

## Η ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΟΔΟ

Σε κάθε σημείο της η σχεδίαση της οδού θα πρέπει να προσφέρει στον οδηγό ορατότητα ασφαλούς στάσης του οχήματός του.

Το μήκος ορατότητας ορίζεται από το τμήμα της οδού που εκτίθεται στο οπτικό πεδίο του οδηγού σε κάθε χρονική στιγμή. Όσο μικρότερο είναι το μήκος ορατότητας, τόσο λιγότερη οπτική πληροφορία είναι διαθέσιμη για αξιολόγηση, με αποτέλεσμα ένας οδηγός να χρειάζεται κάθε στιγμή να ανανεώνει τις προβλέψεις του. Αυτή η διαρκής εγρήγορση κουράζει τον οδηγό. Η έννοια της οδηγικής κόπωσης έχει αναφερθεί και σε άλλα σημεία. Αποτελεί ποιοτικό κριτήριο, το οποίο, ωστόσο, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί (μετρηθεί σε πειράματα), δεδομένου ότι ένας κουρασμένος οδηγός έχει μεγαλύτερους χρόνους αντίδρασης. Η σημασία της άπλετης ορατότητας μεγιστοποιείται, όταν ο οδηγός διέρχεται για πρώτη φορά από ένα οδικό τμήμα. Αν, αντιθέτως είναι εξοικειωμένος με ένα οδικό τμήμα, τότε η σχετική εμπειρία του τον βοηθάει να οδηγεί περισσότερο μηχανικά.

Γενικά, η οδήγηση (ενός έμπειρου οδηγού) διαχωρίζεται σε δύο επίπεδα, ένα που αφορά τον γενικό σκοπό και προορισμό του ταξιδιού που γίνεται μηχανικά, ενώ συχνά το μυαλό απασχολείται από άλλες σκέψεις. Αν αυτές οι σκέψεις είναι κυρίαρχες, μπορεί να προσπεράσουμε τον προορισμό και να επιστρέφουμε πίσω, μόλις 'συνδεθούμε' με το περιβάλλον. Το δεύτερο επίπεδο βρίσκεται και αυτό 'εν υπνώσει' και αφορά σε εντοπισμό κινδύνων, λακούβων στο οδόστρωμα, τροχονόμων που 'παραμονεύουν'. Η επαναφορά στο προσκήνιο αυτού του 'εν υπνώσει' επιπέδου θέλει κάποιον χρόνο, που αναφέρεται ως χρόνος απόκρισης. Ο χρόνος αυτός είναι τόσο μικρότερος όσο πιο έντονο είναι το ερέθισμα και όσο νεότερος είναι ο οδηγός. Ως οδοποιοί οφείλουμε, κάθε οδική χάραξη που σχεδιάζουμε να απευθύνεται σε οδηγούς που πρώτη φορά την ακολουθούν, να είναι δηλαδή απολύτως προβλέψιμη και ασφαλής.

Η ομοιογένεια της γεωμετρίας της οδού επιτρέπει στον οδηγό να προβλέπει με ακρίβεια τη σωστή πορεία, ενώ παράλληλα να αφιερώνει την ικανότητα του σε επεξεργασία μόνο μικρού όγκου οπτικής πληροφορίας. Δηλαδή η ομοιογένεια στη γεωμετρία της οδού επιτρέπει στην προσοχή και στην ικανότητα του οδηγού να αφιερώνεται περισσότερο στην αποφυγή τυχόν απροσδόκων εμποδίων και στην οδήγηση.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιολόγηση των συνθηκών ορατότητας σε όλες τις κατηγορίες οδών. Πέραν του μήκους ορατότητας για ασφαλή στάση υπάρχει και το μήκος ορατότητας συνάντησης και το μήκος ορατότητας για προσπέραση. Το τελευταίο αποτελεί ουσιώδες στοιχείο αξιολόγησης οδών με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας (δίχυνες) της ομάδας Α.

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 όχημά του πριν από ένα απροσδόκητο ακίνητο εμπόδιο στο οδόστρωμα. Το μήκος ορατότητας για στάση είναι το άθροισμα του μήκους που διανύει το όχημα κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης, του χρόνου αντίδρασης, και του μήκους πέδησης. Τονίζεται ξανά ότι σε όλο το μήκος των οδών πρέπει να διατίθεται κατ' ελάχιστο το μήκος ορατότητας στάσης που ορίζεται από την ταχύτητα  $V_{85}$ .

### Τι είναι η $V_{85}$ :

Αν μετρήσουμε τις ταχύτητες σε ένα σημείο ενός οδικού τμήματος αυτές θα παρουσιάσουν περίπου κανονική κατανομή (Σχήμα). Στην πραγματικότητα, η κατανομή μπορεί να είναι κάπως τραβηγμένη (skewed) προς τις μεγάλες ταχύτητες.

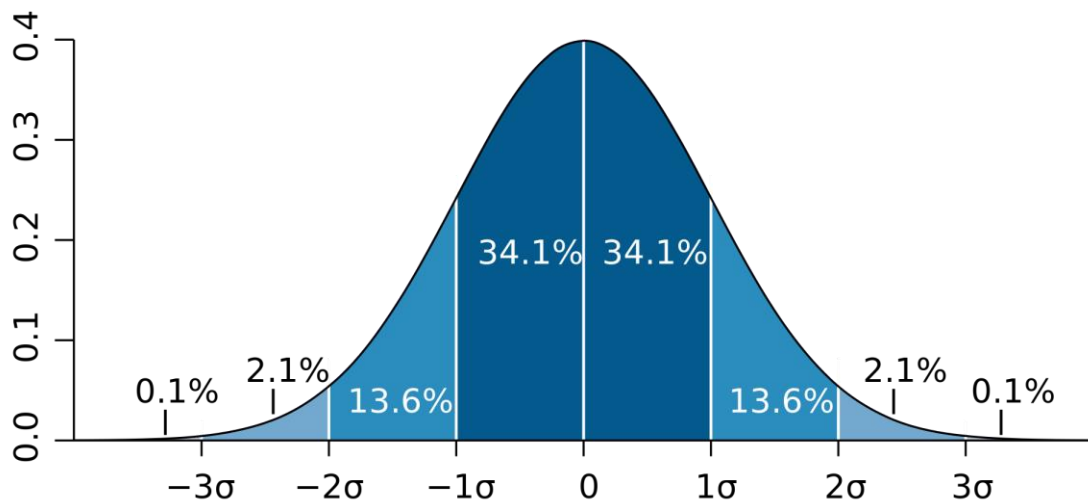
Πώς μετράμε τις ταχύτητες;

Η  $V_e$  είναι περίπου η  $V_{50}$ , κοντά δηλαδή στη μέση τιμή.

Η  $V_{85}$  έχει μεγάλη σημασία, διότι θεωρούμε ότι αντιπροσωπεύει τους 'λογικά' γρήγορους οδηγούς. Μόνο το 15% του 'οδηγικού σώματος' κινείται γρηγορότερα από αυτούς. Για αυτούς τους λογικά γρήγορους οδηγούς, είμαστε υποχρεωμένοι να παρέχουμε μια απολύτως ασφαλή χάραξη. Στα πλαίσια της 'ορατότητας' οφείλουμε σε κάθε σημείο η χάραξή μας να παρέχει επαρκή ορατότητα για τους λογικά γρήγορους οδηγούς.

