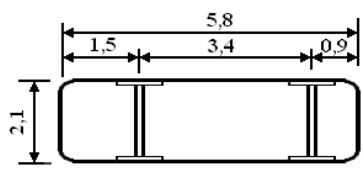
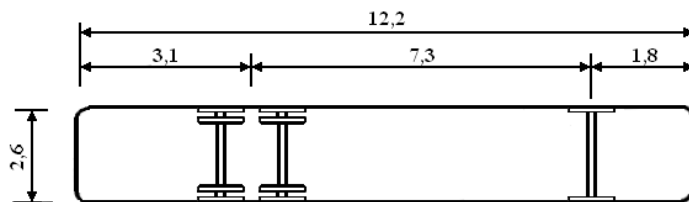


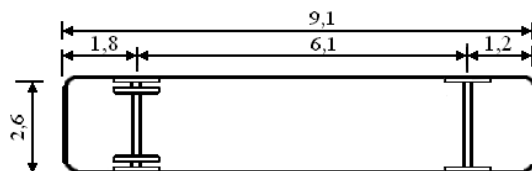
ΤΟ ΟΧΗΜΑ



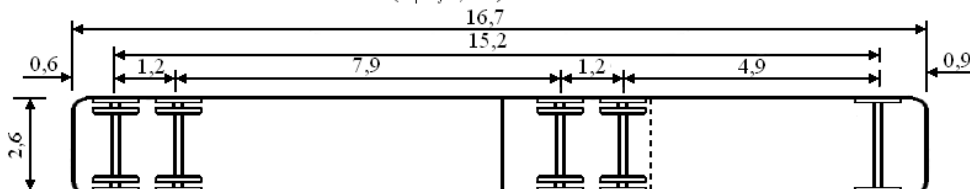
Όχημα σχεδιασμού P
(ύψος 1,3 m)



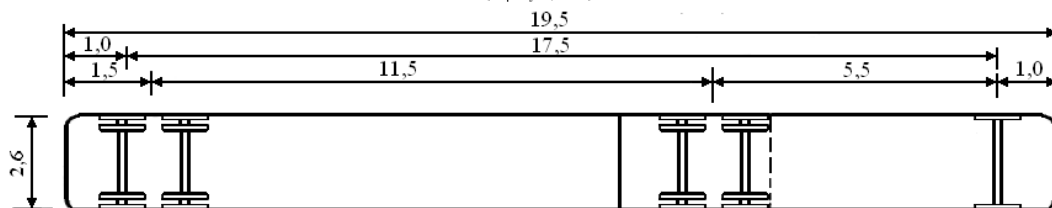
Όχημα σχεδιασμού B-12R
(ύψος 4,1 m)



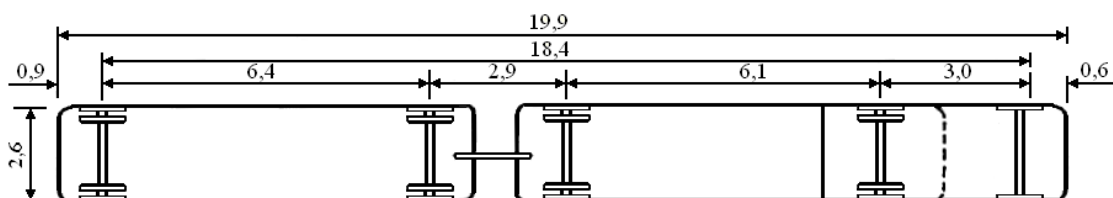
Όχημα σχεδιασμού SU-9
(ύψος 4,1 m)



