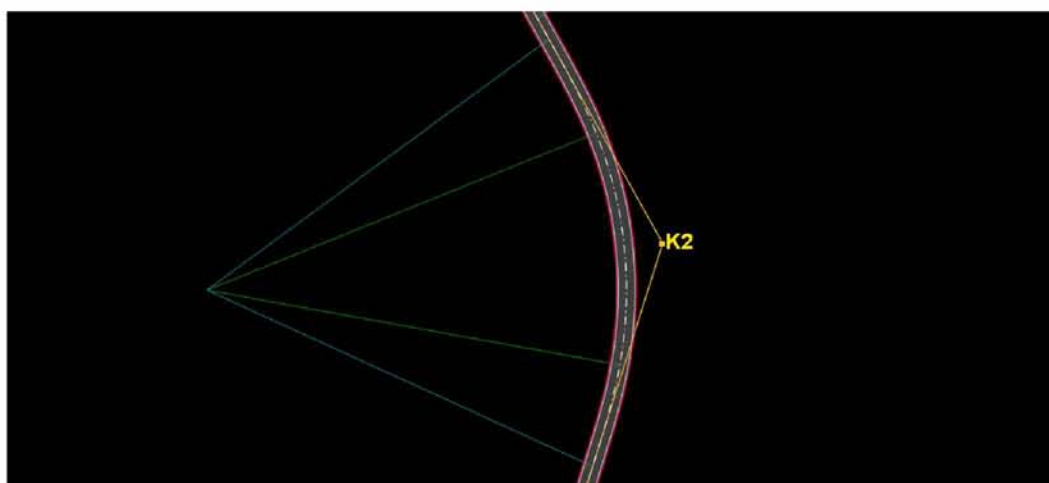
Κατηγορία οδού ΑII, ΑIII
 $V_{επιρ} \leq 90$ km/h
ισόπεδοι κόμβοι
Εφαρμόζεται κυρίως σε περίπτωση
μεγάλου ποσοστού βαρέων
οχημάτων, αλλιώς να αποφεύγεται

Υπόμνημα

-  Λωρίδα κυκλοφορίας
-  Λωρίδα καθοδήγησης
-  Σταθεροποιημένο έρεισμα



Θα υπολογίσουμε την ελκτικότητα K_E στην κορυφή 2 της οδού.



Τα χαρακτηριστικά του δρόμου φαίνονται στον παρακάτω πίνακα ο οποίος προκύπτει από το Anadelta Tessera.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	α/α	R	TL	L1	Lc	L2	ΣL	Ke	i%	qmax%	V85	Ve	V85-Ve	V85i-V85j/R	IRA	ΔIR	
2	K1											70			0.021		
3	K1-K2		151.58					0.00	-4.03		87	70	17	0			
4	K2	200.00		50.00	112.55	50.00	212.55	243.58	0.08	7.00	87	70	17	1	0.094	0.227	-0.132
5	K2-K3		11.09					0.00	-0.04			70					
6	K3	200.00		50.00	145.25	50.00	245.25	253.57	-2.54	7.00	86	70	16	1	0.094	0.223	-0.128
7	K3-K4		16.49					0.00	-3.64			70					
8	K4	200.00		50.00	113.89	50.00	213.89	244.05	-0.33	7.00	87	70	17	1	0.094	0.226	-0.132
9	K4-K5		32.36					0.00	3.41			70					
10	K5	200.00		24.50	94.10	24.50	143.10	263.97	-4.67	7.00	86	70	16	2	0.094	0.219	-0.125
11	K5-K6		10.52					0.00	4.45			70					
12	K6	200.00		32.00	59.67	32.00	123.67	236.09	2.96	7.00	87	70	17	1	0.094	0.229	-0.135
13	K6-K7		7.82					0.00	1.49			70					
14	K7	200.00		32.00	32.97	32.00	96.97	213.39	0.79	7.00	89	70	19	3	0.094	0.239	-0.144
15	K7-K8		3.93					0.00	0.66			70					
16	K8	200.00		32.00	112.79	32.00	176.79	260.85	0.66	7.00	86	70	16	0	0.094	0.220	-0.126
17	K8-K9		33.48					0.00	0.66		86	70	16				
18	K9											70			0.021		
19	Καλή ποιότητα σχεδιασμού																
20	Μέτρια ποιότητα σχεδιασμού																
21	Μη αποδεκτή ποιότητα σχεδιασμού																

Η κορυφή 2 ανήκει στην κατηγορία γ του σχήματος 2-2β καθώς αποτελείται από ένα κυκλικό τόξο με ακτίνα R και δύο κλωθοειδείς με παραμέτρους A1 και A2 εκατέρωθεν του κυκλικού τόξου. Η ελικτότητα K_E υπολογίζεται ως εξής από τη σχέση (2-5):

$$K_E = \frac{\sum \frac{L_{ci}}{R_i} + \sum \frac{L_i}{2R_i}}{\sum L_{ci} + \sum L_i} * 63700 = \frac{112,55 + \frac{50}{2*200} + \frac{50}{2*200}}{112,55 + 50 + 50} * 63700 \Rightarrow$$

$$\frac{0,81275}{212,55} * 63700 = 243.58 \quad , \quad \text{όπως φαίνεται και στην}$$

γραμμοσκιασμένη περιοχή του παραπάνω σχήματος.

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

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.

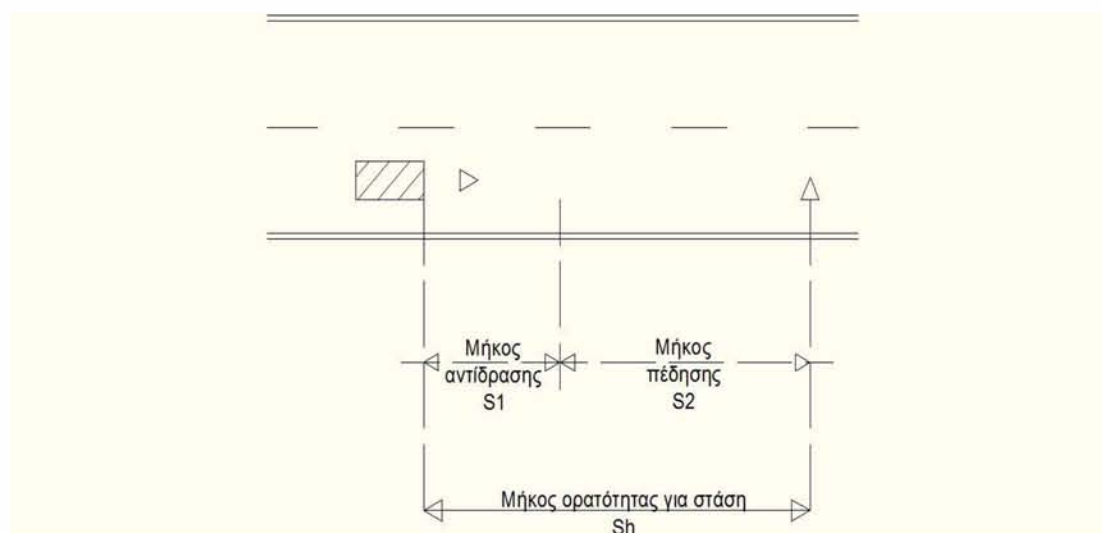
Η ασφάλεια της κυκλοφορίας και η ποιότητα της κυκλοφοριακής ροής απαιτούν την ύπαρξη επαρκών μηκών ορατότητας, προκειμένου να είναι δυνατή η έγκαιρη ακινητοποίηση ενός οχήματος (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση), η ασφαλής προσπέραση (απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση) καθώς και η ασφαλής 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 3-1: 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 δυο τρόπους:

ι) Από τύπους:

$$S_h = S_1 + S_2 \quad (3-1)$$

$$S_1 = \frac{V_{85}}{3,6} * t_{\Gamma} \quad (3-2)$$

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

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_{Γ} [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)

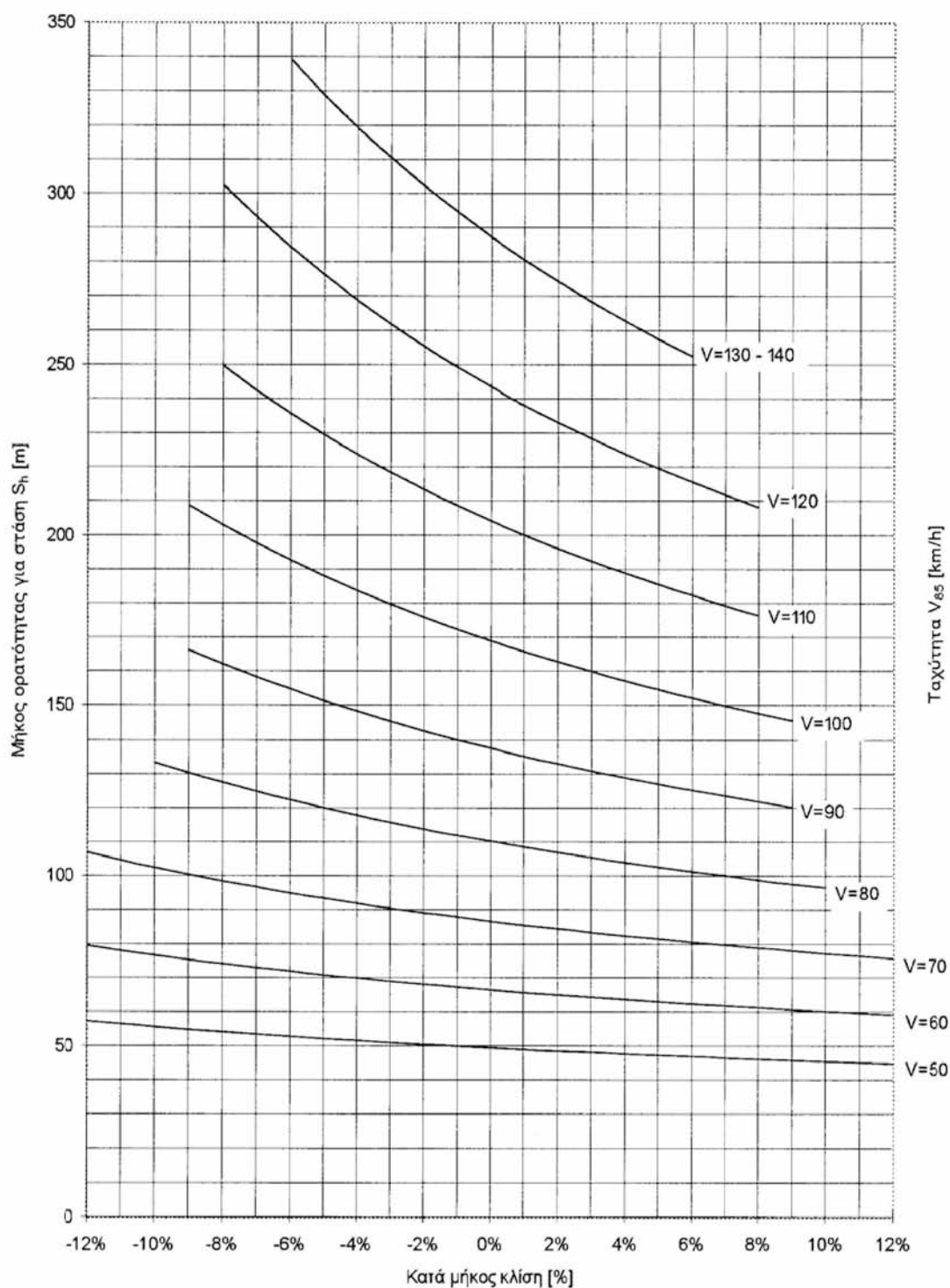
s [m/m]: κατά μήκος κλίση του οδικού τμήματος
(θετική (+): ανωφέρεια
αρνητική (-) : κατωφέρεια)

Πίνακας 3-1: συντελεστής d υπολογισμού του μήκους ορατότητας στάσης S_h [1]

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 3-2: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β. [1]

3.2.1 Μήκος ορατότητας για στάση S_h σύμφωνα με ξένους κανονισμούς

3.2.1.1 Αμερικανικοί κανονισμοί AASHTO 2001

Σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς AASHTO 2001 το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h υπολογίζεται από τη σχέση :

$$S_h = S_\delta + S_T \quad (3-4)$$

$$S_\delta = 0,278 * V * t_R \quad (3-5)$$

$$S_T = \frac{V^2}{254 * \left(\frac{\alpha \pm \frac{s}{100}}{g}\right)} \quad (3-6)$$

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)

Παρατηρούμε ότι το μήκος αντίδρασης S_δ στους Αμερικανικούς κανονισμούς και στους Γερμανικούς κανονισμούς (όπως θα δούμε παρακάτω) ισούνται με το μήκος αντίδρασης S_1 στις ΟΜΟΕ καθώς $\frac{1}{3,6} = 0,278$.

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.

