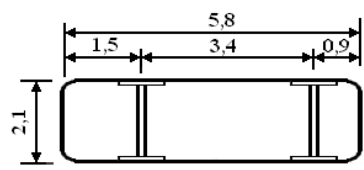
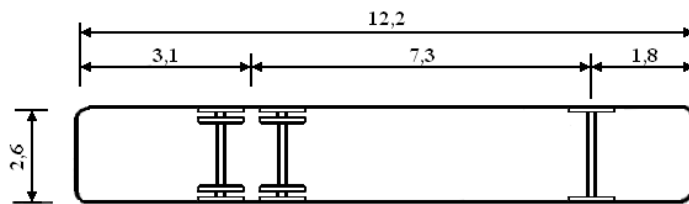


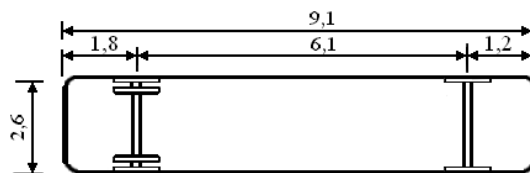
# ΤΟ ΟΧΗΜΑ



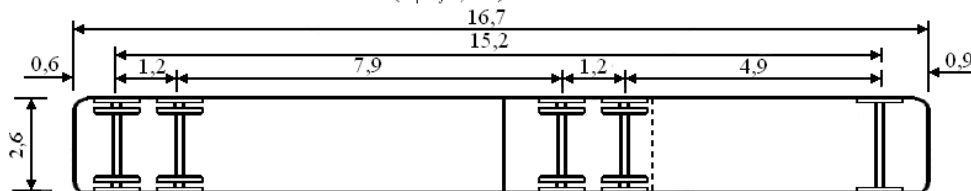
Όχημα σχεδιασμού P  
(ύψος 1,3 m)



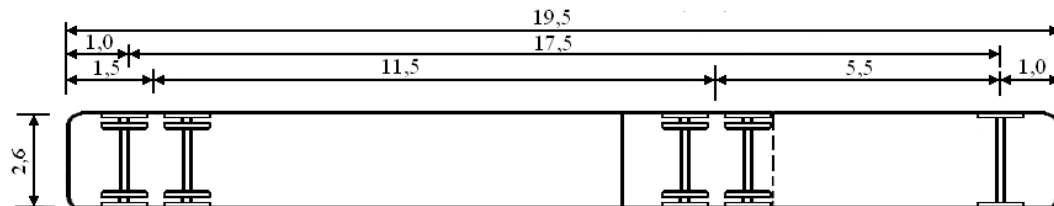
Όχημα σχεδιασμού B-12R  
(ύψος 4,1 m)



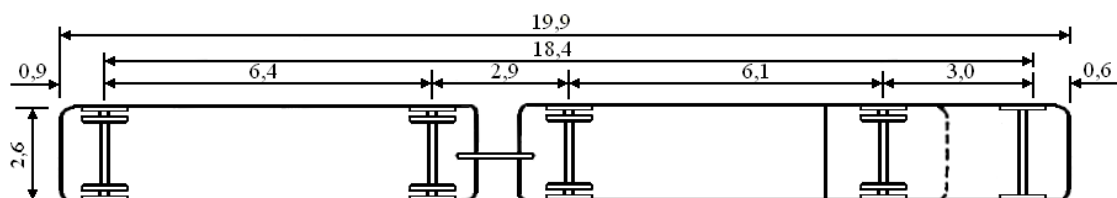
Όχημα σχεδιασμού SU-9  
(ύψος 4,1 m)



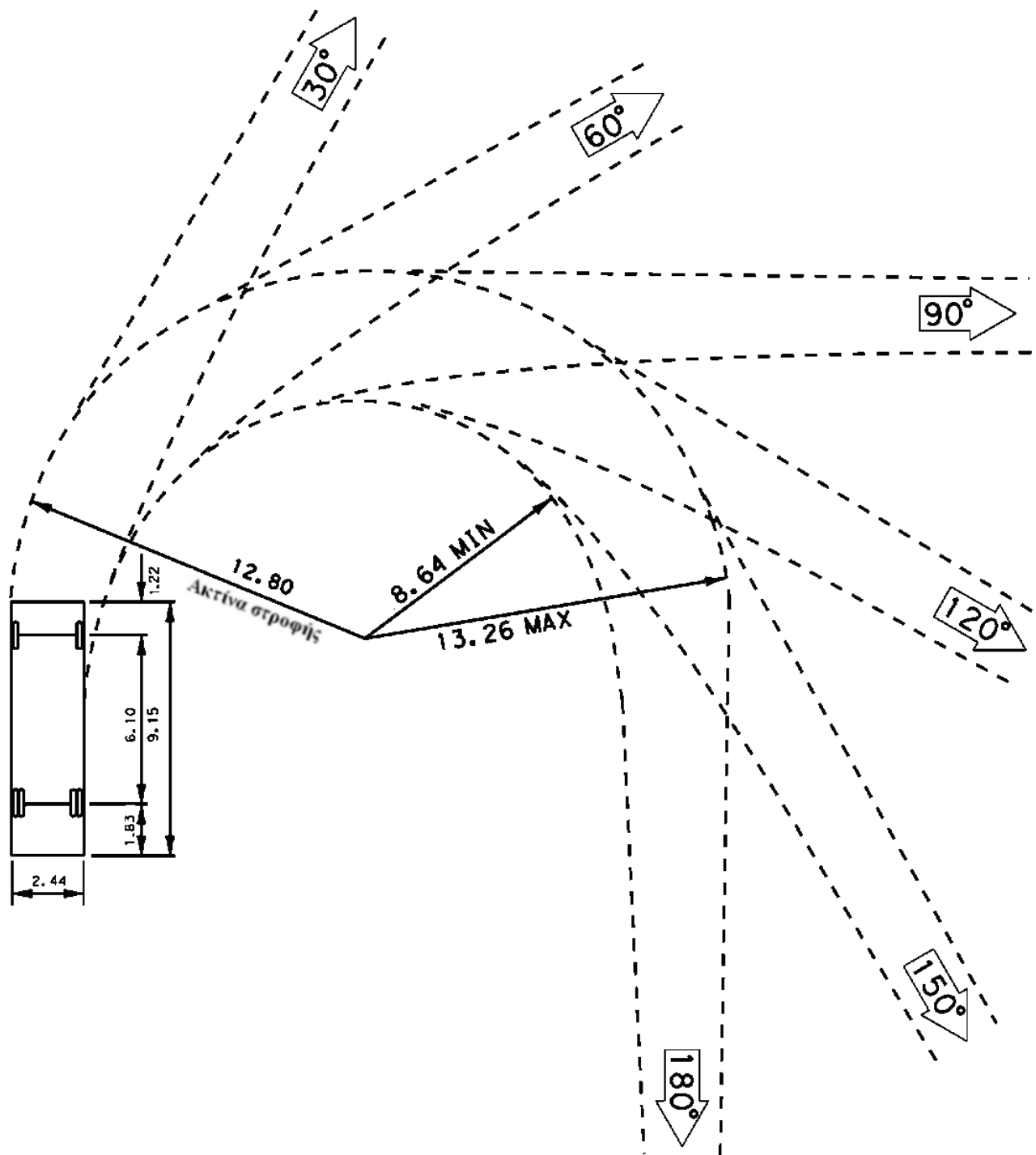
Όχημα σχεδιασμού WB-15  
(ύψος 4,1 m)