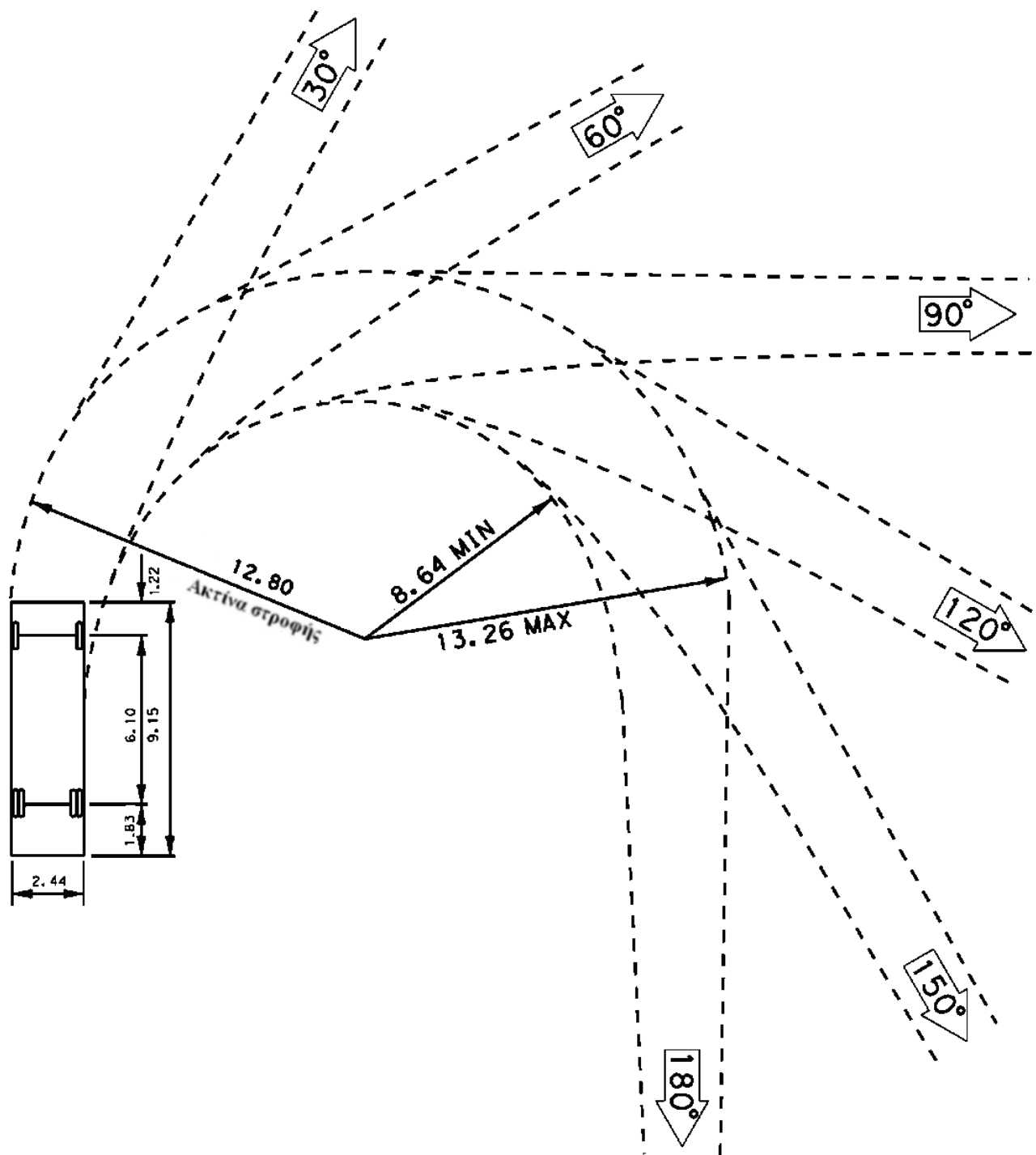
Όχημα σχεδιασμού WB-15
(ύψος 4,1 m)