3.2.1.2 Γερμανικοί κανονισμοί RAS-L 1995

Σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς RAS-L 1995 το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h υπολογίζεται από τη σχέση :

$$S_h = S_\delta + S_T \quad (3-7)$$

$$S_\delta = 0,278 * V * t_R \quad (3-8)$$

$$S_T = \frac{1}{3,6^2 * g} * \int_0^{V_{85}} \frac{V}{f_T(V) + \frac{s}{100} + \frac{W/L}{G}} dV \quad (3-9)$$

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)

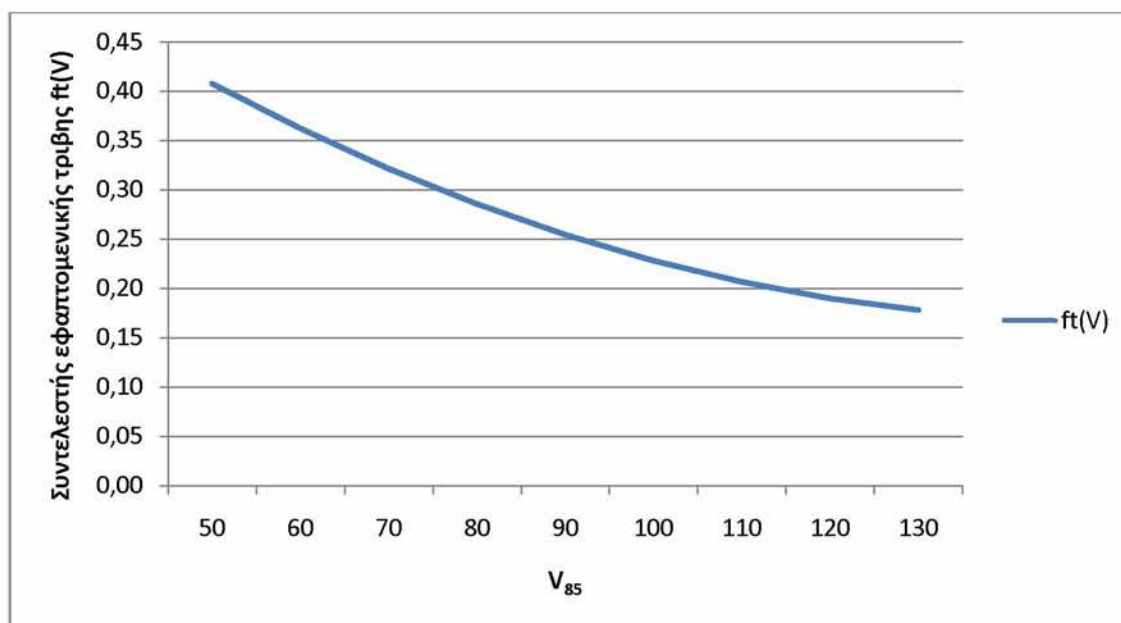
W_L (Nt) : αεροδυναμική αντίσταση επιβατικού οχήματος
$$\frac{W_L}{G} = 0.327 * 10^{-4} * \left(\frac{V}{3.6}\right)^2 \quad (3-10)$$

G (Nt) : βάρος επιβατικού οχήματος

f_T (V) : συντελεστής εφαπτομενικής τριβής

$$f_T(V) = 0.241 * \left(\frac{V}{100}\right)^2 - 0.721 * \left(\frac{V}{100}\right) + 0.708 \quad (3-11)$$

Στο σχήμα 3-3 παρατηρούμε τη μείωση που έχει ο συντελεστής εφαπτομενικής τριβής όσο αυξάνεται η λειτουργική ταχύτητα V_{85} .



Σχήμα 3-3: Μεταβολή του συντελεστή εφαπτομενικής 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 3-4 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_{85} από τη σχέση :

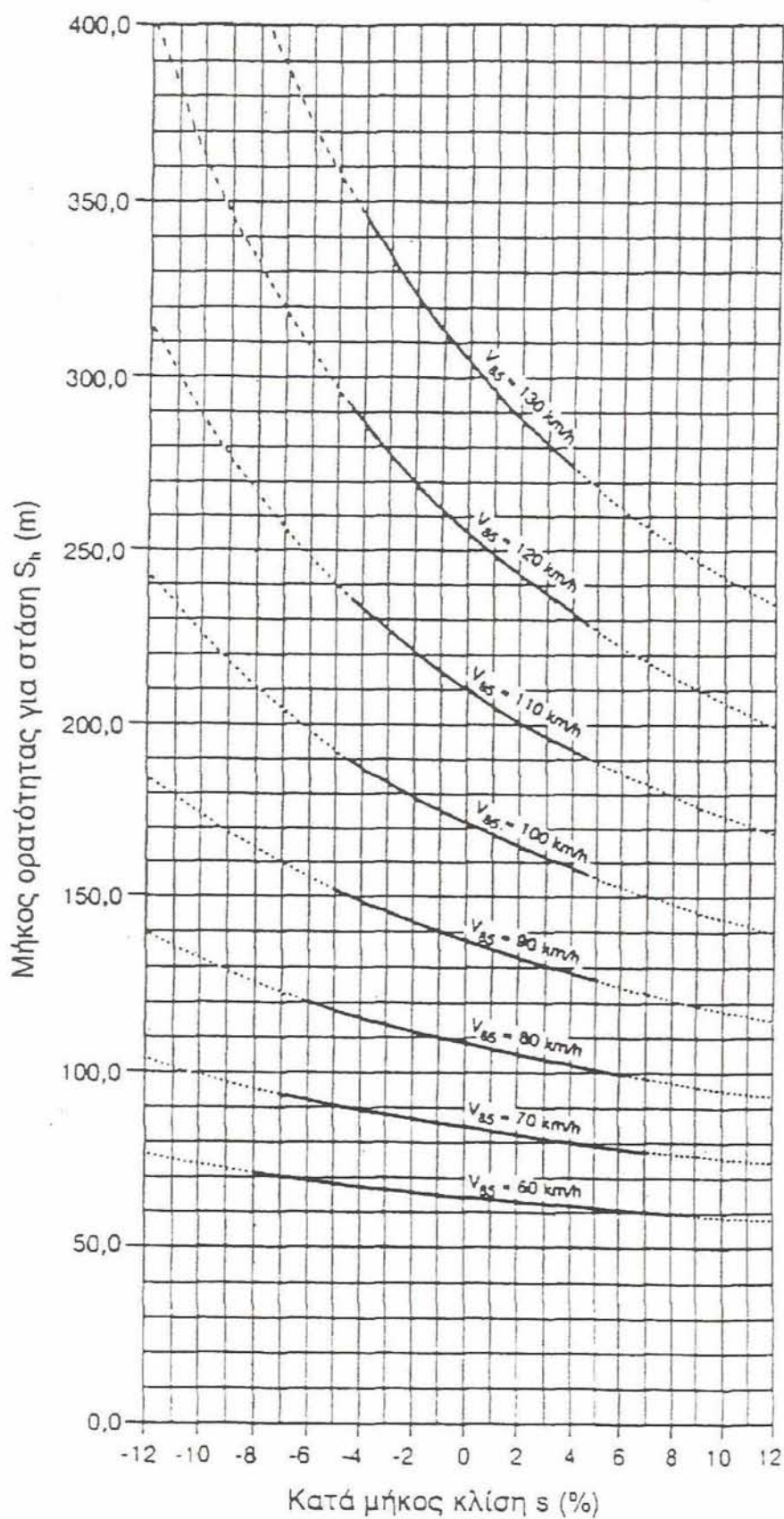
$$V_{85} = V_e + 10 \text{ km/h} \quad (\text{για οδούς της ομάδας Α})$$

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:

$$f' = \sqrt{f^2 - f_R^2} \quad (3-12)$$

Όπου:

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



Σχήμα 3-4: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h σε οδούς της ομάδας A. [2]

Στους παρακάτω πίνακες 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} .

Πίνακας 3-2: Τιμές του μήκους ορατότητας στάσης για διάφορες ταχύτητες και κλίσεις δρόμου

Ταχύτητα (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h (m)		
	0%		
	ΟΜΟΕ	AASHTO 2001	RAS-L 1995
50	50	63	48
60	66	83	65
70	86	104	85
80	109	128	109
90	137	155	138
100	169	183	172
110	203	214	210
120	246	247	256
130	290	282	305

Πίνακας 3-3: Τιμές του μήκους ορατότητας στάσης για διάφορες ταχύτητες και κλίσεις δρόμου

Ταχύτητα (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h (m)					
	Κατωφέρεια					
	6%			3%		
	ΟΜΟΕ	AASHTO 2001	RAS-L 1995	ΟΜΟΕ	AASHTO 2001	RAS-L 1995
50	53	69	51	51	66	49
60	72	91	70	69	86	67
70	94	116	92	90	110	88
80	121	144	120	115	135	114
90	154	174	156	145	163	146
100	193	207	198	180	194	183
110	233	243	247	216	227	228
120	288	281	307	265	262	278
130	343	323	370	313	301	336

Πίνακας 3-4: Τιμές του μήκους ορατότητας στάσης για διάφορες ταχύτητες και κλίσεις δρόμου

Ταχύτητα (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h (m)					
	Ανωφέρεια					
	6%			3%		
	ΟΜΟΕ	AASHTO 2001	RAS-L 1995	ΟΜΟΕ	AASHTO 2001	RAS-L 1995
50	47	59	46	48	61	47
60	62	77	60	64	79	63
70	80	96	78	83	100	81
80	101	118	100	105	123	104
90	125	141	125	130	147	130
100	152	166	153	160	174	161
110	181	194	186	191	203	197
120	217	223	222	230	234	237
130	254	254	262	270	267	280

Από τη σύγκριση αυτή προκύπτει ότι για ταχύτητες από 50 έως 110 km/h τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ είναι μικρότερα κατά περίπου 15 με 20 μέτρα από τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς. Για ταχύτητες από 120 έως 130 km/h τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ είναι μεγαλύτερα από τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τους Αμερικανικούς κανονισμούς.

Σε σύγκριση με τους Γερμανικούς κανονισμούς για εύρος ταχυτήτων από 50 έως 100 km/h τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ είναι σχεδόν ίδια καθώς παρουσιάζουν μια διαφορά 1 ή 2 μέτρων. Για εύρος ταχυτήτων από 110 έως 130 km/h τα μήκη ορατότητας για στάση σύμφωνα με τις ΟΜΟΕ γίνονται μικρότερα κατά περίπου 10 με 15 μέτρα.

Παρατηρούμε δηλαδή ότι οι ξένοι κανονισμοί είναι πιο συντηρητικοί από τις ΟΜΟΕ.

3.3 Μήκος ορατότητας για στάση S_h σε καμπύλη οριζοντιογραφίας

Οι ελάχιστες τιμές της ακτίνας οριζοντίων καμπυλών των χαράξεων (βλ. Παράρτημα Πίνακας 3) υπολογίσθηκαν με βάση τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων σε συνθήκες υγρού οδοστρώματος. Η χρήση αυτών των ελαχίστων τιμών των ακτινών υπόκεινται και στον έλεγχο για επαρκή ορατότητα για στάση ενώπιον ακίνητου εμποδίου. Ο έλεγχος αυτός γίνεται υποχρεωτικά για:

- Τις εξωτερικές πλευρές των οδών οπότε είτε επιβεβαιώνεται η ικανοποίηση της απαιτούμενης συνθήκης πλευρικού χώρου ελεύθερου οπτικών εμποδίων, είτε οδηγεί στην ανάγκη διεύρυνσης του πλευρικού χώρου πχ με πρόσθετη εκσκαφή των πρηνών ορυγμάτων.
- Την πλευρά της κεντρικής νησίδας αυτοκινητόδρομου
- Την πλευρά της διαχωριστικής νησίδας μεταξύ δυο οδών
- Την εξωτερική πλευρά που τοποθετούνται στηθαία (πχ σε επιχώματα, γέφυρες, βάθρα γεφυρών)

Δηλαδή ακόμα και η θέση των στηθαίων ασφάλειας πρέπει να ελέγχεται ότι αφήνει τον απαιτούμενο πλευρικό ελεύθερο χώρο για να υπάρχει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση.

Εφόσον ο προβλεπόμενος από την τυπική διατομή ελεύθερος χώρος στην πλευρά της κεντρικής νησίδας μεταξύ της οριογραμμής κυκλοφορίας και της όψης του στηθαίου ασφαλείας, δεν είναι επαρκής για να εξασφαλίσει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση, τότε πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα. Τα μέτρα αυτά είναι: είτε η μετατόπιση του στηθαίου προς την κοίλη πλευρά της νησίδας, είτε η διαπλάτυνση του ελεύθερου χώρου, σύμφωνα με διάγραμμα ορατότητας που πρέπει να σχεδιάζεται ειδικά για αυτές τις περιπτώσεις. Εφόσον αυτά τα μέτρα δεν είναι εφικτά τότε είναι δυνατόν να αποφασίζεται η τοποθέτηση ειδικών πινακίδων με διπλό όριο ταχύτητας. Το ένα όριο θα αφορά συνθήκες στεγνού και το άλλο συνθήκες υγρού οδοστρώματος.