Την  $V_{85}$  την υπολογίσουμε από μετρήσεις, είτε την προσεγγίζουμε με βάση τα χαρακτηριστικά της χάραξης. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της χάραξης που την επηρεάζουν;

Η  $V_{85}$  οφείλει να μην υπερβαίνει τη  $V_e$  κατά περισσότερο από 20km/h. Αυτό αποτελεί το σημαντικότερο κριτήριο ασφαλούς χάραξης (κριτήριο I), δηλαδή το:  $V_{85} \leq (V_e + 20) \text{ km/h}$ . Ακόμα ασφαλέστερη θεωρείται μια χάραξη όταν  $V_{85} \leq (V_e + 10) \text{ km/h}$ . Περιγραφικά, όταν ισχύει ευρύτερα το κριτήριο αυτό, ο οδηγός αντιμετωπίζει, γενικά, μια ασφαλή χάραξη. Αν μάλιστα το κριτήριο αυτό επεκταθεί και ισχύει για κάθε διαδοχική στροφή, τότε ο οδηγός δεν θα έρθει αντιμέτωπος με αναπάντεχα απότομες στροφές. Μια αναπάντεχα απότομη στροφή είναι πιθανό να αποτελεί μελανό σημείο. Τι είναι ένα μελανό σημείο;



Σχήμα: η τυπική κανονική κατανομή και τα ποσοστά που βρίσκονται στα διαστήματα τυπικών αποκλίσεων

Επανερχόμενοι στην ορατότητα, όταν συνεχώς το πεδίο ορατότητας του οδηγού περιορίζεται στις ελάχιστες τιμές της ορατότητας στάσης, τότε ο οδηγός βρίσκεται σε διαρκή ένταση που προκαλεί κόπωση. Γι' αυτό το λόγο επιβάλλεται να εξασφαλίζονται συνολικά στο 70% της οδού μήκη ορατότητας κατά 1,3 φορές μεγαλύτερα από τα ελάχιστα απαιτούμενα. Επίσης συνιστάται οι ελάχιστες τιμές να μην χρησιμοποιούνται σε περιοχές κόμβων.

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση είτε λαμβάνεται από το Διάγραμμα σε συνάρτηση με την ταχύτητα  $V_{85}$  και την κατά μήκος κλίση της οδού  $s$ , είτε υπολογίζεται από τους τύπους που ακολουθούν:

$$S_h = S_1 + S_2$$

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

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

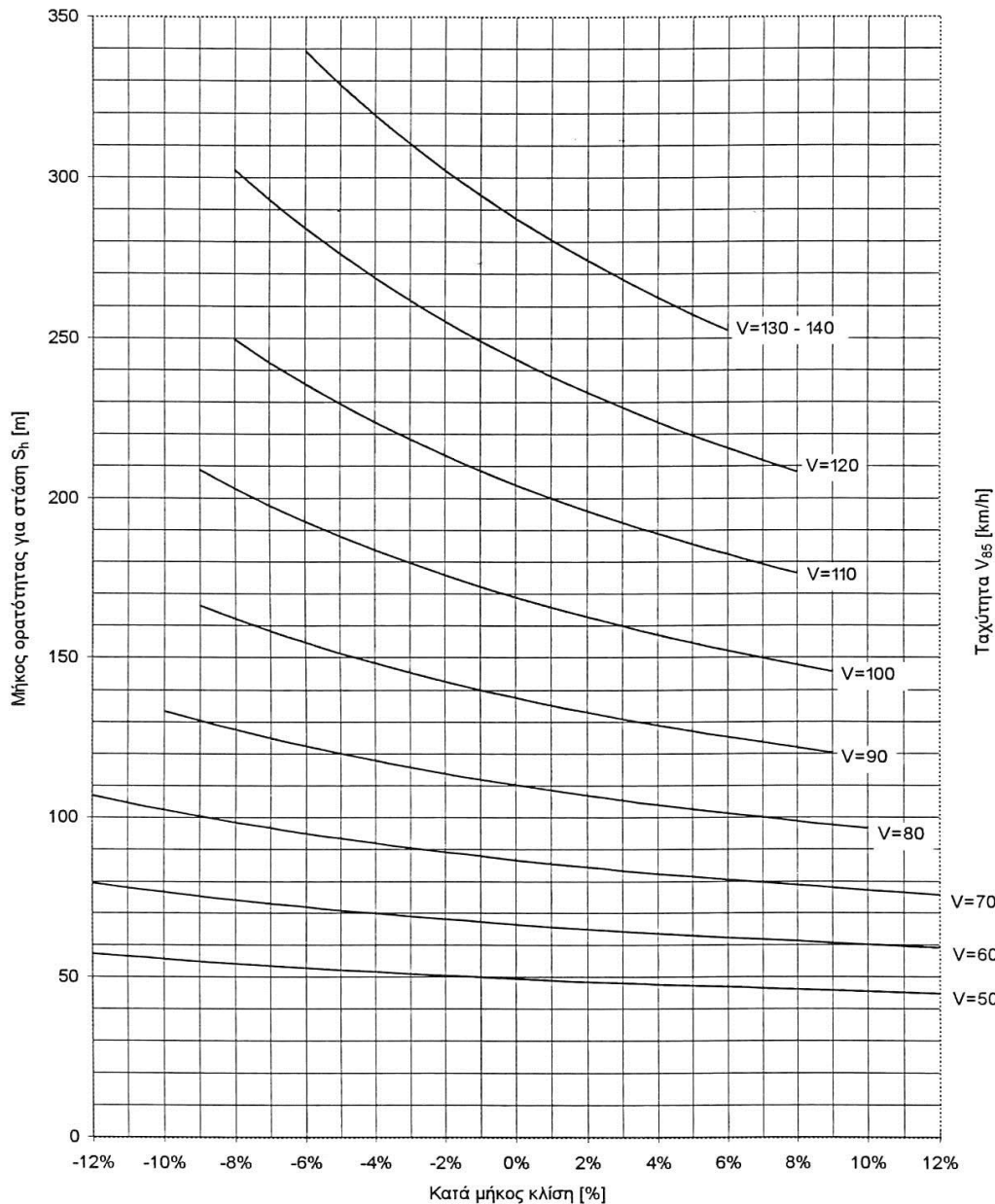
όπου:

- $S_h$  [m] = μήκος ορατότητας για στάση  
 $S_1$  [m] = διανυόμενο μήκος κατά τη διάρκεια του χρόνου αντίληψης-αντίδρασης  
 $S_2$  [m] = μήκος πέδησης  
 $V_{85}$  [km/h] = λειτουργική ταχύτητα 85%
- $r$  [s] = χρόνος αντίληψης-αντίδρασης  
= (λαμβάνεται ως 2 δευτερόλεπτα)  
 $g$  [m/s<sup>2</sup>] = επιτάχυνση βαρύτητας  
 $d$  [m/s<sup>2</sup>] = συντελεστής εξαρτώμενος από την ταχύτητα (η τιμή του λαμβάνεται από τον Πίνακα). Ο συντελεστής προκύπτει για διευκόλυνση, διότι ο ακριβής τύπος εμπεριέχει ολοκλήρωμα.  
 $s$  [%] = κατά μήκος κλίση, πχ αν είναι 2% εισάγεται στον τύπο ως 0,02.  
[θετική (+) : ανωφέρεια,  
αρνητική (-) : κατωφέρεια]

Πίνακας: 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 <sup>2</sup> ]	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0

