

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΟΘΕΣΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΡΤ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΠΗΛΙΟΠΟΥΛΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2011**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την πτυχιακή εργασία που εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην δυναμική ανάλυση ενός μονοθέσιου τύπου καρτ το οποίο κατατάσσεται στα αγωνιστικά τετράτροχα οχήματα απλής διάταξης. Το καρτ είναι ο προθάλαμος για την μελέτη μεγαλύτερων οχημάτων και η απλή του διάταξη βοηθά στην απλοποίηση των πολυσύνθετων υπολογισμών.

Αρχικά παρουσιάζεται γενικά η εξέλιξη του καρτ έως τις μέρες μας. Έπειτα γίνεται παρουσίαση των μερών που απαρτίζουν ένα καρτ και αναφέρονται τα υλικά που χρησιμοποιούνται οι διαστάσεις τους τα σημεία που απαρτίζουν ένα καρτ και αναφέρονται τεχνικές και σχεδιαστικές λεπτομέρειες που είναι χρήσιμες για τις μετρήσεις των επιδόσεων.

Στη συνέχεια γίνονται υπολογισμοί που αποσκοπούν στην δυναμική ανάλυση του καρτ δηλαδή στην ευστάθεια και την συμπεριφορά του λόγω των δυνάμεων που ασκούνται. Γίνεται η επεξήγηση της τηλεμετρίας και η χρήση της στο καρτ και τέλος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που έγιναν εντός πίστας.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Επαμεινώνδα Αλεξόπουλο εργαστηριακό συνεργάτη στην βαθμίδα του Καθηγητή Εφαρμογών του Τμήματος Μηχανολογίας για την πολύτιμη βοήθειά του και την καθοδήγηση του στην πραγματοποίηση της εργασίας. Επιπλέον τους αδελφούς Χρήστο και Φώτη Δούβρη ιδιοκτήτες της πίστας kartmania στα Βραχνείικα Πατρών για την βοήθειά τους στην πραγματοποίηση των αποτελεσμάτων εντός πίστας.

Σπηλιόπουλος Χρήστος  
Φεβρουάριος 2011

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην δυναμική ανάλυση ενός καρτ όπου είναι τετράτροχο αγωνιστικό όχημα και χρησιμοποιείται σε αντίστοιχα πρωταθλήματα. Η δυναμική ανάλυση είναι η ανάλυση της κίνησης των μερών του καρτ εντός πίστας και ο υπολογισμός των δυνάμεων που προκαλούνται από την κίνηση.

Η πτυχιακή χωρίζεται σε πέντε κεφάλαια για την καλύτερη ανάπτυξη του θέματος. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός της λέξης kart και η αλλαγές τις σημασίας της στην χρονική πορεία. Μια ιστορική αναδρομή γίνεται σε παγκόσμιο και ελληνικό επίπεδο με την αρχή της από το 1956 και την παρουσίαση του πρώτου καρτ και οι αλλαγές της κατασκευής αυτής έως τις μέρες μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση των μερών που διαθέτει ένα σύγχρονο καρτ. Αναλυτικότερα γίνεται αναφορά στον τρόπο κατασκευής και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο σασί στον τρόπο λειτουργίας των κινητήρων και στα εξαρτήματα που τους αποτελούν. Επιπλέον αναλύεται η μετάδοση κίνησης το υλικό των καθισμάτων, των ελαστικών –ζαντών, του πίσω άξονα, των άκρων, του μηχανισμού συστήματος διεύθυνσης, των φρένων και των υπόλοιπων μερών. Τέλος γίνεται μια πλήρης ανάλυση των μερών του καρτ (ιδιοκτησίας μου) που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις με αναφορά στα υλικά στους τύπους και στις διαστάσεις του καθενός.

Στο τρίτο κεφάλαιο μελετώνται οι παράγοντες ευστάθειας, απόδοσης και αντοχής ενός καρτ. Αρχικά αναφέρονται οι άξονες στους οποίους ασκούνται οι δυνάμεις και υπολογίζεται το κέντρο βάρους στο οποίο επενεργούν οι δυνάμεις αυτές. Αναλύεται το διάγραμμα επιταχύνσεων και οι χρήσεις του, οι δυνάμεις που ενεργούν σε ένα ελαστικό ο συντελεστής και ο κύκλος τριβής ενός ελαστικού και οι παράγοντες επηρεασμού στο θέμα της πρόσφυσης. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την συμπεριφορά ενός ελαστικού είναι αρχικά γεωμετρικές τιμές όπως αυτές των γωνιών κάμπερ κάστερ τοε και τετράπλευρο του Άκερμαν. Στην συνέχεια συνοψίζονται οι δυνάμεις στις οποίες θα πρέπει να αντισταθεί και οι προϋποθέσεις που θα πρέπει να πληροί ώστε ένα σασί να κατασκευαστεί και να εξασφαλίζει την μέγιστη απόδοση χωρίς προβλήματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η τηλεμετρία απλού τύπου της εταιρίας Alfano, η οποία βοήθησε στην συλλογή των δεδομένων από την πίστα με μεγάλη ακρίβεια. Γίνεται πλήρης περιγραφή των αισθητήρων δηλαδή της λειτουργία τους και της τοποθέτησή τους καθώς και των λεπτομερών λειτουργιών ολόκληρου του εξοπλισμού. Επίσης παρουσιάζεται το ηλεκτρονικό πρόγραμμα στο οποίο μπορούν να εισέλθουν τα δεδομένα και να αναλυθούν εκτενέστερα. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων μπορεί να δοθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνουν συγκρίσεις μεταξύ τους με διάφορους τρόπους όπως πίνακες και διαγράμματα και με διαφορετικές σταθερές κάθε φορά.

Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρεται στο πρακτικό μέρος της πτυχιακής και είναι οι δοκιμές του καρτ εντός πίστας. Παρουσιάζεται η πίστα στην οποία έγιναν οι μετρήσεις, η προετοιμασία του καρτ για να εισέλθει στην πίστα οι ρυθμίσεις που έγιναν για την επίτευξη του καλύτερου χρόνου και τα αποτελέσματα

που αποκτήθηκαν. Τελειώνοντας το κεφάλαιο αναφέρονται κάποια συμπεράσματα από τα αποτελέσματα στην πίστα.

Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα της πτυχιακής αυτής είναι η μεγάλη απόδοση του οχήματος αυτού συγκριτικά με τα χαρακτηριστικά του και η τεχνολογία που υπάρχει στα καρτ καθώς και την χρήση της τηλεμετρίας. Η πρωτοτυπία της πτυχιακής αυτής είναι οι θεωρητικοί υπολογισμοί από την μια πλευρά και οι πρακτικοί εντός πίστας από την άλλη αλλά και γενικότερα η δυναμική ανάλυση ενός αγωνιστικού οχήματος καρτ.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

### 1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΡΤ

1.1 Ορισμός του καρτ .....	1
1.2 Ιστορία του καρτ .....	2
1.3 Σκοπός ενασχόλησης οδηγών και μηχανικών με το καρτ .....	4
1.4 Εξέλιξη του καρτ .....	6

### 2. ΜΕΡΗ ΤΩΝ ΚΑΡΤ

2.1 Ανάλυση μερών σύγχρονου καρτ .....	10
2.2 Πλαίσιο .....	11
2.3 Κινητήρες .....	13
2.3.1 Τετράχρονοι κινητήρες .....	15
2.3.2 Τα εξαρτήματα ενός τετράχρονου κινητήρα .....	15
2.3.3 Η λειτουργία του τετράχρονου κινητήρα (ΟΤΤΟ) .....	16
2.3.4 Δίχρονος κινητήρας .....	17
2.3.5 Μέρη του δίχρονου κινητήρα .....	19
2.4 Καρμπυρατέρ .....	19
2.5 Ψύξη κινητήρα .....	21
2.6 Power Valve .....	22
2.7 Σύμπλεξη κινητήρα .....	23
2.7.1 Πολύδισκος συμπλέκτης .....	23
2.7.2 Φυγοκεντρικός συμπλέκτης .....	24
2.8 Μετάδοση .....	25
2.9 Κάθισμα .....	30
2.10 Ελαστικά .....	32
2.11 Ζάντες .....	35
2.12 Πίσω άξονας .....	36
2.13 Μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης .....	37
2.14 Άκρα .....	38
2.15 Φρένα .....	39
2.16 Πεντάλ .....	41
2.17 Ντίζες .....	42
2.18 Ρεζερβουάρ .....	43
2.19 Μπάρες και προφυλακτήρες .....	43
2. 20 Κατηγορίες πανελληνίου πρωταθλήματος .....	44
2.20.1 Κατηγορία BABY 60 .....	44
2.20.2 Κατηγορία MINI 60 .....	45
2.20.3 Κατηγορία KF3 .....	46
2.20.4 Κατηγορία KF2 .....	46
2.20.5 Κατηγορία KZ2 .....	46
2.20.6 Κατηγορία ΕΘΝΙΚΗ 125 .....	47
2.21 Χαρακτηριστικά του καρτ των μετρήσεων .....	47
2.21.1 Πλαίσιο .....	47
2.21.2 Κινητήρας .....	51