Σύμφωνα με τα προαναφερόμενα, η τελικά επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας σε αυτοκινητοδρόμους, καθορίζεται από συνδυασμό των παραμέτρων που είναι:

- το πλάτος πλευρικού ελεύθερου οπτικών εμποδίων χώρου μεταξύ της οριογραμμής κυκλοφορίας και της όψης του στηθαίου ασφαλείας που ορίζεται στην τυπική διατομή,
- η ακτίνα της οριζόντιας καμπύλης της χάραξης
- η κατά μήκος κλίση της χάραξης

Η σχέση μεταξύ της ακτίνας R για δεδομένο πλάτος M , που προσφέρει μήκος ορατότητας S_h στο μέσον της εξεταζόμενης λωρίδας δίνεται είτε από τύπους είτε από πίνακα.

i) Από τύπους:

$$\bullet \text{ όταν } S_h < L : S_h = 2 * R * \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right) \quad (3-13)$$

$$S_h = 2 * \sqrt{(2 * R * M - M^2)} \quad (3-14)$$

$$\bullet \text{ όταν } S_h > L : S_h = \left(\frac{4 * R * M}{L}\right) + \left(\frac{L}{2}\right) \quad (3-15)$$

όπου:

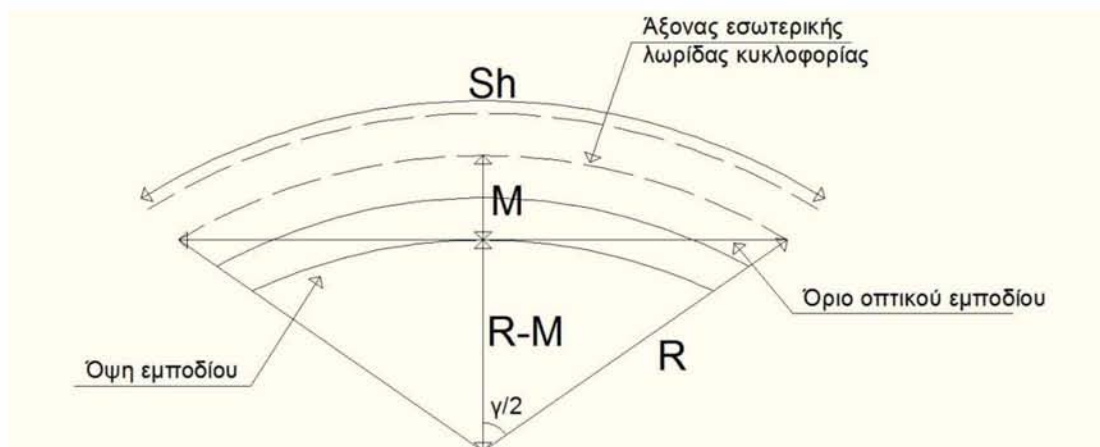
S_h [m]: Το μήκος ορατότητας για στάση μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσον της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας

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

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

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

Απόδειξη σχέσης (3-13) : $S_h = 2 * R * \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right)$



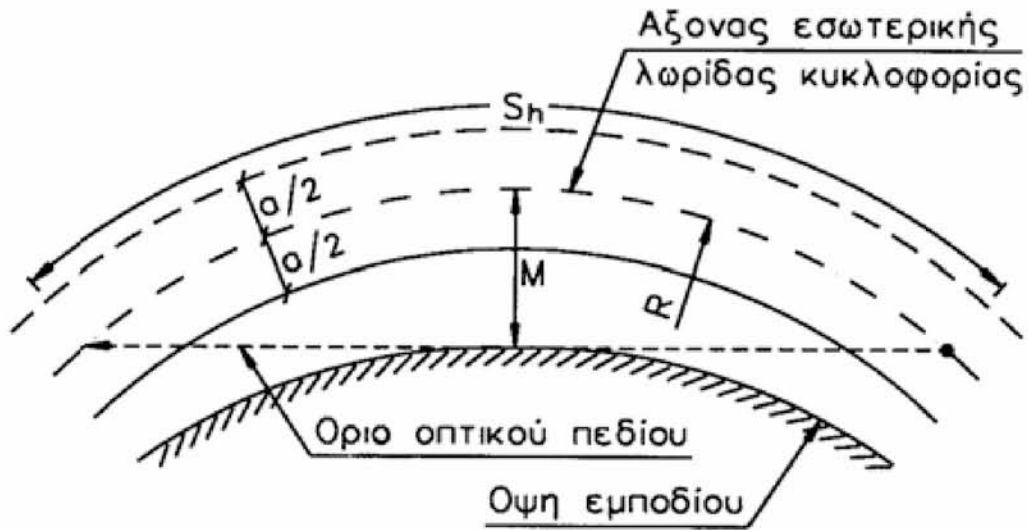
$$\cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) = \left(\frac{R-M}{R}\right) = \left(1 - \frac{M}{R}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{\gamma}{2} = \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right)$$

Επίσης ισχύει ότι : $\left(\frac{S_h}{2R}\right) = \frac{\gamma}{2}$

Άρα: $\left(\frac{S_h}{2R}\right) = \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right) \Rightarrow$

$$S_h = 2 * R * \cos^{-1}\left(1 - \frac{M}{R}\right)$$



Σχήμα 3-5: Στοιχεία ελέγχου ορατότητας από τον πλευρικό ελεύθερο οπτικών εμποδίων χώρο [1]

Το πλάτος του ελεύθερου εμποδίων πλευρικού χώρου M μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση (3-14) εάν είναι γνωστά η ακτίνα της καμπύλης του άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας R και το μήκος ορατότητας για στάση μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσον της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας S_h :

$$S_h = 2 * \sqrt{(2 * R * M - M^2)} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{S_h}{2}\right) = \sqrt{(2 * R * M - M^2)} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{S_h}{2}\right)^2 = (2 * R * M - M^2) \Rightarrow$$

$$M^2 - 2 * R * M + \left(\frac{S_h}{2}\right)^2 = 0$$

$$\Delta = 4 * R^2 - 4 * \left(\frac{S_h}{2}\right)^2 = 4 * R^2 - S_h^2$$

Άρα:

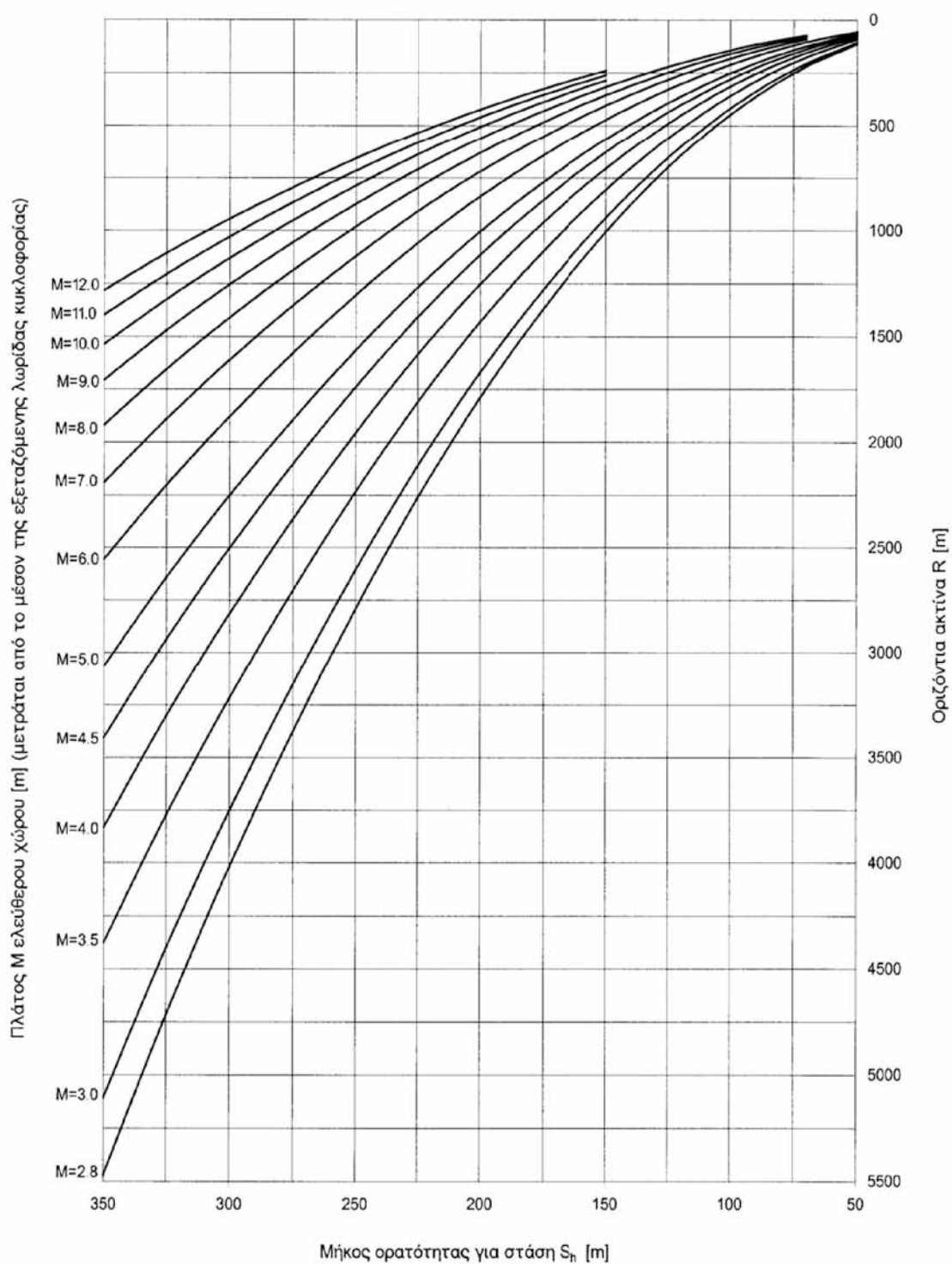
$$M_{1,2} = \frac{2 * R \pm \sqrt{4 * R^2 - S_h^2}}{2} \Rightarrow M = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{S_h}{2}\right)^2} \quad (3-16)$$

ii) Από διάγραμμα:

Η σχέση των τριών στοιχείων S_h , R και M παριστάνεται στο διάγραμμα του σχήματος 3-6 το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται ως εξής :

Αρχικά από το διάγραμμα ορατότητας προσδιορίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h για την κατά μήκος κλίση της εξεταζόμενης θέσης με βάση την ταχύτητα V_{85} . Στη συνέχεια :

- έχοντας προσδιορίσει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h από το διάγραμμα του σχήματος 3-2, μπορούμε για δεδομένο πλάτος ελεύθερου χώρου M να υπολογίσουμε την απαιτούμενη ακτίνα R .
- Αντίστροφα, γνωρίζοντας το πλάτος ελεύθερου χώρου M και την ακτίνα R μπορούμε από το διάγραμμα του σχήματος 3-6 να υπολογίσουμε το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση S_h . Στη συνέχεια, γνωρίζοντας το S_h μπορούμε από το διάγραμμα του σχήματος 3-2 να υπολογίσουμε την ταχύτητα V_{85} .



Σχήμα 3-6: Σχέση μήκους ορατότητας για στάση S_h με πλάτος ελεύθερου χώρου M [1]

3.3 Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

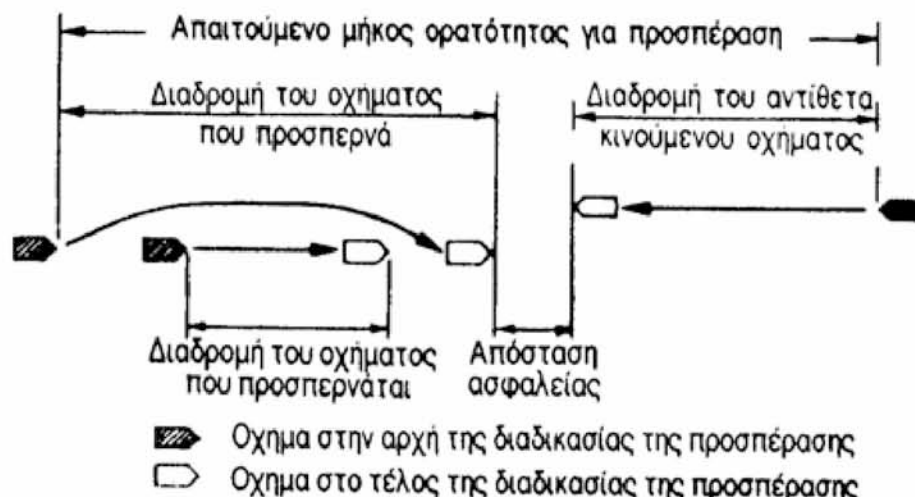
Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t είναι το μήκος που απαιτείται, ώστε δύο αντίθετα κινούμενα οχήματα με την ταχύτητα V_{85} να είναι σε θέση να ακινητοποιηθούν έγκαιρα και να αποφευχθεί η σύγκρουση τους. Το μήκος ορατότητας για συνάντηση είναι το άθροισμα των μηκών ορατότητας για στάση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

$$S_t = S_{h1} + S_{h2} \quad (3-16)$$

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.

3.4 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 βραδυπορούντος οχήματος και είναι συνάρτηση της λειτουργικής ταχύτητας V_{85} . Συνίσταται δε από το μήκος που διανύει το όχημα κατά τη διαδικασία της προσπέρασης, το μήκος που διανύει στο ίδιο χρονικό διάστημα το αντίθετα κινούμενο όχημα, και την απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο αντίθετα κινουμένων οχημάτων στο τέλος της διαδικασίας της προσπέρασης.



Σχήμα 3-7: Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος [1]

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον πίνακα 3-5. Στις οδούς της ομάδας Β πέρα από τις τιμές του πίνακα 3-5, πρέπει να ελέγχεται και το μήκος ορατότητας σε ισόπεδους κόμβους.

Σε οδούς των κατηγοριών Α και Β με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας πρέπει να διατίθενται συνθήκες ορατότητας για προσπέραση συνολικά τουλάχιστον 20-25% του μήκους της οδού με ομοιόμορφη κατανομή των τμημάτων αυτών στο μήκος της οδού.

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 3-5: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση S_u σε οδούς της ομάδας Α και Β [1]

V_{85} (km/h)	Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση (m)
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625
110	675

3.4.1 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 3-6.

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 3-6 όταν η οδός έχει έντονη κατά μήκος κλίση.