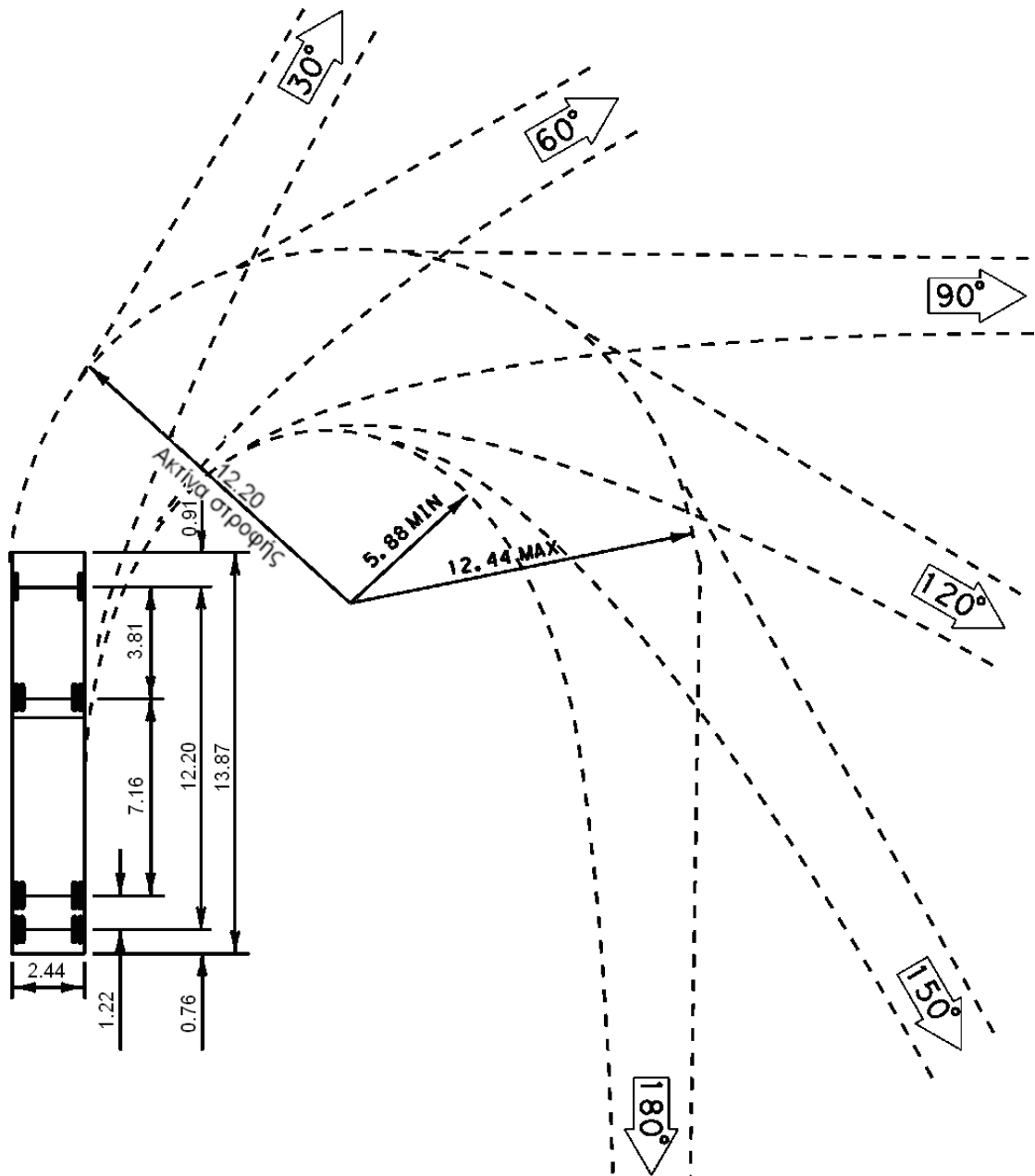


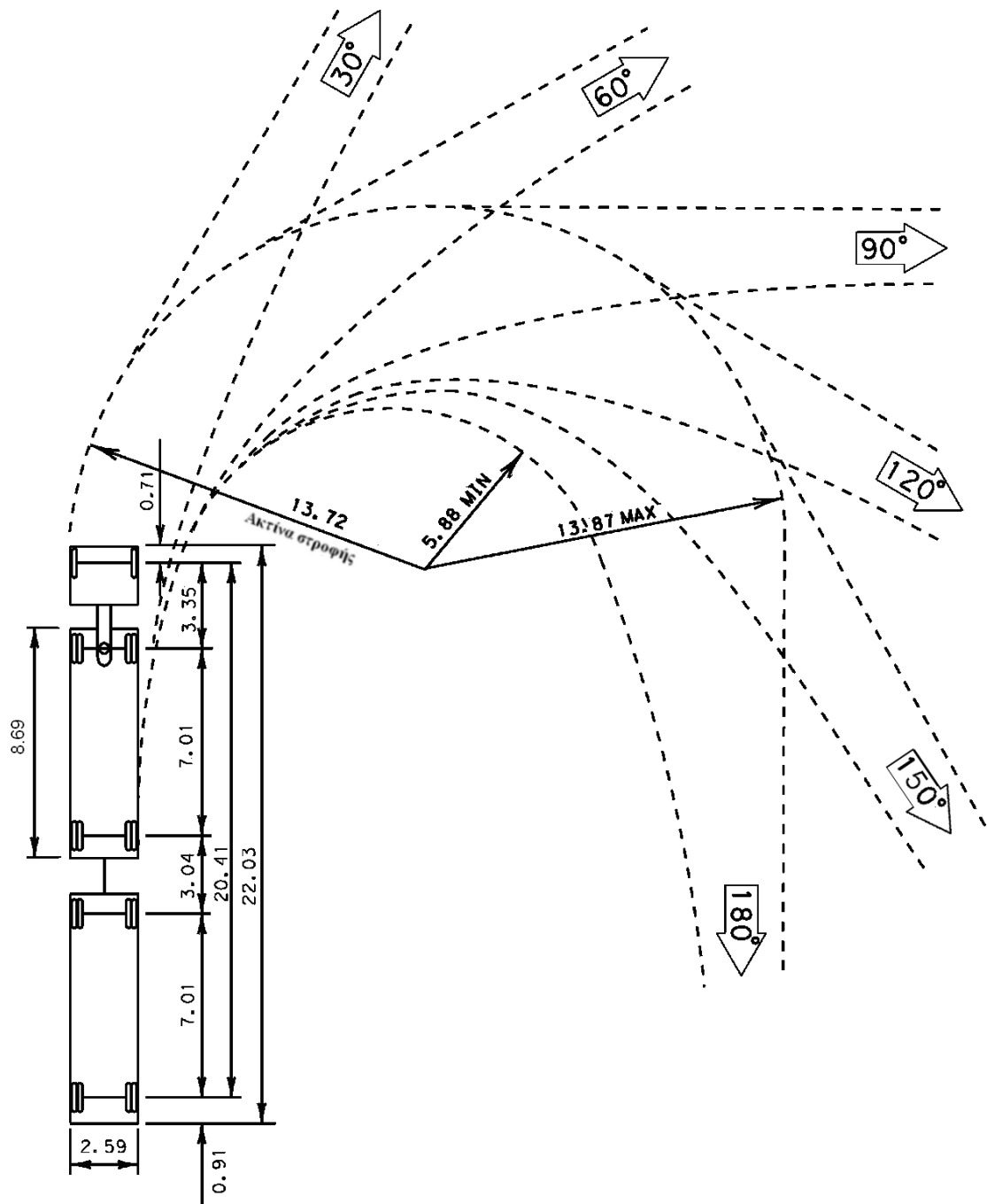
Όχημα σχεδιασμού WB-17  
(ύψος 4,1 m)



Όχημα σχεδιασμού WB-18  
(ύψος 4,1 m)





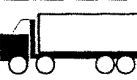
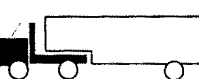
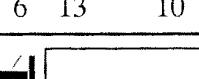
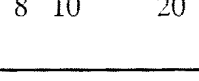
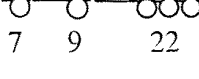
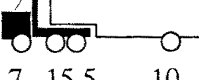




Ο τύπος της διαπλάτυνσης:  $\Delta R = L^2 / 24R$

Για 6,10 – 50μ (απόσταση τροχών...): 0,3μ (το ελάχιστο 0,2)

Για 20,41 – 50μ: 3,5μ → πρακτικά λωρίδα 3,5μ ... 53,5 και 43μ!  
 Ή αμφίπλευρα.

Τύπος οχήματος	Κατανομή βάρους & σχηματική παράσταση οχήματος(τόννοι)	Μεγ. μικτό βάρος <sup>(α)</sup>
Φορηγό 2-αξόνων (Τύπος 2) <sup>(β)</sup>	 6 13	(τόννοι) 19 GR 16.3 GB
Φορηγό 3-αξόνων (Τύπος 3) <sup>(β)</sup>	 6 20	26 GR 24.4 GB 22 USA
Φορηγό 4-αξόνων (Τύπος 4) <sup>(β)</sup>	 7.3 18.3	25.5 USA 30.5 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλίκα) 3-αξόνων (Τύπος 2-S1) <sup>(β)</sup>	 6 13 10	29 GR 24.4 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλίκα) 4-αξόνων (Τύπος 2-S2) <sup>(β)</sup>	 8 10 20	38 GR 32.5 GB 35 E.E.