2.21.3 Μετάδοση .....	52
2.21.4 Κάθισμα .....	53
2.21.5 Ελαστικά και ζάντες .....	54
2.21.6 Πίσω άξονας .....	57
2.21.7 Μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης .....	60
2.21.8 Φρένα .....	61
2.21.9 Πεντάλ .....	62
2.21.10 Ρεζερβουάρ .....	63
2.21.11 Μπάρες - προφυλακτήρες .....	64
<b>3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ</b>	
3.1 Ορισμός .....	65
3.2 Σύστημα αξόνων καρτ .....	65
3.3 Κινήσεις καρτ .....	66
3.4 Εφαρμογή νόμων Νεύτωνα στο καρτ .....	67
3.5 Υπολογισμός ΚΒ .....	68
3.6 Οριζόντια θέση του ΚΒ .....	68
3.7 Κάθετη θέση ΚΒ .....	71
3.8 Πλευρική μεταφορά φορτίου .....	73
3.9 Διαμήκης μεταφορά βάρους .....	74
3.10 Διάγραμμα επιτάχυνσης g-g .....	74
3.11 Ελαστικά .....	77
3.11.1 Οι δυνάμεις στα ελαστικά .....	77
3.11.2 Λόγος ολίσθησης .....	79
3.11.3 Η συμπεριφορά των ελαστικών .....	80
3.11.4 Κύκλος τριβής .....	81
3.12 Άλλες Επιδράσεις Ελαστικών .....	83
3.12.1 Γωνία κάμπερ .....	83
3.12.2 Γωνία κάστερ .....	83
3.12.3 Γωνία σύγκλισης- απόκλισης .....	84
3.12.4 Άκερμαν .....	85
3.12.5 Πίεση ελαστικών .....	88
3.12.6 Θερμοκρασία ελαστικών .....	89
3.12.7 Ταχύτητα .....	89
3.13 Κατασκευή σασί καρτ .....	89
3.13.1 Ακαμψία σασί .....	90
<b>4 ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ</b>	
4.1 Ιστορία της τηλεμετρίας .....	92
4.2 Τηλεμετρία στα καρτ .....	93
4.3 Λήψη σημαντικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο .....	94
4.4 Τηλεμετρία που χρησιμοποιήθηκε .....	97
4.5 Μέρη της τηλεμετρίας .....	97
4.5.1 Όργανο δεδομένων .....	97
4.5.2 Γυροσκόπιο .....	99
4.5.3 Αισθητήρας ταχύτητας .....	101
4.5.4 Μετρητής δύναμης g - Επιταχυνσιόμετρο .....	103
4.5.5 Αισθητήρας στροφών κινητήρα .....	106
4.6 Τρόπος χρήσης τηλεμετρίας .....	108
4.7 Ενεργοποίηση του οργάνου αποθήκευσης δεδομένων astro Iv .....	110

4.8 Η λειτουργία stop .....	111
4.9 Η λειτουργία start .....	111
4.10 Στοιχεία menu .....	112
4.11 Μενού Διαμόρφωσης .....	112
4.12 Χρήση προγράμματος για την επεξεργασία των στοιχείων .....	114
4.13 Ανάκτηση στοιχείων μέσω Η/Υ .....	115
4.14 Λειτουργίες εικονιδίων γραμμής εργαλείων .....	115
<b>5 ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΠΙΣΤΑΣ</b>	
5.1 Πίστα .....	125
5.2 Προετοιμασία .....	126
5.3 Ρυθμίσεις .....	126
5.4 Αποτελέσματα .....	128
5.5 Συμπεράσματα .....	129
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	131

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

$A$  = η συνολική επιτάχυνση  
 $A_x$ =διαμήκη επιτάχυνση  
 $A_y$ =πλευρική επιτάχυνση  
 $a$ = η απόσταση του ΚΒ από τους εμπρός τροχούς  
 $a_F$  =γωνία ολίσθησης εμπρός  
 $a_R$  =γωνία ολίσθησης πίσω  
 $b$ = η απόσταση του ΚΒ από τους πίσω τροχούς  
 $b_1$  = η απόσταση του ΚΒ από τους πίσω τροχούς σε ανύψωση από το έδαφος  
 $c$ =απόσταση του ΚΒ από το  $b_1$   
 $C_a$ =ακαμψία ελαστικού σε στροφή  
 $C_F$ =Συντελεστής πλευρικής δύναμης  
 $d$ = διαφορά μεταξύ πίσω και εμπρός μετατροχίου  
 $F$ = δύναμη  
 $F_k$ = Φυγοκεντρική δύναμη  
 $F_F$  =δύναμη εμπρός ελαστικών  
 $F_R$  = δύναμη πίσω ελαστικών  
 $F_x$ = διαμήκη δύναμη ελαστικών  
 $F_y$ = πλευρική δύναμη ελαστικών  
 $G$ = το μέτρο ελαστικότητας  
 $g$ =επιτάχυνση  
 $h$ =συνολικό ύψος κέντρου βάρους  
 $h_1$ = ύψος του ΚΒ από το σημείο ύψους του  $R_{L KB}$   
 $i$  = η σχέση μετάδοσης  
 $I_p$  = η πολική ροπή αδράνειας  
 $I$ = μεταξόνιο  
 $L$  = το μήκος του σώματος  
 $m$  =η μάζα του αυτοκινήτου,  
 $M_t$  =η ροπή στρέψης που ασκείται  
 $R$  = η ακτίνα στροφής  
 $R_{LF}$  = ύψος εμπρός άξονα από το έδαφος  
 $R_{LR}$  = ύψος πίσω άξονα από το έδαφος  
 $R_{L KB}$  = ύψος στη θέση κέντρου βάρους από το έδαφος  
 $SR$  =διαμήκη ταχύτητα ολίσθησης  
 $t$  =χρόνος  
 $t_F$  = μετατρόχιο εμπρός  
 $t_R$  = μετατρόχιο πίσω  
 $U$  = η ταχύτητα  
 $W1$ =βάρος εμπρός αριστερά τροχού  
 $W2$ =βάρος εμπρός δεξιά τροχού  
 $W3$ =βάρος πίσω αριστερά τροχού  
 $W4$ =βάρος πίσω δεξιά τροχού



$W_{ολ}$  = συνολικό βάρος  
 $W_{Αx}$  = βάρος στον άξονα που μελετάται  
 $W_{Ex}$  = βάρος εξωτερικού τροχού μετά από την πλευρική μετατόπιση  
 $W_{ΑΡΧEx}$  = βάρος εξωτερικού τροχού πριν από την πλευρική μετατόπιση  
 $y_{Es}$  = απόσταση εσωτερικού τροχού από το ΚΒ  
 $y'$  = απόσταση μέσο πίσω τροχού από το ΚΒ  
 $y''$  = απόσταση της μεσοκάθετης από το ΚΒ  
 $z1$  = ο αριθμός των δοντιών του γραναζιού του άξονα  
 $z2$  = ο αριθμός των δοντιών του γραναζιού του κινητήρα  
 $\delta$  = η γωνία που στρίβει ο τροχός  
 $\Delta W$  = τιμή εγκάρσιας μεταφοράς βάρους  
 $\theta$  = γωνία ανύψωσης του καρτ  
 $m$  = συντελεστής τριβής  
 $\varphi$  η γωνία στρέψης σώματος  
 $\Omega$  = η γωνιακή ταχύτητα των πίσω κινητηρίων - πέδης τροχών  
 $\Omega_0$  = της γωνιακής ταχύτητας της ελεύθερης κύλισης τροχών

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΚΒ= Κέντρο βάρους  
ΚΠ= κέντρο περιστροφής  
ΑΝΣ= άνω νεκρό σημείο  
ΚΝΣ= κάτω νεκρό σημείο  
FEA= (finite element analysis) Ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων

# 1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΡΤ

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΑΡΤ

Αρχικά ο όρος cart σήμαινε το κάρο (εικόνα 1.1) δηλαδή η διάταξη που είχε σχεδιαστεί για τη μεταφορά φορτίου ή ατόμων με δύο ή τέσσερις τροχούς και έλκονταν από ζώα συνήθως άλογα . Το κάρο ήταν φτιαγμένο από ποικιλία υλικών ανάλογα με το φορτίο και τη συχνότητα της χρήσης. Τα βαρέα οχήματα κατασκευάζονταν από χάλυβα ή σίδηρο και κυλούσαν ευκολότερα από αυτά με ξύλινους τροχούς. Το πλαίσιό τους πάντως ήταν συνήθως κατασκευασμένο από ξύλο.



**Εικόνα 1.1** Κάρο μεταφορών

Έπειτα με τον όρο cart ή συνηθέστερα shopping cart εννοούμε το τροχήλατο καλάθι για τα ψώνια που φαίνεται στην εικόνα 1.2. Ένα από τα πρώτα καροτσάκια εισήχθη στα αμερικανικά σούπερ μάρκετ στις 4 Ιουνίου του 1937. Η εφεύρεση ήταν του Sylvan Goldman, ιδιοκτήτη της αλυσίδας σούπερ μάρκετ Humpty Dumpty στην πόλη της Οκλαχόμα .



**Εικόνα 1.2** Καρότσι για τα ψώνια

Το 1936, το αρχικό σχέδιο ήταν μια ξύλινη πτυσσόμενη καρέκλα με τοποθετημένο καλάθι στο κάθισμα και τροχούς στα πόδια. Ο Goldman και ένας από τους υπαλλήλους του, ο Frennd Young, ένας μηχανικός, άρχισαν να κατασκευάζουν το πρώτο καλάθι αγορών για την εταιρία του το οποίο ήταν ένα μεταλλικό πλαίσιο που κρατούσε δύο συρμάτινα καλάθια όπου η συναρμολόγησή τους γινόταν με συγκόλληση σύρματος. Για το καλάθι απονεμήθηκε από Αμερικάνικο οργανισμό με αριθμό πατέντας 2196914 στις 9 Απριλίου του 1940 (Ημερομηνία κατάθεσης: 14 Μαρτίου του 1938), με τίτλο, «Καλάθι Μεταφοράς για καταστήματα αυτοεξυπηρέτησης». Ουσιαστικά μέχρι σήμερα όλα τα καρτσάκια είναι κατασκευασμένα από μέταλλο ή ένα συνδυασμό από μέταλλο και πλαστικό και είναι συνήθως εξοπλισμένα με τέσσερις τροχούς.

Ο Art Ingles εμπνευσμένος από το καρτσάκι για τα ψώνια και το σιδερένιο πλαίσιο που ήταν κατασκευασμένο και από τους αγώνες αυτοκινήτων κατασκεύασε ένα πρότυπο αυτοκίνητο μικρών διαστάσεων με σωληνωτό συγκολλημένο σασί και εγκατέστησε έναν κινητήρα όπου αποτέλεσε την αρχή της ιστορίας του καρτ. Για την αναφορά σε αυτό το πρότυπο αυτοκίνητο η ορθογραφία του όρου cart δηλαδή του καρτσοιού για τα ψώνια μετατράπηκε σε kart από το 1959 όπου ισχύει έως τις μέρες μας.