Πίνακας 3-6: Ελάχιστο μήκος ορατότητας για προσπέραση για οδούς δύο λωρίδων κυκλοφορίας [2]

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

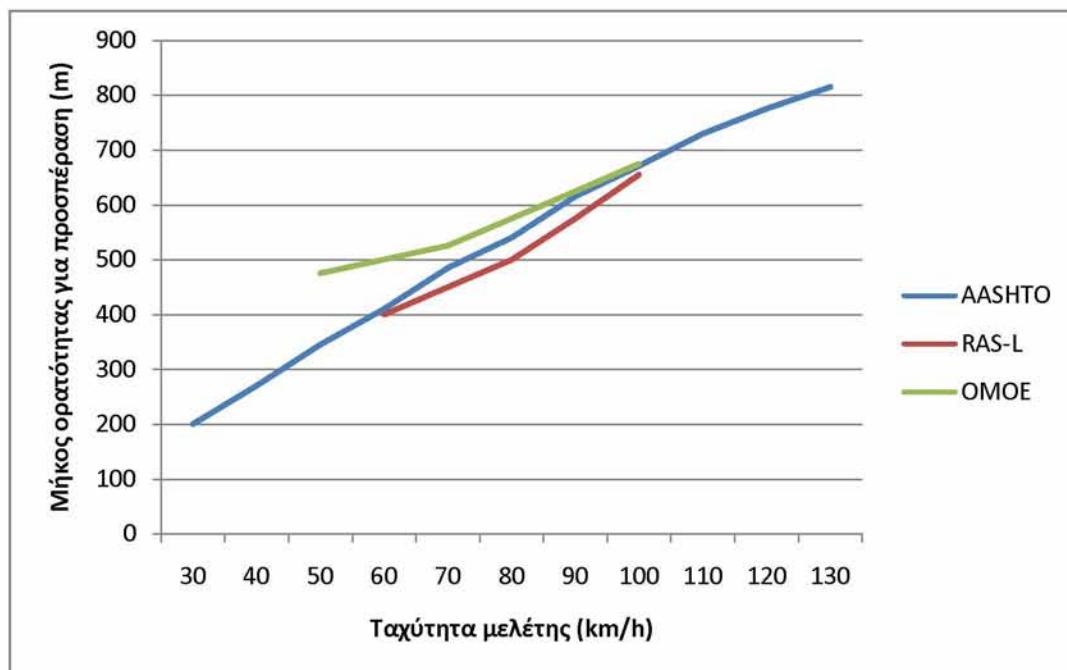
Στους Γερμανικούς κανονισμούς, για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση, σε αντίθεση με το μήκος ορατότητας για στάση όπου χρησιμοποιείται η λειτουργική ταχύτητα V_{85} , προβλέπονται οι τιμές του Πίνακα 3-7 για οδούς της ομάδας Α, με βάση την ταχύτητα μελέτης V_e . Στις οδούς των ομάδων Β και Γ, για λόγους ασφαλείας λόγω της διασταυρούμενης κυκλοφορίας, δε λαμβάνονται υπόψη κριτήρια μηκών ορατότητας για προσπέραση.

Πίνακας 3-7: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση σε οδούς της ομάδας Α [2]

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 3-6 και 3-7 αποτελούν τις ελάχιστες τιμές του μήκους ορατότητας για προσπέραση, που θα χρησιμοποιηθούν κατά τη μελέτη της οδού. Εάν οι συνθήκες το επιτρέπουν πρέπει να προβλεφθούν 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_{85} , 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 3-8: Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση - σύγκριση ΟΜΟΕ-Χ, Γερμανικών και Αμερικανικών κανονισμών. [3]

Στο Σχήμα 3-8 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 $V_{85} = V_e + 10 \text{ km/h}$.

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_{85} και ταχύτητας μελέτης V_e 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.

3.5 Απόσταση ορατότητας για απόφαση S_d

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.

Η απαιτούμενη απόσταση από την οποία πρέπει να βλέπει ο οδηγός όλα τα προαναφερόμενα σημεία της οδού είναι ανάλογη με την ταχύτητα V_{85} (βλ. Πίνακα 3-8).

Πίνακας 3-8: Απόσταση ορατότητας για απόφαση [1]

V_{85}	[km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
S_d	[m]	190	230	280	320	360	400	450	500	550

3.6 Προσδιορισμός υφιστάμενων μηκών ορατότητας

Τα πραγματικά υφιστάμενα μήκη ορατότητας για στάση, συνάντηση και προσπέραση υπολογίζονται σε σχέση με την οριζοντιογραφία, την μηκοτομή, την διατομή και τον περιβάλλοντα χώρο της οδού.

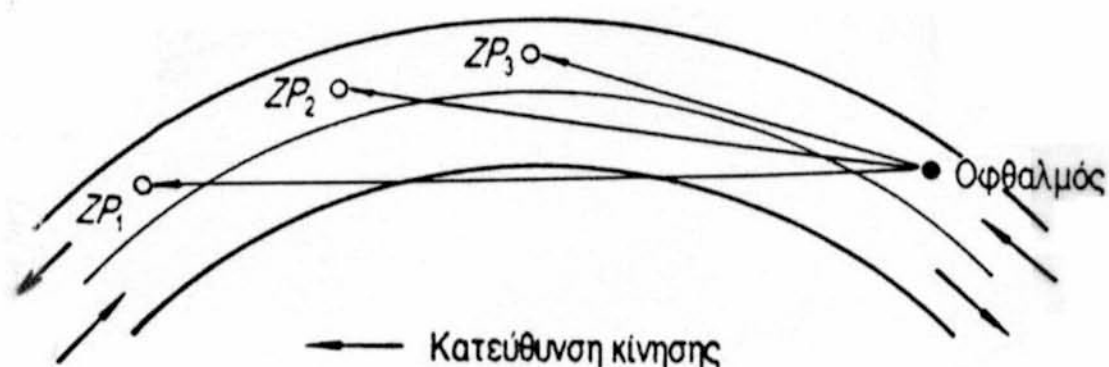
Επειδή η ικανότητα παρατήρησης του ανθρώπινου οφθαλμού είναι περιορισμένη, τα εμπόδια πάνω στην οδό πρέπει να έχουν ένα ελάχιστο μέγεθος, προκειμένου να είναι αντιληπτά και κατανοητά από απόσταση ίση με το μήκος ορατότητας για στάση. Αυτό το ελάχιστο μέγεθος του εμποδίου εξαρτάται από την απόδοση της ανθρώπινης όρασης, τα οπτικά χαρακτηριστικά του εμποδίου και του οδοστρώματος, καθώς επίσης και από τις συνθήκες φωτισμού και τις καιρικές συνθήκες. Τα εμπόδια που είναι αρκετά μεγάλα, ώστε να μην είναι δυνατή η διέλευση των οχημάτων πάνω από αυτά, εν τούτοις είναι δυνατόν να είναι πολύ μικρά, για να αναγνωρίζονται έγκαιρα από τους οδηγούς που κινούνται με την λειτουργική ταχύτητα V_{85} . Επομένως δε μπορεί να προσδιορισθεί ένα εμπόδιο με συγκεκριμένες διαστάσεις και οπτικά χαρακτηριστικά για τον υπολογισμό του μήκους ορατότητας για στάση. Για αυτόν τον λόγο ορίζεται ως ύψος εμποδίου το ύψος που προκύπτει με σταθερή οπτική γωνία 5 πρώτα λεπτά της μοίρας για την ταχύτητα V_{85} (βλ. Πίνακα 3-9).

Για τον προσδιορισμό των υφιστάμενων μηκών ορατότητας, ισχύουν οι κανόνες :

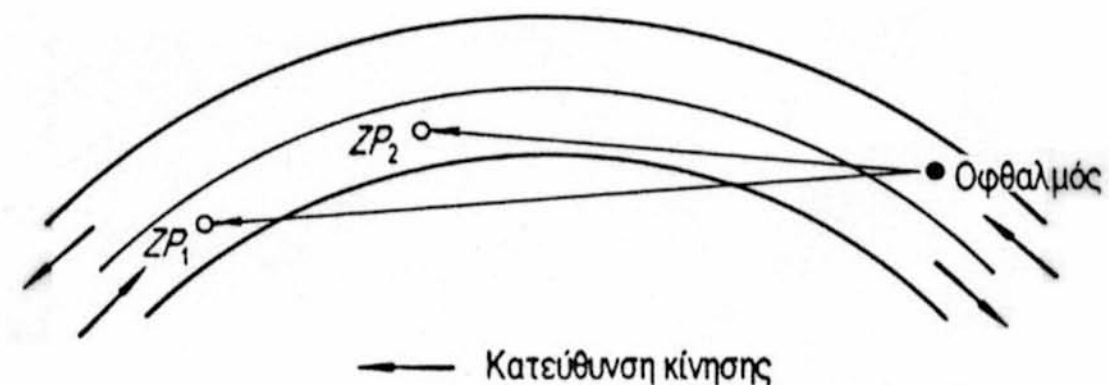
- Ο προσδιορισμός γίνεται σε σχέση με τον οδικό χώρο. Επιπλέον κατά τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας λαμβάνονται υπόψη όλα τα

αντικείμενα που υπεισέρχονται στον οδικό και στον παρόδιο χώρο, (όπως πινακίδες κλπ.) καθώς και οι υφιστάμενες και οι προβλεπόμενες φυτεύσεις.

- Ο προσδιορισμός γίνεται για κάθε τύπο μήκους ορατότητας και πάντοτε χωριστά για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας.
- Ο προσδιορισμός των μηκών ορατότητας βασίζεται στα δεδομένα του Σχήματος 3-9 και στις τιμές του Πίνακα 3-9. Σχετικά στοιχεία που αφορούν τον προσδιορισμό των μηκών ορατότητας δίδονται και στο σχήμα 3-10.



Δυνατή πορεία των οπτικών ακτίνων από τον οφθαλμό του οδηγού σε εμπόδιο για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για στάση.



Δυνατή πορεία των οπτικών ακτίνων από τον οφθαλμό του οδηγού σε εμπόδιο για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για προσπέραση.

Όπου : ZP_1 , ZP_2 , ZP_3 δυνατές θέσεις εμποδίου

Σχήμα 3-9 : Θέση του οφθαλμού και του εμποδίου για τον προσδιορισμό του μήκους ορατότητας για στάση και του μήκους ορατότητας για προσπέραση [1]

Μεταξύ της ελάχιστης ακτίνας της κυρτής κατακόρυφης καμπύλης H_K , του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για στάση S_h ή για προσπέραση S_u , του ύψους των οφθαλμών του οδηγού h_A και του ύψους του εμποδίου h_Z ισχύει η σχέση :

$$\min H_K = \frac{S^2}{2 * (\sqrt{h_A} + \sqrt{h_Z})^2} \quad (3-17)$$

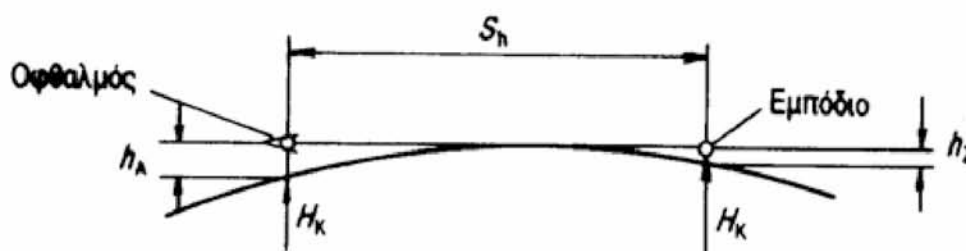
όπου :

$\min H_K$ [m] = ελάχιστη ακτίνα κυρτής κατακόρυφης καμπύλης

S [m] = απαιτούμενο μήκος ορατότητας :
για στάση S_h , για προσπέραση S_u

h_A [m] = ύψος οφθαλμού

h_Z [m] = ύψος εμποδίου (βλ. Πίνακα 3-4).



Σχήμα 3-10: Σχέση μεταξύ ελάχιστης ακτίνας κυρτής κατακόρυφης καμπύλης και μήκους ορατότητας για στάση [1]

Στα πλαίσια του προσεγγιστικού προσδιορισμού των μηκών ορατότητας σε οδούς με διαχωρισμένες ή με ενιαίες επιφάνειες κυκλοφορίας, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση του άξονα του οδοστρώματος της οδού ως άξονα αναφοράς. Σε οριακές περιπτώσεις για οδοστρώματα μίας κατεύθυνσης πρέπει τα υφιστάμενα μήκη ορατότητας να προσδιορίζονται για την εκάστοτε κρίσιμη λωρίδα κυκλοφορίας, όταν το μήκος ορατότητας σε αριστερόστροφες καμπύλες είναι περιορισμένο εξ αιτίας εμποδίων στη διαχωριστική νησίδα, (π.χ. φύτευση, αντιθαμβωτικά πετάσματα).

Πίνακας 3-9 : Βασικές τιμές για τον προσδιορισμό υφιστάμενων μηκών ορατότητας [1]

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

3.7 Ανάλυση ορατότητας

Τα διατιθέμενα μήκη ορατότητας για στάση, συνάντηση, προσπέραση ή απόφαση καθώς και σε θέσεις τυχόν ισόπεδων κόμβων, συγκρίνονται με τα αντίστοιχα απαιτούμενα μήκη ορατότητας με έλεγχο από διαγράμματα ορατότητας που πρέπει να έχουν συνταχθεί (βλ. Σχήμα 3-11) χωριστά για κάθε κατεύθυνση κυκλοφορίας. Συγκεκριμένα για λόγους ασφαλείας απαιτείται η ικανοποίηση των ακόλουθων συνθηκών :

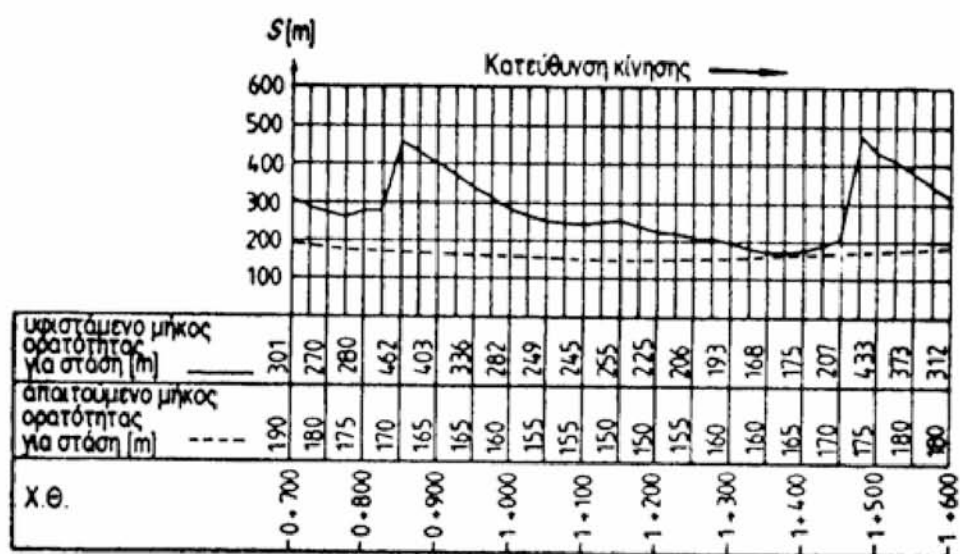
- Το μήκος ορατότητας για στάση S_h πρέπει να διατίθεται σε όλο το μήκος της οδού και σε όλες τις κατηγορίες οδών.