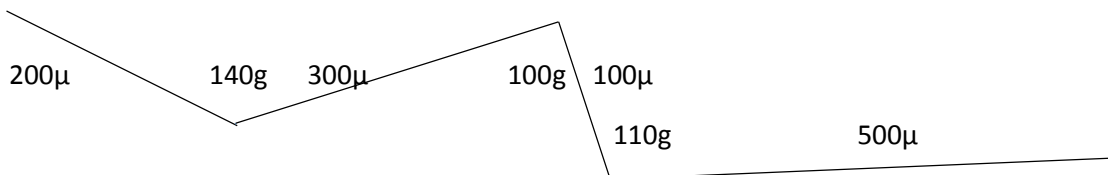
Σχετικά με τον χρόνο αντίληψης-αντίδρασης, των 2sec, θα πρέπει να σχολιασθεί το εξής. Ο χρόνος αναφέρεται στο άθροισμα όλων των στοιχειωδών ενεργειών: 'αφύπνισης', αξιολόγησης κινδύνου, αξιολόγησης εναλλακτικών δράσεων (πρακτικά 'τιμονιά' ή φρένο), δράση αυτή καθ' εαυτή και μηχανική/υδραυλική απόκριση του οχήματος έως την έναρξη της δράσης (μηδενική για 'τιμονιά', ~0,1sec για φρενάρισμα). Παρόλη την αναλυτική περιγραφή όλων των συνιστωσών ο χρόνος των 2sec φαίνεται μεγάλος. Για παράδειγμα, για έναν νέο άνθρωπο, ο οποίος αναμένει κάποιο ερέθισμα για να αποκριθεί, ο χρόνος απόκρισης είναι ~0,3sec. Οι ελάχιστοι τέτοιοι χρόνοι συναντώνται στους δρομείς που αναμένουν το έναυσμα για την κούρσα των 100m σε αθλητικούς αγώνες και καταγράφουν ως ελάχιστο 0,17sec. Αθροίζοντας όλους τους επιμέρους χρόνους δεν προκύπτει άθροισμα πάνω από 1sec. Οι μηχανικοί, ωστόσο, όλα τα έργα τους τα σχεδιάζουν για συνδυασμό των δυσμενέστερων-πιθανών καταστάσεων που θα μπορούσαν να προκύψουν. Για αυτό, άλλωστε κάποια στοιχεία χάραξης συνδέονται με την υψηλότερη  $V_{85}$  κι όχι την  $V_e$ , συντελεστές τριβής για σχετικά φθαρμένα ελαστικά και οδόστρωμα και οπωσδήποτε υγρό οδόστρωμα. Εν προκειμένω, θα πρέπει να μεριμνήσουμε για γηραιούς οδηγούς, οι οποίοι έχουν έντιμα ανανεωμένο δίπλωμα (δηλαδή τυχόν παθήσεις τους δεν δημιουργούν κρίσιμη οδηγική υστέρηση). Αυτοί έχουν εμφανώς μεγαλύτερους χρόνους αντίληψης ενός συμβάντος, ίσως και λόγω μειωμένης οπτικής οξύτητας, πιο αργή σκέψη-επεξεργασία των συνθηκών και πιο αργή νευρική-μυϊκή αντίδραση προς την αποτρεπτική πράξη. Έτσι προκύπτει ο σχετικά μεγάλος χρόνος των 2 sec, για να λάβουμε υπόψη μας την αργή αντίδραση ενός μέρους των οδηγών. Κατά τη διάρκεια αυτών των 2sec το όχημα συνεχίζει να κινείται ακάθεκτο (χωρίς αποτρεπτική δράση) προς τον ενδεχόμενο κίνδυνο (όρος σταθερής ταχύτητας).



**Διάγραμμα: απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση  $S_h$  σε υγρό οδόστρωμα, σε οδούς των ομάδων Α και Β**

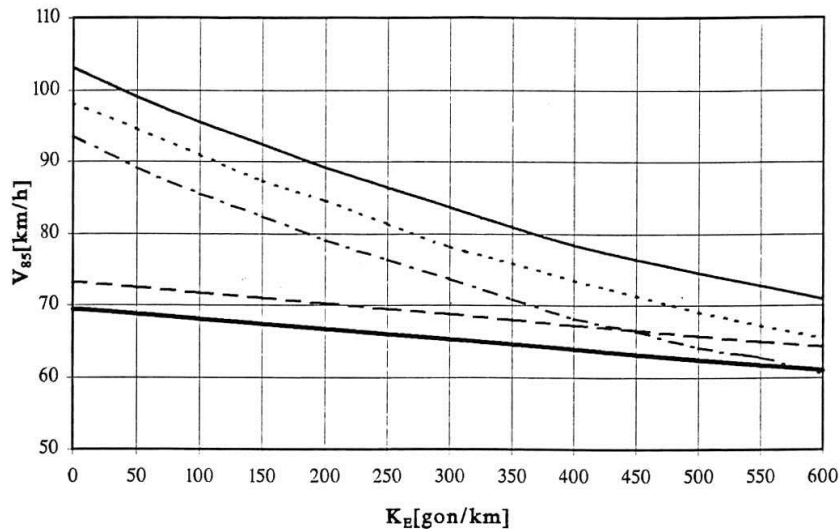
**Παράδειγμα:**

Στο ανηφορικό σκαρίφημα της πολυγωνικής της παρακάτω οδού με κλίση 6%, πλάτος λωρίδας 3,5m, έχουμε  $V_e=60\text{km/h}$ . Ικανοποιείται το βασικό κριτήριο ασφαλούς χάραξης; Ποιο το μήκος ορατότητας; Πώς μεταβάλλεται το μήκος αν αντί για ανηφόρα είχαμε 6% κατηφόρα;



## Λύση

Χρησιμοποιείται το παρακάτω νομογράφημα



Υπόμνημα:

Σύμβολο	Πλάτος λωρίδας κυκλοφορίας	Κατά μήκος κλίση οδού (s)
—	3,75	$s \leq 5\%$
.....	3,50	
- - - - -	3,25	
- - - - -	3,25-3,75	$5\% < s \leq 7\%$
—	3,25-3,75	$7\% < s < 10\%$

**Σχήμα. Διάγραμμα υπολογισμού της λειτουργικής ταχύτητας  $V_{85}$  σε συνάρτηση με την ελικτότητα της χάραξης και το πλάτος της λωρίδας κυκλοφορίας  $b$  σε υπεραστικές οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας κατηγορίας A.**

Έκφραση γωνιών σε βαθμούς. Ελικτότητα: η αλλαγές κατεύθυνσης, δηλαδή οι παραπληρωματικές γωνίες:  $60+100+90 = 250g$ . Ανηγμένη (σχετική) ελικτότητα ως προς το μήκος σε km:  $250/(200+300+100+500) = 227g/km$

Για  $227g/km$  πλάτος λωρίδας  $3,5m$  και κλίση  $5$  με  $7\%$  ( $6\%$ ) έχουμε  $V_{85}=70km/h$ . Μια χαρά είναι η συσχέτισή της με την  $V_e=60km/h$ , όντας μόνο  $10km/h$  μεγαλύτερη.

Από το νομογράφημα, για αυτήν την  $V_{85}$  έχουμε μήκος ορατότητας  $80m$ , Αν είχαμε κατηφόρα (αρνητικό πρόσημο) θα απαιτούνταν  $95m$ . (εξήγηση...).

Αν εφαρμόσουμε τον τύπο αντί του νομογραφήματος έχουμε (από τον Πίνακα  $d=4$ ):

$$S_h = S_1 + S_2$$

$$S_1 = (V_{85}/3,6) \cdot t_r = (70/3,6) \cdot 2 = 38,9m \text{ (τι σημαίνει αυτό;)}$$

$$S_2 = (V_{85}/3,6)^2 / [2 \cdot (d + g \cdot s/10)] = (70/3,6)^2 / [2 \cdot (4 + 9,81 \cdot (\pm) 0,06)] = \text{πάλι προκύπτει αντίστοιχα } 80 \text{ και } 95m.$$

### Η ορατότητα στην οριζοντιογραφία

Σημειώνεται ότι οι ελάχιστες τιμές της ακτίνας οριζοντίων καμπυλών των χαράξεων υπολογίσθηκαν με βάση τη δυναμική της κίνησης των οχημάτων σε συνθήκες υγρού οδοστρώματος (εξισορρόπηση φυγοκέντρου από τριβή και επίκλιση). Η χρήση αυτών των ελάχιστων τιμών των ακτίνων ΔΕΝ εξασφαλίζει επαρκή ορατότητα για στάση ενώπιον ακινήτου εμποδίου, όταν στην εσωτερική πλευρά της στροφής υπάρχει εμπόδιο.

Τυπικές περιπτώσεις εμποδίων είναι πρηνή, βλάστηση, κτίσματα, ακόμη και η θέση των στηθαίων ασφαλείας πρέπει να ελέγχεται ότι αφήνει τον απαιτούμενο πλευρικό ελεύθερο χώρο για να υπάρχει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση.

