

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

806
NIX

ΜΗΧ/ΓΕΩ
Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ**

ΜΗΧ/ΓΕΩ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΓΑΒΑΛΑΣ ΜΑΡΚΟΣ
ΚΑΛΑΜΑΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
ΜΠΑΛΤΑΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2013

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧ/ΓΕΩ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία ασχοληθήκαμε με το θέμα τεχνο – οικονομικής μελέτης για την κατασκευή πρότυπου ηλεκτρικού οχήματος. Αρχικά έγινε ο σχεδιασμός του οχήματος και μετά ακολούθησε η βελτιστοποίηση αυτού.

Ο σχεδιασμός έγινε βάσει μεθολογίας του σχεδιασμού κατασκευών. Σε αυτή τη μεθοδολογία ακολουθείται μία συγκεκριμένη πορεία, με ορισμένα βήματα τα οποία οδηγούν σε μία πιο αφηρημένη προσέγγιση του προβλήματός, στην πορεία, στην παραγωγή ιδεών και τέλος στην αξιολόγηση των ιδεών αυτών με τεχνικά και οικονομικά κριτήρια. Έτσι οι λύσεις που θα βρεθούν με τη βοήθεια της μεθολογίας αυτής, εισάγονται σχεδιαστικά στο πρόγραμμα στο οποίο εργαζόμαστε και ακολουθεί η βελτιστοποίηση. Το πρόγραμμα αυτό είναι το Solidworks.

Στη διάρκεια εκπόνησης αυτής της πτυχιακής εργασίας εργαστήκαμε ως εξής. Αρχικά η ομάδα μας χωρίστηκε σε 2 υποομάδες των δύο ατόμων, όπου η καθεμία ασχολήθηκε με κάποιο κεφάλαιο. Όταν αυτό ολοκληρωνόταν κάποιο άλλο κεφάλαιο ακολουθούσε.

Στη συνέχεια ο τρόπος εργασίας κάθε μέλους της ομάδας άλλαξε. Συγκεκριμένα ασχολήθηκαν όλοι με όλα με σκοπό την ευρύτερη γνώμη και γνώση. Σίγουρα τέσσερις γνώμες είναι πιο βάσιμες από μία. Έτσι κάθε φορά ο καθένας από εμάς είχε να παρουσιάσει το δικό του έργο, να το μοιραστεί και να το συζητήσει με τους υπόλοιπους. Ακόμα, είναι ανοιχτό προς αμφισβήτηση και διόρθωση.

Η δομή της πτυχιακής αυτής εργασίας δεν είναι συγκεκριμένη. Πιο σωστά, δεν χωρίζεται σε θεωρητικό και πειραματικό μέρος, αλλά πριν από κάθε πειραματικό, υπάρχει και ένα σύντομο θεωρητικό. Η θεωρία κάθε κεφαλαίου είναι συνοπτική. Αυτό γιατί ένα αυτοκίνητο γενικότερα είναι μία κατασκευή πολύ μεγάλη με πάρα πολλά τμήματα που μπορεί κανείς να εξετάσει. Έτσι αποφασίσαμε να μην αναφέρουμε όλα αυτά τα μέρη ενός αυτοκινήτου, αλλά να αφήσουμε μόνο αυτά τα οποία θεωρήσαμε ότι είναι σημαντικά γι αυτό, αλλά και για να την μελέτη και κατασκευή ενός ηλεκτρικού οχήματος.

Πιο συγκεκριμένα τοποθετηθήκαμε στα κύρια μέρη ενός οχήματος. Το σύστημα διεύθυνσης, πέδησης, το πλαίσιο, το σχεδιασμό (τη μορφή του), την ασφάλεια που θα μπορεί να έχει αυτό και ο οδηγός, και το υλικό από το οποίο θα είναι κατασκευασμένο.

Τα σχήματα που θα δείτε στην εργασία, όσον αφορά τις διαστάσεις τους, δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, απλά θέλουν να δείξουν το σύστημα που περιγράφεται στο εκάστοτε κεφάλαιο. Είναι σχεδιασμένα στην εφαρμογή του Η/Υ των Windows «Ζωγραφική» με απλό τρόπο.

Οι φωτογραφίες που παρουσιάζονται είναι φωτογραφίες από το πρόγραμμα Solidworks που χρησιμοποιήσαμε. Είναι φωτογραφίες των πιθανών σχεδίων των οχημάτων, αλλά και του τελικού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	2-3
Πρόλογος.....	7
Το όχημα και ο διαγωνισμός που λαμβάνει μέρος	7-8
Εισαγωγή	8
Πίνακας προδιαγραφών.....	10-15
Black Box	16
Αφαίρεση	16
Διατύπωση του προβλήματος	16-17-18
Εύλογη διερεύνηση αυτών που προέκυψαν	19
Ουδέτερη διατύπωση του προβλήματος	19
Δομή λειτουργίας.....	19
1. Σχεδιασμός και υλικά πλαισίου	20-47
1.1.1 Θεωρία.....	20-25
1.2. Υλικά πλαισίου οχήματος.....	25
1.2.1 Βάρος υλικού	25
1.2.2 Κατεργασιμότητα	26-27
1.2.3 Κράμα τιτανίου TI - 6Al - 4V	27-31
1.2.4 Κράμα αλουμινίου 7075.....	31-34
1.2.5 Κράμα μαγνησίου HK31A - H24	35-36
1.3 Braingstorming- εκλογή απόψεων ταξινόμησης	37-41
1.4 Πίνακας επιλογής για το σχεδιασμό πλαισίου	42-47
2. Σύστημα Διεύθυνσης.....	48-71
2.1 Θεωρία.....	48-57

2.2 Υδραυλική υποβοήθηση	50
2.3 Ηλεκτρική υποβοήθηση	51
2.4 Αρχή Άκερμαν.....	52
2.5 Γωνία κάστερ (ή κάστορ).....	53-54
2.6 Γωνία κάμπερ και απόκλιση.....	54-57
2.7 Braingstorming - εκλογή απόψεων ταξινόμησης	58-69
2.8 Πίνακας επιλογής για το σύστημα διεύθυνσης	70-71
3. Σύστημα πέδησης.....	72-94
3.1 Θεωρία.....	72-81
3.2 Είδη συστημάτων πέδησης	75
3.2.1 Μηχανικό σύστημα πέδησης	75
3.2.2 Υδραυλικό σύστημα πέδησης	76
3.2.3 Υδραυλικό σύστημα πέδησης με δισκόφρενα.....	78-79
3.2.4 Σύστημα πέδησης με αερόφρενα	80-81
3.3 Εύρεση λύσεων με την μέθοδο Braingstorming	82-92
3.4 Πίνακας επιλογής για το σύστημα πέδησης	92-94
4. Σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	95-107
4.1 Θεωρία.....	95
4.2 Εύρεση λύσεων με την μέθοδο Braingstorming	96-106
4.3 Πίνακας επιλογής για το σύστημα μετάδοσης κίνησης.....	106
5. Ασφάλεια.....	107-113
5.1 Πυροπροστασία.....	107
5.2 Ηλεκτρισμός	107
5.3 Ζώνη ασφαλείας.....	108
5.4 Ασφάλεια στο ηλεκτρικό όχημα.....	109
5.5 Πυροπροστασία.....	110,111,

5.6 Ασφάλεια στην Πρόσδεση	112,113
5.7 Πίνακας Zwicky	113-115
5.8 Πίνακας αξιολόγησης με τεχνικά κριτήρια.....	116
5.8.2 Πίνακας αξιολόγησης με οικονομικά κριτήρια.....	117
5.9 Διάγραμμα S.....	118
5.9.1 Εικόνες τελικής λύσης.....	119-120
5.9.2 Υπολογιστικά στοιχεία.....	121-139
6. Σχόλια - Συμπεράσματα	140-149
Προδιαγραφές.....	140
Σχεδιασμός Πλαισίου	140,141
Σύστημα διεύθυνσης.....	141
Σύστημα πέδησης.....	142
Μετάδοση κίνησης.....	142
Πίνακας Zwicky.....	143
Ελαχιστοποίηση του βάρους.....	144-147
Βελτιστοποίηση του οχήματος.....	148-149
Βιβλιογραφία.....	149-152
Συγγράμματα.....	149
Διαδίκτυο.....	150-152

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της πτυχιακής μας είναι η τεχνικό-οικονομική μελέτη για την κατασκευή πρότυπου ηλεκτροκίνητου οχήματος. Στην μελέτη αυτήν θα χρησιμοποιηθούν γνώσεις από τεχνολογία υλικών, μηχανικής, εφαρμοσμένης ρευστομηχανικής, σχεδιασμού σε προγραμματιστικό περιβάλλον, στοιχεία μηχανών καθώς και του σχεδιασμού κατασκευών.

Η οργάνωση όλης της δομής της πτυχιακής μας εργασίας, θα γίνει με βάση την μεθοδολογία του σχεδιασμού των κατασκευών. Σε αυτήν ακολουθείται μία συγκεκριμένη πορεία, με ορισμένα βήματα τα οποία οδηγούν σε μία πιο αφηρημένη προσέγγιση του προβλήματός σου, στην πορεία, στην παραγωγή ιδεών και τέλος στην αξιολόγηση των ιδεών αυτών με τεχνικά και οικονομικά κριτήρια.

ΤΟ ΟΧΗΜΑ ΜΑΣ ΚΑΙ Ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΜΕΡΟΣ

Την χρονιά 2011-2012 στο εκπαιδευτικό μας ίδρυμα κατασκευάστηκε ένα ηλεκτροκίνητο όχημα που προοριζόταν να πάρει μέρος στον καθιερωμένο πλέον και ετήσιο διαγωνισμό της εταιρείας πετρελαιοειδών Shell, τον ShellEcoMarathon που έλαβε χώρα για πρώτη φορά το 1995. Σε αυτόν κάθε χρόνο, εκπαιδευτικά ιδρύματα από όλον τον κόσμο κατασκευάζουν οχήματα, όσο το δυνατόν αποδοτικότερα από ενεργειακής άποψης, για μία από τις κατηγορίες που θα επιλέξουν να τρέξουν. Το νικητήριο όχημα είναι αυτό που θα μπορέσει να καλύψει την μεγαλύτερη απόσταση με την μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.

Οι κατηγορίες είναι οι εξής:

Prototype: Οχήματα βελτιωμένα με πρώτο μέλημα την μείωση της οπισθέλκουσας δύναμης και της μεγιστοποίησης της απόδοσης.

UrbanConcept: Οχήματα με τέσσερις ρόδες, κατασκευασμένα με πιο συμβατική λογική.

Ο λόγος που διοργανώνεται αυτός ο διαγωνισμός είναι για να εμπνεύσει νέους μηχανικούς να διευρύνουν τους ορίζοντες στο θέμα κατασκευής των οχημάτων και

στην αποδοτικότητα των καυσίμων. Το project αυτό αποτελεί πηγή έμπνευσης για φοιτητές προκειμένου να εργαστούν ομαδικά και να βρουν πιθανές λύσεις για το μέλλον των μεταφορών καθώς και για τα ενεργειακά προβλήματα που συνεχώς προκύπτουν. Επίσης ένας πολύ σοβαρός λόγος για στροφή σε εναλλακτική μορφή ενέργειας είναι και τα περιβαλλοντολογικά προβλήματα που έχουν προκύψει από την χρήση ορυκτών καυσίμων.

Οι πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον διαγωνισμό είναι είτε οι συμβατικές, όπως diesel, βενζίνη και αεριοποιημένη βενζίνη, είτε εναλλακτικές, όπως ηλιακή, ηλεκτρική, με υδρογόνο, με αιθανόλη, με βιοκαύσιμα και γκάζι.

Το όχημα που τελικά θα εκπροσωπήσει το T.E.I. Πειραιά στον διαγωνισμό αυτό, επιλέχθηκε να ανήκει στην κατηγορία Prototype και σαν πηγή ενέργειας να έχει την ηλεκτρική.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το όχημα που επιλέχθηκε να σταλεί στο διαγωνισμό θα είναι ηλεκτροκίνητο και θα είναι στην κατηγορία Prototype. Αυτό αμέσως μας δίνει κάποιες πληροφορίες για να εστιάσουμε στην μελέτη που θα πρέπει να γίνει για το όχημα μας. Αρχικά πρέπει να διαχωριστούν οι αρμοδιότητες σύμφωνα με τους κλάδους που απαιτεί το κάθε κομμάτι της μελέτης. Για την ολοκληρωμένη μελέτη και κατασκευή του οχήματος θα χρειαστούν γνώσεις ηλεκτρολογίας, μηχανολογίας καθώς και ηλεκτρονικών υπολογιστικών συστημάτων.

Στο κομμάτι των ηλεκτρολόγων περιέχεται η κατασκευή όλου του κινητήριου συστήματος. Κατασκευή της μπαταρίας και τα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Στο κομμάτι των ηλεκτρονικών περιέχεται η ο προγραμματισμός όλων των ηλεκτρονικών συστημάτων.

Τέλος, στο κομμάτι των μηχανολόγων περιέχονται τα εξής:

- Σχεδιασμός πλαισίου
- Σύστημα διεύθυνσης
- Σύστημα πέδησης
- Μετάδοση κίνησης
- Ασφάλεια οχήματος
- Υπολογιστικό σύστημα
- Υλικά πλαισίου

ΜΕΡΟΣ 1 – ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ

Από τους διοργανωτές του διαγωνισμού ορίζονται κάθε χρόνο συγκεκριμένοι κανονισμοί τους οποίους πρέπει να πληρούν τα οχήματα που θα λάβουν μέρος. Αυτοί όλοι οι κανονισμοί μεταφράστηκαν και προσαρμόστηκαν σε έναν πίνακα προδιαγραφών σύμφωνα με τις ανάγκες της πτυχιακής μας εργασίας.

Τα βήματα γενικά, που θα ακολουθήσουμε είναι τα εξής:

1. Πίνακας προδιαγραφών (Προκύπτει από τους κανονισμούς)
2. Black box, ολική λειτουργία, αφαίρεση, διατύπωση του προβλήματος.
3. Δομή λειτουργίας.
4. Λύσεις διαισθητικά με brainstorming – εκλογή απόψεων ταξινόμησης.
5. Λύσεις με μήτρα ταξινόμησης για την κύρια επιμέρους λειτουργία.
6. Λύσεις για τις επί μέρους λειτουργίες σύμφωνα με το μορφολογικό πίνακα κατά Zwicky και συνδυασμός τους σε τελικές,ολικές λύσεις.
7. Πίνακας επιλογής.
8. Αξιολόγηση με τεχνικά και οικονομικά κριτήρια.
9. Τεχνική και Οικονομική Αξία (Διάγραμμα S).
- 10.Σχεδίαση της λύσης που προκρίθηκε

Τα 3 πρώτα σκέλη καθώς και τα σκέλη 6,8,9 και 10 αφορούν συνολικά την πτυχιακή, ενώ τα υπόλοιπα επαναλαμβάνονται για τα:

- Σχεδιασμός πλαισίου
- Σύστημα διεύθυνσης
- Σύστημα πέδησης
- Μετάδοση κίνησης

1) ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ (ΠΡΟΚΥΠΤΕΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥΣ)

οι ονομαστές: ΑΛΑΣ ΜΑΡΚΟΣ ΑΜΑΡΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΛΤΑΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΗΡΟΠΟΥΛΟΣ ΙΑΓΙΩΤΗΣ		ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ επιμέρους πρόβλημα:	
αποδοτικότητα	Απαιτήσεις/Επιθυμίες	Προδιαγραφές	Υπ/νος
Σχεδιασμός πλαισίου			
	A	Αεροδυναμικό συντελεστή μικρότερο από 0,5 ($C_d < 0,5$)	
	E	Αεροδυναμικό συντελεστή μικρότερο από 0,2 ($C_d < 0,2$)	
	A	Τα πρότυπα οχήματα πρέπει να έχουν 3 ή 4 ρόδες σε λειτουργία, να είναι σε επαφή με το δρόμο.	-
	E	3 τροχοί	
	A	Άμεση πρόσβαση σε όλη την κατασκευή	
	A	Ρόδες εσωτερικά του οχήματος	
	A	Οποιαδήποτε προσθήκη αεροδυναμικού χαρακτήρα η οποία τείνει να αλλάξει το σχήμα της όταν έρχεται σε επαφή με τον άνεμο όσο είναι σε κίνηση είναι απαγορευμένη.	-
	A	Το κέλυφος να μην αλλάζει σχήμα κατά τη ροή του αέρα πάνω του και οι εξωτερικές προσθήκες να μην είναι επικίνδυνες για τις άλλες ομάδες.	-
	A	Αιχμή άνωθεν του καθίσματος.	-
	A	Δεν πρέπει να υπάρχουν αντικείμενα στο εσωτερικό της καμπίνας του οδηγού τα οποία μπορεί να τραυματίσουν τον οδηγό κατά τη διάρκεια κίνησης.	-
	A	Τα παράθυρα του αυτοκινήτου θα πρέπει να είναι από τέτοιο υλικό έτσι ώστε να μην θραύεται σε αιχμηρά θραύσματα, για παράδειγμα carbon.	-
	A	Κάθε κάλυμμα του διαμερίσματος ενέργειας πρέπει να είναι εύκολο στο άνοιγμα για εύκολη πρόσβαση σε έλεγχο.	25
	A	Όλα τα κομμάτια του συστήματος μετάδοσης κίνησης συμπεριλαμβανομένου και του δοχείου καυσίμου, τμήματα του συστήματος υδρογόνου, κλπ πρέπει να είναι μεταξύ των ορίων του	25

		καλύμματος του αυτοκινήτου.	
	A	Όλα τα αντικείμενα στο αυτοκίνητο πρέπει να είναι με ασφάλεια δεμένα, δεν επιτρέπονται ελαστικά αντικείμενα για την πρόσδεση των διαφόρων συστημάτων π.χ. συγκράτηση της μπαταρίας	25
	A	Η ομάδα πρέπει να εξασφαλίσει ότι το σασί ή το ποσοφί είναι στερεό.	-
	A	Το σασί του οχήματος πρέπει να είναι εξοπλισμένο με αποτελεσματικά rollbar τα οποία έχουν επέκταση 50 mm γύρω από το κράνος οδηγού όταν αυτός είναι καθισμένος σε φυσιολογική οδηγική θέση.	-
	A	Τα rollbars πρέπει να εκτείνονται σε πλάτος πέρα από τους ώμους του οδηγού όταν αυτός είναι καθισμένος σε φυσιολογική οδηγική θέση.	-
	A	Σε περίπτωση κυλινδρικής διατομής για rollbar το υλικό πρέπει να είναι μεταλλικό	-
	A	Το κάθε rollbar πρέπει να αντέχει στατικό φορτίο 700N (περίπου 70 kg) εφαρμοζόμενο σε κάθετη και οριζόντια διεύθυνση χωρίς καμία παραμόρφωση.	-
	A	Το σασί του αυτοκινήτου ή το ποσοφί πρέπει να είναι αρκετά φαρδύ και μακρύ έτσι ώστε να προστατεύει το σώμα του οδηγού σε περίπτωση μετωπικής ή πλευρικής σύγκρουσης.	-
	A	Το μέγιστο ύψος πρέπει να είναι μικρότερο από 100 cm.	+
	A	Το μέγιστο ύψος που μετράται στην κορυφή του διαμερίσματος του οδηγού πρέπει να είναι μικρότερο από 1,25 φορές το μέγιστο πλάτος γραμμής μεταξύ των δύο εξοχών από τα κέντρα των τροχών.	+
	A	Το μετατόχιο πρέπει να είναι τουλάχιστον 50 cm, μετρούμενο μεταξύ των μεσοδιαστημάτων όπου τα λάστιχα αγγίζουν το έδαφος.	+
	A	Το μετατόχιο θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 100 cm.	+
	A	Το μέγιστο συνολικό πλάτος του οχήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 130 cm.	+
	A	Το μέγιστο συνολικό μήκος δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 350 cm.	+
	A	Πρέπει η καμπίνα του οδηγού να είναι τελείως απομονωμένη από τα συστήματα προώθησης και αποθήκευσης ενέργειας.	27
	A	Η καμπίνα πρέπει να είναι από «άκαυστο» υλικό.	27
	A	Σε κλειστή οροφή πρωτότυπα οχήματα και σε όλα τα urbanconcept οχήματα το διαχωριστικό πρέπει αποτελεσματικά να σφραγίζει την καμπίνα του οδηγού από το σύστημα προώθησης και καυσίμων.	27
	A	Σε ανοιχτού τύπου οχήματα το διαχωριστικό πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 50 mm πάνω από το υψηλότερο σημείο του προωθητικού και του συστήματος καυσίμων ή τους ώμους του οδηγού (οποιαδήποτε από τα 2 είναι υψηλότερο).	27
	A	Το διαχωριστικό πρέπει να αποτρέπει χειρονακτική πρόσβαση στη μηχανή ή στο διαμέρισμα ενέργειας από τον οδηγό.	27

Ορατότητα

A	Ο οδηγός πρέπει να έχει πρόσβαση σε ένα τόξο ορατότητας μπροστά και 90 μοίρες σε κάθε πλευρά (δεξιά και αριστερά). Αυτό το τόξο πρέπει να επιτυγχάνεται χωρίς επιπλέον συσκευή.	28
A	Κίνηση του κεφαλιού του οδηγού μέσα στα όρια του σώματος του οχήματος για την επίτευξη ενός πλήρους τόξου ορατότητας είναι επιτρεπτή.	28
A	Το όχημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με έναν πλαϊνό καθρέφτη στην κάθε μεριά με ελάχιστη επιφάνεια 25 cm ²	28

Ασφάλεια

A	Το κάθισμα του οδηγού πρέπει να είναι εξοπλισμένο με μία αποτελεσματική ζώνη ασφαλείας και να έχει τουλάχιστον 5 σημεία πρόσδεσης για να διατηρεί τον οδηγό στη θέση του.	29
A	Τα σημεία πρόσδεσης πρέπει να καταλήγουν στη μέση περνώντας κάτω απ τον κορμό του οδηγού για να αποτρέψει τον οδηγό απ το να φύγει μπροστά.	29
A	Οι 5 ανεξάρτητες ζώνες πρέπει να είναι προσκολλημένες στην κύρια δομή του οχήματος και να είναι ενσωματωμένες σε ένα κούμπωμα το οποίο πρέπει να είναι σχεδιασμένο για αυτό το σκοπό.	29
A	Η ζώνη ασφαλείας πρέπει να φοριέται και να είναι δεμένη όλη την ώρα που είναι σε κίνηση.	29
A	Η αποτελεσματικότητα της ζώνης και της πρόσδεσης της θα αξιολογηθεί κατά τη διάρκεια του τεχνικού ελέγχου για αυτοκίνητα κατηγορίας προτοτυπε αυτό θα γίνει σηκώνοντας τον οδηγό μαζί με τη ζώνη ως μέσο ανάρτησης.	29
A	Η ζώνη ασφαλείας πρέπει να αντέχει δύναμη τουλάχιστον μιάμιση φορά το βάρος του οδηγού.	29
A	Κάθε όχημα πρέπει να έχει πυροσβεστήρα τύπου ABC ή BC. Όλοι οι οδηγοί πρέπει να είναι εκπαιδευμένοι για να χρησιμοποιούν τον πυροσβεστήρα. Ο πυροσβεστήρας πρέπει να έχει μία ελάχιστη ικανότητα πυρόσβεσης (1 kg).	
A	Ενσωματωμένοι πυροσβεστήρες μπορούν να είναι τοποθετημένοι στο διαμέρισμα του κινητήρα. Τα συστήματα ενεργοποίησης πρέπει να είναι τοποθετημένα μέσα στο πιλοτήριο και να χειρίζονται από τον οδηγό.	
A	Πυροσβεστήρες χειρός πρέπει να είναι τοποθετημένοι μέσα στο πιλοτήριο και να είναι προσβάσιμοι στον οδηγό. Οι πυροσβεστήρες θα πρέπει να είναι στηριγμένοι για να αποτραπεί η κίνηση τους κατά την οδήγηση ή το φρενάρισμα. Σε περίπτωση φωτιάς οι οδηγοί θα πρέπει να βγουν από το όχημα να βγάλουν τον πυροσβεστήρα και να σβήσουν τη φωτιά αν αυτό είναι εύκολο.	
A	Στα γκαράζ της ομάδας θα πρέπει να υπάρχει επίσης πυροσβεστήρας.	
A	Για λόγους ασφαλείας απαγορεύεται ο οδηγός να βρίσκεται στη	

		μπροστινή ρόδα.	
A		Ένα σύστημα έκτακτης απενεργοποίησης που να λειτουργεί και απ' έξω και από μέσα από τη θέση του οδηγού πρέπει να είναι μόνιμα τοποθετημένο σε όλα τα οχήματα. Ένα κόκκινο βέλος σε άσπρο φόντο τουλάχιστον 10cm μήκος και 3cm πλάτος πρέπει να είναι τοποθετημένο στο φαρδύτερο μέρος του οχήματος για να υποδηλώνει πλήρως τη θέση του διακόπτη που κλείνει.	+
A		Για οχήματα με μπαταρίες ο μηχανισμός έκτακτης απενεργοποίησης πρέπει να παρέχουν μία μόνωση των μπαταριών προώθησης από το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου. Εάν χρησιμοποιούνται ρελέ τότε αυτά πρέπει να είναι κανονικά ανοιχτού τύπου. Η χρήση του συστήματος ισχύος ή άλλου λογικού συστήματος δεν θα πρέπει να τροφοδοτεί κάποια απομονωμένη συσκευή. Προτείνεται αλλά δεν απαιτείται η δευτερεύουσα να είναι απομονωμένη σαν κομμάτι μιας έκτακτης δράσης σταματήματος.	+
A		Τροχοί που βρίσκονται μέσα στο σώμα του οχήματος πρέπει να απομονωθούν από τον οδηγό με διάφραγμα.	+

Σύστημα Διεύθυνσης

A		Επιτρέπεται και μπροστά και πίσω σύστημα διεύθυνσης. Εάν το σύστημα διεύθυνσης βρίσκεται στον πίσω τροχό τότε θα πρέπει ο οδηγός να μπορεί να ευθυγραμμίζει το όχημα. Εάν οι διοργανωτές δεν είναι ικανοποιημένοι με την αποτελεσματικότητα του τιμονιού το όχημα θα αποσυρθεί από τον διαγωνισμό	
A		Επειδή κάθε χρόνο ο διαγωνισμός πηγαίνει σε πόλεις με δρόμους οι οποίοι είναι πιο απαιτητικοί με περισσότερες στροφές ,απαιτούνταιαποτελεσματικά καισταθερά συστήματαδιεύθυνσης.Το πίσω σύστημα διεύθυνσης είναι λιγότερο ευέλικτο από ότι το μπροστά λόγω της έλλειψης του κεντραρίσματος του .Ως εκ τούτου, ιδιαίτερη προσοχή πρέπειναληφθείκατά την επιλογήκαι τη μηχανικήμέθοδο αυτή, η οποίαπρέπει να δοκιμαστείκαι ναεπιβεβαιωθεί ότι είναιασφαλέςπριν απότην είσοδό τους στηνεκδήλωση.	
A		Ηακτίνα στροφήςπρέπει να είναιεπαρκής για να επιτρέψεται ασφαλήπροσπεράσματα, καθώς και τη διαπραγμάτευσηστις στροφέςτης πίστας. Αν οιδιοργανωτέςυποψιάζονταιότιηακτίνα στροφήςτου οχήματοςείναι ανεπαρκήςγιατηνπίστα, το όχημαθα πρέπει να μπορεί να πραγματοποιήσειμια πορείασλόαλοι	
A		Η πορείασλόαλοστην Ασίακαιτην Αμερικήθα απαιτήσεταιακτίνα στροφήςτων6 m, στην Ευρώπηθα απαιτήσεταιακτίνα στροφήςτων10 m. Θα επιδιώξει επίσηςναελέγξειτις δεξιότητες του οδηγούκαι την ακρίβειατου συστήματος διεύθυνσης, δηλαδήότι έχειυπερβολικό τζόγοήαδικαιολόγητη καθυστέρηση.	
A		Τα συστήματα διεύθυνσης που λειτουργούν έμμεσα με ηλεκτρική	

ενέργεια επιτρέπονται με την προϋπόθεση ότι λειτουργούν με τιμόνι ή παρόμοια (περιστροφικό ποτενσιόμετρο), η λειτουργία joystick δεν επιτρέπεται. Όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά συστήματα διεύθυνσης, τότε σε περίπτωση απελευθέρωσης του τιμονιού από τον οδηγό ηλεκτρική βλάβη, το όχημα θα πρέπει να επανέλθει στην ευθεία θέση.

Ηλεκτρικό σύστημα

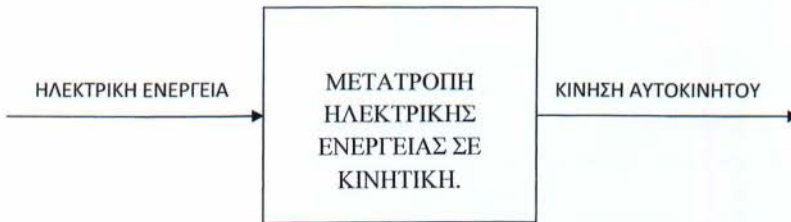
A (Gr 53 -57)	Τα αποτελέσματα για τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα θα εκφράζονται σε χιλιόμετρα ανά κιλοβατώρα.(km/kWh)
A	Μέγιστη τάση συνολικά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 48 Volts _{nominal} και 60 Volts _{max}
A	Για μπαταρία Lithium-Ion ένα Battery Management System (BMS) πρέπει να εγκατασταθεί για να ελέγχει και να προστατεύει την μπαταρία από τυχόν πυρκαγιά.
A	Όλες οι μπαταρίες και πυκνωτές πρέπει να έχουν προστασία του κυκλώματος όπου θα διακόπτεται από μια συσκευή διακοπής. Δεν επιτρέπονται αυτόματες τέτοιες συσκευές επαναφοράς. Αυτές πρέπει να τοποθετηθούν στον θετικό αγωγό και όσο το δυνατόν κοντύτερα στην μπαταρία.
A	Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να προστατεύονται από υπερφόρτωση με ηλεκτρικούς ελεγκτές ή με εισαγωγή ανεξάρτητων ασφαλειών κυκλώματος.
A	Η βοηθητική μπαταρία θα πρέπει να είναι γειωμένη.
A	Και ο αρνητικός και ο θετικός πόλος θα πρέπει να είναι απομονωμένοι από το πλαίσιο του οχήματος και την βοηθητική μπαταρία.
A	Σε κάθε όχημα επιτρέπεται να υπάρχει μία μόνο μπαταρία προώθησης και μία μόνο βοηθητική.
A	Η βοηθητική μπαταρία θα πρέπει να ηλεκτροδοτεί όλες τις συσκευές ασφαλείας (κόρνα, κλπ.)
A	Απαιτείται εγκατάσταση Τζαουλόμετρου για την μέτρηση της ποσότητας της ενέργειας που προσδίδεται από την βοηθητική μπαταρία. Αν ξεπερνά την απαραίτητη ισχύ για κόρνα, κλπ. ο διαγωνιζόμενος αποκλείεται.
A	Και οι δύο μπαταρίες πρέπει να εγκατασταθούν έξω από την καμπίνα του οδηγού.
A	Οι συσκευές ασύρματης επικοινωνίας, GPS, καταγραφής δεδομένων εκτός από μονάδες διαχείρισης ενέργειας και εξαιρεσιτήρες οδηγού πρέπει να ενεργοποιούνται από ξεχωριστές μπαταρίες των προηγούμενων δύο τύπων.
A	Όλες οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές πρέπει να είναι φτιαγμένες από διαφανές υλικό ή τουλάχιστον διαφανές κάλυμμα.

Σύστημα Πέδησης

A (P 43-47)	Τα οχήματα θα πρέπει να έχουν εγκατεστημένα δύο ανεξάρτητα
-------------	--

		<p>συστήματα πέδησης, το κάθε σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει τον χειρισμό (η έλεγχο) με την βοήθεια μοχλού ή πατώντας πεντάλ με το πόδι, εντολή μετάδοσης (με καλώδια ή σωλήνες), και ενεργοποιητή (δαγκάνες)</p>	
	A	<p>Ένα σύστημα πέδησης θα πρέπει να δρα σε όλους τους εμπρόσθιους τροχούς, και το άλλο σε όλους τους πίσω τροχούς. Εάν υπάρχουν δύο εμπρόσθιοι τροχοί, τότε θα πρέπει να αντιστοιχεί στον κάθε τροχό μία δαγκάνα, αλλά θα ελέγχονται από έναν μόνο χειρισμό. Επιπλέον θα πρέπει το δεξί και αριστερό φρένο να είναι ισορροπημένα.</p>	
	A	<p>Το πίσω σύστημα πέδησης θα πρέπει να λειτουργεί σε κάθε τροχό εκτός αν είναι συνδεδεμένοι οι πίσω τροχοί με έναν κοινό άξονα όπου θα μπορούν να έχουν ένα μόνο σύστημα</p>	
	A	<p>Θα πρέπει να έχουμε την δυνατότητα να ενεργοποιήσουμε τα δύο συστήματα την ίδια χρονική στιγμή χωρίς να χρειαστεί να αφήσουμε κανένα από τα δύο χέρια από το σύστημα διεύθυνσης. Προτείνεται χειρισμός με το πόδι.</p>	
	A	<p>Η αποτελεσματικότητα των δύο συστημάτων πέδησης θα εξετασθεί κατά την διάρκεια του τεχνικού ελέγχου. Το όχημα θα τοποθετηθεί σε μία βάση η οποία θα έχει κλίση 20 μοίρες. Θα πρέπει να ενεργοποιηθεί το κάθε σύστημα με την σειρά. Το κάθε σύστημα θα πρέπει να είναι ικανό να ακινητοποιεί το όχημα.</p>	
	E	<p>Η χρήση των υδραυλικών φρένων συνιστάται</p>	

BLACK BOX



ΑΦΑΙΡΕΣΗ

- Βήμα 1: Νοερή εγκατάλειψη των επιθυμιών
- Βήμα 2: Εγκατάλειψη των περιττών απαιτήσεων
- Βήμα 3: Μετατροπή ποσοτικών σε ποιοτικά δεδομένα
- Βήμα 4: Εύλογη διεύρυνση αυτών που προέκυψαν
- Βήμα 5: Ουδέτερη διατύπωση του προβλήματος

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

- Οι τροχοί των πρωτότυπων οχημάτων θα πρέπει να είναι διαρκώς σε επαφή με τον δρόμο.
- Η ομάδα πρέπει να εξασφαλίσει ότι το σασί ή μονοocoque είναι στερεό.
- Ο οδηγός πρέπει να έχει ευρείας εμβέλειας δυνατότητα ορατότητας μπροστά . Η επίτευξη αυτού θα πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς πρόσθετη συσκευή.
- Κίνηση του κεφαλιού του οδηγού μέσα στα όρια του σώματος του οχήματος για την επίτευξη ενός πλήρους τόξου ορατότητας είναι επιτρεπτή.
- Το όχημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με έναν πλαϊνό καθρέφτη στην κάθε μεριά με ελάχιστη επιφάνεια περίπου όσο ενός συμβατικού οχήματος παραγωγής .

- Οι ανεξάρτητες ζώνες πρέπει να είναι προσκολλημένες στην κύρια δομή του οχήματος και να είναι ενσωματωμένες σε ένα κούμπωμα το οποίο πρέπει να είναι σχεδιασμένο για αυτό το σκοπό.
- Η ζώνη πρέπει να είναι φτιαγμένη σύμφωνα με πρότυπα μηχανοκίνητου αθλητισμού.
- Για prototype οχήματα το λεγόμενο «άνοιγμα» μπορεί να είναι μερικώς ή ολικώς κλειστό με μεντεσέδες ή αποσπώμενες ή αναδιπλούμενες πόρτες δεδομένου ότι ο μηχανισμός απελευθέρωσης είναι εύκολα χειρήσιμος από μέσα και ο τρόπος ανοίγματος από έξω έχει ξεκάθαρη σήμανση με ένα κόκκινο βέλος και δεν χρειάζεται άλλα εργαλεία.
- Κάθε όχημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ηλεκτρική κόρνα τοποθετημένη στο εμπρόσθιο μέρος του οχήματος έτσι ώστε να την ακούν εύκολα τα άλλα οχήματα και οι αγωνοδίκες. Σε κανονική λειτουργία του οχήματος η κόρνα πρέπει να έχει σχετικά μεγάλη ένταση ήχου μετρούμενη σε ικανοποιητική απόσταση από το όχημα.
- Η κόρνα πρέπει να έχει μεγάλη συχνότητα.
- Η κόρνα πρέπει να έχει ικανότητα μεγάλης έντασης θορύβου.
- Πυροσβεστήρες χειρός πρέπει να είναι τοποθετημένοι μέσα στο πιλοτήριο και να είναι προσβάσιμοι στον οδηγό. Οι πυροσβεστήρες θα πρέπει να είναι στηριγμένοι για να αποτραπεί η κίνηση τους κατά την οδήγηση ή το φρενάρισμα. Σε περίπτωση φωτιάς οι οδηγοί θα πρέπει να βγουν από το όχημα να βγάλουν τον πυροσβεστήρα και να σβήσουν τη φωτιά αν αυτό είναι εύκολο.
- Για λόγους ασφαλείας απαγορεύεται ο οδηγός να βρίσκεται στη μπροστινή ρόδα.
- Τα επίπεδα ήχου του οχήματος δεν πρέπει να έχουν μεγάλες τιμές.
- Για ηλιακά και ηλεκτροκίνητα οχήματα ο μηχανισμός αυτός πρέπει να απομονώσει τη μπαταρία προώθησης από το ηλεκτρικό σύστημα του οχήματος. Άμα χρησιμοποιηθούν «ρελέ», θα πρέπει να είναι ανοιχτού τύπου. Η χρήση ελεγκτή ισχύος και άλλων λογικών συστημάτων για το σύστημα απομόνωσης απαγορεύεται.
- **Μέγιστη τάση σχετικά μεγάλη σε σχέση με συμβατικού αυτοκινήτου**
- Για μπαταρία Lithium-Ion ένα BatteryManagementSystem(BMS) πρέπει να εγκατασταθεί για να ελέγχει και να προστατεύει την μπαταρία από τυχόν πυρκαγιά. Ανατρέξτε στο άρθρο 57b για λεπτομέρειες.
- Όλες οι μπαταρίες και πυκνωτές πρέπει να έχουν προστασία του κυκλώματος όπου θα διακόπτεται από μια συσκευή διακοπής. Δεν επιτρέπονται αυτόματες τέτοιες συσκευές επαναφοράς. Αυτές πρέπει να τοποθετηθούν στον θετικό αγωγό και όσο το δυνατόν κοντύτερα στην μπαταρία.