- Το μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t πρέπει να διατίθεται σε όλο το μήκος των οδών με ενιαίο οδόστρωμα και στις δύο κατευθύνσεις κυκλοφορίας, σε όλες τις κατηγορίες οδών. Επισημαίνεται ότι η απαίτηση για ορατότητα συνάντησης υπερκαλύπτεται από την απαίτηση για ορατότητα στάσης.
- Το μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u πρέπει να διατίθεται σε επαρκές μήκος και στις δύο κατευθύνσεις σε όλες τις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας με δύο λωρίδες κυκλοφορίας της ομάδας Α. Το μήκος της οδού όπου θα διατίθεται επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u επιλέγεται με βάση τον κυκλοφοριακό φόρτο, τη σύνθεση κυκλοφορίας, τις κατά μήκος κλίσεις, την ελκτικότητα και την επιδιωκόμενη κυκλοφοριακή ποιότητα. Αυτό το μήκος πρέπει κατ'ελάχιστο να είναι το 20-25% του συνολικού μήκους της οδού, με ομοιόμορφη κατανομή στο μήκος της οδού. Σε οδούς της ομάδας Β δεν είναι πάντα απαραίτητη η ορατότητα για προσπέραση S_u και μάλιστα ενίοτε μπορεί να είναι και ανεπιθύμητη. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται κατάλληλη σήμανση ακόμη κι αν διατίθεται τέτοιο μήκος. Αν το ποσοστό του μήκους της οδού με μήκος ορατότητας για προσπέραση S_u είναι μικρότερο από το ελάχιστο ποσοστό που προαναφέρεται και η τροποποίηση της χάραξης της οδού για λόγους προστασίας του περιβάλλοντος ή για λόγους οικονομίας είναι δύσκολη, τότε επιτρέπεται να επιτευχθεί η εξασφάλιση επαρκών μηκών ορατότητας για προσπέραση με κατασκευή πρόσθετων λωρίδων. Αυτά τα οδικά τμήματα λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ποσοστού του μήκους της οδού με επαρκές μήκος ορατότητας για προσπέραση.
- Το μήκος ορατότητας για απόφαση και για την ορατότητα σε περιοχές ισόπεδων κόμβων πρέπει να διατίθεται σε συγκεκριμένες θέσεις.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει η μεταβολή (αύξηση ή μείωση) των μηκών ορατότητας που προαναφέρονται, να παρουσιάζει μία συνέχεια δηλαδή να γίνεται σταδιακά και όχι αιφνίδια και να ανταποκρίνεται στις επικρατούσες συνθήκες.

Σε όλο το μήκος της οδού πρέπει να εξασφαλίζεται η επαρκής ορατότητα και εποπτεία σύμφωνα με τα δεδομένα της τρισδιάστατης χάραξης της οδού.

Στο ελεύθερο πεδίο ορατότητας όλα τα εμπόδια που δυσχεραίνουν την ορατότητα (π.χ. πρανή, τοίχοι, σταθμευμένα οχήματα κλπ.) πρέπει να απομακρύνονται. Επιτρέπεται η διατήρηση τυχόν αραιών συστάδων δένδρων, μεμονωμένων δένδρων ή θάμνων, εφόσον δεν επηρεάζουν καθοριστικά την ορατότητα αλλά εξυπηρετούν την οπτική καθοδήγηση της κυκλοφορίας και την προσαρμογή της οδού στο τοπίο.



Σχήμα 3-11: Παράδειγμα ανάλυσης ορατότητας για στάση με τη χρήση διαγράμματος ορατότητας [1]

4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ

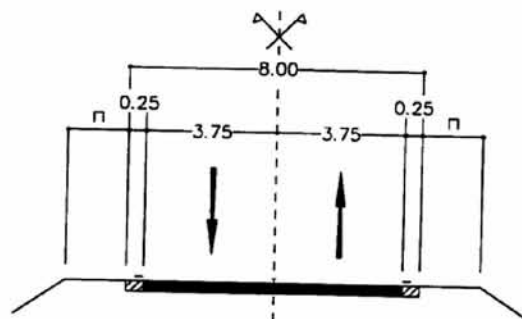
Οι εφαρμογές ελέγχου ορατότητας έγιναν με τη χρήση του ειδικού λογισμικού Anadelta Tessera.




4.1. Έλεγχος μήκους ορατότητας για στάση

Από τον Πίνακα 2 του παραρτήματος για ομάδα οδών Α με ενιαίες επιφάνειες κυκλοφορίας, επιλέγουμε ταχύτητα μελέτης 70 km/h. Επιλέχθηκε η διατομή τύπου β2. Το πλάτος του οδοστρώματος είναι 4 m ενώ το πλάτος κυκλοφορίας 3.75 m.

β 2

Κατηγορία οδού ΑII, ΑIII
 $V_{επιρ} \leq 90$ km/h
ισόπεδοι κόμβοι
Εφαρμόζεται κυρίως σε περίπτωση
μεγάλου ποσοστού βαρέων
οχημάτων, αλλιώς να αποφεύγεται



- Υπόμνημα
-  Λωρίδα κυκλοφορίας
 -  Λωρίδα καθοδήγησης
 -  Σταθεροποιημένο έρεισμα

Μετά τους απαραίτητους υπολογισμούς ορατότητας που έγιναν (απαιτούμενος πλευρικός ελεύθερος χώρος, υφιστάμενο μήκος ορατότητας) παρουσιάστηκε πρόβλημα ορατότητας σε 27 διατομές. Το πρόβλημα ήταν ότι το διαθέσιμο μήκος ορατότητας ήταν μικρότερο από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας.

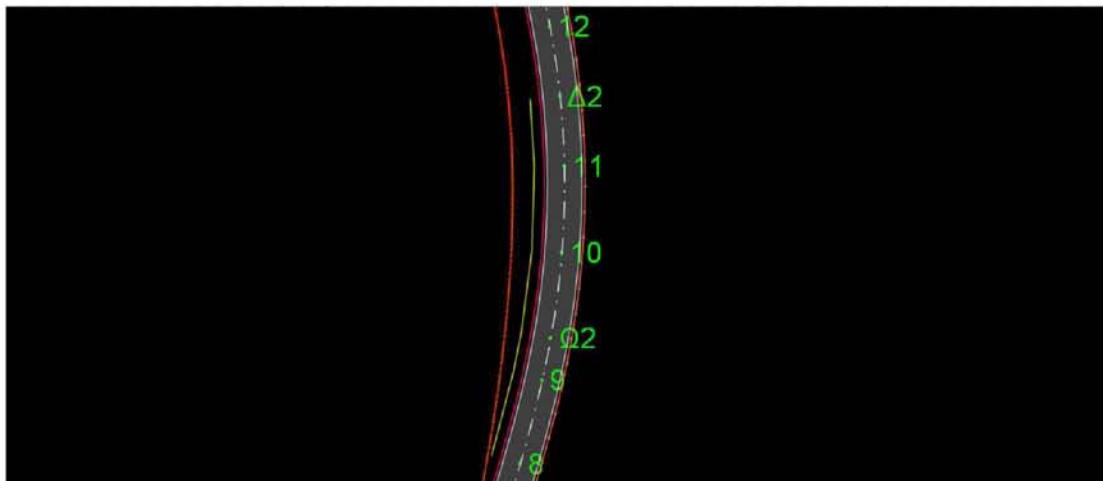
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4-1. Στην πρώτη στήλη του πίνακα παρουσιάζονται οι διατομές στις οποίες το διαθέσιμο μήκος ορατότητας ήταν μικρότερο από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας. Στη δεύτερη στήλη εμφανίζονται οι χιλιομετρικές θέσεις των διατομών. Στην τρίτη στήλη παρουσιάζονται τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας για κάθε διατομή ενώ στην τέταρτη στήλη τα διαθέσιμα μήκη ορατότητας. Στην πέμπτη στήλη καταγράφεται εάν η διατομή παρουσιάζει πρόβλημα στην δεξιά (Δ) ή στην αριστερή (Α) λωρίδα κυκλοφορίας.

Παρατηρούμε ότι υπάρχουν δυο διατομές οι 15 και Α'2 (φαίνονται στον πίνακα με σκίαση) όπου παρουσιάζεται πρόβλημα ορατότητας και στις δυο λωρίδες κυκλοφορίας. Τέλος στην έκτη στήλη καταγράφεται εάν το πρόβλημα της έλλειψης ορατότητας εμφανίζεται στην οριζοντιογραφία ή στη μηκοτομή. Παρατηρούμε ότι πρόβλημα έχουμε μόνο στην οριζοντιογραφία καθώς στην μηκοτομή έχουμε ήπιες κλίσεις.

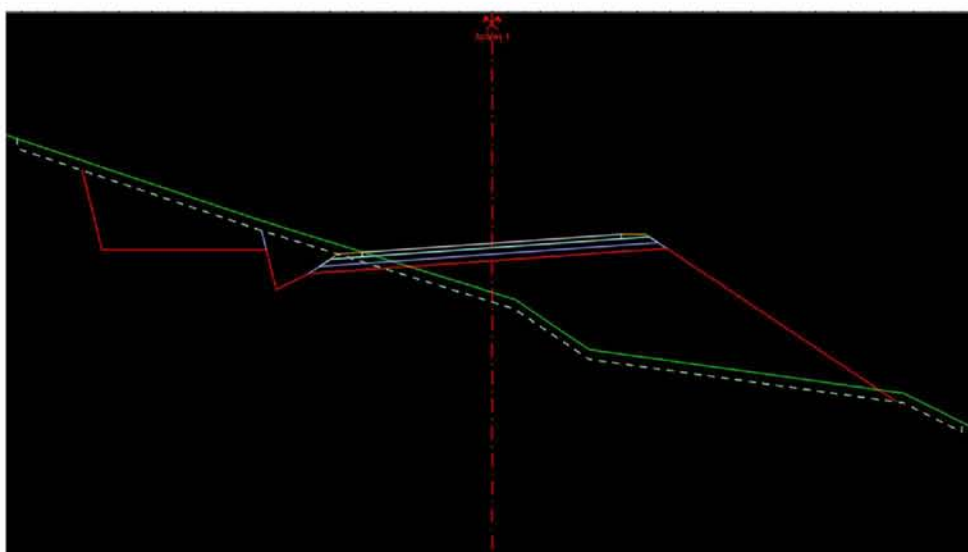
Πίνακας 4-1: Αποτελέσματα της εφαρμογής ελέγχου ορατότητας σε οδό που σχεδιάστηκε στο Anadelta Tessera

ΔΙΑΤΟΜΕΣ	Χ.Θ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΔΙΑΘΕΣΙΜΟ ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑΣ	ΛΩΡΙΔΑ	ΣΧΕΔΙΟ
8	171,583	126,06	122,94	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
9	191,583	125,62	121,09	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ω2	201,583	125,53	120,89	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
11	241,583	132,44	106,75	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Δ2	257,858	131,29	94,17	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
12	274,133	130,18	90,37	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
13	294,133	128,83	90,00	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ω'2	314,133	127,54	91,21	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
14	324,133	127,00	95,89	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
15	344,133	126,18	109,31	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
15	344,133	130,65	117,43	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α'2	364,133	125,67	125,66	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α'2	364,133	131,68	103,41	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α3	375,221	130,53	97,45	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
16	395,221	131,58	91,10	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
17	415,221	132,63	95,36	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ω3	425,221	133,08	116,66	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
40	1006,317	118,45	114,79	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α'5	1026,317	119,23	111,75	Δ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α'7	1265,292	129,69	95,43	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α8	1269,221	122,51	96,11	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
47	1289,221	123,05	104,58	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ω8	1301,221	123,27	110,71	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
48	1321,221	123,45	120,40	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
51	1394,012	123,46	119,02	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Ω'8	1414,012	123,46	89,25	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
52	1426,012	123,46	90,01	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
Α'8	1446,012	123,46	92,67	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ
53	1466,012	123,46	102,80	Α	ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ

Η έλλειψη μήκους ορατότητας οφειλόταν στην έλλειψη πλευρικού χώρου ελεύθερου εμπόδιων σε κάποια σημεία του δρόμου όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Με κίτρινο χρώμα απεικονίζεται ο διαθέσιμος πλευρικός ελεύθερος χώρος ενώ με κόκκινο χρώμα ο απαιτούμενος πλευρικός ελεύθερος χώρος.