Εφόσον ο προβλεπόμενος ελεύθερος χώρος, δεν είναι επαρκής για να εξασφαλίσει το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση, τότε πρέπει να λαμβάνονται πρόσθετα μέτρα, όπως η μετατόπιση του στηθαίου, είτε η διαπλάτυνση του ελεύθερου χώρου,

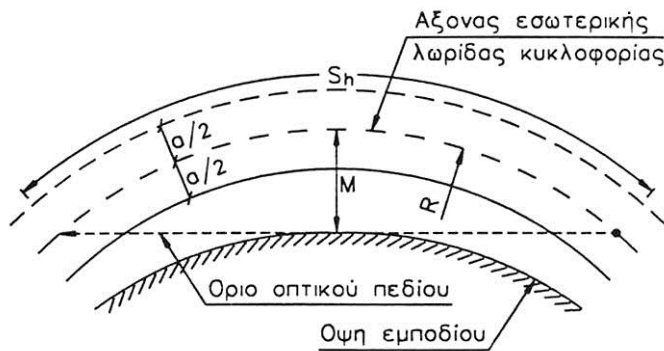
σύμφωνα με διάγραμμα ορατότητας που πρέπει να σχεδιάζεται ειδικά γι' αυτές τις περιπτώσεις.

Η σχέση μεταξύ της ακτίνας τόξου  $R$  για δεδομένο πλάτος  $M$  του ελεύθερου εμποδίων πλευρικού χώρου, που προσφέρει μήκος ορατότητας στάσης  $S_h$  (sight to halt) στο μέσο της ελεγχόμενης λωρίδας κυκλοφορίας, ορίζεται από τις ακόλουθες εξισώσεις (βλ. Σχήμα 10-1):

- όταν  $S_h \leq L$   $S_h = 2 \cdot R \cdot \cos^{-1} (1 - M/R)$   
ή  $S_h = 2 \cdot (2 \cdot R \cdot M - M^2)^{0.5}$   
(10-4)
- όταν  $S_h > L$   $S_h = 4RM/L + L/2$   
(10-5)

όπου:

- $S_h$  [m]: Το μήκος ορατότητας στάσης μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσο της λωρίδας κυκλοφορίας
- $R$  [m]: Η ακτίνα της καμπύλης του άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας
- $M$  [m]: Το πλάτος του ελεύθερου χώρου μετρούμενο από το μέσο της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας
- $L$  [m]: Το μήκος της καμπύλης μετρούμενο στον άξονα της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας

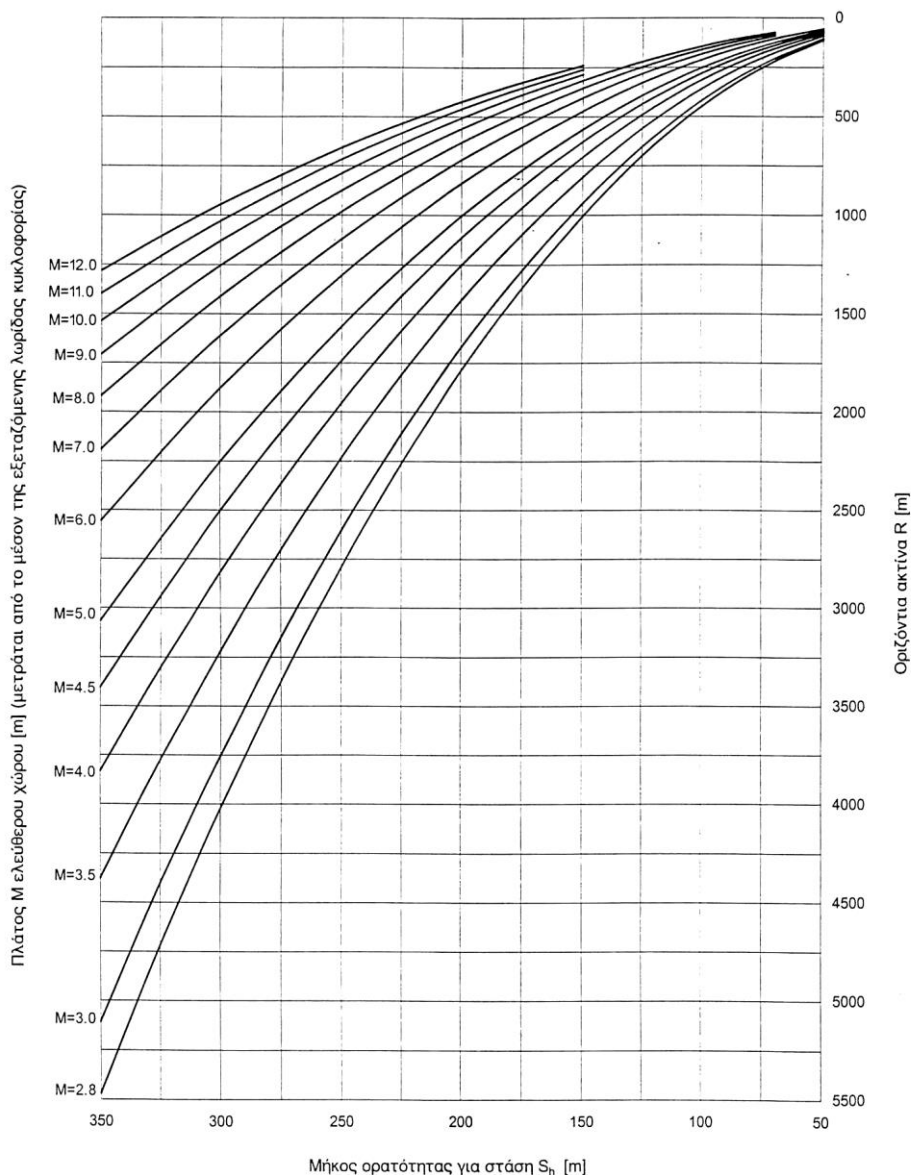


Σχήμα 10-1: Στοιχεία Ελέγχου ορατότητας από τον πλευρικό ελεύθερο οπτικών εμποδίων χώρο

Η σχέση των τριών στοιχείων  $S_h$ ,  $R$  και  $M$  αναπαριστάνεται στο διάγραμμα του Σχήματος 10-3 (ΟΜΟΕ-Χ) το οποίο μπορεί να χρησιμοποιείται ως εξής:

- από το διάγραμμα ορατότητας Σχήμα προσδιορίζεται το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για στάση  $S_h$  για την κατά μήκος κλίση της εξεταζόμενης θέσης με βάση την ταχύτητα  $V_{85}$
- από το διάγραμμα Σχήμα 10-3 με εισαγωγή του μήκους ορατότητας για στάση  $S_h$  που προσδιορίστηκε, ανευρίσκεται η απαιτούμενη ακτίνα  $R$  για δεδομένο πλάτος  $M$  πλευρικού ελεύθερου εμποδίων χώρου. Αντίστοιχα μπορεί από το διαθέσιμο πλάτος  $M$  και την ακτίνα  $R$  της χάραξης να προσδιορίζεται η ασφαλής  $V_{85}$ , οπότε ορίζεται το επιτρεπόμενο όριο ταχύτητας (πινακίδα) από την τιμή της στρογγυλεμένη στη δεκάδα που ανήκει (δηλ. όταν προσδιορίζεται ασφαλής  $V_{85} = 86\text{km/h}$  τότε αναγράφεται όριο πινακίδας υπό βροχή 80).

Προσοχή, αναφερόμαστε στον άξονα της εσωτερικής λωρίδας κι όχι στο άξονα του δρόμου



**Σχήμα 10-3: Σχέση μήκους ορατότητας για στάση  $S_h$  με πλάτος ελεύθερου χώρου  $M$**

#### Παράδειγμα

Από το προηγούμενο παράδειγμα με απαίτηση ορατότητας τα 95m έχουμε εφαρμογή σε μια στροφή ακτίνας 200m με πρηνή ορύγματος εσωτερικά.

#### Λύση

Από το νομογράφημα προκύπτει ότι από τον άξονα κίνησης το οχήματός μας θα πρέπει να απέχει το εμπόδιο 9m. Αν υποθέσουμε ότι έχουμε μια λωρίδα πλάτους 3,5m και ότι, λόγω παράπλευρης αποστραγγιστικής τάφρου υπάρχει ακόμα περιθώριο ελεύθερο εμποδίων πρόσθετου πλάτους 2m, συνεπάγεται ότι για εγκάρσια απόσταση  $3,5/2+2=3,75m$  δεν υπάρχουν εμπόδια, άρα θα πρέπει να εκσκάψουμε παραμέσα το πρηνές κατά 9-3,75-5,25m.

Υπάρχουν, συνεπώς, και κρυφές παράμετροι αύξησης των χωματουργικών εργασιών που προκύπτουν, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε πολύ υψηλότερα ορύγματα. Μπορεί μάλιστα η αύξηση του ύψους του ορύγματος να έχει ως επακόλουθο προβλήματα αστάθειας και να απαιτεί μέτρα αντιστήριξης.

Ωστόσο, είναι αναγκαία.

Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση  $S_t$  (sight to traffic) σε οδούς με ενιαία επιφάνεια κυκλοφορίας

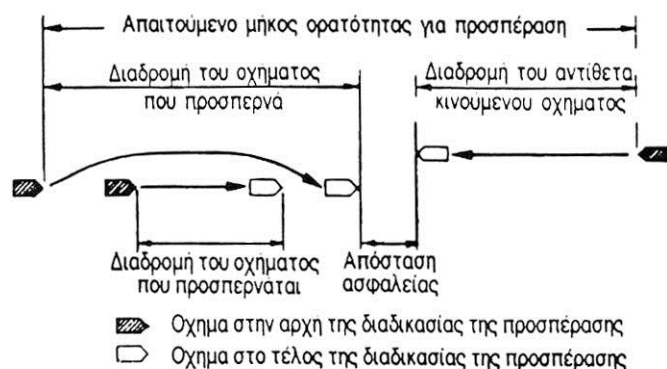
Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για συνάντηση  $S_t$  είναι το μήκος που απαιτείται, ώστε δύο αντίθετα κινούμενα οχήματα με την ταχύτητα  $V_{85}$  να είναι σε θέση να ακινητοποιηθούν έγκαιρα και να αποφευχθεί η σύγκρουσή τους. Το μήκος ορατότητας για συνάντηση είναι το άθροισμα των μηκών ορατότητας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

$$S_t = S_{h1} + S_{h2} \text{ [m]}$$

Σημειώνεται πάντως ότι άλλο είναι το μέγεθος και η διακριτότητα ενός επερχόμενου οχήματος και άλλο ενός ελάχιστου εμποδίου που δεν χωρά να περάσει κάτω από το όχημα. Πρόκειται για διαφορές 1,5X2 μέτρα έναντι 15X15 εκατοστά.

Απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση  $S_o$

Το μήκος ορατότητας για προσπέραση  $S_o$  (sight to overtake) είναι το μήκος, που απαιτείται για την ασφαλή διαδικασία προσπέρασης εμποδίου ή βραδυπορούντος οχήματος και είναι συνάρτηση της λειτουργικής ταχύτητας  $V_{85}$ . Συνίσταται δε από το μήκος που διανύει το όχημα κατά τη διαδικασία της προσπέρασης, το μήκος που διανύει στο ίδιο χρονικό διάστημα το αντίθετα κινούμενο όχημα, και την απόσταση ασφαλείας μεταξύ των δύο αντίθετα κινουμένων οχημάτων στο τέλος της διαδικασίας της προσπέρασης (βλ. Σχήμα 10-4, ΟΜΟΕ-Χ).



**Σχήμα 10-4: Απεικόνιση τυπικής διαδικασίας προσπέρασης προπορευόμενου οχήματος**

Το απαιτούμενο μήκος ορατότητας για προσπέραση στις οδούς της ομάδας Α παρέχεται από τον Πίνακα. Η βασική παράμετρος που επηρεάζει το μήκος είναι η ταχύτητα του υπό προσπέραση κινούμενου οχήματος. Προφανώς, αν πρόκειται να προσπεράσουμε ένα αργά κινούμενο τρακτέρ, τότε οι τιμές του Πίνακα δεν ισχύουν. Έχουν προκύψει, πάλι, για τη δυσμενέστερη πιθανή κατάσταση, που εδώ είναι το όχημα υπό προσπέραση να κινείται με  $(V_e - 10)$  km/h και ο επερχόμενος απέναντι οδηγός να μας έρχεται με  $V_{85}$ .

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. Αντίστοιχα, στα οδικά τμήματα όπου η ορατότητα είναι



επαρκής για προσπεράσεις, η κεντρική διαγράμμιση του οδοστρώματος θα πρέπει να είναι με διακεκομμένη γραμμή. Έτσι προσφέρεται μια 'συμβουλή' στον οδηγό σχετικά με την πλέον επικίνδυνη πράξη της προσπέρασης. Προφανώς, ο οδηγός θα πρέπει να εκτιμήσει κατά τις δικές του δυνατότητες αν όντως το προσφερόμενο μήκος ορατότητας επαρκεί για να προσπεράσει, ή αν, ίσως η διαγράμμιση είναι λανθασμένη.

**Πίνακας: Απαιτούμενα μήκη ορατότητας για προσπέραση  $S_0$  σε οδούς**

$V_{85}$ [km/h]	$S_0$ [m]
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625
110	675

Παράδειγμα 1<sup>ο</sup>

Σε ένα οδικό τμήμα 6 χιλιομέτρων υπάρχουν δύο ευθυγραμμίες μήκους 1 km εκάστη. Όλο το λοιπό οδικό τμήμα δεν παρέχει ευκαιρίες προσπέρασης. Πόσο % της οδού έχει διαθέσιμη ορατότητα προσπέρασης, αν η  $V_e=70\text{km/h}$ ;

Λύση

Η άσκηση δεν δίνει στοιχεία για τη  $V_{85}$ . Θα συνεχίσω για τη δυσμενέστερη, αλλά αποδεκτή περίπτωση,  $V_{85}=V_e+20=70+20=90\text{km/h}$ .

Από την Πίνακα έχουμε  $s_0=575\text{m}$ .

Άρα και στις δύο ευθυγραμμίες του χιλιομέτρου υπάρχει δυνατότητα προσπέρασης. Συνεπώς, η οδός προσφέρει ευκαιρίες προσπέρασης στα  $2/6 =$  στο 33% του μήκους της; (απαίτηση ΟΜΟΕ-Χ στο 20-25%), οπότε είμαστε ΟΚ;

Όχι!

Ας πάρουμε το 1<sup>ο</sup> χιλιόμετρο, στην αρχή του. Με το που εισέρχεται ο οδηγός σε αυτήν την ευθυγραμμία, έχει ορατότητα  $1000\text{m} > 575\text{m}$ , άρα προσπερνά άνετα, αν έχει τις ευκαιρίες. Πλησιάζοντας όμως στο μέσο του τμήματος, θα βλέπει μπροστά μόνο 500m. Ήδη, δηλαδή η διατιθέμενη ορατότητα υπολείπεται για ασφαλή προσπέραση. Άρα από έκαστο χιλιόμετρο, μόνο το αρχικό του τμήμα των  $(1000-575)=425\text{m}$  διατίθεται για προσπέραση. Σε όλο το οδικό τμήμα έχουμε  $2 \times 425=950\text{m}$ , και ως ποσοστό  $950/6000 = < 16\%$ , η οδός είναι αρκετά ανασφαλής.

Παράδειγμα 2<sup>ο</sup>

Υπολογισμός μιας τυπικής διαδικασίας προσπέρασης και σύγκρισης με την τιμή του Πίνακα:, εφαρμογή σε δίχρηνη οδό με  $V_e=60\text{km/h}$ .

Λύση

Για να είναι μέγιστο το κίνητρο προσπέρασης θα πρέπει το προπορευόμενο όχημα να κινείται αργότερα της  $V_e$ , έστω με  $50\text{km/h}$ .