## 1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΤ

Ο άνθρωπος που πιο συχνά πιστώνεται με την δημιουργία του πρώτου σύγχρονου στίλ καρτ είναι ο Art Ingles εικόνα 1.3. Ένας δημιουργός αγωνιστικών αυτοκινήτων, ο Art Ingles ήταν ένας Αμερικανός αεροπόρος που στάθμευε στην Ευρώπη κατά τη διάρκεια του Β Παγκοσμίου Πολέμου. Ως χόμπι, αυτός και άλλοι Αμερικανοί πιλότοι κατασκεύαζαν μικρά οχήματα από μεταλλικούς σωλήνες τα οποία οδηγούσαν κατά τον ελεύθερο χρόνο τους. Μετά την επιστροφή τους προς τις Ηνωμένες Πολιτείες, ο Art Ingles κατασκεύασε ένα kart με ελαστικά με αέρα, ένα δίχρονο κινητήρα της West Bend, σύστημα διεύθυνσης όπως των αυτοκινήτων, καθώς και κίνηση από αλυσίδα και γρανάζια στον πίσω άξονα. Η πρώτη παρουσίαση του καρτ έγινε το 1956 σε ένα παρκινγκ σουπερμάρκετ στο Λος Άντζελες .



**Εικόνα1.3** Ο Art Ingles οδηγώντας το πρώτο καρτ

Το 1957, ο Art Ingles και άλλοι, όπως ο Duffy Livingstone, άρχισε τη διεξαγωγή αυτοσχέδιων αγώνων στο παρκινγκ του Rose Bowl στην Pasadena της Καλιφόρνια (εικόνα 1.4). Μετά από λίγο καιρό, οι οδηγοί άρχισαν να αναπτύσσουν καινοτόμα σχέδια, όπως το DRONE, που ονομάζεται έτσι επειδή η μηχανή του καρτ χρησιμοποιήθηκε αρχικά στο τηλεκατευθυνόμενο του Στρατού των ΗΠΑ αεροπλάνο drone. Τα καρτ και οι ταχύτητες ξεπέρασαν γρήγορα τους χώρους στάθμευσης και έπειτα από λίγο καιρό πίστες καρτ άρχισαν να εμφανίζονται σε όλη την Νότια Καλιφόρνια και το άθλημα του kart ξεκίνησε. Το όνομα "Go Kart" δόθηκε από μια εταιρεία που ονομαζόταν GP Mufflers, η οποία, όταν είδε την πρωτότυπη δημιουργία του Art Ingles, δημιούργησε τις δικές της εκδόσεις καρτ που συνέχισαν να βελτιώνονται. Το 1958, το Go Kart Club της Αμερικής ιδρύθηκε στην Καλιφόρνια, που ακολουθήθηκε από τη δημιουργία της American Kart Manufacturer's Association το 1959. Αυτές οι δύο ομάδες οδήγησαν τη βιομηχανία καρτ σε υψηλά επίπεδα λόγω αυξημένων πωλήσεων. Πολλοί μεγάλοι αγώνες είχαν πραγματοποιηθεί στα τέλη του 1950 και στις αρχές της δεκαετίας του 1960, συμβάλλοντας στην εξάπλωση του αθλήματος καρτ στις Ηνωμένες Πολιτείες.



**Εικόνα 1.4** Αυτοσχέδιοι αγώνες στο παρκινγκ του Rose Bowl

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960, 1970 και 1980, τα καρτ λαμβάνουν πολλές εξελίξεις των μερών τους αλλά και του σχεδιασμού τους που απορρέουν από τους αγώνες αυτοκινήτου. Αυτή την περίοδο, γενναίοι πρωτοπόροι συνέχισαν να αναπτύσσουν νέα σχέδια καρτ καθώς το άθλημα αναπτύχθηκε, και το κέντρο καρτ άρχισε να μετατοπίζεται από τις Ηνωμένες Πολιτείες στην Ευρώπη. Πολλά από τα σπουδαιότερα σασί του σήμερα και κατασκευαστές κινητήρων βρίσκονται στην Ευρώπη, με την ισχυρότερη συγκέντρωση στην Ιταλία.

Από την ίδρυσή του, το καρτ υπήρξε μέρος του κόσμου της CIK/FIA (κυβερνόν σώμα του μηχανοκίνητου αθλητισμού). Το καρτ έχει ωφεληθεί πολύ ως αναγνωρισμένο μέρος της κοινότητας μηχανοκίνητου αθλητισμού, που βοηθά τους αγωνιζόμενους να ακολουθήσουν την μετέπειτα πορεία τους στα κορυφαία επίπεδα του μηχανοκίνητου αθλητισμού. Η CIK/FIA συνέβαλε επίσης στην εξέλιξη των καρτ μέσω των δεκαετιών λόγω κανονισμών και περιορισμών για το καρτ και για την πίστα όπου δημιουργήθηκαν κατηγορίες και πρωταθλήματα παγκοσμίως.

Το καρτ στην Ελλάδα εμφανίστηκε το 1972. Η 1η πιστά εκείνη την εποχή ήταν του κυρίου Μπαϊρακτάρη στο Τατόι της Αθήνας. Το 1973 ξεκίνησε το 1ο

πρωτάθλημα Ελλάδος υπό την αιγίδα της Έλπα. Μερικοί από τους τότε αγωνιζόμενους ήταν ο Μπουριώτης, ο Μπαϊρακτάρης, ο Φαμπιάτος, ο Ζαλμάς και ο Μαραθοκαμπίτης. Τα πρώτα καρτ είχαν μοτέρ Mc Cullock και αργότερα Parrilla ενώ τα σασί ήταν κατασκευής του Παναγιώτη Φαμπιάτου με τις δυνατότητες εκείνης της εποχής.

### 1.3 ΣΚΟΠΟΣ ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗΣ ΟΔΗΓΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕ ΤΟ ΚΑΡΤ

Το καρτ για πολλούς είναι το ξεκίνημα μίας επιτυχημένης καριέρας στο μηχανοκίνητο αθλητισμό. Για άλλους είναι απλώς η ικανοποίηση τους για την ταχύτητα. Τα go-kart είναι η πρώτη επαφή του επίδοξου οδηγού για το μηχανοκίνητο αθλητισμό, και η εξοικείωσή του με την ταχύτητα.

Το όνειρο κάθε οδηγού αγώνων είναι να φτάσει κάποτε σε υψηλό αγωνιστικό επίπεδο, με απώτερο στόχο, για τα ελληνικά αλλά και παγκόσμια δεδομένα τον χώρο της Φόρμουλα 1. Το ταλέντο, όμως, δεν είναι το μοναδικό στοιχείο που χρειάζεται ένας νέος οδηγός για να γίνει ένας από τους καλύτερους. Τα σωστά πρώτα βήματα, είναι η αγωνιστική παιδεία και η συνεχής εξάσκηση να αποτελούν αναπόσπαστα κομμάτια μιας επιτυχημένης καριέρας. Τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως, τα καρτ αποτελούν, πρακτικά, το «σχολείο» των νέων οδηγών. Επίσημη σχολή καρτ δεν υπάρχει στον ελληνικό χώρο. Ωστόσο, από μικρές ηλικίες οι οδηγοί μαθαίνουν τα μυστικά ενός μονοθέσιου στις διάφορες πίστες που βρίσκονται σε όλη την Ελλάδα και στα επτά τους χρόνια (το κατώτατο όριο ηλικίας) είναι έτοιμοι να συμμετάσχουν και επισήμως στο Πανελλήνιο Πρωτάθλημα.

Οι γνωστοί οδηγοί αγώνων (εικόνες 1.5,1.6,1.7 και 1.8) της Φορμουλα 1 όπως ο Ayrton Senna, ο Michael Schumacher, ο Fernando Alonso, ο Mika Hakkinen και πολλοί άλλοι ξεκίνησαν την καριέρα τους από τον χώρο των καρτ και με τη βοήθεια σχολών και πιστών καρτ εξελίχθηκαν ως οδηγοί μεγάλης κλάσης.



**Εικόνα 1.5** Ayrton Senna 1982





**Εικόνα 1.6** Fernando Alonso στην πίστα Kartdromo της Parma το 1999



**Εικόνα 1.7** Ο Michael Schumacher οδηγώντας ένα Tony Kart racer EVR του 2009



**Εικόνα 1.8** Ο Lewis Hamilton

Από την μεριά των μηχανικών το καρτ είναι μια καλή αρχή για την συνεχόμενη εξέλιξη της αυτοκίνησης σε πιο απλοποιημένη μορφή που απορρέει από το χώρο της φόρμουλας. Στόχος των μηχανικών είναι η κατανόηση και η βελτιστοποίηση της οδηγικής συμπεριφοράς στα πλαίσια ενός καρτ με χαμηλό βάρος και υψηλές επιδόσεις. Οι ρυθμίσεις και η εξέλιξη καθενός μέρους του καρτ γίνεται κάτω από γενικούς κανονισμούς της Διεθνούς Ομοσπονδίας Αυτοκινήτου (FIA).

#### **1.4 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΚΑΡΤ**

Στο καρτ από το 1956 έως τις μέρες μας υπήρξε ραγδαία εξέλιξη στα μέρη που το αποτελούν όσον αφορά τα σχέδια, το υλικό κατασκευής τους, το βάρος τους, την πολυπλοκότητα και την τεχνολογία τους. Επιπλέον σαν ενιαίο καρτ μεγάλη σημασία δόθηκε στις επιδόσεις και την συμπεριφορά του.