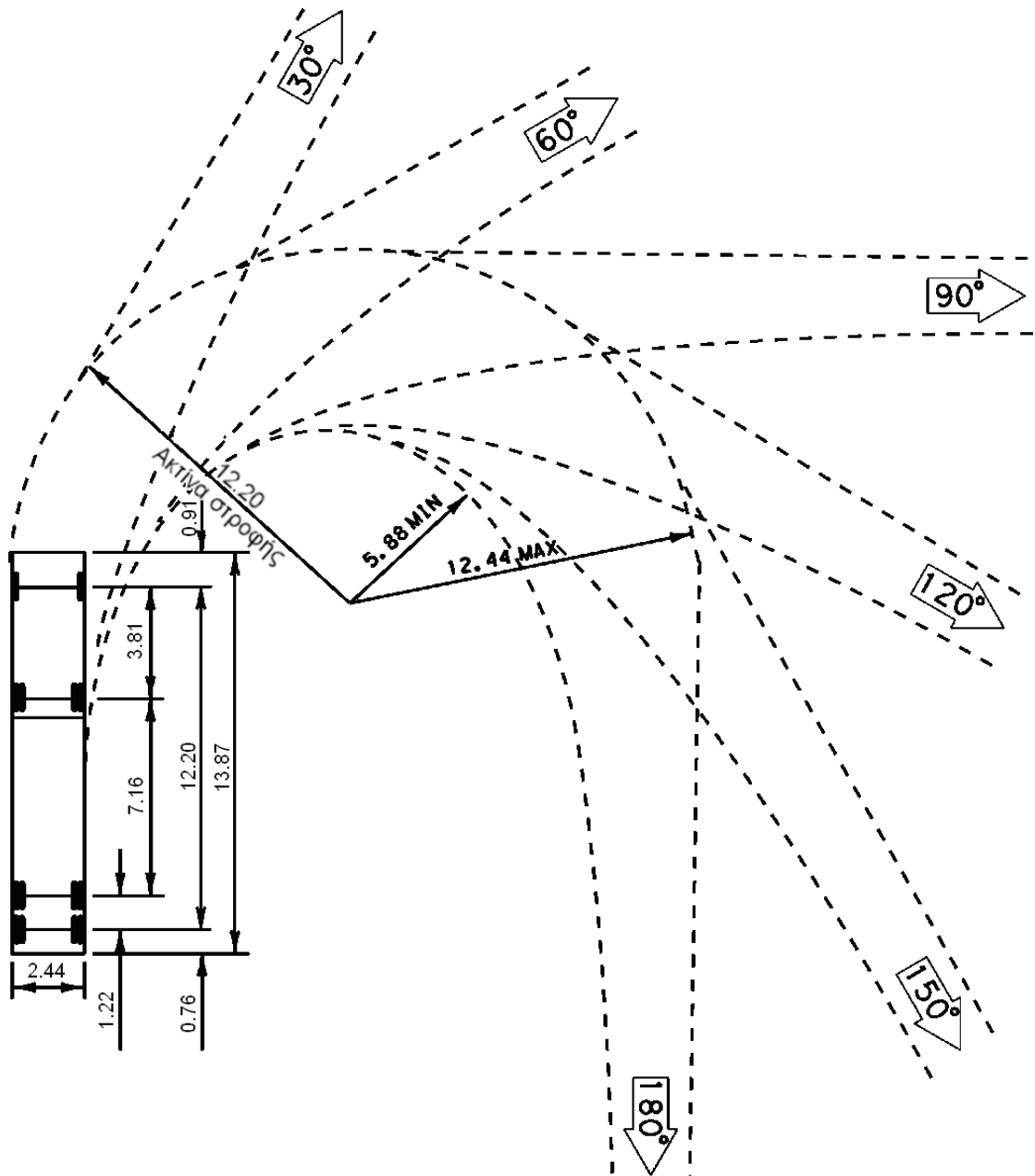


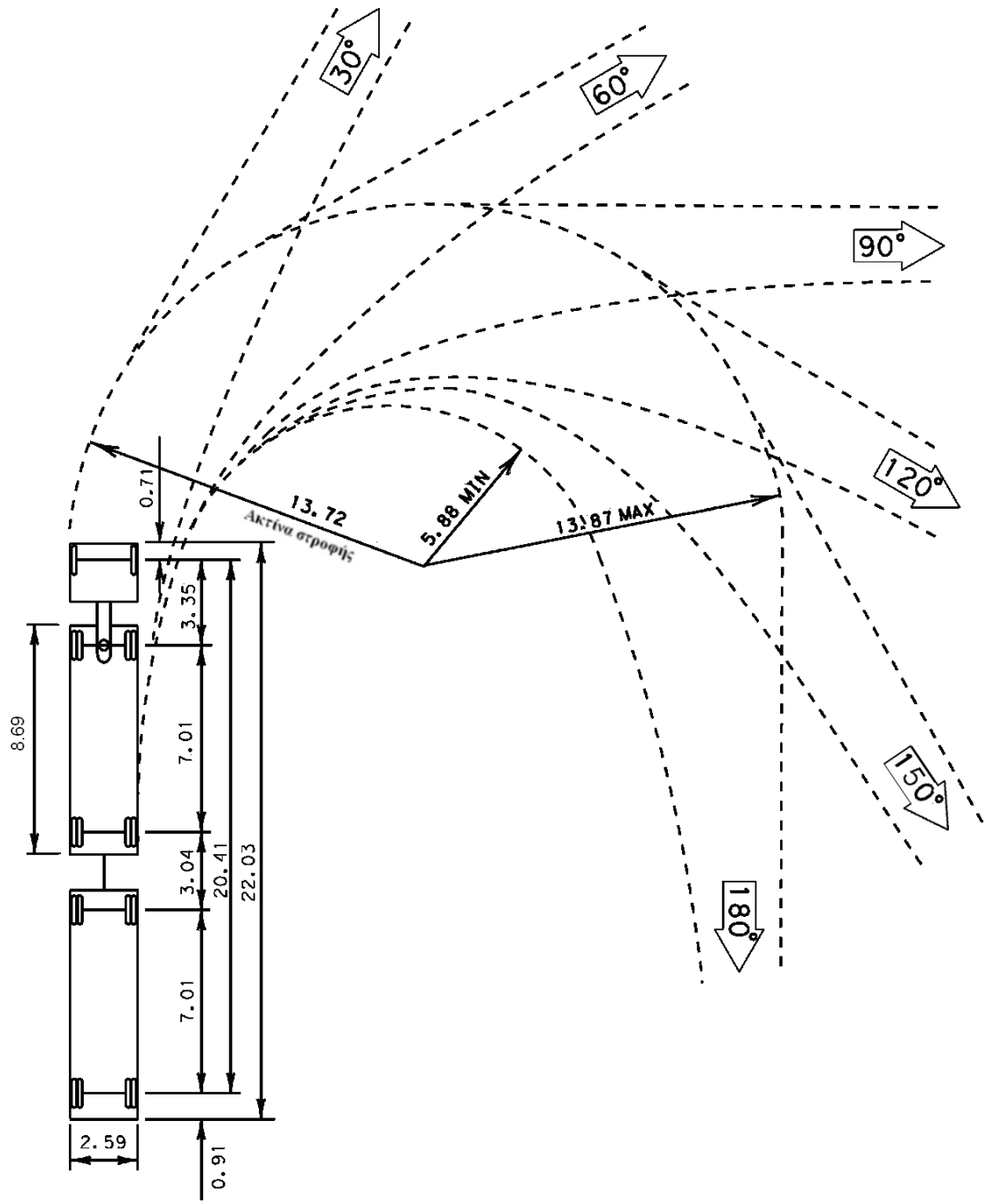
Όχημα σχεδιασμού WB-17
(ύψος 4,1 m)





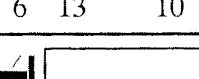
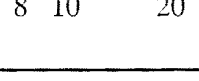
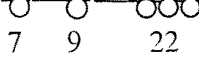
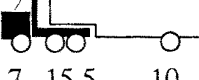


Όχημα σχεδιασμού WB-18
(ύψος 4,1 m)







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

^(α) Ενδεικτικό μέγιστο μικτό βάρος, εξαρτάται από τους κανονισμούς της κάθε χώρας

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

^(γ) 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 είναι αυτές που κυβερνούν την κίνηση του οχήματος.