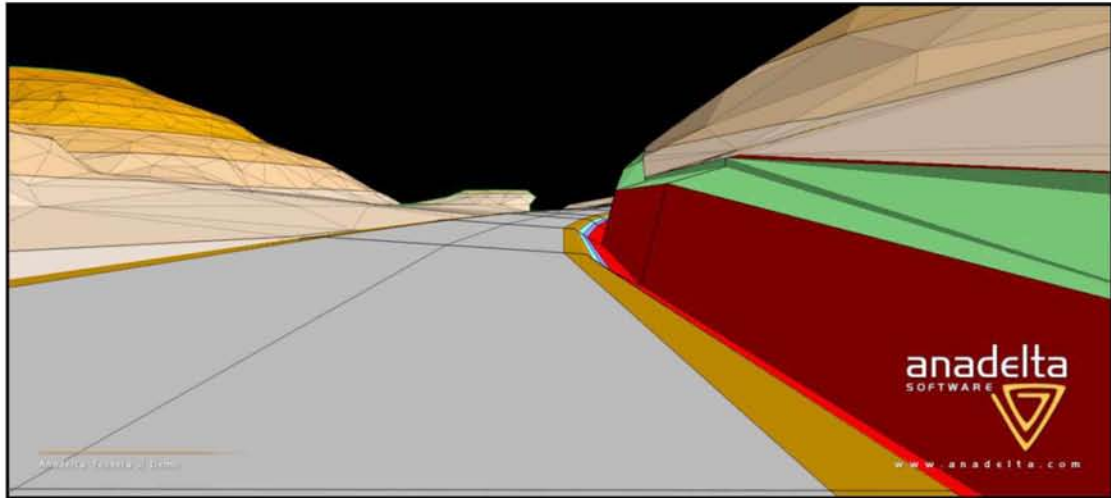


Στη συνέχεια έγινε βελτίωση ορατότητας μέσω διάνοιξης των διατομών όπου είχαμε το πρόβλημα έως ότου ο διαθέσιμος πλευρικός ελεύθερος χώρος να συμπίπτει με τον απαιτούμενο πλευρικό ελεύθερο χώρο (δηλαδή στις παραπάνω εικόνες η κίτρινη γραμμή θα συμπίπτει με την κόκκινη). Στη συνέχεια παρατίθενται κάποιες εικόνες διατομών πριν και μετά τη βελτίωση που έγινε. Η γραμμή με το μπλε χρώμα μας δείχνει τη διατομή πριν τη διάνοιξη ενώ με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η διατομή μετά τη διάνοιξη.

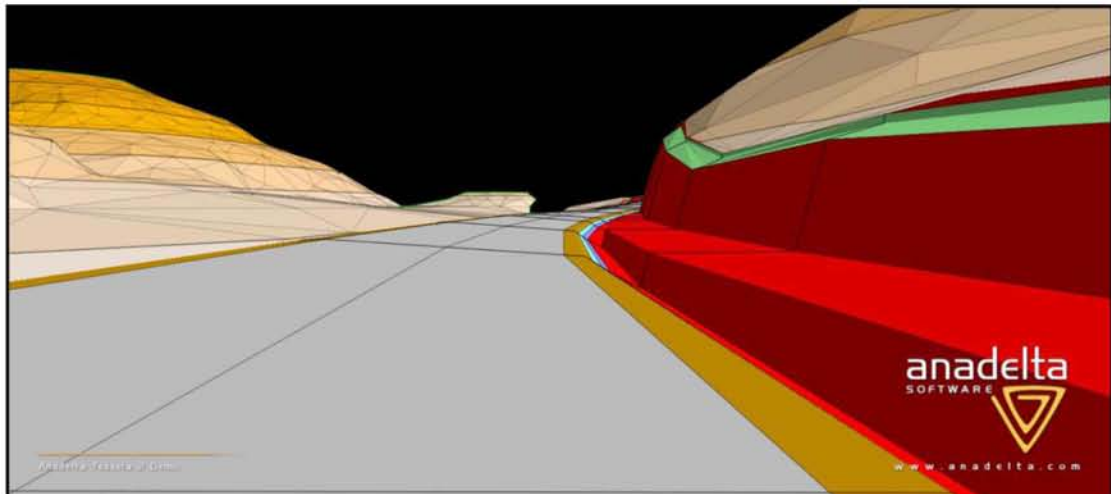


Διατομή Δ2

Ακολουθούν εικόνες 3D του δρόμου πριν και μετά τη βελτίωση που έγινε.



Διατομή Δ2 πριν τη βελτίωση



Διατομή Δ2 μετά τη βελτίωση

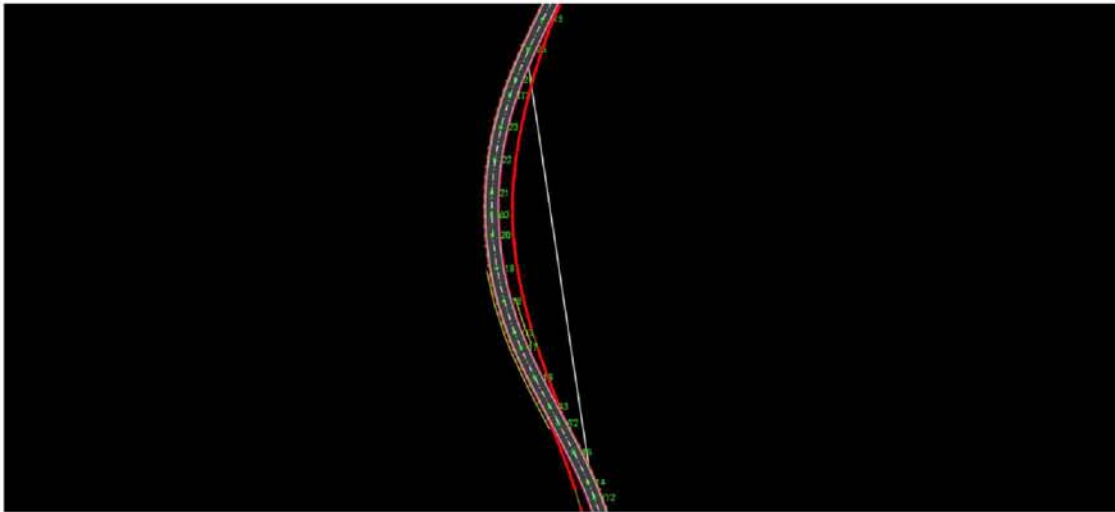
Στο παράρτημα υπάρχουν εικόνες και από άλλες διατομές του δρόμου οι οποίες χρειάζονταν βελτίωση για να έχουμε επαρκή ορατότητα.

4.2. Έλεγχος μήκους ορατότητας για συνάντηση

Ο έλεγχος για το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση δε μπορεί να γίνει σε οποιοσδήποτε διατομές. Αυτό συμβαίνει γιατί το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση ισούται με το άθροισμα των μηκών ορατότητας για στάση των διατομών στις οποίες βρίσκονται τα οχήματα για τα οποία γίνεται ο έλεγχος. Άρα για να μπορεί να γίνει ο έλεγχος αυτός πρέπει η απόσταση d των δύο διατομών να είναι μεγαλύτερη από το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t . Ως αποτέλεσμα σε ευθείες το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση ικανοποιείται πάντα όταν $d > S_t$. Όταν $d < S_t$ ο έλεγχος για το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση δεν έχει νόημα να γίνει.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση είναι δύσκολο να επιτευχθεί σε δρόμους οι οποίοι έχουν στροφές. Αυτό γιατί ενώ ισχύουν τα παραπάνω (δηλαδή οι περιπτώσεις $d > S_t$ και $d < S_t$) στην περίπτωση όπου $d > S_t$ θα πρέπει να υπάρχει μεγάλος πλευρικά ελεύθερος χώρος έτσι ώστε ο οδηγός του κάθε οχήματος να μπορεί να δει το αντίθετα κινούμενο όχημα και να τεθούν σε ισχύ όλα τα παραπάνω. Γιατί ενώ μπορεί να ισχύει $d > S_t$ λόγω πλευρικών εμποδίων τα δυο οχήματα να μην είναι σε θέσεις οι οποίες είναι σε οπτική επαφή μεταξύ τους οπότε ο έλεγχος δεν έχει νόημα.

Ο έλεγχος για το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση έγινε στο δρόμο που σχεδιάστηκε στο ειδικό λογισμικό Anadelta Tessera και τα χαρακτηριστικά του αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ένα παράδειγμα ελέγχου για το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση σε μια στροφή μεταξύ των διατομών 14 και 25. Η διατομή 14 βρίσκεται στη χιλιομετρική θέση 324,133 m και η διατομή 25 στη χιλιομετρική θέση 600,470 m. Η μεταξύ τους απόσταση ισούται με 276,337 m. Το μήκος ορατότητας για στάση της διατομής 14 ισούται με 129,64 m και της διατομής 25 με 130,45 m. Άρα το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση S_t ισούται με 260,09 m. παρατηρούμε ότι ισχύει $d > S_t$ οπότε ο έλεγχος έχει νόημα. Όπως όμως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ο κάθε οδηγός δεν είναι σε θέση να δει το αντίθετα κινούμενο όχημα λόγω πλευρικών εμποδίων.



Ο πλευρικά ελεύθερος χώρος απεικονίζεται με το κόκκινο χρώμα ενώ η άσπρη γραμμή μας δείχνει τον απαιτούμενο πλευρικά ελεύθερο χώρο έτσι ώστε οι οδηγοί των οχημάτων να είναι σε οπτική επαφή.

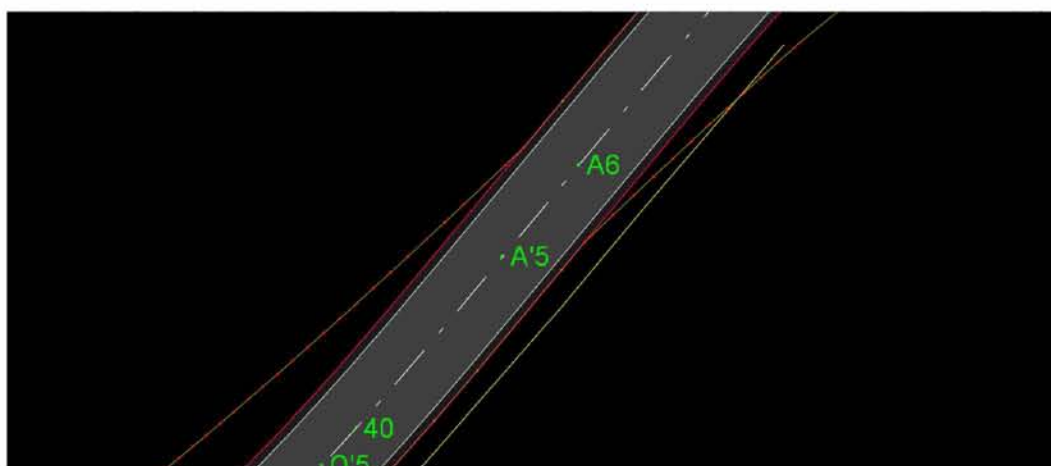
Αυτό για να γίνει θα πρέπει να απομακρυνθεί όλο το βουνό που βρίσκεται εκεί το οποίο είναι ανέφικτο να γίνει και για οικονομικούς αλλά και για περιβαλλοντικούς λόγους. Άρα μπορούμε να πούμε ότι η συνθήκη για την ύπαρξη του απαιτούμενου μήκους ορατότητας για συνάντηση στις οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας είναι δύσκολο να ικανοποιηθεί εξαιτίας των λόγων που αναφέραμε παραπάνω.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

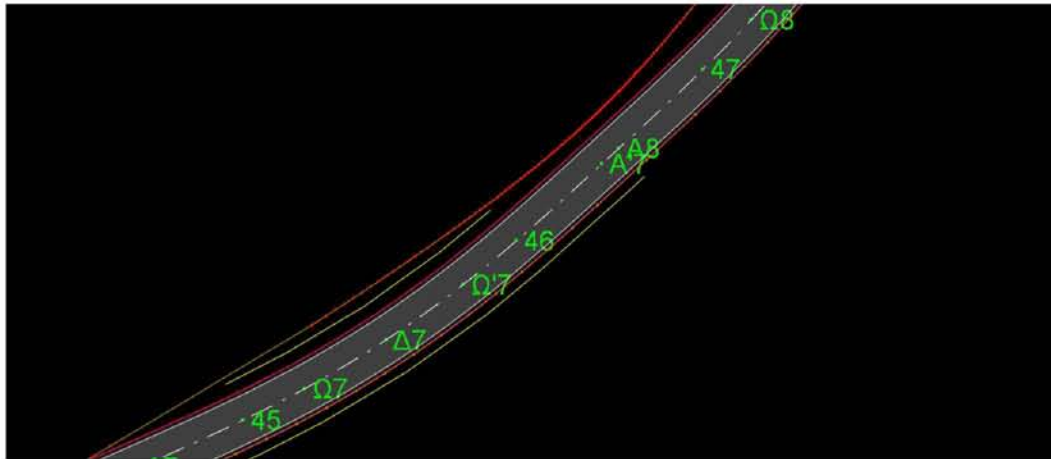
Εδώ παρατίθενται εικόνες από το Anadelta Tessera όπου υπάρχει έλλειψη ορατότητας. Η έλλειψη μήκους ορατότητας οφειλόταν στην έλλειψη πλευρικού χώρου ελεύθερου εμπόδιων σε κάποια σημεία του δρόμου όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Με κίτρινο χρώμα απεικονίζεται ο διαθέσιμος πλευρικός ελεύθερος χώρος ενώ με κόκκινο χρώμα ο απαιτούμενος πλευρικός ελεύθερος χώρος.