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλίκα) 5-αξόνων (Τύπος 2-S3) <sup>(β)</sup>	 7 9 22	38 GB 40 E.E.
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλίκα) 4-αξόνων (Τύπος 3-S1) <sup>(β)(γ)</sup>	 7 15.5 10	32.5 GB
Ρυμουλκό με ημι- ρυμουλκούμενο (νταλίκα) 5-αξόνων (Τύπος 3-S2) <sup>(β)(γ)</sup>	 6 16 16	38 GB 36.5 USA 42 E.E

<sup>(α)</sup> Ενδεικτικό μέγιστο μικτό βάρος, εξαρτάται από τους κανονισμούς της κάθε χώρας

<sup>(β)</sup> Εντός παρενθέσεως δηλώνεται ο τύπος του οχήματος συναρτήσει του αριθμού των αξόνων που έχει. Το γράμμα "S" δηλώνει την ύπαρξη ημιρυμουλκούμενου (semitrailer)

<sup>(γ)</sup> Το συνολικό βάρος και η κατανομή αυτού εξαρτάται από την απόσταση μεταξύ των αξόνων και από το εάν ο άξονας ή το σύστημα των αξόνων έχει κινητήριο δύναμη

### Η δυναμική/κινηματική του οχήματος

Ο δρόμος υπηρετεί την οδήγηση

Για να σχεδιάζουμε ορθά έναν δρόμο, θα πρέπει να θυμηθούμε λίγο τη φυσική της κίνησης των οχημάτων μας.

Έστω ένα μικρό ΙΧ 1000 κιλών. Υποθέτουμε ότι σε κάθε περιτύπωμα ελαστικού μεταφέρεται κατακόρυφη δύναμη στο οδόστρωμα  $1000/4 = 250$  κιλών.

Οι οριζόντιες δυνάμεις στα περιτυπώματα των τροχών είναι αυτές που κυβερνούν την κίνηση του οχήματος.

Οι οριζόντιες δυνάμεις είναι οι τριβές (πρόσφυση).

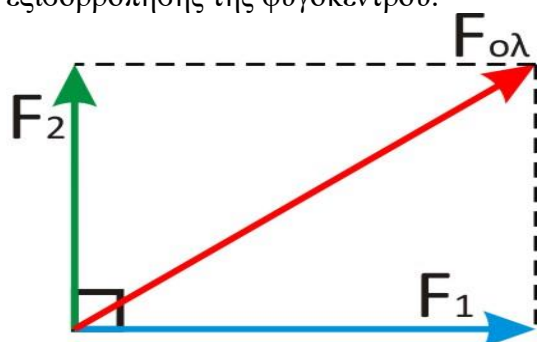
Οι οριζόντιες δυνάμεις επιταχύνουν, επιβραδύνουν το όχημά μας (κατεύθυνση κίνησης) και αντισταθμίζουν τη φυγόκεντρο στις στροφές (κατεύθυνση εγκάρσια της κίνησης).

Έστω συντελεστής τριβής 0,3 (παράμετροι εξάρτησης: ελαστικό, οδόστρωμα, νερό ταχύτητα). Όρια διακύμανσης

Οι μέγιστες οριζόντιες δυνάμεις σε κάθε περιτύπωμα είναι  $0,3 \times 250 = 75$  κιλά.

Έχουμε στη διάθεσή μας  $2 \times 75 = 150$  κιλά για γκάζια, και  $4 \times 75 = 300$  κιλά για φρένα και για εξισορρόπηση φυγόκεντρο.

Εάν φρενάrouμε στις στροφές αφαιρούμαι από τη διαθέσιμη οριζόντια δύναμη εξισορρόπησης της φυγοκέντρο.

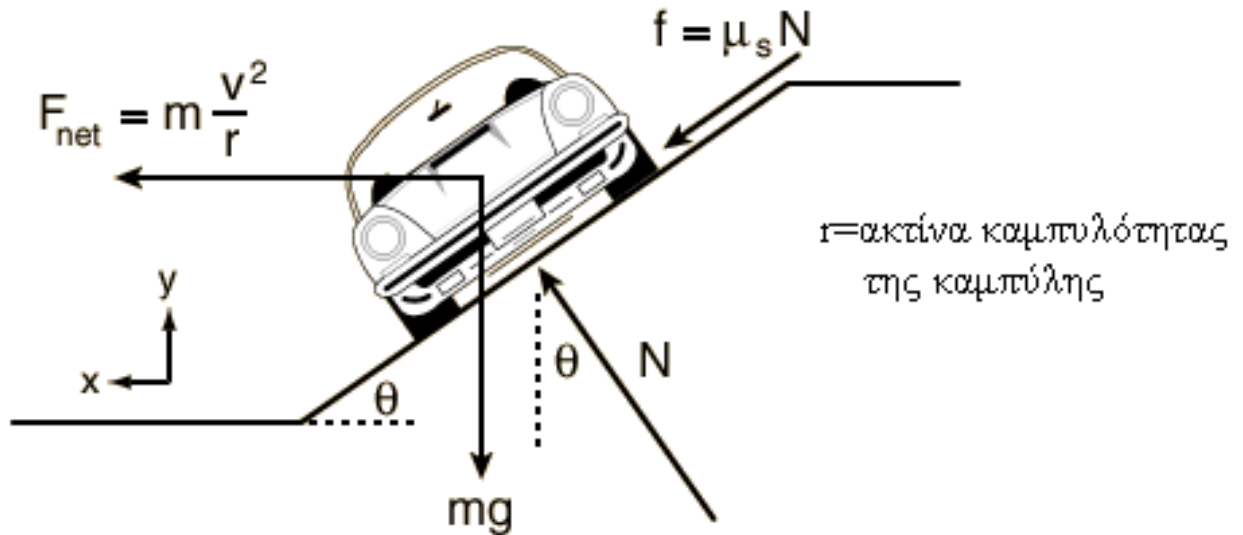


Οριζόντιο επίπεδο (κατεύθυνση κίνησης οχήματος: η της  $F_1$ ).

Αν η  $F_2$  αναλώνεται για εξισορρόπηση της φυγόκεντρο, έχουμε διαθέσιμη την  $F_1$  για φρενάρισμα. Αν η  $F_{ολ}$  είναι 300 κιλά η  $F_1$  είναι μικρότερη. Στην πραγματικότητα η  $F_1$  του φρεναρίσματος θα κυριαρχήσει (λόγω της πειβράδυνσης της κύλισης κι όχι της ολίσθησης), η διαθέσιμη  $F_2$  θα ελαττωθεί και το όχημα θα πλαγιολισθήσει και θα εκτραπεί της στροφής.

Όλη η ιστορία είναι ο συντελεστής τριβής. Συμβολίζεται είτε με  $\mu$  είτε με  $f$ .

Επίσης ο  $\mu = 0,3$  δεν είναι ακριβώς ο ίδιος στις 2 αυτές κάθετες διευθύνσεις.



Εξισώσεις δυνάμεων σε μέγιστη ταχύτητα  $v$ , στο κατώφλι της ολίσθησης

$$\Sigma F_x = m \frac{v^2}{r} = N \sin \theta + \mu_s N \cos \theta$$

$$\Sigma F_y = 0 = N \cos \theta - \mu_s N \sin \theta - mg$$

Η επίλυση αυτού του ζεύγους εξισώσεων ως προς τη μέγιστη ταχύτητα  $v$  δίνει:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{rg(\sin \theta + \mu_s \cos \theta)}{\cos \theta - \mu_s \sin \theta}}$$

Οι οριακές περιπτώσεις είναι:

$$v_{\max} = \sqrt{rg \tan \theta}$$

Περίπτωση  
χωρίς τριβή

$$v_{\max} = \sqrt{rg \mu_s}$$

Περίπτωση  
επίπεδης οδού

Στην επίπεδη οδό (χωρίς επίκλιση) έχουμε για τυπικό συντελεστή τριβής 0,3:

$v_{\max} = 1,7\sqrt{r}$ . Για μια ακτίνα  $\pi\chi$  100 μέτρων προκύπτει μέγιστη ταχύτητα ώστε να μην ολισθήσει το όχημα εξαιτίας της φυγοκέντρου:  $1,7\sqrt{100} = 17 \text{ m/sec}$ .

Επειδή είμαστε εξοικειωμένοι με ταχύτητες εκφραζόμενες ως km/h θα πρέπει να εισάγουμε τη μετατροπή  $1 \text{ km/h} = 1000 \text{ m} / 3600 \text{ sec} = 1/3,6 \text{ m/sec}$ , ή αλλιώς  $1 \text{ m/sec} = 3,6 \text{ km/h}$ .

Συνεπώς σε μια ακτίνα 100 μέτρων και με τριβή 0,3 μπορεί να αναπτυχθεί μέγιστη ταχύτητα  $17 \times 3,6 = 61,2 \text{ km/h}$ . Για μεγαλύτερες ταχύτητες αρχίζει να πλαγιαλισθαίνει το όχημα και αν βγει από το οδόστρωμα εκτρέπεται.

Για τις πραγματικές τιμές των επικλίσεων (έως 8%) μπορούμε να κάνουμε την απλοποιητική προσέγγιση του τύπου με τη μορφή:  $V_{max} = \sqrt{rg(\mu+q)}$ , όπου  $q$  πλέον είναι ο δόκιμος συμβολισμός για την επίκλιση.

Τώρα και για έκφραση σε m/sec έχουμε:  $V_{max} = \sqrt{r9,81(0,3+0,08)}=1,93\sqrt{r}$  και για ακτίνα 100m και σε km/h:  $V_{max} = 1,93 \times 3,6 \times 100 = 69,5 \text{ km/h}$ . Μια σχετικά μικρή αύξηση της ταχύτητας/ασφάλειας.

Επιλύοντας ως προς  $r$  και συνυπολογίζοντας τη μετατροπή των m/sec σε km/h έχουμε:

$$R = V^2 / (127(\mu+q)).$$

Αυτός είναι ο βασικός τύπος στον οποίο βασίζονται οι ελάχιστες καμπύλες οριζοντιογραφίες, ανάλογα με την ταχύτητα μελέτης μιας οδού. (Πίνακας ΟΜΟΕ-Χ) Στην πραγματικότητα η επίκλιση φθάνει ως 8-10%.

Γιατί;

Πού υπάρχει τόση επίκλιση που να αντισταθμίζει την επίκλιση;

Η ταχύτητα  $V_{επ}$  εξαρτάται από  $V_{85}$  και  $V_e$



Πρόκειται για την P32 του ΚΟΚ.

Παλιότερα ήταν η ταχύτητα μελέτης (υπερσυντηρητισμός).

Η σύγχρονη τάση είναι η πινακίδα P32 να την ακολουθεί, δηλαδή:  $V_{85} = V_{επ}$ .

Η ταχύτητα  $V_{85}$  πρέπει να διατηρεί, όσο το δυνατόν, σταθερές τιμές κατά μήκος μιας οδού. Αυτό εξασφαλίζεται με τη σωστή σχέση ανάμεσα στις διαδοχικές ακτίνες καμπύλης. Πρέπει να επιδιώκεται, όσο τούτο είναι δυνατό, η ομοιομορφία των στοιχείων μελέτης. Αυτό ισχύει ακόμη και για τις αστικές οδούς.

Στην περίπτωση, όπου οι ταχύτητες  $V_{85}$  διαδοχικών τμημάτων της οδού διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 10 km/h, πρέπει να εξετάζεται εάν μπορεί να:

- γίνει προσαρμογή των δύο ταχυτήτων μεταξύ τους,
- επιτευχθεί σταδιακή μετάβαση από το ένα επίπεδο ταχυτήτων στο άλλο, μέσω ενός πρόσθετου ενδιάμεσου τμήματος.



Στην ανακατασκευή υφισταμένων οδών, πρέπει να δοθεί προσοχή στα συνδεδεμένα τμήματα της οδού.

### **Σχέση μεταξύ της ταχύτητας μελέτης $V_e$ και της ταχύτητας $V_{85}$**

Η τιμή της ταχύτητας  $V_{85}$  δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει την ταχύτητα μελέτης  $V_e$  περισσότερο από 20 km/h. Σε περίπτωση που  $(V_{85}-V_e)>20$  km/h, τότε πρέπει:

- ή να αυξηθεί η ταχύτητα μελέτης  $V_e$  του τμήματος της οδού,
- ή να μειωθεί η ταχύτητα  $V_{85}$  λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα.

**Μία άλλη παράμετρος δυναμικής κίνησης των οχημάτων έχει να κάνει με τις αντιστάσεις.**

Κινούμενο όχημα, που δεν μεταβάλλει την ταχύτητά του, θα πρέπει να υπερνικήσει τις αντιστάσεις: κύλισης, εσωτερικών τριβών και αντίστασης του αέρα. Πρέπει, επίσης να υπερνικήσει τυχόν ανηφόρες.

Η αντίσταση κύλισης είναι στο 1% του βάρους του οχήματος για σωστά φουσκωμένα ελαστικά. Είναι, δηλαδή, δύναμη 10 κιλών που αντιτίθεται στην κίνηση του μικρού οχήματός μας, ήτοι 2,5 κιλά οριζόντια δύναμη σε κάθε περιτύπωμα ελαστικού. Αν το ελαστικό έχει λίγο μικρότερη πίεση της συνιστώμενης (πχ 27psi αντί για 32) η αντίσταση κύλισης διπλασιάζεται. Είναι συνεπώς ζήτημα οικονομίας τα ορθά φουσκωμένα ελαστικά.

Οι αντιστάσεις κίνησης της μηχανής και των περιστρεφόμενων μερών δεν υπερβαίνουν συνήθως ένα ισοδύναμο των 10 κιλών.

Σε περίπτωση ανηφόρας και επειδή πρόκειται συνήθως για μικρές τιμές της τάξης έως του 8%, μπορεί κατά προσέγγιση να θεωρηθεί ότι η αντίσταση κίνησης ισούται με την κλίση της ανηφόρας επί το βάρος.

Δηλαδή, για την εν λόγω ανηφόρα έχουμε μια πρόσθετη αντίσταση ίση με  $0,08 \times 1000 = 80$  κιλά.

Σύνολο, μέχρι στιγμής, για το όχημά μας που ανεβαίνει μια ανηφόρα 8% και με ορθά φουσκωμένα ελαστικά: 100 κιλά.

Η αντίσταση του αέρα προκύπτει από το γινόμενο:  $0,5csV^2$ ,

Όπου  $c$  είναι η αντίσταση αέρα (συντελεστής οπισθέλκουσας), που για ένα σύγχρονο αεροδυναμικό όχημα έχει τιμή κοντά στο 0,33,  $s$  είναι η μετωπική επιφάνεια, που για το μικρό μας ΙΧ είναι περίπου 2 τετραγωνικά μέτρα και  $V$  η ταχύτητα.

Έτσι αν κινούμαστε με 30 m/sec ( $30 \times 3,6 = 108$  km/h), έχουμε:

$$0,5 \times 0,33 \times 2 \times 30^2 = 297 \text{ Nt} = /9,81 = 30 \text{ κιλά.}$$

Εντυπωσιακή είναι η εξάρτηση από το τετράγωνο της ταχύτητας. Η αντίσταση του αέρα είναι 6 κιλά για 50km/h και ανεβαίνει στα 43 κιλά για 130km/h.

Βλέπουμε ότι ένα προσθιοκίνητο όχημα, αδυνατεί να ανέβει σε ανηφόρα μεγαλύτερη το 12-13%.

Γιατί; Τι κάνουμε; (χαμηλότερες ταχύτητες, οπισθοπορεία)

### Ορατότητες και φρενάρισμα

Επαρκής ορατότητα για ασφαλές φρενάρισμα είναι εκ των ων ουκ άνευ σε κάθε σημείο της οδού.

Όταν, μάλιστα, 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:

$$S_h = S_1 + S_2$$

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

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

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%

$t_r$  [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  $S_h$

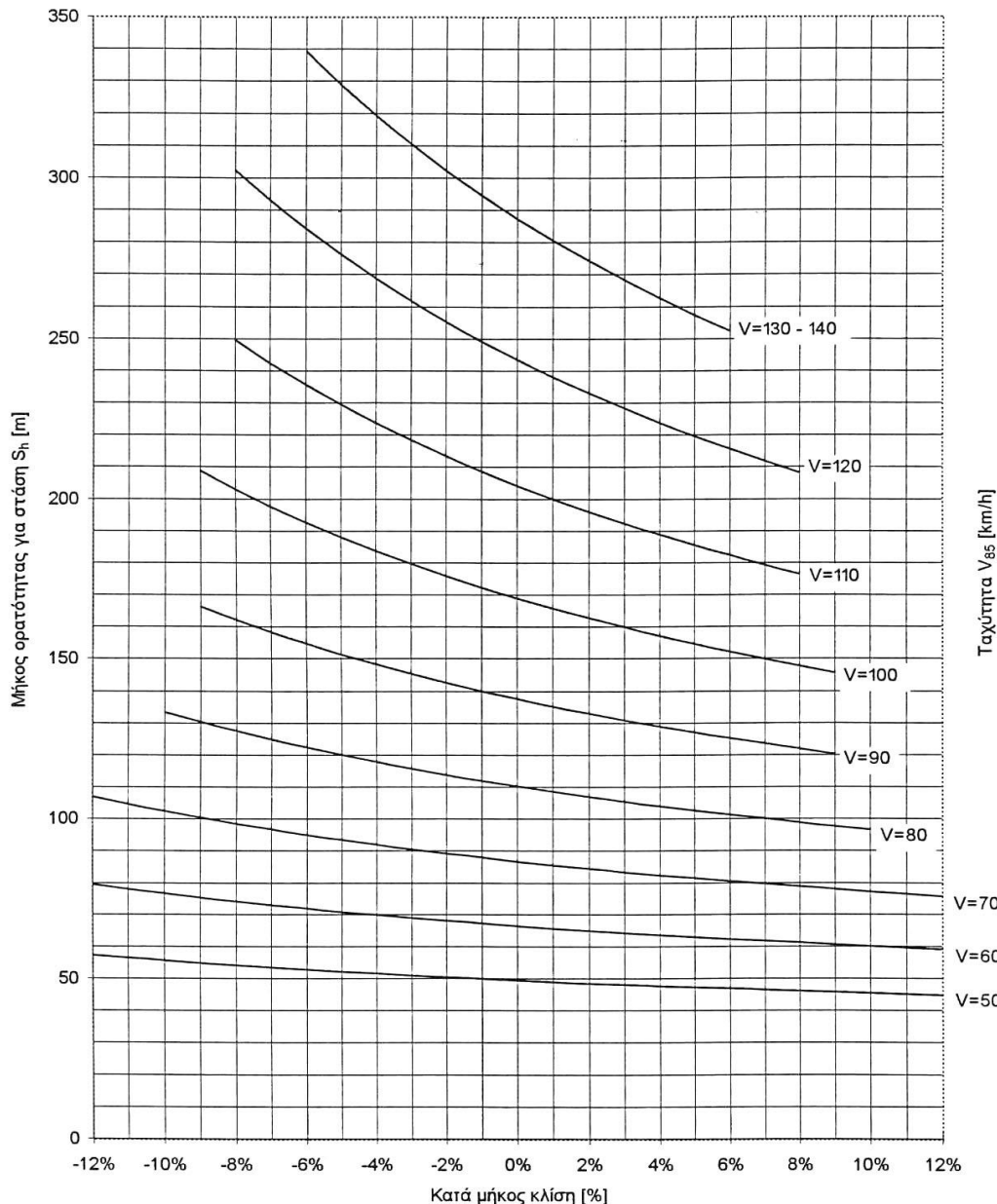
$V_{85}$	[km/h]	50	60	70	80	90	100	110	120	130
$d$	[m/s <sup>2</sup> ]	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0

Ένας απλοποιημένος τύπος για την απόσταση φρεναρίσματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί (προσεγγιστικά) είναι ο :  $S = V^2/100 + V/2$

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', ~0,1 sec 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).

Με την ευκαιρία ανάπτυξης των χρόνων αντίδρασης αναφέρεται εμβόλιμα και ένα ζήτημα μέγιστης σημασίας από τη σκοπιά της οδικής ασφάλειας. Πρόκειται για την επιρροή της αλκοόλης. Η κατανάλωση αλκοόλ επηρεάζει την δυσμενώς την οπτική οξύτητα, το οπτικό πεδίο, την ευθυκρισία και τον χρόνο αντίδρασης. Πειράματα έχουν καταδείξει, πέραν πάσης αμφιβολίας, ότι με την κατανάλωση αλκοόλης αυξάνει ο χρόνος αντίδρασης. Το μεγάλο πρόβλημα είναι ότι ενώ αυτή είναι η πραγματικότητα, ο έχων πιεί δεν το αντιλαμβάνεται ότι αυτό του έχει συμβεί, ή για την ακρίβεια αντιλαμβάνεται ακριβώς το αντίθετο, ότι δηλαδή έχει μεγαλύτερη εγρήγορση. Θέλοντας παράλληλα, ίσως να δείξει ότι 'δεν τον πιάνει το ποτό' (υποτίθεται αναπόσπαστο χαρακτηριστικό έμπειρων οδηγών και αντρών) δεν μετριάζει τις ταχύτητες οδήγησης, αλλά, απεναντίας, ίσως και για λόγους επίδειξης να οδηγεί ταχύτερα. Προκύπτει, συνεπώς ένα εκρηκτικό, από άποψης επικινδυνότητας μίγμα, ένας οδηγός με μειωμένη οπτική οξύτητα και ευθυκρισία και με αυξημένους χρόνους αντίδρασης να οδηγεί γρηγορότερα. Ο λόγος ακριβώς αντιμετώπισης αυτού του εκρηκτικού μίγματος είναι αυτός που οδήγησε στην αυστηροποίηση των ορίων αλκοόλης στο αίμα των οδηγών, που είναι πλέον μηδενικά για τους επαγγελματίες οδηγούς και τα αναλογούνται περίπου σε μια μερίδα αλκοόλης (μία τυπική μπύρα 330ml σε μη-επαγγελματίες).



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

### 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,

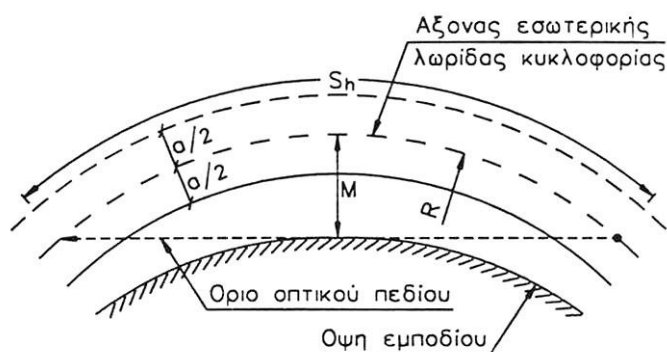
σύμφωνα με διάγραμμα ορατότητας που πρέπει να σχεδιάζεται ειδικά γι' αυτές τις περιπτώσεις.

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:

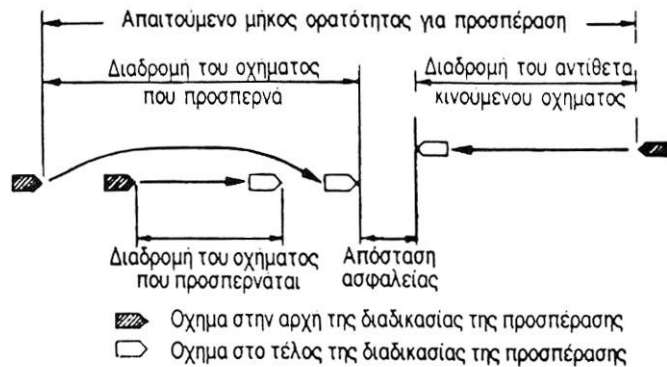
- $S_h$  [m]: Το μήκος ορατότητας στάσης μετρούμενο επί της καμπύλης στον άξονα που χαράζεται στο μέσο της λωρίδας κυκλοφορίας
- $R$  [m]: Η ακτίνα της καμπύλης του άξονα της λωρίδας κυκλοφορίας
- $M$  [m]: Το πλάτος του ελεύθερου χώρου μετρούμενο από το μέσο της εξεταζόμενης λωρίδας κυκλοφορίας
- $L$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

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  $S_o$  σε οδούς**

$V_{85}$ [km/h]	$S_o$ [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  $V_e=70$ km/h;

Λύση

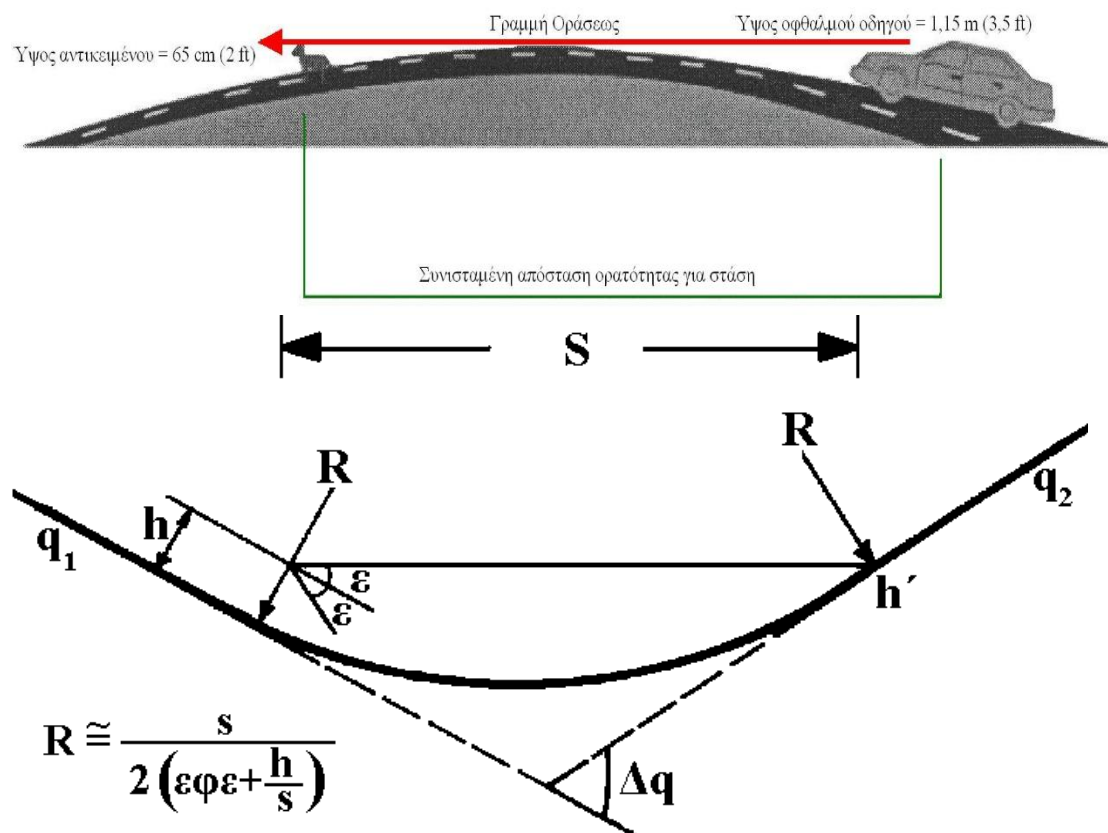
Η άσκηση δεν δίνει στοιχεία για τη  $V_{85}$ . Θα συνεχίσω για τη δυσμενέστερη, αλλά αποδεκτή περίπτωση,  $V_{85}=V_e+20=70+20=90$ km/h.

Από την Πίνακα έχουμε  $s_o=575$ m.

Άρα και στις δύο ευθυγραμμίες του χιλιόμετρου 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  $500\text{m}$ . 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.

### Η ορατότητα στη μηκοτομή...



Η δυναμική των **συγκρούσεων** έχει, επίσης, ενδιαφέρον

Το μικρό μας όχημα κινούμενο με  $30\text{m/sec}$  έχει ορμή  $WV$  βάρους επί ταχύτητα.

Συγκρούμενο με σταθερό εμπόδιο, η ταχύτητά του μηδενίζεται εντός  $dt$ . Αναπτύσσονται τεράστιες επιβραδύνσεις. Πρακτικά η κρούση είναι μια τεράστια επιβράδυνση. Ο άνθρωπος ζει υπό το  $g$ .  $g$  συνεπάγεται πτώση και καταστροφή. Εξασκημένοι οδηγοί παραμένουν ανεπηρέαστοι σε λίγα  $g$ , πιλότοι και αστροναύτες ως  $10g$ . Μετά τα  $20g$  το ανθρώπινο σώμα δεν αντέχει και προκύπτουν τραυματισμοί.

Αν στην προηγούμενη σύγκρουση ο μηδενισμός της ταχύτητας γίνει σε μήκος  $1$  μέτρο (λόγω της παραμόρφωσης του οχήματος και της

συγκράτησής μας από τη ζώνη και την παραμόρφωση της ζώνης, τότε η σύγκρουση διαρκεί:  $t=2s/\Delta V$ , όπου  $s$  αυτό το μέτρο παραμόρφωσης και  $\Delta V$  η μεταβολή της ταχύτητας από τα 30m/sec (108km/h) μέχρι μηδενισμού της:  $t = 2 \times 1/30 = 1/15$  sec.

Η σύγκρουση διαρκεί 1/15 το δευτερόλεπτο.

Η επιβράδυνση που μας ασκείται είναι  $\Delta V/t = 30/(1/15) = 450\text{m/sec}^2 = 45g$ . Τέτοια επιβράδυνση δεν αντέχει το ανθρώπινο σώμα.

Εάν δεν είμαστε δεμένοι με τη ζώνη, τότε με τη σύγκρουση του οχήματος με το σταθερό εμπόδιο το σώμα συνεχίζει να κινείται ανεμπόδιστα και δεν ενδιαφέρει το 1 μέτρο παραμόρφωσης και επιβράδυνσης του οχήματος. Ενδιαφέρει μόνο το μήκος στο οποίο θα συμβεί η επιβράδυνση του σώματός μας, το οποίο, για σύγκρουση πχ με το τιμόνι είναι της τάξης των 10 εκατοστών. Αναπτύσσονται, συνεπώς 10πλάσιες επιβραδύνσεις (450g) με αποτέλεσμα τον βέβαιο θάνατο.

Ακόμα δυσμενέστερη (της σύγκρουσης με σταθερό εμπόδιο) είναι η περίπτωση σύγκρουσης με αντίθετα κινούμενο όχημα μεγαλύτερης μάζας.

Αν συγκρουστούμε με φορτηγό μάζας 20 τόνων ερχόμενο προς τα εμάς με 20m/sec (76km/h), τότε από τους τύπους της κρούσης προκύπτει μια μάζα 21 τόνων (άθροισμα) που θα κινείται αντίθετα με την κίνηση του ΙΧ μας με:  $(20 \times 20 - 30)/21 = 17,6\text{m/sec}$ .

Δηλαδή η  $\Delta V$  μας θα είναι πλέον  $30 + 17,6 = 47,6\text{m/sec}$ , τα στοιχεία, δηλαδή, της κρούσης είναι δυσμενέστερα για εμάς.