Οι οριζόντιες δυνάμεις είναι οι τριβές (πρόσφυση).

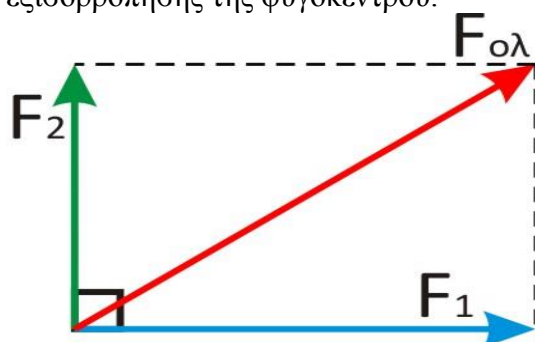
Οι οριζόντιες δυνάμεις επιταχύνουν, επιβραδύνουν το όχημά μας (κατεύθυνση κίνησης) και αντισταθμίζουν τη φυγόκεντρο στις στροφές (κατεύθυνση εγκάρσια της κίνησης).

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

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.

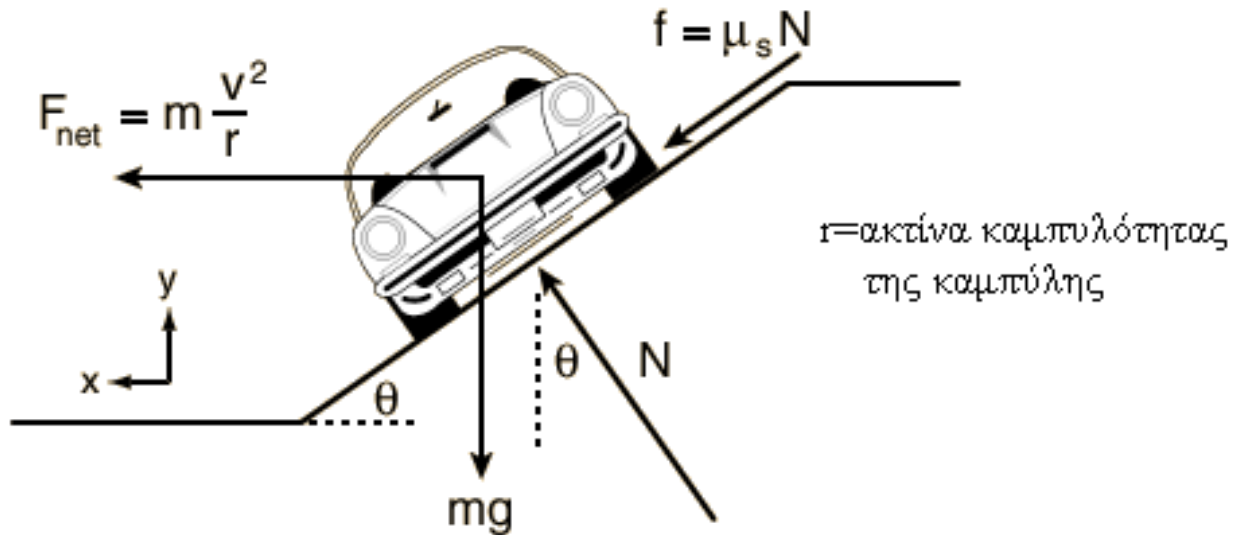


Οριζόντιο επίπεδο (κατεύθυνση κίνησης οχήματος: η της F_1).