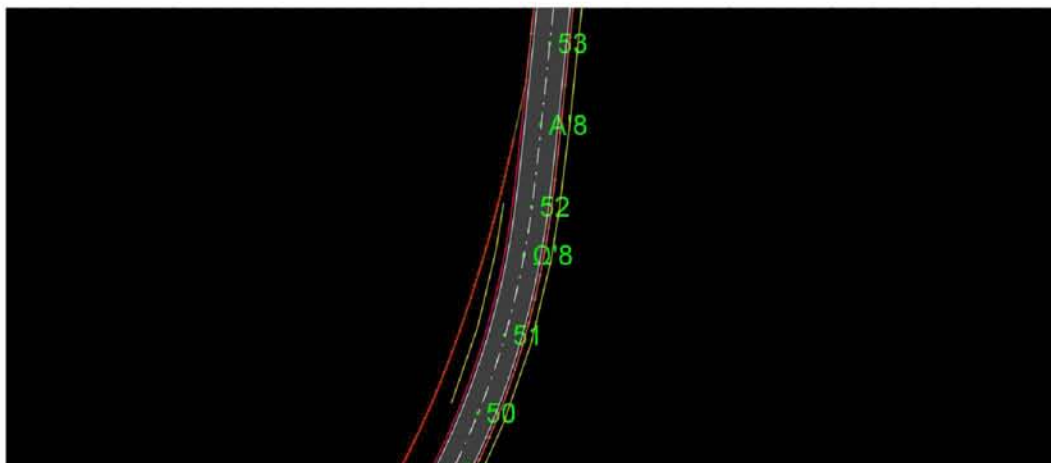
Εικόνα 1: Πρόβλημα ορατότητας στις διατομές A'2, A3, 16, 17, Ω3



Εικόνα 2: Πρόβλημα ορατότητας στις διατομές 40, A'5

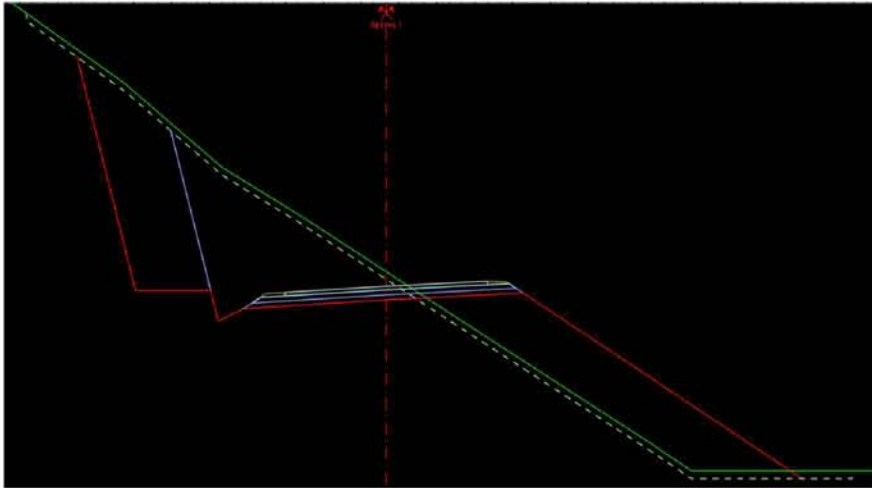


Εικόνα 3: Πρόβλημα ορατότητας στις διατομές A'7, A8, 47, Ω8

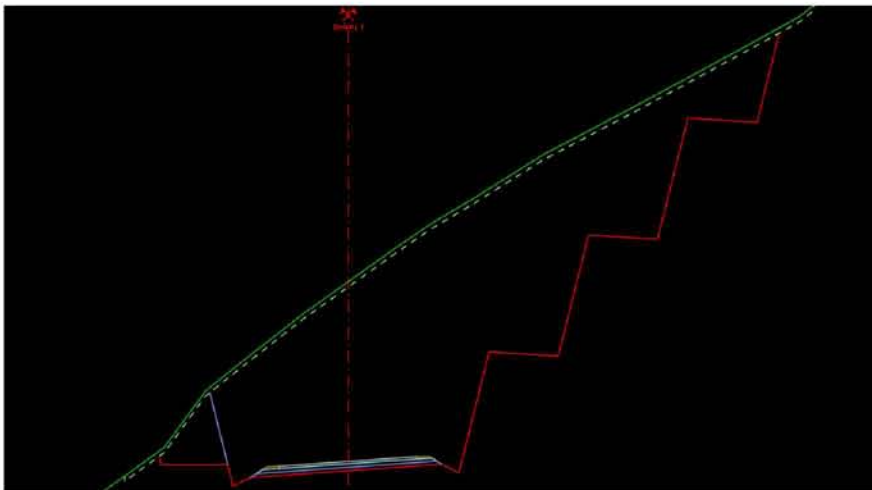


Εικόνα 4: Πρόβλημα ορατότητας στις διατομές 51, Ω'8, 52, A'8, 53

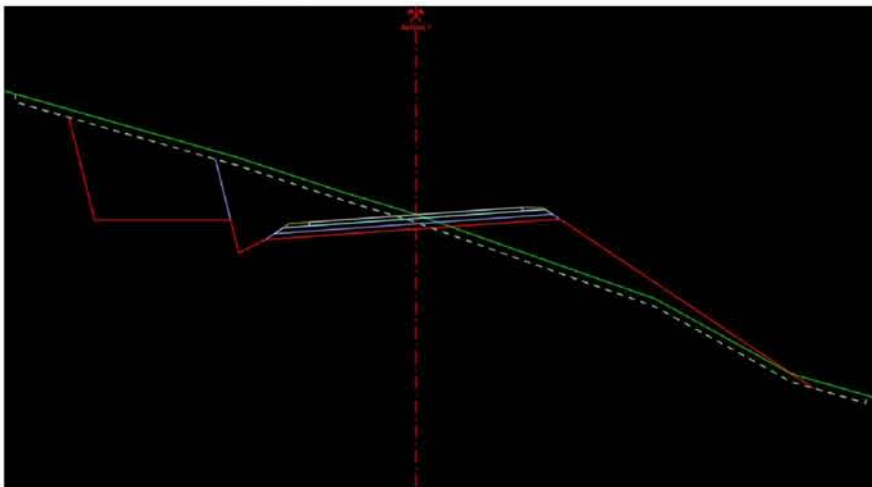
Στη συνέχεια παρατίθενται εικόνες από το Anadelta Tessera όπου έχει γίνει διάνοιξη των διατομών ώστε να υπάρχει επαρκής ορατότητα. Η γραμμή με το μπλε χρώμα μας δείχνει τη διατομή πριν τη διάνοιξη ενώ με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται η διατομή μετά τη διάνοιξη.



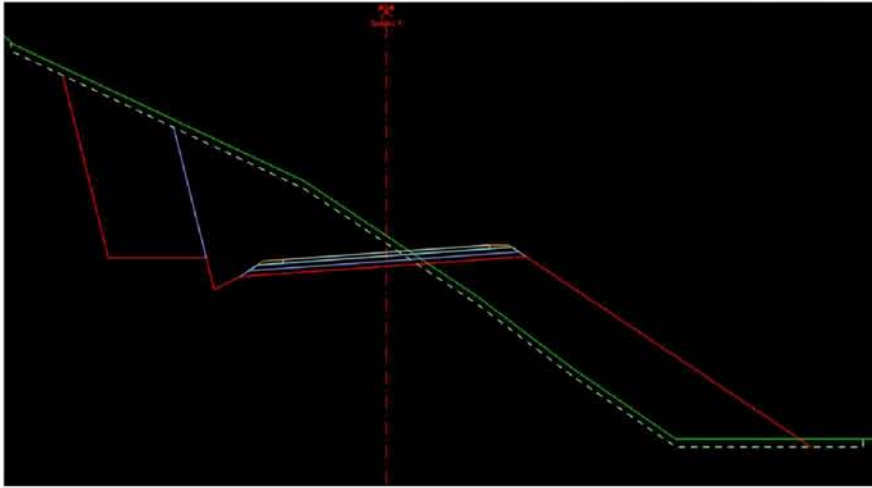
Εικόνα 5: Διάνοιξη διατομής 9



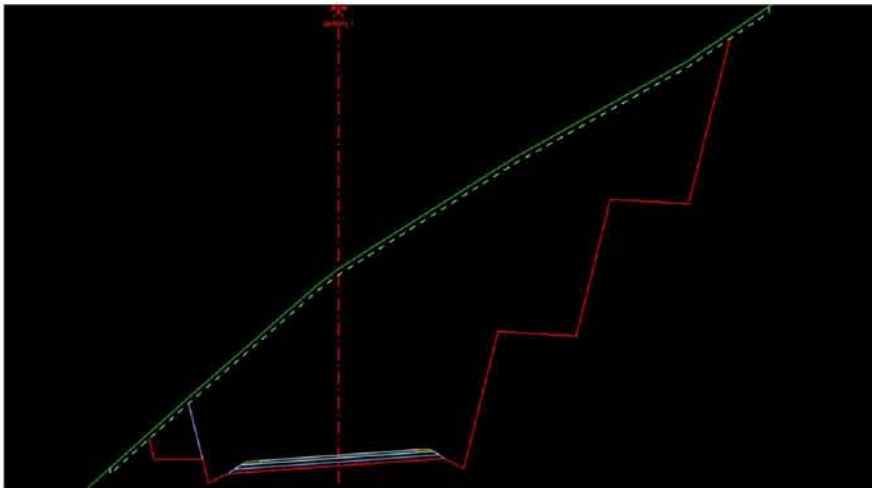
Εικόνα 6: Διάνοιξη διατομής Ω2



Εικόνα 7: Διάνοιξη διατομής 11

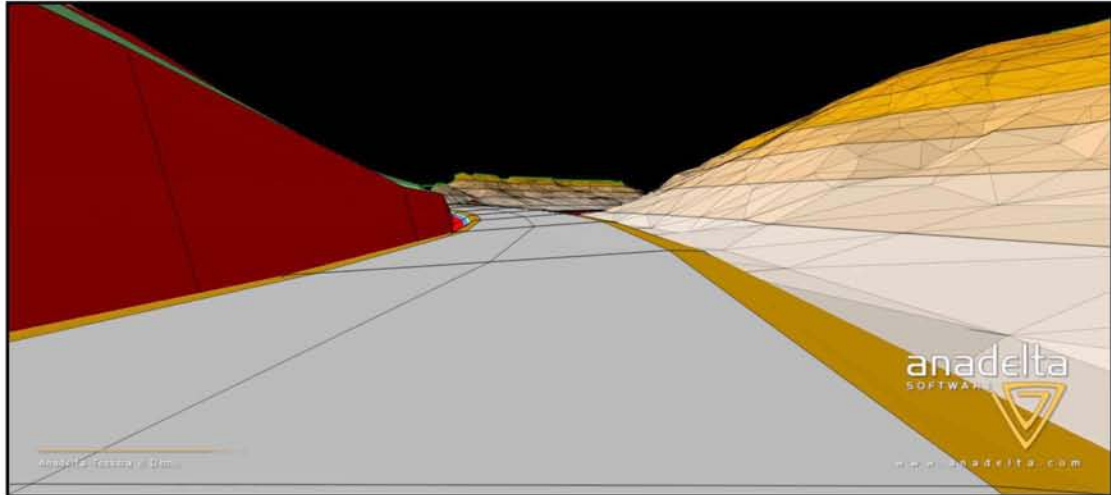


Εικόνα 8: Διάνοιξη διατομής 51

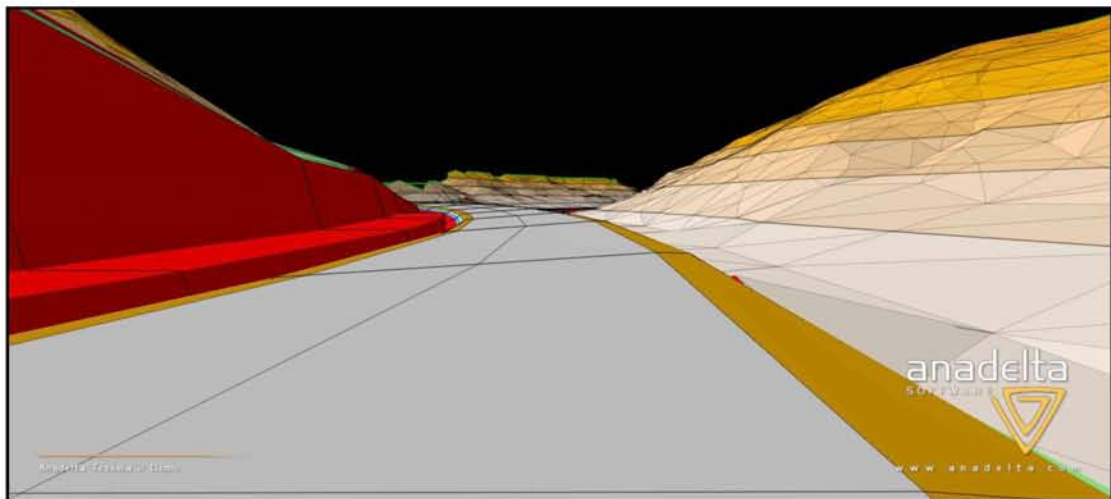


Εικόνα 9: Διάνοιξη διατομής Ω'8

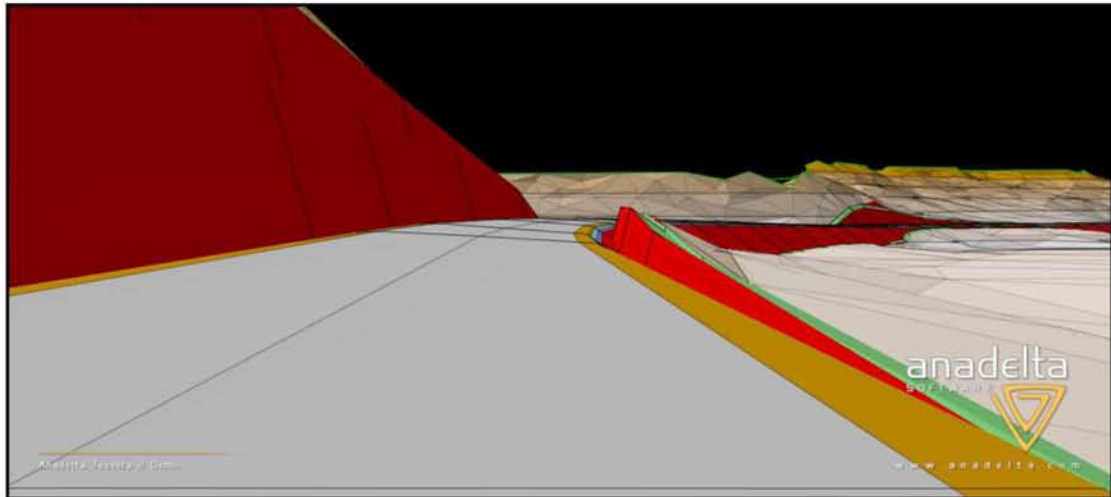
Στη συνέχεια παρατίθενται εικόνες 3D από το Anadelta Tessera όπου έχει γίνει διάνοιξη των διατομών ώστε να υπάρχει επαρκής ορατότητα.