Το όχημα που προτίθεται να προσπεράσει θα 'κολλήσει' πίσω, λίγο αριστερά, από το βραδυπορούν, εκτιμώντας την κατάσταση ασφαλείας πιθανής προσπέρασης. Συνεπώς θα κινείται κι αυτό με την ίδια ταχύτητα. Το 'αντίπαλο' όχημα μπορούμε να υποθέσουμε ότι μας πλησιάζει με τη  $V_{85}$ , δηλαδή με  $80\text{km/h}$ .

Τα  $50\text{km/h}=13,9\text{m/sec}$  και τα  $80\text{km/h}=22,2\text{m/sec}$

Στην αρχή, στη φάση εκτίμησης, μέχρι να ληφθεί η απόφαση προσπέρασης λαμβάνουμε το τυπικό χρονικό διάστημα των 2sec, (υπάρχουν κατευθύνσεις και για

θεώρηση 3sec). Στο διάστημα αυτό το επερχόμενο όχημα έχει πλησιάσει κατά  $2X(13,9+22,2)=72,2m$ .

Τη στιγμή  $dt$  που ο οδηγός λαμβάνει την απόφαση να προσπεράσει, θα επιταχύνει. Εδώ είμαστε, όπως πάντα, για λόγους ασφαλείας, υποχρεωμένοι να θεωρήσουμε κάποια σχετικά μικρή επιτάχυνση. Οι επιταχύνσεις και οι επιβραδύνσεις εκφράζονται ως ποσοστό της  $g$ , για παράδειγμα ένα τυπικό φρενάρισμα γίνεται με  $-0,25g$ . Μία τυπική επιτάχυνση (ρεπρίζ) θα θεωρηθεί ότι γίνεται με  $0,1g$ . Σημειώνεται και πάλι ότι οι τιμές ακινητοποίησης και ρεπρίζ που αναγράφονται στα περιοδικά αναφέρονται σε ιδανικές συνθήκες ελαστικών, εγρήγορσης και οδοστρώματος και για αυτό είναι 2-3 φορές διαφορετικές αυτές που λαμβάνουμε κατά τον σχεδιασμό οδών.

Ποιο είναι το μήκος που θα πρέπει να καλύψει με αυτήν την επιταχυνόμενη κίνηση ο προσπερνών οδηγός; Την απόσταση ασφαλείας από το προπορευόμενο, το μήκος του προπορευόμενου, το μήκος του δικού του οχήματος και την απόσταση ασφαλείας για να ξαναμπεί στο ρεύμα κυκλοφορίας του. Αυτή είναι περίπου και για σχετικά δυσμενείς καταστάσεις:  $10+15+5+10=40m$ . Σημειώνεται ότι οι δύο αποστάσεις ασφαλείας είναι συνάρτηση των ταχυτήτων και τα νούμερα που θεωρούνται εδώ είναι για τις σχετικά χαμηλές ταχύτητες του παραδείγματος. Σημειώνεται ότι σε μεγαλύτερες ταχύτητες θα πρέπει οι αποστάσεις ασφαλείας να αυξηθούν στα 15m, αλλά και οι ρεπρίζ να μειωθούν στα 0,065g.

Αυτό το μήκος των 40m θα διανυθεί με τη σταθερή ταχύτητα των 13,9m/sec + την επιτάχυνση. Χρησιμοποιείται ο κλασικός τύπος της κινηματικής:  
 $s=Vt+0,5\gamma t^2=13,9t+0,5t^2=40 \rightarrow t=(\text{πάλι επίλυση δευτεροβάθμιας}) 2,63 \text{ sec}$ , η αρνητική ρίζα δεν έχει νόημα. Απαιτούνται, δηλαδή 2,63 sec για την καθεαυτή μανούβρα προσπέρασης για τη διάνυση των πρόσθετων 40m, που υπολογίστηκαν πριν. Το συνολικό μήκος που διανύεται είναι όσο διανύει ισόχρονα το αργό όχημα +40m:  $13,9X2,63+40=76,6m$ .

Επίσης σε αυτά τα 2,63sec το επερχόμενο όχημα πλησιάζει κατά  $22,2X2,93=58,4m$ .  
Σύνολο μέχρι στιγμής  $72,2+76,6+58,4=207,2m$ .

Αλλά υπάρχει και το αναγκαίο περιθώριο ασφαλείας. Θα πρέπει όταν τακτοποιηθεί το προσπερνών όχημα στη λωρίδα του η απόσταση από το επερχόμενο να είναι επαρκώς ασφαλής. Εδώ χρησιμοποιείται πάλι το χρονικό περιθώριο των 2sec. Το επερχόμενο όχημα θεωρούμε ότι δεν φρενάρει, δεν έχει καμιά 'υποχρέωση' να φρενάρει, ούτε είναι προς τη μεριά της ασφάλειας να θεωρήσουμε ότι φρενάρει, ενώ το προσπερνών κινείται πλέον ταχύτητα (έχοντας επιταχύνει) με  $V=V_0+\gamma t=13,9+1X2,63=16,5m/sec$ .

Άρα η συνδυαστική ταχύτητα προσέγγισης είναι  $(16,5+22,2)$  για 2sec:  
 $(16,5+22,2)X2=77,5m$

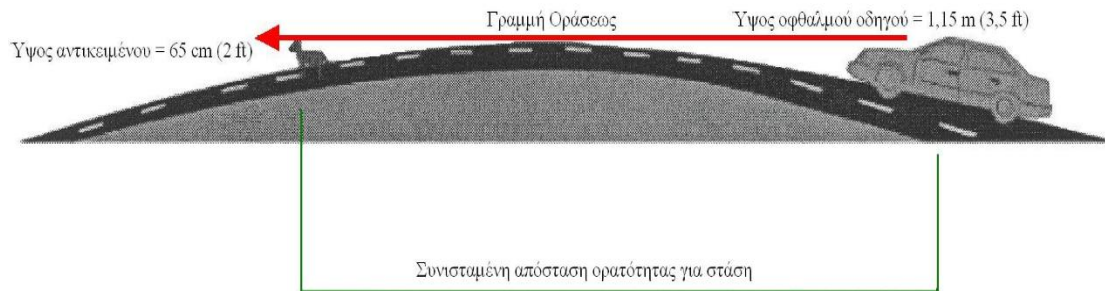
Σύνολο μήκους διαθέσιμης ορατότητας για τη σχετικά χαμηλή ταχύτητα θεώρησης:  
 $207,2+77,5=284,7m$ .

Τονίζεται ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, δεν βρίσκονται στις συντηρητικές εκδοχές τους. Άλλα εγχειρίδια οδοποιίας, για παράδειγμα, χρησιμοποιούν (όπως αναφέρθηκε) χρόνους 3sec, χωρικούς διαχωρισμούς 15m, επιταχύνσεις 0,065g και μήκη υπό προσπέραση φορτηγών 20m.

### **Η ορατότητα στη μηκοτομή**

Στη μηκοτομή, απεναντίας, είναι η ορατότητα αυτή που ορίζει τις ελάχιστες τιμές των χρησιμοποιούμενων καμπυλών συναρμογής. Η φυγόκεντρος παίζει ρόλο αλλά όχι πρωταρχικό, ακριβώς διότι οι ακτίνες συναρμογής εδώ είναι μεγάλες και συνεπώς η φυγόκεντρος δυνάμεις ( $F=mV^2/R$ ) δεν λαμβάνουν μεγάλες τιμές.

Συνεπώς, οι ελάχιστες ακτίνες κυρτών κατακόρυφων καμπυλών του βασικού Πίνακα χαράξεων ΟΜΟΕ-Χ παρέχουν τα απαιτούμενα περιθώρια ασφαλείας.



Ιδιαίτερη σημασία για τα κυρτώματα έχει η ορατότητα. 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 (βλ. Σχήμα 8-2).

$$\text{Min}R_k = S^2/[2(\sqrt{a}+\sqrt{h})^2]$$

Όπου:

$\text{Min } R_k$  [ m ] = ελάχιστη ακτίνα κυρτής κατακόρυφης καμπύλης

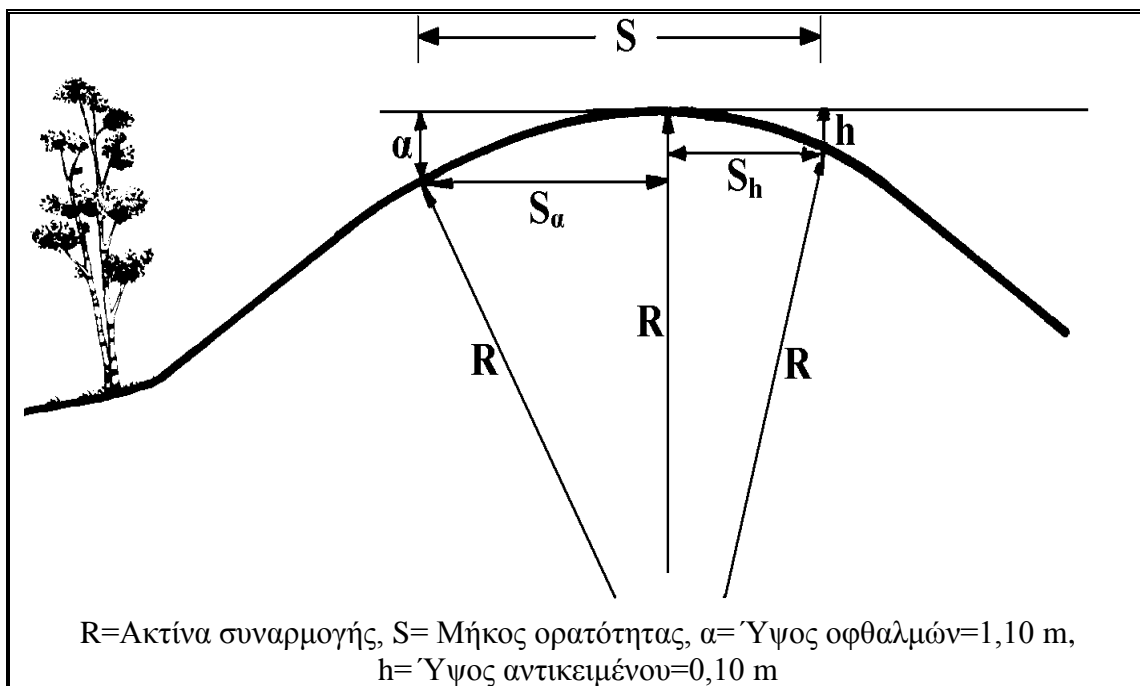
$S$  [ m ] = απαιτούμενο μήκος ορατότητας :  
για στάση  $S_h$ , για προσπέραση  $S_u$

$a$  [ m ] = ύψος οφθαλμού

$h$  [ m ] = ύψος εμποδίου (βλ. Πίνακα 10-4)

### Ορατότητα στις κατακόρυφες καμπύλες συναρμογής

#### Κυρτές Καμπύλες



Σχήμα Ορατότητα σε κυρτές καμπύλες

Πίνακας 10-4 (ΟΜΟΕ-X)

Τύπος ορατότητας	Οφθαλμός		Θέση εμποδίου	$V_{85}$ [km/h]	Ύψος εμποδίου $h_z$ [m]
	Θέση	Ύψος $h_x$ [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

Σχολιάζεται ότι το ύψος των ματιών των οδηγών ΙΧ λαμβάνεται ως σταθερό στο 1,06m, ύψος που ανταποκρίνεται σε χαμηλά η ΙΧ αλλά όχι στις πολύ χαμηλωμένες σπορ εκδόσεις, στις οποίες, υποτίθεται ότι κινούνται και γρηγορότερα οι οδηγοί. Υπάρχει, συνεπώς, αντικειμενικός κίνδυνος οι ταχέως κινούμενοι οδηγοί σε αυτοκίνητα με χαμηλή (ξαπλωτή) θέση οδήγησης να μην έχουν επαρκές μήκος να φρενάρουν προ εμποδίου σε κυρτές μηκοτομικές καμπύλες. Όσον αφορά στα εμπόδια, φαίνεται από τον Πίνακα ότι όσο αυξάνει η ταχύτητα, τόσο μεγαλώνει και το ύψος του εμποδίου-σχεδιασμού, μια παράμετρος που ίσως αντίκειται στο ένστικτο οδικής ασφάλειας. Η εξήγηση που συμβαίνει αυτό (αντί ενός σταθερού μεγέθους εμποδίου των 16cm, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως), είναι διότι, όσο πιο γρήγορα κινείται ένα όχημα, η ανθρώπινη οπτική οξύτητα επιτρέπει την αντίληψη μεγαλύτερων αντικειμένων: οδηγός που κινείται με 60km/h, διακρίνει σε απόσταση φρεναρίσματος εμπόδιο ύψους 10cm, ενώ αν κινείται δύο φορές γρηγορότερα, η ανθρώπινη οπτική οξύτητα του επιτρέπει να διακρίνει εμπόδια μεγέθους 35cm που απέχουν απόσταση φρεναρίσματος.

Ωστόσο, οι ελάχιστες ακτίνες των κυρτών καμπυλών συναρμογής προκύπτουν νε εφαρμογή ενός μέσου ύψους εμποδίου της τάξης των 20cm.

Πέραν του ακριβούς προηγούμενου τύπου για τις κυρτές καμπύλες, ισχύει και ο προσεγγιστικός (λαμβάνοντας υπόψη το μικρό ύψος εμποδίου σε σύγκριση με το ύψος οφθαλμού)

$$S = S_a + S_h = \sqrt{R^2 - (R - \alpha)^2} + \sqrt{R^2 - (R - h)^2}$$

$$\text{ή } S \cong \sqrt{2R \cdot \alpha} + \sqrt{2R \cdot h} = \sqrt{2R} \cdot (\sqrt{\alpha} + \sqrt{h}) \text{ και } R = \frac{S^2}{2} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha} + \sqrt{h}} \right)^2$$

Αν υποτεθεί ότι  $h=0$ , τότε:

$$S = \sqrt{R^2 - (R - \alpha)^2} \text{ ή } S = \sqrt{2R \cdot \alpha - \alpha^2} \text{ και } R = \frac{1}{2} \left( \frac{S^2}{\alpha} + \alpha \right)$$

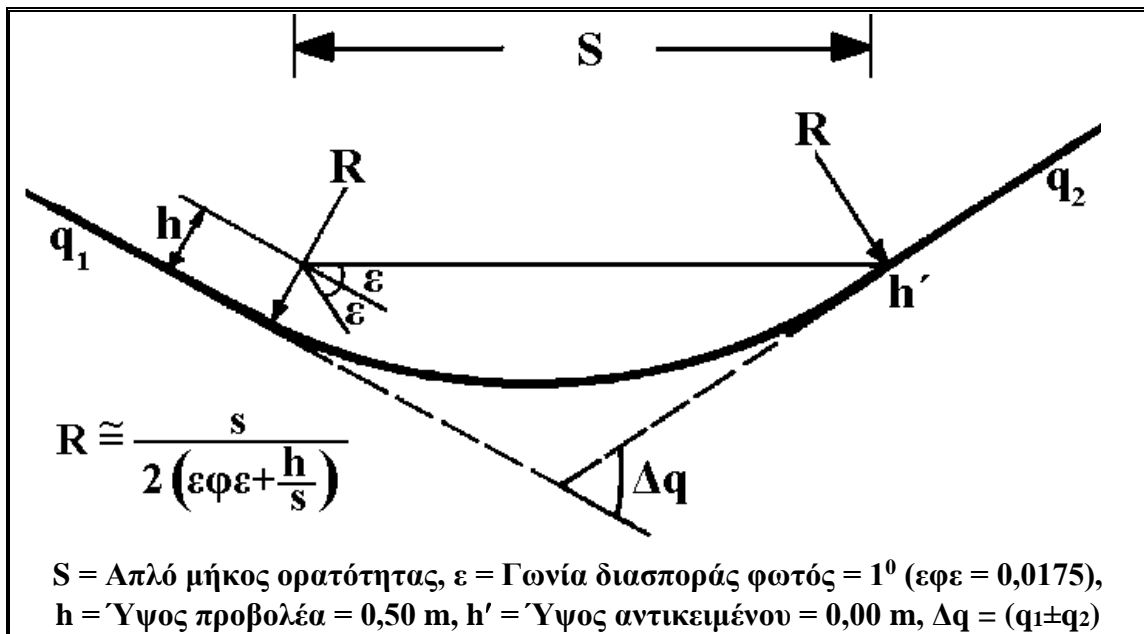
$$\text{Οπότε: } S \cong \sqrt{2R \cdot \alpha} \text{ και } R \cong \frac{S^2}{\alpha}$$

### Κοίλες Καμπύλες

Πρέπει να εξετάζονται δύο περιπτώσεις:

- Ορατότητα κάτω από γέφυρες. Αυτή η περίπτωση εξετάζεται μόνο όταν το ελεύθερο ύψος της γέφυρας είναι μικρότερο από 4,20 m ή όταν οι ταχύτητες είναι πολύ μεγάλες.
- Ορατότητα με τη δέσμη των προβολέων κατά τη νύχτα.

Το ελάχιστο μήκος ορατότητας προκύπτει, όταν το όχημα βρίσκεται στην αρχή του τόξου.



Σχήμα 6.2 Μήκος ορατότητας σε κοίλες καμπύλες

$$R \cong \frac{S}{2 \cdot \left( \varepsilon \varphi \varepsilon + \frac{h}{S} \right)}$$

όπου

$S$  = μήκος ορατότητας στάσης  
 $\epsilon$  = Γωνία διασποράς φωτός =  $1^\circ$  (εφε = 0,0175)  
 $h$  = Ύψος προβολέα = 0,50 m  
 $h'$  = Ύψος αντικειμένου = 0,00 m  
 $\Delta q = (q_1 \pm q_2)$

Παράδειγμα υπολογισμού μήκους ορατότητας

A. Σε κυρτή καμπύλη για τυπική δυσμενή περίπτωση και  $V_e=60\text{km/h}$ , υπολογισμός ακτίνας.

Ποια νοείται 'τυπική δυσμενή περίπτωση'; Να βρισκόμαστε εξ ολοκλήρου επί του κυρτού κυκλικού τόξου, που παρεμποδίζει τον σε ευθεία εντοπισμό εμποδίου (κι όχι μερικώς και σε ευθυγραμμία) και σε σχετικά κατηφορικό τμήμα, αλλά και όπου η  $V_{85}$  προκύπτει ως  $V_e+20\text{km/h} \rightarrow 80\text{km/h}$ .

Θεωρούμε τυπική μέση κατηφορική κλίση 5%, θεωρούμε, επίσης εμπόδιο προς αποφυγή, 'κοτρώνα' ύψους 20cm.

Αν εφαρμόσουμε τον τύπο αντί του νομογραφήματος έχουμε (από τον Πίνακα  $d=3,8$ ):

$$S_h = S_1 + S_2$$

$$S_1 = (V_{85}/3,6) \cdot t_r = (80/3,6) \cdot 2 = 44,4\text{m}$$

$$S_2 = (V_{85}/3,6)^2 / [2 \cdot (d + g \cdot s/10)] = (80/3,6)^2 / [2(3,6 + 9,81 \cdot (-)0,05)] = 79,3\text{m}$$

Οπότε, αθροιστικά:  $44,4 + 79,3 = 123,7\text{m}$ .

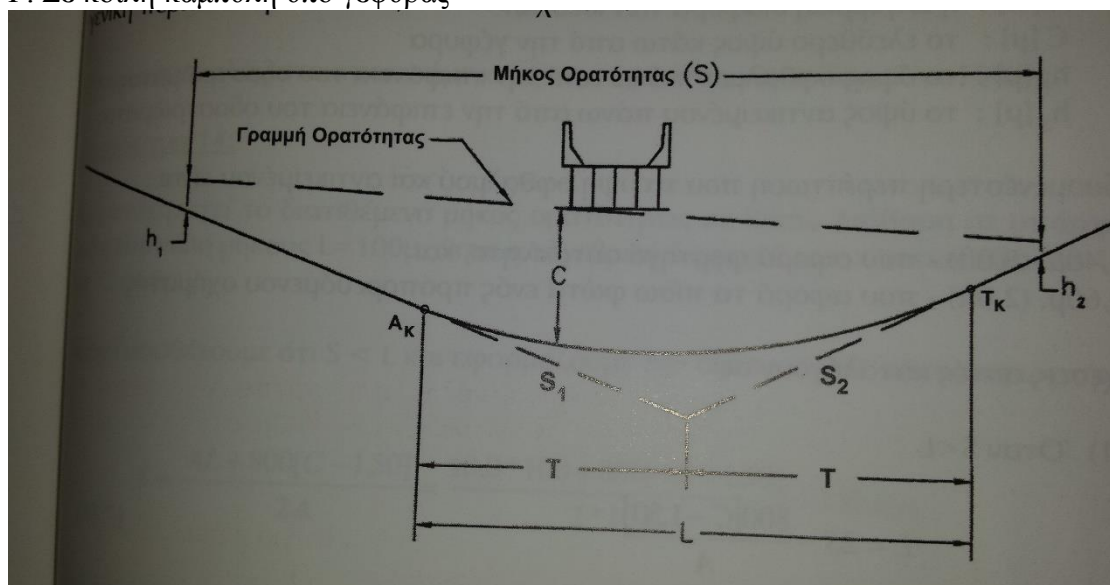
Εφαρμόζοντας τον τύπο υπολογισμού της ακτίνας:  $\text{Min}R_k = S^2 / [2(\sqrt{a} + \sqrt{h})^2] = 123,7^2 / [2(\sqrt{1,06} + \sqrt{0,2})^2] = 3500\text{m}$

B. Σε κοίλη καμπύλη τη νύχτα

Εφαρμογή του τύπου της δέσμης προβολής (για το ίδιο μήκος στάσης)

$$R \cong \frac{S}{2 \cdot \left( \epsilon_{\text{φε}} + \frac{h}{S} \right)} = 123,7 / [2(0,0175 + 0,5/123,7)] = 2870\text{m}.$$

Γ. Σε κοίλη καμπύλη υπό γέφυρας



Εδώ θα πρέπει λίγο να σκεφτούμε τη δυσμενέστερη πιθανή περίπτωση.

Τα κρίσιμα στοιχεία είναι το ελεύθερο ύψος κάτω από τη γέφυρα, το μήκος ματιού οδηγού και το ύψος εμποδίου.

Το ελεύθερο ύψος κάτω από τη γέφυρα (C) είναι λίγο-πολύ δεδομένο και ίσο με 4,5m. Εδώ, όσο ψηλότερα είναι το ύψος των ματιών των οδηγών, τόσο δυσμενέστερη είναι η γραμμή ορατότητας! Συνεπώς θεωρούμε φορτηγατζή με ύψος ματιών 2,4m.

Επίσης, όσο ψηλότερο το εμπόδιο, τόσο, πάλι, δυσμενέστερη η περίπτωση, αφού και πάλι η διακοπή ορατότητας από τον φορέα της γέφυρας περιορίζει το μήκος. Η δυσμενέστερη πιθανή περίπτωση είναι νύχτα με ορατότητα προς τα στόπερ του προπορευόμενου οχήματος, τα οποία είναι τοποθετημένα σε ύψος 0,6m.

Θα εφαρμόσουμε παραλλαγή του τύπου με τη μορφή (AASHO):

$R = S^2 / [8(C - (h_1 + h_2)/2)] = 123,7^2 / [8(4,5 - (2,4 + 0,6)/2)] = 637,6m$ , ως προς αυτόν τον έλεγχο και μικρές κοίλες καμπύλες δίνουν ικανοποιητική ορατότητα.