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 μ 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 πλαγιολισθαίνει 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: $V_{max} = 1,93X3,6X100 = 69,5\text{km/h}$. 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)

Τύπος Οδού	ΤΑΧΥΤΗΤ Α ΜΕΛΕΤΗΣ	ΣΕ Οριζοντι- ογραφία	ΣΕ μηκοτομή			ΜΕΓΙΣΤ Η ΚΛΙΣΗ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜ Η	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΟΡΑΤΟΤΗΤΑ Σ
		min R ΚΑΜΠΥΛΗ Σ	min R ΚΥΡΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗ Σ	min R ΚΟΙΛΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗ Σ	ΜΕΓΙΣΤ Η ΚΛΙΣΗ		
	(KM/H)	(M)	(M)	(M)	(%)	(%)	(M)
A	120	500	16.000	8.000	4	6	200
B	100	350	9.000	5.000	5	6	150
Γ	80	200	5.000	4.000	6	6	110
Δ	65	140	2.500	2.500	7	8	80
E	50	75	1.500	2.000	8	8	60
Z	40	50	1.000	1.200	9	8	50
H	30	30	500	700	10	8	40

Στην πραγματικότητα η επίκλιση φθάνει ως 8-10%.

Γιατί;

Πού υπάρχει τόση επίκλιση που να αντισταθμίζει την επίκλιση;

5.2 Καθοριστικές ταχύτητες

Βασική επιδίωξη στη μελέτη μιας οδού είναι η επίτευξη υψηλών μέσων ταχυτήτων διαδρομής για μεγάλες αποστάσεις και για όλα τα οχήματα που

πρόκειται να κυκλοφορήσουν στην οδό. Βέβαια, από τις υψηλές ταχύτητες δημιουργούνται ορισμένα προβλήματα, κυριότερα από τα οποία είναι:

- Η αύξηση των δαπανών κατασκευής και συντήρησης της οδού.
- Η αύξηση των δαπανών κίνησης των οχημάτων.
- Η αύξηση των απαιτήσεων που επιβάλλονται στον οδηγό.
- Η αύξηση των απαιτούμενων μηκών ορατότητας.
- Η αύξηση της σοβαρότητας των ατυχημάτων.

Επειδή η ταχύτητα επηρεάζει αποφασιστικά τα χαρακτηριστικά της οδού, πρέπει να επιλέγεται μια οικονομική ταχύτητα, η οποία θα επιτρέπει τη μεγαλύτερη δυνατή οικονομία με τη μικρότερη σχετική δαπάνη. Το μέγεθος της ταχύτητας καθορίζει τη διάρκεια μιας διαδρομής, είναι δηλαδή καθοριστικό στοιχείο στην αξιολόγηση των δυνατοτήτων μιας οδού. Υπάρχουν πολλών ειδών ταχύτητες, από τις οποίες αναφέρονται οι εξής:

- **Ταχύτητα μελέτης** ονομάζεται η μέγιστη ταχύτητα που μπορούν να αναπτύξουν με ασφάλεια και άνεση όλα τα οχήματα στο οδικό τμήμα που μελετάται, όταν η ασφάλεια και η άνεση εξαρτώνται μόνο από τη γεωμετρία της οδού, δηλαδή όταν τα οχήματα δεν παρενοχλούνται ή δεσμεύονται από τα άλλα οχήματα που χρησιμοποιούν την οδό.

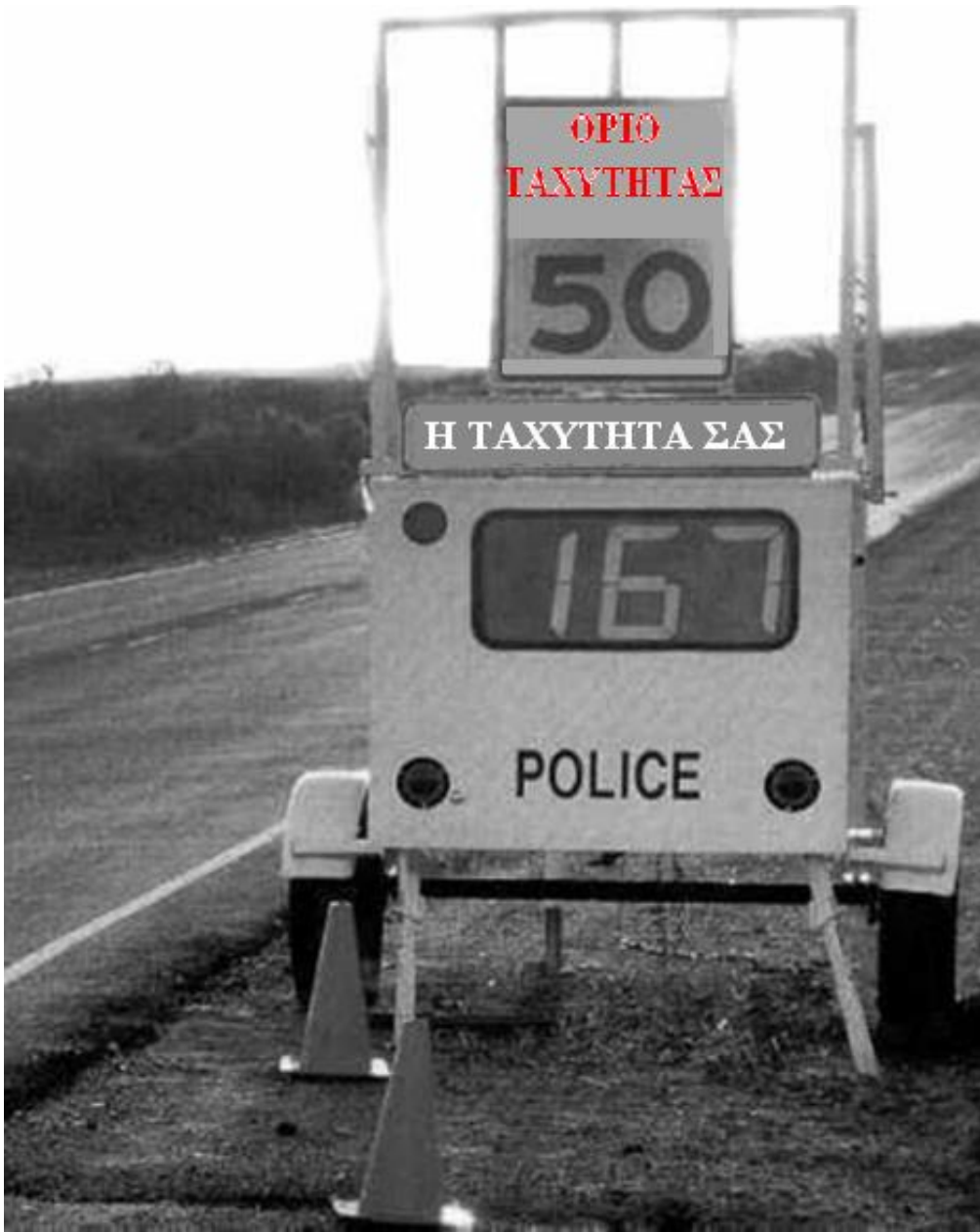
Η ταχύτητα μελέτης, V_e , επιλέγεται με βάση την κατηγορία της οδού, την επιδιωκόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας και τη μορφολογία του εδάφους ή με βάση την πυκνότητα των υποχρεωτικών σημείων. Κατά κανόνα, στις προαστιακές και κύριες αστικές οδούς, αντιστοιχεί στη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα κυκλοφορίας, $V_{επ}$. Σήμερα, χρήση της ταχύτητας μελέτης γίνεται για τον προσδιορισμό:

- των ελάχιστων ακτινών των καμπύλων,
- των μέγιστων κατά μήκος κλίσεων,
- των ελάχιστων ακτινών των κυρτών καμπύλων της μηκοτομής.

Η ταχύτητα μελέτης πρέπει να παραμένει σταθερή σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο μήκος επί της οδού ή σε όσο το δυνατό μεγαλύτερο μήκος συναφών τμημάτων της οδού. Όμως, σε ορισμένα τμήματα της οδού, η ταχύτητα μειώνεται για οικονομικούς λόγους. Στην περίπτωση που απαιτηθεί αλλαγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών της οδού (π.χ. λόγω αλλαγής της τοπογραφίας), επομένως και της ταχύτητας μελέτης V_e , πρέπει η μεταβολή των στοιχείων μελέτης στην περιοχή της συναρμογής να γίνει σταδιακά. Συνήθως, μεγάλη ταχύτητα μελέτης εκλέγεται στα πεδινά εδάφη, σε μη κατοικημένες περιοχές και όταν προβλέπεται μεγάλος κυκλοφοριακός φόρτος, ενώ μικρή ταχύτητα μελέτης εκλέγεται σε ορεινές περιοχές, σε κατοικημένες περιοχές (διήκουσες οδοί) και όταν προβλέπεται μικρός κυκλοφοριακός φόρτος.

Η ταχύτητα μελέτης δεν μετρίεται, ορίζεται και αποτελεί (μαζί με το πλάτος) α=στοιχείο αφετηρίας στη μελέτη χάραξης.

- **Ταχύτητα διαδρομής** ονομάζεται η ταχύτητα που προκύπτει ως ο λόγος του μήκους μιας διαδρομής δια του απαιτούμενου χρόνου, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου των μη ηθελημένων στάσεων.



Εικόνα 5.2 Η ταχύτητα λειτουργίας δεν πρέπει να υπερβαίνει την ταχύτητα μελέτης περισσότερο από 20 km/h

- **Ταχύτητα V_{85}** ονομάζεται η ταχύτητα την οποία δεν υπερβαίνει το 85% των ανεμπόδιστα κινουμένων οχημάτων πάνω σε υγρό οδόστρωμα.

Κύριο και καθοριστικό παράγοντα για τη μελέτη μιας οδού αποτελεί η ταχύτητα V_{85} . Η ταχύτητα V_{85} είναι ένα κινηματικό μέγεθος και, στην περίπτωση των υπεραστικών οδών, αντιστοιχεί στην ταχύτητα, την οποία δεν υπερβαίνουν το 85% των επιβατικών αυτοκινήτων, που κινούνται ανεμπόδιστα πάνω σε καθαρό, υγρό οδόστρωμα. Για τις προαστιακές και

τις κύριες αστικές οδούς, η ταχύτητα V_{85} αντιστοιχεί στη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα, $V_{επ}$. Με αυτήν προσδιορίζονται:

- οι επικλίσεις στις καμπύλες,
- τα απαιτούμενα μήκη ορατότητας, για στάση οχήματος και, επομένως οι ακτίνες των κυρτών καμπύλων της μηκοτομής
- οι ελάχιστες ακτίνες για εφαρμογή της αρνητικής επίκλισης.

Η ταχύτητα V_{85} εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού και υπολογίζεται ως εξής :

α) Για υπεραστικές οδούς με δύο διαχωρισμένα οδοστρώματα:

$$V_{85} = V_e + 10 \text{ km/h} \quad \text{για } V_e \geq 100 \text{ km/h}$$

$$V_{85} = V_e + 20 \text{ km/h} \quad \text{για } V_e < 100 \text{ km/h}$$

β) Για υπεραστικές οδούς με ενιαία οδοστρώματα, η ταχύτητα V_{85} εκτιμάται με βάση την ελικτικότητα της οδού και το πλάτος του οδοστρώματος.

Η **επιτρεπόμενη ταχύτητα** είναι αυτή που επιβάλλεται από το όριο ταχύτητας $V_{επ}$.



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 αντόσταση 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)

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

Το μικρό μας όχημα κινούμενο με 30m/sec έχει ορμή WV βάρος 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 ΔV 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 ΔV μας θα είναι πλέον $30 + 17,6 = 47,6\text{m/sec}$, τα στοιχεία, δηλαδή, της κρούσης είναι δυσμενέστερα για εμάς.