- Σε κάθε όχημα επιτρέπεται να υπάρχει μία μόνο μπαταρία προώθησης και μία μόνο βοηθητική.
- Η βοηθητική μπαταρία θα πρέπει να ηλεκτροδοτεί όλες τις συσκευές ασφαλείας(κόρνα,κλπ.)
- Τα οχήματα θα πρέπει να έχουν εγκατεστημένα δύο ανεξάρτητα συστήματα πέδησης , το κάθε σύστημα θα πρέπει να περιλαμβάνει τον **χειρισμό** (η έλεγχο) με την βοήθεια μοχλού ή πατώντας πεντάλ με το πόδι , **εντολή μετάδοσης** (με καλώδια ή σωλήνες) , και ενεργοποιητή (δαγκάνες)
- Ένα σύστημα πέδησης θα πρέπει να δρα σε όλους τους εμπρόςτροχους τροχούς , και το άλλο σε όλους τους πίσω τροχούς . Εάν υπάρχουν δύο εμπρόςτροχοί , τότε θα πρέπει να αντιστοιχεί στον κάθε τροχό μία δαγκάνα , αλλά θα ελέγχονται από έναν μόνο χειρισμό . Επιπλέον θα πρέπει το δεξί και αριστερό φρένο να είναι ισορροπημένα
- Θα πρέπει να έχουμε την δυνατότητα να ενεργοποιήσουμε τα δύο συστήματα την ίδια χρονική στιγμή χωρίς να χρειαστεί να αφήσουμε κανένα από τα δύο χέρια από το σύστημα διεύθυνσης. Προτείνεται χειρισμός με το πόδι .
- Το όχημα να είναι χαμηλό.
- **Το ύψος που μετράται μέχρι το κεφάλι του οδηγού να είναι σχετικά μικρότερο από το μετατρόχιο.**
- **Το μετατρόχιο πρέπει να έχει ελάχιστο ύψος το μισό του μέγιστου ύψους του οχήματος.)Μήκος μετατροχίου περίπου μισό του μεταξονίου.**
- Το μεταξόνιο να είναι μεγαλύτερο από το μέγιστο ύψος του οχήματος.
- Πλάτος οχήματος συγκεκριμένο.
- Μήκος οχήματος συγκεκριμένο.
- Το όχημα θα πρέπει να είναι ελαφρύ
- Η ακτίνα στροφής πρέπει να είναι επαρκής ώστε να παρέχει ασφαλή προσπεράσματα καθώς και τις διαπραγματεύσεις για τις στροφές της πίστας.
- Η πορεία σλάλομ στην Ευρώπη θα απαιτήσει μία στροφή με μεγάλη ακτίνα. Θα επιδιώξει επίσης να ελέγξει τις δεξιότητες του οδηγού και την ακρίβεια του συστήματος διεύθυνσης, δηλαδή ότι έχει υπερβολικό τζόγο ή αδικαιολόγητη καθυστέρηση.
- Μόνο μπαταρίες ιόντων λιθίου επιτρέπονται ως ηλεκτρικές συσκευές αποθήκευσης.
- Το όχημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με ένα σύστημα BMS(BatteryManagementSystem) για να ελέγχει και να προστατεύει την μπαταρία από κίνδυνο φωτιάς.

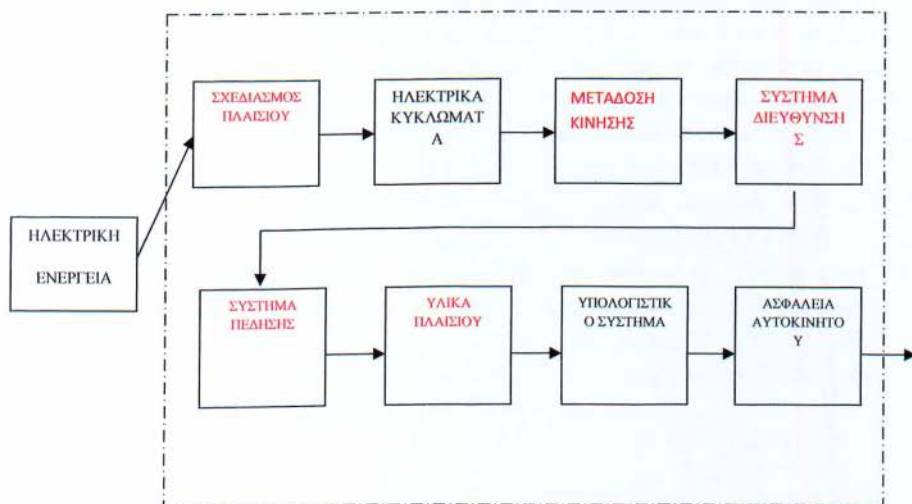
ΕΥΛΟΓΗ ΔΙΕΥΡΥΝΣΗ ΑΥΤΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΕΚΥΨΑΝ

Κατασκευή μονοθέσιου πρωτότυπου οχήματος με συγκεκριμένο βάρος , ύψος, πλάτος και μήκος . Το κύριο μέρος του οχήματος θα πρέπει να αποτελείται από στερεό υλικό . Θα πρέπει κατά την λειτουργία του να ακουμπούν όλοι οι τροχοί με το οδόστρωμα . Το όχημα θα πρέπει να διαθέτει «άνοιγμα» το οποίο να είναι μερικώς ή ολικώς κλειστό με εύκολη πρόσβαση και έξοδο του οδηγού.

ΟΥΔΕΤΕΡΗ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Κατασκευή ηλεκτροκίνητου μονοθέσιου οχήματος συγκεκριμένων διαστάσεων και βάρους, με βάση κατασκευασμένη από υλικό υψηλής αντοχής με εύκολο άνοιγμα του κελύφους του οχήματος και από μέσα και από έξω, με χαμηλό αεροδυναμικό συντελεστή.

ΔΟΜΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ



1.1 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΥΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Το κέλυφος του οχήματος είναι το κυριότερο μέρος που έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον καθώς το μονοθέσιο κινείται. Για αυτό το λόγο λοιπόν θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αεροδυναμικό. Ας δούμε, όμως, πρώτα κάποια πράγματα σχετικά με την αεροδυναμική και το ρόλο που παίζει.

Όταν ένα σώμα κινείται μέσα σε ένα ρευστό ή όταν ένα ρευστό κινείται γύρω από ένα σώμα, εμφανίζονται μεταξύ του σώματος και του ρευστού δυνάμεις τριβής. Οι δυνάμεις αυτές οφείλονται στην τριβή ανάμεσα σε έναν αριθμό μορίων του ρευστού και τα μόρια που βρίσκονται στην επιφάνεια του στερεού σώματος. Η δύναμη της τριβής η αεροδυναμική δηλαδή αντίσταση υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_d = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A * V^2$$

όπου

ρ : η πυκνότητα του ρευστού

A : η μετωπική επιφάνεια του οχήματος

V : η ταχύτητα του οχήματος ή του ρευστού ή η σχετική ταχύτητα

C_d : ο συντελεστής οπισθέλκουσας

Στόχος όλων των κατασκευαστών οχημάτων άρα και δικός μας είναι η όσο το δυνατόν η ελαχιστοποίηση της F_d . Από την προηγούμενη εξίσωση είναι εύκολο να συμπεράνουμε πως για να τη μειώσουμε αρκεί να μεταβάλλουμε δύο παραμέτρους. Τη μετωπική επιφάνεια A και τον συντελεστή οπισθέλκουσας C_d . Οι άλλοι δύο όροι δεν μπορούν να μεταβληθούν, καθώς η πυκνότητα του αέρα είναι σταθερή και η ταχύτητα του οχήματος συγκεκριμένη για την πίστα στην οποία θα διαγωνιστεί. Τι σημαίνει όμως αύξηση της δύναμης τριβής και γιατί προσπαθούμε να τη μειώσουμε; Γενικά σημαίνει απώλειες. Απώλειες οι οποίες μειώνουν την απόδοση του οχήματος μας και κατ' επέκταση την αύξηση της κατανάλωσης. Φυσικά η F_d είναι ένα μέρος των συνολικών απωλειών και όχι η μόνη που μας δημιουργεί προβλήματα, παρόλα αυτά η ελαχιστοποίηση της είναι απαραίτητη. Έχοντας λοιπόν στο μυαλό μας όσα είπαμε παρατηρούμε ότι η αεροδυναμική του οχήματος είναι μείζονος σημασίας.

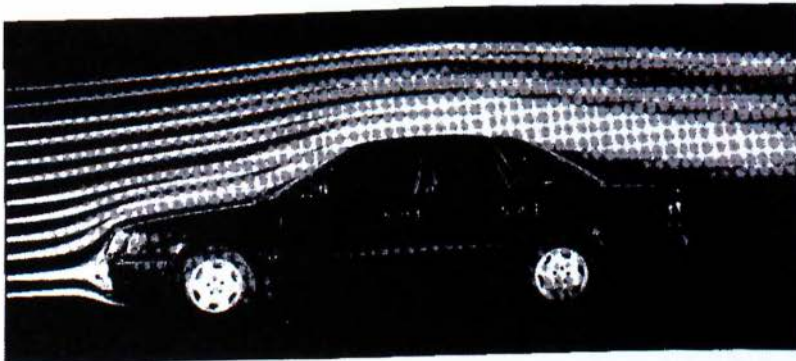
ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΕΝΑ ΟΧΗΜΑ

Η ροή πάνω στο σώμα του αυτοκινήτου διέπεται από την σχέση μεταξύ της ταχύτητας και της πίεσης, που εκφράζεται από την εξίσωση του Bernoulli.

Η εξίσωση του Bernoulli προϋποθέτει ότι η ροή είναι ασυμπίεστη, η αντίστοιχη σχέση για τη ροή του συμπιεστού είναι η εξίσωση του Euler.

Η εφαρμογή αυτή προέρχεται από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα σε ένα οριακό όγκο ρευστού που ρέει σε μια καλά συμπεριφερόμενη γραμμή, «καλά συμπεριφερόμενη» σημαίνει ότι η ροή κινείται ομαλά και οι συνθήκες τριβής είναι αμελητέες. Κατά τον υπολογισμό της εξίσωσης, το άθροισμα των δυνάμεων που φέρνει στην επίδραση πίεσης που ενεργεί για τον όγκο του σώματος του ρευστού. Εξισώνοντας αυτό το ρυθμό μεταβολής της ορμής φέρνει στον όρο ταχύτητας.

Εξίσωση Bernoulli του αναφέρει ότι η στατική συν την δυναμική πίεση του αέρα θα είναι σταθερή καθώς πλησιάζει το όχημα. Η απεικόνιση του οχήματος ως στατική καθώς ο αέρας κινείται (όπως σε μια αεροδυναμική σήραγγα), τα ρεύματα του αέρα κατά μήκος των γραμμών, ονομάζονται γραμμές ροής. Μια δέσμη των γραμμών ροής σχηματίζουν μία δέσμη ροής. Ρεύματα καπνού χρησιμοποιούνται σε μια αεροδυναμική σήραγγα που επιτρέπουν τα streamtubers να απεικονιστούν όπως στην παρακάτω εικόνα.

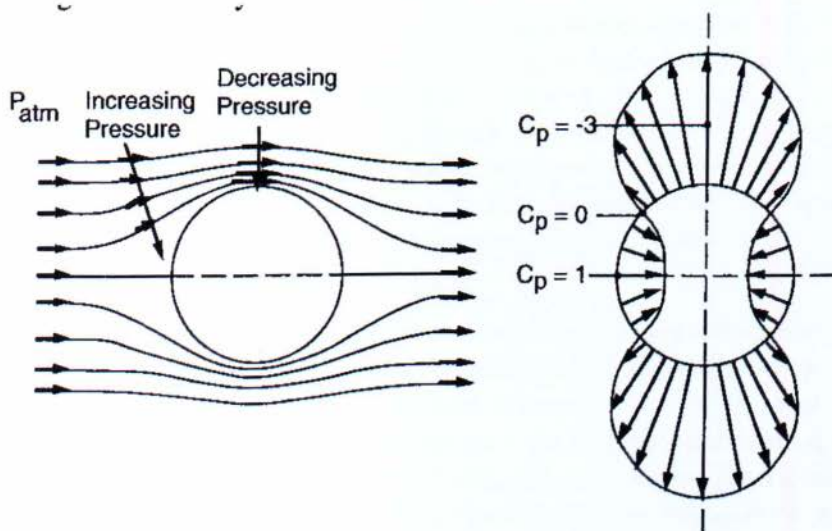


Σε μία απόσταση από το όχημα η στατική πίεση είναι απλά παράγεται από την σχετική ταχύτητα, η οποία είναι σταθερή για όλες τις γραμμές ροής πλησιάζει το όχημα. Έτσι, η συνολική πίεση είναι η ίδια για όλες τις γραμμές ροής.

Καθώς η ροή πλησιάζει στο όχημα, η διάσπαση streamtubes, κάποια πηγαίνει πάνω από το όχημα, και άλλοι κάτω. Κατ' επέκταση, μια γραμμή ροής πρέπει να πάει κατ' ευθείαν στο σώμα και ακινητοποιηθεί (η μία φαίνεται προσκρούει στον προφυλακτήρα του αυτοκινήτου). Σε εκείνο το σημείο η σχετική ταχύτητα έχει πάει στο μηδέν. Με τον όρο μηδενικής ταχύτητας η στατική πίεση που παρατηρήθηκε σε αυτό το σημείο επί του οχήματος θα είναι συνολική πίεση. δηλαδή αν μια βρύση πίεσης τοποθετείται στο όχημα σε αυτό το σημείο, θα καταγράφει την ολική πίεση.

Σκεφτείτε τι πρέπει να συμβεί στις γραμμές ροής, οι οποίες ρέουν πάνω από το καπό. Αρχικά έχουν ανοδική κατεύθυνση, η καμπυλότητα είναι κοίλη προς τα πάνω. Σε μια απόσταση πολύ πάνω από το όχημα, όπου οι γραμμές ροής εξακολουθούν να είναι ευθείες, η στατική πίεση πρέπει να είναι η ίδια με τη θερμοκρασία. Προκειμένου για το ρεύμα αέρα να καμπυλώνεται προς τα άνω, η στατική πίεση στην εν λόγω περιοχή πρέπει να είναι υψηλότερο από αυτό του περιβάλλοντος για να παρέχουν την αναγκαία δύναμη να μετατρέψει τη ροή του αέρα. Εάν η στατική πίεση είναι υψηλότερη, τότε η ταχύτητα πρέπει να μειωθεί σε αυτή την περιοχή, προκειμένου να υπακούει την εξίσωση του Bernoulli.

Αντιστρόφως, καθώς η ροή τείνει να ακολουθήσει το καπό (καθοδική καμπυλότητα στο χείλος του καπό), η πίεση πρέπει να πάει κάτω του περιβάλλοντος, ώστε να κάμψει την ροή, και η ταχύτητα πρέπει να αυξηθεί. Αυτά τα σημεία απεικονίζονται στο σχήμα, που δείχνει τη ροή πάνω από έναν κύλινδρο.



ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΙΕΣΗΣ ΣΕ ΕΝΑ ΟΧΗΜΑ

Αυτοί οι βασικοί μηχανισμοί αφορούν τη στατική κατανομή πίεσης κατά μήκος του σώματος ενός οχήματος. Οι πιέσεις υποδεικνύονται ως αρνητικά ή θετικά σε σχέση με την πίεση του περιβάλλοντος που μετράται σε κάποια απόσταση από το όχημα.

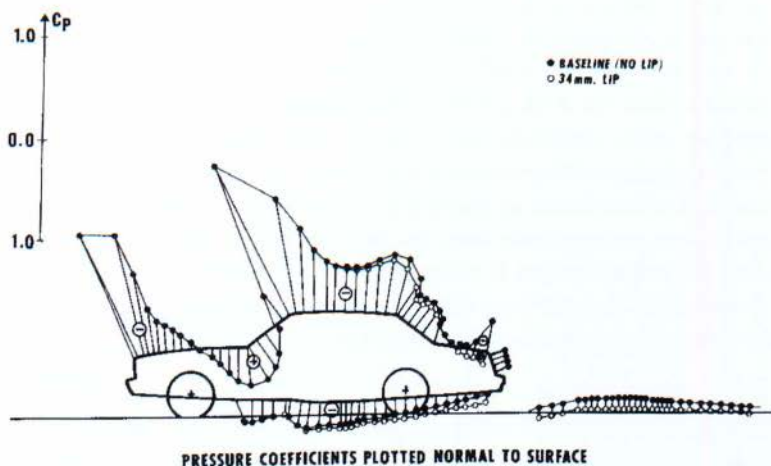


Fig. 4.6 Pressure distribution along the centerline of a car.

Σημειώστε ότι μια αρνητική πίεση αναπτύσσεται στο μπροστινό άκρο του καλύμματος καθώς η ροή αυξάνεται πάνω από το μπροστινό μέρος του οχήματος προσπαθεί να γυρίσει και να ακολουθήσει οριζόντια κατά μήκος της κουκούλας. Το δυσμενές κλίση πίεσης σε αυτή την περιοχή έχει τη δυνατότητα να σταματήσει τη ροή του οριακού στρώματος δημιουργώντας οπισθέλκουσα στον τομέα αυτό. Τα τελευταία χρόνια, styling λεπτομέρεια στην πρώτη γραμμή καπό έχει δοθεί υψηλή προτεραιότητα για την αποφυγή διαχωρισμού για την κουκούλα και την οπισθέλκουσα που προκύπτει.

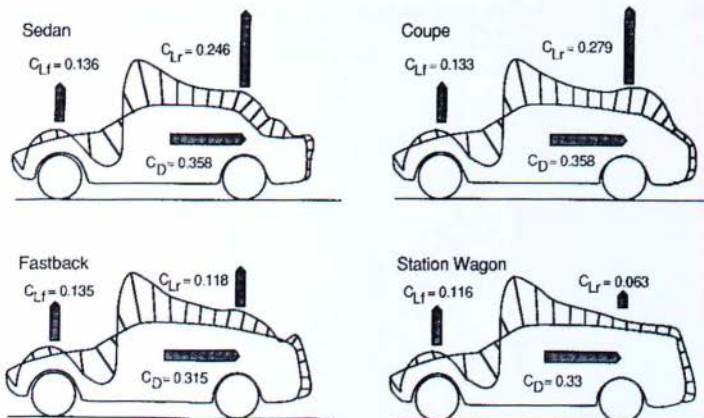
Κοντά στη βάση του παρμπρίζ και του καλύμματος, η ροή πρέπει να είναι στραμμένη προς τα πάνω, με αποτέλεσμα να υπάρχει υψηλότερη πίεση. Η περιοχή υψηλής πίεσης είναι μια ιδανική τοποθεσία επαγωγής αέρα για το σύστημα ελέγχου του κλίματος, ή εισαγωγής του κινητήρα, και έχει χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό σε αμέτρητα οχήματα στο παρελθόν. Οι υψηλές πιέσεις που συνοδεύονται από χαμηλότερες ταχύτητες στην περιοχή αυτή, αυτό βοηθάει στη

διατήρηση των υαλοκαθαριστήρων του παρμπρίζ από το να διαταραχθούν από τις δυνάμεις λόγω αεροδυναμικής.

Πάνω από τη γραμμή οροφής η πίεση γίνεται και πάλι αρνητική, καθώς η ροή του αέρα προσπαθεί να ακολουθήσει το περίγραμμα της οροφής. Αποδεικτικά στοιχεία για την χαμηλή πίεση σε αυτήν την περιοχή φαίνεται στην billowing δράση της οροφής υφάσματος για κάμπριο. Η πίεση παραμένει χαμηλά πάνω από τον backlite και σχετικά με τον κορμό, λόγω της συνεχιζόμενης καμπυλότητας. Είναι σε αυτή την περιοχή διαχωρισμού ροής είναι πιο πιθανό. Σχεδιασμός από τις γωνίες και τις λεπτομέρειες του περιγράμματος του σώματος σε αυτή την περιοχή απαιτούν κρίσιμη ανησυχία όσον αφορά την αεροδυναμική. Λόγω της χαμηλής πίεσης, η ροή κατά μήκος των πλευρών του αυτοκινήτου θα επιχειρήσει επίσης να τροφοδοτήσει αέρα σε αυτή την περιοχή και μπορεί να προσθέσει στο δυναμικό για διαχωρισμό. Οι γενικές τάσεις της ροής του αέρα πάνω από την κορυφή και τις πλευρές του αυτοκινήτου που φαίνεται στο σχήμα. Η ροή κατά μήκος των πλευρών συντάσσεται στην περιοχή χαμηλής πίεσης στην πίσω περιοχή, συνδυάζοντας με ροή πάνω από την οροφή για να σχηματίσει δίνες καταληκτικά από το πίσω μέρος του οχήματος.

Η επιλογή της μορφοποίησης στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου έχει άμεσο αντίκτυπο στις αεροδυναμικές δυνάμεις μέσω του ελέγχου του σημείου διαχωρισμού. Ο διαχωρισμός πρέπει να πραγματοποιείται σε κάποιο σημείο, και η μικρότερη περιοχή, κατά κανόνα τα χαμηλότερη οπισθέλκουσα. Θεωρητικά, το ιδανικό από αεροδυναμικής απόψεως είναι ένα δάκρυ.

Ενώ το μέγεθος της περιοχής διαχωρισμού επηρεάζει την αεροδυναμική αντίσταση άμεσα, ο βαθμός στον οποίο η ροή αναγκάζεται να χαμηλώσουμε πίσω από το όχημα επηρεάζει την αεροδυναμική άντωση στο πίσω μέρος. Ο έλεγχος της ροής που ελαχιστοποιεί την περιοχή διαχωρισμού γενικά καταλήγει σε πιο αεροδυναμικό ανελκυστήρα στο πίσω μέρος, επειδή μείωσης της πίεσης όπως η ροή έλκεται προς τα κάτω.



ΥΛΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Εξετάζοντας την παρούσα πτυχιακή εργασία θα διαπιστώσει κανείς ότι για την επιλογή του υλικού πλαισίου του οχήματος θα πρέπει να διερευνηθούν κάποια τεχνικά κριτήρια. Για εμάς σημαντικότερα, το βάρος του υλικού αλλά και η ευκολία στη διαμόρφωση του, πιο ουσιαστικά, η κατεργασιμότητα αυτού.

Με βάσει τα ανωτέρω, παρουσιάζεται παρακάτω συνοπτική θεωρία για να γίνουν κατανοητές οι παραπάνω έννοιες.

ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ

Το βάρος του υλικού του πλαισίου είναι μία παράμετρος που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα. Χαμηλό βάρος σημαίνει μικρότερες απώλειες.

Το βάρος σαν μέγεθος από μόνο του δεν μπορεί να εγγυηθεί πολλά, αλλά χρειάζεται να συγκριθεί με ένα άλλο, έτσι ώστε να αποφέρει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Λόγω του ότι το πλαίσιο του οχήματος θα είναι σωληνωτό (δηλαδή κυκλικής διατομής), το βάρος θα πρέπει να μελετηθεί σε συνάρτηση με τη διάσταση της διαμέτρου της διατομής. Μία τιμή βάρους A , δεν μας δίνει κανένα ουσιώδες αποτέλεσμα. Μια τιμή όμως βάρους A με μία τιμή διαμέτρου B , σίγουρα δίνει ένα βάσιμο αποτέλεσμα.

Με αυτή τη διαδικασία εύκολα κάνοντας χρήση προγράμματος H/Y μπορεί να ληφθεί ο συντελεστής ασφαλείας κάθε υλικού. Ο συντελεστής αυτός μπορεί να μεταβληθεί ανάλογα με τη μείωση ή αύξηση της διαμέτρου της διατομής.

Έτσι λοιπόν η επιλογή υλικού φαίνεται να μην είναι μια απλή, ανούσια προαιρετική υπόθεση, αλλά απαιτεί χρόνο και πειραματική επαναληπτική διαδικασία. Σκοπός της μελέτης του βάρους του υλικού είναι η επιλογή διαμέτρου και βάρους με το μεγαλύτερο δυνατό συντελεστή ασφαλείας.

ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΜΟΤΗΤΑ

Η κατεργασιμότητα, ως ιδιότητα υλικών, είναι μία σύνθετη έννοια, η οποία ορίζεται ως η δυνατότητα (ευκολία ή δυσκολία) κατεργασίας, που παρουσιάζει ένα υλικό, προκειμένου από αυτό να κατασκευασθούν εξαρτήματα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Η κατεργασία αυτή μπορεί να είναι κατεργασία διαμόρφωσης, κοπής, συγκόλλησης ή χύτευσης. Η παραπάνω έννοια της κατεργασιμότητας, ως γενική, μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το είδος της κατεργασίας που μας ενδιαφέρει :

1. Διαμορφωσιμότητα καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί σε μία συγκεκριμένη γεωμετρία (έλασμα, φύλλο, σύρμα, κ.λπ.), μέσω κατεργασίας πλαστικής παραμόρφωσης. Όταν η κατεργασία αυτή αποβλέπει στη διαμόρφωση ελάσματος, τότε η δυνατότητα αυτή λέγεται ελατότητα, ενώ όταν αποβλέπει στη διαμόρφωση σύρματος, τότε λέγεται ολκιμότητα. Ειδικότερα, όσο μαλακό είναι ένα μέταλλο, τόσο πιο εύκολα μπορεί να διαμορφωθεί σε ελάσματα ή σε σύρματα, δηλαδή αυξάνεται η ελατότητα και η ολκιμότητά του αντίστοιχα.
2. Ευχυτότητα ή χυτευσιμότητα καλείται η δυνατότητα ενός υλικού να διαμορφωθεί, μέσω χύτευσης, σε εξάρτημα συγκεκριμένης γεωμετρίας. Το σημείο τήξεως του μετάλλου, το ιξώδες και η επιφανειακή τάση του τήγματος του μετάλλου, καθώς και οι διάφορες προσμείξεις είναι παράγοντες, που επηρεάζουν σημαντικά την ευχυτότητα του μετάλλου.
3. Συγκολλησιμότητα καλείται η δυνατότητα συγκόλλησης ενός υλικού. Η καθαρότητα του μετάλλου και η χημική σύσταση του κράματος προς συγκόλληση είναι παράγοντες που άλλοτε επηρεάζουν θετικά και άλλοτε αρνητικά τη συγκολλησιμότητα. Π.χ. χάλυβες με μεγάλη περιεκτικότητα σε άνθρακα (> 0,3%) εμφανίζουν ρωγμές κατά τη συγκόλληση και έτσι χαρακτηρίζονται από μικρή συγκολλησιμότητα, ενώ αντίθετα προσθήκες σε μαγγάνιο (Mn) έως 1% και πυρίτιο (Si) έως 0,3% αυξάνουν τη ρευστότητα του τήγματος, καθώς και την αντίστασή του σε οξείδωση υψηλών θερμοκρασιών, αυξάνοντας έτσι τη συγκολλησιμότητα των χαλύβων.
4. Κατεργασιμότητα στην κοπή καλείται η δυνατότητα διαμόρφωσης, που παρουσιάζει ένα υλικό, μέσω κατεργασιών αποβολής υλικού (π.χ. τórνευση, φρεζάρισμα, πλάνιση, λείανση, κ.λπ.). Και σε αυτή την κατηγορία η χημική σύσταση και η δομή του υλικού παίζουν πρωτεύοντα ρόλο. Οι χάλυβες ελευθέρας κοπής (δηλαδή υψηλής κατεργασιμότητας στην κοπή), που περιέχουν μαγγάνιο (Mn) και θείο (S), παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία κατά την κοπή, λόγω της ύπαρξης απομονωμένων σωματιδίων (εγκλεισμάτων)

σουλφιδίου του μαγγανίου (MnS).

Τα προς αξιολόγηση υλικά που θα πάρουν μέρος στην επιλογή κάθε υλικού πλαισίου είναι κράματα τιτανίου, αλουμινίου και μαγνησίου. Συγκεκριμένα είναι:

Κράμα τιτανίου: Ti – 6Al – 4V

Κράμα αλουμινίου: 7075

Κράμα μαγνησίου: HK31A – H24

ΚΡΑΜΑ ΤΙΤΑΝΙΟΥ Ti – 6Al-4V

Το κράμα τιτανίου «Ti 6Al-4V» είναι γνωστό ως η «κινητήριος δύναμη» της βιομηχανίας του τιτανίου, διότι είναι μακράν το πιο κοινό κράμα τιτανίου Ti, που αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 50% της συνολικής χρήσης του τιτανίου.

Συνιστάται για χρήση σε θερμοκρασίες που φθάνουν περίπου τους 350 ° C (660 ° F).

Επίσης, το Ti 6Al-4V προσφέρει έναν συνδυασμό υψηλής αντοχής, ελαφριού βάρους, κατεργασιμότητας και αντοχής στη διάβρωση που το έχουν καταστήσει ένα παγκόσμιο πρότυπο σε εφαρμογές αεροδιαστημικής.

Χημική σύνθεση κράματος Ti – 6Al – 4V

	Al	V	C	N	O	H	Fe	Y	Other	Ti
Min	5,5	3,5	–	–	–	–	–	–	–	–
Max	6,75	4,5	0,08	0,5	0,2	0,0125	0,3	0,005	0,1	Balance

Εφαρμογές Ti – 6Al – 4V

- Λεπίδες, δαχτυλίδια, και Δίσκοι
- Αθλητικός εξοπλισμός
- Διαρθρωτικά εξαρτήματα για αεροσκάφη.
- Εργαλεία Χειρός
- Ατράκτους
- Συνδετήρες, Εξαρτήματα
- Πλοία, Σφυρήλατα
- Βιοϊατρικά εμφυτεύματα

Προδιαγραφές κράματος

- AMS 4911, AMS 4920, AMS 4928, AMS 4934, AMS 4935, AMS 4965, AMS 4967, AMS 6930, AMS 6931, AMS T-9046, AMS T-9047
- ASME SB 348, SB ASME 861, ASME SB-265 Βαθμός 5
- ASTM B-265, ASTM B-348, ASTM B-381, ASTM B-861, ASTM F 1472
- EN 3,7164, 3,7165 EN
- MIL-T-9046, MIL-T-9047
- UNS R56400
- Werkstoff 3,7164, 3,7165 Werkstoff

Ιδιότητες κράματος Ti – 6Al – 4V

PHYSICAL PROPERTIES	METRIC	ENGLISH	COMMENTS
Density			
	<u>4.43 g/cc</u>	0.16 lb/in ³	
Mechanical Properties			
Hardness, Brinell	334	334	Estimated from Rockwell C.
Hardness, Knoop	363	363	Estimated from Rockwell C.
Hardness, Rockwell C	36	36	
Hardness, Vickers	349	349	Estimated from Rockwell C.
Tensile Strength, Ultimate	<u>950 MPa</u>	138000 psi	
Tensile Strength, Yield	<u>880 MPa</u>	128000 psi	
Elongation at Break	<u>14 %</u>	14 %	
Reduction of Area	<u>36 %</u>	36 %	
Modulus of Elasticity	<u>113.8 GPa</u>	16500 ksi	
Compressive Yield Strength	<u>970 MPa</u>	141000 psi	
Notched Tensile Strength	<u>1450 MPa</u>	210000 psi	K _t (stress concentration factor) =

			6.7
Ultimate Bearing Strength	1860 MPa	270000 psi	e/D = 2
Bearing Yield Strength	1480 MPa	215000 psi	e/D = 2
Poisson's Ratio	0.342	0.342	
Charpy Impact	17 J	12.5 ft-lb	V-notch
Fatigue Strength	240 MPa	34800 psi	at 1E+7 cycles. K _t (stress concentration factor) = 3.3
Fatigue Strength	510 MPa	74000 psi	Unnotched 10,000,000 Cycles
Fracture Toughness	75 MPa-m^{1/2}	68.3 ksi-in ^{1/2}	
Shear Modulus	44 GPa	6380 ksi	
Shear Strength	550 MPa	79800 psi	Ultimate shear strength
Electrical Properties			
Electrical Resistivity	0.000178 ohm-cm	0.000178 ohm-cm	
Magnetic Permeability	1.00005	1.00005	at 1.6kA/m
Magnetic Susceptibility	3.3e-006	3.3e-006	cgs/g
Thermal Properties			
CTE, linear 20°C	8.6 μm/m-°C	4.78 μin/in-°F	20-100°C
CTE, linear 250°C	9.2 μm/m-°C	5.11 μin/in-°F	Average over the range 20-315°C
CTE, linear 500°C	9.7 μm/m-°C	5.39 μin/in-°F	Average over the range 20-650°C
Specific Heat Capacity	0.5263 J/g-°C	0.126 BTU/lb-°F	
Thermal Conductivity	6.7 W/m-K	46.5 BTU-in/hr-ft ² -°F	
Melting Point	1604 - 1660 °C	2920 - 3020 °F	
Solidus	1604 °C	2920 °F	
Liquidus	1660 °C	3020 °F	
Beta Transus	980 °C	1800 °F	

Εκ των οποίων οι σημαντικότερες είναι:

- Density = πυκνότητα
- Tensile Strength, Ultimate = Αντοχήσεεφελκυσμό, Ultimate
- TensileStrength, Yield = Αντοχή σε εφελκυσμό, Απόδοση
- Modulus of Elasticity = ΜέτροΕλαστικότητας
- Compressive Yield Strength = ΑντοχήσεθλίψηΑπόδοση
- Bearing Yield Strength = ΌριοΔιαρροής
- Poisson's Ratio = Λόγοςτου Poisson
- FatigueStrength = αντοχή σε κόπωση
- Shear Modulus = μέτροδιάτμησης
- Shear Strength = Αντοχήσεδιάτμηση
- Electrical Resistivity = ηλεκτρικήαντίσταση
- Magnetic Permeability = μαγνητικήδιαπερατότητα
- Magnetic Susceptibility = μαγνητικήεπιδεκτικότητα
- Specific Heat Capacity = Ειδικήθερμοχωρητικότητα
- Thermal Conductivity = Θερμικήαγωγιμότητα
- Melting Point = σημείοτήξης

ΚΡΑΜΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ 7075

Το κράμα αλουμινίου 7075 είναι ένα κράμα, με ψευδάργυρο ως κύριο στοιχείο κράματος. Είναι ισχυρό, με μια δύναμη συγκρίσιμη με πολλούς χάλυβες, και έχει καλή αντοχή σε κόπωση και στην κατεργασιμότητα κατά μέσο όρο, αλλά έχει μικρότερη αντοχή στη διάβρωση από πολλά άλλα κράματα ΑΙ. Το σχετικά υψηλό κόστος του περιορίζει τη χρήση του σε εφαρμογές όπου φθηνότερα κράματα δεν είναι κατάλληλα. Το κράμα αυτό χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τις βιομηχανίες αεροσκαφών και πυροβολικού, λόγω της «δύναμής» του αλλά οι εφαρμογές του περιλαμβάνουν ακόμα εξαρτήματα αεροσκαφών, γρανάζια, άξονες, τμήματα πυραύλων, εργαλεία, κλειδιά, και σκάφη αεροδιαστημικής.

Χημική σύσταση κράματος 7075

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Other each	Other totals	Aluminum
Min	–	–	1,2	–	2,1	0,18	5,1	–	–	–	87,1
Max	0,4	0,5	2	0,3	2,9	0,28	6,1	0,2	0,05	0,15	91,4

Προδιαγραφές κράματος

- AMS 4044, AMS 4045, AMS 4049, AMS 4131, AMS 4147, AMS 4154, AMS 4323, ASTM B209, ASTM B210, ASTM B211, ASTM B221, ASTM B241, ASTM B247, ASTM B316, ASTM B468,
- DMS 2233,
- MIL A-12545
- MIL A-22771
- MIL F-18280
- MIL F-5509
- QQ A-200/11, QQ A-200/15, QQ A-225/9, QQ A-250/13, QQ A-250/24, QQ A-367, QQ A-430, QQ WW-T-700/7
- SAE J454
- UNS A97075

Ιδιότητες κράματος 7075

Physical Properties	Metric	English	Comments
Density	2.81 g/cc	0.102 lb/in ³	AA; Typical
Mechanical Properties			
Hardness, Brinell	150	150	AA; Typical; 500 g load; 10 mm ball
Hardness, Knoop	191	191	Converted from Brinell Hardness Value
Hardness, Rockwell A	53.5	53.5	Converted from Brinell Hardness Value
Hardness, Rockwell B	87	87	Converted from Brinell Hardness Value
Hardness, Vickers	175	175	Converted from Brinell Hardness Value
Ultimate Tensile Strength	572 MPa	83000 psi	AA; Typical
Tensile Yield Strength	503 MPa	73000 psi	AA; Typical
Elongation at Break	11 %	11 %	AA; Typical; 1/16 in. (1.6 mm) Thickness
Elongation at Break	11 %	11 %	AA; Typical; 1/2 in. (12.7 mm) Diameter
Modulus of Elasticity	71.7 GPa	10400 ksi	AA; Typical; Average of tension and compression. Compression modulus is about 2% greater

			than tensile modulus.
Poisson's Ratio	0.33	0.33	
Fatigue Strength	159 MPa	23000 psi	AA; 500,000,000 cycles completely reversed stress; RR Moore machine/specimen
Fracture Toughness	20 MPa-m^{1/2}	18.2 ksi-in ^{1/2}	K(IC) in S-L Direction
Fracture Toughness	25 MPa-m^{1/2}	22.8 ksi-in ^{1/2}	K(IC) in T-L Direction
Fracture Toughness	29 MPa-m^{1/2}	26.4 ksi-in ^{1/2}	K(IC) in L-T Direction
Machinability	70 %	70 %	0-100 Scale of Aluminum Alloys
Shear Modulus	26.9 GPa	3900 ksi	
Shear Strength	331 MPa	48000 psi	AA; Typical
Electrical Properties			
Electrical Resistivity	5.15e-006 ohm-cm	5.15e-006 ohm-cm	AA; Typical at 68°F
Thermal Properties			
CTE, linear 68°F	23.6 μm/m-°C	13.1 μin/in-°F	AA; Typical; Average over 68-212°F range.
CTE, linear 250°C	25.2 μm/m-°C	14 μin/in-°F	Average over the range 20-300°C
Specific Heat Capacity	0.96 J/g-°C	0.229 BTU/lb-°F	
Thermal Conductivity	130 W/m-K	900 BTU-in/hr-ft ² -°F	AA; Typical at 77°F

Melting Point	477 – 635 °C	890 - 1175 °F	AA; Typical range based on typical composition for wrought products 1/4 inch thickness or greater. Homogenization may raise eutectic melting temperature 20-40°F but usually does not eliminate eutectic melting.
Solidus	477 °C	890 °F	AA; Typical
Liquidus	635 °C	1175 °F	AA; Typical

Processing Properties

Annealing Temperature	413 °C	775 °F	
Solution Temperature	466 - 482 °C	870 - 900 °F	
Aging Temperature	121 °C	250 °F	

ΚΡΑΜΑ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ ΗΚ31Α-Η24

Το κράμα μαγνησίου ΗΚ31Α-Η24 είναι γνωστό ότι διαθέτει καλή χυτευσιμότητα, αντοχή στην πίεση και ανθεκτικό στον ερπυσμό σε 350 ° C (662 ° F).

Χημική σύσταση κράματος

Στοιχείο	Περιεκτικότητα (%)
Magnesium, Mg	96
Thorium, Th	2,5 – 4
Zirconium, Zr	0,40 – 1
Zinc, Zn	≤ 0,30
Copper, Cu	≤ 0,10
Nickel, Ni	≤ 0,010

Προδιαγραφές κράματος

- AMS 4384 - ΗΚ31Α-0 φύλλα, πλάκες (ανόπτηση και την εκ νέου κρυσταλλικού
- AMS 4385 - ΗΚ31Α - Η24, λαμαρίνες (ψυχρής έλασης και μερικής ανόπτησης)
- AMS 4445 - ΗΚ31Α .

Ιδιότητες κράματος HK31A – H24

Physical Properties		
Properties	Metric	Imperial
Density	1.79 g/cm ³	0.0650 lb/in ³
Melting point	590 - 650°C	1090 - 1200°F
Mechanical Properties		
Properties	Metric	Imperial
Tensile strength	255 MPa	36300 psi
Yield strength (@strain 0.200 %)	200 MPa	27600 psi
Elongation at break	15%	15%
Poisson's ratio	0.35	0.35
Elastic modulus	44.8 GPa	6530 ksi
Shear modulus	14 GPa	2470 ksi
Hardness, Brinell	58	58
Hardness, Knoop	72	72
Machinability	100	100
Thermal Properties		
Properties	Metric	Imperial
Thermal expansion co-efficient (@0.000-100°C/32-212°F)	26.8 µm/m°C	14.9 µin/in°F
Thermal conductivity	92W/mK	638 BTU in/hr.ft ² .°F

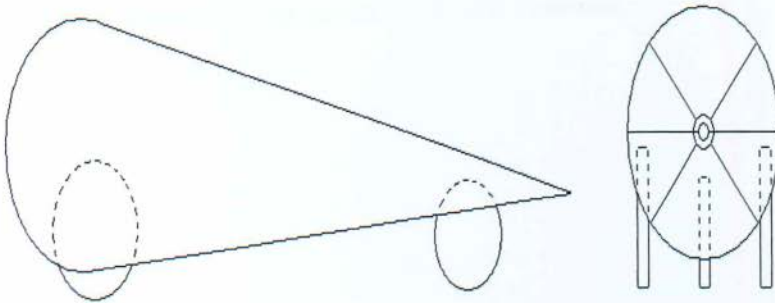
BRAINSTORMING – ΕΚΛΟΓΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

ΛΥΣΕΙΣ

- 1) Σταγόνα
- 2) Σανίδα
- 3) Boxfish
- 4) Καρχαρία

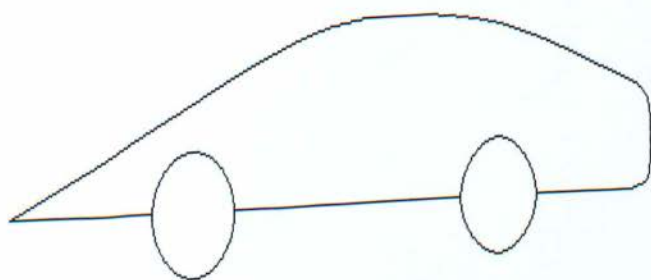
Ακολουθούν τα σκαριφήματα των λύσεων:

ΣΤΑΓΟΝΑ



Η σταγόνα είναι γνωστό πως στην φύση, κατέχει την θέση του πιο αεροδυναμικού σχήματος.

ΣΑΝΙΔΑ

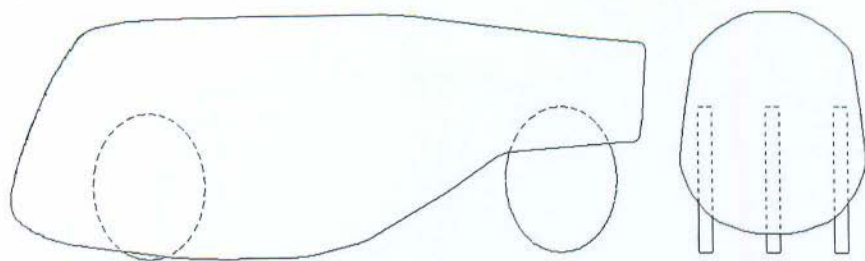


Πλάγια όψη



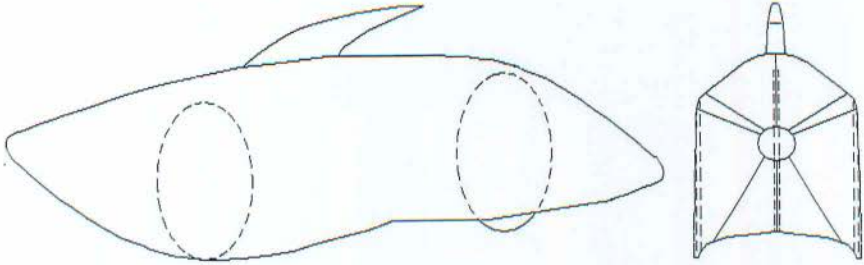
Αρκετά αεροδυναμικό σχήμα και αρκετά εύκολο στην κατασκευή.

BOXFISH



Εμπνευσμένο από το ομώνυμο ψάρι. Γνωστό για τον πολύ χαμηλό αεροδυναμικό συντελεστή του.

ΚΑΡΧΑΡΙΑΣ



Πίσω	Εμπρός		Τύπου 1				Τύπου 2				Τύπου 3				Τύπου 4				
	Κινητήριο	Κάθισμα	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	
			A	B	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	
Τύπου 1	Τύπου 1	1	1.Α.1			1.Δ.11	1.Ε.18	1.Ζ.26	1.Η.33	1.Θ.41			1.Κ.49	1.Λ.57		1.Ν.64	1.Ξ.70	1.Ο.77	1.Π.84
	Τύπου 2	2																	
	Τύπου 3	3																	
	Τύπου 4	4	4.Α.5			4.Δ.12	4.Ε.19	4.Ζ.27	4.Η.34	4.Θ.42			4.Κ.50	4.Λ.58		4.Ν.65	4.Ξ.71	4.Ο.78	4.Π.85
Τύπου 2	Τύπου 1	5																	
	Τύπου 2	6					6.Ε.20	6.Ζ.2	6.Η.35	6.Θ.43			6.Κ.51	6.Λ.59					
	Τύπου 3	7																	
	Τύπου 4	8																	
Τύπου 3	Τύπου 1	9	9.Α.6			9.Δ.13	9.Ε.21	9.Ζ.28	9.Η.36	9.Θ.44			9.Κ.52	9.Λ.60		9.Ν.66	9.Ξ.72	9.Ο.79	9.Π.86
	Τύπου 2	10																	
	Τύπου 3	11	11.Α.7			11.Δ.14	11.Ε.22	11.Ζ.29	11.Η.37	11.Θ.45			11.Κ.53	11.Λ.3			11.Ξ.73	11.Ο.80	11.Π.87
	Τύπου 4	12	12.Α.8			12.Δ.15	12.Ε.23	12.Ζ.30	12.Η.38	12.Θ.46			12.Κ.54	12.Λ.61		12.Ν.67	12.Ξ.74	12.Ο.81	12.Π.88
Τύπου 4	Τύπου 1	13	13.Α.9			13.Δ.16	13.Ε.24	13.Ζ.31	13.Η.39	13.Θ.47			13.Κ.55	13.Λ.62		13.Ν.68	13.Ξ.75	13.Ο.82	13.Π.89
	Τύπου 2	14																	
	Τύπου 3	15																	
	Τύπου 4	16	16.Α.10			16.Δ.17	16.Ε.25	16.Ζ.32	16.Η.40	16.Θ.48			16.Κ.56	16.Λ.63		16.Ν.69	16.Ξ.76	16.Ο.83	16.Π.4

Κάποια ταίριαζαν απόλυτα σαν σχήματα μεταξύ τους. Άλλα σε συνεργασία θα μπορούσαν να δώσουν μια εντελώς νέα προσέγγιση στα σχήματά μας. Οι συνδυασμοί που τελικά όμως δεν καταγράφηκαν καθόλου επρόκειτο για συνδυασμούς, που είτε δεν είχε κανένα νόημα η κατασκευή τους, εφόσον το τελικό σχήμα που θα προέκυπτε θα ήταν πολύ ογκώδες, με υψηλό αεροδυναμικό συντελεστή C_D , κλπ., είτε επειδή τα πρότυπα σχήματα(προέκυψαν από το Brainstorming) δεν θα μπορούσαν να έχουν καλή συναρμογή μεταξύ τους ακόμα και μετά την τροποποίησή τους από σχεδιαστικό πρόγραμμα.

Όπου Τύπου 2 = Τύπου 1, Τύπου 4 = Τύπου 2, Τύπου 7 = Τύπου 3, Τύπου 9 = Τύπου 4

Μπλε χρώμα: Μη πραγματοποιήσιμες λύσεις (δεν μπαίνουν στον πίνακα επιλογής), Κίτρινο χρώμα: Πραγματοποιήσιμες αλλά απορριπτέες λόγω του πίνακα επιλογής,

Λευκό χρώμα Πραγματοποιήσιμες (Πληρούν τα κριτήρια του πίνακα επιλογής), Κόκκινο χρώμα: Τελική λύση του οχήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΛΛΑΓΗΣ ΛΥΣΗΣ	ΛΥΣΗ ΣΥΜΒΙΒΑΣΤΗ ΜΕ ΘΕΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ						ΑΠΟΦΑΣΗ
	ΠΛΗΡΟΙ ΟΡΟΥΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ						
	ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΚΑΤΑΡΧΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ						
	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ						
	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΜΕΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ						
	ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΑΣ						
Lv	A	B	C	D	E	F	Παρατηρήσεις
1	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.
2	+	+	+	+	+	-	
3	+	+	+	+	+	-	
4	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος
5	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος
6	+	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	-	
8	+	+	+	+	+	+	+
9	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.
10	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.
11	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος
12	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος
13	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος
14	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος
15	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος
16	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος, Αιχμή άνωθεν καθίσματος
17	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος, Αιχμή άνωθεν καθίσματος
18	+	-					Αιχμή στην Πίσω μέρος
19	+	-					Αιχμή στην Πίσω μέρος
20	+	+	+	+	+	-	
21	+	+	+	+	+	-	
22	+	+	+	+	+	-	
23	+	+	-				Μη πραγματοποιήσιμο λόγω διαφορετικών επιφανειών

24	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
25	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
26	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
27	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
28	+	+	+	+	+	-		
29	+	+	+	+	+	-		
30	+	+	+	+	+	-		
31	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
32	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
33	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
34	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
35	+	+	+	+	+	-		
36	+	+	+	+	+	-		
37	+	+	+	+	+	-		
38	+	+	+	+	+	-		
39	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
40	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
41	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
42	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
43	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
44	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
45	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
46	+	-					Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
47	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος, Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
48	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος, Αιχμή άνωθεν καθίσματος	
49	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
50	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
51	+	+	+	+	+	-		
52	+	+	+	+	+	-		
53	+	+	+	+	+	-		
54	+	+	+	+	+	-		
55	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
56	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
57	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	
58	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος.	

59	+	+	+	+	+	-		
60	+	+	+	+	+	-		
61	+	+	+	+	+	-		
62	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος.	
63	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος.	
64	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος.	
65	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος.	
66	+	+	+	+	+	+		+
67	+	+	+	+	+	+		+
68	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
69	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
70	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
71	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
72	+	+	-				Μη πραγματοποιησιμο λόγω διαφορετικών επιφανειών	
73	+	+	-				Καλούπι για το κινητήριο	
74	+	+	+	+	+	-		
75	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
76	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
77	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
78	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
79	+	+	+	+	+	+		+
80	+	+	-				Καλούπι για το κινητήριο	
81	+	+	+	+	+	-		
82	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
83	+	-					Αιχμή στο Πίσω μέρος	
84	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
85	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
86	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
87	+	-					Καλούπι για το κινητήριο, Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
88	+	-					Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	

89	+	-					Αιχμή στοΠίσω μέρος, Αιχμή άνωθεν του καθίσματος	
----	---	---	--	--	--	--	---	--

Από τη μήτρα ταξινόμησης προέκυψαν 89 λύσεις. Βλέπουμε δηλαδή ότι ξεκινώντας από τις 4 λύσεις που σκεφτήκαμε, προέκυψε πληθώρα λύσεων. Πως προέκυψαν όμως; Παρατηρώντας τις λύσεις, βρήκαμε τις διαφορές που είχαν μεταξύ τους. Αυτές ήταν για μας οι απόψεις ταξινόμησης. Τις τοποθετήσαμε στον πίνακα, όπως φαίνεται και παραπάνω και κάνοντας όλους τους πιθανούς συνδυασμούς, με βάση πάντα τη λογική, προκύψαν οι 89 λύσεις. Όπως καταλαβαίνετε δε γίνεται να κρατήσουμε όλες τις λύσεις παρά μόνο τις καλύτερες και αποδοτικότερες.

Έτσι λοιπόν προχωρήσαμε στο επόμενο βήμα που ήταν ο πίνακας επιλογής. Σε αυτό το σημείο αξιολογήσαμε τις λύσεις βάσει κάποιων κριτηρίων που οι ίδιοι θέσαμε (συμφωνία με πίνακα προδιαγραφών, πιθανότητα υλοποίησης της λύσης κ.α). Προκειμένου να δεχτούμε μία λύση πρέπει να ικανοποιεί και τα 6 κριτήρια απαραίτητως. Τελικά οι περισσότερες λύσεις αν και φαινότουσαν αποδοτικές δεν πέρασαν από όλα τα στάδια της αξιολόγησης, παρά μόνο πέντε από αυτές που είναι και οι τελικές μας λύσεις στο σχεδιασμού του πλαισίου.

Οι πέντε αυτές λύσεις φαίνονται παρακάτω:

No 6



No 66



No 8



No 67



No 79



1.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Εισαγωγή

Ένα από τα σημαντικότερα μέρη του αυτοκινήτου είναι αναμφισβήτητα και το σύστημα διεύθυνσης. Είναι πάντως αξιοσημείωτο το γεγονός ότι αν και **ερχόμαστε καθημερινά (έστω και με έμμεσο τρόπο) σε επαφή μαζί του η απροβλημάτιστη και συνάμα αξιόπιστη λειτουργία του το κάνει να περνά απαρατήρητο από όλους μας.**

Τι είναι το σύστημα διεύθυνσης:

Το σύστημα διεύθυνσης είναι ένας μηχανισμός ο οποίος μεταφέρει την εντολή που δίνει ο οδηγός από το τιμόνι στους τροχούς έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η επιθυμητή πορεία.

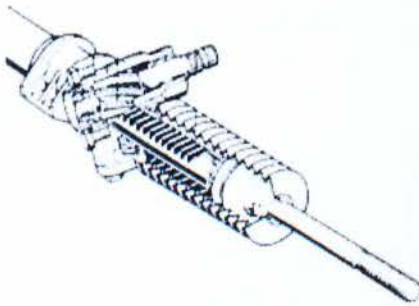
Η δύναμη που ασκεί ο οδηγός για να στρίψει το τιμόνι αλλά και η αίσθηση που φτάνει στα χέρια του εξαρτώνται τόσο από τον τύπο του μηχανισμού του συστήματος (μηχανικός, υδραυλικός, ηλεκτρικός, ηλεκτροϋδραυλικός), όσο και από άλλους παράγοντες, όπως η διάσταση των ελαστικών και οι γενικότερες ρυθμίσεις στην ανάρτηση.

Ο πιο απλός τρόπος για να οδηγήσουμε ένα οποιοδήποτε όχημα είναι αυτός που χρησιμοποιούσαμε στα... πατινία με τα ρουλμάν, τ' αεροπλανάκια όπως λέγονταν. Δηλαδή ένας άξονας, που στις άκρες του είναι προσαρμοσμένοι οι δύο τροχοί, και που έχει τη δυνατότητα να διαγράψει τόξα γύρω απ' το κέντρο του. Βέβαια η ιδέα έχει πολλές αδυναμίες, και είναι κατάλληλη μόνο για πατινία και κάρα. Δε χρειάζεται παρά να σκεφτούμε πόσο μεγάλοι θα έπρεπε να είναι οι θόλοι των τροχών, σε ένα αυτοκίνητο με σύστημα διεύθυνσεως σαν κι αυτό. Επιπλέον τα προβλήματα ευστάθειας στις στροφές πολλαπλασιάζονται, καθώς αυξάνεται το μεταξόνιο των εξωτερικών τροχών και μειώνεται των εσωτερικών, όταν στρίβει το

τιμόνι. Λίγα χρόνια μετά την εμφάνιση των πρώτων αυτοκίνητων το πρωτόγονο αυτό σύστημα χάθηκε τελείως. Αντικαταστάθηκε από ένα άλλο στο οποίο οι τροχοί έστριβαν γύρω από ξεχωριστούς άξονες, και που διατηρήθηκε βασικά αναλλοίωτο μέχρι τις μέρες μας.

Περί δομήσεως

Τα συστήματα διεύθυνσης που χρησιμοποιούνται στην συντριπτική πλειοψηφία των σημερινών επιβατικών αυτοκινήτων διαθέτουν διάταξη κρεμαγιέρας. Σε μικρότερη συχνότητα συναντάμε συναρμογές με ατέρμονα κοχλία ενώ ο συνδυασμός του τελευταίου μηχανισμού με απανακυκλοφορούνται σφαιρίδια χρησιμοποιείται σπανίως λόγω της πολύπλοκης και κατ' επέκταση δαπανηρής κατασκευής.



Η αρχή λειτουργίας της κρεμαγιέρας βασίζεται σε ένα γρανάζι (πινιόν), συνήθως με την ελικοειδή οδόντωση, το οποίο κινεί έναν οδοντωτό κανόνα μετατρέποντας την περιστροφική κίνηση σε γραμμική. Όταν ο οδηγός περιστρέφει το τιμόνι δεξιά ή αριστερά ανάλογα κινείται και το πινιόν με πολλαπλάσια ωστόσο

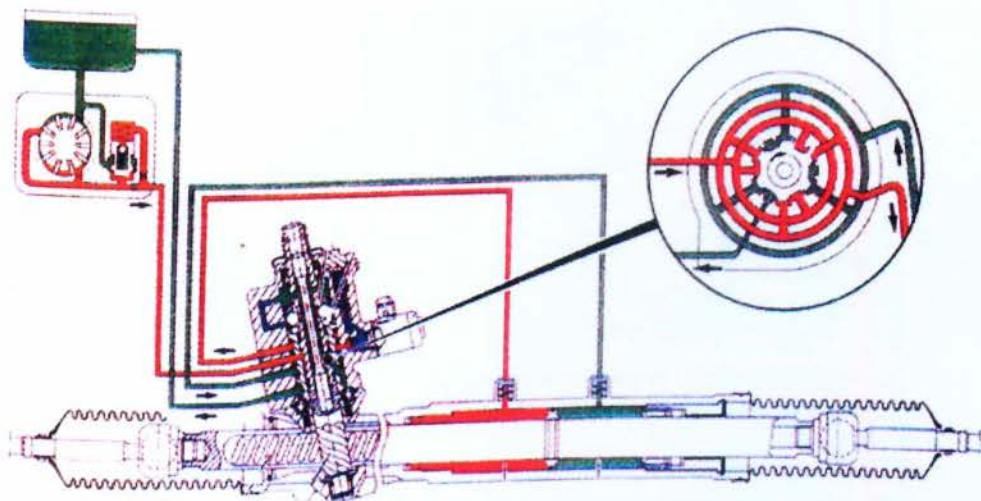
ροπή εξαιτίας της σχέσης μετάδοσης. Η γραμμική πλέον κίνηση μετακινεί τον κανόνα δεξιά ή αριστερά αλλάζοντας την κατεύθυνση των τροχών των οποίων οι πλήμνες είναι αρθρωμένες με τα ακρόμπαρα και αυτά με τη σειρά τους στα άκρα της κρεμαγιέρας. Στην περίπτωση του ατέρμονα κοχλία έχουμε τον συνδυασμό ενός κοχλία με μια κορόνα.

Το πλεονέκτημα της συγκεκριμένης διάταξης **(του ατέρμονα κοχλία)** αφορά στην μεταφορά αυξημένου φορτίου και για αυτό το λόγο η εφαρμογή της περιορίζεται πλέον σε μοντέλα εκτός δρόμου. Σε κάθε περίπτωση η ανταπόκριση του τιμονιού καθορίζεται από τη σχέση μετάδοσης που έχει επιλέξει ο

κατασκευαστής. Για παράδειγμα ένα τιμόνι με λιγότερες στροφές από άκρη σε άκρη μπορεί να υπερτερεί σε σβελτάδα κάνει όμως τη ζωή του οδηγού πιο δύσκολη σε διαδικασίες όπως αυτή της στάθμευσης λόγω της επιπλέον δύναμης που πρέπει να καταβάλει. Τη λύση σε αυτό το πρόβλημα καλούνται να δώσουν τα **συστήματα υποβοήθησης**. Το σύστημα διεύθυνσης είναι υπεύθυνο για την αλλαγή πορείας του αυτοκινήτου, ανάλογα με τις εντολές του οδηγού. Πως λειτουργεί και ποιοι τύποι υποβοήθησης υπάρχουν;

Υδραυλική υποβοήθηση

Με απλά λόγια πρόκειται για ένα υδραυλικό κύκλωμα όπου η πίεση μεταβάλλεται από μια φυγοκεντρική αντλία η οποία λαμβάνει κίνηση μέσω ιμάντα από τον στροφαλοφόρο άξονα. Ανάλογα με τη φορά περιστροφής της αυξομειώνεται η υδραυλική πίεση ανάμεσα σε δύο θαλάμους-έμβολα υποβοηθώντας κατά αυτόν τον τρόπο την κίνηση του συστήματος διεύθυνσης. Ορισμένα συστήματα διαθέτουν μεταβλητή υποβοήθηση και συνδυάζονται με μια ηλεκτρονική μονάδα που ελέγχει το βηματικό μοτέρ, ένας μικρός ηλεκτροκινητήρας που ρυθμίζει την βηματική βαλβίδα μέσω ενός σετ γραναζιών μεταβάλλοντας την δίοδο του υγρού. Έτσι ανάλογα και με την ταχύτητα του αυτοκινήτου και τη θέση της κολόνας επαναπροσδιορίζει την αίσθηση που αποκομίζει ο οδηγός από το τιμόνι.

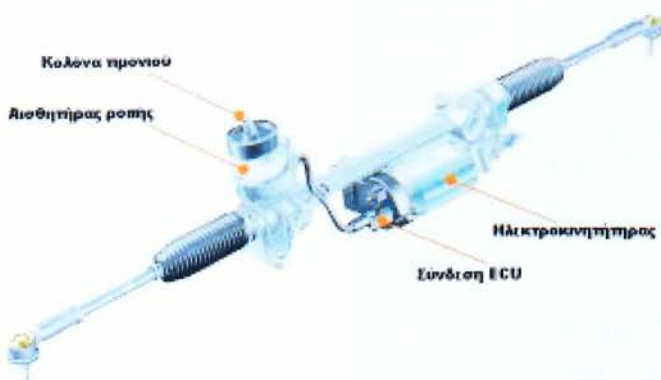


Το υδραυλικό σύστημα υποβοήθησης σε μία Mercedes-Benz E-Class του 1999

Ηλεκτρική υποβοήθηση

Η ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στα υδραυλικά συστήματα εντοπίζεται στο μέσο υποβοήθησης καθώς και η αντλία αντικαθίσταται από έναν μικρό σε μέγεθος ηλεκτροκινητήρα.

Η ηλεκτρική υποβοήθηση έχει επικρατήσει στις μέρες μας. Αφενός για την απλούστερη και κατά συνέπεια φθηνότερη κατασκευή του συστήματος, το μειωμένο βάρος ενώ η απουσία υδραυλικών υγρών δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Αφετέρου, τα παρελκόμενα του συστήματος καταλαμβάνουν 20-30% λιγότερο χώρο ενώ η κατανάλωση μειώνεται έως και μισό λίτρο ανά 100 χλμ, περισσότερο από 4% σε σχέση με ένα μοντέλο που διαθέτει υδραυλική υποβοήθηση. Το τελευταίο πλεονέκτημα των EPS δικαιολογείται άμεσα αν αναλογισθεί κανείς ότι στα υδραυλικά συστήματα η αντλία είναι μόνιμα συνδεδεμένη με τον κινητήρα απορροφώντας έως και 12 φορές περισσότερο έργο. Ο ηλεκτροκινητήρας ενεργοποιείται μόνο όταν το απαιτήσουν οι συνθήκες.



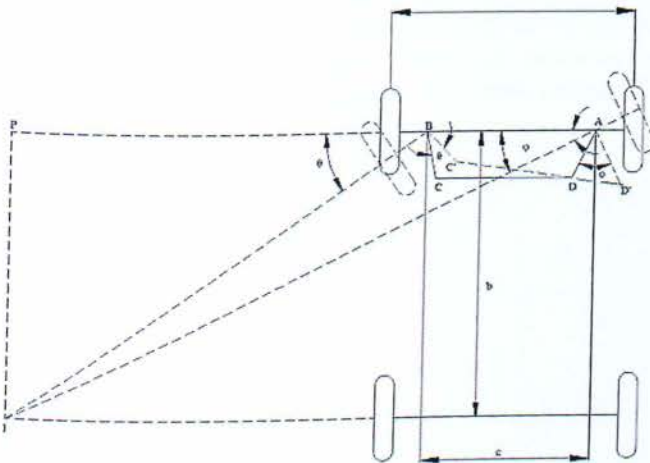
Ηλεκτρομηχανικό σύστημα από VWGolf με τον ηλεκτροκινητήρα να βρίσκεται παράλληλα με την κρεμαγιέρα



Το σύστημα διεύθυνσης του VWScirocco (ηλεκτρομηχανική υποβοήθηση)

Αρχή Άκερμαν

Η καινούργια ιδέα και κατασκευή είχε μια βασική αδυναμία. σε κάθε στροφή που διαγράφει ένα αυτοκίνητο, υπάρχει ένα σημείο που λέγεται κέντρο της στροφής και έχει την ιδιότητα να ισαπέχει απ' όλα τα σημεία της τροχιάς του αυτοκίνητου. Οι ευθείες που ενώνουν το κέντρο στροφής με τους τροχούς και που λέγονται ακτίνες, πρέπει να είναι κάθετες σ' αυτούς. Και για τους πίσω, που είναι σταθεροί, δεν υπάρχει πρόβλημα. Οι εμπρός όμως τροχοί, για να είναι κάθετοι στις ακτίνες, θα πρέπει να στρίβουν κατά διαφορετικές γωνίες ο καθένας και μάλιστα ο εσωτερικός να στρίβει περισσότερο από τον εξωτερικό. (Σχ. 2) Αυτή είναι και η αρχή του Άκερμαν. Για να πετύχουν τη διαφοροποίηση στη γωνία στροφής των τροχών οι μηχανικοί χρησιμοποίησαν αρκετούς τρόπους. Ο πιο συνηθισμένος θέλει τις μπάρες, όταν οι τροχοί είναι ευθεία, να συγκλίνουν και να περνούν στη νοητή προέκτασή τους από ένα σημείο κοντά στο διαφορικό, σχηματίζοντας μια γωνία γνωστή σα γωνία Άκερμαν.



Σχήμα 2: Οι ευθείες που είναι κάθετες στους διαμήκεις άξονες των τροχών ορίζουν, στην τομή τους, το κέντρο της στροφής. Προεκτείνοντας νοητά τις μπάρες τέμνονται λίγο πριν απ' το διαφορικό και

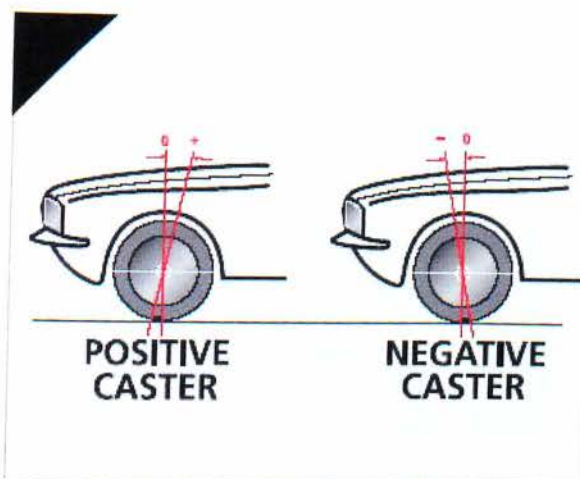
σχηματίζεται η γωνία Άκερμαν.

Ένα άλλο πρόβλημα δημιουργείται ακριβώς απ' το γεγονός ότι τ' αυτοκίνητο κινείται, περνώντας από ανωμαλίες, στρίβοντας ή ξεκινώντας απότομα. Όλα αυτά μεταβάλλουν διαρκώς τη «γεωμετρία» του συστήματος διεύθυνσεως. Λέγοντας - γεωμετρία εννοούμε, κατά βάση, ορισμένες γωνίες που σχηματίζουν μεταξύ τους τα διάφορα τμήματα του συστήματος. Οι τιμές αυτών των γωνιών πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια που προσδιορίζει ο κατασκευαστής, ώστε ολόκληρο το σύστημα να δουλεύει σωστά, εύκολα και φυσικά με ασφάλεια. Παρακάτω θα δούμε μια-μια τις σημαντικότερες απ' αυτές τις παραμέτρους.

Με άλλα λόγια, ένα τετράτροχο όχημα δεν μπορεί να στρίψει αν οι εσωτερικοί τοι τροχοί δεν διαγράφουν μικρότερο τόσο από τους εξωτερικούς. Δεν αρκεί μόνο αυτό καθώς ο εσωτερικός όχι μόνο πρέπει να κινείται με μικρότερη περιστροφική ταχύτητα αλλά και να αποκλίνει από τον εξωτερικό. Το τετράπλευρο που σχηματίζεται είναι γνωστό και ως τετράπλευρο του Άκερμαν.

Γωνία κάστερ (ή κάστορ)

Πρόκειται για τη γωνία που σχηματίζει ο άξονας γύρω απ' τον οποίο στρίβει ο τροχός (άξονας στροφής), σε σχέση με την κατακόρυφο. Αν η νοητή προέκταση του άξονα στροφής τέμνει το δρόμο εμπρός από το ίχνος της κατακορύφου, μιλάμε για θετικό κάστερ (Σχήμα 3). στην αντίθετη περίπτωση για αρνητικό. Με τη γωνία κάστερ εκμεταλλευόμαστε το βάρος του αυτοκινήτου για να κρατάμε τους τροχούς στην κατευθείαν διεύθυνση χωρίς προσπάθεια. Χάρη σ' αυτή το βάρος εφαρμόζεται μπρός ή πίσω από το σημείο επαφής του λάστιχου με το δρόμο δημιουργώντας μια ροπή, εξαιτίας της τριβής, που κρατάει τον τροχό σ' ευθεία. ακριβώς λόγω της γωνίας κάστερ το τιμόνι έχει την τάση να επανέρχεται στην ευθεία μετά από μια στροφή. για τον ίδιο λόγο, όταν τ' αυτοκίνητο κινείται σ' ευθύ δρόμο, δε χρειάζονται παρά ελάχιστες διορθώσεις για να διατηρήσει την πορεία του. Στ' αυτοκίνητα παλιότερων εποχών με άκαμπτο εμπρός άξονα, το κάστερ όταν τις 8 με 9 μοίρες. Σήμερα έχει περιοριστεί σε μία ή δύο μοίρες.

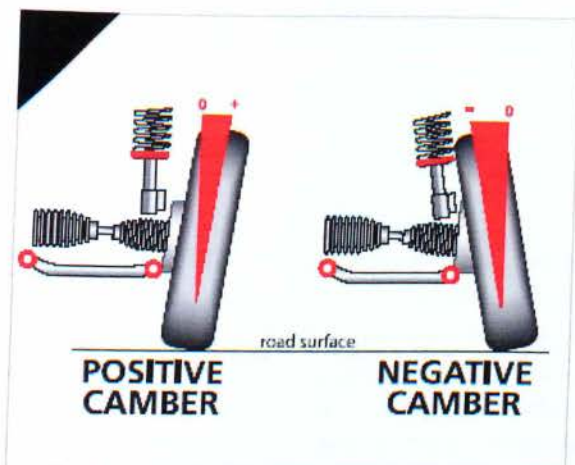


Σχήμα 3: Η γωνία κάστερ είναι η κλίση του άξονα στροφής σε σχέση με την κατακόρυφο. Αριστερά ο τροχός έχει θετικό κάστερ, ενώ δεξιά αρνητικό.

Θετική γωνία Κάστερ εφαρμόζεται σε οχήματα με κίνηση στους πίσω τροχούς, με συνέπεια την ευστάθεια των εμπρόσθιων τροχών (τροχοί διεύθυνσης). Μία μικρή αρνητική γωνία Κάστερ εφαρμόζεται σε οχήματα με κινητήριους τροχούς τους εμπρόσθιους. Οι δυνάμεις επαναφοράς μετά από στροφή είναι μικρότερες, με αποτέλεσμα τη μη γρήγορη επαναφορά των τροχών στην ευθεία.

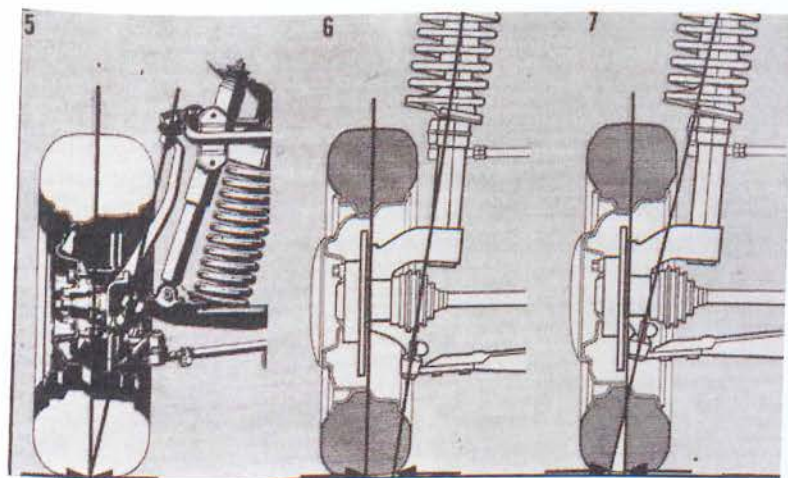
Γωνία κάμπερ και απόκλιση

Η γωνία κάμπερ ενός τροχού αντιπροσωπεύει την κλίση του σε σχέση με την κατακόρυφο. Η κλίση του άξονα στροφής τώρα, ως προς την κατακόρυφο και πάλι λέγεται απόκλιση (Σχ. 4 και 5). Ίσως εδώ δημιουργηθεί — και δίκαια — ένα μπέρδεμα της απόκλισης με τη γωνία κάστερ. Η διαφορά είναι ότι η πρώτη σχηματίζεται σ' επίπεδο κάθετο στο διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, ενώ η δεύτερη σε επίπεδο παράλληλο στον ίδιο άξονα. Σκοπός τους είναι να βάλουν το σημείο τομής του άξονα στροφής με το δρόμο, ακριβώς στο κέντρο της επιφάνειας που σχηματίζει το λάστιχο καθώς εφάπτεται με το δρόμο. Γιατί όμως πρέπει να βρίσκεται εκεί το σημείο στροφής; Ας θυμηθούμε ότι εκεί εφαρμόζονται όλες οι δυνάμεις που εξασκούνται απ' το δρόμο στο λάστιχο, όταν τ' αυτοκίνητο φρενάρει, επιταχύνει ή περνά πάνω από ανωμαλίες. Αν ο τροχός έστριβε γύρω σε ένα σημείο διαφορετικό απ' αυτό, τότε, οι δυνάμεις που μόλις αναφέραμε, θα δημιουργούσαν ροπές οι οποίες θα καταπονούσαν την ανάρτηση και το σύστημα διεύθυνσης. Η ύπαρξη της γωνίας κάμπερ και της απόκλισης μειώνει τις καταπονήσεις, χωρίς όμως να τις εξαλείφει. Η ιδανική περίπτωση του εκμηδενισμού τους δεν πραγματοποιείται ποτέ, επειδή οι γωνίες αυτές δε μένουν σταθερές, αλλά αλλάζουν καθώς κινείται τ' αυτοκίνητο.



Σχήμα 4: Η προς τα έξω ή προς τα μέσα κλίση του τροχού λέγεται κάμπερ. Αριστερά: θετικό κάμπερ, δεξιά: αρνητικό.

Η θετική γωνία Κάμπερ δίνει καλό κράτημα στην ευθεία, στις στροφές, όμως, όσο μεγαλύτερη είναι τόσο μικρότερη είναι η πλευρική ευστάθεια του οχήματος. Η αρνητική γωνία Κάμπερ παρέχει μεγαλύτερη πλευρική ευστάθεια στο όχημα κατά την κίνηση του στις στροφές, όμως, το ελαστικό παρουσιάζει μεγαλύτερη φθορά στο εσωτερικό μέρος του πέλματος.



Σχήματα 5, 6 & 7: Η γωνία του άξονα στροφής με την κατακόρυφο λέγεται απόκλιση. Στο σχήμα 6 βλέπουμε την θετική απόκλιση και στο σχήμα 7 την αρνητική απόκλιση.

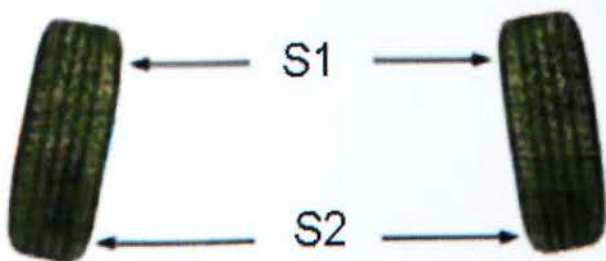
Όταν η απόκλιση και το κάμπερ έχουν σωστές τιμές, η οδήγηση γίνεται πιο άνετη και η διάρκεια ζωής στα λάστιχα μεγαλώνει. Επιπλέον δημιουργείται μια ευθειοποιητική τάση στο σύστημα διεύθυνσεως, που ενισχύει την ήδη δημιουργημένη απ' τη γωνία κάστερ.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητό αυτό το τελευταίο ως θεωρήσουμε έναν απ' τους κατευθυντήριους τροχούς χωρίς να δέχεται κανένα βάρος. Αν ο άξονας στροφής του ήταν κατακόρυφος τότε, όταν ο τροχός θα έστριβε απ' τη μια άκρη στην άλλη, το πέλμα του θα έμενε στο ίδιο επίπεδο. Επειδή όμως ο άξονας έχει κλίση — χάρη στην απόκλιση και στο κάστερ, — το πέλμα κατεβαίνει σε σχέση με την αρχική, μεσαία, θέση του, καθώς ο τροχός στρίβει αριστερά ή δεξιά. το κατέβασμα του τροχού ισοδυναμεί με ανύψωση του αμαξώματος, γιατί ο δρόμος κάτω απ' τους τροχούς είναι σταθερός! Παίρνοντας υπόψη μας ότι τ' αυτοκίνητα έχουν βάρος καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το βάρος τους αντιτίθεται στο στρίψιμο των τροχών. Η δύναμη που ενεργεί πάνω στους τροχούς, μόλις αρχίσουν να στρίβουν, είναι ανάλογη με το βάρος που δέχονται και τείνει να τους επαναφέρει στην ευθεία.

Έτσι εξηγείται η υψηλή κατευθυντικότητα των αυτοκινήτων με εμπρός μηχανή και κίνηση στις ευθείες. Το μεγάλο βάρος που εφαρμόζεται στους εμπρός τροχούς εξηγεί ακόμα και το βαρύ τιμόνι τους στο παρκάρισμα και στις χαμηλές ταχύτητες.

Σύγκλιση

Η σύγκλιση προκύπτει από τη διαφορά δύο αποστάσεων και μετρείται είτε σε χιλιοστά είτε σε μοίρες. Η μέτρηση της σύγκλισης αφορά στους τροχούς του ίδιου άξονα στο μπροστά και πίσω επίπεδό τους, κατά την κίνηση σε ευθεία. Οι αποστάσεις, από τη διαφορά των οποίων προκύπτει η σύγκλιση, υπολογίζονται στο ύψος των κέντρων των τροχών και η απόσταση είναι από το χείλος της μιας ζάντας μέχρι το χείλος της άλλης, τόσο στο μπροστά μέρος των τροχών όσο και στο πίσω.



Έτσι, προκύπτουν δύο αποστάσεις. Η S_1 , η οποία είναι η απόσταση από το χείλος της μιας ζάντας μέχρι το χείλος της άλλης, μετρούμενη στο μπροστινό μέρος των τροχών. Η άλλη απόσταση, η S_2 , είναι η απόσταση από το χείλος της μιας ζάντας μέχρι το χείλος της άλλης, μετρούμενη στο πίσω μέρος των τροχών. Αναφέρθηκε, ήδη, πως η μέτρηση της σύγκλισης αφορά στους τροχούς του ίδιου άξονα. Όταν η απόσταση S_2 είναι μεγαλύτερη από την S_1 τότε η σύγκλιση χαρακτηρίζεται θετική. Όταν η απόσταση S_2 είναι μικρότερη από την S_1 τότε η σύγκλιση χαρακτηρίζεται αρνητική. Όταν οι δύο αποστάσεις είναι ίσες, $S_2 = S_1$, τότε η σύγκλιση χαρακτηρίζεται μηδενική.

Κατά τη θετική σύγκλιση, το εμπρόσθιο μέρος των δύο τροχών, κοιτώντας το όχημα από μπροστά, συγκλίνει. Εφαρμόζεται σε οχήματα με κίνηση στους πίσω τροχούς. Οι τροχοί παρουσιάζουν αντίσταση κύλισης και εκτρέπονται προς τα έξω.

Κατά την αρνητική σύγκλιση, το εμπρόσθιο μέρος των δύο τροχών, κοιτώντας το όχημα από μπροστά, αποκλίνει. Εφαρμόζεται σε οχήματα με κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς. Οι τροχοί, εξαιτίας της μεταφοράς ροπής, εκτρέπονται προς τα μέσα.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

Οι γωνίες κάστερ, κάμπερ, η απόκλιση και η σύγκλιση δε μένουν σταθερά. Αλλάζουν ανάλογα με το φορτίο, την ταχύτητα του αυτοκινήτου, το στρίψιμο τροχών και μάλιστα οι αλλαγές αυτές αλληλοεξαρτώνται. Δηλαδή η αλλαγή μιας γωνίας εξυπακούει τη μεταβολή και των άλλων. Οι τιμές αυτών των παραμέτρων που δίνει ο κατασκευαστής είναι η χρυσή τομή και συνταιριάζουν όλους τους αντιτιθέμενους παράγοντες. Γι' αυτό και η αλλαγή τους, χωρίς προηγούμενη σοβαρή μελέτη, μπορεί να φέρει αποτελέσματα αντίθετα απ' αυτά που περιμένουμε.

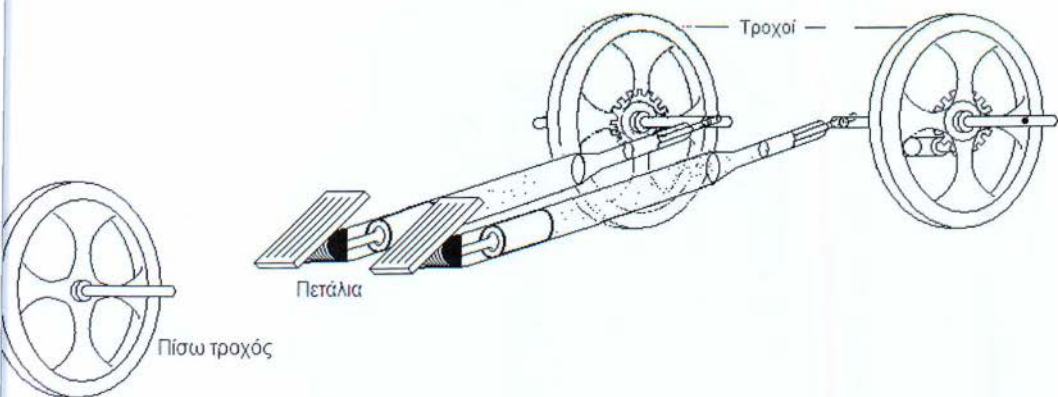
BRAINSTORMING – ΕΚΛΟΓΗ ΑΠΟΨΕΩΝ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Λύσεις διαισθητικά με *brainstorming*

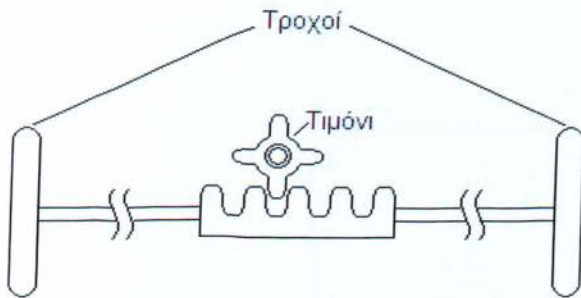
- 1)Υδραυλικό
- 2)Αστέρας
- 3)Κάρτ
- 4)Ατέρμωνας
- 5)Γρανάζια
- 6)Η/Μ
- 7)Βάρκα
- 8)Πνευματικό
- 9)Ήλιος
- 10)Πεντάλ

Ακολουθούν τα σκαριφήματα των παραπάνω λύσεων.

ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ

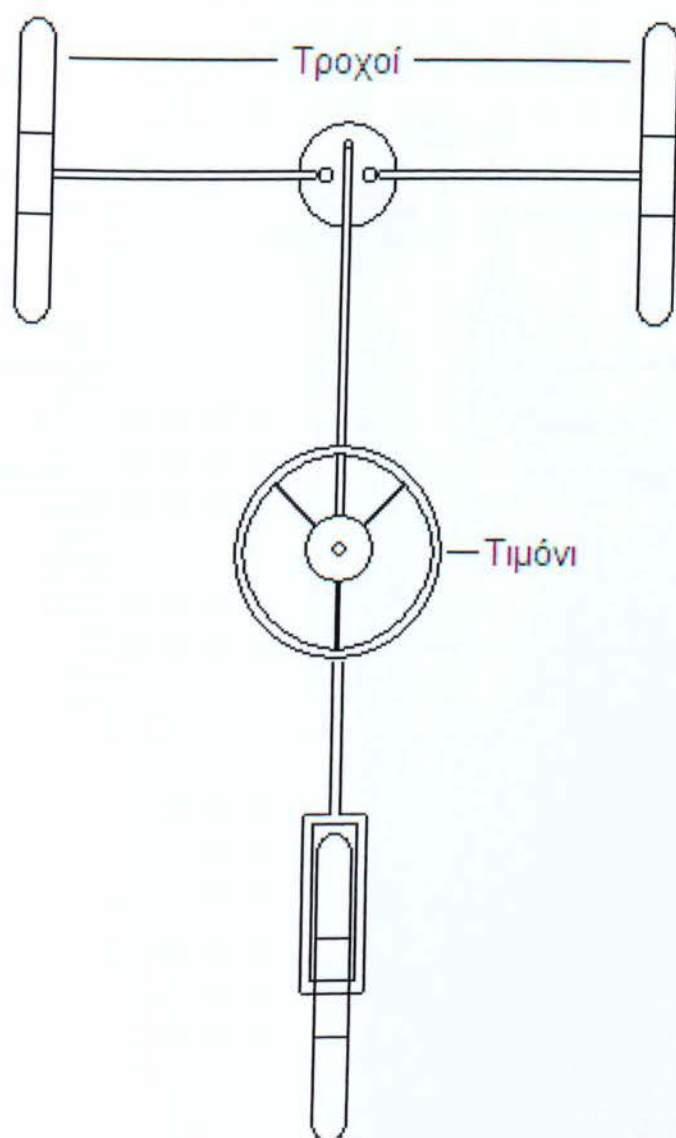


ΑΣΤΕΡΑΣ

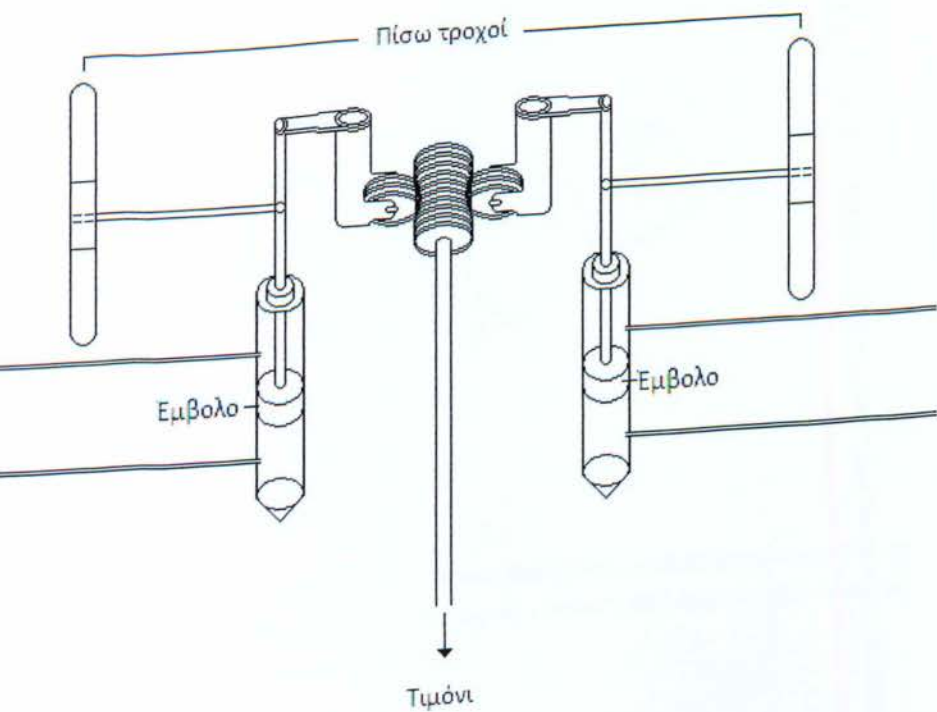


Καθώς περιστρέφεται ο άξονας του τιμονιού, περιστρέφει μαζί του και ένα γρανάζι, το οποίο με την σειρά του και ανάλογα την φορά περιστροφής, μετακινεί έναν κανόνα. Ο κανόνας τέλος, είναι συνδεδεμένος στις δύο άκρες του με μία δοκό και έτσι προκαλεί στροφή στον τροχό.

KAPT

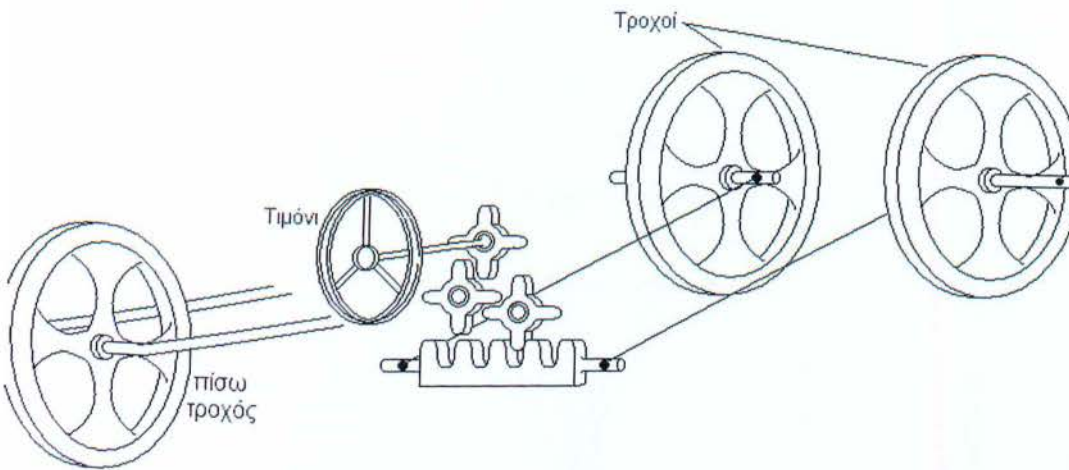


ΑΤΕΡΜΩΝΑΣ



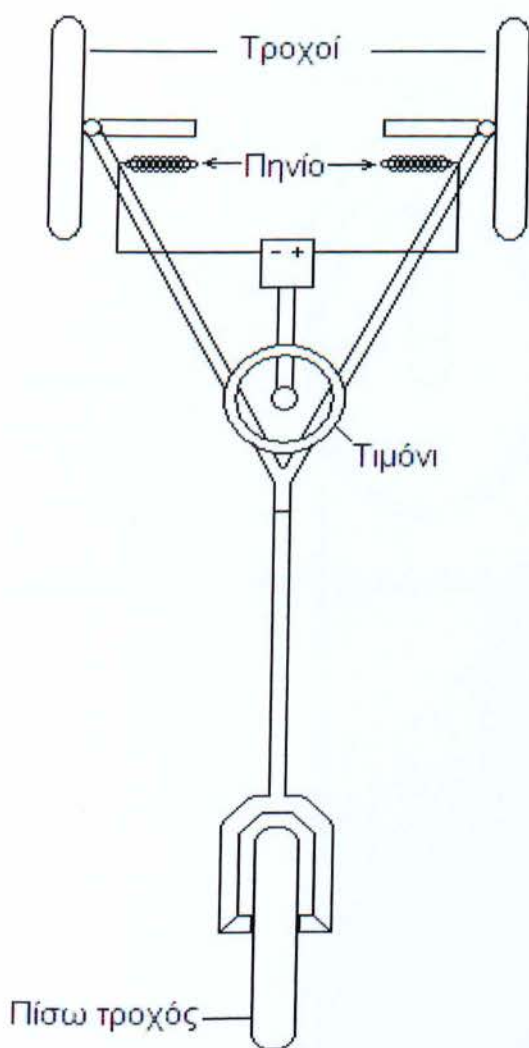
Τροφοδοσία με λάδι

ΓΡΑΝΑΖΙΑ



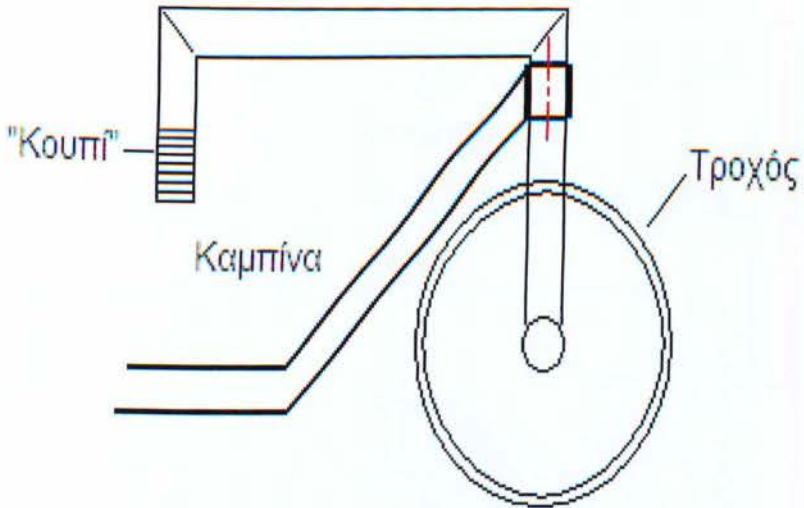
Ίδια αρχή λειτουργίας με τον αστέρα. Ο μόνος λόγος που γίνεται αυτή η προσθήκη και άλλων γραναζιών, είναι για να μπορέσει να τοποθετηθεί η βάση του τιμονιού ακριβώς κάτω από το κάθισμα του οδηγού.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ



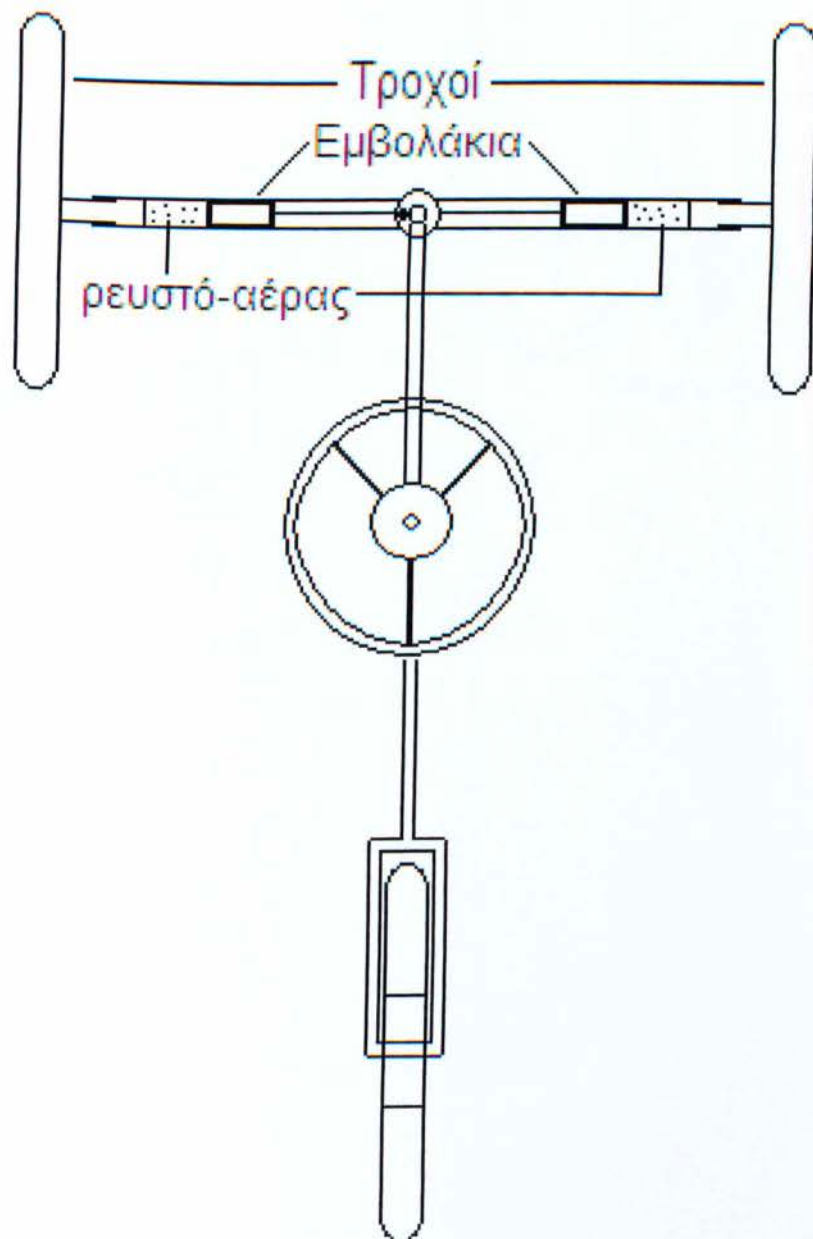
Με την στροφή του τιμονιού, έχουμε την μεταβολή σε μια μεταβλητή αντίσταση, στη συνέχεια αυτό το "σήμα" που αποστέλλεται περνάει από τον ελεγκτή και από εκεί δίνεται το τελικό σήμα στην μπαταρία. Από εκεί μεταφέρεται η κατάλληλη ηλεκτρική ενέργεια στα πηνία, τα οποία με την σειρά τους έλκουν ή απωθούν την διάταξη του συστήματος διεύθυνσης με αποτέλεσμα την στροφή.

ΒΑΡΚΑ

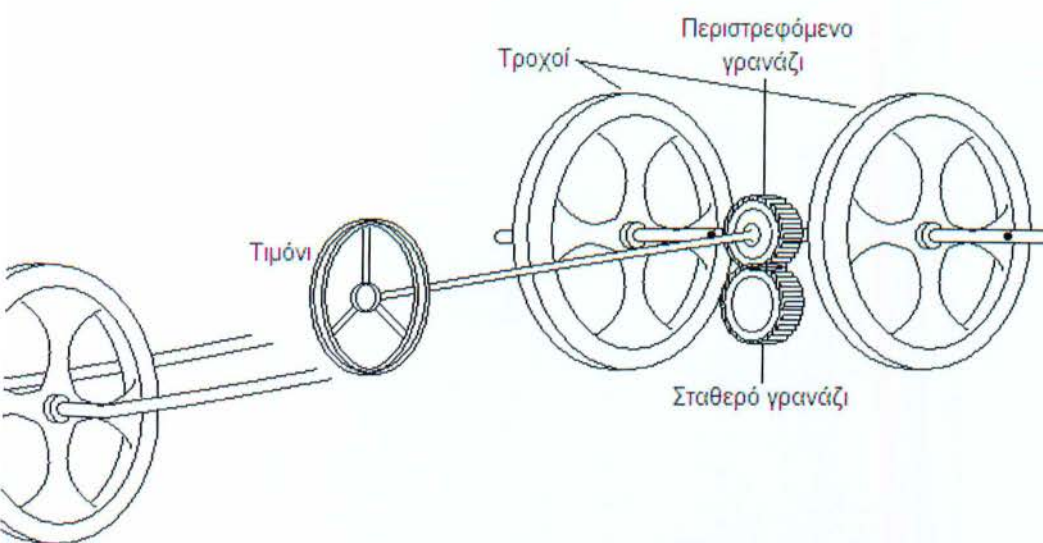


Η πιο απλή λειτουργία. Εμπνευσμένη από την αρχή λειτουργίας της βάρκας.

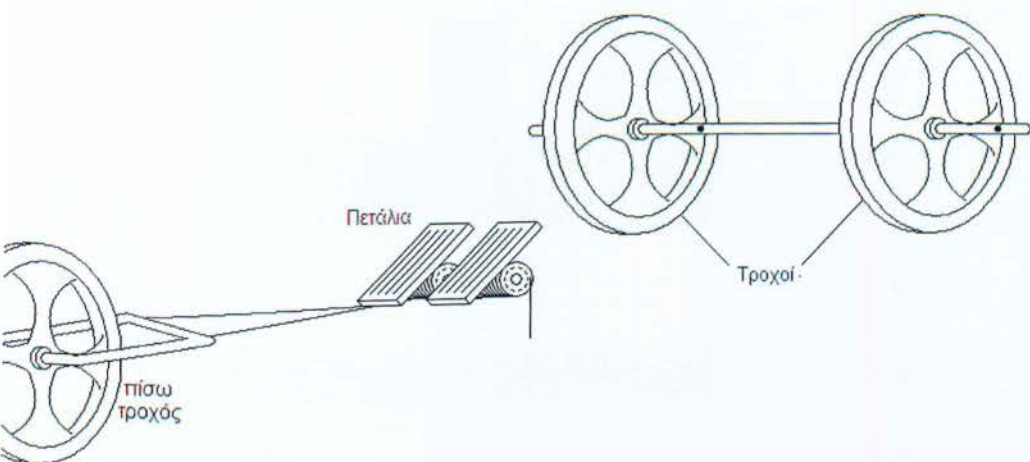
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ



ΗΛΙΟΣ



ΠΕΝΤΑΛ



Μηκος-Πίσω		Ενέργεια		Υδραυλική					Μηχανική					Πνευματική					Ηλεκτρομαγνητικά									
		Στοιχείο αλλαγής τροχών		Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 5	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 5	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 5	Τύπου 1	Τύπου 2	Τύπου 3	Τύπου 4	Τύπου 5					
				Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	ΣΤ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ					
Μηκος		Τιμόνι	1				Δ.1(1)		Ζ.1(2) Ζ.1(3) Ζ.1(9) Ζ.1(5)			Θ.1(4)		Κ.1(8)										Ρ.1(6)				
		Joystick	2	Α.2(11)			Δ.2(14)		Ζ.2(17)			Θ.2(21)		Κ.2(24)											Ρ.3(31)			
		Πεντάλ	3						Ζ.3(18)																	Ρ.3(32)		
Πίσω		Τιμόνι	4	Α.4(12)			Δ.4(15)		Ζ.4(19)	ΣΤ.(36)		Θ.4(22)		Κ.(25)	Λ.(28)										Ρ.(33)			
		Joystick	5	Α.5(13)			Δ.5(16)		Ζ.5(20)	ΣΤ.(37)		Θ.5(23)	Ι.5(7)	Κ.(26)	Λ.(29)											Ρ.(34)		
		Πεντάλ	6								ΣΤ.2(10)				Κ.(27)	Λ.(30)											Ρ.(35)	

Μπλε χρώμα: Μη πραγματοποιήσιμες λύσεις (δεν μπαίνουν στον πίνακα επιλογής), Κίτρινο χρώμα: Πραγματοποιήσιμες αλλά απορριπτές λόγω του πίνακα επιλογής

Λευκό χρώμα: Πραγματοποιήσιμες (Πληρούν τα κριτήρια του πίνακα επιλογής), Κόκκινο χρώμα: Τελική λύση του οχήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΛΛΑΓΗΣ ΛΥΣΗΣ	ΛΥΣΗ ΣΥΜΒΙΒΑΣΤΗ ΜΕ ΘΕΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ						ΑΠΟΦΑΣΗ	
	ΠΛΗΡΟΙ ΟΡΟΥΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ							
	ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΚΑΤΑΡΧΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ							
	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ							
	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΜΕΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ							
	ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΑΣ							
Lv	A	B	C	D	E	F	Παρατηρήσεις	
1	+	-					Όγκος, βάρος	
2	+	+	+	+	+	+		+
3	+	+	+	+	+	+		+
4	+	+	+	+	+	-	βάρος	
5	+	+	+	+	+	-	Όγκος, βάρος, ασφάλεια	
6	+	+	+	+	+	+		+
7	+	+	+	+	+	+		+
8	+	+	+	-			Δαπανηρή κατασκευή	
9	+	+	+	+	+	-	Λόγω χώρου	
10	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	
11	+	-					όγκος, βάρος	
12	+	-					όγκος, βάρος	
13	+	-					όγκος, βάρος	
14	+	-					όγκος, βάρος	
15	+	-					όγκος, βάρος	
16	+	-					όγκος, βάρος	
17	+	+	+	+	+	+		+
18	+	+	+	+	+	-		
19	+	+	+	+	+	-		
20	+	+	+	+	+	-		
21	+	+	+	+	+	-		
22	+	+	+	+	+	-		
23	+	+	+	+	+	-		
24	+	+	+	-			Δαπανηρή κατασκευή	
25	+	+	+	+	+	-		

26	+	+	+	+	+	-		
27	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	
28	+	+	+	+	+	-		
29	+	+	+	+	+	-		
30	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	
31	+	+	+	+	+	-		
32	+	+	+	+	+	-		
33	+	+	+	+	+	+		+
34	+	-						
35	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	
36	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	
37	+	+	+	+	+	-	Δυσκολία στο χειρισμό	

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Εισαγωγή

Το σύστημα πέδησης ανήκει στα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας του αυτοκινήτου. Είναι ένα από τα πλέον καθοριστικά συστήματα του αυτοκινήτου για την ασφαλή κίνησή του. Από την εμφάνιση των τροχοφόρων μέχρι σήμερα το σύστημα πέδησης έχει υποστεί σημαντικές βελτιώσεις και αλλαγές. Τα απλά μηχανικά φρένα έχουν γίνει σήμερα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα.

Αρχή λειτουργίας

Στη μηχανολογία τις πιο πολλές φορές η επιβράδυνση και το σταμάτημα είναι αποτέλεσμα της τριβής. Έτσι και στο σύστημα πέδησης του αυτοκινήτου, η δύναμη που περιορίζει την κινητική ενέργειά του, είναι η δύναμη της τριβής.

Το μέγεθος της δύναμης αυτής αυξομειώνεται, σύμφωνα με την επιθυμία του οδηγού, ο οποίος επενεργεί ανάλογα στο πατίδι των φρένων. Πιεζόμενο το πατίδι, θέτει σε λειτουργία ορισμένα εξαρτήματα, που βρίσκονται μέσα στους τροχούς και ονομάζονται ενεργά μέρη του συστήματος πέδησης. Τα ενεργά μέρη διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: Στα περιστρεφόμενα και στα σταθερά.

Δυνάμεις πέδησης του αυτοκινήτου

Ένα αυτοκίνητο μεταβάλλει συνεχώς την κατάστασή του καθώς φρενάρει, επιταχύνει, αλλάζει διεύθυνση, ή σταματάει. Οι καταστάσεις αυτές δημιουργούν ένα μεγάλο αριθμό δυνάμεων που μπορούν να συνοψισθούν στον όρο δυναμική του αυτοκινήτου.

Εάν το σύνολο των δυνάμεων που επιδρούν στο αυτοκίνητο μας δίνουν άθροισμα ίσο με το μηδέν, τότε το αυτοκίνητο είναι σταματημένο. Εάν το αποτέλεσμα είναι διαφορετικό του μηδενός, τότε το αυτοκίνητο είναι σε κατάσταση κίνησης.

Οι δυνάμεις αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

α) τις κινητήριες δυνάμεις, που προέρχονται από τον κινητήρα και προκαλούν την κίνηση του αυτοκινήτου.

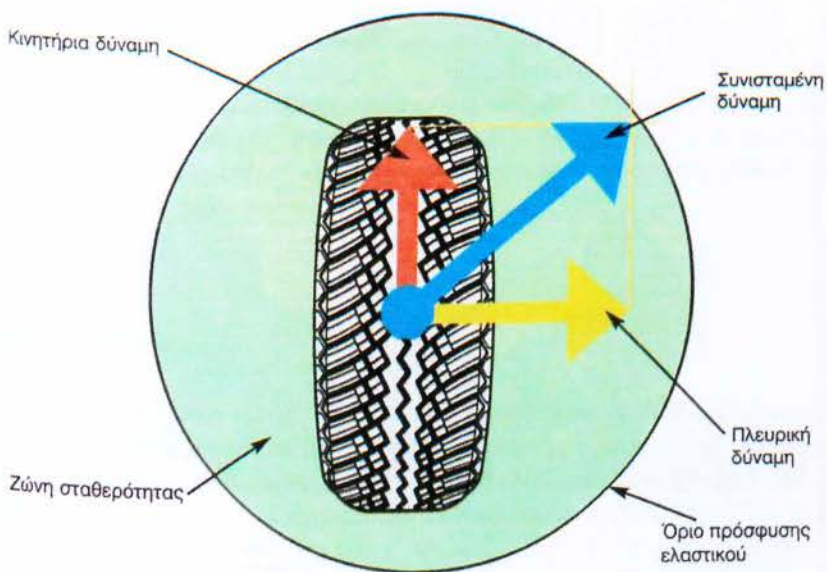
β) τις δυνάμεις πλευρικής κατεύθυνσης, που είναι υπεύθυνες για την αλλαγή διεύθυνσης του αυτοκινήτου.

γ) τις δυνάμεις πρόσφυσης, που είναι οι κάθετες δυνάμεις από τον τροχό προς το έδαφος και εξαρτώνται από το βάρος του αυτοκινήτου

δ) τις δυνάμεις πέδησης, που επενεργούν αντίθετα από την κατεύθυνση κίνησης του τροχού. Οι δυνάμεις πέδησης εξαρτώνται από τον συντελεστή τριβής μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος και από τη δύναμη πρόσφυσης.



Για να διατηρηθεί η σταθερότητα του αυτοκινήτου, πρέπει οι δυνάμεις που επενεργούν στους τροχούς και συγκεκριμένα το άθροισμα των κινητήριων δυνάμεων και το άθροισμα των πλευρικών δυνάμεων, να μην υπερβαίνουν το όριο πρόσφυσης των ελαστικών. Το όριο αυτό βρίσκεται μέσα στον κύκλο του Kamn.



Αν κάποια από αυτές τις δυνάμεις γίνει μεγαλύτερη και βγει έξω από τον κύκλο τότε το αυτοκίνητο γίνεται ασταθές. Η ιδιότητα της επιφάνειας που καθορίζει αν είναι περισσότερο ή λιγότερο ολισθηρή είναι γνωστή ως **συντελεστής τριβής**. Το πόσο μεγάλη απόσταση θα διανύσει το όχημα μας πριν σταματήσει εντελώς (απόσταση πέδησης) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τον συντελεστή τριβής.

Είδη συστημάτων πέδησης

Στα σύγχρονα αυτοκίνητα συναντούμε βασικά τρία είδη συστημάτων πέδησης:

1. Το μηχανικό
2. Το υδραυλικό
3. Τα αερόφρενα

Μηχανικό σύστημα πέδησης

Σε αυτά η δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός μεταφέρεται στους τροχούς μέσω μοχλών και ντιζών. Τα μηχανικά φρένα δεν χρησιμοποιούνται σήμερα στο αυτοκίνητο ως κύριο σύστημα πέδησης. Χρησιμοποιούνται σαν φρένα στάθμευσης με το μηχανισμό ενεργοποίησης του χειρόφρενου

Αναλυτικότερα

Τα ενεργά μέρη ενός τυπικού μηχανικού συστήματος πέδησης είναι στερεωμένα πάνω στην κιθάρα ή την πλήμνη του τροχού και είναι τα πιο κάτω: Το έκκεντρο, το τύμπανο, οι σιαγόνες, οι πίροι και το ελατήριο. Οι σιαγόνες κρατούνται κλειστές με τη βοήθεια του ελατηρίου. Το τύμπανο στερεώνεται πάνω στην πλήμνη του τροχού και περιστρέφεται μαζί του.

Λειτουργία

Με το πάτημα του πατιδιού οι σιαγόνες ανοίγουν, λόγω της περιστροφής του έκκεντρου. Το άνοιγμα των σιαγόνων συνεχίζεται, μέχρι που να έρθουν σε επαφή με το τύμπανο. Με την τριβή των σιαγόνων πάνω στο τύμπανο, επιτυγχάνεται η επιβράδυνση του τροχού. Όταν σταματήσουμε να πιέζουμε το πατίδι, το έκκεντρο επιστρέφει στην αρχική του θέση και το ελατήριο επαναφέρει τις σιαγόνες στη θέση που είχαν, πριν αρχίσει η πέδηση.

Υδραυλικό σύστημα πέδησης

Γενικά

Το υδραυλικό σύστημα πέδησης πήρε την ονομασία του από το γεγονός ότι το άνοιγμα των σιαγόνων γίνεται με τη βοήθεια υγρού.

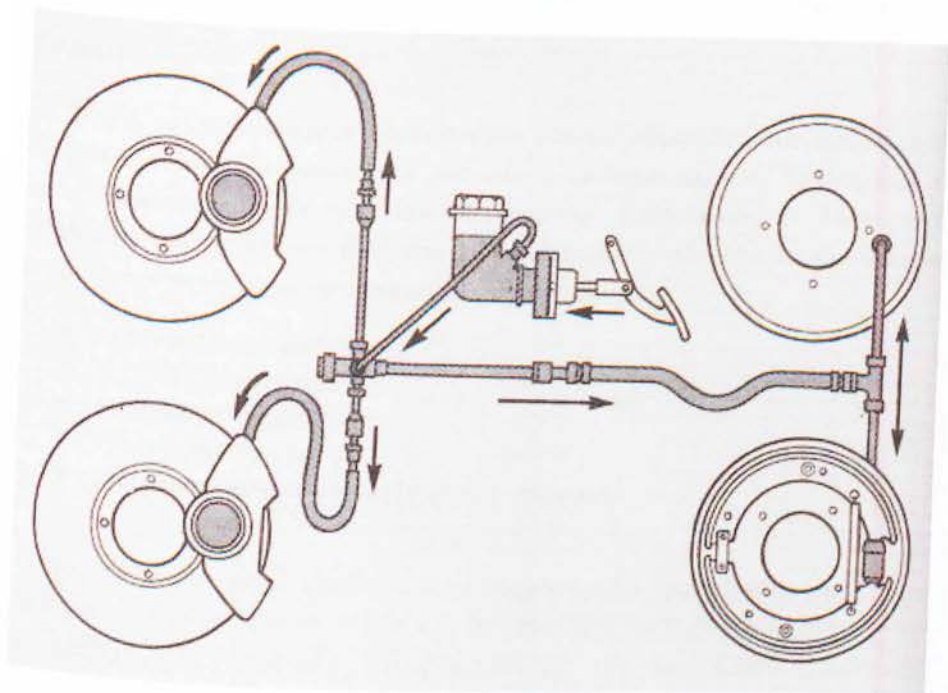
Από το 1922 το υδραυλικό σύστημα αντικατέστησε το μηχανικό, διότι – με την αύξηση της ταχύτητας του αυτοκινήτου – τα μηχανικά φρένα δεν ήταν σε θέση να ανταποκριθούν στις ανάγκες πέδησής του. Η επιτυχία του υδραυλικού συστήματος πέδησης οφείλεται στους πιο κάτω λόγους:

1. Στη γρήγορη μεταφορά της πίεσης εξασκεί το πατίδι των φρένων πάνω στους τροχούς.
2. Στην ευχέρεια αύξησης ή μείωσης της δύναμης που καταβάλλει ο οδηγός.
3. Στην απλή κατασκευή του.

Δομή υδραυλικού συστήματος

Ένα υδραυλικό σύστημα φρένων περιλαμβάνει το πεντάλ του φρένου, το μηχανισμό ο οποίος βοηθά στην ενίσχυση της δύναμης που εφαρμόζει ο οδηγός κατά την πέδηση, τον κύλινδρο πέδησης (αντλία φρένων), τις σωληνώσεις του συστήματος πέδησης (άκαμπτες και εύκαμπτες) και το συγκρότημα των φρένων στους τροχούς (δισκόφρενα – ταμπούρα). Η δύναμη πέδησης μεταφέρεται από το πεντάλ πέδησης και, τελικά, φθάνει να εφαρμόζεται στους τροχούς με τη βοήθεια υγρού φρένων. Η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος πέδησης στηρίζεται στο νόμο του Pascal σύμφωνα με τον οποίο όταν εφαρμόζουμε πίεση σε ένα υγρό που βρίσκεται σε ένα κλειστό δοχείο, η πίεση αυτή μεταδίδεται προς όλες τις διευθύνσεις ομοιόμορφα.

Στο υδραυλικό κύκλωμα των φρένων, η πίεση του υγρού εφαρμόζεται σε κυλίνδρους με έμβολα. Οι δυνάμεις που ασκούνται είναι ανάλογες των επιφανειών των εμβόλων. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια ενός εμβόλου τόσο μεγαλύτερη δύναμη θα ασκήσει. Το υγρό φρένων ασκεί μία δύναμη στο έμβολο και προκαλεί τη μετακίνησή του, προκειμένου αυτό να εφαρμόσει με τη σειρά του την αναπτυσσόμενη δύναμη. Οι διαδρομές που θα πραγματοποιήσουν τα έμβολα είναι αντιστρόφως ανάλογες προς τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις.



Ένα τυπικό διάγραμμα σύγχρονων υδραυλικών φρένων φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Το πεντάλ σπρώχνει το έμβολο στην αντλία και αυτό προκαλεί ροή μέσω σωλήνων που φτάνουν μέχρι τους κυλίνδρους των θερμούιτ ή των τακακιών και το πιέζουν επάνω στα τύμπανα ή τους δίσκους αντιστοιχώς.

Είναι βασικό να υπάρχει πλήρης αρμονία μεταξύ του υγρού και όλων των υλικών που έρχονται σε επαφή μαζί του. Τα υλικά αυτά περιλαμβάνουν αρκετά διαφορετικά μέταλλα, πλαστικά εξαρτήματα (π.χ. το δοχείο υγρών φρένων) και λαστιχένιους σωλήνες και στεγανωτικούς δακτυλίους (τσιμούχες). Εάν κατά την διάρκεια ζωής του υγρού σημειωθεί διάβρωση των μεταλλικών εξαρτημάτων λόγω ακατάλληλου υγρού, αυτό θα οδηγήσει σε φθορά των στεγανωτικών δακτυλίων και τελικά θα προκληθεί διαρροή ή και αχρήστευση των φρένων.

Υδραυλικό σύστημα πέδησης με δισκόφρενα

Γενικά

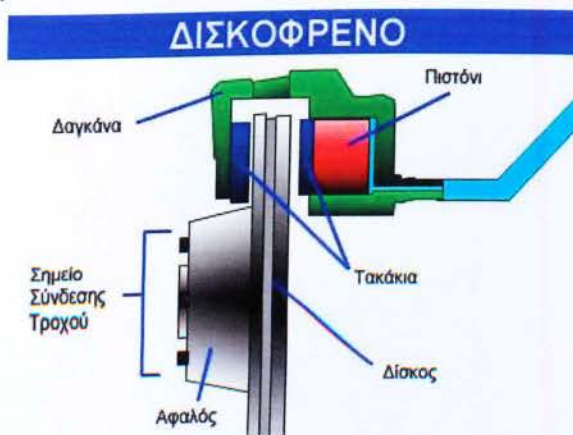
Επειδή τα τυμπανόφρενα παρουσιάζουν κάποιες αδυναμίες, στα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα συναντούμε ένα μεικτό σύστημα φρένων: Τυμπανόφρενα στους πλαισίους τροχούς και δισκόφρενα στους μπροστινούς. Η λύση αυτή συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση του συστήματος πέδησης. Τα δισκόφρενα πλεονεκτούν σε σχέση με τα τυμπανόφρενα στα πιο κάτω:

- Έχουν καλύτερη απόδοση.
- Ψύχονται ευκολότερα.
- Δε χρειάζονται ρύθμιση.
- Έχουν μικρότερο βάρος.
- Ελέγχονται καλύτερα οι τριβόμενες επιφάνειες.

Τα δισκόφρενα μειονεκτούν στο ότι ο οδηγός πρέπει να εξασκήσει μεγαλύτερη δύναμη στο πατιδί, διότι τα πέδιλα των δισκόφρενων δεν αυτοσφηνώνονται όπως οι σιαγόνες. Το πρόβλημα απαμβλύνεται με την τοποθέτηση βοηθητικού μηχανισμού (σερβομηχανισμού). Ένα άλλο μειονέκτημα είναι το ψηλό κόστος, διότι απαιτείται συχνότερη αλλαγή των πεδίων και του υγρού των φρένων

Λειτουργία

Σε αυτό το σύστημα φρένων αντί τυμπάνου υπάρχει ένας δίσκος, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον τροχό και περιστρέφονται μαζί. Από κάθε πλευρά του δίσκου υπάρχει κύλινδρος με το αντίστοιχό του έμβολο. Οι κύλινδροι είναι διαμορφωμένοι σε μία δαγκάνα και στο εσωτερικό τους φέρουν το έμβολο τους. Όταν ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του φρένου η πίεση που αναπτύσσεται στο κύκλωμα πέδησης μεταφέρεται, μέσω των σωληνώσεων και με τη βοήθεια του υγρού φρένων, στους κυλίνδρους με τα έμβολα. Καθώς ο τροχός περιστρέφεται ανάμεσα από τα σκέλη μιας δαγκάνας, όπου υπάρχουν διαμορφωμένοι οι κύλινδροι με τα έμβολα, και ο οδηγός πατά το πεντάλ του



φρένου, η πίεση αυτή εφαρμόζεται στα έμβολα. Αυτά κινούνται και με τα τακάκια εφαρμόζουν την πίεση αυτή στο δίσκο, τον οποίο είτε επιβραδύνουν είτε ακινητοποιούν.

Με τη χρήση των δισκόφρενων η φθορά των θερμουίτ είναι μεγαλύτερη, σε σχέση με το υλικό τριβής των ταμπούρων. Η συντήρησή τους είναι απλή. Η δύναμη πέδησης μπορεί να κατανεμηθεί καλύτερα και δεν παρατηρείται ελάττωση της απόδοσης πέδησης εξαιτίας υψηλών θερμοκρασιών. Τα δισκόφρενα απαιτούν μεγαλύτερες δυνάμεις πίεσης και η υποβοήθηση της δύναμης πέδησης είναι αναγκαία. Επίσης, η διάταξη και λειτουργία του συστήματος πέδησης επιτρέπει η ρύθμιση του διάκενου μεταξύ των πλακιδίων (τακάκια) και του δίσκου να πραγματοποιείται μόνη της.

Το δισκόφρενο εμφανισιακά



Σύστημα πέδησης με αερόφρενα

Σκοπός δημιουργίας

Επειδή οι δυνάμεις πέδησης – που αναπτύσσονται στη διάρκεια του φρεναρίσματος στα μεγάλα οχήματα (φορτηγά, λεωφορεία κτλ) – είναι πολύ μεγάλες, το υδραυλικό σύστημα πέδησης δε μπορεί να ανταποκριθεί ικανοποιητικά.

Ως υπαλλακτική λύση, οι κατασκευαστές σχεδίασαν αερόφρενα στα οποία το υγρό των φρένων αντικαταστάθηκε από τον πιεσμένο αέρα, που χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Το σύστημα αυτό έχει το μεγάλο πλεονέκτημα να εξασκεί μεγάλες δυνάμεις πέδησης, χωρίς να απαιτείται από τον οδηγό να καταβάλει μεγάλη δύναμη στο πατίδι. Το μόνο που απαιτείται από τον οδηγό είναι να ανοίξει μία βαλβίδα, που επιτρέπει στον πιεσμένο αέρα να εισαχθεί στο σύστημα.

Γενικά

Η δύναμη πέδησης που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ μεταφέρεται στους κυλίνδρους πέδησης (φυσούνες) των τροχών με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα και από εκεί μέχρι τους δίσκους και τα ταμπούρα, μηχανικά. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε βαριά οχήματα.

Λειτουργία

Όταν ο οδηγός πατήσει το πατίδι των φρένων, η δίδυμη βαλβίδα πέδησης επιτρέπει στον πιεσμένο αέρα να περάσει από το ντεπόζιτο στους αεροθαλάμους των τροχών. Τα διαφράγματα των αεροθαλάμων μετακινούνται και συσπειρώνουν τα ελατήρια που βρίσκονται από κάτω τους. Η κίνηση του διαφράγματος έχει ως αποτέλεσμα να περιστραφούν τα έκκεντρα, να ανοίξουν τις σιαγόνες και να αρχίσει η πέδηση.

Όταν το πατίδι αφεθεί ελεύθερο, οι σιαγόνες – με τη βοήθεια των ελατηρίων επανέρχονται σε θέση ηρεμίας. Ο πιεσμένος αέρας επιστρέφει από τους αεροθαλάμους στη δίδυμη βαλβίδα, απ' όπου φεύγει προς την ατμόσφαιρα. Έτσι εξηγείται ο χαρακτηριστικός θόρυβος εξαγωγής πιεσμένου αέρα, που ακούγεται κάθε φορά που ο οδηγός αφήνει το πατίδι των φρένων.



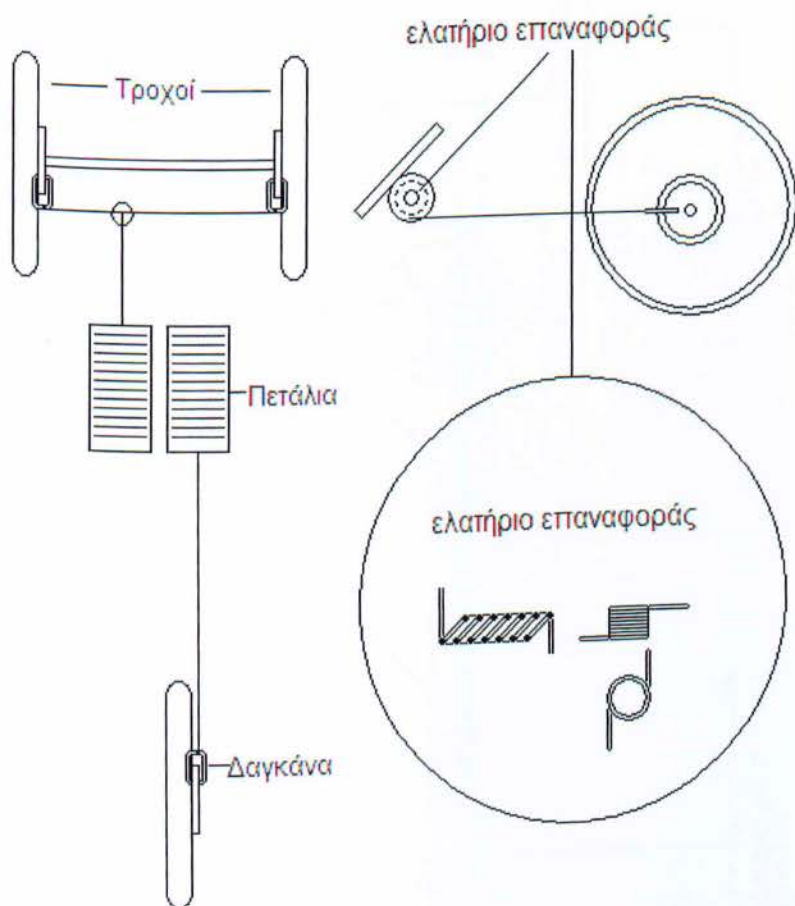
BRAINSTORMING – ΕΚΛΟΓΗ ΑΠΟΨΕΩΝ
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Λύσεις διαισθητικά με brainstorming

- 1) Πεντάλ Πίεσης
- 2) Αυτάκια
- 3) Πεντάλ Έλξης
- 4) Ηλεκτρομαγνητικό Πίεσης
- 5) Ηλεκτρομαγνητικό Έλξης
- 6) Ηλεκτρομαγνητικό Έμμεσο
- 7) Ηλεκτρομαγνητικό Άμεσο
- 8) Υδραυλικό
- 9) V-Brakes

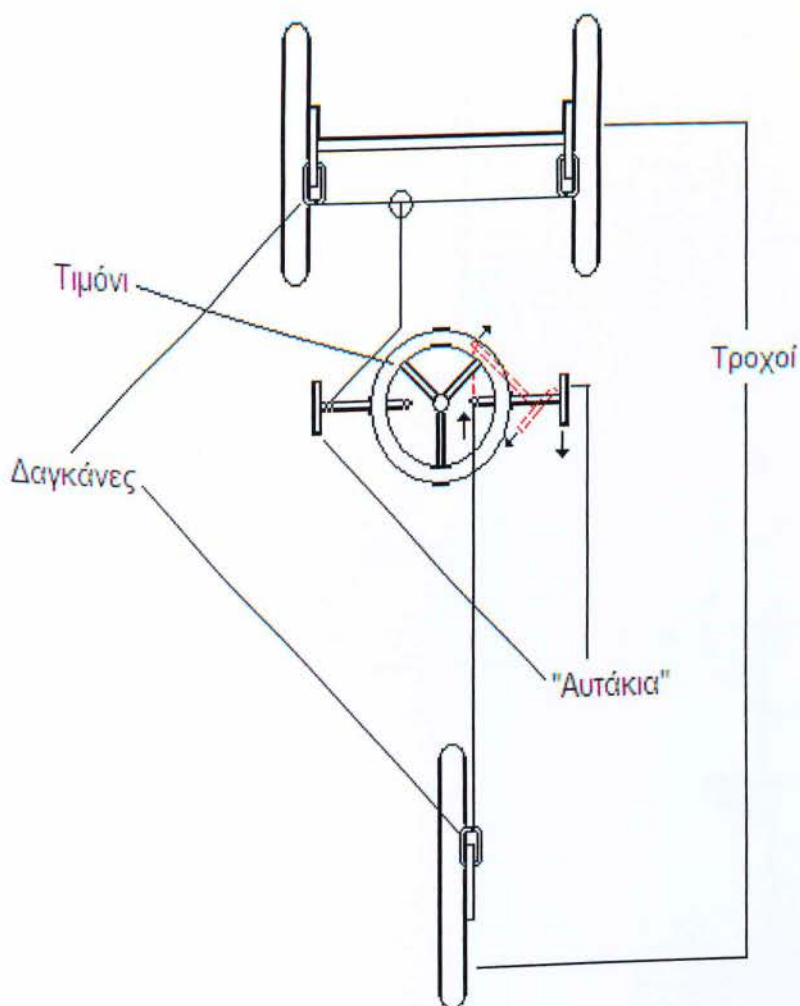
Ακολουθούν τα σκαριφήματα:

ΠΕΝΤΑΛ ΠΙΕΣΗΣ



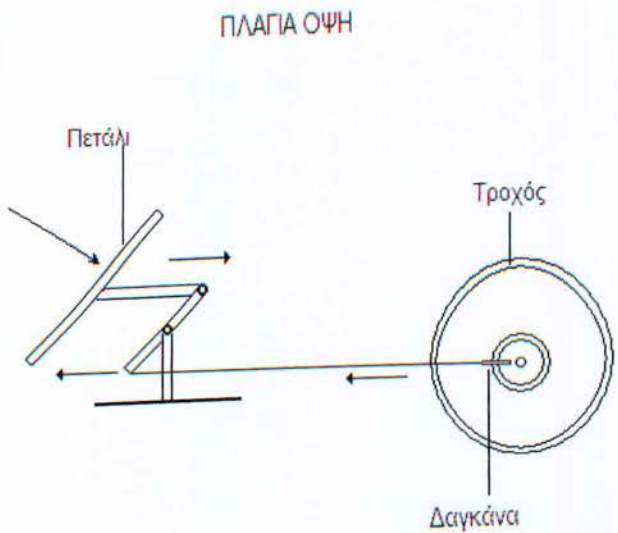
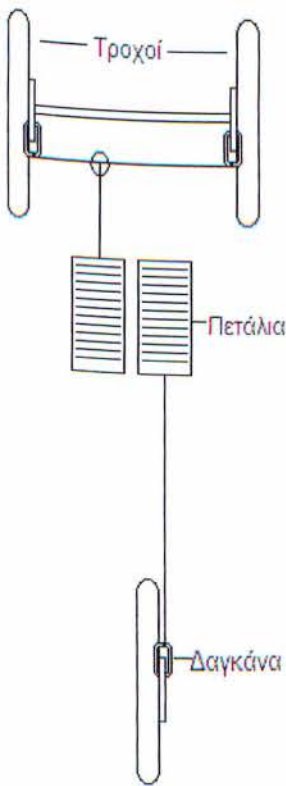
Με το πάτημα των πεταλιών, μια μικρή τροχαλία που είναι κολλημένη στο κάτω μέρος αυτού, περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα που διέρχεται από το κέντρο της τροχαλίας αυτής με αποτέλεσμα την περιστροφή της. Με την περιστροφή αυτή η ντίζα που βρίσκεται τυλιγμένη στην τροχαλία να τραβάει το δισκόφρενο. Τέλος, ένα ελατήριο επαναφοράς, επαναφέρει το σύστημα στην αρχική κατάσταση.

ΑΥΤΑΚΙΑ



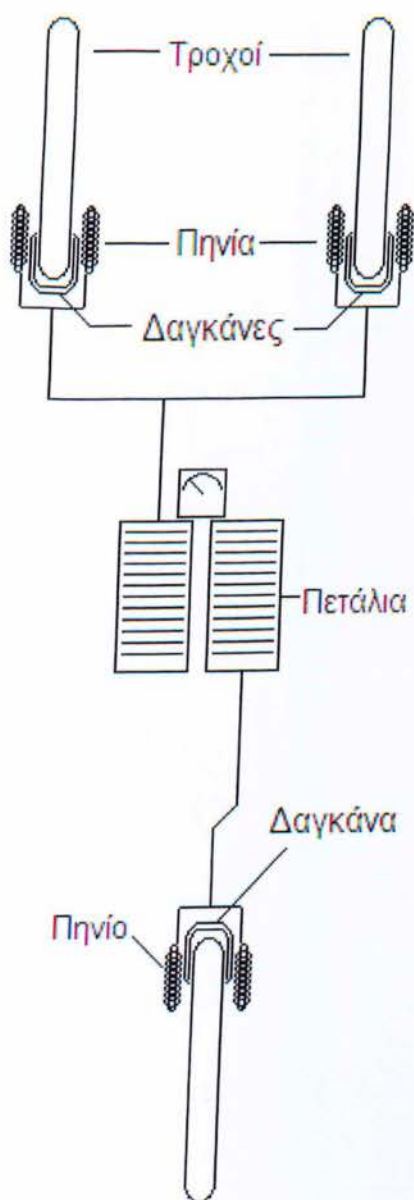
Με την έλξη των αυτακίων, έλκεται και μία ντίζα που είναι συνδεδεμένη με αυτά, η οποία τελικά τραβάει το δισκόφρενο κάθε τροχού.

ΠΕΝΤΑΛ ΕΛΞΗΣ

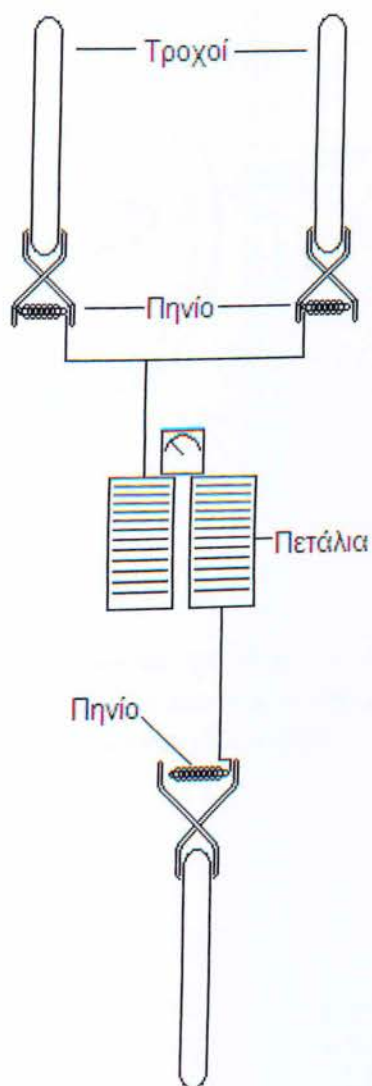


Με την πίεση του πεντάλ μετακινείται προς τα μπροστά ένα λαμάκι (μέσω άρθρωσης), αυτό με τη σειρά του μετακινεί ένα άλλο λαμάκι (μέσω άρθρωσης) και το τελευταίο αυτό είναι συνδεδεμένο με μία ντίζα που έλκεται και τραβάει το δισκόφρενο.

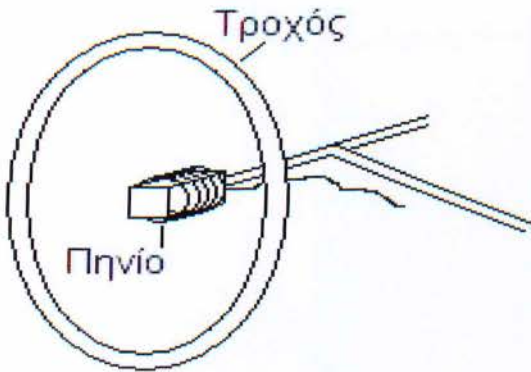
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΙΕΣΗΣ



ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΕΛΞΗΣ

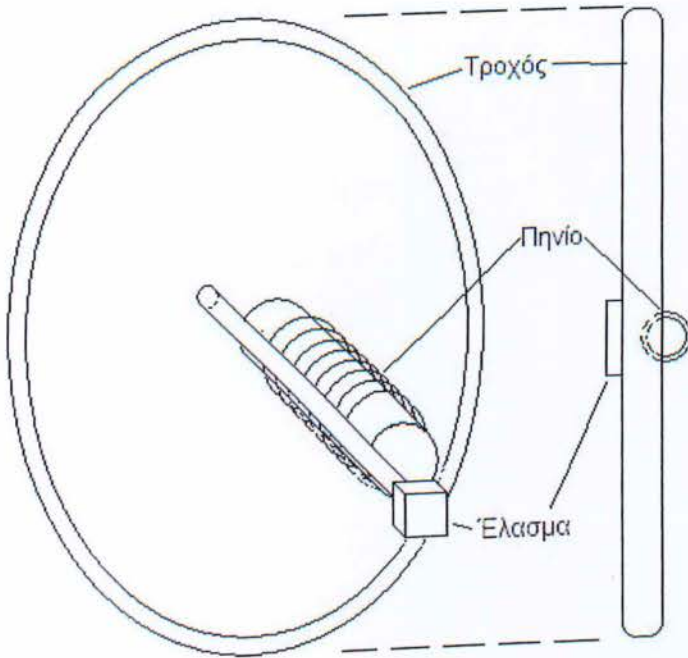


ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΕΜΜΕΣΟ



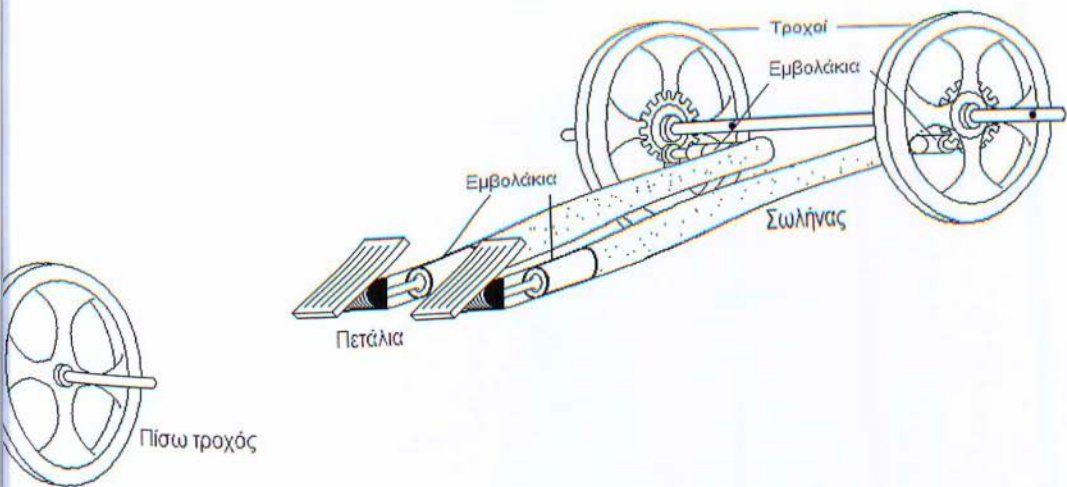
Το πηνίο που βρίσκεται στο κέντρο του τροχού έχει τις σπείρες τοποθετημένες με τέτοιο τρόπο ώστε το μαγνητικό πεδίο που παράγει να προκαλεί αντίστροφη φορά από αυτήν της κίνησης της ρόδας και έτσι να φρενάρει.

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΑΜΕΣΟ

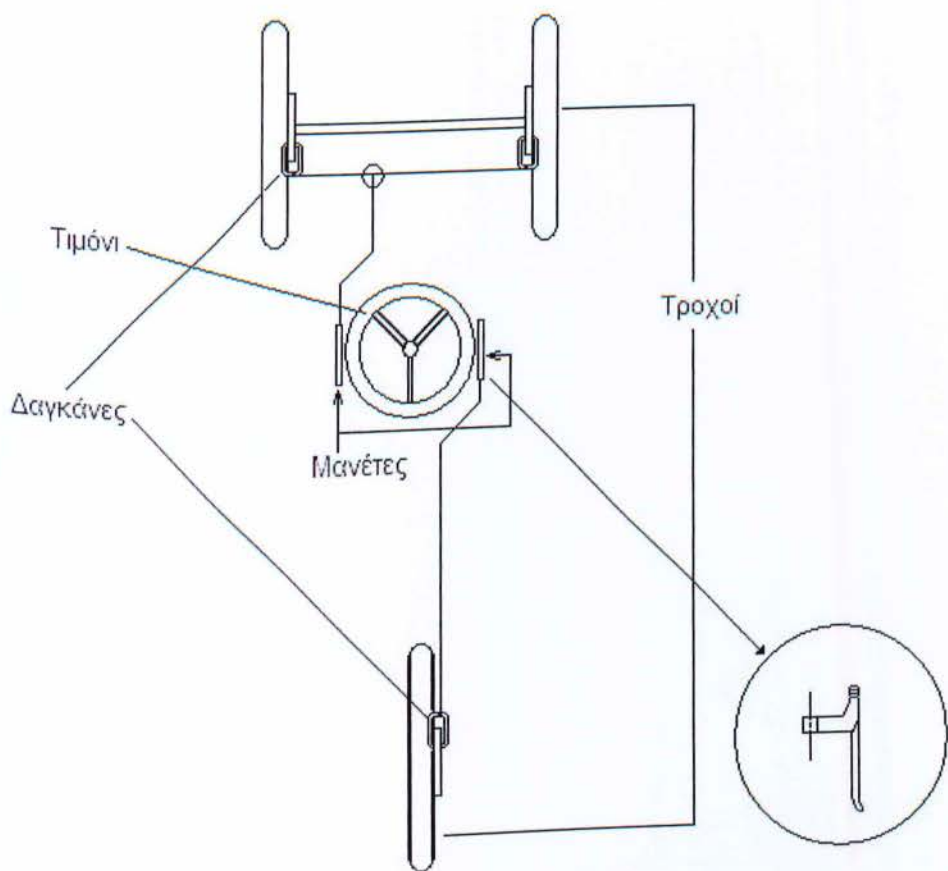


Το πηνίο έλκει ένα έλασμα, το οποίο στην άκρη του έχει ένα τακάκι. Στο τέλος της πορείας του ελάσματος το τακάκι συναντάει την ζάντα του τροχού και αυτό την φρενάρει.

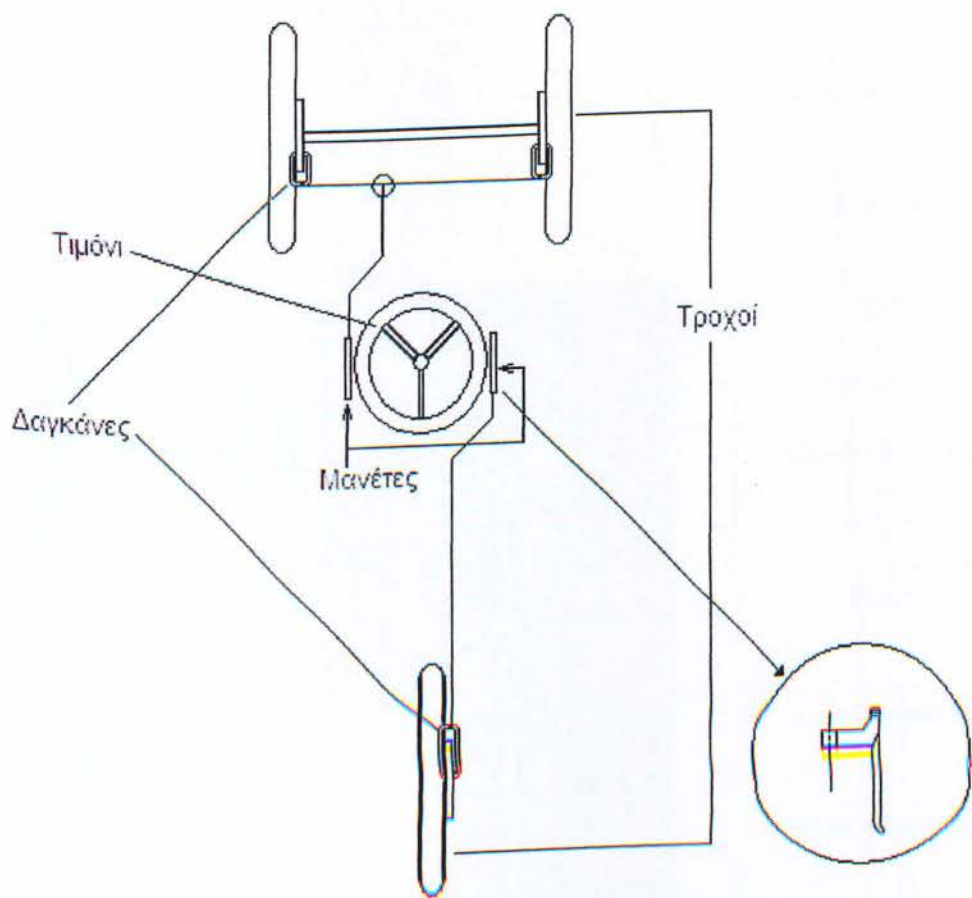
ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ



V-BRAKES



V-BRAKES



Ενέργεια	Επίπεδο 2		Ντίζες				Αγωγός (Σύρμα)				Λάδι				Πηνίο			
	Επίπεδο 3	Επίπεδο 1	Δισκόφρενο	Μεταλλικό έλασμα	V-brakes	Πηνίο	Δισκόφρενο	Μεταλλικό έλασμα	V-brakes	Πηνίο	Δισκόφρενο	Μεταλλικό έλασμα	V-brakes	Πηνίο	Δισκόφρενο	Μεταλλικό έλασμα	V-brakes	Πηνίο
			A	B	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο	Π
Μηχανική	Πεντάλ	1	A.1.(10)	B.1.(13)	Γ.1.(1) Γ.1.(3)													
	Μανέτα	2	A.2.(11)	B.2.(14)	Γ.2.(9)													
	Αυτάκια	3	A.3.(12)	B.3.(15)	Γ.3.(2)													
Υδραυλική	Πεντάλ	4								Ι.4.(18)	Κ.4.(20)	Λ.4.(23)						
	Μανέτα	5								Ι.5.(8)	Κ.5.(21)	Λ.5.(24)						
	Αυτάκια	6								Ι.6.(19)	Κ.6.(22)	Λ.6.(25)						
Ηλεκτρομαγνητική	Πεντάλ	7							Θ.7.(7)					Ν.7.(26)	Ξ.7.(6)	Ο.7.(31)		
	Μανέτα	8							Θ.8.(16)					Ν.8.(27)	Ξ.8.(29)	Ο.8.(5)		
	Αυτάκια	9							Θ.9.(17)					Ν.9.(28)	Ξ.9.(30)	Ο.9.(4)		

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΛΛΑΓΗΣ ΛΥΣΗΣ	ΛΥΣΗ ΣΥΜΒΙΒΑΣΤΗ ΜΕ ΘΕΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ						ΑΠΟΦΑΣΗ
	ΠΛΗΡΟΙ ΟΡΟΥΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ						
	ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΚΑΤΑΡΧΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ						
	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ						
	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΜΕΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ						
ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΑΣ							
Lv	A	B	C	D	E	F	Παρατηρήσεις
1	+	+	+	+	+	-	Μη αποτελεσματικό φρενάρισμα
2	+	+	+	+	+	-	Μη αποτελεσματικό φρενάρισμα
3	+	+	+	+	+	+	
4	+	+	+	+	+	+	
5	+	+	+	+	+	-	Μη ικανοποιητικός χειρισμός
6	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός
7	+	+	+	+	+	-	Μη αποτελεσματική πέδηση
8	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός
9	+	+	+	+	+	+	
10	+	+	+	+	+	+	
11	+	+	+	+	+	+	
12	+	+	+	+	+	-	Μη ικανοποιητικός χειρισμός
13	+	+	+	+	+	-	Πρόβλημα στον χειρισμό (επαναφορά του φρένου)
14	+	+	+	+	+	-	Πρόβλημα στον χειρισμό (επαναφορά του φρένου)
15	+	+	+	+	+	-	Πρόβλημα στον χειρισμό (επαναφορά του φρένου)
16	+	+	+	+	+	-	Μη αποτελεσματική πέδηση
17	+	+	+	+	+	-	Μη αποτελεσματική πέδηση
18	+	+	+	+	+	+	
19	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής
20	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής
21	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής

22	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής	
23	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής	
24	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής	
25	+	+	+	+	+	-	Αυξημένο βάρος κατασκευής	
26	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός	
27	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός	
28	+	+	-				Αδυναμία σύνδεσης πηνίου- δισκοφρένου	
29	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός	
30	+	+	+	+	+	+		+
31	+	+	-				Μη ικανοποιητικός χειρισμός	

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης εξασφαλίζει τη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στους τροχούς. Η διαμόρφωση του εξαρτάται από τη θέση, στην οποία τοποθετείται ο κινητήρας, καθώς και από το ποιοι θα είναι οι κινητήριοι τροχοί.

Συγκεκριμένα για το παρόν έργο η μετάδοση κίνησης θα ερευνηθεί ανάμεσα σε ηλεκτροκινητήρα και τροχούς.

Η εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζει διάφορους μηχανισμούς με τη βοήθεια των οποίων μπορεί να υλοποιηθεί ένα τέτοιο σύστημα.



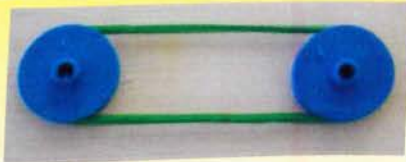
Ράβδα για μοχλούς και συνδέσμους



Στρόφαλοι



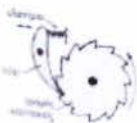
Τροχός



Τροχαλίες



Έκκεντρα



Τροχός κασάνιας



Τροχός κωνικός



Μουσίδα



Ιμάντας



Τροχός οδοντωτός (οδοντοτροχός)



Ελατήρια



Κοχλίας Ατέρμονες

Έναφαιρος τριβέας (Ρουλεμάν)



Μηχανισμοί όπως οι παραπάνω σε συνδυασμό μεταξύ τους, μπορούν να βοηθήσουν στην μελέτη και ανακάλυψη νέων. Αλλά ακόμα αρκεί μια ιδέα διαφορετική από τις υπάρχουσες η οποία καλύπτει τους νόμους της φυσικής και ανταποκρίνεται επιτυχώς στην υλοποίηση ενός συστήματος μετάδοσης κίνησης.

Ακολουθεί το brainstorming.

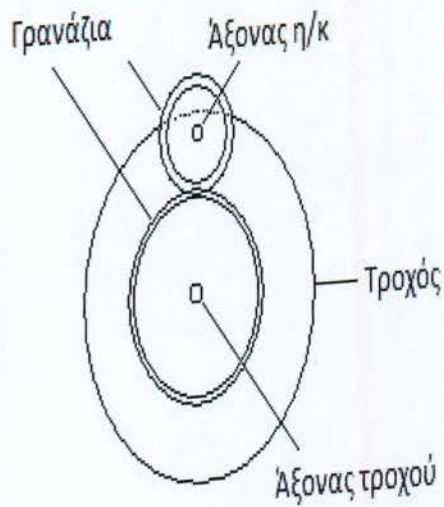
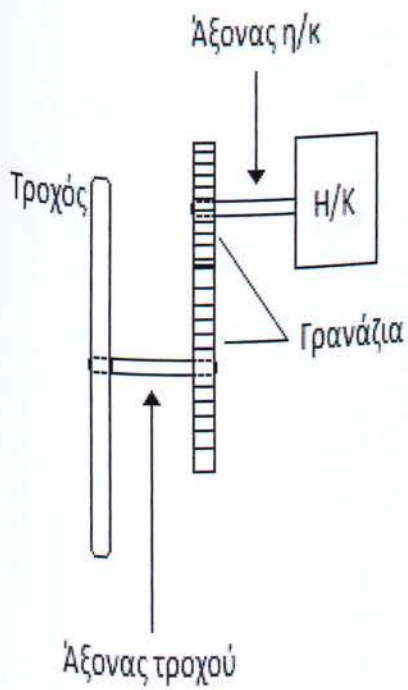
BRAINSTORMING – ΕΚΛΟΓΗ ΑΠΟΨΕΩΝ
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Λύσεις διαισθητικά με brainstorming

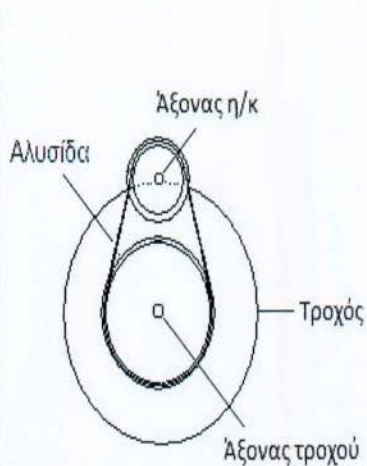
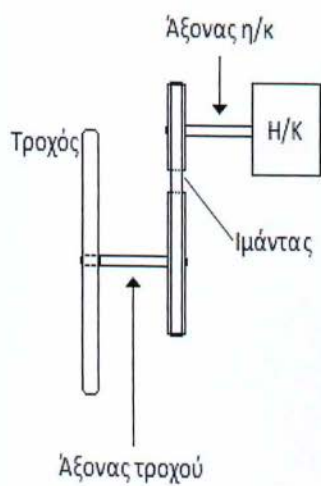
- 1)Μονοβάθμιο αξονικό
- 2)Μονοβάθμιο αλυσίδα
- 3)Μονοβάθμιο περιμετρικό
- 4)Διβάθμιο αξονικό
- 5) “Τρένο”
- 6) Wheelmotor
- 7) Γραναζωτό σύστημα
- 8) Καπάκι
- 9)Διβάθμιο αλυσίδα

Ακολουθούν τα σκαριφήματα:

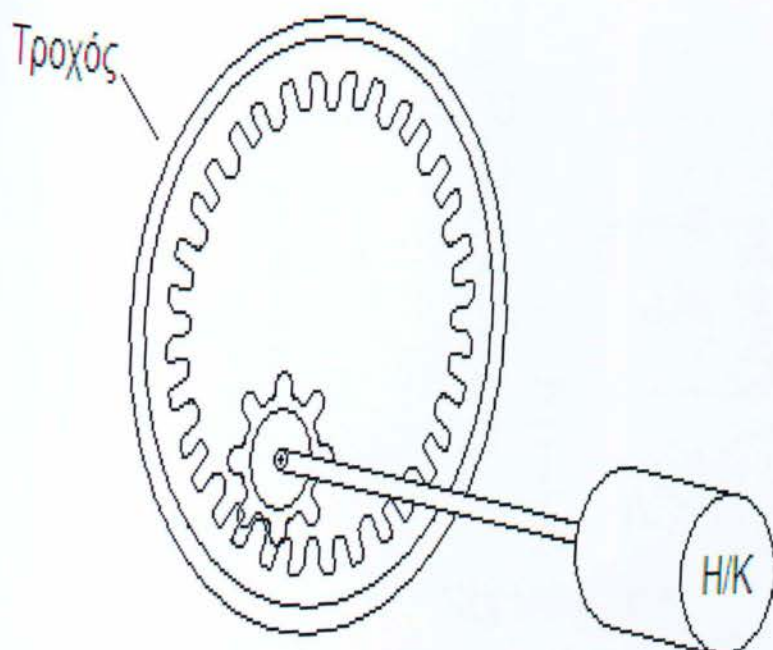
ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟ ΑΞΟΝΙΚΟ



ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟ ΑΛΥΣΙΔΑ

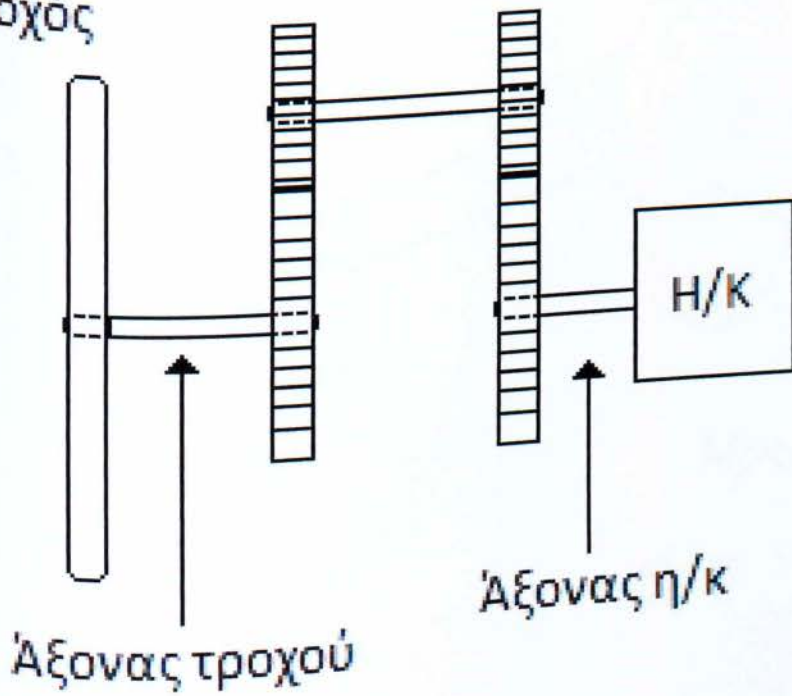


ΜΟΝΟΒΑΘΜΙΟ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟ

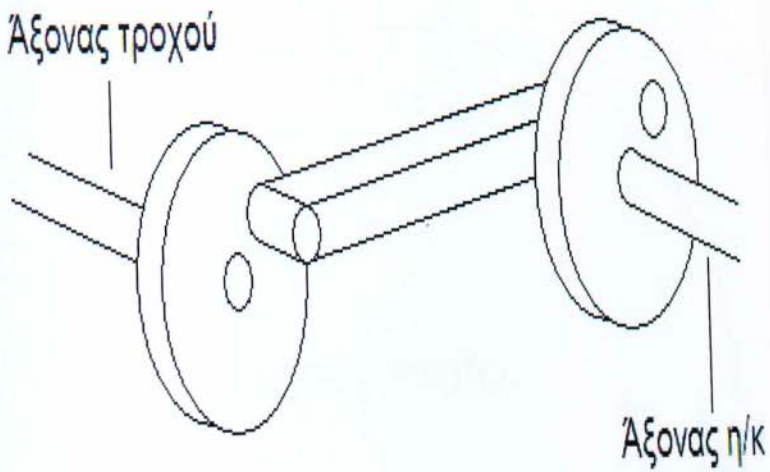


ΔΙΒΑΘΜΙΟ ΑΞΟΝΙΚΟ

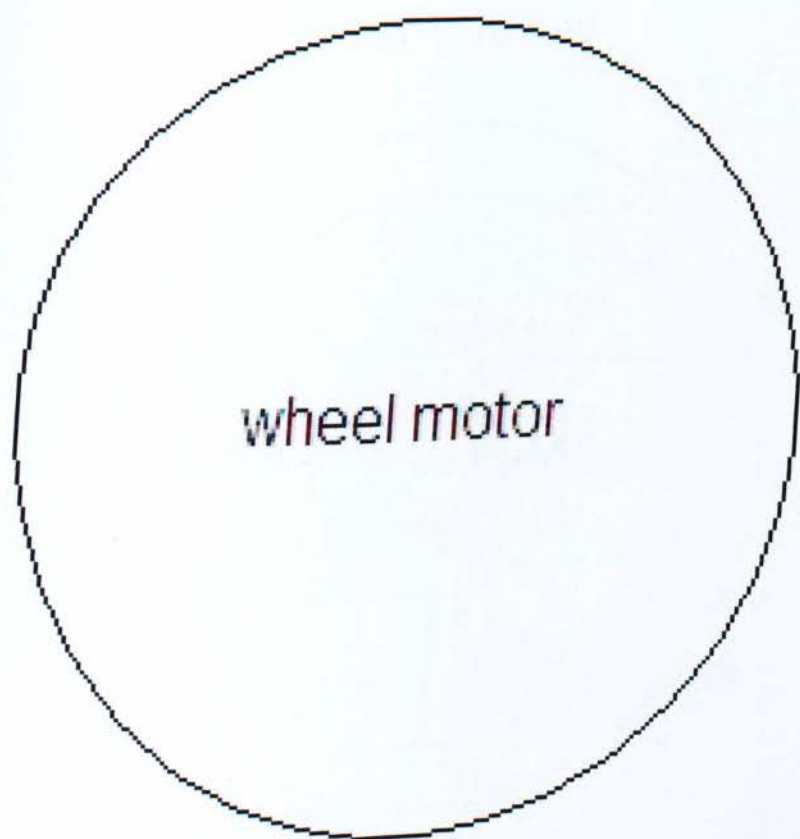
Τροχός



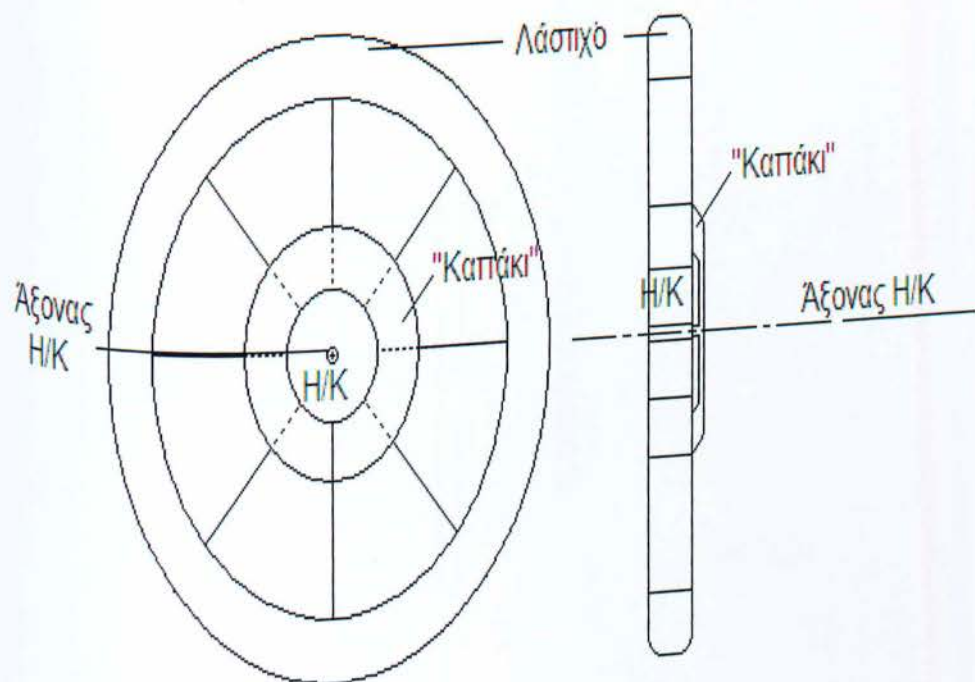
ΤΡΕΝΟ



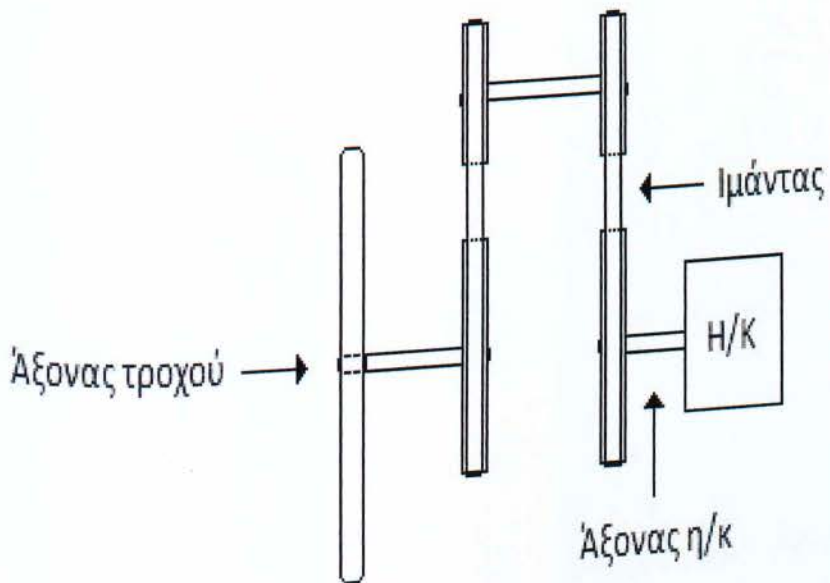
WHEELMOTOR



ΚΑΠΑΚΙ



ΔΙΒΑΘΜΙΟ ΑΛΥΣΙΔΑ



ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ		ΜΗΧΑΝΙΚΗ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ		ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ		ΔΙΒΑΘΜΙΟ	
							ΔΙΒΑΘΜΙΟ	ΜΟΝΟ ΒΑΘΜΙΟ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
ΜΟΝΟ ΒΑΘΜΙΟ	ΔΙΒΑΘΜΙΟ	Η/Κ	ΜΟΝΟ ΒΑΘΜΙΟ	ΔΙΒΑΘΜΙΟ	Η/Κ	ΒΑΘΜΙΔΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
6	5	4	3	2	1	Α	Β	Γ	Δ	Ε
			A.3.2	A.2.9		Α	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
			B.3.11	B.2.10		Β	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ
			Γ.3.13	Γ.2.12		Γ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
			Δ.3.15	Δ.2.14		Δ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ
			Ε.3.1	Ε.2.4		Ε	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
			ΣΤ.3.3 ΣΤ.3.7	ΣΤ.2.16		ΣΤ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ
			Z.3.5			Z	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
						Η	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
		Θ.4.6				Θ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
						Ι	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
			K.3.8	K.2.17		K	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ
						Λ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΑΞΟΝΙΚΑ	ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ**

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΛΛΑΓΗΣ ΛΥΣΗΣ	ΛΥΣΗ ΣΥΜΒΙΒΑΣΤΗ ΜΕ ΘΕΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ						ΑΠΟΦΑΣΗ	
	ΠΛΗΡΟΙ ΟΡΟΥΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ							
	ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΚΑΤΑΡΧΗΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ							
	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ							
	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΜΕΣΗ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ							
	ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΜΑΣ							
Lv	A	B	C	D	E	F	Παρατηρήσεις	
1	+	+	+	+	+	+		+
2	+	+	+	+	+	-	Βάρος, κόστος, θόρυβος	
3	+	+	+	+	+	+		+
4	+	+	+	+	+	-	Κατασκευαστικοί λόγοι	
5	+	+	-				Κατασκευαστικοί λόγοι	
6	+	+	+	+	+	+		+
7	+	+	+	+	+	+		+
8	+	+	+	+	+	-	Μη ικανοποιητική ροπή στρέψης	
9	+	+	+	+	+	-	Βάρος, κόστος, θόρυβος	
10	+	+	+	+	+	-	Βάρος, κόστος, θόρυβος	
11	+	+	+	+	+	-	Βάρος, κόστος, θόρυβος	
12	+	+	+	+	+	-	Βάρος, κόστος, θόρυβος	
13	+	+	+	+	+	+		+
14	+	+	+	+	+	+		+
15	+	+	+	+	+	-	Κατασκευαστικοί λόγοι	
16	+	+	+	+	+	-	Πολύπλοκη κατασκευή	

ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Πυροπροστασία

Όπως γνωρίζουμε ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για την ασφάλεια των εργαζομένων σε ένα χώρο εργασίας αλλά και γενικότερα σε έναν επαγγελματικό χώρο όπου εργάζεται ο άνθρωπος, ή ακόμα και να βρίσκεται απλά μέσα σ αυτόν, είναι η πυροπροστασία.

Η πυρκαγιά μπορεί να εκδηλωθεί με ποικίλο τρόπο. Πιθανές αιτίες εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς είναι:

1. Γυμνές φλόγες
2. Πυρακτωμένες επιφάνειες
3. Υπολείμματα καπνίσματος
4. Φυσικά ή χημικά φαινόμενα
5. **Ηλεκτρισμός**
6. Έκρηξη ή ανάφλεξη ατμών και εύφλεκτων υλικών

Στην παρούσα διπλωματική εργασία της σχεδιομελέτης πρότυπου ηλεκτρικού οχήματος θα ασχοληθούμε με μία από τις αιτίες εκδήλωσης μιας πυρκαγιάς, τον ηλεκτρισμό.

Ηλεκτρισμός

Οι πυρκαγιές που οφείλονται σε αυτή την κατηγορία αντιστοιχούν σε ένα ποσοστό 11% επί του συνόλου και προέρχονται από ηλεκτρικές εγκαταστάσεις λόγω βραχυκυκλωμάτων, σπινθήρων από φθαρμένα καλώδια ή εξαρτήματα, ελαττωματικές ή μη συντηρημένες συσκευές, και τέλος λόγω λανθασμένου χειρισμού.

Ζώνη ασφαλείας

Ο ρόλος της ζώνης ασφαλείας: οι στατιστικές αποδεικνύουν ότι, στην Ελλάδα, τουλάχιστον το 1/6 των νεκρών από τροχαία ατυχήματα (δηλ. πάνω από 300 νεκροί κάθε χρόνο) θα αποφεύγονταν, αν χρησιμοποιούσαν ζώνη ασφαλείας. Ο οδηγός που φοράει ζώνη έχει περισσότερες πιθανότητες να διατηρήσει τις αισθήσεις του σε μία σύγκρουση και να απομακρυνθεί από το όχημά του σε περίπτωση ανάγκης (πυρκαγιά, πτώση σε νερό κλπ.). Βέβαια δεν πρέπει να αγνοείτε ότι χιλιάδες τραυματισμοί και εκατοντάδες αναπηρίες οδηγών και επιβατών θα είχαν αποφευχθεί αν αυτοί φορούσαν ζώνη ασφαλείας.



Σε περίπτωση βίαιου φρεναρίσματος ή συγκρούσεως σε κάποιο εμπόδιο, οι επιβάτες που δεν φορούν ζώνες ασφαλείας, θα εκτοξευθούν επάνω στο τιμόνι, στον ανεμοθώρακα ή στο αμάξωμα. Χρήσιμο είναι να γνωρίζετε ότι σε περίπτωση ατυχημάτων με ταχύτητες επάνω από 30 km/h, αν δεν χρησιμοποιείτε ζώνη ασφαλείας, κατά κανόνα το αποτέλεσμα είναι σοβαροί ή θανάσιμοι τραυματισμοί. Οι ρυθμίσεις του Κ.Ο.Κ.: η χρήση της ζώνης ασφαλείας είναι υποχρεωτική τόσο για τον οδηγό, όσο και για κάθε επιβάτη, μπροστά ή πίσω, του οποίου η θέση έχει ζώνη ασφαλείας. Όλα τα επιβατηγά αυτοκίνητα και τα μικρά φορτηγά μέγιστου επιτρεπόμενου βάρους μέχρι 3.500 kg, επιβάλλεται να είναι εφοδιασμένα με ζώνες ασφαλείας στα μπροστινά καθίσματα. Επί πλέον, τα επιβατηγά αυτοκίνητα που τέθηκαν σε κυκλοφορία στη χώρα μας μετά την 1-1-1993 ή θα τεθούν στο μέλλον, επιβάλλεται να είναι εφοδιασμένα με ζώνες ασφαλείας και στα πίσω καθίσματα. Επιβάλλεται επίσης να γνωρίζετε, ότι, για λόγους ασφαλείας των επιβατών που μεταφέρετε, οφείλετε να τοποθετήσετε ζώνες ασφαλείας και στα πίσω καθίσματα, σε όσα οχήματα δεν έχουν.

Όλα τα παραπάνω δηλώνουν τη σημασία της ζώνης ασφαλείας στα μεταφορικά μέσα.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΟΧΗΜΑ

Πυροπροστασία

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι κατηγορίες των πυρκαγιών ανάλογα με τα υλικά που καίγονται, όπως κατατάσσονται διεθνώς.

Κατηγορία	Καύσιμη ύλη
A	Στερεά υλικά (π.χ. χαρτί ξύλο, άνθρακας, πλαστικό)
B	Εύφλεκτα υγρά (π.χ. λάδι, πετρελαιοειδή, λιπαντικά, χρώματα, βερνίκια, διαλυτικά)
C	Αέρια καύσιμα (π.χ. προπάνιο, βουτάνιο, υγραέριο, βιομηχανικά αέρια υπό πίεση)
D	Μέταλλα (π.χ. σκόνη ή ρινίσματα αλουμινίου, νατρίου, καλίου, ψευδαργύρου)
E	Περιλαμβάνονται τα υλικά των υπολοίπων κατηγοριών εάν κοντά στην εστία βρίσκονται ηλεκτρικές συσκευές και εγκαταστάσεις

Πίνακας 1: Κατηγοριοποίηση πυρκαγιών

Ανάλογα με την κατηγορία που ανήκει η πυρκαγιά ακολουθούνται τα εξής μέτρα που δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Κατηγορία πυρκαγιάς	Μέτρα καταστολής πυρκαγιάς
A	Πυροσβεστήρες νερού Πυροσβεστήρες ξερής σκόνης Πυροσβεστήρες αφρού Αντλιοφόροι κάδοι

	Εκτόξευση νερού με σωλήνα
B	Πυροσβεστήρες ξερής σκόνης Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα Πυροσβεστήρες αφρού Ομίχλη νερού
C	Πυροσβεστήρες ξερής σκόνης Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα
D	Πυροσβεστήρες ξερής σκόνης Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα
E	Πυροσβεστήρες ξερής σκόνης Πυροσβεστήρες διοξειδίου του άνθρακα

Πίνακας 2: Χρήση κατάλληλου τύπου πυροσβεστήρα ανάλογα με την κατηγορία της πυρκαγιάς

Σύμφωνα με τον πίνακα 1:

Καύσιμη ύλη: Περιλαμβάνονται τα υλικά των υπολοίπων κατηγοριών εάν κοντά στην εστία βρίσκονται ηλεκτρικές συσκευές και εγκαταστάσεις.

και

Κατηγορία: E

Προκύπτει ότι σύμφωνα με τον πίνακα 2:

Θα επιλεχθεί για να χρησιμοποιηθεί πυροσβεστήρας τύπου E. Δηλαδή πυροσβεστήρας ξερής σκόνης και διοξειδίου του άνθρακα. Βάσει των προδιαγραφών μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πυροσβεστήρας τύπου A, B και C, αφού όπως φαίνεται από τον πίνακα 2, καλύπτει τα μέτρα καταστολής πυρκαγιάς.

Πυροσβεστήρας παρόμοιου τύπου με τον προς επάνδρωση του οχήματος, είναι ο παρακάτω.

Χαρακτηριστικά	
Χωρητικότητα	1Kg
Κατασβεστική ικανότητα	5A 21B C E
Υλικό κατάσβεσης	ABC 40% Ξηρά Σκόνη
Θερμοκρασία λειτουργίας	-30°C μέχρι 60°C
Μέσος χρόνος κένωσης	9,87sec
Πίεση δοκιμής	26bar
Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση	18,00bar
Όγκος εξοπλισμού	1,30Lt
Υλικό δοχείου	St12
Ύψος δοχείου	270 ± 2 mm
Διάμετρος δοχείου	85 ± 1 mm
Σπείρωμα λαμπού	30 x 1.5 mm
Πάχος δοχείου	1,00mm
Υλικό κλείστρου	HPb59-1
Βαλβίδα ασφαλείας	19-26 bar
Βαφή	RAL 3000
Προσεγγ. Μεικτό βάρος	2,00Kg
Προσεγγ. Διαστάσεις	335 x 85 mm



Ασφάλεια στην Πρόσδεση

Επιλέγεται ζώνη για τη συγκράτηση του οδηγού και την αποφυγή του από το όχημα κατά τη διάρκεια του αγώνα σε περίπτωση κρούσης ή ακόμα και διαφυγής εξ αμελείας από το οδόστρωμα του δρόμου.

Θα επιλεγθεί ζώνη HT44 5 σημείων προσαρμογής. Ζώνη έτοιμη και αγοραστή από εταιρία προϊόντων βιομηχανικού εξοπλισμού.

Η ζώνη παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



Τεχνικά χαρακτηριστικά ζώνης:

- Ιμάντες πολυεστέρα, πλάτος 45 mm.
- Συμμορφώνεται σύμφωνα με το πρότυπο EN 361
- Αντοχή στη θραύση > 1,5 t

Γενικότερα

Γενικότερα ο οδηγός θα πρέπει:



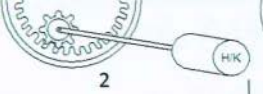


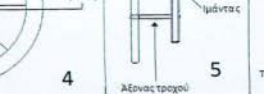
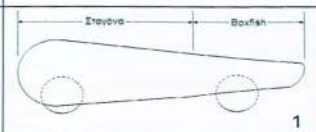
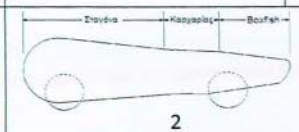

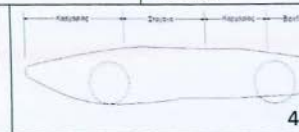
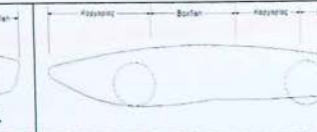
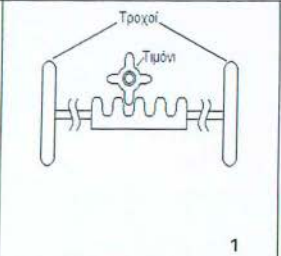
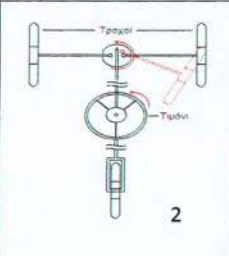
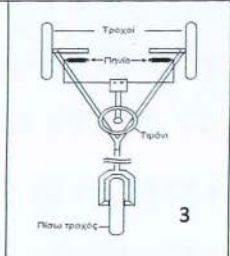
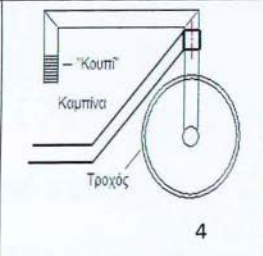
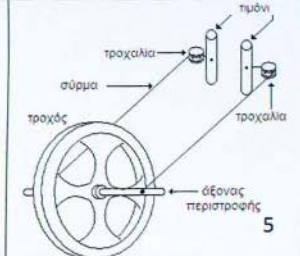
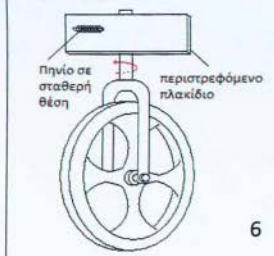
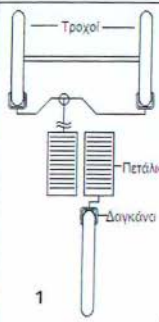
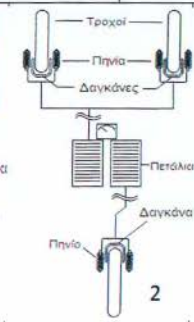
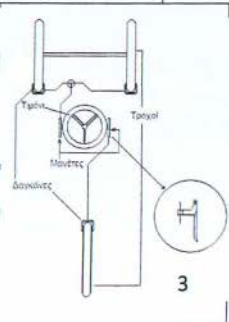
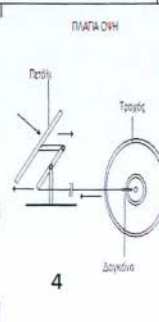
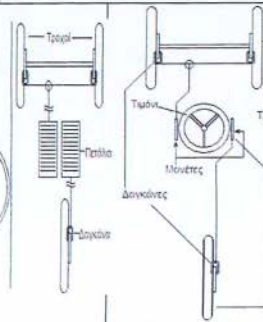
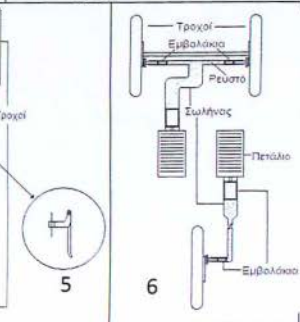
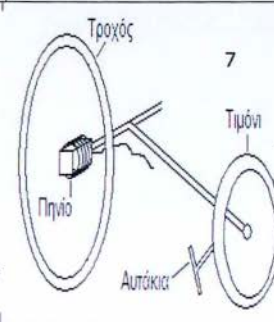
1. Να γνωρίζει που είναι τοποθετημένος ο πυροσβεστικός εξοπλισμός.
2. Να γνωρίζει και να λαμβάνει μέτρα για την παθητική και ενεργητική πυροπροστασία.
3. Να είναι εκπαιδευμένος για να χρησιμοποιεί τον πυροσβεστήρα.
4. Ο πυροσβεστήρας που επανδρώνει το όχημα του πρέπει να έχει μία ελάχιστη ικανότητα πυρόσβεσης (1 kg).

5. Τα συστήματα ενεργοποίησης πρέπει να είναι τοποθετημένα μέσα στο πιλοτήριο και να χειρίζονται από τον οδηγό σε περίπτωση που υπάρχει ενσωματωμένος πυροσβεστήρας.
6. Θα πρέπει να έχει τον πυροσβεστήρα στηριγμένο για να αποτραπεί η κίνηση του κατά την οδήγηση ή το φρενάρισμα
7. Για οχήματα με μπαταρίες ο μηχανισμός έκτακτης απενεργοποίησης πρέπει να παρέχουν μία μόνωση των μπαταριών προώθησης από το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου. Εάν χρησιμοποιούνται ρελέ τότε αυτά πρέπει να είναι κανονικά ανοιχτού τύπου. Η χρήση του συστήματος ισχύος ή άλλου λογικού συστήματος δεν θα πρέπει να τροφοδοτεί κάποια απομονωμένη συσκευή. Προτείνεται αλλά δεν απαιτείται η δευτερεύουσα να είναι απομονωμένη σαν κομμάτι μίας έκτακτης δράσης σταματήματος.
8. Η ζώνη ασφαλείας πρέπει να φοριέται και να είναι δεμένη όλη την ώρα που είναι σε κίνηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ ZWICKY

Για το συστηματικό συνδυασμό λύσεων ενδείκνυται ιδιαίτερα ο μορφολογικός πίνακας κατά Zwicky, (είδος μήτρας ταξινόμησης) όπου αναγράφονται στις στήλες οι επιμέρους λειτουργίες της δομής λειτουργίας και στις γραμμές οι αντίστοιχες λύσεις. Για κάθε επιμέρους λειτουργία (δηλαδή για κάθε γραμμή του πίνακα) εκλέγεται μια λύση και αυτές συνδέονται μεταξύ τους στη σειρά της δομής λειτουργίας ώστε ν' αποτελέσουν την ολική λύση.

Το πρόβλημα του πίνακα αυτού είναι ν' αποφασισθεί ποιες λύσεις είναι μεταξύ τους συμβιβαστές και δεν συγκρούονται, για να μπορέσουν πράγματι να συνδυασθούν. Το θεωρητικό δυνατό πεδίο λύσεων πρέπει να περιοριστεί σε ένα πραγματοποιήσιμο πεδίο λύσεων.

κίνησης(A)	  		  				
Σχεδιασμός Πλαισίου(B)	 		  				
Σύστημα Διεύθυνσης(Γ)							
Σύστημα Πέδησης(Δ)							
Μορφή σκελετού(Ε)	1 Monocoque			2 Χωροκτιώμα			
Υλικά κελύφους(ΣΤ)	1 Carbon fibers		2 Lexan		3 Polyester		4 Carbon-Lexan
Υλικά σκελετού(Ζ)	1 Aluminium (7075-T6)		2 Magnesium(HK31A-H24)		3 Titanium (Ti-6Al-4V)		

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΤΕΛΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

1. $A5 + B3 + \Gamma1 + \Delta2 + E1 + \Sigma T4$
2. $A1 + B4 + \Gamma2 + \Delta6 + E1 + \Sigma T4$
3. $A6 + B3 + \Gamma4 + \Delta7 + E2 + \Sigma T3 + Z3$
4. $A3 + B5 + \Gamma5 + \Delta1 + E1 + \Sigma T4$
5. $A3 + B5 + \Gamma5 + \Delta1 + E2 + \Sigma T3 + Z1$
6. $A2 + B2 + \Gamma3 + \Delta4 + E1 + \Sigma T4$
7. $A4 + B1 + \Gamma4 + \Delta7 + E1 + \Sigma T4$
8. $A5 + B2 + \Gamma6 + \Delta2 + E2 + \Sigma T3 + Z1$
9. $A6 + B4 + \Gamma5 + \Delta4 + E2 + \Sigma T1 + Z2$

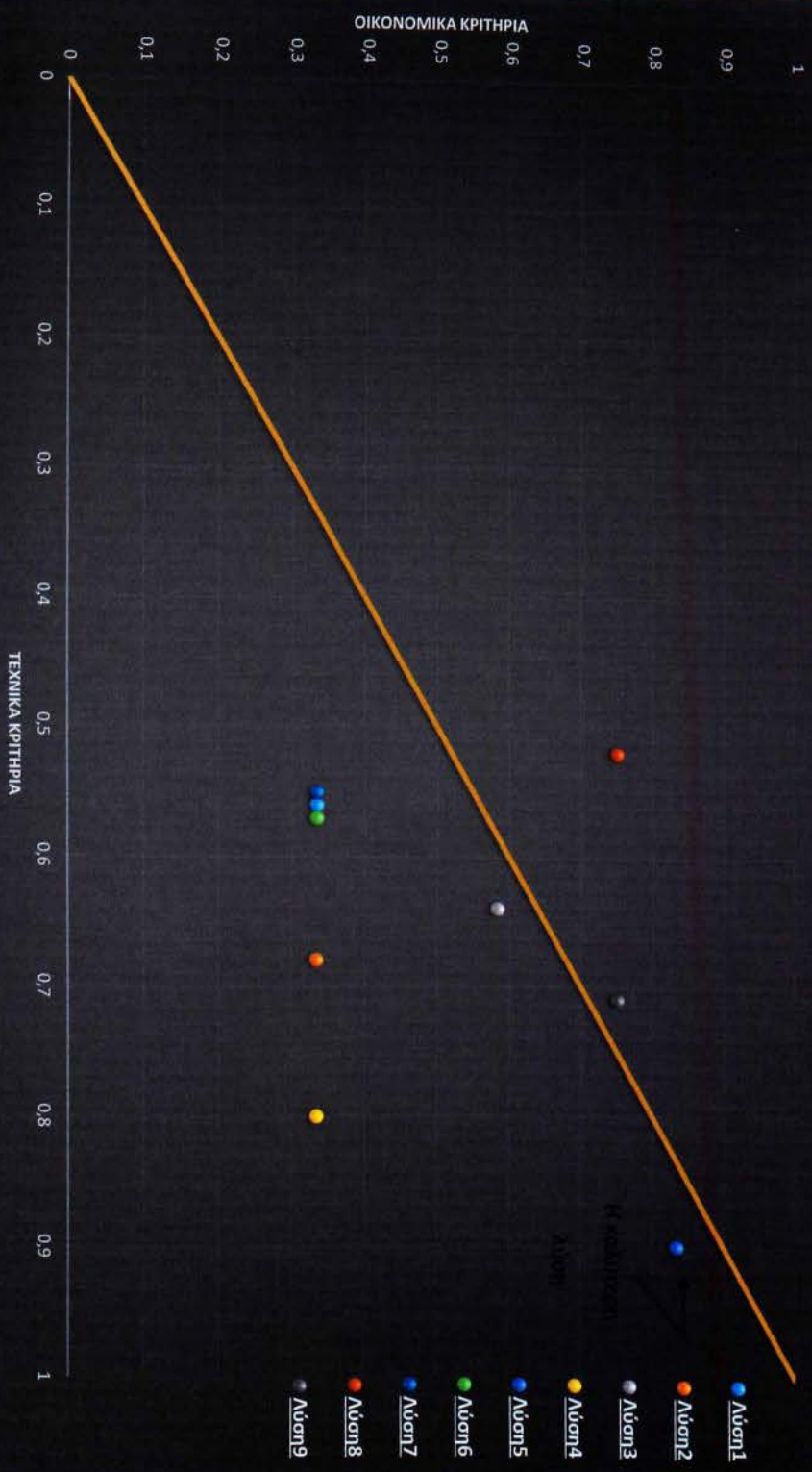
Οι προηγούμενες λύσεις είναι και οι τελικές μας λύσεις. Παρακάτω ακολουθούν οι πίνακες αξιολόγησης για τις λύσεις μας με τα τεχνικά και οικονομικά κριτήρια. Από τους πίνακες αυτούς θα οριστεί η τελική μας λύση.

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		
α/α	Κριτήρια αξιολόγησης	g	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)	P	(P)
1	Ευκολία στην πρόσβαση	2	2	4	3	6	2	4	3	6	3	6	2	4	2	4	2	4	3	6
2	Χαμηλός αεροδυναμικός συντελεστής	2	3	6	1	2	3	6	4	8	4	8	1	2	2	4	1	2	1	2
3	Ευκολία στο χειρισμό	4	3	12	3	12	2	8	3	12	3	12	3	12	2	8	2	8	3	12
4	Χαμηλό βάρος	3	1	3	1	3	3	9	1	3	4	12	1	3	1	3	4	12	2	6
5	Υψηλή ευκολία κατασκευής	2	2	4	2	4	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6	3	6
6	Υψηλή απόκριση συστήματος διεύθυνσης	3	3	9	4	12	4	12	4	12	4	12	1	3	4	12	1	3	4	12
7	Υψηλή απόκριση συστήματος πέδησης	3	1	3	4	12	1	3	4	12	4	12	4	12	1	3	1	3	4	12
8	Εύκολη πρόσβαση στην κατασκευή	2	3	6	3	6	3	6	4	8	4	8	3	6	3	6	3	6	2	4
	Pid=	Σ		47		57		54		67		76		48		46		44		60
	Wt			<u>0.56</u>		<u>0.68</u>		<u>0.64</u>		<u>0.80</u>		<u>0.90</u>		<u>0.57</u>		<u>0.55</u>		<u>0.52</u>		<u>0.71</u>

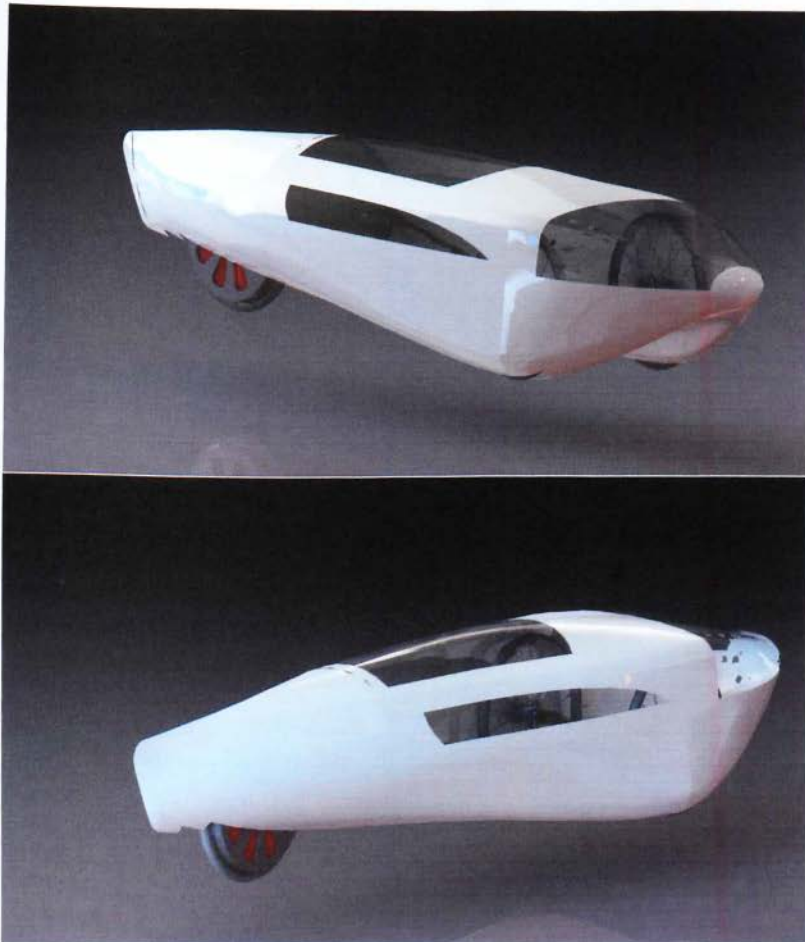
Οικονομικά κριτήρια αξιολόγησης	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Μικρό κόστος υλικών	1	1	2	1	4	1	1	4	3
Μικρό κόστος επιδιόρθωσης	2	2	3	2	3	2	2	3	3
Μικρό κόστος συναρμολόγησης	1	1	2	1	3	1	1	2	3
Άθροισμα	4	4	7	4	10	4	4	9	9
$W_w = \frac{\text{Άθροισμα}}{12}$	0,33	0,33	0,58	0,33	0,83	0,33	0,33	0,75	0,75

Από τα παραπάνω οικονομικά και τεχνικά κριτήρια προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα S, από το οποίο διακρίνουμε ποια είναι η τελική μας λύση.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ "S"



ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΛΥΣΗ (Λύση 5)



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FLOW SIMULATION

No 6

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
GG Min Static Pressure 1	[Pa]	101264,6677	101264,5710	101264,4587	101264,6960	100	Yes	0,0110	0,0121
GG Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,0519	101325,0519	101325,0518	101325,0520	100	Yes	0,0000	0,0010
GG Max Static Pressure 1	[Pa]	101399,4439	101399,5642	101399,4290	101399,6970	100	Yes	0,0265	0,0643
GG Bulk Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,0519	101325,0519	101325,0518	101325,0520	100	Yes	0,0000	0,0010
GG Min Total Pressure 1	[Pa]	101264,6677	101264,5710	101264,4587	101264,6960	100	Yes	0,0110	0,0121
GG Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,8237	101381,8237	101381,8232	101381,8240	100	Yes	0,0001	0,0010
GG Max Total Pressure 1	[Pa]	101424,6434	101425,1122	101424,6150	101425,6020	100	Yes	0,0183	0,0590
GG Bulk Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,8238	101381,8237	101381,8232	101381,8240	100	Yes	0,0001	0,0010
GG Min Dynamic Pressure 1	[Pa]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	0,0000	0,0000
GG Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,7604	56,7604	56,7600	56,7607	61,2	Yes	0,0001	0,0001
GG Max Dynamic Pressure 1	[Pa]	86,1182	85,7856	85,4310	86,1624	100	Yes	0,0098	0,0360
GG Bulk Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,7604	56,7604	56,7600	56,7606	61,2	Yes	0,0001	0,0001
GG Normal Force 1	[N]	2,5248	2,5231	2,5189	2,5281	77,4	Yes	0,0010	0,0008
GG Normal Force (X) 1	[N]	0,0412	0,0409	0,0227	0,0573	24,9	Yes	0,0049	0,0012
GG Normal Force (Y) 1	[N]	2,4695	2,4685	2,4644	2,4746	79,4	Yes	0,0012	0,0009
GG Normal Force (Z) 1	[N]	-0,5239	-0,5204	-0,5257	-0,5136	100	Yes	0,0008	0,0015
GG Force 1	[N]	2,6794	2,6772	2,6732	2,6825	90,4	Yes	0,0009	0,0008
GG Force (X) 1	[N]	0,0411	0,0407	0,0226	0,0570	24,9	Yes	0,0049	0,0012
GG Force (Y) 1	[N]	2,4708	2,4698	2,4657	2,4761	80	Yes	0,0012	0,0009
GG Force (Z) 1	[N]	-1,0357	-1,0324	-1,0374	-1,0261	100	Yes	0,0011	0,0015

Iterations: 821

Analysis interval: 62

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ FLOW SIMULATION

No 6

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
GG Min Static Pressure 1	[Pa]	101264,6677	101264,5710	101264,4587	101264,6960	100	Yes	0,0110	0,0121
GG Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,0519	101325,0519	101325,0518	101325,0520	100	Yes	0,0000	0,0010
GG Max Static Pressure 1	[Pa]	101399,4439	101399,5642	101399,4290	101399,6970	100	Yes	0,0265	0,0643
GG Bulk Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,0519	101325,0519	101325,0518	101325,0520	100	Yes	0,0000	0,0010
GG Min Total Pressure 1	[Pa]	101264,6677	101264,5710	101264,4587	101264,6960	100	Yes	0,0110	0,0121
GG Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,8237	101381,8237	101381,8232	101381,8240	100	Yes	0,0001	0,0010
GG Max Total Pressure 1	[Pa]	101424,6434	101425,1122	101424,6150	101425,6020	100	Yes	0,0183	0,0590
GG Bulk Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,8238	101381,8237	101381,8232	101381,8240	100	Yes	0,0001	0,0010
GG Min Dynamic Pressure 1	[Pa]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	100	Yes	0,0000	0,0000
GG Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,7604	56,7604	56,7600	56,7607	61,2	Yes	0,0001	0,0001
GG Max Dynamic Pressure 1	[Pa]	86,1182	85,7856	85,4310	86,1624	100	Yes	0,0098	0,0360
GG Bulk Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,7604	56,7604	56,7600	56,7606	61,2	Yes	0,0001	0,0001
GG Normal Force 1	[N]	2,5248	2,5231	2,5189	2,5281	77,4	Yes	0,0010	0,0008
GG Normal Force (X) 1	[N]	0,0412	0,0409	0,0227	0,0573	24,9	Yes	0,0049	0,0012
GG Normal Force (Y) 1	[N]	2,4695	2,4685	2,4644	2,4746	79,4	Yes	0,0012	0,0009
GG Normal Force (Z) 1	[N]	-0,5239	-0,5204	-0,5257	-0,5136	100	Yes	0,0008	0,0015
GG Force 1	[N]	2,6794	2,6772	2,6732	2,6825	90,4	Yes	0,0009	0,0008
GG Force (X) 1	[N]	0,0411	0,0407	0,0226	0,0570	24,9	Yes	0,0049	0,0012
GG Force (Y) 1	[N]	2,4708	2,4698	2,4657	2,4761	80	Yes	0,0012	0,0009
GG Force (Z) 1	[N]	-1,0357	-1,0324	-1,0374	-1,0261	100	Yes	0,0011	0,0015

Iterations: 821

Analysis interval: 62

No 66

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
GG Min Static Pressure 1	[Pa]	101267,580	101267,479	101267,327	101267,623	100,000	Yes	0,296	4,876
GG Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,050	101325,050	101325,050	101325,050	100,000	Yes	0,000	0,001
GG Max Static Pressure 1	[Pa]	101374,841	101374,941	101374,433	101375,487	100,000	Yes	0,313	3,113
GG Bulk Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,050	101325,050	101325,050	101325,051	100,000	Yes	0,000	0,001
GG Min Total Pressure 1	[Pa]	101267,580	101267,479	101267,327	101267,623	100,000	Yes	0,296	4,876
GG Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,786	101381,786	101381,785	101381,786	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Max Total Pressure 1	[Pa]	101405,782	101405,319	101404,300	101405,819	100,000	Yes	1,519	3,860
GG Bulk Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,786	101381,786	101381,785	101381,786	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Min Dynamic Pressure 1	[Pa]	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000	Yes	0,000	0,000
GG Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,724	56,724	56,723	56,725	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Max Dynamic Pressure 1	[Pa]	77,063	77,059	77,000	77,108	100,000	Yes	0,108	0,115
GG Bulk Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,724	56,724	56,723	56,725	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Normal Force 1	[N]	2,547	2,540	2,532	2,549	100,000	Yes	0,008	0,039
GG Normal Force (X) 1	[N]	-0,004	-0,002	-0,015	0,010	100,000	Yes	0,002	0,006
GG Normal Force (Y) 1	[N]	2,466	2,460	2,452	2,469	100,000	Yes	0,008	0,026
GG Normal Force (Z) 1	[N]	-0,636	-0,634	-0,640	-0,631	100,000	Yes	0,001	0,035
GG Force 1	[N]	2,712	2,705	2,697	2,714	100,000	Yes	0,008	0,042
GG Force (X) 1	[N]	-0,004	-0,002	-0,015	0,010	100,000	Yes	0,002	0,006
GG Force (Y) 1	[N]	2,467	2,461	2,453	2,470	100,000	Yes	0,008	0,026
GG Force (Z) 1	[N]	-1,127	-1,124	-1,130	-1,120	100,000	Yes	0,001	0,045

Iterations: 351

Analysis interval: 61

No 6

No 67

Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
GG Min Static Pressure 1	[Pa]	101270,409	101270,495	101270,305	101270,678	100,000	Yes	0,075	5,995
GG Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,042	101325,042	101325,042	101325,042	100,000	Yes	0,000	0,001
GG Max Static Pressure 1	[Pa]	101385,972	101386,011	101385,858	101386,184	100,000	Yes	0,212	1,612
GG Bulk Av Static Pressure 1	[Pa]	101325,042	101325,042	101325,042	101325,042	100,000	Yes	0,000	0,001
GG Min Total Pressure 1	[Pa]	101270,409	101270,495	101270,305	101270,678	100,000	Yes	0,075	5,995
GG Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,752	101381,753	101381,752	101381,753	100,000	Yes	0,000	0,006
GG Max Total Pressure 1	[Pa]	101404,120	101403,658	101403,184	101404,131	100,000	Yes	0,885	2,473
GG Bulk Av Total Pressure 1	[Pa]	101381,752	101381,753	101381,752	101381,753	100,000	Yes	0,000	0,006
GG Min Dynamic Pressure 1	[Pa]	0,000	0,000	0,000	0,000	100,000	Yes	0,000	0,000
GG Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,699	56,699	56,699	56,700	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Max Dynamic Pressure 1	[Pa]	76,640	76,911	76,380	77,098	100,000	Yes	0,024	0,074
GG Bulk Av Dynamic Pressure 1	[Pa]	56,699	56,699	56,699	56,700	100,000	Yes	0,000	0,005
GG Normal Force 1	[N]	2,919	2,918	2,905	2,931	100,000	Yes	0,005	0,044
GG Normal Force (X) 1	[N]	-0,006	-0,012	-0,026	0,009	43,6	Yes	0,009	0,004
GG Normal Force (Y) 1	[N]	2,791	2,791	2,776	2,802	100,000	Yes	0,005	0,029
GG Normal Force (Z) 1	[N]	-0,855	-0,854	-0,862	-0,847	100,000	Yes	0,001	0,045
GG Force 1	[N]	3,133	3,133	3,122	3,146	100,000	Yes	0,005	0,050
GG Force (X) 1	[N]	-0,006	-0,012	-0,026	0,008	44,000	Yes	0,009	0,004
GG Force (Y) 1	[N]	2,789	2,789	2,774	2,800	100,000	Yes	0,005	0,029
GG Force (Z) 1	[N]	-1,428	-1,428	-1,437	-1,420	100,000	Yes	0,001	0,054

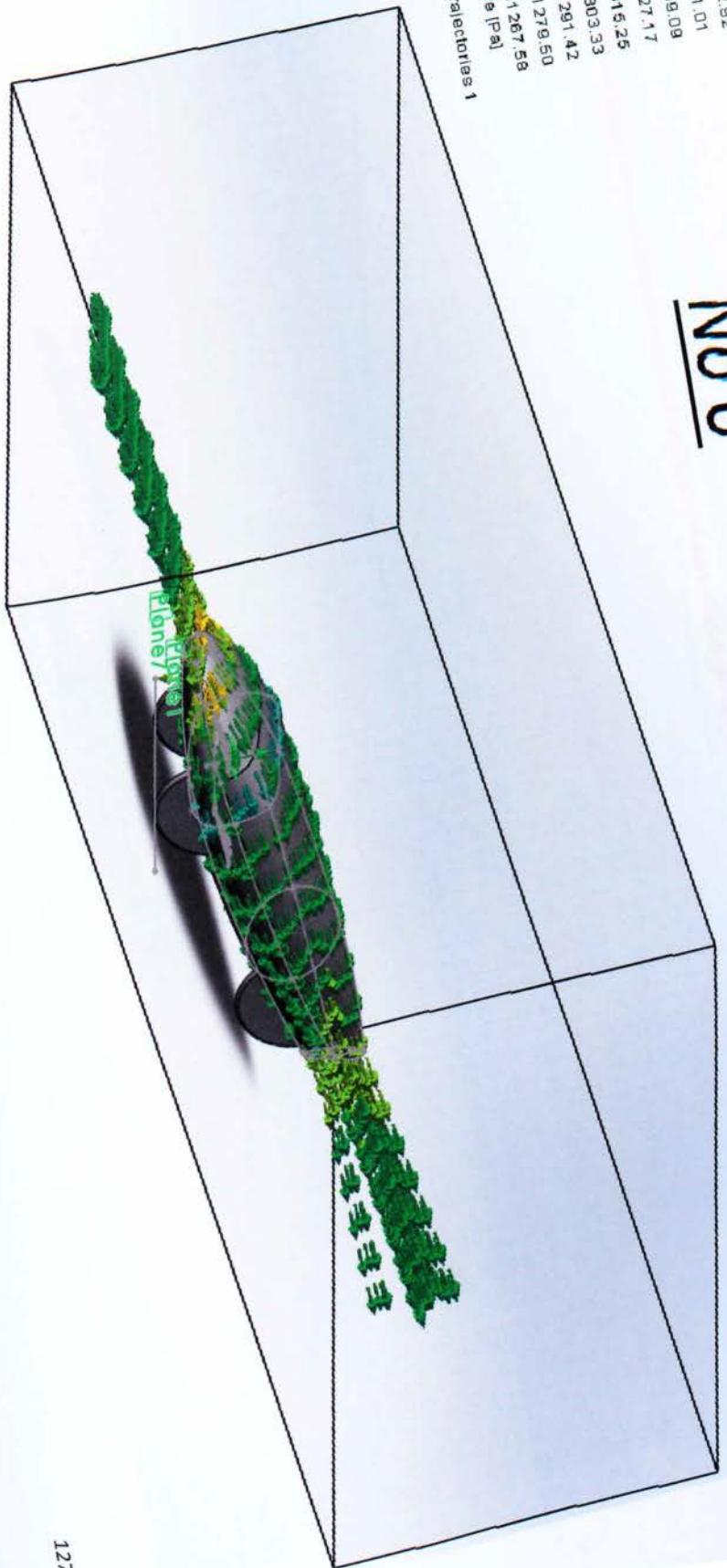
Iterations: 404

Analysis interval: 58

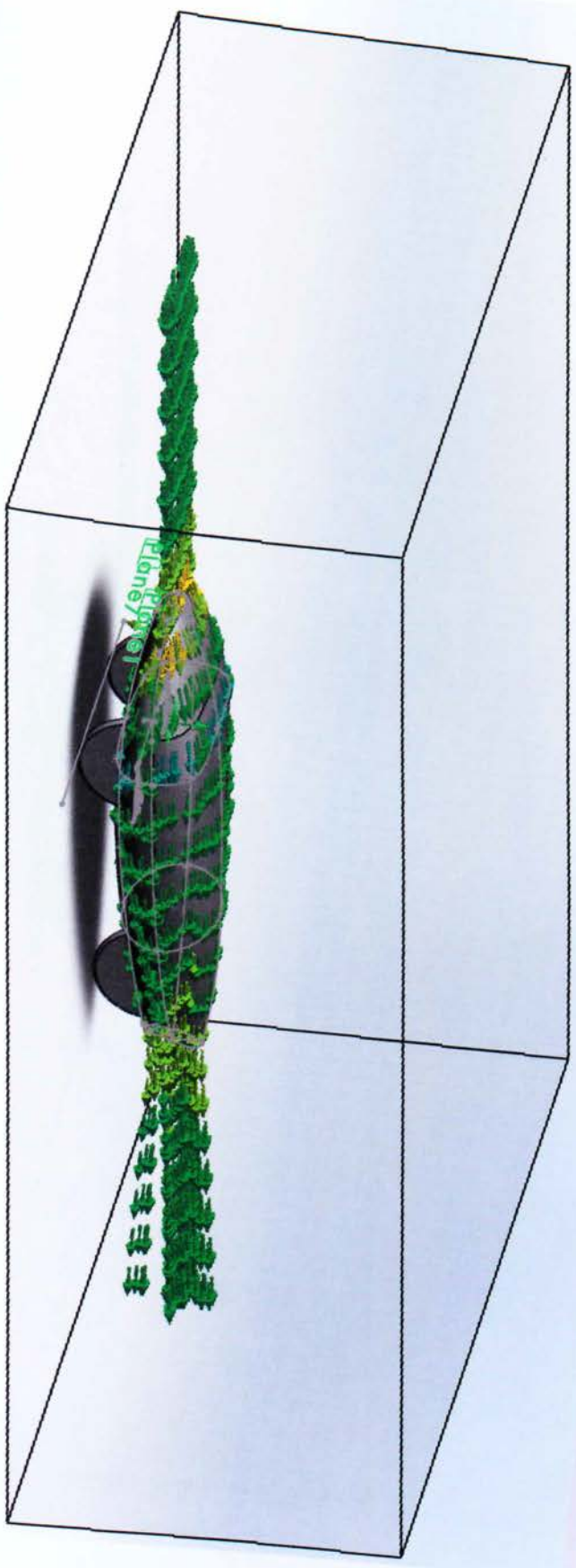
No 6

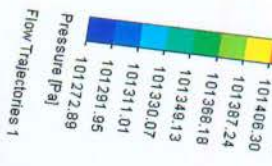
101374.84
101362.82
101351.01
101338.09
101327.17
101316.25
101303.33
101291.42
101278.50
101267.58

Pressure (Pa)
Flow Trajectories 1

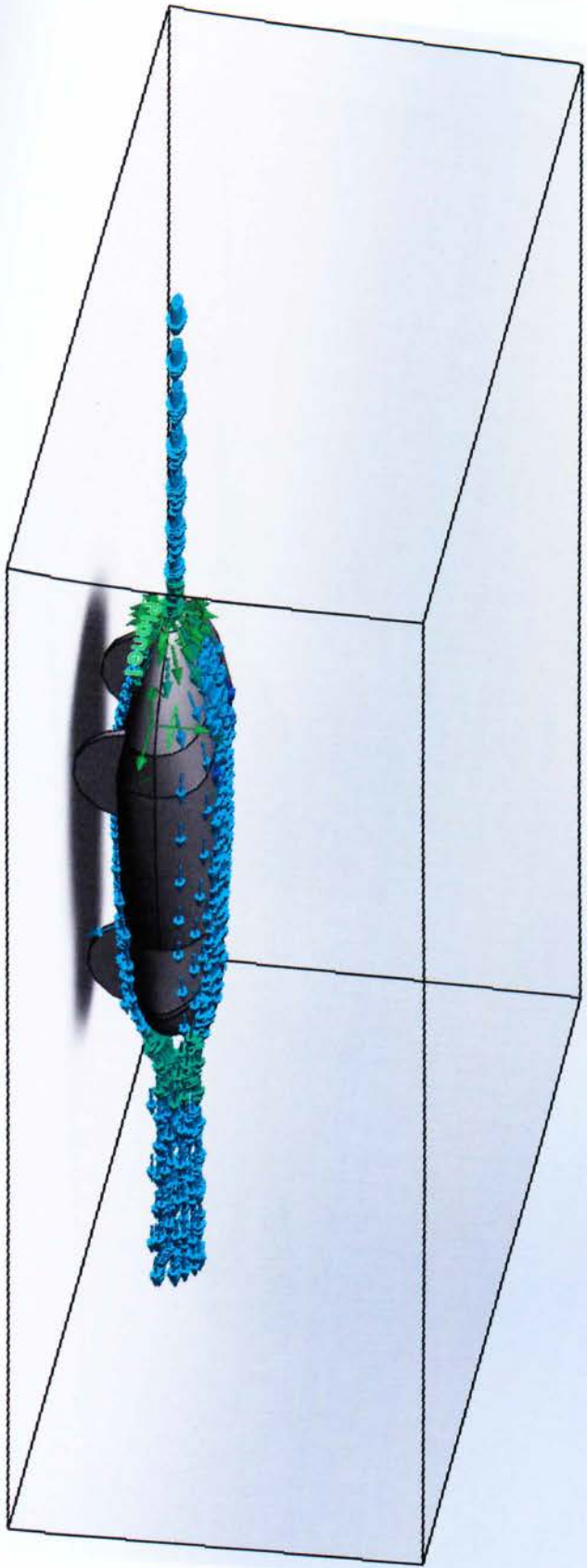


101 303,33
101 291,42
101 279,50
101 267,58
Pressure [Pa]
Flow Trajectories 1



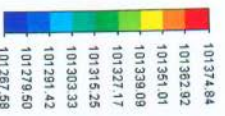


Flow Trajectories 1



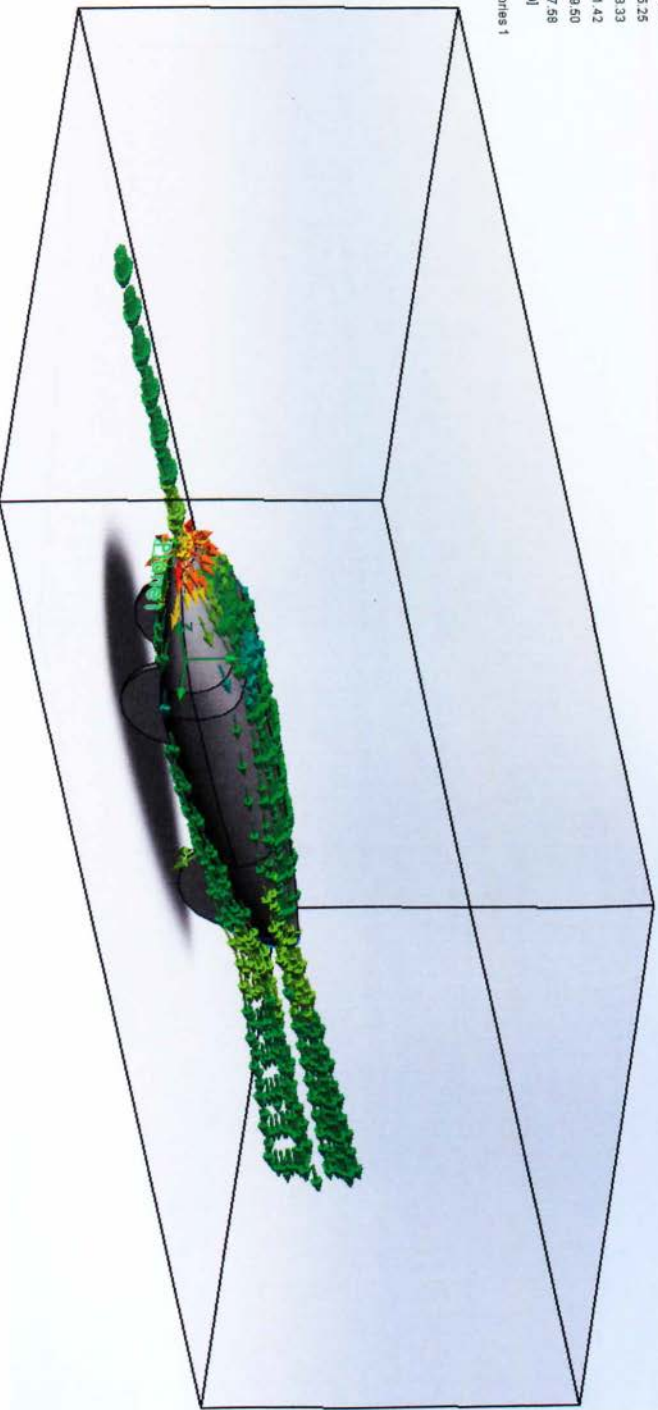
No 8

No 66

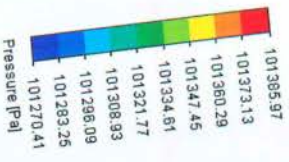


Pressure (Pa)

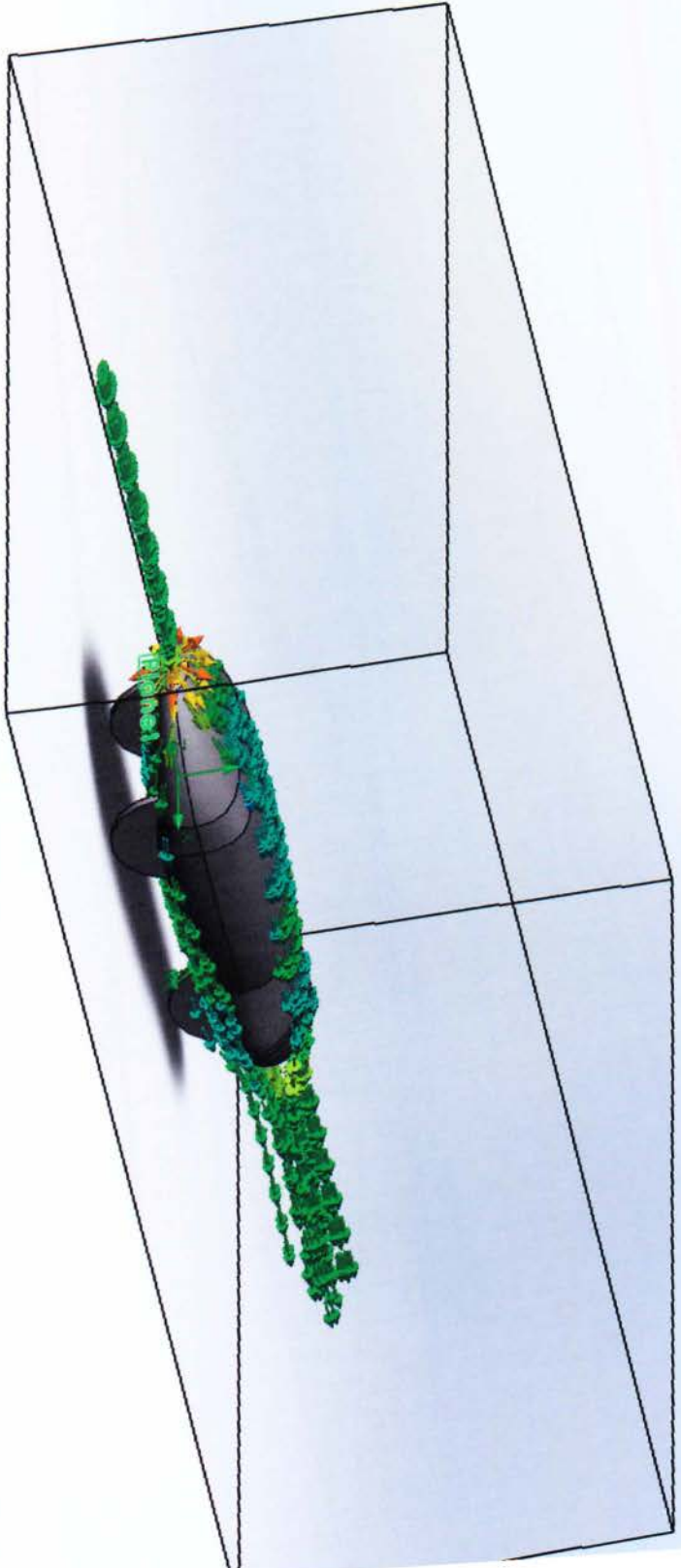
Flow Trajectories 1



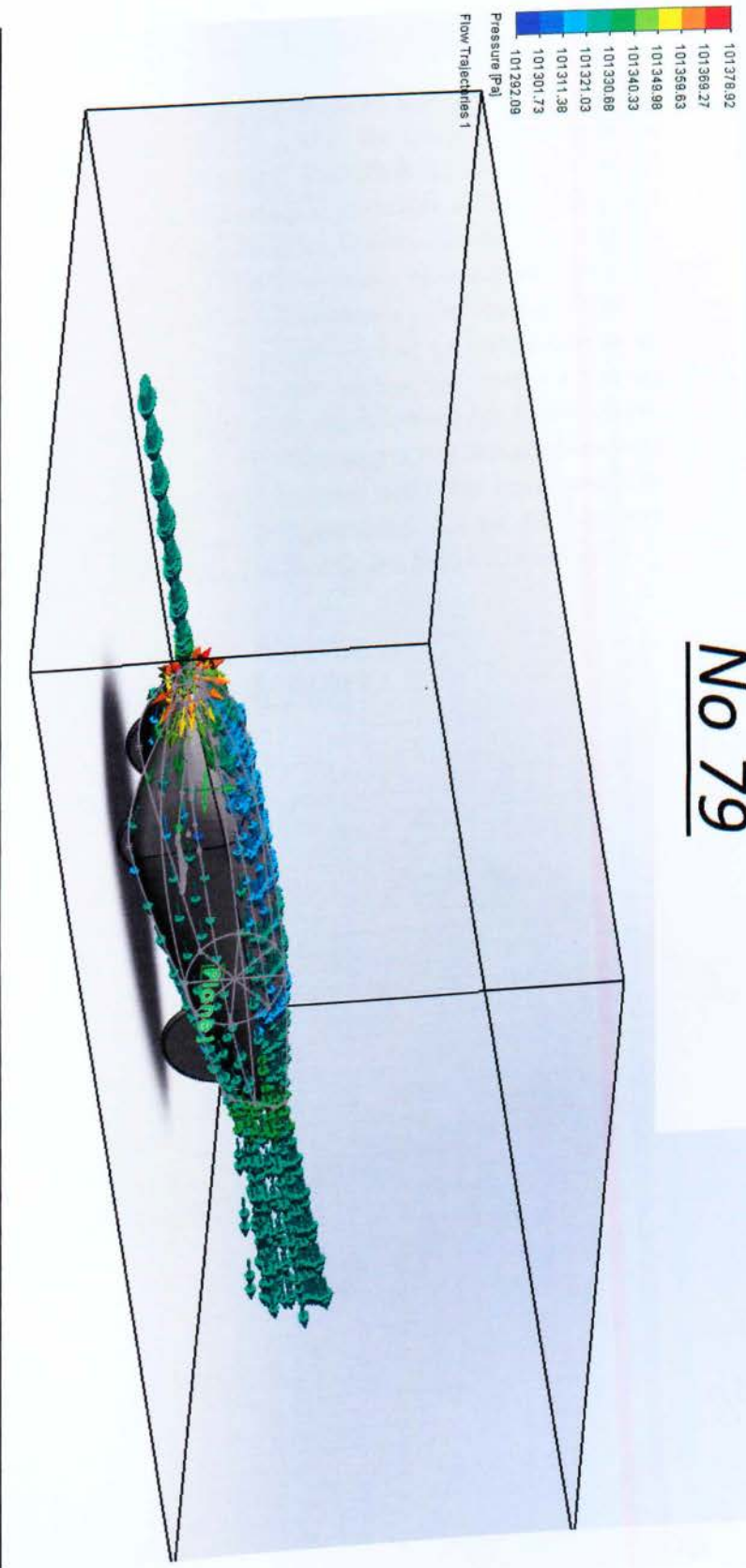
No 67



Flow Trajectories 1



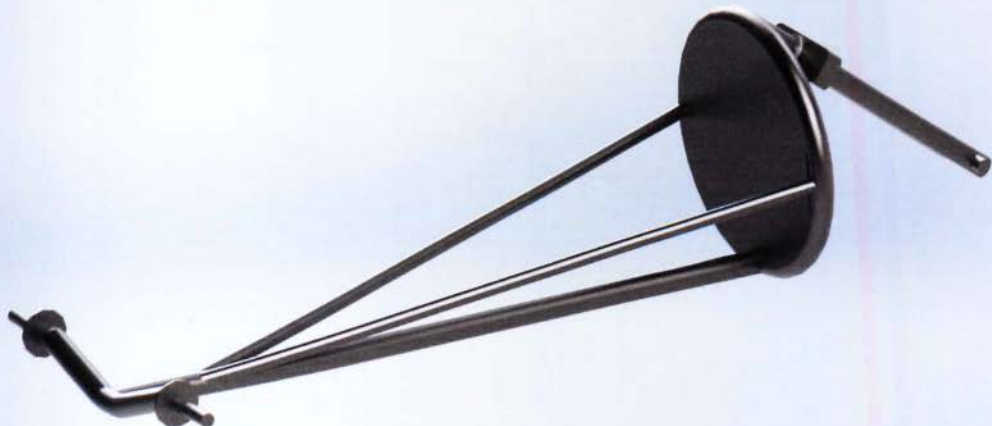
No 79

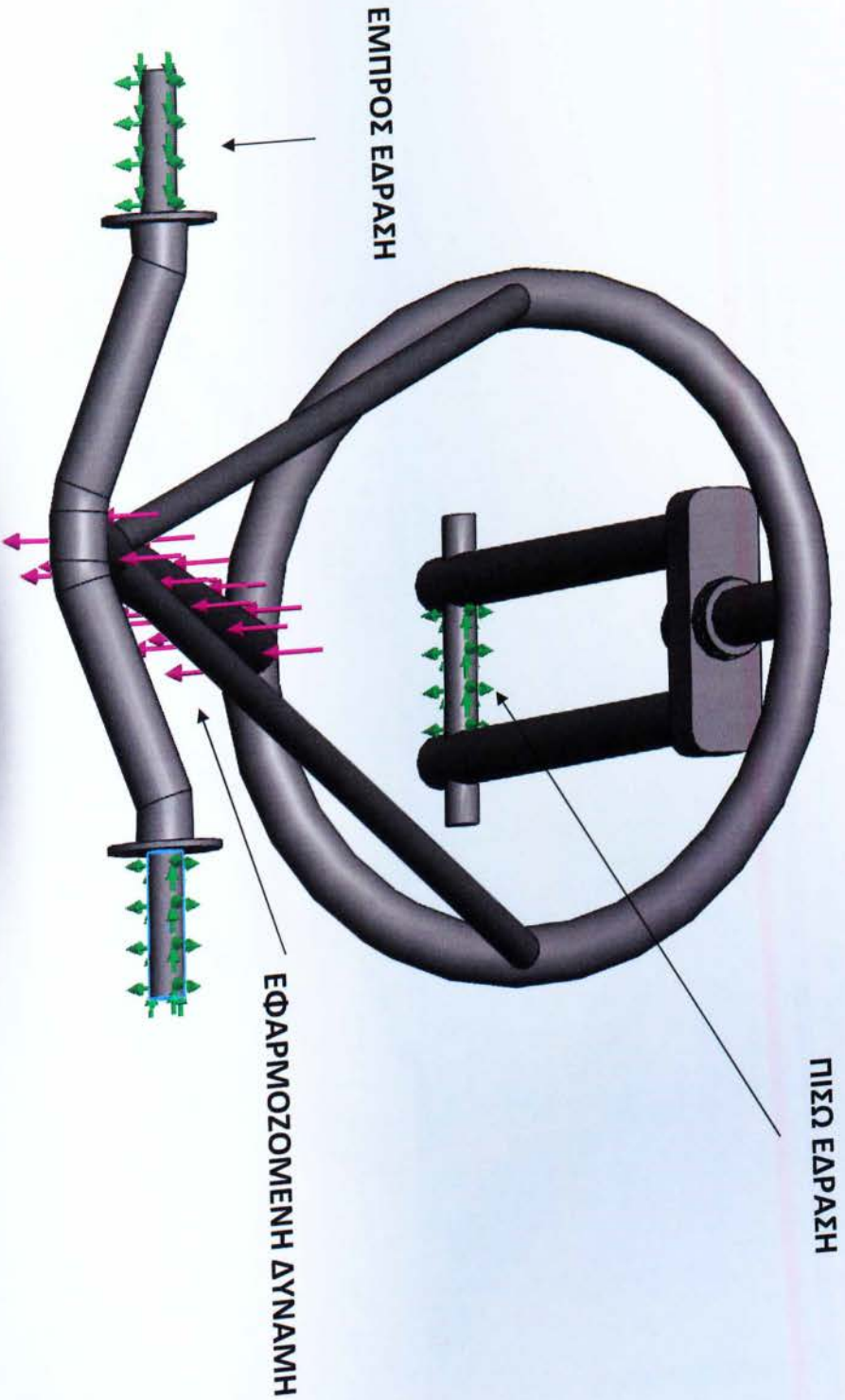


ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Σε αυτό το κομμάτι στόχος ήταν να μελετήσουμε το πλαίσιο μας, ως προς την αντοχή του. Για μια πιο ολοκληρωμένη μελέτη θα έπρεπε να μελετηθεί σε δυναμική, παρόλα αυτά για απλούστευση επιλέχθηκε ο έλεγχος σε στατική καταπόνηση. Τα σημεία όπου τοποθετήσαμε τις σταθερές εδράσεις (πάκτωση), ήταν οι επιφάνειες έδρασης των τροχών με το πλαίσιο (φαίνονται σε επόμενο σχήμα). Έπειτα, επιβάλλαμε σταθερή δύναμη η οποία εφαρμοζόταν στον κύριο σωλήνα του πλαισίου, θεωρήσαμε ότι ήταν κατακόρυφη (στην πραγματικότητα το βάρος του οδηγού) και υπολογίσαμε το μέτρο της, μαζί με κάποιο συντελεστή ασφαλείας, στα 700N. Παρακάτω φαίνονται εικόνες με τους συντελεστές ασφαλείας, κατανομή των τάσεων καθώς και τη παραμόρφωση που υπέστη κάθενα από τα τρία πλαίσια. Να σημειωθεί ότι, στα διάγραμμα των παραμορφώσεων οι μεγάλες μετατοπίσεις που φαίνονται, δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, καθώς το ίδιο το πρόγραμμα πραγματοποιεί μεγέθυνση τους για πιο αντιληπτά αποτελέσματα. Ενδεικτικά παρουσιάζουμε το πλαίσιο από HK31A-H24 παρακάτω.

ΑΡΧΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ





ΕΜΠΡΟΣ ΕΔΡΑΣΗ

ΕΦΑΡΜΟΖΟΜΕΝΗ ΔΥΝΑΜΗ

ΠΙΣΩ ΕΔΡΑΣΗ

Model name: Assem1
Study name: Study 1
Plot type: Factor of Safety Factor of Safety1
Criterion: Automatic
Factor of safety distribution: Min FOS = 2.1

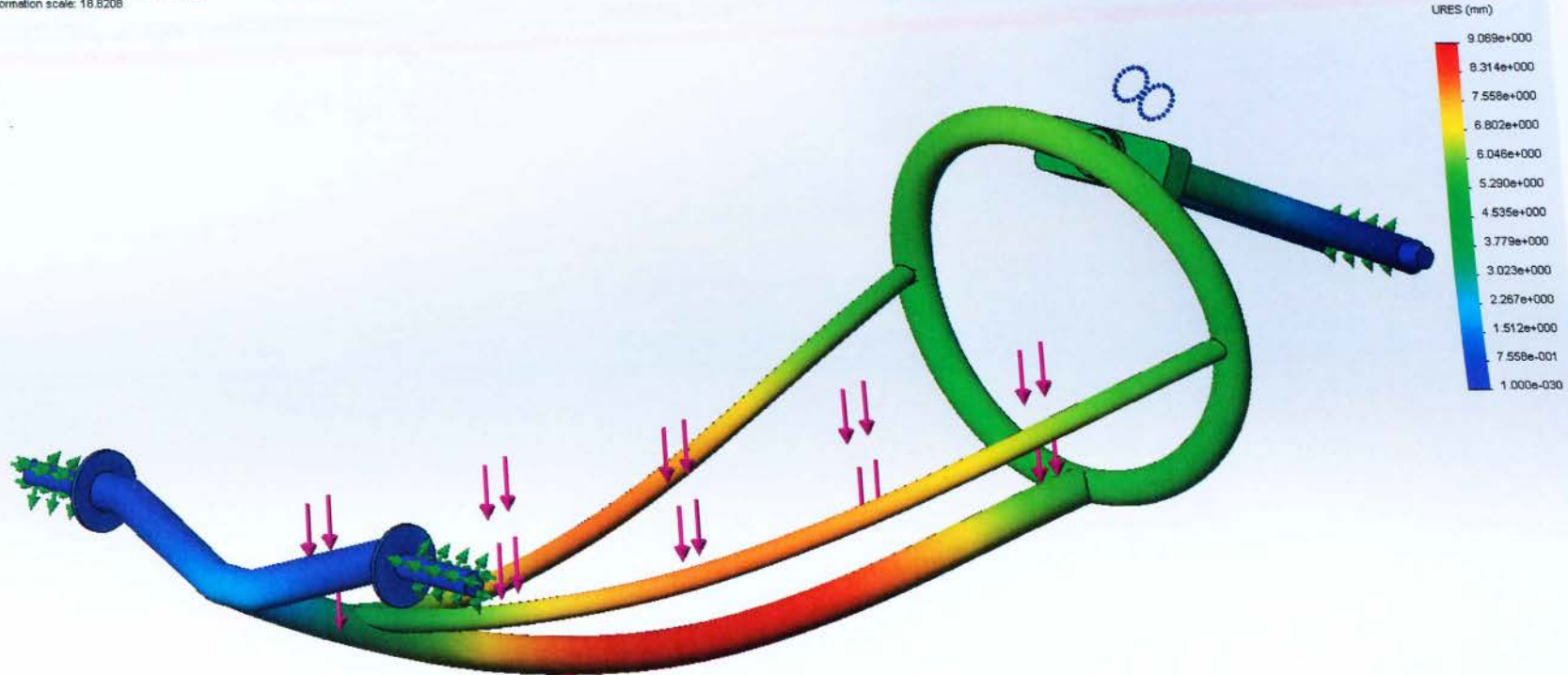
HK31A-H24



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

HK31A-H24

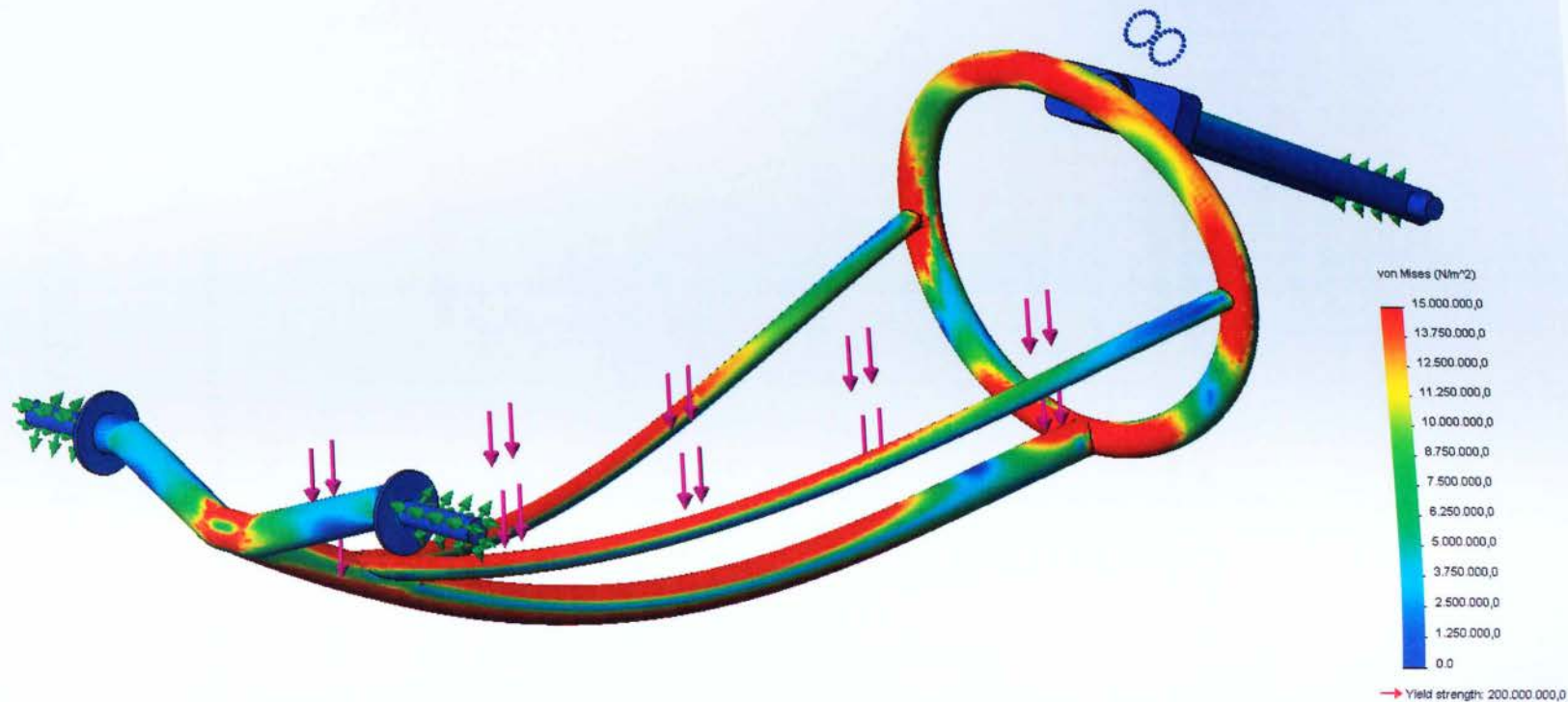
Model name: Assent1
Study name: Study 1
Plot type: Static displacement Displacement1
Deformation scale: 18.6208



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΑΣΕΩΝ

Model name: Assem1
Study name: Study 1
Plot type: Static nodal stress Stress1
Deformation scale: 18.8208

HK31A-H24

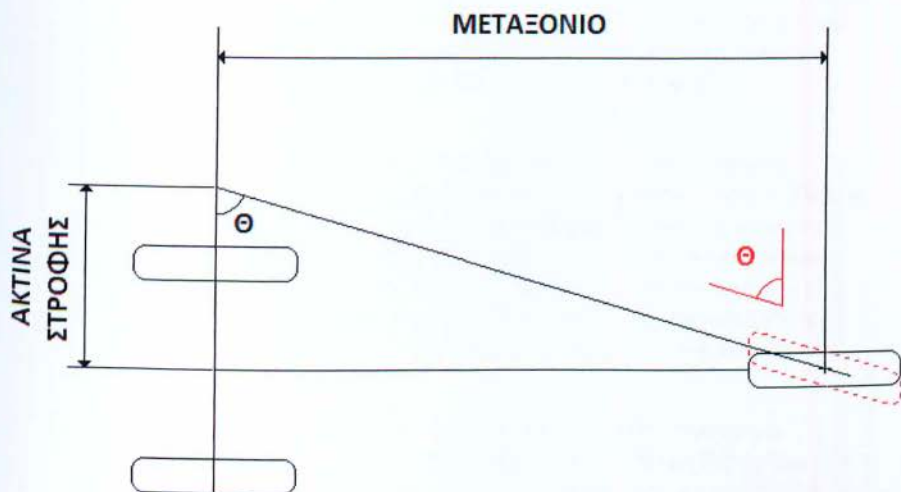


ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Υπολογισμός γωνίας στροφής του πίσω τροχού

Μεταξόνιο: 1750 mm = 1,750 m

Ακτίνα στροφής: 6 m



Οπότε η γωνία θ θα υπολογιστεί από την εφαπτομένη, άρα:
 $\tan\theta = \text{μεταξόνιο} / \text{ακτίνα στροφής} = 1,750/6 = 0,2916667$

$$\theta = 16,26^\circ$$

ΕΠΙΛΟΓΗ ΧΡΗΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Στην εργασία μας, έπρεπε να γίνει τεχνικο-οικονομική μελέτη για ένα πρότυπο ηλεκτροκίνητο όχημα. Για να ολοκληρωθεί το κεφάλαιο του πλαισίου πέραν του σχεδιασμού του, έπρεπε να επιλεγεί και το κατάλληλο υλικό όπου θα μας προσέδιδε την μηχανική αντοχή για τις καταπονήσεις στις οποίες θα υποβαλλόταν, καθώς επίσης και την οικονομικότερη δυνατή επιλογή για τα υποψήφια αυτά υλικά. Η τελική επιλογή για τα υλικά αυτά θα προκύπτει από ένα "Διάγραμμα S", όπου η λύση η οποία θα συνδυάζει κατά το βέλτιστο, τις δύο μας αυτές απαιτήσεις θα είναι και η τελική.

Ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας που χρειαζόμαστε έχει την τιμή 3(FOS=3). Με βάση τις ονομαστικές τιμές που έχουμε για τα υποψήφια υλικά το κράμα Μαγνησίου αναμένουμε ότι θα χρειαστεί το περισσότερο υλικό σε σχέση με τα άλλα δύο κράματα Τιτανίου και Αλουμινίου, ώστε να μας δώσει τον επιθυμητό συντελεστή ασφαλείας 3.

Πραγματοποιούμε την προσομοίωση για το κράμα Μαγνησίου ώστε ο συντελεστής ασφαλείας να είναι ίσος με 3, όπως είπαμε προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή μας δίνει την μάζα από την ποσότητα του υλικού, η οποία είναι **3,562 kg**. Διατηρώντας στο σχήμα μας τις διαστάσεις που προέκυψαν από την προσομοίωση στο Μαγνήσιο, επαναλαμβάνουμε για τα δύο άλλα κράματα. Το κράμα του Τιτανίου προέκυψε με συντελεστή ασφαλείας 11 και μάζα 8,814 kg και του Αλουμινίου με συντελεστή ασφαλείας 6,9 και μάζα 5,592 kg. Οι αρχικές μας υποθέσεις λοιπόν επαληθεύονται και έτσι συνεχίζουμε την διαδικασία μας.

Στόχος μας είναι η ελαχιστοποίηση του βάρους και κατ' επέκταση του κόστους, με παράλληλη διατήρηση του συντελεστή ασφαλείας στην επιθυμητή τιμή. Για τον λόγο αυτό, μειώνουμε τις διατομές στα δύο υλικά όπου υπάρχουν τα περιθώρια για αυτήν την μείωση μέχρι το σημείο που ο ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας θα είναι 3. Επαναλαμβάνουμε τις προσομοιώσεις για τα δύο υλικά από τις οποίες και προκύπτουν οι παρακάτω τιμές:

μάζα Τιτάνιο: **5,569 kg**

μάζα Αλουμίνιο: **4,350 kg**

Στην αγορά, σύμφωνα με μια σύντομη έρευνα που διεξάχθηκε, οι τιμές των τριών υλικών είναι οι εξής:

Τιτάνιο : 80 €/kg

Αλουμίνιο : 10 €/kg

Μαγνήσιο : 20 €/kg

Οι τιμές λοιπόν που προκύπτουν για τα πλαίσια αυτά είναι οι εξής:

Πλαίσιο Τιτανίου : 445,52 €

Πλαίσιο Αλουμινίου : 43,5 €

Πλαίσιο Μαγνησίου : 71,24 €

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ**

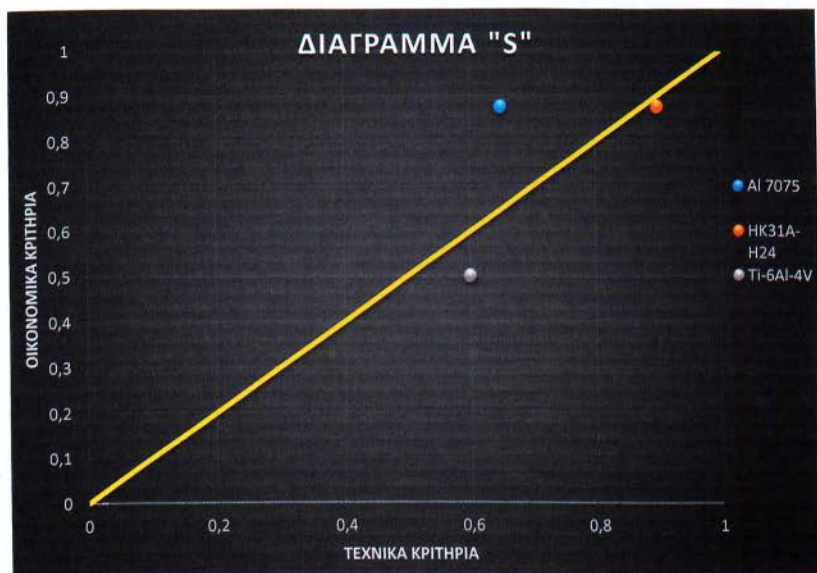
α/α	Κριτήρια αξιολόγησης	g	7075		HK31A-H24		Ti-6Al-4V	
			P	(P)	P	(P)	P	(P)
1	Χαμηλό Βάρος	3	3	9	4	12	2	6
2	Κατεργασιμότητα υλικού	2	2	4	3	6	3	6
	P _{id} =	Σ		13		18		12
	Wt			0,65		0,9		0,6

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ**

α/α	Κριτήρια αξιολόγησης	7075	HK31A-H24	Ti-6Al-4V
		P	P	P
1	Κόστος αγοράς	4	3	1
2	Κόστος διαμόρφωσης	3	4	3
	P _{id} =	7	7	4
	Wt	0.875	0.875	0.5

Με την συμπλήρωση των πινάκων ακολουθεί και η κατασκευή του "Διαγράμματος S".

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ S



Με την κατασκευή του "Διαγράμματος S" παρατηρούμε ότι όλες τις προϋποθέσεις τις πληροί το κράμα μαγνησίου και γι' αυτό θα είναι και η τελική μας επιλογή.

ΣΧΟΛΙΑ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της εργασίας ήταν να οδηγηθούμε μέσω της κατασκευαστικής μεθοδολογίας σε μια σταδιακή επίλυση του προβλήματος. Με βάση τον Πίνακα Προδιαγραφών προχωρήσαμε στο στάδιο της αφαίρεσης για να προσδιορίσουμε το κύριο πρόβλημα χωρίς προκατάληψη για το είδος της κατασκευαστικής επίλυσης. Στη συνέχεια δημιουργήσαμε τη δομή λειτουργίας για να προχωρήσουμε σε εύρεση επιμέρους λύσεων για τις κύριες λειτουργίες του προβλήματος.

Παρακάτω θα παρατεθούν οι δυσκολίες και οι επιλογές που έγιναν, κυρίως καταγράφοντας την πορεία που ακολουθήθηκε στην εύρεση των επιμέρους λύσεων μέσω διαισθητικών και συμπερασματικών μεθόδων ως ην εύρεση της τελικής ολικής λύσης.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Ξεκινώντας λοιπόν την μελέτη, είχαμε ένα πολύ γενικό και αόριστο πρόβλημα το οποίο έπρεπε να καθοριστεί με σαφήνεια, έτσι για το όχημα έπρεπε να δημιουργηθεί πίνακας προδιαγραφών στον οποίο να καταγράφονται οι απαιτήσεις και οι επιθυμίες. Οι απαιτήσεις λοιπόν προέκυψαν από τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί το όχημα για να μπορεί να λάβει μέρος στον διαγωνισμό SHELLECOMARATHON. Πρώτα μεταφράστηκαν όλες οι απαραίτητες προδιαγραφές ώστε να τοποθετηθούν σαν απαιτήσεις στον πίνακα προδιαγραφών και στην συνέχεια τοποθετήθηκαν ορισμένες επιθυμίες για το όχημα οι οποίες να το καθιστούν όσο το δυνατόν πιο ανταγωνιστικό.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Για το σχεδιασμό του πλαισίου καταγράφονται αρχικά οι διαισθητικές λύσεις μέσω της διαδικασίας του brainstorming. Με το τέλος της διαδικασίας του brainstorming έπρεπε στα πλαίσια εύρεσης νέων λύσεων μέσω συστηματικού συνδυασμού επιμέρους χαρακτηριστικών να δημιουργηθούν μήτρες ταξινόμησης για επιμέρους λειτουργίες και να εκλεγούν απόψεις ταξινόμησης οι οποίες να μας παράγουν λύσεις που να συμπεριλαμβάνουν τα βασικά χαρακτηριστικά των τεσσάρων αρχικών λύσεων. Εξ ορισμού η μήτρα ταξινόμησης φτιάχνεται για να αποδίδει λύσεις με το συνδυασμό χαρακτηριστικών των αρχικών λύσεων. Στην περίπτωση του σχεδιασμού πλαισίου ο συνδυασμός αυτός πρέπει να γίνει μεταξύ πλαισίων. Η συνεργασία των χαρακτηριστικών των σχημάτων από τη φύση της επιφέρει πολύ

μεγάλες δυσκολίες, καθώς τα περισσότερα σχήματα έχουν πάρα πολλές ιδιομορφίες. Έπρεπε λοιπόν, να βρεθεί μια λύση, προκειμένου να συνδυαστούν όλα τα σχήματα και να αποδώσουν λύσεις, που να πληρούν το βασικό στόχο, δηλαδή το χαμηλό αεροδυναμικό συντελεστή. Οι λύσεις που είχαμε δεν μπορούσαν να συνεργαστούν μεταξύ τους σε επιμέρους τεμάχια, έτσι η αρχική σκέψη να "σπάσουμε" το όχημα σε δύο κομμάτια δεν θα ήταν επαρκής σαν ιδέα καθώς, οι λύσεις δε θα ήταν επαρκείς σε ποσότητα αλλά ούτε και σε ποιότητα. Έτσι χωρίσαμε το όχημα σε τέσσερα μέρη (εμπρός, κάθισμα, κινητήριο σύστημα, οπίσθιο) προκειμένου να συνδυάσουμε τις λύσεις μεταξύ τους. Με αυτόν τον τρόπο πετύχαμε ικανοποιητική συνεργασία των, προς ένωση σχημάτων και ικανοποιητικό ποιοτικό αριθμό λύσεων που θα μπορούσαν να προκύψουν.

Όμοια, αντιμετωπίσαμε εγγενείς δυσκολίες στην δημιουργία μητρώων ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης, πείδησης και μετάδοσης κίνησης τα οποία προβλήματα θα αναλυθούν παρακάτω.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Για το σύστημα διεύθυνσης από την πρώτη στιγμή υπήρχε το δίλημμα αν θα το τοποθετούσαμε εμπρός ή πίσω, έτσι η εκλογή μίας εκ των απόψεων ταξινόμησης έγινε πάρα πολύ εύκολα. Κάποιες πολύ συγκεκριμένες λύσεις που κυκλοφορούν πολλά χρόνια τώρα στα συστήματα διεύθυνσης μας οδήγησαν στις επόμενες δύο απόψεις ταξινόμησης. Οι δύο αυτές απόψεις ταξινόμησης αφορούν τον τρόπο μεταφοράς ενέργειας από το τιμόνι στους τροχούς και η δεύτερη είναι το ίδιο το τιμόνι και ποιες παραλλαγές μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτό. Η δυσκολία που αντιμετωπίστηκε σε αυτήν την μήτρα ταξινόμησης ήταν η εύρεση της τέταρτης άποψης. Παρατηρώντας τις λύσεις που προτάθηκαν στο Brainstorming βρέθηκε μια ακόμα διαφορά η οποία κρίθηκε σημαντική. Αυτή αφοράστη διάταξη που θα έχει η κατάληξη του συστήματος διεύθυνσης. Για να μπορεί να ξεχωρίσει η κάθε μία επιλογή ονομάσαμε το πρώτο είδος από τις λύσεις ως "τύπου 1", το δεύτερο ως "τύπου 2" κ.ο.κ.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Για το σύστημα πέδησης παρατηρήθηκαν οι διαφοροποιήσεις των λύσεων από το Brainstorming και οι διαφορές αυτές, πέραν της ενέργειας που χρησιμοποιείται καθ'όλην τη διαδικασία του φρεναρίσματος, βρέθηκαν στην πορεία από την στιγμή που θα χρησιμοποιήσει ο οδηγός το φρένο μέχρι την στιγμή που θα αρχίσει να φρενάρει το όχημα. Με τον διαχωρισμό λοιπόν, της πορείας αυτής σε τρία τμήματα προέκυψαν οι υπόλοιπες απόψεις ταξινόμησης για να ολοκληρωθεί η μήτρα. Έτσι λοιπόν τα τμήματα τα οποία επιλέχθηκαν να χωριστούν ονομάστηκαν "Χαρακτηριστικό1", "Χαρακτηριστικό2" και "Χαρακτηριστικό3" ξεκινώντας την αρίθμηση από την αντίδραση του οδηγού και καταλήγοντας στους τροχούς.

Χαρακτηριστικό 1 : Στοιχείο πέδησης (οδηγός)

Χαρακτηριστικό 2 : Οδηγός-τροχός

Χαρακτηριστικό 3 : Στοιχείο πέδησης (τροχός)

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ

Στις λύσεις της μετάδοσης κίνησης η εύρεση απόψεων ταξινόμησης έγινε με τον ίδιο τρόπο όπως και στις προηγούμενες. Η πρώτη (ενέργεια) άποψη ταξινόμησης βρέθηκε με την διαφοροποίηση των λύσεων στην ενέργεια, σε μηχανική και ηλεκτρομαγνητική. Η δεύτερη(μέσο μετάδοσης) ήταν η μετάδοση της κίνησης στο σύστημα, δηλαδή αλυσίδα,μάντας,κλπ. Η τρίτη(βαθμίδα) βρέθηκε λόγω των διαφοροποιήσεων σε μονοβάθμιο, πολυβάθμιο ή απευθείας πάνω στον τροχό, μετάδοση της κίνησης. Η τέταρτη(άξονας μετάδοσης) βρέθηκε από το αν η ισχύς θα μεταφέρεται στον άξονα απευθείας στο κέντρο ή αν θα μεταφέρεται περιμετρικά του(αξονικά, περιμετρικά).

ΠΙΝΑΚΑΣ ZWICKY

Με χρήση του μορφολογικού πίνακα Zwicky συνδυάσαμε τις καλύτερες λύσεις των επιμέρους λειτουργιών προκειμένου να προκύψουν ολικές λύσεις για την κατασκευή μας. Από τον συνδυασμό των μερικών λύσεων όμως θα προέκυπτε μεγάλος αριθμός ολικών λύσεων από τις οποίες θα έπρεπε να ξεχωρίσουμε τις βέλτιστες. Για να γίνει η επιλογή αυτή χρησιμοποιήθηκαν κριτήρια συμβιβαστότητας ώστε να γίνουν οι κατάλληλοι συνδυασμοί και να προκύψουν οι καλύτερες ολικές λύσεις. Από το συνδυασμό των λύσεων αυτών προέκυψαν εννιάτελικέςολικέςλύσεις.

ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ

Μετά το σχεδιασμό και τον έλεγχο του πλαισίου σε στατική καταπόνηση σειρά είχε η ελαχιστοποίηση του βάρους. Σκοπός ήταν, η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση του βάρους με παράλληλη διατήρηση της αντοχής του οχήματος, κάτι το οποίο μπορούσε να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση προγράμματος στον Η/Υ. Έτσι λοιπόν για την πραγματοποίηση της το πρόγραμμα χρειαζόταν ορισμένα δεδομένα. Έπρεπε λοιπόν, να θέσουμε ορισμένες μεταβλητές, σταθερά μεγέθη και φυσικά το στόχο και μέσα από μια σειρά επαναλήψεων το πρόγραμμα θα μας έδινε το αποτέλεσμα. Ως μεταβλητές ορίσαμε τις διαστάσεις εκείνων των σημείων του πλαισίου, στα οποία παρατηρήθηκε υψηλός συντελεστής ασφαλείας. Πιο συγκεκριμένα αυτά ήταν:

A) Οι δύο πλάγιοι σώληνες, ανάμεσα στους οποίους ήταν ο κύριος σωλήνας του πλαισίου,

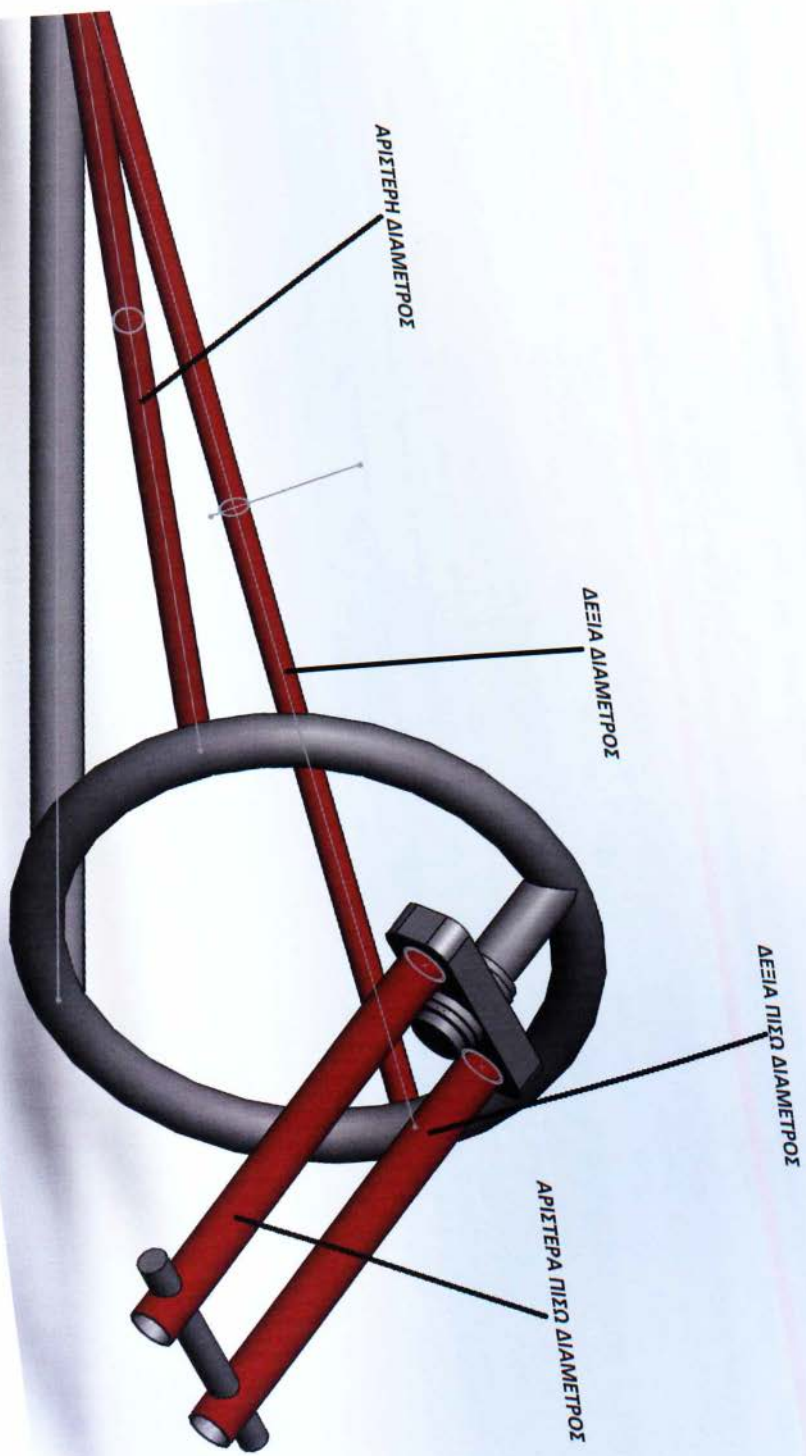
B) Τα δύο κάθετα σωληνωτά τμήματα που συνδέονται με τον άξονα του τροχού

Στις μεταβλητές αυτές θέσαμε ένα εύρος τιμών, με μεγαλύτερη την τιμή που είχε εκείνη τη στιγμή η κάθε διάσταση. Ως μικρότερη θέσαμε μία τιμή βάσει τυποποιημένων σωληνών.

Έπειτα ως σταθερό μέγεθος επιλέξαμε το συντελεστή ασφαλείας, τον οποίο και θέσαμε μεγαλύτερο του 2,4 καθ' όλη τη διάρκεια των επαναλήψεων που θα πραγματοποιούσε το πρόγραμμα.

Τέλος στόχος δεν ήταν άλλος από την ελαχιστοποίηση της μάζας του πλαισίου.

Παρακάτω φαίνονται ο αριθμός των επαναλήψεων που εκτέλεσε το πρόγραμμα και τα αποτελέσματα κάθεμας από αυτές:



	Τρέχων	Αρχικό	Ιδανικό	1η επανάληψη	2η επανάληψη	3η επανάληψη	4η επανάληψη	5η επανάληψη	6η επανάληψη	7η επανάληψη
δεξιά διάμετρος	24mm	26mm	24mm	26mm	26mm	24mm	24mm	25mm	25mm	25mm
αριστερή διάμετρος	24mm	26mm	24mm	26mm	24mm	26mm	24mm	25mm	25mm	25mm
πίσω αριστερή διάμετρος	37mm	40mm	37mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	40mm	40mm	37mm
πίσω δεξιά διάμετρος	37mm	40mm	37mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	40mm	37mm	40mm
ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας	2.573.985	2.89	2.573.985	2.605.655	2.691.116	2.612.009	2.574.119	2.637.129	2.636.962	2.636.965
βάρος	3404.25 g	3476 g	3404.25 g	3563.21 g	3551.36 g	3428.63 g	3416.79 g	3500.74 g	3488.22 g	3488.22 g

	8η επανάληψη	9η επανάληψη	10η επανάληψη	11η επανάληψη	12η επανάληψη	13η επανάληψη	14η επανάληψη
δεξιά διάμετρος	25mm	26mm	26mm	24mm	24mm	25mm	25mm
αριστερή διάμετρος	25mm	25mm	25mm	25mm	25mm	26mm	26mm
πίσω αριστερή διάμετρος	37mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	40mm	37mm
πίσω δεξιά διάμετρος	37mm	40mm	37mm	40mm	37mm	38.5mm	38.5mm
ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας	2.636.770	2.684.398	2.684.229	2.603.796	2.603.649	2.656.333	2.656.011
βάρος	3475.69 g	3563.58 g	3551.05 g	3429 g	3416.48 g	3500.37 g	3487.84 g

	16η επανάληψη	17η επανάληψη	18η επανάληψη	19η επανάληψη	20η επανάληψη	21η επανάληψη	22η επανάληψη
δεξιά διάμετρος	25mm	26mm	26mm	24mm	24mm	25mm	25mm
αριστερή διάμετρος	24mm	25mm	25mm	25mm	25mm	26mm	26mm
πίσω αριστερή διάμετρος	37mm	40mm	37mm	40mm	37mm	38.5mm	38.5mm
πίσω δεξιά διάμετρος	38.5mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	38.5mm	40mm	37mm
ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας	2.615.158	2.684.384	2.684.238	2.603.787	2.603.651	2.656.169	2.656.061
βάρος	3476 g	3563.59 g	3551.06 g	3429.01 g	3416.49 g	3500.35 g	3487.83 g

	23η επανάληψη	24η επανάληψη	25η επανάληψη
δεξιά διάμετρος	25mm	25mm	25mm
αριστερή διάμετρος	24mm	24mm	25mm
πίσω αριστερή διάμετρος	38.5mm	38.5mm	38.5mm
πίσω δεξιά διάμετρος	40mm	37mm	38.5mm
ελάχιστος συντελεστής ασφαλείας	2.615.825	2.615.213	2.636.949
βάρος	3488.52 g	3475.99 g	3488.23 g

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Η μελέτη βελτιστοποίησης του οχήματος επιτεύχθηκε κάνοντας χρήση προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα σχεδιασμού και καταπονήσεων Solidworks. Εκεί το όχημα σχεδιάστηκε και στη συνέχεια πέρασε στη διαδικασία της βελτιστοποίησης.

Σε όλη αυτή τη διαδικασία της μελέτης παρατηρήθηκαν τα εξής:

- Αρχικά η διαδικασία της βελτιστοποίησης δεν μπορούσε να επιτευχθεί λόγω των πολλών μεταβλητών, άρα και πολλών επαναλήψεων. Έτσι για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος οι επαναλήψεις πραγματοποιήθηκαν σε ορισμένα τμήματα του οχήματος, στα οποία ο συντελεστής ασφαλείας ήταν υψηλός.
- Οι διαστάσεις του οχήματος ήταν μεταβλητές και λόγω της σχέσης μεταξύ τους, δεν επιτρεπόταν η χρήση επαναλήψεων. Αυτό προκύπτει διότι υπάρχει ένα εύρος διαστάσεων το οποίο είναι συγκεκριμένο. Έτσι παραδείγματος χάρη προέκυπτε εξωτερική διάμετρος μικρότερη της εσωτερικής, πράγμα αδύνατο.
Για την αντιμετώπιση του παρόντος προβλήματος ορισμένες από τις διαστάσεις διαμορφώθηκαν με παρέμβαση μας, συγκριτικά με κάποιες άλλες.
Για παράδειγμα εάν έχουμε τις διαστάσεις L_1 και L_2 αντίστοιχα (με $L_1 > L_2$ βάσει ιδιομορφίας του οχήματος που επιθυμούμε) με τη διάσταση L_1 γνωστή, θα ορίζαμε τη διάσταση L_2 ως $L_1 - 2\text{mm}$. Έτσι βάσει του παραδείγματος αυτού η διάσταση L_1 θα είναι πάντα μεγαλύτερη της L_2 .
- Το πρόγραμμα έχει την ικανότητα να ορίζει ένα εύρος διαστάσεων ανάλογα με το βήμα που απαιτείται. Ακόμα, μπορεί να ορίζει μόνο το εύρος, και η επιλογή βήματος να καθορίζεται από εμάς.
Εμείς επιλέξαμε το βήμα να το ορίζει το πρόγραμμα, για να έχουμε λιγότερες επαναλήψεις.
- Τις διαστάσεις που επιλέξαμε, ορίσαμε ως τις μέγιστες δυνατές, με σκοπό να δεχτούμε ότι η υπάρχουσα κάθε φορά, είναι η χειρότερη των περιπτώσεων.

Συμπεράσματα: Η διαδικασία της βελτιστοποίησης έγινε με σκοπό να διατηρήσουμε το όχημά μας το ίδιο αποτελεσματικό ελαχιστοποιώντας τα μειονεκτήματα του και παράλληλα να είναι κατασκευάσιμο. Στη διαδικασία αυτή προσπαθήσαμε να μειώσουμε το βάρος, έτσι λυγόν από το διάγραμμα του συντελεστή ασφαλείας παρατηρώντας ποια κομμάτια του πλαισίου είχαν πολύ μεγάλη τιμή, θέσαμε σε αυτά ένα εύρος τιμών στις διαστάσεις τους, ούτως ώστε ελαχιστοποιώντας τις διαστάσεις των κομματιών αυτών να έχουμε παράλληλα την ίδια αντοχή, κάτι που θα έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του βάρους.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ

Κ.Ι. Στεργίου: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ, Αθήνα 2004.

Θ. Ζαχμάνογλου, Γ. Καπετανάκης, Π. Καραμπίλας, Γ. Πατσιαβός: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, Αθήνα 2002.

Γ. Χρυσουλάκης, Δ. Ι. Παντελής: ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, Αθήνα 2008.

Timothy D. Burchell: Carbon Materials for Advanced Technologies, 1999.

Rose A. Ryntz, Philip V. Yaneff: Polymers and Plastics.

Thomas D. Gillespie: Fundamentals of Vehicle Dynamics.

Geoff Davies: Materials for Automotive Bodies.

Joseph Katz: Race Car Aerodynamics.

Michael Costin, David Phipps: RACING AND SPORTS CAR – CHASSIS DESIGN

Giancarlo Genta, Lorenzo More: The automotive chassis – Volume 1 – System Design.

Giancarlo Genta, Lorenzo More: The automotive chassis – Volume 2 – Components Design.

Hans B. Pacejka: Tyre and Vehicle Dynamics.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

<http://www.caroto.gr/2009/05/13/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B4%CE%B9%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CF%85%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82/>

<http://www.caroto.gr/2009/04/07/%CE%AC%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD-ackermann/>

<https://sites.google.com/site/vehiclestwo/SYSTMMA-DIEYTHYNSHS>

<http://iceal.wikidot.com/sistema-diefthinsis>

<http://autosynergio24.gr/publ/car systems/car steering systems/hydraulic steering system/47-1-0-55>

<http://www.caroto.gr/2009/03/18/833/>

<http://www.caroto.gr/2009/02/13/%CE%B1%CF%84%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CE%B1%CF%82-%CE%BA%CE%BF%CF%87%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CF%82/>

<http://www.xeniosl.com/xeniosl/documents/educational/braking-system-gr.pdf>

<http://iceal.wikidot.com/aftokinito-vasi>

<http://autosynergio24.gr/publ/car systems/car braking systems/brake system intro/42-1-0-44>

<http://www.ideea.gr/images/pdf/abs.pdf>

<http://www.toraycfa.com/pdfs/T300DataSheet.pdf>

<http://books.google.gr/books?id=iUd4RskarMC&printsec=frontcover&dq=Heat+Treater's+Guide:+Practices+and+Procedures+for+Nonferrous+Alloys&hl=el&sa=X&ei=NtaUuDZDoFswakhoDwBw&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q=Heat%20Treater's%20Guide%3A%20Practices%20and%20Procedures%20for%20Nonferrous%20Alloys&f=false>

<http://www.alibaba.com/showroom/ti6al4v-titanium-tube.html>

http://www.tsiganos-aluminio.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=15

<http://www.sanlev.gr/content/blogcategory/13/29/lang%2cel/>

<http://lymetal.gr/?q=node/1>

<http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=MA2024t6>

<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA213712>

http://www.pi.ac.cy/pi/files/epimorfosi/program/kath_tehno/mechanismoi_Mettas.pdf

<http://www.xeniosl.com/xenios/documents/educational/motion-transmission-system-en.pdf>

<http://www.aerospacemetals.com/titanium-ti-6al-4v-ams-4911.html>

<http://cartech.ides.com/datasheet.aspx?i=101&E=269>

<http://rtiintl.s3.amazonaws.com/RTI-Reports/tiguideWeb.pdf>

<http://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=MA7075T6>

http://en.wikipedia.org/wiki/7075_aluminium_alloy

<http://www.aircraftmaterials.com/data/magnesium/hk31a.html>

<http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=8586>

http://www.specialsteel-jy.com/ASTM_HK31A_H24.html