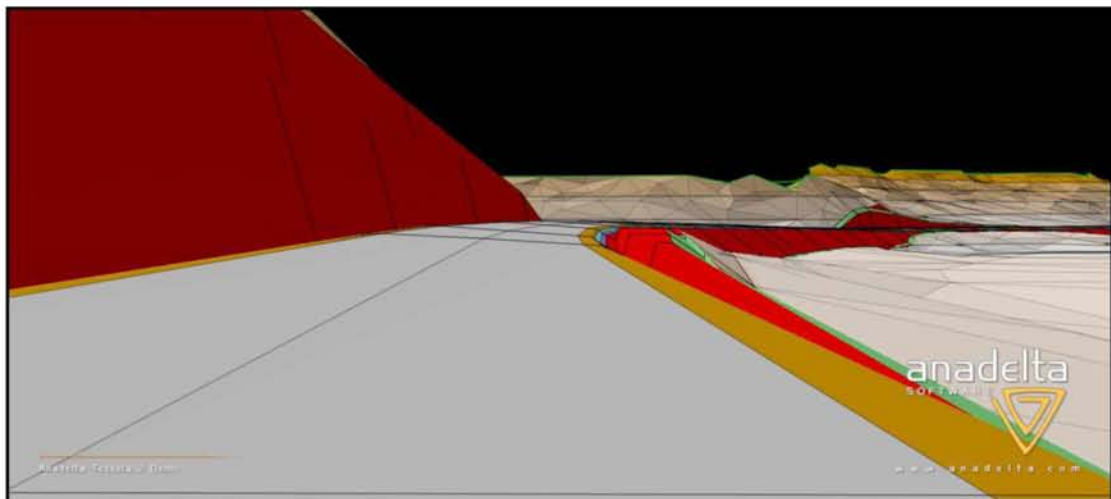
Εικόνα 10: Διατομή 9 πριν τη διάνοιξη



Εικόνα 11: Διατομή 9 μετά τη διάνοιξη



Εικόνα 12: Διατομή 16 πριν τη διάνοιξη



Εικόνα 13: Διατομή 16 μετά τη διάνοιξη

Πίνακας 1: Λειτουργικά χαρακτηριστικά και παράμετροι μελέτης οδών (οι ΟΜΟΕ ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β) [1]

Λειτουργικά χαρακτηριστικά οδών		Παράμετροι μελέτης και λειτουργίας οδών				
Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού Χαρακτηρισμός οδού	Είδος οχημάτων	Επιτρεπόμενη ταχύτητα $V_{επιτ}$ [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 <u>Σημείωση:</u> Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 120	διαχωρισμένη	ανισοτ.	(130) 120 110 100
	A II Οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90 (100)	διαχωρισμένη / ενιαία	(ανισοτ.) ισοτ.	(100) 90 (80)
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/οικισμών	μηχ. (μηχ.) γεν.	≤ 110 ≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοτ. (ισοτ.) ισοτ.	(120) 110 100 90 (80) (100) 90 80 (70)
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 90 ≤ 80	διαχωρισμένη ενιαία	(ανισοτ.) ισοτ. ισοτ.	90 80 70 (90) 80 70 (60)
	A V Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεν.	≤ 80	ενιαία	ισοτ.	(90) 80 70 60 (50)
	A VI Τριτεύουσα οδός Δασική οδός	γεν.	≤ 60 (70)	ενιαία	ισοτ.	(70) 60 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 <u>Σημείωση:</u> Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστικός αυτοκινητόδρομος	μηχ.	≤ 100	διαχωρισμένη	ανισοτ.	100 90 80 70
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφορίας	μηχ.	≤ 90	διαχωρισμένη ενιαία	ανισοτ. (ισοτ.)	(100) 90 80 70 (60) 90 80 70 60
	B III Αστική αρτηρία	μηχ. γεν.	≤ 70 ≤ 70	διαχωρισμένη ενιαία	ισοτ. ισοτ.	(80) 70 60 (50) 70 60 (50)
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 60	ενιαία	ισοτ.	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	ισοτ. ισοτ.	(70) (60) 50 (40) (60) 50 (40)
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50 (≤ 60)	ενιαία	ισοτ.	(60) 50 (40)
Δ οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την πρόσβαση	Δ IV Συλλεκτήρια οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοτ.	καμία*
	Δ V Τοπική οδός	γεν.	≤ 50	ενιαία	ισοτ.	καμία*
Ε οδοί σε περιοχές εντός σχεδίου (αστικές) με βασική λειτουργία την παραμονή	Ε V Τοπική οδός	γεν.	≤ 30 ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοτ.	καμία*
	Ε VI Τοπική οδός κατοικιών	γεν.	ταχύτητα βηματισμού	ενιαία	ισοτ.	καμία*

μηχ. = οχήματα με μέγιστη αναπτυσσόμενη ταχύτητα $>60\text{km/h}$
 γεν. = οχήματα παντός είδους (. . .) = εξαιρέση

* 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 ισχύουν για τις οδούς ΑΙ έως ΑV και Β) [1]

Ομάδα οδών	Κατηγορία οδού	Βασική αρχή μελέτης	Προσδιορισμός V_{85}	Εναρμόνιση V_{85} με V_e και V_{85} με V_{85+i}	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 προοπτέρα
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 <u>Σημείωση</u> : Η κατηγορία ΑΙ αφορά οδούς σύνδεσης ευρύτερων περιοχών και οι οποίες δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	A I Αυτοκινητόδρομος	δυναμική κυκλοφορίας	οδοί με διαχωρισμένη επιφάνεια κυκλοφορίας: $V_{85} = V_e + 20$ km/h για $V_e \geq 100$ km/h $V_{85} = V_e + 30$ km/h για $V_e < 100$ km/h οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας: η V_{85} εξαρτάται από την ελκτικότητα 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_e \leq \Delta V_{εμπρ}$ $ V_{85} - V_{85+i} \leq \Delta V_{85εμπρ}$	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτο}$	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
	A II Οδός μεταξύ νομών/επαρχιών									
	A III Οδός μεταξύ επαρχιών/ οικισμών									
	A IV Οδός μεταξύ μικρών οικισμών Συλλεκτήρια οδός									
	A V Δευτερεύουσα οδός Αγροτική οδός	γεωμετρία της χάραξης	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	κανένα	δεν απαιτείται	δεν απαιτείται	-	δεν απαιτείται
	A VI 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 <u>Σημείωση</u> : Οι οδοί κατηγορίας ΒΙ και ΒΙΙ δεν παρέχουν άμεση εξυπηρέτηση στις παρόδιες ιδιοκτησίες	B I Αστικός αυτοδρόμος	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{εμπρ} + 20$ km/h	συνήθως δεν απαιτείται*	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτο}$	60% για $\max q = 6\%$ 30% για $\min q = 2,5\%$	απαιτείται	απαιτείται	2,0 s	δεν απαιτείται
	B II Αστική οδός ταχείας κυκλοφ.		$V_{85} = V_{εμπρ} + 10$ km/h							
	B III Αστική αρτηρία									
	B IV Κύρια συλλεκτήρια οδός		$V_{85} \leq V_{εμπρ}$							
Γ Οδοί που διατρέχουν περιοχές εκτός** ή εντός σχεδίου (περιαστικές και αστικές) με βασική λειτουργία τη σύνδεση και με δυνατότητα εξυπηρέτησης παροδίων ιδιοκτησιών	Γ III Αστική αρτηρία	δυναμική κυκλοφορίας	$V_{85} = V_{εμπρ} + 10$ km/h	δεν απαιτείται	$f_R - f_{RA} \geq \Delta f_{Rεπιτο}$	70% για $\max q = 7\%$ και $\min q = 2,5\%$	επιθυμητό	δεν απαιτείται	1,5 s	δεν απαιτείται
	Γ IV Κύρια συλλεκτήρια οδός		$V_{85} \leq V_{εμπρ}$							

* σε ορισμένες 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

Πίνακας 3: Οριακές τιμές των στοιχείων μελέτης οδών [1]

Στοιχεία μελέτης			Βλέπε §	Ομάδες οδών	Καθοριστική ταχύτητα	Οριακές τιμές μεγεθών των στοιχείων μελέτης σύμφωνα με την καθοριστική ταχύτητα [km/h] για V_e ή V_{85} (βλέπε στήλη 4)									
						50	60	70	80	90	100	110	120	130	
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Οριζοντιογραφία	Μέγιστο μήκος ευθυγραμμίας με σταθερή	max L [m]	7.1.2	A	V_e	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600	
	Ελάχιστο μήκος ευθυγραμμίας μεταξύ ομορρόπων καμπυλών	min L [m]	7.1.2	A	V_e	300	360	420	480	540	600	660	720	780	
	Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης σε εδάφη πεδινά λοφώδη και ορεινά κάθε είδους	min R [m]	7.2.2	A	V_e	80	125	180	250	330	420	530	650	790	
				B	V_e	95	140	200	280	370	480	600	740	890	
	Ελάχιστη παράμετρος κλωθοειδούς	min A [m]	7.3.2	A, B	V_e	30	40	60	80	110	140	180	220	260	
Ελάχιστη ακτίνα καμπύλης για την εφαρμογή αρνητικής επίκλισης -2,0% -2,5%	min R [m]	9.3	A, B	V_{85}	-	-	(700)	(1.000)	(1.500)	2.000	2.700	3.500	4.500		
					-	-	(800)	(1.200)	(1.700)	2.300	3.200	4.200	5.400		
Μηκτομή	Μέγιστη κατά μήκος κλίση σε εδάφη πεδινά λοφώδη ορεινά κάθε είδους	max s [%]	8.1.2.1	A	V_e	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
						8,0	7,0	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
	Ελάχιστη κατά μήκος κλίση στην περιοχή στροφής του οδοστρώματος	min s [%]	8.1.2.2	A, B	-	$S_{min} \geq 0,7\% [s - \Delta s \geq 0,0 \dots 0,2 \text{ \%}]$									
						Ελάχιστη ακτίνα κυρτής καμπύλης* (1) (2)	min H_K [m]	8.2.2	A, B	V_e	800	2.000	3.000	4.500	6.200
Ελάχιστη ακτίνα κοίλης καμπύλης*	min H_w [m]	8.2.2	A, B	V_e	1.350	1.900	2.500	3.300	4.200	5.200	6.300	7.500	10.000		
Διατομή	Ελάχιστη επίκλιση	min q [%]	9.1	A, B	V_{85}	2,5									
	Μέγιστη επίκλιση σε καμπύλες	max q_K [%]	9.2.1	A	V_{85}	8,0 (9,0) σε πεδινά εδάφη									
				B	V_{85}	7,0 σε λοφώδη και ορεινά εδάφη									
	Μέγιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών $\alpha < 4,0 \text{ m}$ $\alpha \geq 4,0 \text{ m}$	max Δs [%]	9.4.2	A, B	V_e	0,50 α	0,40 α	0,25 α		0,20 α					
2,0						1,6	1,0		0,9						
Ελάχιστη πρόσθετη κλίση οριογραμμών	min Δs [%]	9.4.2	A, B	-	0,1 α α [m] = απόσταση της οριογραμμής από τον άξονα περιστροφής										
Ορατότητα	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για στάση $s =$	min S_h [m]	10.1.1	A, B	V_{85}	50	65	90	110	140	170	205	245	290	
	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για προσπέραση	min S_u [m]	10.1.3	A	V_{85}	-	475	500	525	575	625	675	-	-	
	Ελάχιστο μήκος ορατότητας για απόφαση	min S_d [m]	10.3	A	V_{85}	190	230	280	320	360	400	450	500	550	

* (με ορατότητα για στάση με $s=0\%$)

(1) Οδοί με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας και διαχωρισμένης με Ι.Κ.

(2) Οδοί με διαχωρισμένες επιφάνειες κυκλοφορίας με Α.Κ.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]: ΟΜΟΕ-Χ (2001). *Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων. Τεύχος 3: Χαράξεις*. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα.
- [2]: Ηλιού Ε. Νικόλαος (2007), *Οδοποιία Ι, Διδακτικές σημειώσεις Μαθήματος, Βόλος*
- [3]: Μαλέρδος Γ., Δραγομάνοβιτς Αν., Κανελλαΐδης Γ. (2005), *Εφαρμογή των Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων - Χαράξεις (ΟΜΟΕ-Χ), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος*