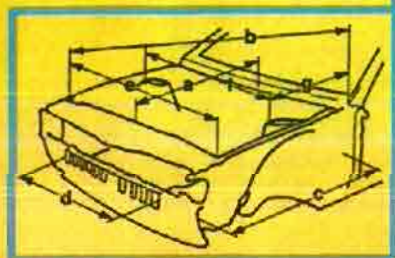
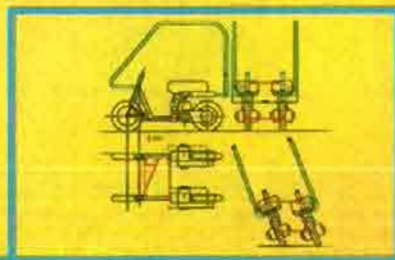
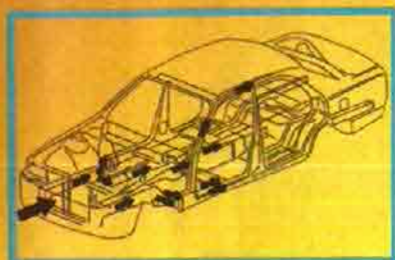


**ΑΤΕΙ ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

# **Αμοξώματα επιβατικών οχημάτων** **Ποθητική σφύλειο**



**Εισηγητής:**

*Μαυροθανάσης Φρειδερίκος*

**Σπουδαστές:**

*Μερμηγκας Λεωνίδας*

*Μπλίκας Γεώργιος*

**Π**  
**Τ**  
**Υ**  
**Χ**  
**Ι**  
**Α**  
**Κ**  
**Η**  
  
**Ε**  
**Ρ**  
**Γ**  
**Α**  
**Σ**  
**Ι**  
**Α**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	3646
----------------------	------

## Περιεχόμενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....</b>	<b>3</b>
1.1 Γενικά– αυτοκίνητο και ασφάλεια.....	3
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....</b>	<b>5</b>
2.1 Παθητική ασφάλεια .....	5
2.2 Ενεργητική ασφάλεια .....	7
2.3 Αερόσακοι οδηγού – συνοδηγού .....	8
2.4 Πλευρικοί αερόσακοι .....	10
2.5 Προεντατήρες ζωνών ασφαλείας.....	12
2.6 S.R.S .....	14
2.6.1 Ένα «πυρ» προστατεύει τη ζωή μας .....	14
2.7 ABS (Antiblock – Brake System).....	17
2.7.1 Η λειτουργία του ABS .....	18
2.7.2 Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του ABS .....	20
2.8 Πως γίνεται η μέτρηση της ολίσθησης των τροχών.....	22
2.9 Σύστημα ελέγχου πρόσφυσης (Traction control).....	24
2.10 Το σύστημα CBC (Cornering Brake Control).....	26
2.11 Ηλεκτρονικά αντιμπλοκαριστικά συστήματα πέδησης και ολίσθησης ABS και ASR.....	27
2.12 Πολιτική εταιριών.....	30
2.13 Μειονεκτήματα – Πλεονεκτήματα .....	32
2.13.1 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα αερόσακων.....	32
2.13.2 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ABS .....	34
2.13.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ζωνών ασφαλείας .....	35
2.14 Προτάσεις .....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΑΜΑΞΩΜΑΤΑ.....</b>	<b>39</b>
3.1 Ιστορική εξέλιξη του αμαξώματος.....	39
3.2 Δομή των αμαξωμάτων.....	45
3.2.1 Τύποι αμαξωμάτων .....	46
3.2.2 Είδη Αμαξωμάτων .....	47
3.2.3 Χαρακτηριστικά των αμαξωμάτων.....	50
3.3 Υλικά κατασκευής .....	52

3.3.1 Χάλυβες .....	52
3.3.2 Αλουμίνιο.....	53
3.3.3 Συνθετικά υλικά, ανθρακονήματα, κεβλαρ (Kevlar).....	55
3.4 Αξιολόγηση υλικών αμαξωμάτων .....	57
3.4.1 Αλουμίνιο – χάλυβας .....	57
3.4.2 Μαγνήσιο –τιτάνιο.....	59
3.4.3 Πολυμερή.....	60
3.5 Είδη διατομών αυτοφερόμενου πλαισίου .....	63
3.5.1 Δυνάμεις που ενεργούν στο αυτοφερόμενο πλαίσιο.....	64
3.6 Σασί πλαίσιο .....	70
3.6.1 Δυνάμεις που ενεργούν στο σασί πλαίσιο .....	70
3.6.2 Είδη διατομών σασί πλαισίου .....	73
3.7 Διατομές αμαξωμάτων .....	74
3.8 Τρόποι υλοποίησης των αμαξωμάτων .....	76
3.9 Τρόποι σύνδεσης στοιχείων αμαξωμάτων .....	79
3.10 Δοκιμές συγκρούσεων (crash test).....	81
3.11 Σενάρια πρόσκρουσης.....	83
3.12.1 Δοκιμή σε κάμψη.....	87
3.13 Αξιολόγηση αμαξωμάτων .....	89
3.13.1 Σασί πλαίσιο .....	89
3.13.2 Αυτοφερόμενο πλαίσιο .....	89
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....</b>	<b>91</b>
4.1 Σχεδίαση αμαξώματος.....	91
4.2 Προστασία κατά τη σύγκρουση .....	92
4.3 Ζώνες παραμόρφωσης.....	93
4.4 Εγκάρσιοι φορείς – ζώνες επιλεκτικής παραμορφώσεις.....	94
4.5 Αεροδυναμικός σχεδιασμός.....	95
4.6 Κατηγοριοποίηση φιλοσοφιών κατά το σχεδιασμό.....	98
4.7 Σπονδυλωτή δομή αμαξωμάτων .....	100
4.7.1 Πλεονεκτήματα – σύγκριση.....	102
4.7.2 Τομείς εφαρμογής.....	106
Βιβλιογραφία .....	107

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

### **1.1 Γενικά– αυτοκίνητο και ασφάλεια**

Οι άνθρωποι που δημιούργησαν το πρώτο αυτοκίνητο είχαν σαν στόχο να αποτελέσει αυτό ένα τρόπο μεταφοράς. Με τη δημιουργία του αυτοκινήτου το πρόβλημα της μεταφοράς αντιμετωπίστηκε, στη συνέχεια όμως οι μηχανικοί είχαν να αντιμετωπίσουν και το πρόβλημα της ασφάλειας των επιβαινόντων.

Από τις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα μέχρι και σήμερα το πρόβλημα της ασφάλειας καλείται κάθε φορά να αντιμετωπιστεί από κάθε μηχανικό που ασχολείται με το σχεδιασμό και την κατασκευή του αυτοκινήτου. Έτσι λοιπόν με την τεχνογνωσία της κάθε εποχής, οι μηχανικοί προσπαθούν να δώσουν μία λύση στο πρόβλημα αυτό μέσα από μελέτες και εργαστηριακές δοκιμές. Το πρόβλημα της ασφάλειας πέρασε μέσα από στάδια και εξελίξεις που συνεχίζονται ακόμα και στις μέρες μας.

Οι αυτοκινητοβιομηχανίες δημιούργησαν τμήματα από μηχανικούς, αφιερωμένα ειδικά στην παθητική ασφάλεια. Άρχισαν λοιπόν να αναπτύσσονται τεχνικές λύσεις πολλές από τις οποίες θεωρούνται μέχρι και σήμερα βασικές στον τομέα της παθητικής ασφάλειας.

Για παράδειγμα οι κλειδαριές ασφαλείας (με κωνικό μάνδαλο), οι ζώνες ελεγχόμενης παραμόρφωσης, το σύστημα διεύθυνσης με σπαστή κολώνα, καθώς και το ειδικά σχεδιασμένο δάπεδο που προστάτευε τους

επιβάτες στην περίπτωση πλευρικών συγκρούσεων χάρης στα ενισχυμένα μαρσπιέ και τις εγκάρσιες δοκούς.

Στην αρχή της δεκαετίας του '50 έχουμε την εμφάνιση του συνδυασμού θαλάμου επιβατών με τη ζώνη ελεγχόμενης παραμόρφωσης στο εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου από άποψη αντοχής και ασφάλειας. Οι δοκιμές αυτές είχαν σαν αποτέλεσμα την απομάκρυνση όλων των επικίνδυνων προεξοχών και την αντικατάστασή τους με μαλακή επένδυση.

Όλα αυτά τα μέτρα δεν ήταν αρκετά για να προφυλάξουν τη ζωή των επιβαινόντων, γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η εφαρμογή μιας ποιο αποτελεσματικής λύσης.

Μέσα από τη μελέτη των ατυχημάτων οι μηχανικοί παρατήρησαν ότι οι επιβαίνοντες δεν παραμένουν στη θέση τους κατά τη σύγκρουση. Γι' αυτό κρίθηκε αναγκαία η εφαρμογή ενός μηχανισμού για τη συγκράτηση των επιβατών. Το πρόβλημα της συγκράτησης αντιμετωπίστηκε με την τοποθέτηση ζωνών ασφαλείας στις θέσεις των επιβατών.

Με τις δοκιμές ελεγχόμενης πρόσκρουσης εξελίχθηκαν και άλλα συστήματα ασφαλείας, όπως η λύση του στιβαρού θαλάμου επιβατών με ζώνες ελεγχόμενης παραμόρφωσης, η χρήση αερόσακων στην καμπίνα του αυτοκινήτου, η χρήση του συστήματος αντιμπλοκαρίσματος των τροχών, καθώς και η επιδίωξη της ακεραιότητας της δεξαμενής καυσίμου μετά τη σύγκρουση.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> – ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

### **2.1 Παθητική ασφάλεια**

Το σύνολο των μερών ενός αμαξώματος τα οποία παραμορφώνονται ελεγχόμενα κατά τη διάρκεια μιας σύγκρουσης με σκοπό την προφύλαξη των επιβατών καλείται «παθητική ασφάλεια».

Μέσα από τη μελέτη των συγκρούσεων, οι μηχανικοί των αυτοκινήτων κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τρεις είναι οι τομείς σχεδιασμού στους οποίους επικεντρώνονται οι προσπάθειες για την αύξηση της παθητικής ασφάλειας.

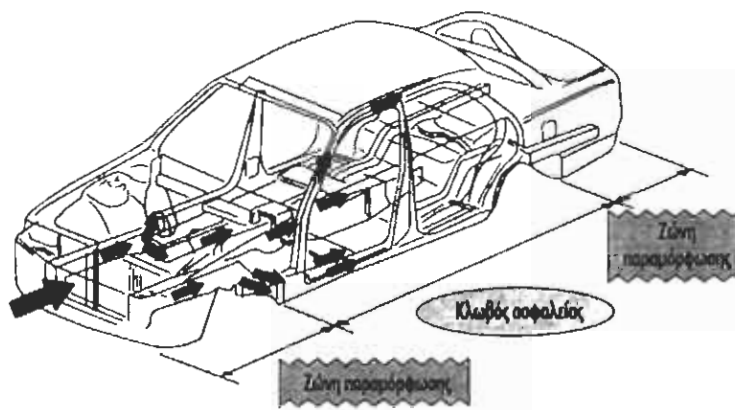
α) Ο σχεδιασμός του αμαξώματος

β) Ο σχεδιασμός συστημάτων που συγκρατούν τους επιβάτες στη θέση τους, ώστε να μην τραυματίζονται από χτυπήματα στο εσωτερικό του αυτοκινήτου και,

γ) Ο σχεδιασμός του εσωτερικού του αυτοκινήτου έτσι ώστε να μην έχει αιχμηρές προεξοχές, για να μειώνονται, όσο είναι δυνατόν, οι συνέπειες της πρόσκρουσης ενός πεζού πάνω στην εξωτερική επιφάνεια του οχήματος.

Σε αυτό, λοιπόν, που δόθηκε μεγάλη σημασία και προτεραιότητα ήταν ότι τα εξαρτήματα (όπως σύστημα διεύθυνσης, τιμόνι-κολώνα κλπ.) να παραμένουν σταθερά στη θέση τους ώστε να μην εισέρχονται στο χώρο των επιβατών, με αποτέλεσμα να προκαλούν τραυματισμούς.

Τελικά το ερώτημα που γεννάται είναι πως και με ποιον τρόπο η ισχύ της σύγκρουσης που αναπτύσσεται στο όχημα μετά το ατύχημα θα απομακρυνθεί από το χώρο των επιβατών (κλωβός ασφάλειας).



*Σχήμα 1. Αμάξωμα κατασκευασμένο με την φιλοσοφία των δύο ζωνών*

Η απάντηση στο παραπάνω ερώτημα δόθηκε από το σχεδιασμό των ζωνών ελεγχόμενης παραμόρφωσης, οι οποίες δημιουργούνται ενισχύοντας το αμάξωμα κατάλληλα.

Στην παθητική ασφάλεια του αυτοκινήτου συμμετέχει και το σύστημα πλευρικής προστασίας. Το σύστημα αυτό αποτελεί μια πρόταση στα αμαξώματα, που προσπαθεί να προστατέψει τους επιβάτες από τις πλευρικές συγκρούσεις. Με το σύστημα αυτό οι δύο μεσαίες κολώνες του αμαξώματος συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσιους δοκούς για μεγαλύτερη δυσκαμψία.



## 2.2 Ενεργητική ασφάλεια

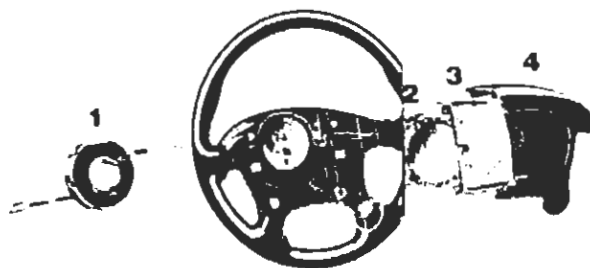
Με τον όρο ενεργητική ασφάλεια ενός αυτοκινήτου εννοούμε το σύνολο των μηχανισμών που ενεργοποιούνται κατά τη στιγμή της σύγκρουσης και θέτουν σε λειτουργία μέτρα ασφαλείας και μηχανισμούς που τείνουν να ομαλοποιήσουν την κίνηση ή τη λειτουργία του οχήματος ή να προστατεύσουν τον επιβάτη χωρίς όμως την παρέμβαση του οδηγού.

Στην ενεργητική ασφάλεια κατατάσσονται:

- α) Οι αερόσακοι
- β) Οι προεντατήρες ζωνών ασφαλείας
- γ) Οι προεκτάσεις καθισμάτων
- δ) Το σύστημα φρένων ABS
- ε) Η ενεργητική ανάρτηση και
- στ) Η αυτόματη προστασία από φωτιά στο χώρο του κινητήρα

## 2.3 Αερόσακοι οδηγού – συνοδηγού

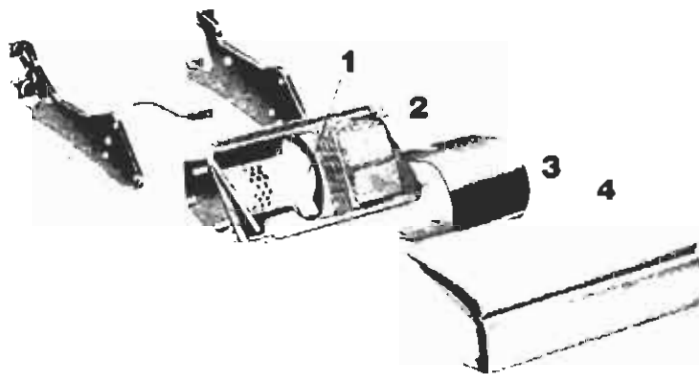
Οι αερόσακοι τοποθετούνται μπρος ή και πλάι από τον οδηγό και τον συνοδηγό. Οι σάκοι αυτοί γεμίζουν με αστραπιαία ταχύτητα από αέριο άζωτο που παράγεται με την τεχνική της εκπυρσοκρότησης μια γεννήτριας αζώτου. Ο αερόσακος του οδηγού αποτελείται από μια μεταλλική βάση στο κέντρο του τιμονιού, ο σάκος είναι υφασμένος σ' ένα κομμάτι χωρίς ραφές με ειδική μέθοδο και βρίσκεται διπλωμένος πάνω από ένα πυροτεχνικό μηχανισμό. Όλα αυτά είναι σφραγισμένα μέσα στο τιμόνι, με ένα πλαστικό κάλυμμα που εσωτερικά έχει προκαθορισμένα σημεία θραύσης ώστε να ανοίγει με συγκεκριμένο τρόπο όταν ξεδιπλώνεται ο αερόσακος.



*Σχήμα 2. Τα εξαρτήματα που απαρτίζουν ένα αερόσακο οδηγού. 1) Εκκινητής – πυροκροτητής, 2) Κάψουλα στερεού προωθητικού αερίου, 3) Διπλωμένος αερόσακος, 4) Καπάκι τιμονιού*

Ανάλογη είναι και η κατασκευή του αερόσακου του συνοδηγού, επειδή όμως ο όγκος είναι μεγαλύτερος υπάρχουν δύο πυροτεχνικοί μηχανισμοί. Βρίσκεται τοποθετημένος στο ταμπλό μπροστά από τον συνοδηγό και καλύπτεται επίσης με πλαστικό κάλυμμα ενσωματωμένο στην επιφάνεια του ταμπλό.

Στον αερόσακο του συνοδηγού ο αντίστοιχος πυροτεχνικός μηχανισμός βρίσκεται κλεισμένος μέσα σε ένα κέλυφος και αποτελείται από τον πυροκροτητή, το προωθητικό μέσο και τον καταλύτη. Το κέλυφος αποτελείται από χάλυβα υψηλής αντοχής. Ο πυροκροτητής προκαλεί την ανάφλεξη του προωθητικού μέσου, το οποίο εκρήγνυται παράγοντας τα αέρια που γεμίζουν ακαριαία τον αερόσακο. Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι το αέριο που παράγεται κατά την έκρηξη του προωθητικού μέσου, το οποίο μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα με τη βοήθεια του καταλύτη.



*Σχήμα 3. Τα εξαρτήματα που απαρτίζουν ένα αερόσακο συνοδηγού. 1) Γεννήτρια αερίου, 2) Διπλωμένος αερόσακος, 3) Περίβλημα του συστήματος, 4) Εξωτερικό κάλυμμα του συστήματος.*

Κατά τη διάρκεια ενεργοποίησης του αερόσακου σημαντικό είναι το γεγονός ότι αν η πίεση των αερίων ξεπεράσει μια προκαθορισμένη τιμή, τότε μέρος των αερίων εκτονώνεται από το πίσω μέρος του κελύφους και δεν φτάνει ποτέ στον αερόσακο. Ο λόγος είναι για να μην χτυπήσει ο αερόσακος με περισσότερη δύναμη από όση πρέπει τον οδηγό και τον συνοδηγό.

## 2.4 Πλευρικοί αερόσακοι

Μια από τις τελευταίες εξελίξεις των αυτοκινητοβιομηχανιών στον τομέα των αερόσακων είναι οι πλευρικοί αερόσακοι που δημιουργήθηκαν για να προστατεύσουν τους επιβάτες στις πλευρικές συγκρούσεις όπου όλα τα αυτοκίνητα εξακολουθούν να είναι πολύ ευάλωτα κατά τη διάρκεια μιας σύγκρουσης.

Οι πλευρικοί αερόσακοι είναι ενσωματωμένοι στις εξωτερικές πλευρές των μπροστινών καθισμάτων ή στις μπροστινές πόρτες. Επίσης σε ορισμένα μοντέλα αυτοκινήτων υπάρχουν αερόσακοι και στην κορυφή των οχημάτων προστατεύοντας το κεφάλι των επιβαινόντων. Οι αερόσακοι έχουν χωρητικότητα 15 λίτρων και προστατεύουν το άνω μέρος του σώματος από χτυπήματα στις σκληρές πλαϊνές επιφάνειες του εσωτερικού του αυτοκινήτου.



*Σχήμα 4. Πλευρικοί αερόσακοι*

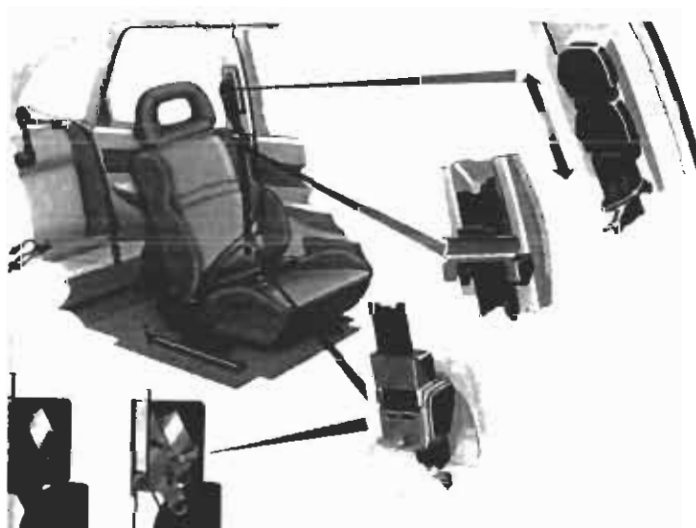
Σε αντίθεση με τους μπροστινούς αερόσακους και τους προεντατήρες των ζωνών που ελέγχονται από την ίδια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, ο κάθε πλευρικός αερόσακος ελέγχεται από τη δική του ξεχωριστή ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Η κάθε μια από αυτές τις ηλεκτρονικές μονάδες αποτελείται από δύο ίδιους πιεζοηλεκτρικούς αισθητήρες

επιβράδυνσης, από τους οποίους ο ένας παίζει το ρόλο του αισθητήρα επαλήθευσης.

Τα σήματα που παράγονται από τους δύο αισθητήρες αναλύονται από τον ηλεκτρονικό μικροεπεξεργαστή ο οποίος όταν διαπιστώσει κίνδυνο στέλνει σήμα πυροδότησης στον πυροκροτητή του πλευρικού αερόσακου. Οι ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου των πλευρικών αερόσακων ονομάζονται και δορυφορικοί αισθητήρες.

## 2.5 Προεντατήρες ζωνών ασφαλείας

Οι προεντατήρες των ζωνών ασφαλείας αποτελούν συμπλήρωμα στην ασφάλεια του αυτοκινήτου μια που οι αερόσακοι μόνοι τους δεν παρέχουν πλήρη ασφάλεια κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης. Έτσι σε περίπτωση μετωπικής σύγκρουσης οι προεντατήρες τεντώνουν τις ζώνες ασφαλείας περιορίζοντας με τον τρόπο αυτό την προς τα εμπρός κίνηση των επιβατών. Υπάρχουν δύο ειδών προεντατήρες, οι μηχανικοί και οι πυροτεχνικοί. Στους μηχανικούς προεντατήρες η αγκράφα της ζώνης ασφαλείας είναι συνδεδεμένη με ένα συμπιεσμένο σπειροειδές ελατήριο το οποίο συγκρατείται με ένα σύστημα μοχλών. Όταν η επιβράδυνση υπερβεί κάποιο όριο, τότε ένας αδρανειακός μηχανισμός (κυλιόμενης μπίλιας ή κινούμενης μάζας) μετακινεί τους μοχλούς ελευθερώνοντας το ελατήριο, το οποίο εκτονώνεται έλκοντας την αγκράφα και τεντώνοντας τη ζώνη σε διάρκεια 8 χιλιοστών του δευτερολέπτου.



*Σχήμα 5. Μηχανισμός περιέλιξης με αρπάγη σύσφιξης*

Σήμερα οι μηχανικοί προεντατήρες έχουν αντικατασταθεί από τους πυροτεχνικούς. Σ' αυτούς η αγκράφα της ζώνης συνδέεται με ένα σύρμα σε ένα έμβολο που κινείται μέσα σε έναν κύλινδρο. Στο άκρο του κυλίνδρου προς την πλευρά της αγκράφας βρίσκεται ένας πυροκροτητής. Όταν αυτός πυροδοτηθεί, παράγονται αέρια τα οποία εκτονώνονται πιέζοντας το έμβολο, με αποτέλεσμα η ζώνη να τεντώνει. Το έμβολο έχει κωνικό σχήμα και ανάμεσα σε αυτό και στα τοιχώματα του κυλίνδρου υπάρχουν μεταλλικά σφαιρίδια. Λόγω της κωνικής του διαμόρφωσης, το έμβολο, μόλις αρχίσει η επιστροφή του σφηνώνει πάνω στα σφαιρίδια και δεν έχει τη δυνατότητα να επιστρέψει στην αρχική του θέση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η ζώνη να τεντώνει.

Εκτός από τους προεντατήρες, οι ζώνες ασφαλείας σήμερα έχουν και αρπάγες σύσφιξης στην έξοδό τους από τον αδρειακό μηχανισμό ξετυλίγματος/ασφάλισης. Οι αρπάγες αυτές εμποδίζουν το σφίξιμο της ζώνης γύρω από το καρούλι του αδρειακού μηχανισμού όταν αυτός έχει μπλοκαριστεί. Έτσι δεν παρατηρείται το φαινόμενο του μερικού ξετυλίγματος λόγω της πιο σφιχτής εφαρμογής της ζώνης γύρω από το καρούλι.

## 2.6 S.R.S

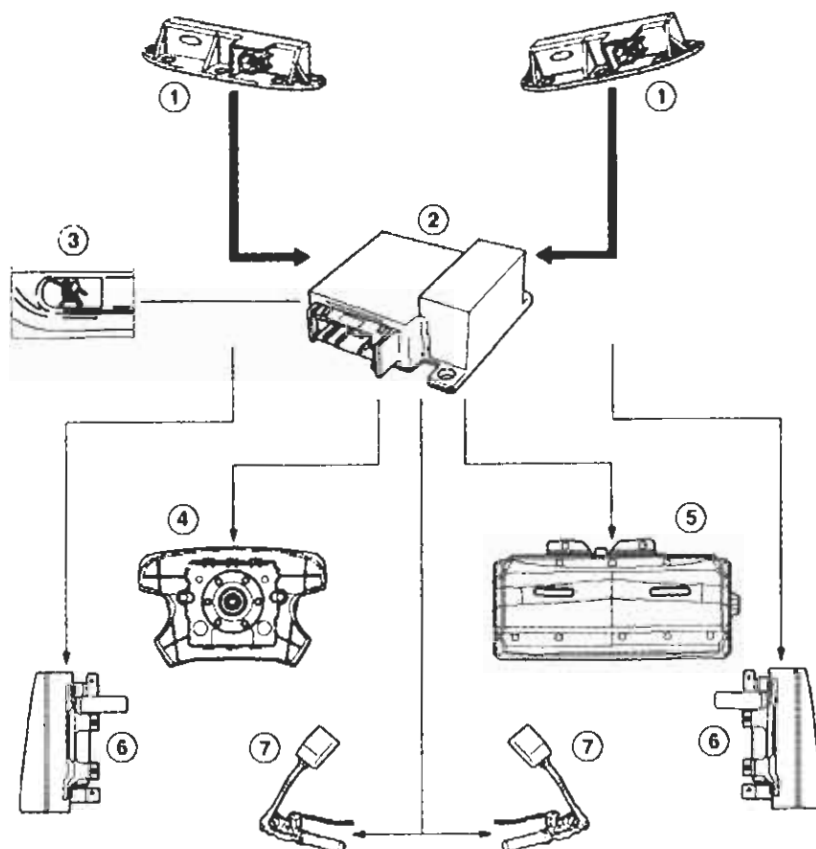
### 2.6.1 Ένα «πυρ» προστατεύει τη ζωή μας

Το ερώτημα που γεννάται τελικά από τον απλό καταναλωτή είναι πως προστατεύεται η ζωή μας από τη συνεργασία των παραπάνω συστημάτων κατά τη διάρκεια της πρόσκρουσης και πόσο ασφαλείς είναι όλα αυτά;

Η απάντηση που δίνεται μπορεί να είναι μονολεκτική αλλά πολύ σημαντική. Η ζωή μας λοιπόν προστατεύεται ηλεκτρονικά από ένα «πυρ» που δίνει ένας ηλεκτρονικός μικροεπεξεργαστής. Ένα «πυρ» είναι ικανό να σώσει αντί να αφαιρέσει ζωές.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του συστήματος SRS αποτελείται από: τον αισθητήρα σύγκρουσης, τον αισθητήρα επαλήθευσης, τον ηλεκτρονικό μικροεπεξεργαστή και έναν πυκνωτή που σε περίπτωση διακοπής της παροχής τάσης σε μια σύγκρουση (για παράδειγμα καταστροφής της μπαταρίας κατά τη σύγκρουση) εξακολουθεί να τροφοδοτεί με τάση το σύστημα για 150 χιλιοστά του δευτερόλεπτου, χρόνο αρκετό για την ενεργοποίηση των προεντατήρων των ζωνών και των αερόσακων, αν κριθεί απαραίτητο.





**Σχήμα 6.** Τυπικό σύστημα SRS: 1) Δορυφορικοί αισθητήρες, 2) Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, 3) Λαμπάκι ελέγχου, 4) Αερόσακος οδηγού, 5) Αερόσακος συνοδηγού, 6) Πλευρικοί αερόσακοι, 7) Προεντατήρες

Κατά την επιβράδυνση ή την επιτάχυνση του οχήματος ο αισθητήρας σύγκρουσης παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα εκμεταλλευόμενος τις πιεζομετρικές ιδιότητες του πυριτίου. Ο αισθητήρας αυτός είναι ιδιαίτερα ευαίσθητος και δεν πρέπει να εκτίθεται σε ισχυρές δονήσεις ή να πέσει στο έδαφος.

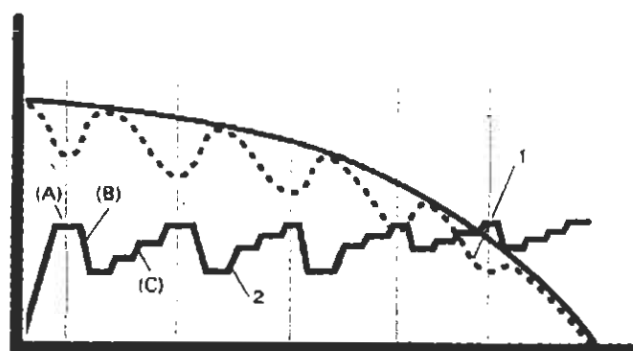
Λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του αισθητήρα σύγκρουσης υπάρχει και ο αισθητήρας επαλήθευσης. Πρόκειται για έναν καθαρά μηχανικό αδρανειακό διακόπτη ο οποίος ενεργοποιείται μόνο σε επιβραδύνσεις

άνω των 2g. Ο αισθητήρας αυτός δεν επιτρέπει την πυροδότηση του αερόσακου σε επιβράδυνση μικρότερη των 2g. Δηλαδή για να ενεργοποιήσει τον πυροκροτητή του αερόσακου ο μικροεπεξεργαστής πρέπει να δεχθεί σήμα και από τους δύο αισθητήρες. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τους προεντατήρες των ζωνών ασφαλείας, όταν αυτοί είναι πυροτεχνικοί. Έτσι πάντα πυροδοτούνται πρώτα οι προεντατήρες και μετά οι αερόσακοι. Αν μάλιστα η σύγκρουση δεν είναι μεγάλη, οι αερόσακοι δεν πυροδοτούνται καθόλου.

## 2.7 ABS (Antiblock Brake System)

Πριν από λίγα χρόνια οι μελετητές διαπίστωσαν ότι στη διάρκεια της πέδησης οι τροχοί μπλοκάριζαν με αποτέλεσμα να χάνεται ο έλεγχος του αυτοκινήτου. Για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα επινόησαν μια μέθοδο αντιμπλοκαρίσματος των τροχών που στηρίζεται σε μια σειρά αισθητήρων, μια κεντρικής μονάδας ελέγχου και σε μια σειρά ανακουφιστικών βαλβίδων.

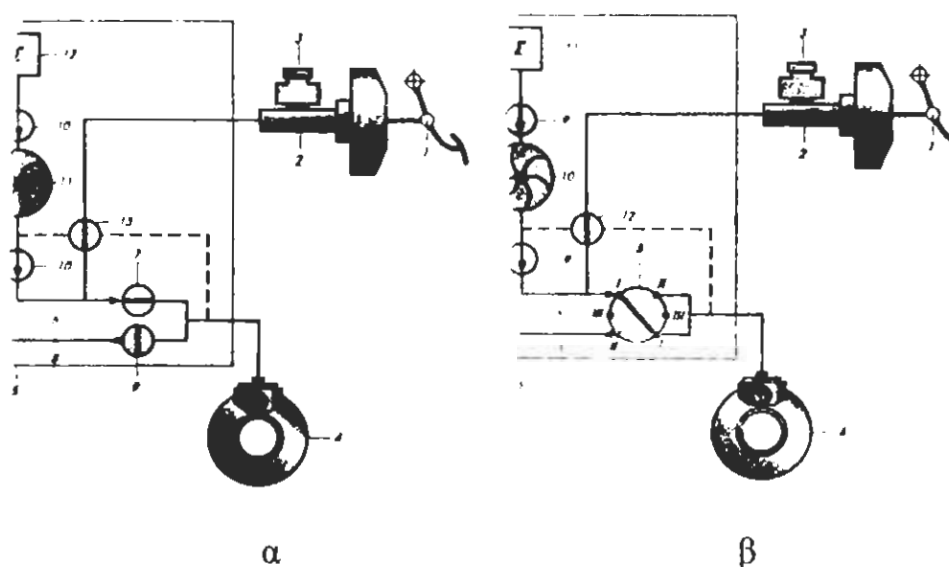
Όταν ένας αισθητήρας αντιληφθεί την ακινητοποίηση του τροχού, στέλνει σήμα στην κεντρική μονάδα ελέγχου των τροχών, ενώ αυτή με τη σειρά της ενεργοποιεί την βαλβίδα ανακούφισης στο αντίστοιχο κυλινδράκι των φρένων του τροχού που θα ακινητοποιηθεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα το ξεμπλοκάρισμα του τροχού. Ο έλεγχος γίνεται περίπου 50 φορές το δευτερόλεπτο, πάντα κατά τη διάρκεια της πέδησης. Μ' αυτό τον τρόπο δεν έχουμε παρεκκλίσεις, με δυσάρεστες συνέπειες, στην τροχιά του αυτοκινήτου.



Σχήμα 7. Γραφική παράσταση της αρχής λειτουργίας του ABS

### 2.7.1 Η λειτουργία του ABS

Όπως ήδη είπαμε με ρύθμιση της πίεσης του υγρού στα φρένα των ελεγχόμενων τροχών ανοιγοκλείνοντας ηλεκτρομαγνητικά ενεργοποιούμενες υδραυλικές βαλβίδες.



**Σχήμα 8α.** Σύστημα ABS με δύο απλές ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες σε κατάσταση συμβατικής λειτουργίας των φρένων. Για απλότητα δίνεται το κύκλωμα για ένα τροχό. 1) Πεντάλ φρένων, 2) αντλία φρένων, 3) ρεζερβουάρ υγρών, 4) κυλινδράκι τροχού, 5) μονάδα υδραυλικού ελέγχου, 6) σωληνάκι τροφοδοσίας, 7) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα τροφοδοσίας, 8) σωληνάκι επιστροφής, 9) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα επιστροφής, 10) ανεπίστροφες βαλβίδες, 11) ηλεκτρική αντλία ABS, 12) υδραυλικός συσσωρευτής, 13) υδραυλική βαλβίδα ρύθμισης

**Σχήμα 8β.** Σύστημα ABS με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα τριών θέσεων, σε κατάσταση συμβατικής λειτουργίας των φρένων.. Για απλότητα δίνεται το κύκλωμα για έναν τροχό. 1) Πεντάλ φρένων, 2) αντλία φρένων, 3) ρεζερβουάρ υγρών, 4) κυλινδράκι τροχού, 5) μονάδα υδραυλικού ελέγχου, 6) σωληνάκι τροφοδοσία, 7) σωληνάκι επιστροφής, 8) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ABS τριών θέσεων, 9) ανεπίστροφες βαλβίδες, 10) ηλεκτρική αντλία ABS, 11) υδραυλικός συσσωρευτής, 12) υδραυλική βαλβίδα ρύθμισης

Οι βαλβίδες αυτές βρίσκονται συγκεντρωμένες σε ένα συμπαγές μεταλλικό κουτί, τη μονάδα υδραυλικού ελέγχου. Εκεί βρίσκονται όλες οι απαραίτητες επιπλέον σωληνώσεις με τις συνδέσεις τους. Έτσι τελικά στο κυλινδράκι του φρένου του κάθε ελεγχόμενου τροχού καταλήγει μόνο ένα σωληνάκι, όπως και στα απλά συστήματα φρένων. Σε κάθε ελεγχόμενο τροχό αντιστοιχεί ένα ζεύγος απλών βαλβίδων ή μια βαλβίδα τριών θέσεων λειτουργίας. Οι βαλβίδες αυτές συνδέουν το σωληνάκι που καταλήγει στον τροχό σε ένα σωληνάκι τροφοδοσίας με υγρό ή σε ένα σωληνάκι επιστροφής. Πατώντας το πεντάλ, υγρό από την αντλία των φρένων καταλήγει στο κυλινδράκι του τροχού μέσα από τη βαλβίδα και το σωληνάκι τροφοδοσίας. Αφήνοντας το πεντάλ, το υγρό επιστρέφει από τον ίδιο δρόμο. Οι ανεπίστροφες βαλβίδες εμποδίζουν οποιαδήποτε άλλη κίνηση του υγρού.

Όταν η ολίσθηση κάποιου ελεγχόμενου τροχού ξεπεράσει το 30%, τότε αρχίζει η λειτουργία του ABS. Σε πρώτη φάση κλείνει η βαλβίδα τροφοδοσίας ή μετακινείται η βαλβίδα τριών θέσεων στη θέση III: κλειστή. Τότε η πίεση του υγρού στο κυλινδράκι του αντίστοιχου φρένου σταθεροποιείται. Σε δεύτερη φάση, αν η ολίσθηση συνεχίζει να αυξάνεται και ο τροχός μπλοκάρει, ανοίγει η βαλβίδα επιστροφής ή μετακινείται η βαλβίδα τριών θέσεων II: επιστροφή. Το υγρό επιστρέφει από το κυλινδράκι του τροχού και αποθηκεύεται σε έναν υδραυλικό συσσωρευτή. Τέλος, σε τρίτη φάση, όταν ο τροχός ελευθερωθεί και μειωθεί πολύ η ολίσθηση, κλείνει πάλι η βαλβίδα επιστροφής και ανοίγει η βαλβίδα τροφοδοσίας ή επιστρέφει η βαλβίδα τριών θέσεων στη θέση I: τροφοδοσία. Ταυτόχρονα λειτουργεί η ηλεκτρική αντλία του

ABS, η οποία συνήθως είναι ενσωματωμένη στη μονάδα υδραυλικού ελέγχου, στέλνοντας το υγρό που είναι αποθηκευμένο μέσα από δυο ανεπίστροφες βαλβίδες. Έτσι αυξάνεται ξανά η πίεση στο φρένο του τροχού. Η αντλία του πεντάλ των φρένων απομονώνεται από το κύκλωμα χάρη στην υδραυλική βαλβίδα ρύθμισης που κλείνει με την πίεση της αντλίας του ABS, η βαλβίδα αυτή επανέρχεται στην αρχική της θέση με τη βοήθεια της πίεσης στο κυλινδράκι του τροχού και ένα ελατήριο. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνει πολλές φορές το δευτερόλεπτο. Επειδή η αντλία του πεντάλ των φρένων συνδέεται απευθείας στο σωληνάκι τροφοδοσίας, ο οδηγός αντιλαμβάνεται την επαναλαμβανόμενη διακοπή της τροφοδοσίας και τη λειτουργία της αντλίας του ABS με κραδασμούς στο πεντάλ. Οι κραδασμοί αυτοί όμως μειώνονται χάρη στην υδραυλική βαλβίδα ρύθμισης.

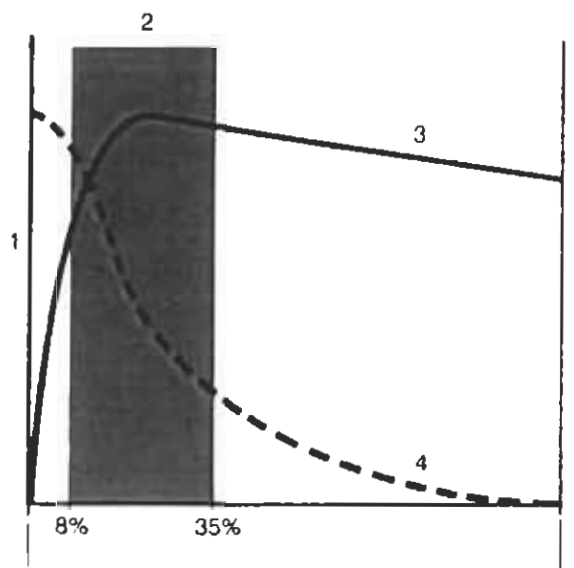
### **2.7.2 Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του ABS**

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου αποτελείται από δύο όμοιους μικροεπεξεργαστές που ο ένας συνεχώς επαληθεύει τις τιμές των σημάτων εξόδου του άλλου. Αν παρατηρηθεί απόκλιση, το σύστημα τίθεται εκτός λειτουργίας και τα φρένα λειτουργούν συμβατικά. Όταν λειτουργεί κανονικά, η ηλεκτρονική μονάδα του ABS κάνει τους εξής ελέγχους:

- Δέχεται και αξιολογεί τα σήματα από τους αισθητήρες των τροχών.
- Υπολογίζει την ταχύτητα του αυτοκινήτου

- Αντιλαμβάνεται πότε ο οδηγός πατάει φρένο από το διακόπτη του πεντάλ, που ενεργοποιεί και τα φώτα “Stop”.
- Ανιχνεύει κατά τη διάρκεια του φρεναρίσματος αν η ολίσθηση κάποιου τροχού ξεπερνά τα προβλεπόμενα όρια.
- Ενεργοποιεί τις αντίστοιχες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες της μονάδας υδραυλικού ελέγχου.

## 2.8 Πως γίνεται η μέτρηση της ολίσθησης των τροχών



*Σχήμα 9. Εύρος δράσης του ABS. 1) Κλίμακα δύναμης πέδησης και κατευθυντικότητας, 2) Περιοχή ευστάθειας κατά την πέδηση, 3) Καμπύλη δύναμης πέδησης, 4) Καμπύλη κατευθυντικότητας κατά την πέδηση*

Η ολίσθηση των τροχών μετράται με τους αισθητήρες τροχών. Πρόκειται για επαγωγικούς αισθητήρες που είναι τοποθετημένη σε σταθερή απόσταση από έναν οδοντωτό ρότορα στην πλήμνη του τροχού. Καθώς τα δόντια του ρότορα περνούν μπροστά από τον αισθητήρα μεταβάλλουν το μαγνητικό πεδίο και έτσι ο αισθητήρας παράγει μια εναλλασσόμενη τάση. Η συχνότητα της τάσης είναι ανάλογη με την ταχύτητα περιστροφής του τροχού. Λαμβάνοντας σήματα από όλους τους αισθητήρες και έχοντας γνωστές της διαστάσεις των τροχών, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του ABS μπορεί να υπολογίζει κάθε στιγμή την ταχύτητα του αυτοκινήτου. Αυτή συγκρίνεται με το σήμα

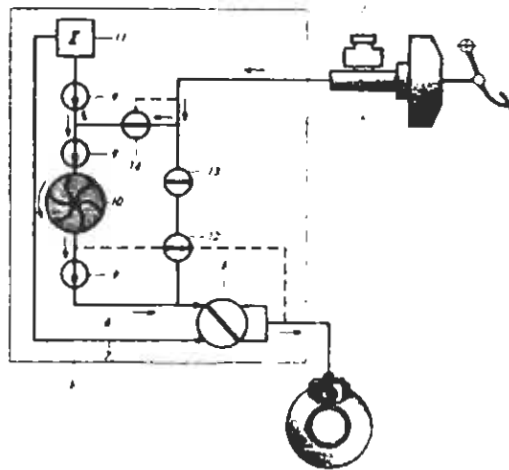


καθενός από τους αισθητήρες χωριστά, όταν ο οδηγός πατήσει φρένο. Όταν το σήμα κάποιου αισθητήρα δείξει ολίσθηση του αντίστοιχου τροχού πάνω από τα προβλεπόμενα όρια, τότε αρχίζει ο κύκλος λειτουργίας που περιγράψαμε προηγουμένως.

Οι μηχανικοί δεν σταμάτησαν τις μελέτες μετά την κατασκευή του ABS, έτσι δημιούργησαν και κάποια άλλα συστήματα που συγκαταλέγονται στην ενεργητική ασφάλεια των οχημάτων. Κάποια από τα συστήματα αυτά είναι:

## 2.9 Σύστημα ελέγχου πρόσφυσης (Traction control)

Από τη στιγμή που υπάρχει στο όχημα εγκατεστημένο ένα σύστημα που ελέγχει την περιστροφή των τροχών και ρυθμίζει τις πιέσεις στα φρένα τους, οι μελετητές είδαν ότι ήταν πολύ εύκολο να το χρησιμοποιήσουν και για τον περιορισμό του ανεπιθύμητου σπινιαρίσματος.



**Σχήμα 10.** Σύστημα ABS με ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα τριών θέσεων και έλεγχο πρόσφυσης, σε φάση αύξησης της πίεσης στο φρένο κατά τη διάρκεια του ελέγχου πρόσφυσης. Για απλότητα δίνεται το κύκλωμα για έναν τροχό. 1) Πεντάλ φρένων, 2) αντλία φρένων, 3) ρεζερβουάρ υγρών, 4) κυλινδράκι τροχού, 5) μονάδα υδραυλικού ελέγχου, 6) σωληνάκι τροφοδοσίας, 7) σωληνάκι επιστροφής, 8) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ABS τριών θέσεων, 9) ανεπίστροφες βαλβίδες, 10) ηλεκτρική αντλία ABS, 11) υδραυλικός συσσωρευτής, 12) υδραυλική βαλβίδα ρύθμισης, 13) ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα απομόνωσης, 14) υδραυλική βαλβίδα απομόνωσης.

Έτσι δημιούργησαν το traction control, που η λειτουργία του βασίζεται στην υποδομή του συστήματος ABS. Το μόνο που χρειαζόταν ήταν η πρόσθεση του προγράμματος ελέγχου πρόσφυσης στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου, μιας ακόμα ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας και μιας υδραυλικής βαλβίδας, που λέγονται βαλβίδες απομόνωσης, στο κύκλωμα ABS του κάθε κινητήριου τροχού. Με ελεύθερο το πεντάλ του φρένου η υδραυλική βαλβίδα απομόνωσης είναι ανοιχτή επιτρέποντας τη ροή του υγρού από την αντλία του πεντάλ των φρένων προς την αντλία του ABS. Μόλις ανιχνευτεί «σπινάρισμα» του αντίστοιχου τροχού κλείνει η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα απομόνωσης και λειτουργεί η αντλία του ABS υποχρεώνοντας το υγρό από την αντλία των φρένων να κινηθεί μέσω της αντλίας του ABS και της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας του ABS προς τον τροχό.

Μόλις ο τροχός σταματήσει να «σπινάρει», αλλάζει θέση η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα του ABS, η αντλία του ABS σταματά και το υγρό επιστρέφει στον υδραυλικό συσσωρευτή. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται. Όλα τα παραπάνω συμβαίνουν από 0 μέχρι 40 χλμ/ώρα, βοηθώντας ουσιαστικά το όχημα στις δύσκολες εκκινήσεις του σε γλιστερούς και ανηφορικούς δρόμους και σε χαλαρά εδάφη. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα ηλεκτρονικό μπλοκέ διαφορικό.

## 2.10 Το σύστημα CBC (Cornering Brake Control)

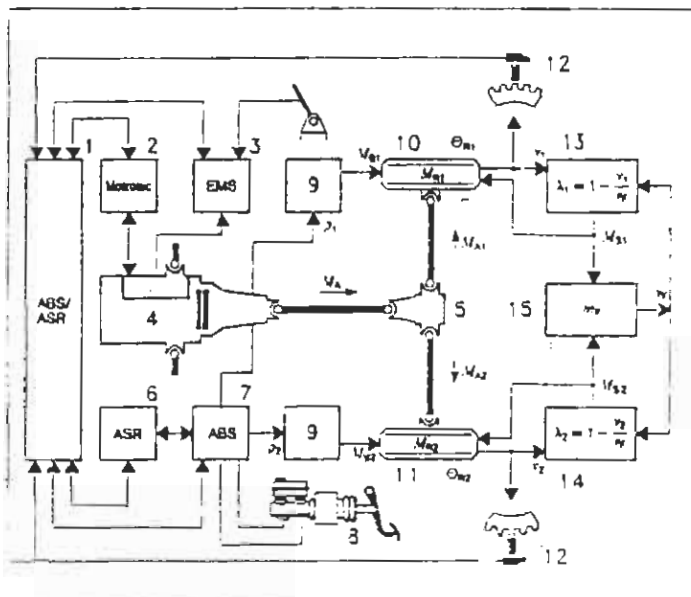
Το CBC αποτελεί ουσιαστικά ένα επιπλέον βοήθημα στο ABS, καθώς φροντίζει για τη σωστή κατανομή της πίεσης του κυκλώματος των φρένων - ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες – σε κάθε τροχό ξεχωριστά.

Με τον τρόπο αυτό το φρενάρισμα μέσα σε στροφή, όσο απότομα και δυνατά κι αν γίνεται, δεν επιφέρει την αλλοίωση της τροχιάς του οχήματος. Με άλλα λόγια όταν το όχημα βρίσκεται μέσα σε στροφή και ο οδηγός πατήσει το φρένο δυνατά, το CBC κατανέμει την πίεση σε κάθε τροχό ξεχωριστά και με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφευχθεί ακόμα και το στιγμιαίο μπλοκάρισμα των τροχών που πιθανώς θα προκαλέσει εκτροπή του οχήματος από την επιθυμητή τροχιά. Ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες, (π.χ. φορτίο αυτοκινήτου, ολισθηρότητα οδοστρώματος κλπ.) η πίεση των φρένων αυξομειώνεται.

Η κεντρική μονάδα ελέγχου του συστήματος επεξεργάζεται τα στοιχεία, εκτιμώντας παράλληλα και τη μετατόπιση φορτίου κατά το διαμήκη και τον εγκάρσιο άξονα του αυτοκινήτου και μειώνει την πίεση του φρένου στον τροχό που τείνει να φτάσει στο όριο του μπλοκαρίσματος, αυξάνοντάς την παράλληλα στον αντίστοιχο της άλλης πλευράς, πάντα με γνώμονα τη διατήρηση της επιθυμητής τροχιάς. Έτσι αποφεύγεται ενδεχόμενο εμφάνισης φαινομένων περιστροφής ή υποστροφής του αυτοκινήτου κατά τη διάρκεια ενός φρεναρίσματος «πανικού» μέσα σε στροφή.

## 2.11 Ηλεκτρονικά αντιμπλοκαριστικά συστήματα πέδησης και ολίσθησης ABS και ASR

Τα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα ABS έχουν ενσωματωμένο και το σύστημα ASR το οποίο ελέγχει την πρόσφυση των τροχών κατά την επιτάχυνση του αυτοκινήτου και του εξασφαλίζει την ευστάθεια και την κατευθυντικότητα του.



**Σχήμα 11.** Σχηματική παράσταση συστήματος ρύθμισης κίνησης σε ολίσθηση κινητήριων τροχών ASR/ABS. 1) Ρυθμιστικό κύκλωμα και έλεγχου ASR/ABS, 2) ηλεκτρονική μονάδα έλεγχου του κινητήρα, 3) μηχανισμός ηλεκτρονικού πεντάλ επιταχυντή (πεταλούδα γκάζι), 4) συγκρότημα κινητήρα, συμπλέκτη και κιβωτίου ταχυτήτων, 5) διαφορικό, 6) ASR, παροχή πίεσης, 7) ABS, υδραυλική μονάδα, 8) κύρια αντλία φρένων, 9) φρένα κινητήριων τροχών, 10) κινητήριος τροχός (1), 11) κινητήριος τροχός (2), 12, αισθητήρες ταχύτητας τροχών, 1. Οδόστρωμα τροχού (1), 14) οδόστρωμα τροχού (2), 15) μάζα σχήματος  $M_F$ .  $P$ : πίεση φρένων,  $V$ : ταχύτητα τροχού,  $\lambda$ : ολίσθηση τροχού σε κίνηση,  $V_F$ : ταχύτητα αυτοκινήτου,  $\Theta_R$ : ροπή τροχού,  $M_A$ : ροπή κινητήρα,  $M_B$ : ροπή φρένων,  $M_R$ : ροπή κινητήριων τροχών-ισοζύγιο ροπών,  $M_S$ : ενδεικνυόμενη ροπή οδοστρώματος

Οι επικίνδυνες συνθήκες οδήγησης δεν εμφανίζονται μόνο κατά το φρενάρισμα αλλά και κατά την εκκίνηση ή την επιτάχυνση του αυτοκινήτου. Στα σύγχρονα αυτοκίνητα υψηλών επιδόσεων είναι συχνά αναμενόμενο το γλίστρημα (σπινάρισμα) ενός ή περισσότερων κινητήριων τροχών κατά την εκκίνηση ή την επιτάχυνση του αυτοκινήτου, πράγμα που οδηγεί στην υπερστροφή του, ή γενικά στην εκτροπή του, από τη σταθερή πορεία του.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις το σύστημα ASR παρεμβαίνει αυτόματα και ελαττώνει τον αριθμό στροφών του ολισθαίνοντα κινητήριου τροχού είτε μέσω του ρυθμιστικού κυκλώματος των φρένων (για ταχύτητες μέχρι 40 km/h) είτε μέσω των μηχανισμών μείωσης των στροφών του κινητήρα (για ταχύτητες άνω των 40 (km/h) και για δύο ολισθαίνοντες τροχούς. Τα συστήματα ASR χρησιμοποιούν την υπάρχουσα υποδομή του ABS και προσθέτουν μόνο:

1. Ηλεκτρονικό πεντάλ επιταχυντή και μηχανισμό ελέγχου της γωνίας της πεταλούδας.
2. Πρόγραμμα ελέγχου πρόσφυσης, των κινητήριων τροχών, στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα.
3. Μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (βαλβίδα απομόνωσης) στο κύκλωμα του ABS, για κάθε κινητήριο τροχό.
4. Μια υδραυλική βαλβίδα απομόνωσης για κάθε κινητήριο τροχό.

### **Λειτουργία ASR / ABS**

Το σύστημα ASR/ABS επαγρυπνεί και ενεργοποιείται αυτόματα όταν διαπιστώσει ότι ένας ή δύο κινητήριοι τροχοί έχουν τάση ολίσθησης. Το ASR ρυθμίζει την εμφανισθείσα ολίσθηση των κινητήριων τροχών, μέσα σε κλάσμα δευτερολέπτου στην καλύτερη δυνατή τιμή.

Η ολίσθηση διαπιστώνεται από την επεξεργασία των πληροφοριών (ηλεκτρικών σημάτων) που στέλνουν οι αισθητήρες ταχύτητας των τροχών προς το σύστημα ASR/ABS.

Η λειτουργία του ASR/ABS γίνεται σε δύο επίπεδα:

1. Όταν έχουμε ολίσθηση ενός κινητήριου τροχού και η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι κάτω των 40 km/h.
2. Όταν έχουμε ολίσθηση, δύο κινητήριων τροχών ή η ταχύτητα του αυτοκινήτου είναι άνω των 40 km/h.

## 2.12 Πολιτική εταιριών

Μελετώντας την ασφάλεια που παρέχει ένα όχημα με τη βοήθεια της τεχνολογικής εξέλιξης των διαφόρων συστημάτων του κρίναμε σκόπιμο ότι μεταξύ άλλων θα πρέπει να γίνει μια αναφορά για την πολιτική που ακολουθούν οι αυτοκινητοβιομηχανίες κατά την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας. Το ενδιαφέρον των εταιριών με τη χρήση νέων τεχνολογιών στα οχήματα δεν στράφηκε μόνο στην ασφάλεια και την άνεση που παρέχουν αυτά με μεγάλη επιτυχία, αλλά και στο χώρο της παγκόσμιας αγοράς. Η αύξηση των πωλήσεων των προϊόντων τους αλλά και η αντιμετώπιση του διεθνούς ανταγωνισμού δεν μπορούσαν να αφήσουν αδιάφορους τα στελέχη κάθε αυτοκινητοβιομηχανίας. Έτσι κάθε εταιρεία προβάλλοντας τις δικές της προτάσεις στον τομέα της ασφάλειας, της άνεσης και της λειτουργικότητας των προϊόντων της, προσπαθεί να ελκύσει όσο το δυνατόν περισσότερους αγοραστές. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι οι εταιρείες να περνάνε σε μια νέα φάση, όπου εκτός από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, στρέφονται και προς το καταναλωτικό κοινό, προσπαθώντας να ικανοποιήσουν τις ανάγκες του. Έτσι, λοιπόν, οι αερόσακοι οδηγού και συνοδηγού κατασκευάστηκαν για να προστατεύουν το στήθος και το κεφάλι από τυχόν πρόσκρουση σε σκληρά σημεία του εσωτερικού του οχήματος. Μία από τις τελευταίες εξελίξεις είναι οι πλευρικοί αερόσακοι τοποθετούνται για να προστατεύουν τους επιβάτες από τις πλευρικές συγκρούσεις. Ακόμη οι αυτοκινητοβιομηχανίες εξέλιξαν συστήματα όπως το SRS που είναι ένα συμπληρωματικό σύστημα προστασίας του αερόσακου ως προς τη ζώνη ασφαλείας. Αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η



BMW απάλλαξε τον οδηγό από το άγχος του φρεναρίσματος «πανικού» μέσα σε στροφή όπου με τη λειτουργία του συστήματος CBC (Cornering Brake Control) και σε συνδυασμό με το ABS εξασφαλίζεται η διατήρηση του ελέγχου του αυτοκινήτου στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Για να μπορέσουν να εξελίξουν και να εφαρμόσουν όλα αυτά τα συστήματα πάνω σε ένα όχημα οι εταιρείες κατασκευής δημιούργησαν ειδικά εργαστήρια από μηχανικούς που ασχολήθηκαν για πολλά χρόνια με την έρευνα και την εφαρμογή τεχνικών λύσεων. Η Mercedes Benz πρωτοπόρησε στον τομέα της παθητικής ασφάλειας από τις αρχές της δεκαετίας του '40 άρχισε να αναπτύσσει μεθόδους που θεωρούνται βασικές ακόμη και στις μέρες μας. Το παράδειγμα της Mercedes ακολούθησαν και άλλες εταιρείες με την καθιέρωση των crash test κατά το σχεδιασμό ενός οχήματος.

Με τη βοήθεια των crash test οι εταιρείες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στο χώρο των επιβαινόντων. Το αμάξωμα χωρίζεται από τις ζώνες παραμόρφωσης οι οποίες σκοπό έχουν να απορροφούν την ενέργεια η οποία αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης καθώς επίσης ενισχύεται και ο κλωβός ασφάλειας (καμπίνα επιβατών). Τα πλαϊνά σημεία του αμαξώματος ενισχύονται από τις εσωτερικές ράβδους ενίσχυσης και τους διαμήκεις δοκούς ασφάλειας. Μέσα από τα παραπάνω συστήματα που εξέλιξαν και τις καινοτομίες που παρουσίασαν στον τομέα της ασφάλειας οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν να εξασφαλίσουν την άνεση και την ασφάλεια των καταναλωτών αλλά και να αντιμετωπίσουν το διεθνή ανταγωνισμό στο χώρο του αυτοκινήτου.

## 2.13 Μειονεκτήματα – Πλεονεκτήματα

Όλα τα παραπάνω συστήματα ασφάλειας που αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν δημιουργήθηκαν με σκοπό να παρέχουν άνεση και ασφάλεια στους χρήστες των οχημάτων. Όπως έχει αποδειχθεί λοιπόν όλα αυτά τα χρόνια η αποτελεσματικότητά τους είναι μεγάλη και σημαντική στον τομέα της ασφάλειας έχοντας προσφέρει στη μείωση των τροχαίων ατυχημάτων και των θανάτων.

Με αφορμή της εκπόνησης αυτής της πτυχιακής μας εργασίας δεν ήταν δυνατόν να αναφερθούμε μόνο στα πλεονεκτήματα όλων αυτών των συστημάτων, αλλά και τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της χρήσης τους, καθώς επίσης και τις προτάσεις που έχουμε να κάνουμε σαν μηχανικοί προς τους καταναλωτές.

### 2.13.1 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα αερόσακων

#### **Πλεονεκτήματα:**

- 1) Το κυριότερο πλεονέκτημα ενός αερόσακου είναι ότι αποτρέπει την πρόσκρουση του επιβάτη με τα σκληρά τμήματα της καμπίνας επιβατών ενός οχήματος κατά τη διάρκεια μιας απότομης επιβράδυνσης του θα λέγαμε δηλαδή ότι ο αερόσακος αποτελεί μια ασπίδα προστασίας του επιβάτη μέσα στο χώρο στον οποίο βρίσκεται.
- 2) Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι ο αερόσακος σε συνδυασμό με τους προεντατήρες των ζωνών ασφαλείας δεν λειτουργούν σε κάθε σύγκρουση αλλά μόνο όταν η ηλεκτρονική

μονάδα ελέγχου κρίνει ότι είναι απαραίτητο. Έτσι αποφεύγεται το άνοιγμα των αερόσακων κατά τη διάρκεια μιας απλής σύγκρουσης.

- 3) Επίσης πρέπει να αναφέρουμε ότι το σύστημα ενός αερόσακου ελέγχεται από έναν μικροεπεξεργαστή με κύκλωμα ασφάλειας που αποτρέπει τη λάθος ενεργοποίηση.
- 4) Αν τα αέρια που γεμίζουν τον αερόσακο κατά τη στιγμή της ενεργοποίησής τους, ξεπεράσουν μια προκαθορισμένη τιμή τότε μέρος των αερίων εκτονώνεται από το πίσω μέρος του κέλφους και δεν φτάνει ποτέ στον αερόσακο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο αερόσακος να χτυπά με λιγότερη δύναμη τον επιβάτη προστατεύοντάς τον.
- 5) Ο αερόσακος τίθεται αυτόματα σε λειτουργία χωρίς την παρέμβαση του οδηγού.

#### **Μειονεκτήματα:**

- 1) Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των αερόσακων, είναι ότι αν ο αερόσακος δεν συνδυαστεί με τη χρήση της ζώνης ασφαλείας από τους επιβάτες, γίνεται φονικό όπλο και αιτία θανάτου σε πολλά τροχαία ατυχήματα.
- 2) Σε περίπτωση σύγκρουσης η λειτουργία των αερόσακων δεν είναι απαλή για τον οδηγό και τους επιβάτες. Ο θόρυβος που κάνουν όταν ανοίγουν είναι εκκωφαντικός (πάνω από 120 ντεσιμπέλ).
- 3) Τα αέρια που κατακλύζουν την καμπίνα των επιβατών μπορεί να προκαλέσουν δυσφορία δεν είναι όμως τοξικά.

- 4) Η θερμοκρασία καύσης του προωθητικού υλικού για την παραγωγή των αερίων είναι υψηλή.
- 5) Το συνδετικό υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αερόσακος μπορεί να δημιουργήσει μικροσπινθήρες λόγω στατικού ηλεκτρισμού όταν τριφτεί στα ρούχα. Δεν αποκλείεται λοιπόν οι επιβάτες να δουν μικροκαψίματα στα ρούχα τους ή να υποστούν μικροεγκαύματα στο στήθος ή στο πρόσωπο (από αέρια).
- 6) Το κόστος αντικατάστασής τους είναι πολύ υψηλό.

### **2.13.2 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ABS**

#### **Πλεονεκτήματα:**

- 1) Το κυριότερο πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι ότι ρυθμίζει τη δύναμη πεδήσεων κάθε τροχού, βάσει της πρόσφυσής του στο οδόστρωμα, με αποτέλεσμα να απομακρύνεται ο κίνδυνος μπλοκαρίσματος των τροχών.
- 2) Η λειτουργία του ABS ελέγχεται από μια κεντρική μονάδα ελέγχου η οποία βοηθά το σύστημα να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά. Αυτή η μονάδα αποτελείται από δύο όμοιους μικροεπεξεργαστές που ο ένας συνεχώς επαληθεύει τις τιμές των συστημάτων εξόδου του άλλου και αν παρατηρηθεί κάποια απόκλιση στις τιμές το σύστημα τίθεται εκτός λειτουργίας αυτόματα.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει το σύστημα ASR είναι:

- 1) Η αυτόματη προσαρμογή της ροπής στρέψης του κινητήρα στην ποιότητα προσφυγής των ελαστικών πάνω στο οδόστρωμα.

- 2) Η απομάκρυνση του κινδύνου της ολίσθησης (σπιναρίσματος) των κινητήριων τροχών κατά την εκκίνηση ή την επιτάχυνση του οχήματος. Το σπινάρισμα εκτός των κινδύνων οδήγησης επιφέρει φθορές στα λάστιχα και το διαφορικό.
- 3) Η εμπέδωση του αισθήματος ασφαλούς συμπεριφοράς του αυτοκινήτου στις αντίξοες συνθήκες και στις ατέλειες του οδοστρώματος.

#### **Μειονεκτήματα:**

- 1) Λόγω των ηλεκτρονικών συστημάτων από το οποίο αποτελείται υπάρχει κίνδυνος. Το σύστημα να μην ανταποκριθεί σωστά αν κατά τη στιγμή της ενεργοποίησής του, μια άλλη ηλεκτρονική συσκευή μέσα στο όχημα εκπέμπει ηλεκτρονικό σήμα (π.χ. κινητό τηλέφωνο).
- 2) Η αξιοπιστία του συστήματος πάνω σε παγωμένο οδόστρωμα δεν είναι η επιθυμητή.

#### **2.13.3 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ζωνών ασφαλείας**

- 1) Το κυριότερο πλεονέκτημα των πυροτεχνικών προεντατήρων είναι ότι η πυροδότησή τους ελέγχεται ηλεκτρονικά με πολύ μεγάλη ακρίβεια.
- 2) Οι προεντατήρες σήμερα έχουν αρπαγές σύσφιξης οι οποίες εμποδίζουν το σφίξιμο της ζώνης γύρω από το καρούλι του αδρανειακού μηχανισμού, όταν αυτός έχει μπλοκαριστεί.
- 3) Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι ότι η λειτουργία τους και η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τους επιβαίνοντες, αφού αν δεν χρησιμοποιηθούν από αυτούς δεν προσφέρουν καμία ασφάλεια.

## 2.14 Προτάσεις

Μη φανταστεί κανείς ότι είναι άτρωτος μέσα σε ένα αυτοκίνητο που είναι εφοδιασμένο με τα καλύτερα συστήματα ασφαλείας. Όσα συστήματα και να επινοήσει ο άνθρωπος δεν μπορεί να αναιρέσει τους φυσικούς νόμους. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι ένας επιβάτης είναι καταδικασμένος σε θάνατο όταν συμβεί ένα τροχαίο ατύχημα. Τα συστήματα αυτά κατασκευάστηκαν με σκοπό τη μείωση και την πρόληψη των τροχαίων ατυχημάτων.

Κρίναμε λοιπόν απαραίτητο να κάνουμε μια σειρά από προτάσεις τις οποίες πρέπει να λαμβάνουν υπόψιν τους οι οδηγοί των οχημάτων αλλά και κατασκευαστές αυτών.

Χρήσιμες για τη σωστή αξιοποίηση των αερόσακων είναι οι παρακάτω συμβουλές:

- Οι ζώνες ασφαλείας θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντα. Ο αερόσακος δεν είναι μέσο συγκράτησης, αλλά ελαχιστοποίησης του κινδύνου τραυματισμού.
- Τα βρέφη δεν θα πρέπει να τοποθετούνται στο ειδικό καθισματάκι που κοιτάει προς τα πίσω στη θέση του συνοδηγού, όταν υπάρχει αερόσακος συνοδηγού.
- Αν σε ατύχημα με υλικές ζημιές ο αερόσακος δεν ανοίξει και οι επιβάτες έχουν μείνει ανέπαφοι, τότε δεν σημαίνει ότι ο αερόσακος έχει πρόβλημα. Αντιθέτως, είναι προγραμματισμένος να ανοίγει μόνο όταν πραγματικά χρειάζεται.

- Αν ανοίξει ο αερόσακος δεν θα πρέπει να μας πιάσει πανικός. Έχουμε σωθεί από πολύ χειρότερο. Το άνοιγμα του αερόσακου εξάλλου συνοδεύεται από πολύ δυνατό θόρυβο και από τη διάχυση καπνού και σκόνης στο θάλαμο των επιβατών.

Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι κινδυνεύει να γίνει προβληματική η αξιοπιστία της λειτουργίας του συστήματος αερόσακου, εάν εκ των υστέρων αλλάζουμε προφυλακτήρες στο αυτοκίνητο ιδίως όταν αυτοί είναι σωληνωτοί διότι μεταβάλλεται η παραμορφωτική συμπεριφορά του αμαξώματος. Έτσι ώστε αν είναι σκληρότεροι του κανονικού να ενεργοποιείται νωρίτερα (αστοχία) ή αν είναι μαλακότεροι να ενεργοποιείται νωρίτερα (και πάλι αστοχία) πράγμα που σημαίνει ότι στην πρώτη περίπτωση φουσκώνει και ξεφουσκώνει νωρίτερα και αφήνει ακάλυπτο την προστασία του οδηγού, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ενεργοποιείται μετά τον τραυματισμό του οδηγού.

Οι κατασκευαστές από τη μεριά τους θα πρέπει να δίνουν μεγάλη προσοχή στο σχεδιασμό και την κατασκευή ενός οχήματος και σκοπός θα πρέπει να είναι η ασφάλεια του επιβάτη.

Μια σειρά από σκέψεις και προτάσεις μας, που θα πρέπει να ακολουθούν οι σχεδιαστές ενός αυτοκινήτου είναι οι εξής:

- 1) Χρήση μαλακών υλικών κατά την κατασκευή των εσωτερικών χώρων του αυτοκινήτου για την αποφυγή από πρόσκρουσης των επιβατών.

- 2) Ενίσχυση των καθισμάτων και χρήση μαλακών υλικών ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος να γλιστρήσει το σώμα κάτω από τη ζώνη και να προκληθεί τραυματισμός των επιβατών.
- 3) Χρήση ειδικών μαξιλαριών στα καθίσματα ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού του αυχένος και του κεφαλιού.
- 4) Αφαίρεση του εσωτερικού καθρέφτη του αυτοκινήτου και αντικατάστασή του με ειδική οθόνη για την αποφυγή ατυχήματος.



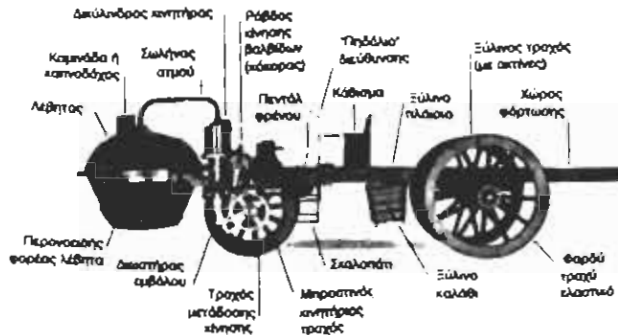
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΑΜΑΞΩΜΑΤΑ**

### **3.1 Ιστορική εξέλιξη του αμαξώματος**

Το αμάξωμα φθάνοντας στη σημερινή εποχή πέρασε μέσα από πολλά στάδια δοκιμών, μελετών, προβληματισμών αλλά και εφαρμογών γνώσεων και υλικών. Η μορφή του, κάθε τεχνολογική περίοδο, άλλαζε συνεχώς, σύμφωνα με τις ανάγκες, τις απαιτήσεις, τις τεχνικές γνώσεις και τις εξελίξεις της κάθε εποχής. Στον πιο κάτω ιστορικό διαχωρισμό υπήρξαν περίοδοι που διακρίνονται μεταξύ τους αλλά και περίοδοι οι οποίες ήταν συγκεχυμένες. Εδώ θα πρέπει να τονισθεί ότι κατά το διαχωρισμό των περιόδων λάβαμε υπόψιν παράγοντες, όπως η εξέλιξη του αμαξώματος, η χρήση του, η σχεδιαστική και βιομηχανική επανάσταση, τα διαρκώς εξελισσόμενα υλικά, η πετρελαϊκή και οικονομική κρίση της κάθε εποχής, η μείωση και η αύξηση της κατανάλωσης κλπ. Όλα αυτά μας οδήγησαν στον πιο κάτω διαχωρισμό.

1. Περίοδος 1 (1770-1884) Η εποχή της ατμοκίνησης
2. Περίοδος 2 (1885-1906) Το πρώτο αμάξωμα
3. Περίοδος 3 (1907-1918) Η βιομηχανική εποχή
4. Περίοδος 4 (1919-1955) Η άσκοπη σπατάλη των υλικών
5. Περίοδος 5 (1956-1970) Το αυτοκίνητο βρίσκει το δρόμο του
6. Περίοδος 6 (1971-1980) Η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας
7. Περίοδος 7 (1981-1990) Η εφαρμογή της αεροδυναμικής
8. Περίοδος 8 (1991-σήμερα) Τα μελλοντικά αυτοκίνητα

### Περίοδος 1 (1770-1884): Η εποχή της ατμοκίνησης



Σχήμα 12. Ατμοκίνητο όχημα Cugnot 1770, Γαλλία

Την περίοδο αυτή τα αμαξώματα χρησιμοποιούνται με μοναδικό σκοπό τη στήριξη των μηχανικών μερών του οχήματος, καθώς επίσης δημιουργούνται θέσεις για τους επιβάτες στους οποίους δεν παρέχεται καμία προστασία από εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Τα οχήματα κινούνται με ατμό.

### Περίοδος 2 (1875-1906): Το πρώτο αμάξωμα



Σχήμα 13. Daimler 1885 Γερμανία, κινητήρας μονοκύλινδρος 460 c.c., με μέγιστη ταχύτητα 12 km/h

Την περίοδο αυτή έχουμε την εφαρμογή της πρώτης μηχανής εσωτερικής καύσης με αμάξωμα, όπου πρώτος που την τοποθετεί είναι ο

Γερμανός μηχανικός Daimler το 1885. Το αμάξωμα είναι ανοικτού τύπου και μοιάζει σαν άμαξα.

### **Περίοδος 3 (1907-1918): Η βιομηχανική εποχή**



*Σχήμα 14. Fiat Zero, 1915, Ιταλία*

Την περίοδο αυτή τα αμαξώματα περνάνε σε μια νέα φάση αφού σχεδιάζονται από το μηδέν και σκοπός των σχεδιαστών είναι να λύσουν το πρόβλημα των προηγούμενων περιόδων. Έτσι οι σχεδιαστές βρίσκουν λύσεις που εξυπηρετούν τους καταναλωτές και τα μηχανικά μέρη του οχήματος. Το αμάξωμα περνά στην περίοδο της βιομηχανοποίησης και αποτελεί αντικείμενο βιομηχανικής εξέλιξης.

### **Περίοδος 4 (1919-1955): Η άσκοπη σπατάλη των υλικών**



*Σχήμα 15. Mercedes Benz 500, 1938 Γερμανία 6κυλ. 5401c.c., 170 km/h*

Αυτή την περίοδο οι βιομηχανίες κατασκευάζουν αμαξώματα μεγάλα και βαριά δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο μια μεγάλη σπατάλη υλικών. Για την κίνηση αυτών των αυτοκινήτων κατασκευάζονται μεγάλοι κινητήρες με υπερβολικές καταναλώσεις καυσίμων.

**Περίοδος 5 (1956-1970): Το αυτοκίνητο βρίσκει το δρόμο του**



*Σχήμα 16. Volkswagen 1960, Γερμανία, 4κυλ., 1192 c.c, 115 km/h*

Την περίοδο αυτή λόγω της μεγάλης συσσώρευσης πληθυσμού σε αστικές περιοχές, οι σχεδιαστές προχωρούν σε σχεδίαση κινητήρων μικρού κυβισμού καθώς και ελαφρών αμαξωμάτων, για γρήγορη και άνετη μετακίνηση των οχημάτων μέσα στις πόλεις.

**Περίοδος 6 (1971-1980): Η εφαρμογή της νέας τεχνολογίας**



*Σχήμα 17. Alfa Romeo*

Την περίοδο αυτή η συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία εφαρμόζεται πάνω σε αμαξώματα όπου οι ακμές του στρογγυλεύουν και γενικά η όψη του οχήματος διαφοροποιείται σε σχέση με αυτά που ξέραμε μέχρι τώρα. Τα αμαξώματα την περίοδο αυτή είναι αυτοφερόμενα και οι μηχανικοί στρέφουν την προσοχή τους στη λειτουργικότητά τους.

#### **Περίοδος 7 (1981-1990): Οι εφαρμογές της αεροδυναμικής**



*Σχήμα 18. Audi 100*

Κατά την περίοδο αυτή τα αμαξώματα περνούν σε μια νέα φάση όπου οι εφαρμογές της αεροδυναμικής αποτελούν τη βάση για τη σχεδίαση των αμαξωμάτων. Η αεροδυναμική σχεδίαση δημιουργεί αμαξώματα στρογγυλωμένα σ' όλες τις ακμές τους. Η συντριπτική πλειοψηφία των οχημάτων είναι αυτοφερόμενα και με τη βοήθεια της αεροδυναμικής γίνονται προσπάθειες για μείωση στην κατανάλωση καυσίμου.

#### **Περίοδος 8 (1991-σήμερα): Τα μελλοντικά αυτοκίνητα**

Σ' αυτήν την περίοδο που φθάνει μέχρι τις μέρες μας, τεχνολογικές καινοτομίες και λύσεις που εφαρμόζονται σε τομείς όπως αεροπορική, διαστημική τεχνολογία κλπ. περνούν και στη σχεδίαση των αμαξωμάτων. Τα αμαξώματα είναι ελαφρύτερα, αυτοφερόμενα,

στρογγυλεμένα και μελετημένα σύμφωνα με τις απαιτήσεις της αεροδυναμικής.



*Σχήμα 19. GM Ultralite, βάρος 700 kg*

### 3.2 Δομή των αμαξωμάτων

Το αμάξωμα αποτελείται από ένα σύνολο μεταλλικών εξαρτημάτων που συνδεόμενα μεταξύ τους δημιουργούν τους χώρους στήριξης των μηχανικών μερών, καθώς επίσης και τους χώρους χρήσης των επιβατών.

Το αυτοκίνητο μπορούμε να το θεωρήσουμε σαν ένα επίπεδο όπου στις τέσσερις άκρες του βρίσκονται οι τροχοί. Το γεγονός αυτό αποτελεί το λόγο όπου το αμάξωμα πρέπει να έχει υψηλή διαμήκη δυσκαμψία (για να μην κάμπτεται στη μέση). Ένα άλλο χαρακτηριστικό του αμαξώματος είναι η στρεπτική ακαμψία που πρέπει να διαθέτει την ικανότητα δηλαδή ν' αντιστέκεται στις στρεβλωτικές δυνάμεις που δημιουργεί κάθε δρόμος με ανώμαλη επιφάνεια. Η δομική ακαμψία είναι πολύ σημαντική γιατί αντεπεξέρχεται στα διάφορα επιμέρους φορτία, όπως το βάρος του κινητήρα, η ώθηση των ελατηρίων και οι μικρές κρούσεις.

Μεγάλη σημασία δίνεται από τους μηχανικούς σχεδιαστές στο υλικό κατασκευής του αμαξώματος, διότι τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά. Αν το αμάξωμα είναι πολύ ανθεκτικό, θα απορροφήσει λίγη από την ενέργεια κρούσεως σε μια σύγκρουση, ενώ αν το αμάξωμα δεν είναι πολύ ανθεκτικό θα συντριβεί μαζί με τους επιβάτες.

### 3.2.1 Τύποι αμαξωμάτων

Τα αμαξώματα χωρίζονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τους χώρους που διαθέτουν, την χρήση των χώρων αυτών, το εξωτερικό τους σχήμα, καθώς και με την χρήση του οχήματος.

Έτσι οι πιο γνωστοί τύποι αμαξωμάτων είναι οι πιο κάτω:

- α) Σεντάν (sedan). Κλειστό όχημα, 4θυρο, 3 όγκων με ανεξάρτητη πόρτα, πορτ-μπαγκάζ
- β) Λίφτμπακ (liftback). Κλειστό όχημα, 3θυρο ή 5θυρο με χυτή την πίσω πόρτα του πορτ-μπαγκάζ, σε συνέχεια του αμαξώματος ακολουθώντας πάντως την αεροδυναμική σχεδίαση
- γ) Χάτσμπακ (Hatchback). Κλειστό όχημα, 3θυρο ή 5θυρο, 2 όγκων, χωρίς την προέκταση του πορτ-μπαγκάζ
- δ) Στέϊσον-Βάγκον (Station-Wagon). Κλειστό όχημα 5θυρο, 3 όγκων, το πορτ-μπαγκάζ σχηματίζεται από την προέκταση της οροφής του αμαξώματος
- ε) Κουπέ (Coupe). Κλειστό όχημα, 2θυρο, με λιγότερα από 33 ft<sup>3</sup> εσωτερικού χώρου
- στ) Κάμπριο (Cabrio). Ανοιχτό όχημα με αναδιπλούμενη οροφή, 2θυρο
- ζ) Πολυμορφικό. Κλειστό όχημα, 5θυρο, με μεγάλους χώρους 5 ή 7 θέσεων για όλες τις μορφές χρήσεις.



### 3.2.2 Είδη Αμαξωμάτων

Όλα τα εξαρτήματα του αυτοκινήτου για να λειτουργήσουν σωστά και να εκτελέσουν την αποστολή τους θα πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένα σε κάποια βάση, η οποία να αναλαμβάνει τα φορτία που δημιουργούνται από το βάρος των επιβατών και των αποσκευών, καθώς και από το βάρος των μηχανισμών και του αμαξώματος.

Το αμάξωμα- σασί ανάλογα με την μορφή που έχουν και τον τρόπο κατασκευής τους, τα αμαξώματα ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες:

- α) Σασί πλαίσιο
- β) Αυτοφερόμενο αμάξωμα
- γ) Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα.

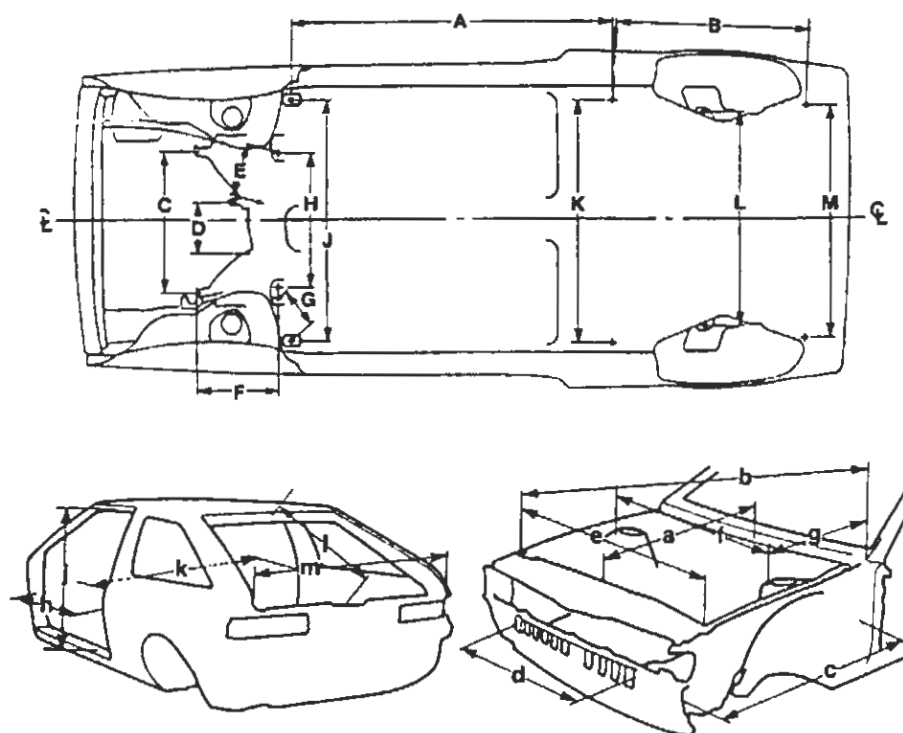
#### **α) Σασί πλαίσιο**



*Σχήμα 20. Παράλληλόγραμμα σασί πλαίσιο BRM-V16, (460 HP)-1950*

Είναι ένα ισχυρό μεταλλικό πλαίσιο που επάνω σ' αυτό συναρμολογείται το υπόλοιπο αυτοκίνητο. Αποτελείται από ένα δικτύωμα μεταλλικών εξαρτημάτων συνδεδεμένα μεταξύ τους είτε με λυόμενες συνδέσεις (βιδωτά ή με ηλώσεις), είτε με μόνιμες συνδέσεις (συγκολλητά). Το πλαίσιο αναλαμβάνει και απορροφά όλα εκείνα τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω του.

## β) Αυτοφερόμενο αμάξωμα

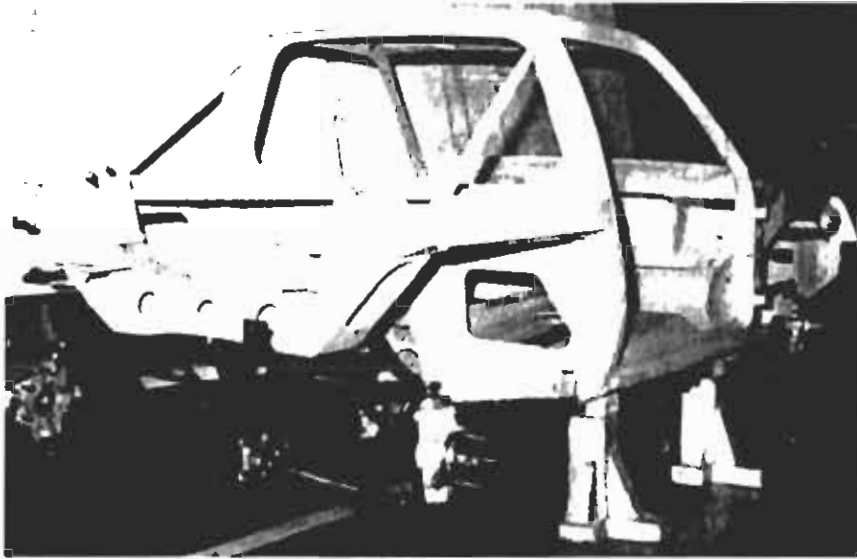


Σχήμα 21. Αυτοφερόμενο αμάξωμα Scirocco 1981

Το αυτοφερόμενο αμάξωμα είναι μια ενισχυμένη μονοκόμματη κατασκευή όπου όλο το αμάξωμα αναλαμβάνει τη στήριξη των διάφορων μηχανισμών και εξαρτημάτων καθώς και τη φόρτιση όλων των μηχανικών καταπονήσεων.

Στο αυτοφερόμενο αμάξωμα δεν υπάρχει σασί πλαίσιο ή δοκάρια. Υπάρχουν μικρά υποπλαίσια από το ίδιο το υλικό κατασκευής και στα σημεία σύνδεσης των εξαρτημάτων του αμαξώματος υπάρχει περισσότερο υλικό γιατί αυτά αναλαμβάνουν τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται.

### γ) Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα

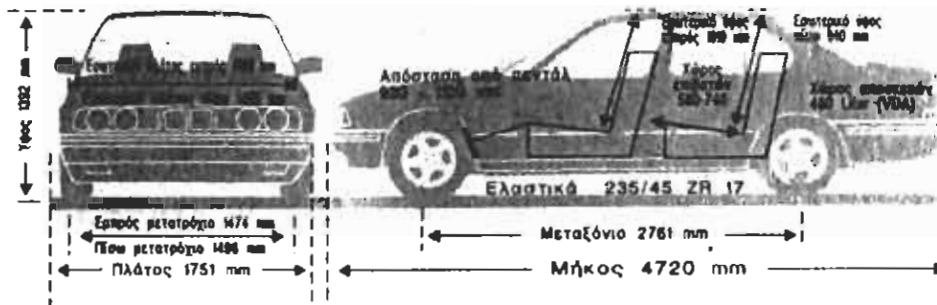


*Σχήμα 22. Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα Peugeot 205 T16*

Το ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα αποτελεί έναν συνδυασμό των δύο παραπάνω κατηγοριών. Έτσι, λοιπόν συνδυάζοντας σασί πλαίσιο (ισχυρό) και αυτοφερόμενο σασί (ελαφρύ) καταφέρνουμε να έχουμε ένα κινητήρα με μεγάλη ισχύς, ενώ διατηρούμε ένα ελαφρύ αμάξωμα δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο ένα ισχυρό σύνολο.

Η αυτοφερόμενη αυτή κατασκευή αναλαμβάνει τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται, ενώ για τη στήριξη του κινητήρα και των διαφόρων μηχανισμών χρησιμοποιεί ανεξάρτητα πλαίσια.

### 3.2.3 Χαρακτηριστικά των αμαξωμάτων



Σχήμα 23. Χαρακτηριστικά του BMW M5

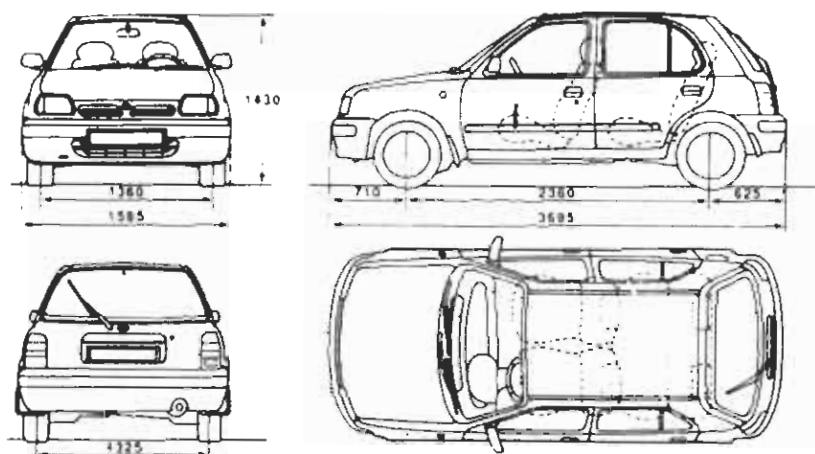
Τα χαρακτηριστικά των αμαξωμάτων δίνονται από τις κατασκευάστριες εταιρείες τα οποία μας βοηθούν να βγάλουμε ορισμένα συμπεράσματα για τα στοιχεία των αυτοκινήτων (όπως τύπος, διαστάσεις κλπ.).

Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται πιο κάτω:

- 1) Ο τύπος του αμαξώματος (sedan, cabrio, coupe, station-wagon, liftback, hatchback, πολυμορφικό).
- 2) Οι όγκοι του αμαξώματος (3 όγκων: χώρος επιβατών, χώρος κινητήρα, χώρος αποσκευών), (2 όγκων: χώρος επιβατών και αποσκευών, χώρος κινητήρα).
- 3) Θέσεις (αριθμός επιβατών) και πόρτες αμαξώματος (5θυρ, 3θυρο, 2θυρο), (5θέσεων, 2θέσεων, 4 θέσεων).
- 4) Ο αεροδυναμικός συντελεστής.
- 5) Το βάρος του οχήματος καθαρό και επιτρεπόμενο μικό.
- 6) Το επιτρεπόμενο φορτίο ρυμούλκησης (ελκτική ικανότητα).

- 7) Οι εξωτερικές διαστάσεις (Μήκος, πλάτος, ύψος).
- 8) Οι διαστάσεις μεταξύ των τροχών.
- 9) Το σύστημα διεύθυνσης.
- 10) Οι διαστάσεις των ελαστικών.
- 11) Η χωρητικότητα της αποθήκης καυσίμων.

<b>Βάρος</b>			
Αρμώματος 3θυρα (5θυρα)	kg	785 (805)	(810)
Μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος	kg	1290	1315
Ελκτική ικανότητα με φρένο	kg	600	450
χωρίς φρένο		310	310
<b>Σύστημα Διεύθυνσης</b>		Κρομανιέρα	
Διάμετρος στρόφης (M)		9.4	
<b>Διαστάσεις ελαστικών</b>		155/70 R13 T	
<b>Διαστάσεις</b>			
Μήκος	mm	3695	
Πλάτος	mm	1585	
Ύψος	mm	1430	
Μεταξόνιο	mm	2380	
Μετατρόχιο εμπρός	mm	1360	
Μετατρόχιο πίσω	mm	1325	
<b>Αριθμός επιβατών</b>		5	
Χωρητικότητα ρεζερβουάρ (l)		42	
Χωρητικότητα αποσκευών (VDA) (l)		206	



Σχήμα 24. Χαρακτηριστικά του Nissan Mikra

### **3.3 Υλικά κατασκευής**

Σαν υλικό κατασκευής των πρώτων αμαξωμάτων χρησιμοποιήθηκε ο χάλυβας. Το υλικό αυτό συνόδευσε για πολλές δεκαετίες την κατασκευή των αμαξωμάτων. Με την πάροδο του χρόνου προβλήματα όπως διάβρωση, ασφάλεια και αυξημένο βάρος του οχήματος οδήγησαν τους μηχανικούς στη χρησιμοποίηση υλικών με καλύτερες ιδιότητες. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν υλικά όπως: αλουμίνιο, συνθετικά υλικά και γαλβανισμένος χάλυβας.

#### **3.3.1 Χάλυβες**

Ο χάλυβας (ατσάλι) είναι το κυριότερο υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται σε διάφορες ποιότητες (St10, St15, St37, St42, St50) ανάλογα με τη χρησιμότητά του. Ο χάλυβας για να βελτιώσει τις ιδιότητες του εμπλουτίζεται με άλλα μέταλλα, ενώ η συνηθέστερη μορφή του είναι σε ελάσματα διαφόρων παχών. Τα ελάσματα αυτά διαμορφώνονται σε πρέσες, με τα ανάλογα καλούπια, σε εξαρτήματα, που απαρτίζουν το αμάξωμα (π.χ. θόλοι, φτερά, ενισχύσεις, γέφυρες, δοκοί, καπό, ουρανός, κολώνες, πόρτες κλπ.).

Το κομμάτια αυτά οδηγούνται στις καλίμπρες, όπου εκεί συναρμολογούνται και συγκολλούνται. Βεβαίως τα χρησιμοποιούμενα ελάσματα επιδέχονται επιπρόσθετες κατεργασίες, εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε σημεία τα οποία πρέπει να προφυλαχθούν από σκουριά (π.χ. δάπεδο οχήματος).

### 3.3.2 Αλουμίνιο

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στο χώρο του αυτοκινήτου είναι ραγδαίες και μας οδηγούν σε μια εποχή περισσότερων «οικολογικών» αυτοκινήτων. Εκτός από τη βελτίωση της καύσης στον κινητήρα, τα ηλεκτρονικά που ελέγχουν την κίνηση του αυτοκινήτου, των διαφόρων καταλυτών, κλπ. έφτασε και η σειρά του αμαξώματος να εξελιχθεί αφαιρώντας τα περιττά κιλά, χρησιμοποιώντας νέα υλικά όπως στην περίπτωση μας, το αλουμίνιο. Το αλουμίνιο διαθέτει μερικές μοναδικές ιδιότητες σε σχέση με τους χάλυβες.

- α) Είναι ελαφρύτερο, περίπου το 1/3 του βάρους του χάλυβα
- β) Έχει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση
- γ) Κατεργάζεται με μεγάλη ευκολία
- δ) Είναι ευθερμαγωγό μέταλλο

Το βασικό μειονέκτημα του αλουμινίου είναι το χαμηλό μέτρο ελαστικότητας, ( $E_{\chi\alpha\lambda\upsilon\beta\omicron} = 210.000 \text{ N/mm}^2$ ,  $E_{\alpha\lambda\omicron\upsilon\mu\iota} = 70.000 \text{ N/mm}^2$ ) και η χαμηλή αντοχή σε τάση θραύσεως σε σχέση με το χάλυβα.

Βεβαίως τα μειονεκτήματα αυτά εξισορροπούνται αφενός με μεγαλύτερο πάχος των εξαρτημάτων και αφετέρου με τη χρήση κραμάτων. Κλασικό παράδειγμα κράματος είναι το ντουραλουμίνιο, του οποίου η σύνθεση περιέχει 4% χαλκό, 0,5% πυρίτιο, 0,7% μαγγάνιο και 0,6% μαγνήσιο. Με τα κράματα αυξάνεται η αντοχή του υλικού σε σχέση με το καθαρό αλουμίνιο, ενώ διατηρούνται τα πλεονεκτήματά του. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι το αλουμίνιο καθίσταται ιδιαίτερα

εύκολα ανακυκλούμενο μέταλλο, που απαιτεί το 15 με 20% των ποσών ενέργειας που απαιτούνται για την αντίστοιχη ανακύκλωση του χάλυβα.



*Σχήμα 25. Το πλαίσιο τύπου ASF του νέου Audi A8 έχει ειδικά σχεδιαστεί, με βάση τις ιδιότητες του αλουμινίου και διαθέτει μεγαλύτερη ακαμψία από τα αντίστοιχα ατσάλινα πλαίσια συμβατικής μορφής*



*Σχήμα 26. Αλουμινένιος δοκός παραμορφωμένος κατά τη διάρκεια δοκιμής πρόσκρουσης*

Για την κατασκευή του αμαξώματος χρησιμοποιούνται τμήματα με διάφορες μεθόδους: χύτευση, διέλαση ή από φύλλα αλουμινίου. Ειδικά για το πλαίσιο του αμαξώματος, που δέχεται το μεγαλύτερο μέρος των μηχανικών φορτίων αναπτύχθηκε ένα νέο κράμα αλουμινίου-πυριτίου με αποτέλεσμα το πλαίσιο να έχει μεγαλύτερη ακαμψία από τα αντίστοιχα



χαλύβδινα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η επισκευή σε περίπτωση κτυπήματος. Η μέθοδος επισκευής περιλαμβάνει αντικατάσταση του παραμορφωμένου τμήματος και σύνδεση νέου εξαρτήματος με τρόπους ανάλογους μ' αυτούς που χρησιμοποιούνται στην αεροπορική βιομηχανία.

### 3.3.3 Συνθετικά υλικά, ανθρακονήματα, κεβλαρ (Kevlar)

Τα υλικά που δεν υπάρχουν στη φύση, αλλά κατασκευάζονται από τον άνθρωπο, αποτελούν τη νεότερη κατηγορία υλικών για ειδικές κατασκευές με μεγαλύτερα πλεονεκτήματα. Τα συνθετικά υλικά έκαναν την εμφάνισή τους στην αυτοκινητοβιομηχανία πριν αρκετά χρόνια. Τα απλούστερα χρησιμοποιούμενα απ' αυτά είναι τα πλαστικά (πολυεστερικά), ενισχυμένα με ίνες υάλου, τα οποία πολλές φορές αντικαθιστούν τα μεταλλικά εξαρτήματα.

Τα νέα υλικά, που προέρχονται κυρίως από την αεροδιαστημική τεχνολογία, εφαρμόζονται προς το παρόν, στα αυτοκίνητα αγώνων. Το υλικό αυτό έχει ίνες διαμορφωμένες παράλληλες, την μια κοντά στην άλλη και κολλημένες με μια ειδική ρητίνη που δεν έχει καμία σχέση με τις ρητίνες που χρησιμοποιούνται στον υαλοβάμβακα και που έχουν χημική αντίδραση. Τα ανθρακονήματα ψήνονται σε φούρνους με θερμοκρασία 170°C, αλλά η υπόθεση δεν είναι τόσο απλή όσο φαίνεται. Η διαδικασία της διαμόρφωσης απαιτεί καλά ειδικευμένους τεχνίτες. Τα ανθρακονήματα διατίθενται σε φύλλα πάχους χαρτιού τυλιγμένα σε ρολούς μεγάλης διαμέτρου.

Το υλικό πρέπει να φυλάγεται σε ειδικά ψυγεία με θερμοκρασία 0°C. Ένα από τα μειονεκτήματά τους είναι ότι τα λεπτά ανθρακονήματα δεν τυλίγονται γυμνά αλλά καλυμμένα με δυο προστατευτικά στρώματα πλαστικού, που πρέπει να απομακρυνθούν με μεγάλη προσοχή πριν από τη χρήση τους, χωρίς τα χέρια των τεχνικών να ακουμπήσουν τον άνθρακα.

Στην περίπτωση των αγωνιστικών αυτοκινήτων το ανθρακόνημα σχηματίζει «σάντουιτς», με κηρύθρα αλουμινίου στη μέση και φύλλα ανθρακονημάτων επάνω και κάτω. Ο αριθμός των φύλλων κηρύθρας αλουμινίου/ανθρακονημάτων που θα χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από τα φορτία που καταπονούν το συγκεκριμένο σημείο.

Είναι απαραίτητο να τονίσουμε ότι όλα τα φορτία, οι ροπές, τα σημεία στήριξης, τα σημεία που θα περάσουν μπουλόνια πρέπει να προβλεφθούν στη διάρκεια της σχεδίασης, γιατί, σε αντίθεση με το φάιμπερ γκλας, ο κατασκευαστής δεν μπορεί να «ενισχύσει» ένα σημείο με φύλλα ανθρακονήματος. Εάν όλα γίνουν σωστά τότε το πλαίσιο παραμένει «νέο», αφού η ακαμψία του είναι σχεδόν μηδέν.

Παρόμοιο υλικό με τα ανθρακονήματα είναι και το κεβλαρ, υλικό και αυτό συνθετικό με όμοιες ιδιότητες, αλλά με διάφορα την πολύ ελαττωμένη αντοχή σε τάσεις συμπίεσης. Με τη χρησιμοποίηση ινών άνθρακα ή κεβλαρ, είναι δυνατή η κατασκευή υλικών με τεράστια αντοχή σε εφελκυσμό και πυκνότητα ίση με το 1/2 του αλουμινίου ή το 1/6 του χάλυβα.

## 3.4 Αξιολόγηση υλικών αμαξωμάτων

### 3.4.1 Αλουμίνιο – χάλυβα

Τα τελευταία 30 χρόνια έγιναν πολλές προσπάθειες για την εξέλιξη εναλλακτικών υλικών κατασκευής με κύριο στόχο την εξοικονόμηση βάρους. Προσπαθώντας να ξεφύγουν από τη μεγάλη χρήση του χάλυβα ένα από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκε περισσότερο είναι το αλουμίνιο. Η τελευταία πενταετία χαρακτηρίζεται από την εντυπωσιακή αύξηση της χρήσης του αλουμινίου στην αυτοκινητοβιομηχανία η οποία έφτασε το 80%.

Η χρήση του στην κατασκευή τμημάτων του αμαξώματος εξαρτάται όμως από την εξέλιξη των τεχνολογικών παραγωγής. Το βασικότερο πρόβλημα όμως του αλουμινίου είναι το υψηλό του κόστος μιας και κοστίζει τέσσερις φορές περισσότερο από το χάλυβα. Εδώ και χρόνια έχει αποδειχθεί ότι η αίσθηση στιβαρότητας (που δεν είναι άλλο από την ικανότητα απόσβεσης ιδιοσυχνοτήτων του αμαξώματος) δεν είναι απαραίτητο να επιτευχθεί με το φόρτωμα κιλών λαμαρίνας στο αμάξωμα. Γιατί όμως το αλουμίνιο και όχι παραδοσιακό χάλυβα;

Το ειδικό βάρος ενός τυπικού κράματος αλουμινίου είναι περίπου 2,7 g/cm<sup>3</sup> ενώ του χάλυβα 7,86 δηλαδή τρεις φορές πιο βαρύ. Η αντοχή αντίστοιχα του χάλυβα (ανά μονάδα μάζας) είναι 2-2,5 φορές μεγαλύτερη.

Το αλουμίνιο όμως υπερτερεί του χάλυβα σε σημαντικότερους τομείς. Για παράδειγμα ο ρόλος του αμαξώματος δεν είναι μόνο να κρατά τους

τέσσερις τροχούς σε σταθερές εμφανίζοντας μια προκαθορισμένη ελαστική (ή όχι) παραμόρφωση σ' ένα συγκεκριμένο φορτίο.

Ο ρόλος του αμαξώματος είναι να αποσβένει εσωτερικά τους κραδασμούς από το δρόμο και τον κινητήρα μ' ένα ορισμένο τρόπο που προσδίδει την αίσθηση στιβαρότητας. Εδώ το αλουμίνιο υπερτερεί του χάλυβα κατά πολύ.

Επίσης οι επιδόσεις και η κατανάλωση καυσίμου με τη μείωση του βάρους είναι φυσικό επόμενο να βελτιωθούν και αυτές. Το αλουμίνιο παρέχει στο αυτοκίνητο 100% αντισκωριακή προστασία, πράγμα για το οποίο δεν μπορεί να εγγυηθεί ο χάλυβας. Πολλοί ωστόσο είναι αυτοί που αμφισβητούν την προστασία που παρέχει το αλουμίνιο στους επιβάτες στην περίπτωση ενός σοβαρού ατυχήματος. Ένα σύγχρονο αμάξωμα από αλουμίνιο σε τίποτα δεν υστερεί από ένα χαλύβδινο καθώς κατά την παραμόρφωσή του εμφανίζει περισσότερες πτυχές (πλαστικές αρθρώσεις) οι οποίες απορροφούν καλύτερα την ενέργεια μιας πιθανής σύγκρουσης.

Ένα από τα βασικά μειονεκτήματα του αλουμινίου σε σχέση με τον χάλυβα είναι ότι δεν κάμπτεται εύκολα και σε περίπτωση ατυχήματος η μέθοδος επισκευής περιλαμβάνει την αντικατάσταση του παραμορφωμένου τμήματος και σύνδεση νέου εξαρτήματος. Ένα ακόμη μειονέκτημά του είναι το χαμηλό μέτρο ελαστικότητας και η χαμηλή αντοχή σε τάση θραύσεως από τον χάλυβα.

### **3.4.2 Μαγνήσιο –τιτάνιο**

Πέρα από το αλουμίνιο υπάρχουν και άλλα ελαφριά μεταλλικά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο. Τα κυριότερα απ' αυτά είναι το μαγνήσιο και το τιτάνιο. Το μαγνήσιο παρουσιάζει παραπλήσιες μηχανικές αντοχές με το αλουμίνιο, ενώ είναι κατά 25% πιο ελαφρύ (πυκνότητα  $1,74 \text{ gr/cm}^3$ ). Παρόλα αυτά το υψηλό τους κόστος αλλά και τα προβλήματα της χαμηλής αντοχής στη διάβρωση το καθιστούν ως επιλογή μόνο σε συγκεκριμένα τμήματα ενός οχήματος, όπως για παράδειγμα στην κατασκευή πολλαπλών εισαγωγής ή τροχών. Το τιτάνιο είναι επίσης σχετικά ελαφρύ ( $4,59 \text{ gr/cm}^3$ ) με πολύ μεγάλη υψηλή μηχανική αντοχή και μεγάλη αντίσταση στη διάβρωση σε πολύ χημικό περιβάλλον, έχει όμως ιδιαίτερα υψηλό κόστος λόγω της δύσκολης εξαγωγής του σε καθαρή μορφή από τις ενώσεις του. Χρησιμοποιείται μόνο σε εξειδικευμένες περιπτώσεις, με πιο συχνή την χρήση του για την κατασκευή διωστήρων ενός κινητήρα.

### **3.4.3 Πολυμερή**

Το είδος των υλικών το οποίο εισήχθη στην αυτοκινητοβιομηχανία σχετικά πρόσφατα και το οποίο χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο από αυτήν, είναι τα πολυμερή, δηλαδή τα πλαστικά. Στην δεκαετία του '60 η χρήση των πλαστικών ήταν ελάχιστη και το συνολικό τους βάρος σε ένα όχημα δεν ξεπερνούσε τα 10 κιλά. Στη σημερινή εποχή το σύνολο των πλαστικών που χρησιμοποιούνται σ' ένα όχημα ξεπερνά σε βάρος τα 100 κιλά, αντικαθιστώντας, όμως υλικά τα οποία θα ήταν τρεις φορές βαρύτερα από αυτά. Ουσιαστικά τα πολυμερή είναι φυσικά ή τεχνητά παρασκευασμένα υλικά τα οποία αποτελούνται από μόρια τεράστιων διαστάσεων, που ενώνονται μεταξύ τους, μέσω διαφόρων κατεργασιών, πολυμερισμού. Κύρια πρώτη ύλη των περισσότερων πολυμερών είναι το πετρέλαιο αλλά και φυσικές ύλες όπως το καουτσούκ.

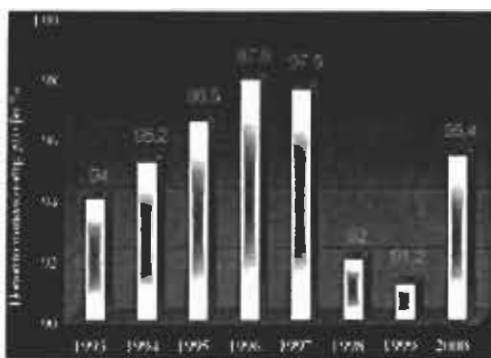
Βασικά τους πλεονεκτήματα είναι:

- 1) Η ευκολία στην μορφοποίηση και παρασκευή τους
- 2) Η δυνατότητα δημιουργίας κομματιών πολύπλοκης γεωμετρίας
- 3) Η διαφάνεια τους
- 4) Η πολύ χαμηλή τους πυκνότητα
- 5) Το χαμηλό κόστος παραγωγής τους.

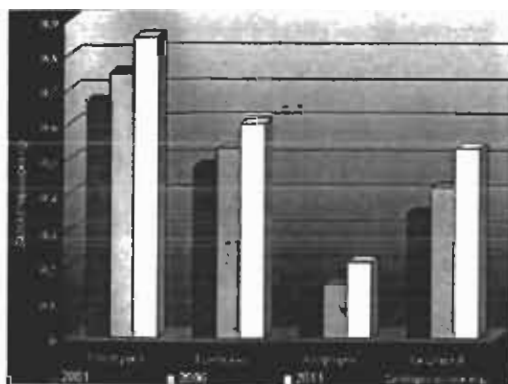
Μειονεκτήματα τους:

- 1) Οι χαμηλές μηχανικές ιδιότητες και αντοχές

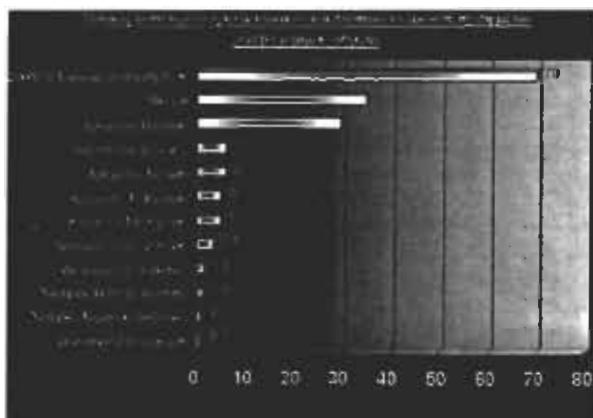
- 2) Η ευαισθησία τους στις υψηλές θερμοκρασίες
- 3) Η δυσκολία στην ανακύκλωση, η οποία δημιουργεί κινδύνους ρύπανσης του περιβάλλοντος.



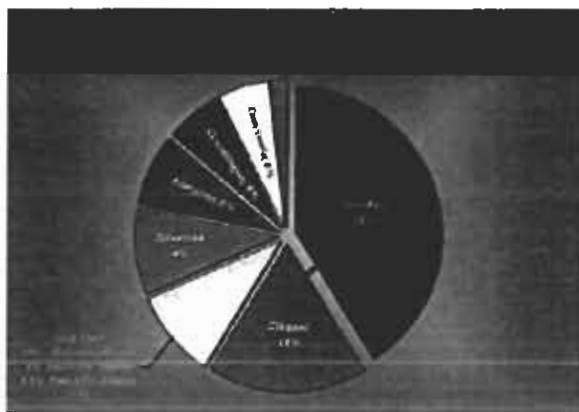
*Σχήμα 27.* Βαθμός ανακύκλωσης είναι ο λόγος των βαρών του υλικού που ανακυκλώθηκε προς το υλικό που χρησιμοποιήθηκε συνολικά. Ο βαθμός ανακύκλωσης του χάλυβα είναι ιδιαίτερα υψηλός, ξεπερνώντας το 90% την τελευταία δεκαετία. Το 2000 περίπου 14,4 εκατομμύρια τόνοι χάλυβα χρησιμοποιήθηκαν από την αυτοκινητοβιομηχανία, εκ των οποίων οι 13,1 εκ. τόνοι προήλθαν από ανακυκλώσιμο χάλυβα.



*Σχήμα 28.* Τα πλαστικά χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από την αυτοκινητοβιομηχανία και στα τέσσερα βασικά επιμέρους τμήματα ενός οχήματος. Το 2001 τα πλαστικά που χρησιμοποιήθηκαν έφτασαν τα 1,9 δισεκατομμύρια κιλά, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις των ειδικών το 2011 θα φτάσουν τα 2,8 δισεκατομμύρια κιλά.



*Σχήμα 29. Στο διάγραμμα φαίνεται ανά μονάδα όγκου των διαφόρων υλικών το 1995 σε σχέση με το χάλυβα χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα. Παρατηρείται ότι τα μόνα φτηνότερα από το χάλυβα υλικά είναι ορισμένα πλαστικά, ενώ το αλουμίνιο είναι πέντε φορές ακριβότερο από αυτόν. Το κόστος δε των ειδικών ελαφριών μεταλλικών και των σύνθετων υλικών είναι κατά πολύ υψηλότερο από του χάλυβα.*



*Σχήμα 30. Στο διάγραμμα δίνεται το ποσοστό κατά βάρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν το 1998 στην παγκόσμια αυτοκινητοβιομηχανία. Το ποσοστό του σιδήρου και των κραμάτων του εξακολουθεί να κατέχει σημαντικότατο μερίδιο στην πίτα των υλικών (65,4%), ενώ τα πλαστικά έρχονται δεύτερα στην προτίμηση των κατασκευαστών.*



### 3.5 Είδη διατομών αυτοφερόμενου πλαισίου

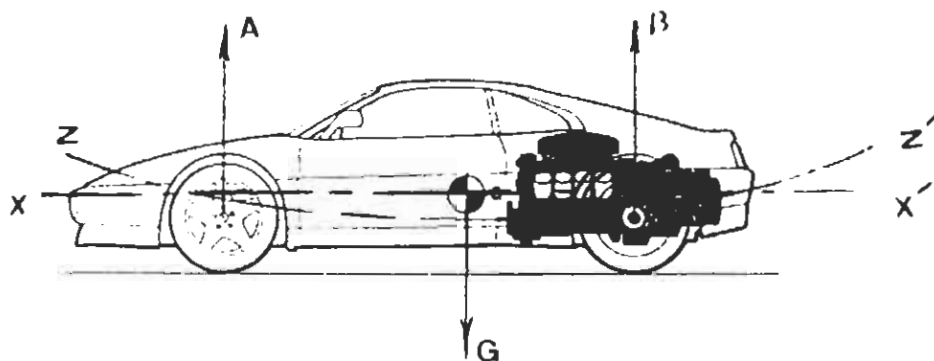
Το αυτοφερόμενο πλαίσιο όπως έχουμε αναφέρει λέγεται το αμάξωμα, στο οποίο δεν υπάρχει πλαίσιο και αποτελείται από ένα δικτύωμα διαμορφωμένων τεμαχίων. Τα κομμάτια αυτά αναλαμβάνουν όλα τα φορτία και τις ροπές που εμφανίζονται στο αμάξωμα κατά την κίνηση ή την στάση του.

Έτσι το αυτοφερόμενο πλαίσιο αναλαμβάνει όλα τα φορτία και τα διανέμει παντού σε όλο το αμάξωμα, μη εξαιρουμένου ακόμη και του ουρανού και του οχήματος. Γι' αυτό λοιπόν δεν θα πρέπει να επεμβαίνουμε στον ουρανό του αυτοκινήτου, αφαιρώντας τον για τοποθέτηση ηλιοροφής, γιατί με αυτόν τον τρόπο αλλάζει η κατανομή των φορτίων, εκτός αν ο κατασκευαστής σύμφωνα με μελέτη του έχει προβλέψει αυτήν τη μετατροπή.

Το αυτοφερόμενο αμάξωμα αποτελείται από ένα δικτύωμα ελασμάτων διαφόρων διαστάσεων και πάχους έτσι ώστε να εξασφαλίζεται μεγάλη ασφάλεια και αντοχή στο υπό κατασκευή αμάξωμα. Το γεγονός αυτό αποτελεί και τη σημαντική του διαφορά από το πλαίσιο σασί κάτι που θα αναλύσουμε σε άλλο κεφάλαιο. Τέλος κατά τη διάρκεια της μελέτης ενός αμαξώματος υπολογίζονται οι δυσμενέστερες θέσεις εφαρμογής των δυνάμεων και των ροπών, και στα σημεία αυτά έχουμε αύξηση του πάχους του υλικού, ενώ σε σημεία όπου οι δυνάμεις παρουσιάζονται μικρότερες του πάχους του υλικού ελαττώνεται, ακολουθώντας κάθε φορά προκαθορισμένα όρια.

### 3.5.1 Δυνάμεις που ενεργούν στο αυτοφερόμενο πλαίσιο

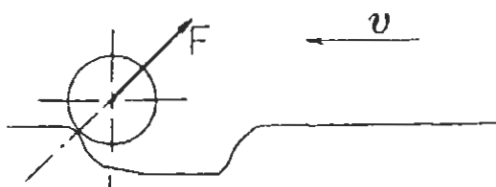
Οι δυνάμεις που εμφανίζονται στο αυτοφερόμενο πλαίσιο δεν διαφέρουν από τις αντίστοιχες του σασί πλαισίου. Οι δυνάμεις αυτές προέρχονται από το βάρος των διαφόρων μηχανισμών, της μηχανής και των εξαρτημάτων της, το αμάξωμα, τους επιβάτες καθώς και των αποσκευών τους. Όλες αυτές οι δυνάμεις αντικαθίστανται από μια κοινή συνισταμένη η οποία εφαρμόζεται κάθετα προς το νοητό οριζόντιο επίπεδο του οχήματος και τείνει να προκαλέσει κάμψη αυτού, όπου δημιουργεί εφελκυστικές τάσεις στο κάτω μέρος και θλιπτικές τάσεις στο πάνω μέρος του ουρανού του αμαξώματος.



Σχήμα 31

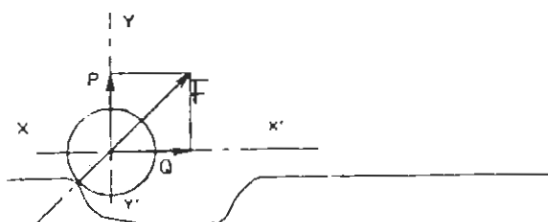
Στο πιο πάνω σχήμα φαίνεται η συνισταμένη δύναμη  $G$ , που είναι άθροισμα όλων των εφαρμοζόμενων δυνάμεων του αμαξώματος που τείνει να μεταβάλλει τον άξονα  $x'x$  στη θέση  $z'z$ . Μία ακόμη σημαντική δύναμη που εμφανίζεται στο αυτοφερόμενο πλαίσιο είναι αυτή που δημιουργείται εξαιτίας των εδαφικών ανωμαλιών του οδοστρώματος που κινείται το όχημα και μεταφέρεται με τη βοήθεια των τροχών στο πλαίσιο.

Αν ένα όχημα κινείται σε ένα ανώμαλο έδαφος και ένας τροχός πέφτει σε μια εσοχή το όχημα δεν ακινητοποιείται, αλλά λόγω αδράνειας συνεχίζει την πορεία του, τότε ο τροχός συναντά την πορεία της εσοχής και καταπονείται από την εμφανιζόμενη δύναμη  $F$  που είναι κάθετη στο σημείο πρόσκρουσης.



Σχήμα 32

Αναλύοντας τη δύναμη  $F$  σε δύο άξονες  $x'x$  και  $\psi'\psi$ , όπου ο άξονας  $x'x$  είναι άξονας κινήσεως του οχήματος και  $\psi'\psi$  ο κάθετος άξονας, θα πάρουμε δύο συνιστώσες  $P$  και  $Q$ .



Σχήμα 33

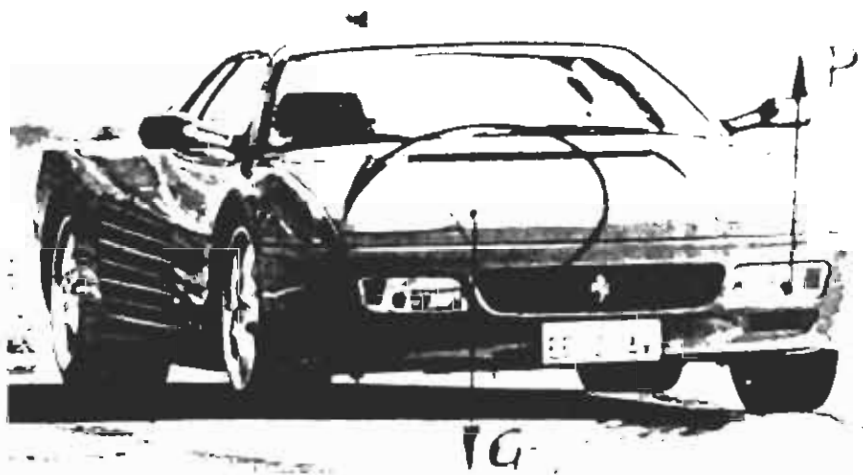
Οι δύο συνιστώσες δρουν ως εξής:

- 1) Η συνιστώσα  $Q$  δρα στις άκρες ενός νοητού ορθογωνίου στο οριζόντιο επίπεδο και τείνει να το παραμορφώσει σε παραλληλόγραμμο.



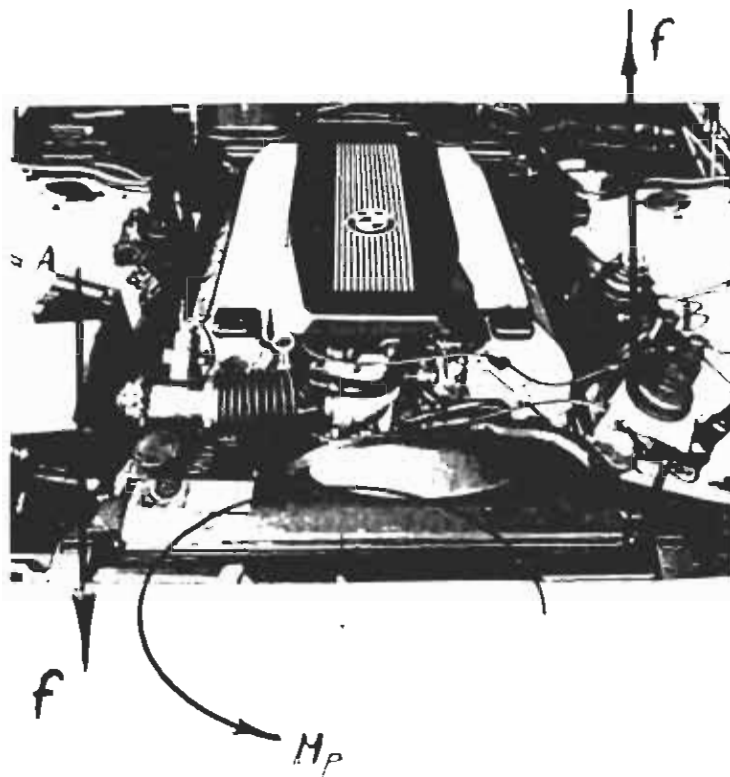
Σχήμα 34

2) Η συνιστώσα  $P$  είναι κάθετη στη δύναμη του βάρους και καταπονεί το σασί σε στρέψη.



Σχήμα 35

Μία ακόμη δύναμη που δρα πάνω στο αμάξωμα είναι η ροπή στρέψης που προκαλείται εξαιτίας της λειτουργίας του κινητήρα, διαμέσω των βάσεων στήριξής του, από ζεύγος δυνάμεων ομόρροπο με τη φορά περιστροφής του κινητήρα.

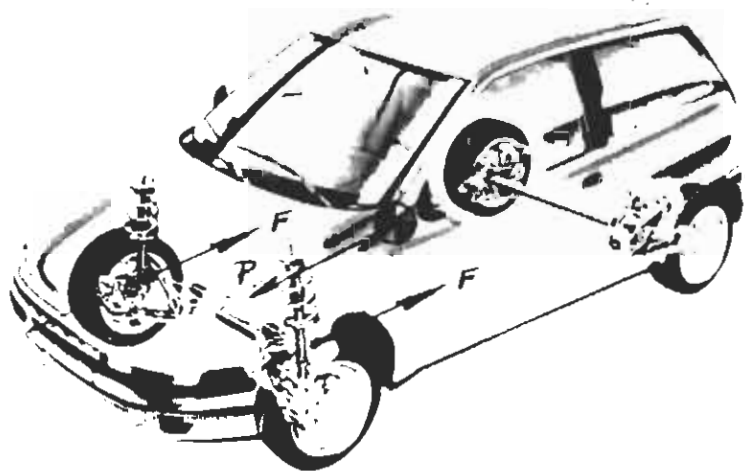


Σχήμα 36

Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε ότι το αμάξωμα αναλαμβάνει να απορροφήσει κάθε φορά χωρίς να υποστεί παραμόρφωση και άλλες δυνάμεις που δημιουργούνται κατά την κίνησή του διαφορετικές από αυτές που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Ένα όχημα κατά την κίνηση του κατά μήκος μιας νοητής τροχιάς αναγκάζεται να ακινητοποιηθεί με την εφαρμογή της δύναμης πέδησης που συγκρατεί τους τροχούς μέσω των μηχανισμών του θα εμφανισθεί μια δύναμη  $F$  αντίθετης της κίνησης του οχήματος, ενώ το αμάξωμα εξαιτίας της αδράνειας θα εμφανίσει δύναμη  $P$  κατά τη διεύθυνση της κίνησής του.

Οι δυνάμεις  $F$  και  $P$  καταπονούν το αμάξωμα, το οποίο πρέπει να τις απορροφά χωρίς να «επιτρέπει» δημιουργία παραμορφώσεων. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα σημεία σύνδεσης των μηχανισμών με το αμάξωμα γιατί στα σημεία αυτά παρουσιάζεται η μεγαλύτερη καταπόνηση. Μια ανάλογη καταπόνηση δημιουργείται κατά την αλλαγή διεύθυνσης του οχήματος.



Σχήμα 37

Το βάρος του οχήματος μετατοπίζεται προς την εξωτερική πλευρά της μηχανής. Κατά την ανάλυση της δύναμης ( $P$ ) λαμβάνουμε την οριζόντια ( $N$ ) και την κάθετη συνιστώσα ( $M$ ). Στην περίπτωση αυτή την σωστή τροχιά του οχήματος αναλαμβάνουν να διατηρήσουν οι τροχοί με αποτέλεσμα να εμφανίζονται οι αντιδράσεις  $F$  και  $F'$ . Ανάλυση στους ίδιους άξονες όπως και προηγουμένως μας δίνει τις αντιδράσεις ( $A,B$ ) και ( $A',B'$ ). Οι συνιστώσες ( $A,A'$ ) καταπονούν τις βάσεις στήριξης των τροχών, εξισορροπώντας αθροιστικά την δύναμη ( $N$ ).

Οι συνιστώσες ( $BB'$ ) που ασκούνται στο κάθετο επίπεδο, εξισορροπούν αθροιστικά κι αυτές τη συνιστώσα ( $M$ ). Οι δυνάμεις  $F$  και  $F'$  είναι ίσες με το  $1/2$  της συνολικής τιμής της δύναμης ( $N$ ) αφού υπάρχουν και άλλες δύο δυνάμεις στους εξωτερικούς τροχούς της άλλης πλευράς του οχήματος.



Σχήμα 38

### **3.6 Σασί πλαίσιο**

Το αμάξωμα-σασί όπως είδαμε είναι το μέρος του οχήματος που αναλαμβάνει όλα τα φορτία τις ροπές που εξασκούνται σε αυτό. Εξετάζοντας που ασκούνται πάνω σ' αυτές θα αναφερθούμε και στις τρεις κατηγορίες του αμαξώματος, δηλαδή σασί πλαίσιο, αυτοφερόμενο αμάξωμα και ημιαντοφερόμενο αμάξωμα.

#### **3.6.1 Δυνάμεις που ενεργούν στο σασί πλαίσιο**

Το σασί πλαίσιο όπως είπαμε δέχεται τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται όπως είναι το βάρος των διαφόρων μηχανισμών, της μηχανής και των εξαρτημάτων της, του αμαξώματος και των επιβατών καθώς και των αποσκευών τους.

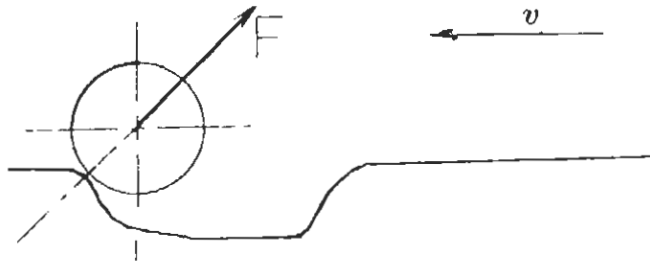
Οι δυνάμεις που ασκούνται είναι κάθετες ως προς το πλαίσιο και η συνισταμένη όλων των επιμέρους δυνάμεων ασκείται στο κέντρο βάρους του αμαξώματος με διεύθυνση εφαρμογής κάθετη στο πλαίσιο, ικανή να προκαλέσει κάμψη στο μεταλλικό σκελετό.

Μία ακόμη σημαντική δύναμη που εφαρμόζεται είναι η πρόσκρουση των τροχών κατά τη διάρκεια της κίνησής τους, επάνω σε εδαφικές ανωμαλίες. Η δύναμη αυτή δημιουργείται κατά την κίνηση του οχήματος κυρίως σε ανώμαλο έδαφος και μέσω των τροχών του μεταφέρεται στο πλαίσιο.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που μπορεί να αναφερθεί είναι ένα όχημα που κινείται σε ανώμαλο δρόμο και ο ένας τροχός πέφτει μέσα σε μια εσοχή. Το όχημα όπως είναι φυσικό δεν ακινητοποιείται αλλά

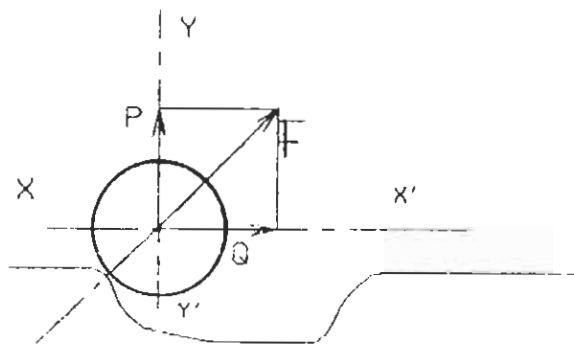


εξαιτίας της αδράνειας συνεχίζει τροχιά του. Έτσι όταν ο τροχός συναντήσει την πορεία της εσοχής προσκρούει πάνω σ' αυτήν και καταπονείται από την εμφανιζόμενη δύναμη  $F$  κάθετη στο σημείο πρόσκρουσης.



Σχήμα 39

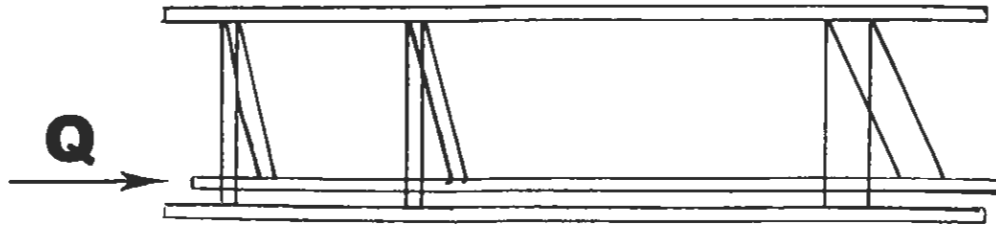
Αναλύοντας τη δύναμη αυτή σε δύο άξονες  $x'x$ - $\psi\psi$  όπου ο άξονας  $x'x$  είναι ο άξονας κινήσεως του οχήματος και  $\psi\psi$  ο κάθετος άξονας, θα πάρουμε δύο συνιστώσες  $P$  και  $Q$ .



Σχήμα 40

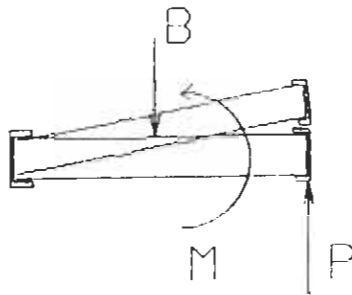
Οι δύο συνιστώσες  $P$  και  $Q$  δρουν ως εξής:

1) Η συνιστώσα  $Q$  ενεργεί στις άκρες του πλαισίου κατά το οριζόντιο επίπεδο και



Σχήμα 41

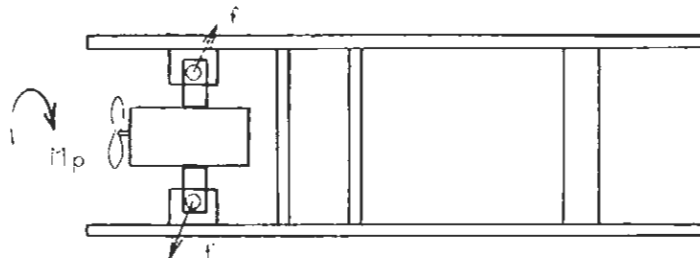
2) Η συνιστώσα  $P$  είναι κάθετη στη δύναμη του βάρους και καταπονεί στο κάθετο επίπεδο το πλαίσιο σε στρέψη.



Σχήμα 42

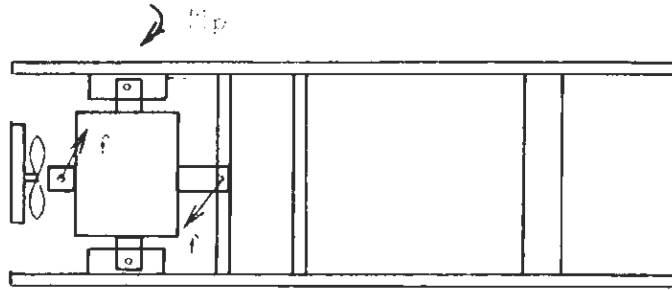
Κατά τη λειτουργία του κινητήρα δημιουργείται ροπή στρέψης πάνω στο πλαίσιο με ζεύγος δυνάμεων ομόρροπο με τη φορά περιστροφής του κινητήρα. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η εμφάνιση διαφοράς του ζεύγους των δυνάμεων ανάλογα με την τοποθέτηση του κινητήρα.

α) Διαμήκης τοποθέτηση



Σχήμα 43

β) Εγκάρσια τοποθέτηση



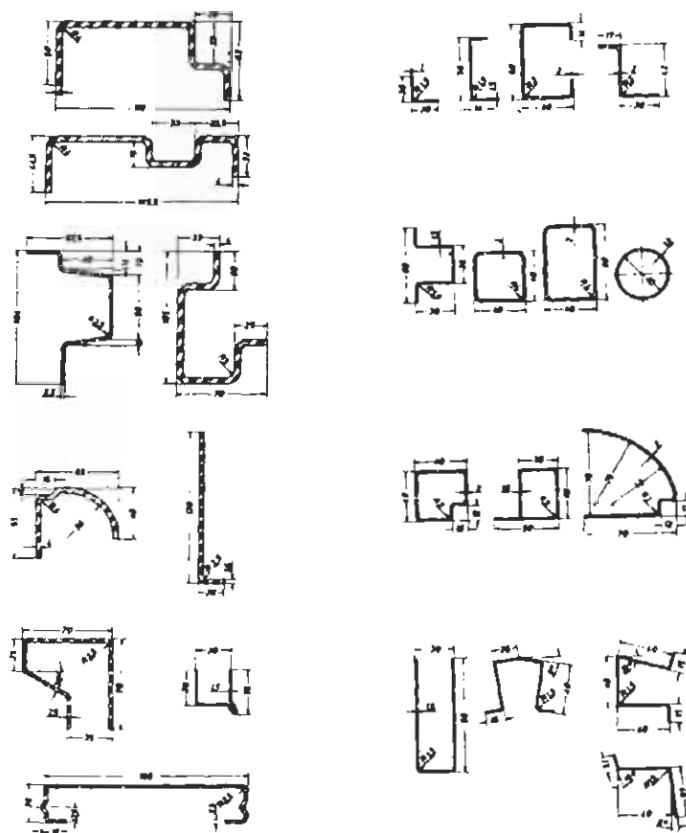
Σχήμα 44

**3.6.2 Είδη διατομών σασί πλαισίου**

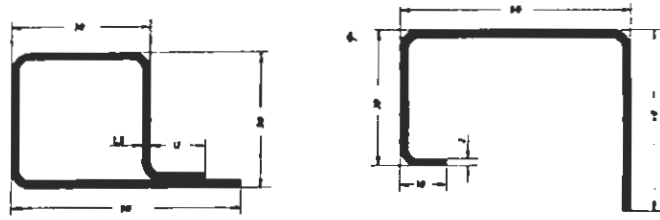
Η πιο κλασική κατασκευή πλαισίου αποτελείται από δύο παράλληλα δοκάρια με σχήμα συνήθως τετραγωνικής διατομής. Αυτά συνδέονται μεταξύ τους με άλλα κάθετα (εγκάρσια) ή χιαστί δοκάρια, για να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη αντοχή στο πλαίσιο από τις καταπονήσεις που δέχεται. Ακόμη το σασί πλαίσιο από μεταλλικά εξαρτήματα που είναι τυποποιημένοι μορφοσίδηροι διαφόρων μορφών ή χαλύβδινα προφίλ. Παραδείγματα προφίλ, διαμορφωμένων ελασμάτων και μορφοσιδηρών φαίνονται πιο κάτω.

### 3.7 Διατομές αμαξωμάτων

Τα αμαξώματα συναρμολογούνται από μεταλλικά εξαρτήματα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Τα μεταλλικά αυτά εξαρτήματα είναι τυποποιημένοι μορφοσίδηροι διαφόρων μορφών ή χαλύβδινα «προφίλ» διαμορφωμένα μετά από κατεργασία σε διαφορετικές μηχανές κυρίως ελασμάτων διαφόρων ποιτήτων (π.χ. πρέσες, στράτζες, ραουλιέρες, ζουμπάδες, ψαλίδια κλπ.). Παραδείγματα προφίλ διαμορφωμένων ελασμάτων και μορφοσιδήρων φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.




*Σχήμα 45. Διαμορφωμένα ελάσματα από διαμορφωτικές μηχανές. Οι διαστάσεις μπορούν να μεταβληθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατασκευής. Πρώτη ύλη χρησιμοποιείται έλασμα αναλόγου πάχους.*



Σχήμα 46. Οι διαστάσεις είναι μεταβλητές ανάλογα των απαιτήσεων

ΠΙΝΑΚΑΣ UPN


UPN	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ						F mm <sup>2</sup>	G Kg/m
	h mm	b mm	s mm	t mm	r mm	h-2c mm		
91.5 / 26.5	91.5	26.5	8.5	10.7	5.35	48	11.8	9.27
105 / 65	105	65	8	8	4	70	17.3	13.6
145 / 60	145	60	8	8	4	110	19.8	19.8
235 / 90	235	90	10	12	6	182	42.4	33.3
250 / 100	250	100	10	16	8	182	53.8	42.2
250 / 105	250	105	15	16	8	182	66.3	52.0
300 / 75	300	75	10	10	5	258	42.8	33.6



Σχήμα 47. Πίνακας προφίλ μορφής UPN τυποποιημένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές ειδικά για τα αμαξώματα

ΠΙΝΑΚΑΣ IPN

IPN	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ						ΕΠΦ. ΒΑΡΟΣ	
	h mm	b mm	s mm	t mm	r mm	h-2c mm	F mm <sup>2</sup>	G Kg/m
80	80	42	3.9	5.9	2.3	59	7.57	5.94
100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	10.6	8.34
120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	14.2	11.1
140	140	66	5.7	8.6	3.6	109	18.2	14.3
160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	22.8	17.9
180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	27.9	21.9
200	200	90	7.5	11.3	4.5	159	33.4	26.2
240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	46.1	36.2
280	280	119	10.1	15.2	6.1	225	61.0	47.9
300	300	125	10.8	16.2	6.5	241	69.0	54.2
320	320	131	11.5	17.3	6.9	258	77.7	61.0
340	340	137	12.2	18.3	7.3	274	86.7	68.0
360	360	143	13.0	19.5	7.8	290	97.0	76.1
380	380	149	13.7	20.5	8.2	306	107	84.0
400	400	155	14.4	21.6	8.6	323	118	92.4
450	450	170	16.2	26.3	9.7	363	147	115
500	500	185	18.0	27.0	10.8	404	179	141
600	600	215	21.6	32.4	13.0	485	254	199



Σχήμα 48. Πίνακας προφίλ IPN τυποποιημένα σύμφωνα με τις προδιαγραφές ειδικά για τα αμαξώματα

### 3.8 Τρόποι υλοποίησης των αμαξωμάτων

Η πρώτη δουλειά του μηχανικού-σχεδιαστή όταν αρχίζει τη μελέτη ενός νέου αμαξώματος είναι να προσδιορίσει και ακολούθως να βελτιώσει τα αεροδυναμικά φορτία που επενεργούν στο όχημα. Για να φέρει σε πέρας την αποστολή αυτή χρησιμοποιεί μοντέλα που μελετά σε αεροδυναμικές σήραγγες. Στο μοντέλα αυτά μπορεί να επεμβαίνει εύκολα, χωρίς πολλές δαπάνες ούτως ώστε να μπορεί να βελτιώσει τη συμπεριφορά του αμαξώματος που εξελίσσεται.

Οι συνήθεις κλίμακες κατασκευής μοντέλων είναι (3:8, 1:5, 1:4, 1:1)

Οι τρόποι που υλοποιούνται τα μοντέλα είναι:

α) Με χειροποίητο τρόπο

β) Με τη βοήθεια κοπτικής εργαλειομηχανής ελεγχόμενης από Η/Υ

γ) Με προσομοίωση σε οθόνη Η/Υ

**α) Με χειροποίητο τρόπο**

Σε σταθερή βάση οι τεχνίτες τοποθετούν μεταλλικούς ή ξύλινους σκελετούς πάνω στους οποίους «χτίζουν» προσθέτοντας ή αφαιρώντας υλικό. Ακολουθούν τα σχέδια των μηχανικών-σχεδιαστών εκτελώντας συνεχείς μετρήσεις ως προς τις διαστάσεις και τη συμμετρία του οχήματος.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι από γύψο πάνω σε μεταλλικό ή ξύλινο σκελετό, και από συμπαγή πηλό όπου γίνεται αφαίρεση υλικού.



*Σχήμα 48*

**β) Με τη βοήθεια κοπτικής εργαλειομηχανής ελεγχόμενης από Η/Υ**

Η κατασκευή του πρωτοτύπου γίνεται με χρησιμοποίηση κοπτικών εργαλειομηχανών οι οποίες ελέγχονται από Η/Υ. Οι εργαλειομηχανές αυτές μπορούν να κινούνται στο χώρο βάσει προκαθορισμένων στοιχείων που δίνονται από τους μελετητές μέσω Η/Υ και προγραμμάτων CAD-CAM. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι συμπαγές ξύλο ή πλαστικό όπου γίνεται αφαίρεση υλικού.



*Σχήμα 49*

### γ) Με προσομοίωση σε οθόνη Η/Υ

Εδώ η τεχνική της προσομοίωσης μέσω Η/Υ δίνει δυνατότητες, χωρίς τη χρησιμοποίηση πρώτης ύλης, συνεπώς χωρίς μεγάλο κόστος, να σχεδιάσουμε και να παρατηρούμε στις οθόνες το σχήμα που θα έχει το αμάξωμα. Η προσομοίωση δίνει επίσης τη δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας αλλαγής σχημάτων, προσθηκών, ενισχύσεων κλπ.



Σχήμα 50



### 3.9 Τρόποι σύνδεσης στοιχείων αμαξωμάτων

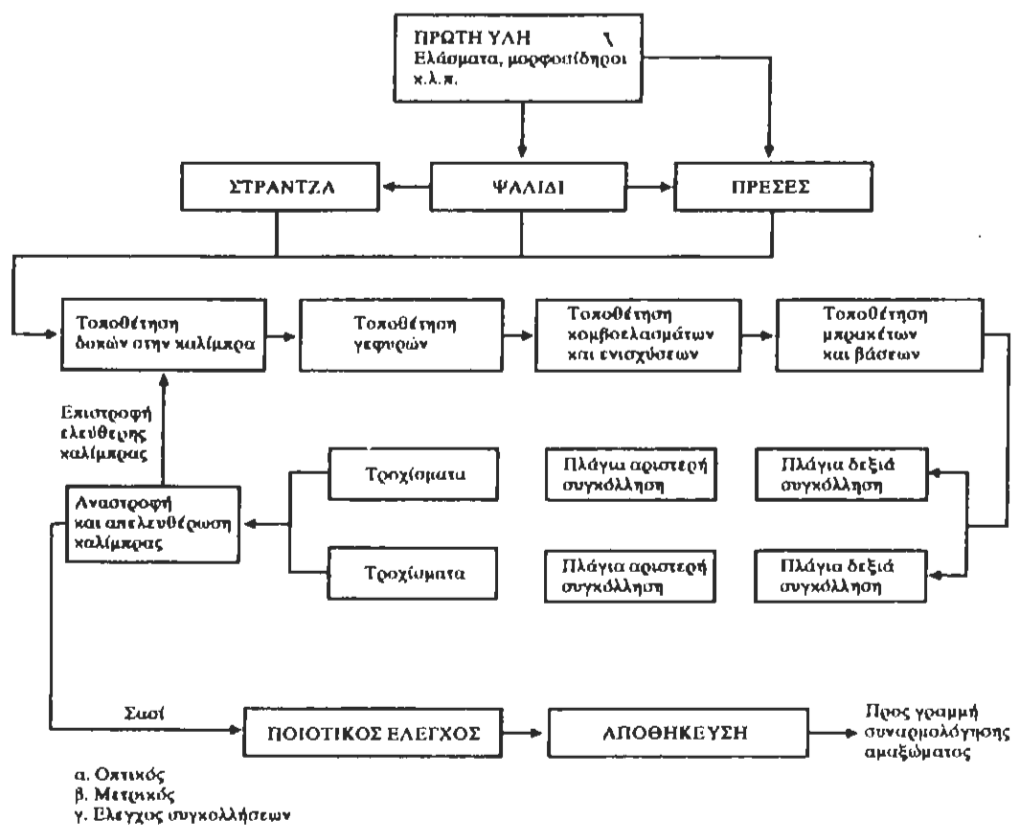
Τα εξαρτήματα των αμαξωμάτων μετά από τη διαμόρφωσή του, συναρμολογούνται πάνω σε καλίμπρες.

Οι καλίμπρες είναι μεταλλικές βάσεις με σταθερούς οδηγούς επάνω στους οποίους συναρμολογούνται τα σασί, με τη μέθοδο της προσθήκης διαμορφωμένων εξαρτημάτων.

Οι τρόποι συναρμολόγησης των σασί είναι δύο:

- α) Με κινητή σειρά παραγωγής (αλυσίδα παραγωγής)
- β) Με σταθερές επιτόπιες κατασκευές

Ο πρώτος τρόπος απαιτεί καλίμπρες που θα κινούνται σε σειρά πάνω σε ραουλόδρομους. Σε κάθε θέση εργασίας προστίθεται και ένα εξάρτημα που συνδέεται με λυόμενη ή σταθερή σύνδεση. Στο δεύτερο τρόπο το σασί «χτίζεται» πάνω στις καλίμπρες. Κάθε κομμάτι που αποτελεί το σασί, συνδέεται πάνω σε κάθε μία από τις σταθερές καλίμπρες. Ο τρόπος αυτός απαιτεί όλα τα εξαρτήματα να είναι αποθηκευμένα γύρω από την καλίμπρα. Από τους δύο αυτούς τρόπους, ο πρώτος είναι αποδοτικότερος. Βεβαίως απαιτεί καλή «ρύθμιση». Δηλαδή ο χρόνος που θα παραμείνει το σασί σε κάθε καλίμπρα, για να προστεθεί ένα ή περισσότερα εξαρτήματα πρέπει να είναι ο ίδιος σε κάθε φάση εργασίας. Η επιτόπια κατασκευή παρέχει την ικανοποίηση στους τεχνίτες να βλέπουν την ολοκλήρωση του αντικειμένου, ενώ στη σειρά παραγωγής οι τεχνίτες εκτελούν μηχανικά τις ίδιες κινήσεις για μεγάλα χρονικά διαστήματα.



Σχήμα 51. Παράδειγμα σειράς παραγωγής σασί

### 3.10 Δοκιμές συγκρούσεων (crash test)

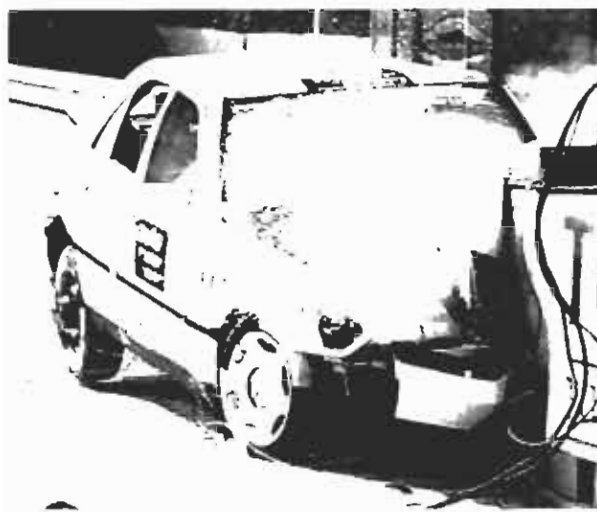
Η διαρκής εξέλιξη του σχεδιασμού των μέτρων παθητικής και ενεργητικής ασφάλειας των αυτοκινήτων επέβαλε τον έλεγχο αυτών για να διαπιστωθούν και στην πράξη τα αποτελέσματα των μελετών των σχεδιαστών.

Έτσι δημιουργήθηκαν οι δοκιμές συγκρούσεων (crash test), οι οποίες έδωσαν άλλη διάσταση στην επαλήθευση των υπολογισμών των στοιχείων του αμαξώματος. Στη δοκιμή αυτή λαμβάνουν μέρος αυτοκίνητα παραγωγής και «επιβάτες» ανδρείκελα (κούκλες με αναλογίες ανθρώπου σε βάρος και όγκο).

Πρωτεύοντες ρόλους εδώ παίζουν:

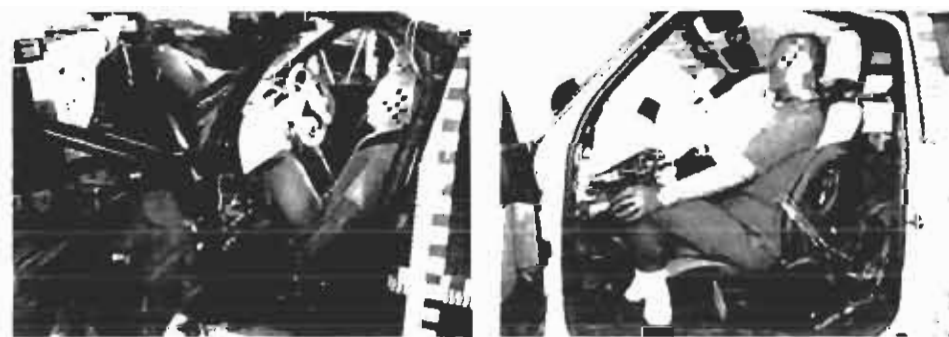
- α) Η εξομοίωση των πραγματικών συνθηκών, ώστε τα αποτελέσματα να είναι όσο γίνεται πιο ρεαλιστικά
- β) Η επανάληψη με τις ίδιες συνθήκες για να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης των μετρήσεων άρα και ο έλεγχος της επιτυχίας ή όχι της επέμβασης που εκτελείται στο αυτοκίνητο .

Τα αυτοκίνητα ελέγχονται ηλεκτρονικά, ενώ κινούνται χρησιμοποιώντας τους κινητήρες τους. Οδηγούνται με ταχύτητα δοκιμής 55 km/h πάνω σε σταθερά ακλόνητα εμπόδια με ακρίβεια εκατοστού και συγκρούονται μετωπικά, πλαγιομετωπικά ή με άλλο όχημα σταθερό ή κινούμενο αντιθέτως.



*Σχήμα 52. Πλαγιομετωπική σύγκρουση*

Μετά το πέρας της δοκιμής ελέγχονται όλα τα σημεία του αμαξώματος, τα μηχανολογικά συστήματα, τα μέτρα ασφαλείας, τα ηλεκτρολογικά-ηλεκτρονικά συστήματα και τέλος τα ανδρείκελα ως προς τις κακώσεις που εμφανίζουν.

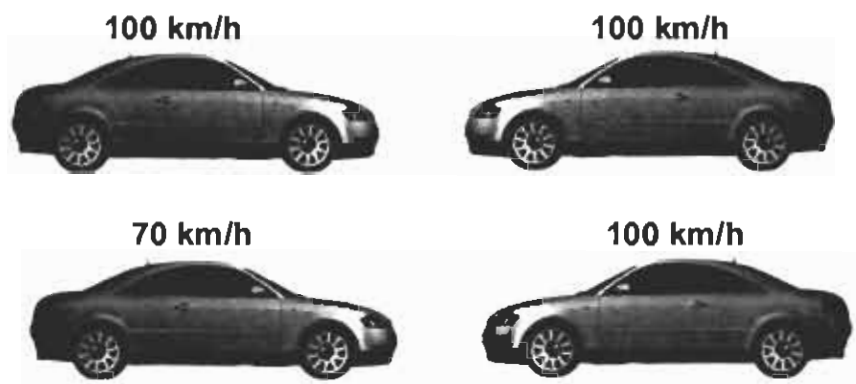


*Σχήμα 53. Ανδρείκελα μετά τη δοκιμή σύγκρουσης*

Με τον τρόπο αυτό βελτιώνονται ή προστίθενται νέα εξαρτήματα ή μηχανισμοί που εξασφαλίζουν την ασφάλεια των επιβατών. Παράδειγμα αποτελούν οι ζώνες ελεγχόμενης παραμόρφωσης βοηθώντας ώστε η καμπίνα των επιβατών να παραμένει αναλλοίωτη.

### 3.11 Σενάρια πρόσκρουσης

α) Μετωπική δύο κινούμενων οχημάτων με αντίθετη κατεύθυνση



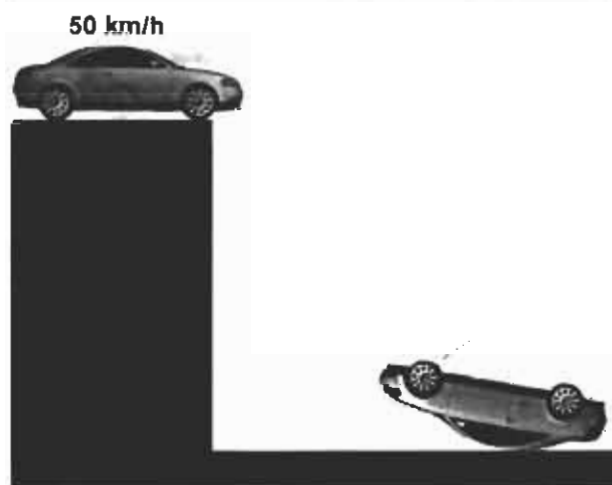
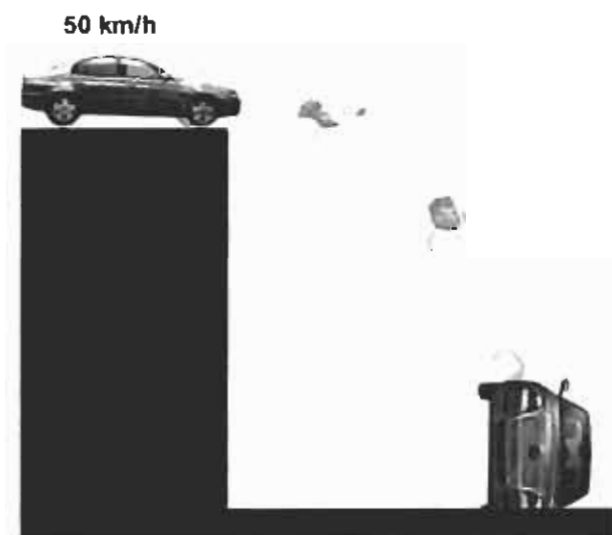
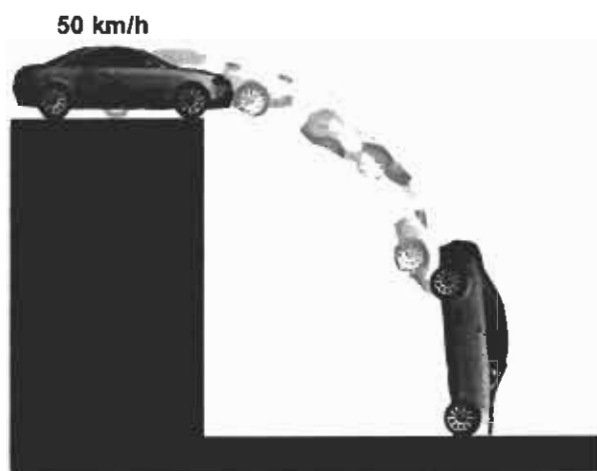
β) Πλευρική δύο κινούμενων οχημάτων



γ) Οπίσθια σύγκρουση με το ένα όχημα ακίνητο



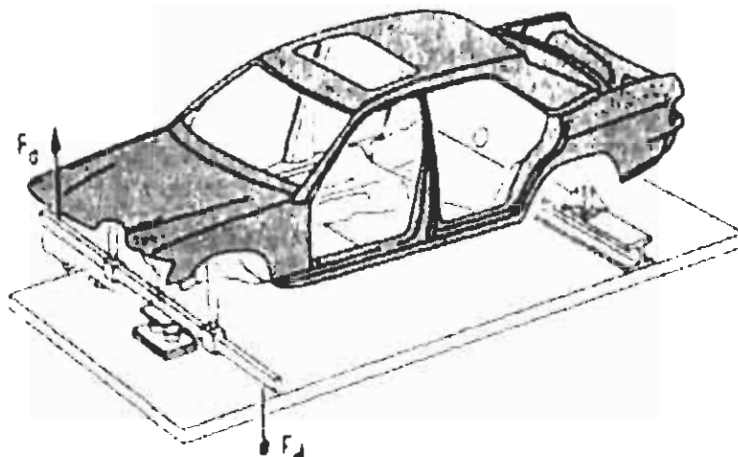
δ) Πτώση επιβατικού οχήματος από τρία μέτρα ύψος



### 3.12 Δοκιμή σε στρεπτική ακαμψία

Σ' αυτή τη δοκιμή ελέγχεται η ακαμψία του οχήματος σε ροπή στρέψης. Το όχημα κατά την κίνησή του δημιουργεί συνθήκες καταπόνησης σε στρέψη, όπως η πτώση του ενός τροχού σε μια «λακούβα» ή η ανάβαση του ενός τροχού στο πεζοδρόμιο κλπ.

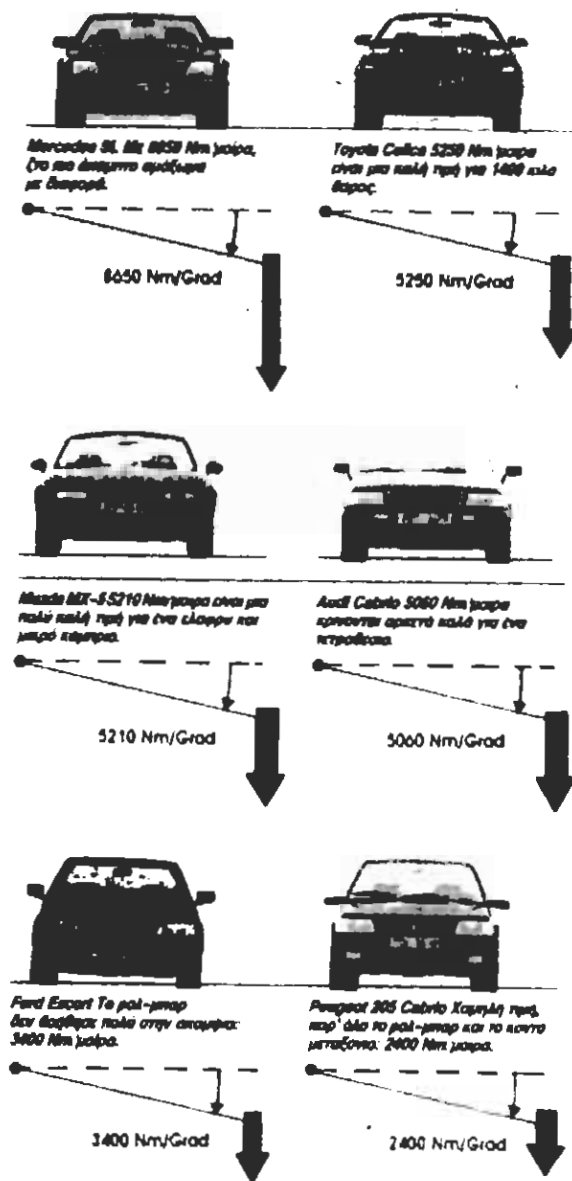
Η δοκιμή εκτελείται με σταθερά συγκρατημένο το πίσω μέρος του αυτοκινήτου ενώ στο μπροστινό τμήμα εξασκείται ροπή στρέψης. Η ροπή που απαιτείται για την στρέψη του τμήματος κατά μία μοίρα μας δίνει το μέτρο σύγκρισης για το συσχετισμό των αμαξωμάτων.



*Σχήμα 54. Δοκιμή στρεπτικής ακαμψίας. Το πίσω τμήμα είναι σταθερό, ενώ το μπρόσθιο καταπονείται με ζεύγος δυνάμεων*

### Παράδειγμα μετρήσεων στρεπτικής ακαμψίας

Μετά το τέλος των μετρήσεων τα οχήματα κατατάσσονται ανάλογα με την εξασκηθείσα ροπή (όσο πιο μεγάλη είναι η ροπή που θα στρέψει το αμάξωμα κατά μία μοίρα, τόσο πιο άκαμπτο είναι το όχημα).



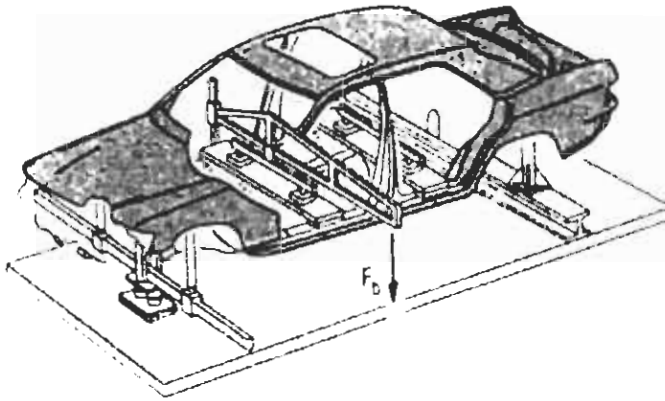
Σχήμα 55. Κατάταξη ανάλογα με τη στρεπτική ακαμψία που παρουσιάζουν τα αυτοκίνητα τύπου Cabrio



### 3.12.1 Δοκιμή σε κάμψη

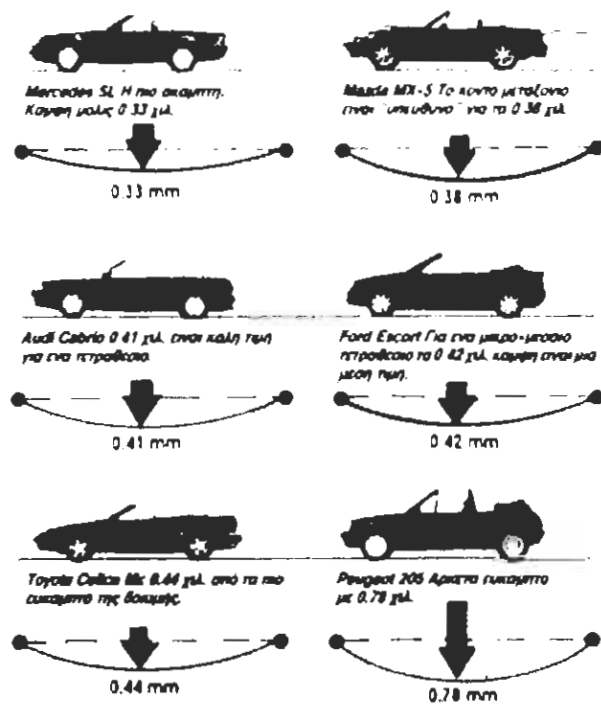
Η δοκιμή σε κάμψη εκτελείται με σταθερά συγκρατημένο το μπρόσθιο και το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου. Στο μέσο του αμαξώματος εφαρμόζεται δύναμη 150 κιλών και μετράμε το βάρος κάμψης που δημιουργείται.

Οι μετρήσεις αυτές δίνουν το μέτρο σύγκρισης για την κατάταξη των αμαξωμάτων.



*Σχήμα 56. Δοκιμή κάμψης*

Παράδειγμα δοκιμής σε κάμψη με διαφορετικά «μοντέλα» αυτοκινήτων. Όσο πιο μικρό είναι το βέλος κάμψης, τόσο πιο άκαμπτο είναι το όχημα.



Σχήμα 57. Κατάταξη ανάλογα με την τιμή του βέλους κάμψης για αυτοκίνητα τύπου Cabrio

### **3.13 Αξιολόγηση αμαξωμάτων**

#### **3.13.1 Σασί πλαίσιο**

Το σασί πλαίσιο έχει πολύ μεγάλη αντοχή λόγω των ισχυρών χυτοσιδηρών προφίλ που χρησιμοποιούνται. Βεβαίως η αντοχή δεν συμβαδίζει με τη συνολική απόδοση του αυτοκινήτου το οποίο αφενός καταναλώνει περισσότερο καύσιμο, μια που είναι αναγκασμένο να μεταφέρει μεγάλο ίδιο βάρος, αφετέρου σε περίπτωση σύγκρουσης δεν προφυλάσσει τους επιβάτες χρησιμοποιώντας την παθητική ασφάλεια (δηλαδή τη διαδοχική παραμόρφωση των μεταλλικών τμημάτων του σασί ώστε ο θάλαμος των επιβατών να παραμένει ανεπηρέαστος).

Η παλιά σχεδίαση των σασί πλαισίων δεν δίνει γενικώς ευκολίες τοποθέτησης των μηχανικών εξαρτημάτων. Δηλαδή το μεταλλικό πλαίσιο δύσκολα διαμορφώνεται σε πολλές εσοχές ή εξοχές που θα μπορούσαν να δεχθούν τους κυρίως και τους δευτερεύοντες μηχανισμούς. Έτσι αναγκαζόμαστε να προσθέσουμε επί πλέον εξαρτήματα αυξάνοντας το βάρος και το κόστος του.

#### **3.13.2 Αυτοφερόμενο πλαίσιο**

Το αυτοφερόμενο πλαίσιο διαθέτει ελαφρύ αμάξωμα, επιτυγχάνοντας οικονομία στο υλικό και στην κατανάλωση καυσίμου. Διαμορφώνει εύκολα ζώνες ελεγχόμενης παραμόρφωσης, που σε περίπτωση σύγκρουσης παρέχει μεγαλύτερη ασφάλεια.

Αποτελεί εγγύηση στην παθητική και ενεργητική ασφάλεια καθώς αναλαμβάνει δυνάμεις που προέρχονται από το βάρος του αμαξώματος, των εξαρτημάτων και των επιβατών. Αναλαμβάνει δυνάμεις και ροπές που προέρχονται από τις ανωμαλίες του εδάφους που κινείται, κάνοντας ευχάριστη τη διαμονή των επιβατών μέσα στο όχημα. Τέλος, η χρησιμότητα του αυτοφερόμενου πλαισίου αναδεικνύεται και από το γεγονός ότι εξασφαλίζει με μεγάλη επιτυχία τη στρεπτική και καμπτική ακαμψία του οχήματος.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

### **4.1 Σχεδίαση αμαξώματος**

Πολύ απλά, το αυτοκίνητο μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα επίπεδο που οι τέσσερις άκρες του στηρίζονται στους τροχούς. Για το λόγο αυτό πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικό για να μη παρουσιάζει μεγάλο βέλος κάμψης στη μέση, μια ιδιότητα που ονομάζεται διαμήκης ακαμψία. Για να επιτευχθεί ανθεκτική δομή χωρίς να αυξηθεί παράλληλα υπερβολικά το βάρος, τα υλικά πρέπει να χρησιμοποιηθούν όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται. Η ανθεκτικότητα όμως δεν είναι το παν, αν το αμάξωμα είναι (σχετικά απαραμόρφωτο) θα απορροφήσει πολύ λίγη από την ενέργεια σε μια σύγκρουση και έτσι το μεγαλύτερό της θα το δεχθούν οι επιβάτες. Από την άλλη αν το αμάξωμα είναι πολύ αδύνατο θα συνθλιβεί μαζί τους. Οι απαιτήσεις για καλές επιδόσεις επηρεάζουν επίσης την τελική απόφαση των σχεδιαστών για τη μορφή του αμαξώματος. Το αυτοκίνητο συναντά στην κίνησή του αντίσταση από τον αέρα, η οποία μπορεί να περιοριστεί στο ελάχιστο αν δοθεί στο αμάξωμα το σωστό αεροδυναμικό σχήμα. Όμως αυτό στην πράξη είναι αδύνατο επειδή ο χώρος των επιβατών για ένα δεδομένο μήκος αυτοκινήτου θα γινόνταν εξαιρετικά περιορισμένος. Έτσι βρέθηκε μια μέση λύση με αλλαγή των καθέτων παρμπρίζ και των εξωτερικών προβολών που προκαλούν μεγάλη αεροδυναμική αντίσταση. Το ύψος μειώθηκε προοδευτικά, τα παρμπρίζ απέκτησαν κλίση και οι προβολείς ενσωματώθηκαν στο αμάξωμα.

## 4.2 Προστασία κατά τη σύγκρουση

Για την αύξηση της προστασίας των επιβατών από όλες τις πλευρές του αμαξώματος φροντίζεται ώστε τα άκαμπτα πλαίσια των καθισμάτων να ενισχύονται καθώς και οι επενδύσεις των θυρών γίνονται μαλακές για να μπορούν να υποχωρήσουν, αλλά και ενισχύονται με δοκούς συγκρατώντας και μειώνοντας τελικά την ταχύτητα του σώματος του επιβάτη.

Το μπροστινό μέρος του αυτοφερόμενου αμαξώματος αποτελείται από κωνικούς διαμήκεις βραχίονες με οκταγωνικό προφίλ, δομή που εξασφαλίζει την απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας μέσω της διαδοχικής και συνεχόμενης παραμόρφωσης, με την οποία αντιδρούν οι φορείς. Αυτοί συνδυάζονται με ενισχύσεις διαφόρων βαθμών ακαμψίας και σταθερότητας (tailored blanks) οι οποίες αναλαμβάνουν την ενίσχυση του αμαξώματος σε σημεία που η παραμόρφωση δεν είναι επιθυμητή ή είναι επιθυμητή σε λιγότερο ή περισσότερο βαθμό.

### 4.3 Ζώνες παραμόρφωσης

Ο σύγχρονος σχεδιασμός ενός οχήματος απαιτεί την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προστασία των επιβατών κατά τη διάρκεια της σύγκρουσης. Θα πρέπει λοιπόν γύρω από τους επιβάτες να ορθώνεται ένας τοίχος προστασίας που θα διασφαλίζει τη ζωή των επιβαινόντων στο όχημα.

Με την μέθοδο των δύο ζώνων παραμόρφωσης το σχήμα χωρίζεται σε τρία μέρη. Τις δύο ζώνες παραμόρφωσης στο εμπρόσθιο (χώρος μηχανής) και οπίσθιο (χώρος αποσκευών) μέρος του οχήματος που απορροφούν την ενέργεια της σύγκρουσης και τον κλωβό ασφαλείας (χώρος επιβατών).

Στις πλευρικές και πλαγιομετωπικές συγκρούσεις ο χώρος των επιβατών προστατεύεται με τις εσωτερικές ράβδους ενίσχυσης στις πόρτες του οχήματος καθώς και με την χρήση μηχανισμών που διαχέουν την ενέργεια της σύγκρουσης από τις πόρτες προς τους δοκούς και τις κολόνες του οχήματος.

#### 4.4 Εγκάρσιοι φορείς – ζώνες επιλεκτικής παραμορφώσεις

Κατά την σχεδίαση του μικρού αυτοκίνητου πόλης SMART οι σχεδιαστές παρουσιάζουν μια νέα φιλοσοφία σχεδιασμού με τους εγκάρσιους φορείς σχετικά μικρού μήκους, αλλά μεγάλης διατομής στο μπροστινό μέρος του οχήματος. Το SMART είναι εφοδιασμένο με ζώνες επιλεκτικής παραμόρφωσης που έχουν σαν σκοπό την απορρόφηση μεγάλου μέρους των δυνάμεων που δημιουργούνται σε ένα ατύχημα. Η λειτουργία των ζωνών αυτών στο μπροστινό μέρος, που συνολικά αποτελούν το επονομαζόμενο Crashbox, ελέγχεται και προσδιορίζεται από υλικά που υποχωρούν με προκαθορισμένο τρόπο όταν δέχονται δυνάμεις, περιορίζοντας έτσι τη μετάδοσή τους στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Στο σχεδιασμό της διεργασίας αυτής συμμετέχουν και οι τροχοί του αυτοκινήτου, οι οποίοι μπορούν να απορροφήσουν μέρος της δύναμης από το ατύχημα, τόσο με τον αέρα του ελαστικού που παρεμβάλλεται ανάμεσα στην πλύμνη του και το μπροστινό μέρος του μαρσπιε, όσο και με τις μεγάλες τρύπες της ζάντας των 15 ιντσών, που υποχωρούν συνεισφέροντος έτσι και αυτές με τη σειρά τους, στη μείωση των δυνάμεων που φτάνουν στο θάλαμο των επιβατών.



## 4.5 Αεροδυναμικός σχεδιασμός

Ο αεροδυναμικός σχεδιασμός βρισκόταν ανέκαθεν στο λεξιλόγιο των εμπορικών τμημάτων των αυτοκινητοβιομηχανιών τουλάχιστον από την εποχή των μεγάλων κατακτήσεων της αεροναυπηγικής. Μόνο που τα αυτοκίνητα πριν την δεκαετία του '70 και αρκετά χρόνια μετά από αυτήν, ήταν μόνο κατά δήλωση αεροδυναμικά.

Τα εντυπωσιακά σε ορισμένες περιπτώσεις σχήματα ήταν αεροδυναμικά μόνο στο μάτι. Η κατάσταση άλλαξε το 1985 όπου το επιβατικό αυτοκίνητο που παρουσίασε η Audi (Quattro) δεν έδειχνε καθόλου αλλά στην πραγματικότητα ήταν αεροδυναμικό. Οι σχεδιαστές του αυτοκινήτου αυτού συνειδητοποίησαν πως η αύξηση της αεροδυναμικής αντίστασης οφείλονταν σε λεπτομέρειες όπως τα λουκία στη σκεπή, οι κακοσχεδιασμένοι εξωτερικοί καθρέπτες, οι νεοκλασικές μάσκες κλπ. Το αυτοκίνητο δεν χρειαζόταν να μοιάζει με πύραυλο. Αρκεί οι πόρτες να αγκαλιάζουν τη σκεπή, οι επιφάνειες των τζαμιών να είναι συνέχεια των πλαισίων τους, το παρμπρίζ να έχει τη σωστή κλίση, οι αρμοί να είναι όσο πιο στενοί γίνεται, τα πόμολα να μην προεξέχουν και οι καθρέπτες να είναι σωστά σχεδιασμένοι. Ακολουθώντας αυτές τις αρχές το μεγάλο Audi πέτυχε συντελεστή αντίστασης 0,30 και εγκαινίασε μια νέα εποχή.



*Σχήμα 58*

Η κίνηση των ρευστών στο χώρο και συνεπώς και του αέρα γύρω από το αυτοκίνητο περιγράφεται μαθηματικά από ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα διαφορικών εξισώσεων που είναι γνωστές ως εξισώσεις Navier – Stokes. Έτσι, θεωρητικά, είναι δυνατή η αεροδυναμική μελέτη του αμαξώματος ενός αυτοκινήτου χωρίς την ανάγκη πειραματικών δοκιμών, απλώς με την επίλυση αυτών των εξισώσεων.

Τη δυνατότητα για ακριβή (ή μάλλον ακριβέστερη) λύση των εξισώσεων Navier-Stokes μας τη δίνουν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές με τη χρήση αριθμητικών μεθόδων και τον χωρισμό της επιφάνειας του αμαξώματος με πεπερασμένα στοιχεία.

Για τις ανάγκες της εξομοίωσης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή η επιφάνεια του αμαξώματος χωρίζεται με πλέγμα που η ανάλυσή του μπορεί να φτάσει και τα 200.000 στοιχεία. Στα όρια κάθε στοιχείου με τα διπλανά του, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής υπολογίζει τις τριβές στον αέρα τις ταχύτητες ροής και τις αντίστοιχες πιέσεις. Η απεικόνιση των

μεγεθών αυτών στην οθόνη γίνεται με εύκολα κατανοητό τρόπο για παράδειγμα με κάποιο κώδικα χρωμάτων.

Οι πρώτες δοκιμές γίνονται με μοντέλα υπό κλίμακα, κατασκευασμένα από πυλό. Έτσι, είναι δυνατή η πραγματοποίηση περισσότερων δοκιμών σε σήραγγες μικρότερης διατομής. Με αυτή τη διαδικασία δοκιμάζονται και αξιολογούνται διαφορετικές λύσεις στο σχεδιασμό των λεπτομερειών του αμαξώματος.



*Σχήμα 59*

## 4.6 Κατηγοριοποίηση φιλοσοφιών κατά το σχεδιασμό

Η τελική μορφή ενός αμαξώματος περνά μέσα από πολλά στάδια και διεργασίες (συχνά με αλληλοσυγκρουόμενα αποτελέσματα) που γίνονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Ο μηχανικός – σχεδιαστής καλείται να δώσει την πιο ιδανική και περισσότερο συμφέρουσα λύση κατά τη διαδικασία της σχεδίασης.

Το ερώτημα, που τίθεται είναι που θα απευθύνεται το προϊόν, που πρόκειται να κατασκευαστεί. Με βάση λοιπόν το πιο πάνω ερώτημα οι σχεδιαστές παρουσιάζουν διάφορες φιλοσοφίες σχεδίασης. Έτσι κατασκευάζονται οχήματα που απευθύνονται σε κάθε άνθρωπο, δηλαδή στον επαγγελματία, στον άνθρωπο της υπαίθρου, της πόλης στον οικογενειάρχη.

Με οδηγό το παραπάνω σκεπτικό σχεδιάζονται οχήματα με τα δικά τους ξεχωριστά χαρακτηριστικά. Τα επαγγελματικά αυτοκίνητα είναι οχήματα που φέρουν μικρή καμπίνα επιβατών έχουν όμως ένα μεγάλο χώρο για την τοποθέτηση υλικών (καρότσα) καθώς και αντικειμένων π.χ. Citroen Berlingo, Fiat Ducato, Ford Transit, Mercedes Vito, Opel Combo, Renault Kangoo, Nissan Vanette.

Τα οχήματα που κατασκευάζονται κατά κύριο λόγο για την ύπαιθρο όπως αγροτικά και τζιπ είναι αυτοκίνητα αντοχής, ειδικά σχεδιασμένα για να αντέχουν σε δύσκολες συνθήκες και να κινούνται σε χωμάτινους δρόμους. Τα οχήματα αυτά διαθέτουν κίνηση και στους 4 τροχούς κινητήρα με μεγάλη ιπποδύναμη και καμπίνα επιβατών ιδιαίτερα ενισχυμένη. Π.χ. Toyota Rav 4, Toyota Hilux, Nissan Navara, Daihatsu

Terios, Honda CRV, Jeep Cheokes, Mitsubitsi Pajero, Land Rover Freelander.

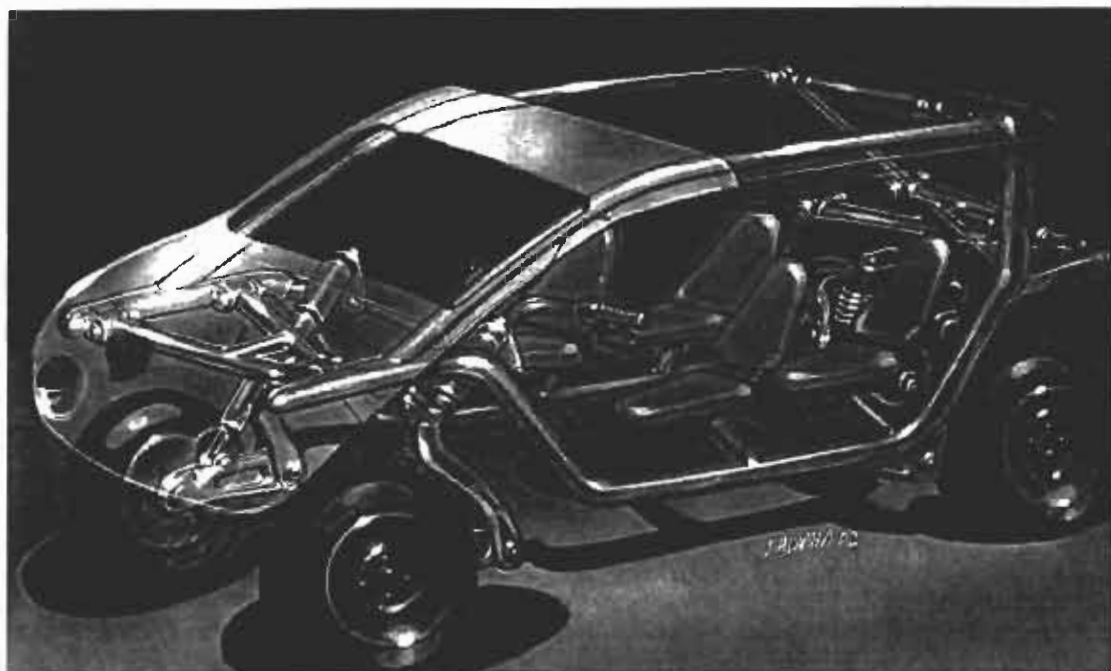
Για τα αυτοκίνητα πόλης ο σχεδιασμός επιβάλλει οχήματα με μικρό όγκο, ενισχυμένη καμπίνα επιβατών με ζώνες παραμόρφωσης και εγκάρσιους δικούς και μικρή ιπποδύναμη. Έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ευκολία στο παρκάρισμα, χαμηλή κατανάλωση καυσίμου, άρα οικονομία, μικρότερη χρήση υλικών αλλά και περισσότερη ασφάλεια για τους επιβαίνοντες. Π.χ. Opel Corsa, Toyota Yaris, Citroen C3, Nissan Mikra, VW Polo, Seat Arosa-Ibiza, Renault Clio, Smart, Hyundai Atos.

Στα οικογενειακά αυτοκίνητα ο σχεδιαστής, εκτός από την ασφάλεια που είναι ίδια για όλους τους τύπους αυτοκινήτων, δίνει μεγάλη προσοχή στην επάρκεια χώρων. Εδώ το όχημα είναι μεγάλου όγκου π.χ. πολυμορφικά, στέσσιον βάγκον) και διαθέτει μεγάλο αριθμό χώρων για αποσκευές και μικροαντικείμενα καθώς επίσης και μεγάλη ιπποδύναμη. Π.χ. Nissan Almera, Mitsubishi carisma, Toyota Avensis, Opel Vectra, Ford Mondeo, Citroen Picasso, Fiat Marea, Hyundai Elandra, Lansia Lybra, Peugeot 307, Renault Laguna.

## 4.7 Σπονδυλωτή δομή αμαξωμάτων

Κάθε είδους κατασκευή, είτε είναι κτίριο είτε κάποιο όχημα, πρέπει να αντέχει στις διάφορες στατικές ή δυναμικές καταπονήσεις που ασκούνται σ' αυτό για να μην παραμορφώνεται ούτε και να καταρρέει. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε οι συνδέσεις των επιμέρους στοιχείων που το συναποτελούν να διαθέτουν τις απαραίτητες αντοχές. Τα γνωστά μας αμαξώματα (cells ή κέλυφη) που αποτελούν τις φέρουσες δομές κάθε σύγχρονου οχήματος που κινείται πάνω στο έδαφος, είναι ουσιαστικά άκαμπτες δομές οι οποίες κατά τη διάρκεια της κίνησής τους στο έδαφος δεν έχουν σχεδόν καμία δυνατότητα προσαρμογής στην εδαφική μορφολογία. Αυτό γίνεται περισσότερο φανερό, όταν το έδαφος που πάνω του κινείται το όχημα συμβαίνει να είναι ανώμαλο. Η μόνη δυνατότητα προσαρμογής τους προέρχεται από τις ελαστικές παραμορφώσεις του κελύφους και φυσικά από τα περιθώρια που δίνουν οι αναρτήσεις τους.

Ενώ, λοιπόν, όλα τα μέχρι σήμερα κατασκευασμένα οχήματα έχουν δομή κελυφωτή, δηλαδή απαραμόρφωτη και ουσιαστικά ασύμβατη με το έδαφος με τη νέα ιδέα που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια να αποδεικνύεται μια εναλλακτική πρόταση για μια νέα γενιά οχημάτων σπονδυλωτής δομής που ο φέρων σκελετός τους θα παραμορφώνεται σε συνάρτηση με τις δυναμικές απαιτήσεις της κίνησης αλλά και της μορφολογίας του εδάφους. Αυτά τα νέας φιλοσοφίας χερσαία οχήματα θα μπορούσαν να βρουν πολλές εφαρμογές από μικρά οχήματα πόλης μέχρι μεγάλα (παντός εδάφους στρατιωτικά ή οχήματα διάσωσης).



*Σχήμα 60*

Τα νέας μορφής, σπονδυλωτά οχήματα θα μπορούσε κανείς να πει ότι εκφράζουν το ίδιο στατικό και δυναμικό μοντέλο που εκφράζει το βιολογικό τους αντίστοιχο δηλαδή τα σπονδυλωτά ζώα. Τα σπονδυλωτά οχήματα ισορροπούν κατά τη διάρκεια της κίνησης, παρακολουθώντας τη δυναμική της, όπως συμβαίνει στο ποδήλατο και στη μοτοσικλέτα. Παίρνουν τη στροφή όπως την παίρνει, για παράδειγμα, το άλογο. Και όταν σταματούν, μια απλούστατη διάταξη τηλεσκοπικών διαγωνιών, που το μήκος τους μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της κίνησης, φροντίζει ώστε το σύστημα να μην καταρρεύσει, όταν με τη στάση παύσουν να επενεργούν οι δυνάμεις που διατηρούν σε δυναμική ισορροπία το σπονδυλωτό όχημα. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια κάποιου πολύ απλού υδραυλικού ή μηχανικού φρένου, που κρατά σταθερές σε μήκος τις τηλεσκοπικές διαγώνιες.

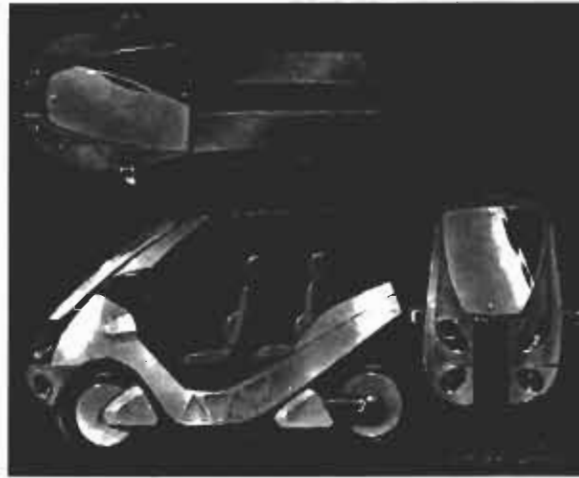
#### **4.7.1 Πλεονεκτήματα – σύγκριση**

Τα βασικά πλεονεκτήματα ενός τετράχρονου ή πολύτροχου σπονδυλωτού οχήματος σε σχέση με τα συμβατικά κελυφωτά οχήματα είναι κυρίως τα εξής:

1. Υψηλή συμβατότητα με την εδαφική μορφολογία κάτι που στα γνωστά κελυφωτά οχήματα το προσεγγίζουμε με τις στρεπτικές παραμορφώσεις του κελύφους και φυσικά, με τη βοήθεια των αναρτήσεων. Στα τετράχρονα ή πολύτροχα σπονδυλωτά οχήματα όμως για να πετύχουμε μια καλή συμβατότητα με την εδαφική μορφολογία (ανωμαλίες, κλίσεις, λακούβες κλπ.), έχουμε εκτός από τις αναρτήσεις και τη σχετική ελευθερία του ενός ημιοχήματος από το άλλο. Έτσι το καθένα από τα μεταξύ τους αρθρωμένα οχήματα παρακολουθεί τις ανωμαλίες του εδάφους, χωρίς στην κίνησή του αυτή να παρασέρνει και το άλλο. Οπότε εάν σε ένα συμβατικό κελυφωτό τετράχρονο όχημα ή δεξιά πλευρά των τροχών πέσει για παράδειγμα σε μια λακούβα, παρασύρεται και η αριστερή πλευρά. Εάν, όμως, ο μπροστινός δεξιός τροχός ενός αυτοκινήτου, πέσει σε μεγάλη λακούβα, ξεπερνώντας τα όρια της διαδρομής της ανάρτησης, ο πίσω αριστερός τροχός σηκώνεται στον αέρα, χάνοντας την επαφή του με το δρόμο. Αυτό είναι ένα φαινόμενο που συμβαίνει πολύ συχνά, όταν τα συμβατικά κελυφωτά οχήματα βρίσκονται εκτός δρόμου. Τα σπονδυλωτά οχήματα, όμως, σε διαδρομές εκτός δρόμου, λόγω της σχετικής ανεξαρτησίας των δύο πλευρικών ηλιοχημάτων, δεν παρουσιάζουν το προηγούμενο μειονέκτημα, αλλά κυριολεκτικά αντιγράφουν την εδαφική μορφολογία



και οι τροχοί σε καμία σχεδόν περίπτωση δεν χάνουν την προσφυγή τους με το έδαφος, ακόμα και στην περίπτωση που οι διαδρομές των αναρτήσεων φθάσουν στα όριά τους.



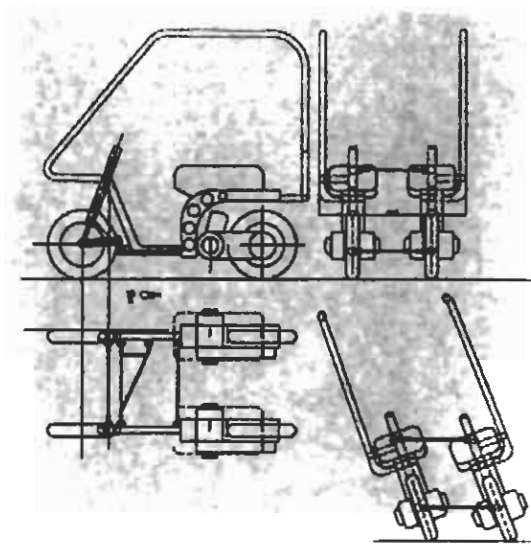
*Σχήμα 61*

2. Στα συμβατικά κελυφωτά οχήματα, σε μια γρήγορη στροφή, όπου η τιμή της φυγόκεντρης δύναμης είναι υψηλή, παρουσιάζεται το μειονέκτημα της μεταφοράς του βάρους από τους τροχούς που βρίσκονται στο μέσο μέρος της στροφής σε εκείνους που βρίσκονται στο έξω μέρος. Ως συνέπεια οι τροχοί που βρίσκονται στο μέσα μέρος αποφορτίζονται, ενώ οι τροχοί που είναι στο έξω μέρος φορτίζονται. Το αποτέλεσμα είναι ότι το συμβατικό όχημα ουσιαστικά στρίβει με τη βοήθεια μόνο των τροχών της έξω πλευράς, οι οποίοι επιβαρύνονται υπερβολικά, και μάλιστα με δυνάμεις που τείνουν να κάμψουν τους άξονές τους και να παραμορφώσουν τα πέλματα των ελαστικών τους. Κάτι που τελικά επιδρά αρνητικά στην ποιότητα της πρόσφυσης του οχήματος. Τα σπονδυλωτά όμως οχήματα στρίβουν σαν δύο αρθρωμένες μεταξύ τους μοτοσικλέτες. Δεν υπάρχει καμία μεταφορά βάρους από τη

μέσα πλευρά της στροφής προς την έξω. Οι τροχοί και των δύο πλευρών πιέζουν το έδαφος με τις ίδιες ακριβώς δυνάμεις, οι οποίες μάλιστα είναι κάθετες στο κέντρο του άξονα των τροχών, και όχι παράλληλες με αυτόν και γι' αυτόν το λόγο δεν τείνουν να κάμψουν τον άξονα και να συστρέφουν τα πέλματα των ελαστικών. Έτσι τα δύο επί μέρους δίκυκλα, που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με σπονδύλους, γέρνουν κατά τη διάρκεια της στροφής σαν δύο παράλληλες μοτοσικλέτες, μοιράζοντας ακριβώς την πρόσφυση στους τροχούς και των δύο πλευρών. Έχουμε λοιπόν ένα νέο, σύνθετο όχημα, με ποιότητα πρόσφυσης πολύ ανώτερη από εκείνη των συμβατικών τετράχρονων οχημάτων.

3. Λόγω του ότι η σταθερότητα και η αντίσταση στην ανατροπή των σπονδυλωτών, σύνθετων οχημάτων δεν εξαρτάται από το πλάτος του τετραπλεύρου της επιφάνειας έδρασης, το πλάτος των σπονδυλωτών οχημάτων δεν προσδιορίζεται με κριτήριο την ευστάθειά τους, κάτι που συμβαίνει στα συμβατικά τετράχρονα οχήματα. Το πλάτος των σπονδυλωτών οχημάτων προσδιορίζεται με βάση τους περιορισμούς της «κατοικισιμότητας» του εσωτερικού χώρου. Και αυτό, γιατί η ευστάθεια ενός σπονδυλωτού οχήματος δεν εξαρτάται από τις ίδιες δυνάμεις που επιδρούν και στην ισορροπία μιας μοτοσικλέτας, της οποίας το τετράπλευρο της βάσης στήριξης δεν είναι τίποτα περισσότερο από τη γραμμή που συνδέει τα ίχνη των δύο τροχών. Δημιουργείται, λοιπόν, μια νέα φιλοσοφία σχεδίασης χερσαίων οχημάτων, τα οποία διατηρούν το σχήμα τους κατά τη διάρκεια της κίνησης με τη βοήθεια των δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την περιστροφή των τροχών. Όταν, όμως, το

όχημα σταματήσει τότε παρεμβαίνουν οι μηχανικοί μύες (τηλεσκοπικές ράβδοι μεταβαλλόμενου μήκους) ή τα πόδια μας (όπως συμβαίνει στις μοτοσικλέτες) και το όχημα συνεχίζει να διατηρεί το σχήμα του και να μην πέφτει. Τα νέα αυτά οχήματα θα μπορούσαν να ονομαστούν χερσαία οχήματα δεύτερης γενιάς ή σπονδυλωτά, σύνθετα οχήματα με δύο άξονες ελευθερίας σε αντιδιαστολή με τα συμβατικά κελυφωτά οχήματα (αυτοκίνητα) που έχουν ένα μόνο άξονα ελευθερίας.



Σχήμα 62

#### **4.7.2 Τομείς εφαρμογής**

Οι τομείς των εφαρμογών των τετράχρονων ή πολύτροχων σπονδυλωτών οχημάτων είναι πολλοί. Τα νέας μορφής οχήματα μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν ως μικρά μεταφορικά μέσα πολλών εφαρμογών στις μεγαλουπόλεις (city cars, μικρά ασθενοφόρα με υψηλή ικανότητα διείσδυσης στην πυκνή κυκλοφορία λόγω του αισθητά μικρότερου πλάτους) ενώ θα μπορούσαν να έχουν ευρύτατη εφαρμογή και στις εκτός δρόμου μεταφορές, τόσο για ειρηνικούς όσο και για στρατιωτικούς σκοπούς.

## **Βιβλιογραφία**

### **Βιβλία**

1. «Τεχνολογία αμαξωμάτων», Φωτιάδης Παύλος, Εκδόσεις «ΙΩΝ», 1996.
2. Τεχνολογία Αμαξωμάτων, 2<sup>ος</sup> τόμος, Νικολάου Γ. Ζαραγκούλια, Εκδόσεις Ζήτα
3. ABS – Συστήματα Αντιμπλοκαρίσματος τροχών στα αυτοκίνητα. Εγχειρίδιο Ελέγχου Επισκευών, 3<sup>η</sup> έκδοση, Εκδόσεις «ΙΩΝ»
4. Αυτοκίνητο, 7<sup>ος</sup> τόμος, Αμαξώματα (Φανοποιία-Βάψιμο), Γ.Ι. Παρίκου-Σ. Λέγγα, Εκδόσεις «ΙΩΝ»
5. Τεχνολογία Αυτοκινήτου, Πασχάλη Ρετζέπη, Εκδόσεις «ΙΩΝ».

### **Περιοδικά**

1. «4 Τροχού», Οκτώβριος 1998, Τεύχος 337
2. «4 Τροχού», Σεπτέμβριος 1998, Τεύχος 336
3. «4 Τροχού», Ιούνιος 2002, Τεύχος 381
4. «4 Τροχού», Νοέμβριος 2002, Τεύχος 386
5. «Car and Driver», Ιούνιος 2003, Τεύχος 163
6. «Οδηγώντας», Δεκέμβριος 2000, Τεύχος 30
7. «Οδηγώντας», Ιανουάριος 2001, Τεύχος 31
8. «Οδηγώντας», Σεπτέμβριος 2000, Τεύχος 16

9. «Auto Τρίτη», Οκτώβριος 2002, Τεύχος 42
10. «Auto Motor and Sport», Ιούνιος 1997, Τεύχος 12
11. «Auto Motor and Sport», Οκτώβριος 1997, Τεύχος 21
12. «Auto Motor and Sport», Δεκέμβριος 2002, Τεύχος 25