Αρχικά από το 1956 έως το 1965 περίπου το σασί του καρτ ήταν κατασκευασμένο από απλό χάλυβα και ο σχηματισμός του ήταν απλοϊκός με ευθύς κάθετες συγκολλήσεις των χαλυβδοσωλήνων. Αρχικά το καρτ δεν είχε καθόλου φρένα λόγω της πολύ μικρής ταχύτητας που αναπτυσσόταν και στη συνέχεια προστέθηκαν πίσω ταμπόρα. Το κάθισμα του οδηγού ήταν φτιαγμένο από μεταλλικό ελαφρύ σκελετό με επένδυση λινού και αφρολέξ εσωτερικά και εξωτερικά δερμάτινη επένδυση και η μορφή του ήταν επίπεδη. Η θέση του ήταν στη μέση κατά πλάτος εμπρός από τον κινητήρα ο οποίος βρισκόταν στον πίσω άξονα. Ο τύπος του κινητήρα που χρησιμοποιούταν ήταν αποκλειστικά δίχρονος με πολύ μικρή απόδοση 1-2 ίππους περίπου με ελάχιστο κυβισμό και η μετάδοση της κίνησης γινόταν όπως έχει παραμείνει ως τώρα με αλυσίδα. Το τιμόνι και το σύστημα διεύθυνσης ήταν απλής κάθετης κατασκευής χωρίς να μπορεί να ρυθμιστεί. Οι ζάντες ήταν κι αυτές χαλύβδινες και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνταν είχαν μικρό πλάτος με διαφορετικές διαστάσεις κάθε φορά. Τα ελαστικά ήταν χαρακωτά και με ποιότητα όπως και τα καθημερινά λάστιχα αυτοκινήτων εκείνης της εποχής. Τα πεντάλ ήταν κατασκευασμένα με πρότυπο ή τροποποιημένα από εκείνα των αυτοκινήτων. Το μετατρόχιο ήταν εμπρός και πίσω ίδιο ενώ το μεταξόνιο δεν ήταν καθορισμένο.



**Εικόνα 1.9** Καρτ δεκαετίας 1960

Την δεκαετία του 70 και ειδικότερα στο τέλος της περιόδου αυτής υπήρξαν οι περισσότερες εξελίξεις στο χώρο. Επειδή η χρήση του καρτ περιορίστηκε μόνο στις ασφάλτινες πίστες και έχοντας καλή ασφάλτο αυτό βοήθησε στην μελέτη για χαμηλότερο κέντρο βάρους αλλά και στην μορφοποίηση όλου του καρτ. Επιπλέον τα φρένα βρίσκονται και στους τέσσερις τροχούς με χρήση ταμπούρων και υδραυλικής τρόμπας που κατάνεμε και στους τέσσερις τροχούς την ίδια ισχύ. Εταιρίες ελαστικών ασχολήθηκαν αποκλειστικά με τη δημιουργία αγωνιστικών ελαστικών καρτ τα οποία έγιναν χωρίς αυλακώσεις γνωστά και ως slick. Στις ζάντες των ελαστικών χρησιμοποιήθηκε το αλουμίνιο με μεγάλη επιτυχία. Οι κινητήρες έγιναν πιο αποδοτικοί και δημιουργήθηκαν τα πρώτα ολοκληρωμένα αγωνιστικά συστήματα εξαγωγής των καυσαερίων για δίχρονους κινητήρες που παραμένουν τα ίδια έως και σήμερα βοηθώντας στην απόδοση του κινητήρα. Το πλαίσιο έγινε πιο ενισχυμένο με χρήση σκληρού χάλυβα και η μορφή του έγινε πιο οικεία με αυτή που έχουμε στα σημερινά καρτ. Οι μοχλοβραχίονες καταργήθηκαν στα πεντάλ και έγινε αποκλειστική η χρήση ντιζών ενώ τα πεντάλ κατασκευάστηκαν από λυγισμένο χαλύβδινο σωλήνα. Το κάθισμα αντικαταστάθηκε από ένα ελαφρύτερο από πλαστικό υλικό που πηρέ μορφολογικά τις διαστάσεις του σώματος και η θέση του πλέον πήγε προς τον πίσω άξονα και προς την αριστερά πλευρά για να ισοσταθμίσει το βάρος του κινητήρα που βρίσκεται στην δεξιά πίσω πλευρά. Το σύστημα διεύθυνσης πήρε σταθερές ρυθμίσεις κάμπερ και άκερμαν που θα αναφερθούν για την λειτουργία τους αργότερα και ξέφυγε από την κάθετη ρύθμιση. Το ρεζερβουάρ κατασκευάστηκε από πλαστικό και τοποθετήθηκε κάτω από το τιμόνι όπου και παρέμεινε σε αυτή την θέση ως τις μέρες μας. Το πίσω μετατρόχιο έγινε μεγαλύτερο από το εμπρός για λόγους συγκράτησης και σταθεροποίησης του καρτ.





**Εικόνα 1.10** Καρτ δεκαετίας 1970

Τη δεκαετία του 80 αρκετές αλλαγές έγιναν στον τομέα της πέδησης καθώς χρησιμοποιήθηκαν δισκόφρενα και δαγκάνες που φρέναραν με πίεση υδραυλικού συστήματος. Η χρήση αυτών ήταν εμπρός και πίσω και άλλες φορές μόνο πίσω. Οι κινητήρες αναβαθμίζονταν λόγω των ηλεκτρονικών και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την πολυστροφία των κινητήρων. Επιπλέον χρησιμοποιήθηκε πληθώρα υλικών που αποσκοπούσαν στο χαμηλό βάρος του καρτ ανάμεσα τους ξεχώριζε το αλουμίνιο και βελτιωμένοι χάλυβες ώστε να προσδίδουν μεγάλη αντοχή σε σχέση με το χαμηλό βάρος τους .



**Εικόνα 1.11** Καρτ δεκαετίας 1980

Τη δεκαετία του 90 το καρτ παίρνει την πλήρη του μορφή. Με την εισαγωγή των πολυμερών υλικών δημιουργήθηκαν εμπρός πίσω και πλευρικοί προφυλακτήρες δίνοντας και αεροδυναμικό χαρακτήρα στο καρτ. Οι κινητήρες το σασί και γενικότερα όλα τα συστήματα κατασκευάζονταν κάτω από λεπτομερείς οδηγίες από τους διεθνείς κανονισμούς της Διεθνούς Ομοσπονδία Αυτοκινήτου (FIA). Οι ρυθμίσεις που μπορούσαν να γίνουν ήταν στο σασί όπως η ρύθμιση των γωνιών κάμπερ και

κάστερ, το ύψος του πίσω άξονα, το ύψος και η κλίση του καθίσματος, το ύψος στο τιμόνι και τις ρυθμίσεις Ackerman και Toe που θα αναφερθούν στην συνέχεια εκτενέστερα.



**Εικόνα 1.12** Καρτ δεκαετίας 1990

Την δεκαετία του 2000 γίνεται η εφαρμογή τετράχρονων κινητήρων και αντιστοιχών πρωταθλημάτων που στηρίζονται σε αυτούς λόγω των ρύπων των δίχρονων κινητήρων και την αύξηση της απόδοσης στους τετράχρονους. Στους κινητήρες χρησιμοποιήθηκαν συστήματα shifter δηλαδή χειροκίνητης αλλαγής ταχυτήτων με παράλληλη σύμπλεξη, σύστημα κόμπλερ που βοηθά στην αυτόματη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη του κινητήρα με την αύξηση ή μείωση των στροφών του κινητήρα αντίστοιχα και χρήση ηλεκτρικής μίζας στην εκκίνηση. Για την ψύξη του κινητήρα χρησιμοποιήθηκε υδρόψυκτο σύστημα για πρώτη φορά.



**Εικόνα 1.14** Καρτ δεκαετίας 2000



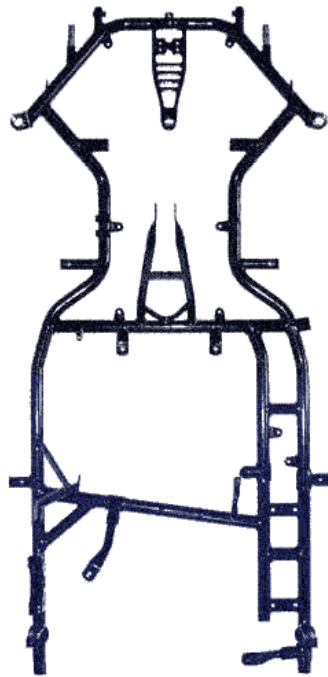
1. Πλαίσιο
2. Κινητήρας
3. Μετάδοση
4. Κάθισμα
5. Ελαστικά
6. Ζάντες
7. Πίσω άξονας
8. Άκρα
9. Μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης
10. Φρένα
11. Πεντάλ
12. Ντιζες
13. Ρεζερβουάρ
14. Μπάρες - προφυλακτήρες

## 2.2 ΠΛΑΙΣΙΟ

Το πλαίσιο σύμφωνα με τους κανονισμούς της FIA δημιουργείται συμφωνά με κάποιες παραμέτρους. Αυτές είναι για την αντοχή του πλαισίου σε δυνάμεις που μπορεί να δεχτεί σε συνθήκες αγώνα αλλά και σε συνθήκες πρόσκρουσης. Οι δυνάμεις και οι ροπές που δέχεται το καρτ είναι στους τρεις άξονες x, y, z οι οποίες αναλύονται στο κεφάλαιο 3. Τύποι των σασί καρτ φαίνονται στις ακόλουθες εικόνες 2.2, 2.3.



**Εικόνα 2.2** Σασί εταιρίας Birel τύπου CRX 32-S2



**Εικόνα 2.3** Σασί εταιρίας Arrow τύπου AX-9

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των σασί είναι σκληροί χάλυβες. Συνήθως χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι σωλήνες χρωμιούχου μολυβδαινίου CrMo διάφορων αντοχών και ποιοτήτων. Οι οποίοι χρησιμεύουν λόγω της αντίστασης σε διάβρωση και της μεγάλης αντοχής τους. Η κατασκευή του σασί γίνεται με συγκολλήσεις του σασί δίνοντας την τελική μορφή που φαίνεται στις εικόνες ανωτέρω. Οι συγκολλήσεις γίνονται με πάχος όσο το πάχος της σωλήνας που συγκολλιέται και πλάτος ραφής 5mm περίπου και περιμετρικά των σωλήνων που συγκολλούνται όπως φαίνονται στην εικόνα 2.4 για να είναι το πλαίσιο όσο το δυνατόν πιο άκαμπτο. Το υλικό συγκόλλησης που χρησιμοποιείται είναι SG-CrMo1 δηλαδή ίδιο με το υλικό κατασκευής του σασί.



**Εικόνα 2.4** Συγκόλληση σε πλαίσιο καρτ



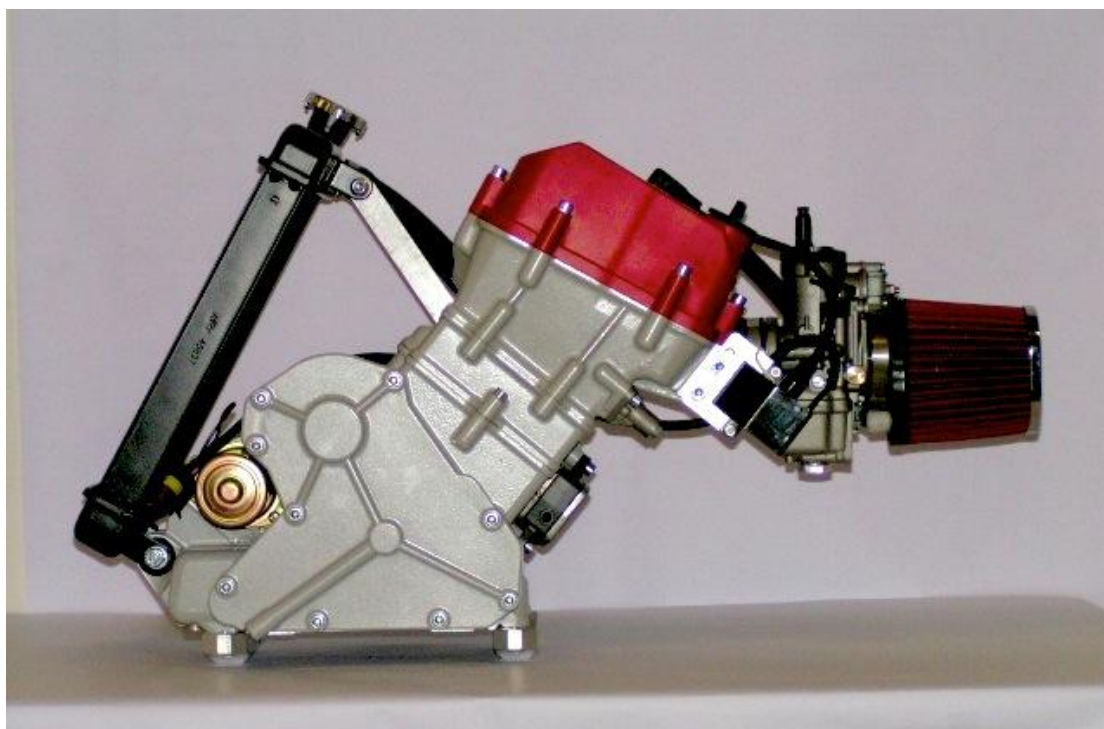
Οι εταιρίες που ασχολούνται με τον σχεδιασμό και την κατασκευή σασι για καρτ είναι η Birel, η Tony kart, η Tibikart, η CRG, η kosmos racing karts, η Maranello kart όπου εδράζουν στην Ιταλία η γερμανική Mach 1 kart και η αυστραλιανή Arrow.

### 2.3 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Οι κινητήρες Καρτ τοποθετήθηκαν στην δεξιά πλευρά του οδηγού κοντά στο πίσω μέρος του καρτ. Αυτό επιτρέπει στον κινητήρα να είναι κοντά στον πίσω άξονα και να γίνεται εύκολη η μετάδοση της κίνησης. Οι αγωνιστικοί κινητήρες καρτ μπορεί να είναι και δίχρονοι και τετράχρονοι και κυμαίνονται από 4 έως 40 περίπου ίππους (hp). Οι πιο κοινοί δίχρονοι κινητήρες είναι χωρητικότητας 100 cc αερόψυκτοι που παράγουν περίπου 20 ίππους. Επιπλέον η εξέλιξη των δίχρονων κινητήρων διακρίνεται στα 125 cc και των τετράχρονων στα 250 cc με συμπλέκτη και με ταχύτητες ή και χωρίς όπως φαίνονται μερικοί στις εικόνες 2.5, 2.6.



**Εικόνα 2.5** Κινητήρας Rotax DD2 125 κυβικών εκατοστών δίχρονος



**Εικόνα 2.6** Κινητήρας Biland 250cc τετράχρονος

Οι εταιρίες που κατασκευάζουν αποκλειστικά κινητήρες για καρτ είναι η Comer, η CRS, η Maxter, η TM racing, η Vortex rok engines, η PCR και η Parilla από την Ιταλία. Από την Αυστρία είναι η εταιρία Rotax και οι Briggs&Stratton, Honda engines και η Yamaha από την Αμερική και Ιαπωνία αντίστοιχα και η σουηδική Biland.

Το καρτ πλέον κάνει χρήση και των δύο τύπων κινητήρων τετράχρονων και δίχρονων σε διαφορετικά αγωνιστικά καρτ. Εκτός από τις σαφείς διαφορές μεταξύ των δύο τύπων κινητήρων, η παραγωγή των κινητήρων είναι πολύ διαφορετική επίσης. Οι περισσότεροι τετράχρονοι κινητήρες καρτ δημιουργήθηκαν από τους κοινούς κινητήρες που χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές συστημάτων. Οι δίχρονοι κινητήρες, από την άλλη πλευρά, έχουν σκοπό κατασκευής κινητήρων αγωνιστικών που έχουν σχεδιαστεί εξ' ολοκλήρου ειδικά για καρτ. Σε έναν κινητήρα τετράχρονο, τέσσερις χρόνοι ή διαφορετικά δυο περιστροφές του στροφάλου ή 720 μοίρες ολοκληρώνεται ένας κύκλος λειτουργίας. Σε αντίθεση με τους δίχρονους κινητήρες, που απαιτούν μόνο μια περιστροφή.

Οι δίχρονοι κινητήρες παράγουν περισσότερη ισχύ, αλλά με μεγαλύτερο κόστος. Καταναλώνουν περισσότερα καύσιμα, αλλά απαιτούνται φτηνές εργασίες συντήρησης. Οι τετράχρονοι κινητήρες, από την άλλη πλευρά, παράγουν λιγότερη υποδύναμη, αλλά είναι πιο αξιόπιστοι ενώ είναι συνήθως πιο δύσκολο να διατηρηθούν και να επισκευαστούν από κόλλημα ή καταστροφή του κινητήρα.

### **2.3.1 Τετράχρονοι κινητήρες**

Οι τετράχρονοι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι για μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλό κόστος, καθιστώντας τους ιδανικούς για καρτ. Επειδή είναι μαζικής παραγωγής, το κόστος κατασκευής είναι πολύ χαμηλό. Προκειμένου να γίνουν αυτοί οι κινητήρες έτοιμοι για αγώνες, είναι αναγκαίες μια σειρά από αλλαγές και τροποποιήσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτές οι αλλαγές γίνονται από το εργοστάσιο.

Η τεχνολογία των τετράχρονων κινητήρων έχει εξελιχθεί πολύ. Σε μερικούς αγώνες αυτοκινήτων όπως στη Φόρμουλα 1 έχουν την δυνατότητα να περιστραφούν μέχρι και 20.000 rpm, σε επίπεδο που παλαιότερα θεωρούνταν αδύνατο. Επίσης η κίνηση για την μείωση ή και απαγόρευση των δίχρονων κινητήρων σε παγκόσμιο επίπεδο εξαιτίας των σημαντικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων έχει αναγκάσει τους μεγάλους κατασκευαστές κινητήρων να δαπανήσουν πολλά χρήματα και χρόνο για την έρευνα και ανάπτυξη για τον τέλειο μικρό, ελαφρύ, και αξιόπιστο τετράχρονο κινητήρα. Μεγάλοι κατασκευαστές, όπως Briggs & Stratton, Yamaha, Honda συνεχίζουν να συνεχίζουν με μεγάλη επιτυχία να παράγουν αξιόπιστους τετράχρονους κινητήρες .

### **2.3.2 Τα εξαρτήματα ενός τετράχρονου κινητήρα**

Το μπλοκ αποτελείται από το στροφαλοθάλαμο και τον κύλινδρο, και είναι κατασκευασμένο από ελαφρύ κράμα αλουμινίου. Σε ορισμένες μηχανές, ο κύλινδρος χρησιμοποιεί ένα πολύ ανθεκτικό κράμα από χάλυβα. Η κυλινδροκεφαλή βρίσκεται στην κορυφή του κυλίνδρου και φιλοξενεί το μπουζί. Το σχήμα της κυλινδροκεφαλής βοηθά στον καθορισμό του όγκου του θαλάμου καύσης, η οποία διαφέρει από κινητήρα σε κινητήρα ανάλογα με τις απαιτήσεις ισχύος. Επειδή ο κύλινδρος και η κεφαλή υπόκεινται σε τόσο υψηλή θερμοκρασία λόγω της θερμοκρασίας που παράγεται από την καύση, είναι μια σημαντική περιοχή όπου χρειάζεται κάποιου είδους ψύξης. Αυτό γίνεται είτε με αερο-ψύξη με τον ατμοσφαιρικό αέρα και την ταχύτητα αυτού όπου ο κύλινδρος και η κεφαλή είναι κατάλληλα διαμορφωμένα με ψύκτρες με μεγάλα πτερύγια εξωτερικά ώστε να τα διαπερνά ο αέρας, είτε με υδρο-ψύξη με την βοήθεια ψυκτικού υγρού και εγκατάσταση αυτού ώστε αυτή την φορά η ψύξη να γίνεται εσωτερικά του κυλίνδρου και της κεφαλής. Στο εσωτερικό του κυλίνδρου, το έμβολο είναι κατασκευασμένο από ελαφρύ κράμα, με τρία δαχτυλίδια στο πάνω μέρος που κινούνται κατά μήκος του τοίχους του κυλίνδρου. Το πάνω δαχτυλίδι χρειάζεται για την συγκράτηση συμπίεσης για μέγιστες επιδόσεις. Το κάτω δαχτυλίδι παρέχει λάδι από το στροφαλοθάλαμο στα τοιχώματα του κυλίνδρου για μέγιστη λίπανση. Το μεσαίο δαχτυλίδι καλείται σαν δαχτυλίδι ξύστρα και αφαιρεί τυχόν περιττό λάδι ή καθιζήσεις από τα τοίχους του κυλίνδρου. Το πάνω μέρος του εμβόλου, η κεφαλή, και ο κύλινδρος συνδυάζονται για να δημιουργήσουν το θάλαμο καύσης.

Η συνδετική ράβδος που συνδέει το έμβολο με το στροφαλοφόρο άξονα και παρέχει ενέργεια από το θάλαμο καύσης στο σύστημα κίνησης είναι η μπιέλα. Γενικά κατασκευάζεται από σφυρήλατο ατσάλι, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις είναι κατασκευασμένη από ημικατεργασμένο αλουμίνιο. Θα πρέπει να είναι εξαιρετικά ισχυρή για να λάβει την αδράνεια στο άνω νεκρό σημείο (ΑΝΣ) και στο κάτω νεκρό



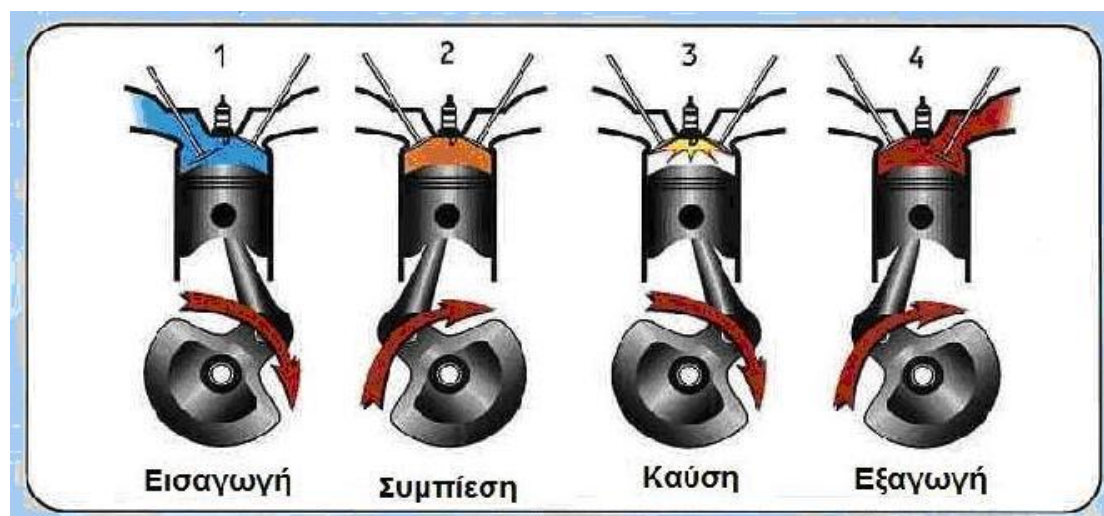
σημείο (ΚΝΣ). Σε αυτούς τους κινητήρες, δεν υπάρχουν ξεχωριστά έδρανα για να τοποθετηθεί στην κορυφή της μπιέλας η σύνδεση με το έμβολο. Τα σχετικά χαμηλά επίπεδα στροφών δεν απαιτούν ιδιαίτερα έδρανα όπως στο δίχρονο κινητήρα. Το κέντρο αντισταθμίζεται για να επιτρέψει στον στρόφαλο να περιστρέφεται το έμβολο με την βοήθεια της μπιέλας παλινδρομικά. Άλλοι παράγοντες, όπως το σχήμα του εμβόλου, ο θάλαμος καύσης, το καρμπυρατέρ, και το μέγεθος της βαλβίδας και του εκκεντροφόρου είναι κρίσιμα ως προς την κατασκευή τους και την απόδοση της λειτουργίας του κινητήρα. Ο εκκεντροφόρος χρησιμοποιεί δύο διαφορετικά στοιχεία στη λειτουργία του, τη βύθιση και τη διάρκεια της βύθισης. Βύθιση είναι το μήκος που η βαλβίδα ανοίγει, που καθορίζει το μέγεθος του ανοίγματος, μέσω των οποίων είτε ρέει το μίγμα αέρα καύσιμου είτε οδεύονται τα καυσαέρια προς την εξάτμιση. Η διάρκεια της βύθισης είναι το χρονικό διάστημα που η βαλβίδα εισαγωγής ή εξαγωγής παραμένει ανοιχτή.

Για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση ισχύος πρέπει να επιλεγθεί εκκεντροφόρος τέτοιος ώστε στα χαρακτηριστικά των μερών του κινητήρα να υπάρχει ισορροπία της βύθισης και της διάρκειας κατά τη διάρκεια του κύκλου καύσης. Η διάρκεια και η βύθιση είναι ενσωματωμένη στους έκκεντρος σχηματισμούς του εκκεντροφόρου, από την στιγμή που κατασκευάζεται.

Όλα τα κινούμενα μέρη σε μια μηχανή τετράχρονη χρειάζονται λίπανση για να λειτουργήσουν σωστά. Για να επιτευχθεί αυτό, το λάδι είναι που χρησιμοποιείται στο στροφαλοθάλαμο για να λιπαίνει τον στροφαλοφόρο άξονα, τον εκκεντροφόρο, την μπιέλα, το πιστόνι, τα τοιχώματα των κυλίνδρων, και το σύστημα βαλβίδων. Υπάρχουν ειδικά συνθετικά αγωνιστικά λάδια για τετράχρονους κινητήρες, τα οποία κάνουν πολύ καλή λίπανση, δεδομένου ότι αυτοί οι κινητήρες λειτουργούν σε υψηλά επίπεδα περιστροφής. Εκτός από την λίπανση, το λάδι συλλέγει οποιοσδήποτε ακαθαρσίες, προσμείξεις, ή σωματίδια που μπορεί να είναι μέσα στον κινητήρα.

### 2.3.3 Η λειτουργία του τετράχρονου κινητήρα (ΟΤΤΟ)

Ο τετράχρονος κινητήρας για έναν πλήρη κύκλο λειτουργίας χωρίζεται σε τέσσερα χρονικά διαστήματα: εισαγωγή, συμπίεση, καύση και εξαγωγή όπως φαίνεται στην εικόνα 2.7.



Εικόνα 2.7 Κύκλος καύσης τετράχρονου κινητήρα

Στον πρώτο χρόνο το έμβολο βρίσκεται στο άνω νεκρό σημείο. Η βαλβίδα εισαγωγής είναι έτοιμη να ανοίξει ενώ η βαλβίδα εξαγωγής είναι κλειστή. Το έμβολο κινείται από το άνω νεκρό σημείο (ΑΝΣ) προς το κάτω νεκρό σημείο και δημιουργεί μέσα στον κύλινδρο υποπίεση. Στο χρόνο αυτό γίνεται η αναρρόφηση από το έμβολο και εισέρχεται μέσα στον κύλινδρο το μείγμα αέρα καύσιμου σε θερμοκρασία και πίεση ατμοσφαιρική. Το χρόνο αυτό η εισαγωγή διαρκεί μέχρι τη στιγμή που το έμβολο θα φτάσει στο κάτω νεκρό σημείο (ΚΝΣ) και θα κλείσει η βαλβίδα εισαγωγής.

Στο δεύτερο χρόνο το έμβολο ξεκινάει από το κάτω νεκρό σημείο οι βαλβίδες είναι και οι δύο κλειστές και ανεβαίνει προς το ανώτατο σημείο στο χρόνο αυτό το μείγμα αέρα καύσιμου συμπιέζεται και η πίεση του φτάνει περίπου τις οκτώ έως δέκα πέντε ατμοσφαιρες ενώ η θερμοκρασία κυμαίνεται από διακόσιους πενήντα έως τετρακόσιους βαθμούς κελσίου όταν το έμβολο θα φτάσει στο (ΑΝΣ).

Στον τρίτο χρόνο το έμβολο βρίσκεται στο (ΑΝΣ) οι βαλβίδες εισαγωγής εξαγωγής είναι κλειστές και δίνεται ο ηλεκτρικός σπινθήρας από το μπουζί. Το συμπιεσμένο μίγμα αναφλέγεται και σε πάρα πολύ μικρό χρόνο καίγεται από την καύση αυτή του μίγματος που μοιάζει με έκρηξη αναπτύσσεται θερμοκρασία μέσα στον κύλινδρο. Κάτω από την πίεση αυτή των καυσαερίων το έμβολο κινείται με μεγάλη δύναμη προς το κάτω νεκρό σημείο. Η κίνηση αυτή του εμβόλου στον τρίτο χρόνο δίνει το έργο που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο κινητήρας του. Όταν το έμβολο φτάνει στο κάτω νεκρό σημείο τα καυσαέρια έχουν εκτονωθεί η πίεση τους πέφτει ενώ η θερμοκρασία τους κυμαίνεται στους τετρακόσιους έως πεντακόσιους βαθμούς Κελσίου. Ο τρίτος χρόνος είναι ο χρόνος που παράγεται το έργο για τις ανάγκες λειτουργίας του κινητήρα γι αυτό λέγεται κινητήριος ή ενεργός χρόνος αντίθετα οι υπόλοιποι τρεις χρόνοι επειδή απορροφούν έργο λέγονται και παθητικοί χρόνοι.

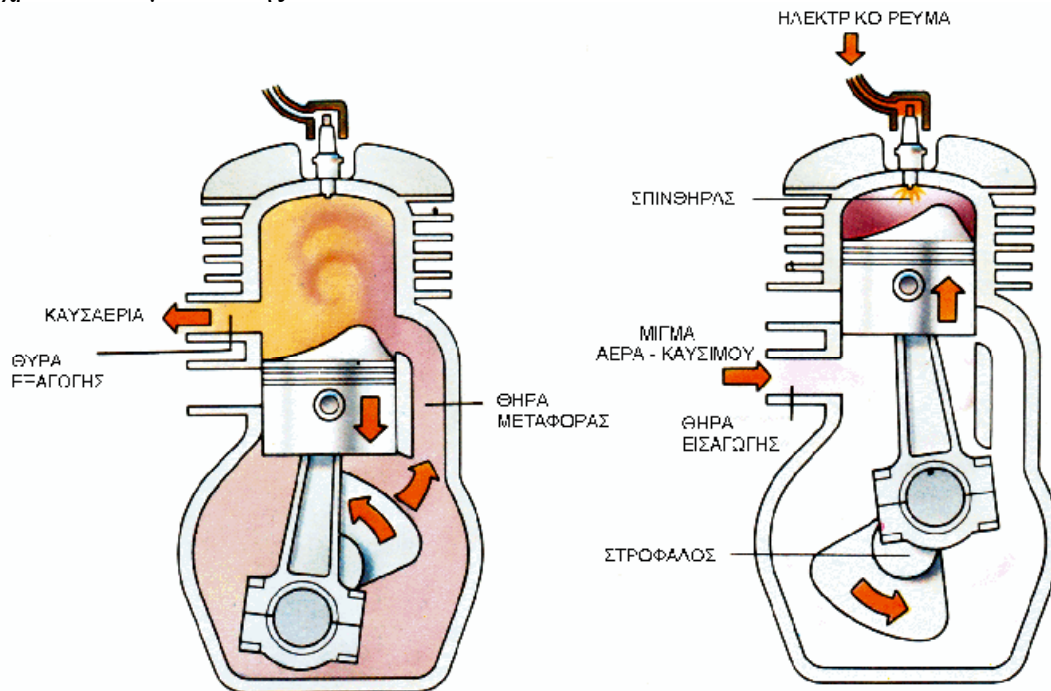
Στο τέταρτο χρόνο το έμβολο βρίσκεται στο κάτω νεκρό σημείο και αρχίζει να ανεβαίνει προς το άνω νεκρό σημείο. Ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και το έμβολο με την κίνησή του προς το άνω νεκρό σημείο διώχνει τα καυσαέρια μέσω του συστήματος εξαγωγής. Όταν φτάσει το (ΑΝΣ) ο κύλινδρος έχει καθαρίσει κλείνει η βαλβίδα της εξαγωγής και ολοκληρώνεται η λειτουργία του κινητήρα. Το έμβολο είναι έτοιμο να επαναλάβει τον κύκλο των τεσσάρων χρόνων για να συνεχιστεί η λειτουργία του κινητήρα.

### 2.3.4 Δίχρονος κινητήρας

Οι δίχρονοι κινητήρες είναι η μεγαλύτερη εξέλιξη της εφαρμοσμένης μηχανικής, επειδή μπορεί να παράγει τεράστια ιπποδύναμη σε μια απλή σχεδίαση. Η εισαγωγή και η εξαγωγή αποτελούν βασικά συστατικά που πρέπει να συνεργαστούν για να μεγιστοποιηθεί η απόδοση του κινητήρα. Τρεις βασικές αρχές που υπαγορεύουν πόση ισχύς έχει αποδοθεί είναι: η θερμοκρασία του κινητήρα, η ζώνη ισχύος, και η πυκνότητα του αέρα.

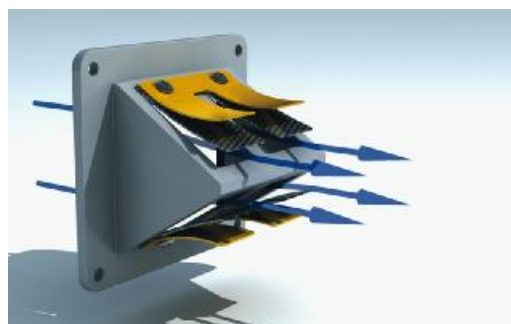
Ένας δίχρονος κινητήρας λειτουργεί από τη συμπίεση ενός μίγματος καύσιμου και αέρα στο θάλαμο καύσης. Ο κύκλος λειτουργίας του δίχρονου κινητήρα όπως φαίνεται στην εικόνα 2.8 βασίζεται σε μια περιστροφή του στροφάλου. Το έμβολο βρισκόμενο στο (ΑΝΣ) κινείται προς το (ΚΝΣ) οι θυρίδες εισαγωγής εξαγωγής ανοίγουν εισέρχεται μίγμα και με την πίεση του μίγματος διώχνεται ο όγκος των καυσαερίων. Στο δεύτερο χρόνο το έμβολο από το (ΚΝΣ) κινείται προς το (ΑΝΣ). Το έμβολο κλείνει τις θυρίδες και συμπιέζει το μίγμα μέχρι το (ΑΝΣ) όπου το

μείγμα αναφλέγεται από το μπουζί και συνεχίζει από αυτό το σημείο ξανά ο κύκλος καύσης. Τα καύσιμα είναι ένας συνδυασμός βενζίνης και ειδικού λαδιού καύσης αναμειγμένο στις απαιτούμενες ποσότητες. Το μείγμα αέρα / καυσίμου κινείται μέσω της μηχανής κάνοντας χρήση των υψηλών και χαμηλών πιέσεων που δημιουργούνται από το έμβολο που κινείται πάνω-κάτω. Κατά τη διάρκεια της πτωτικής πορείας του εμβόλου, που είναι γνωστή ως εκτόνωση, το μίγμα αέρα / καυσίμου στο στροφαλοθάλαμο συμπιέζεται και αναγκάζεται μέσω των θυρίδων να μεταφερθεί μέχρι το θάλαμο καύσης.



**Εικόνα 2.8** Κύκλος καύσης δίχρονου κινητήρα

Στην θύρα εισαγωγής για την εισαγωγή και συγκράτηση του μείγματος αέρα – καυσίμου χρησιμοποιείται η βαλβίδα reed. Η βαλβίδα όπως φαίνεται στην εικόνα 2.9 είναι ένα φύλλο μετάλλου ή στις μέρες μας carbon που ανοίγει όταν η πίεση στο στροφαλοθάλαμο είναι χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική πίεση και κλείνει όταν η πίεση στο στροφαλοθάλαμο είναι πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση.



**Εικόνα 2.9** Βαλβίδα Reed

Η θυρίδα στην ουσία επιτρέπει στο μίγμα αέρα καυσίμου να εισέλθει την κατάλληλη στιγμή στον στροφαλοθάλαμο και διατηρείται κατά αυτό τον τρόπο η εισροή του μίγματος την κατάλληλη χρονική στιγμή.

### 2.3.5 Μέρη του δίχρονου κινητήρα

Ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος από ελαφρύ κράμα, συνήθως από αλουμίνιο. Ορισμένοι κινητήρες έχουν ένα πολύ ανθεκτικό περίβλημα από χάλυβα ή επιμετάλλωση από νικέλιο που ονομάζεται Nikasil. Ο κύλινδρος έχει θύρες μεταφοράς χυτεύμενες σε αυτό, οι οποίες επιτρέπουν στο μίγμα αέρα / καυσίμου να ρέει από το καρμπυρατέρ, μέσω του στροφαλοθαλάμου, στο θάλαμο καύσης. Η κυλινδροκεφαλή βρίσκεται στην κορυφή του κυλίνδρου και φιλοξενεί το μπουζί. Το σχήμα της κυλινδροκεφαλής βοηθά στον καθορισμό του όγκου του χώρου καύσης. Επειδή η κεφαλή και ο κύλινδρος θερμαίνονται λόγω της καύσης χρειάζονται σύστημα ψύξης όπως και οι τετράχρονοι. Τα πιστόνια είναι κατασκευασμένα από ελαφρύ κράμα, με μονό ελατήριο στην κορυφή τους για να κρατήσουν την συμπίεση.

Η ύπαρξη του λαδιού μαζί με το καύσιμο σε αναλογία περίπου 6% έχει σαν σκοπό την λίπανση του κινητήρα. Το καύσιμο περνά μέσα από τον κινητήρα και μαζί με το λάδι λιπαίνει το πιστόνι, τη μπιέλα, τα ρουλεμάν του στροφαλοφόρου άξονα, τον πείρο του εμβόλου, και τα τοιχώματα των κυλίνδρων.

Η μπιέλα είναι κατασκευασμένη από σφυρήλατο ατσάλι λόγω της μεγάλης ροπής που έχουν οι δίχρονοι κινητήρες. Βελονοειδή ρουλεμάν χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν τον πείρο του εμβόλου στο επάνω μέρος με την μπιέλα και στο κάτω μέρος της μπιέλας με το στροφαλοφόρο άξονα. Ο στρόφαλος είναι επίσης κατασκευασμένος από χάλυβα και έχουν κατασκευαστεί κατάλληλα ρουλεμάν που τοποθετούνται σε κάθε άκρο ώστε να αντέχουν σε υψηλές στροφές τριβές και θερμοκρασίες. Οι περισσότεροι στροφαλοφόροι άξονες χωρίζονται σε υπομέρη (κομβίο, μπιέλα, ρουλεμάν αριστερό και δεξί άκρο στροφάλου) ώστε να γίνεται πιο εύκολη η αλλαγή της μπιέλας ή του ρουλεμάν.

### 2.4 ΚΑΡΜΠΥΡΑΤΕΡ

Τα καρμπυρατέρ που χρησιμοποιούνται στα καρτ είναι δυο ειδών. Τα καρμπυρατέρ τύπου Βεντούρη (εικόνα 2.10) όπου έχουν δυο βίδες ρύθμισης καυσίμου για υψηλά και χαμηλά επίπεδα περιστροφών κινητήρα και η ρύθμιση του γκαζιού γίνεται με μια πεταλούδα εσωτερικά του καρμπυρατέρ. Ο άλλος τύπος καρμπυρατέρ είναι με κάθετο διάφραγμα αέρα και μια βίδα ρύθμισης καυσίμου (εικόνα 2.11). Για την γρήγορη τροφοδοσία καυσίμου ειδικά για καρμπυρατέρ μεγάλης εισαγωγής γίνεται και χρήση τρόμπας καυσίμου όπου η λειτουργία της στηρίζεται στην υποπίεση που προέρχεται από την λειτουργία του κινητήρα (εικόνα 2.12).



**Εικόνα 2.10** Καρμπυρατέρ εταιρίας Tryton τύπου Βεντούρη



**Εικόνα 2.11** Καρμπυρατέρ διαφράγματος



**Εικόνα 2.12** Τρόμπα βενζίνης με λειτουργία υποπίεσης

## 2.5 ΨΥΞΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Με βάση την ψύξη του κινητήρα υπάρχουν δυο είδη κινητήρα ο αερόψυκτος και υδρόψυκτος. Ο αερόψυκτος κινητήρας ψύχεται με την ροή του ανέμου αυτό γίνεται με πτερύγια που περιβάλλουν τον κινητήρα. Ο λόγος χρήσης των πτερυγίων στους αερόψυκτους κινητήρες είναι η αύξηση της επιφάνειας ψύξης του κινητήρα με αποτέλεσμα την αύξηση της απαγωγής της θερμικής ενέργειας.

Στις μέρες μας η ψύξη γίνεται κατά βάση με εξωτερικό σύστημα το οποίο αποτελείται από μια τρόμπα νερού που παίρνει κίνηση με ιμάντα από την περιστροφή του πίσω άξονα. Η τρόμπα στην εικόνα 2.13 είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο όπως και η τροχαλία που βιδώνει στον άξονα εικόνα 2.14. Η τρόμπα τροφοδοτεί τον κινητήρα από την μια πλευρά με το είδη ψυγμένο νερό. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι μείγμα αντιπηκτικού και απιονισμένου νερού. Για την ψύξη του νερού που εξέρχεται από τον κινητήρα χρησιμοποιείται ψυγείο νερού το οποίο κατασκευάζεται από αλουμίνιο για την μείωση του βάρους αλλά και την γρήγορη απαγωγή της θερμοκρασίας. Το ψυγείο όπως φαίνεται στην εικόνα 2.15 έχει συνήθως διαστάσεις 20 cm πλάτος 40 cm μήκος και 4 cm πάχος. Για την σύνδεση αυτών των μερών μεταξύ τους χρησιμοποιούνται σιλικονούχοι σωλήνες επειδή είναι εύκαμπτοι και ανθεκτικοί στη θερμοκρασία.



**Εικόνα 2.13** Τρόμπα νερού



**Εικόνα 2.14** Τροχαλία τρόμπας νερού





**Εικόνα 2.15** Ψυγείο για καρτ

Συγκριτικά το υδρόψυκτο σύστημα είναι πιο αξιόπιστο από το αερόψυκτο λόγω της σταθερής θερμοκρασίας που αναπτύσσει ανεξάρτητα από τις εξωγενείς συνθήκες.

## **2.6 POWER VALVE**

Πολλοί σύγχρονοι δίχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούν ένα σύστημα βαλβίδας στην εξαγωγή. Η βαλβίδα (εικόνα 2.16) είναι κανονικά μέσα ή γύρω από την θυρίδα της εξάτμισης. Η βαλβίδα λειτουργεί με έναν από δύο τρόπους: είτε τροποποιεί την θυρίδα της εξαγωγής με το κάθετο κλείσιμο της από την κορυφή της θυρίδας, ή μεταβάλλοντας τον όγκο των καυσαερίων αλλάζοντας τη συχνότητα συντονισμού θαλάμου διαστολής της εξάτμισης. Το αποτέλεσμα είναι ένας κινητήρας με καλύτερη ισχύ στις χαμηλές στροφές χωρίς να μειώνεται η δύναμη στις υψηλές στροφές.



**Εικόνα 2.16** Power valve

## 2.7 ΣΥΜΠΛΕΞΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ο συμπλέκτης μεταφέρει τη ροπή και τη δύναμη από τον κινητήρα προς το γρανάζι που τοποθετείται στον στροφαλοφόρο άξονα για τα άμεσης μετάδοσης καρτ ενώ για τα εξατάχυτα καρτ στο γρανάζι που εφαρμόζει στον δευτερεύον άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων και μέσω αυτού μεταφέρεται η ροπή με την χρήση αλυσίδας στο γρανάζι του πίσω άξονα . Ο συμπλέκτης επιτρέπει στον κινητήρα να απελευθερώσει τον τροχό από το σύστημα της μετάδοσης κατά την εκκίνηση του κινητήρα και σε φάση ρελαντί. Αυτή η αποσύμπλεξη διατηρείται μέχρι κάποιο όριο ρυθμού περιστροφής και τότε ο συμπλέκτης επιτυγχάνει εμπλοκή και το καρτ ξεκινά να κινείται.. Μια σειρά από διαφορετικές μορφές και τύπους συμπλεκτών είναι διαθέσιμοι. Οι δύο βασικοί τύποι συμπλέκτη είναι ο πολύδισκος και ο φυγοκεντρικός. Ο πολύδισκος συμπλέκτης στη λειτουργία του μοιάζει με τα δισκόφρενα και είναι χειροκίνητος ενώ ο φυγοκεντρικός συμπλέκτης μοιάζει με ταμπούρα και η σύμπλεξη του γίνεται αυτόματα.

### 2.7.1 Πολύδισκος συμπλέκτης

Σε γενικές γραμμές, ο πολύδισκος συμπλέκτης (εικόνα 2.17) είναι ελαφρύτερος από το φυγοκεντρικό συμπλέκτη και έχει περισσότερες επιλογές παραμετροποίησης. Ένας πολύδισκος συμπλέκτης έχει ένα κομβικό σημείο (1) που είναι συνδεδεμένο με τον άξονα των σχέσεων μετάδοσης ή με το γρανάζι κίνησης. Σε αυτό συνδέονται μια σειρά από μοχλούς και ελατήρια συμπίεσης (5) καθώς και ατσάλινοι δίσκοι (4) . Παράλληλα οι δίσκοι τριβής (6) είναι συνδεδεμένοι με τις εξωτερικά προεξοχές που ταιριάζουν στα κανάλια της καμπάνας (2). Η καμπάνα παίρνει κίνηση από το στρόφαλο μέσω ενός εξωτερικού γραναζιού και με την βοήθεια των δίσκων τριβής η κίνηση μεταδίδεται στους ατσάλινους δίσκους λόγω πίεσης των ελατηρίων.



Εικόνα 2.17 Μέρη πολύδισκου συμπλέκτη



Για την αποσύμπλεξη του κινητήρα με το κιβώτιο ταχυτήτων ή με το γρανάζι κίνησης χρησιμοποιείται μοχλός που αναρτάται πλευρικά του τιμονιού και τραβά τον μοχλό που βρίσκεται στον κινητήρα και πιέζει την αλουμινένια πλάκα των ελατηρίων (3) και αποσυμπλέκονται οι ασάλινοι δίσκοι από τους δίσκους τριβής. Τα Shifter καρτ (εικόνα 2.18) δηλαδή τα καρτ με χειροκίνητη σύμπλεξη και εναλλαγή ταχυτήτων χρησιμοποιούν συνήθως πολύδισκο συμπλέκτη .



**Εικόνα 2.18** Shifter καρτ

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται αριστερά πίσω από το τιμόνι ο μοχλός σύμπλεξης ενώ δεξιά ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων.

### **2.7.2 Φυγοκεντρικός συμπλέκτης**

Ο φυγοκεντρικός συμπλέκτης είναι πολύ απλούστερος σε κατασκευή από τον πολύδισκο. Τα μέρη ενός φυγοκεντρικού συμπλέκτη (εικόνα 2.19) είναι το βολάν που χρησιμεύει στη μετάδοση της κίνησης του εκκινητήρα και στην εφαρμογή των υλικών τριβής πάνω του. Στην συναρμογή υπάρχει ακόμα μια εξωτερική καμπάνα με το γρανάζι πάνω της που περιστρέφεται ελεύθερα.



**Εικόνα 2.19** Μέρη φυγοκεντρικού συμπλέκτη (1) βολάν (2) υλικά τριβής (3) καμπάνα (4) γρανάτζι

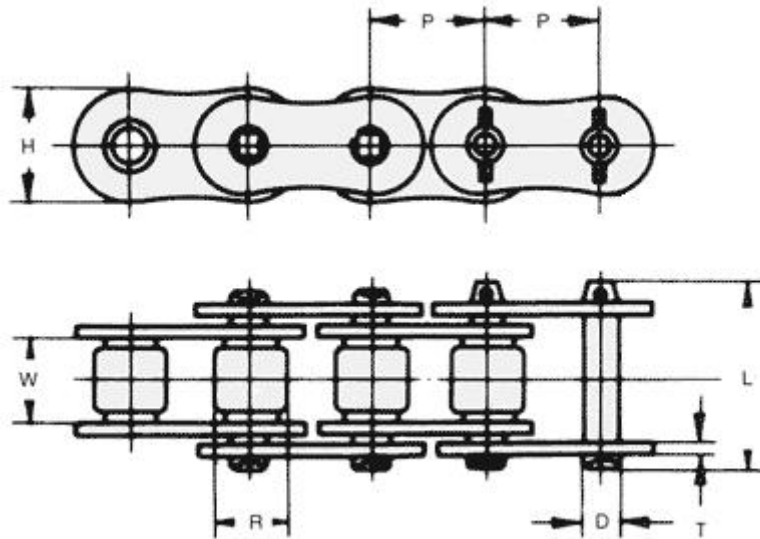
Ο συμπλέκτης επιτυγχάνει σύμπλεξη με τη βοήθεια της φυγόκεντρης δύναμης που δημιουργείται από την περιστροφή του κινητήρα. Όταν ο ρυθμός περιστροφής του κινητήρα και κατά συνέπεια του βολάν φτάνει σε ένα επίπεδο δύναμης που δραστηριοποιεί τα ελατήρια των υλικών τριβής ο συμπλέκτης τείνει να συμπλεχθεί. Όταν ο συμπλέκτης ενεργοποιηθεί τότε μεταφέρεται η κίνηση στον πίσω άξονα.

## 2.8 ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Σε όλα τα καρτ η μετάδοση γίνεται με γρανάτζια και μονή αλυσίδα. Οι τύποι αλυσίδας και γραναζιών που χρησιμοποιούνται χωρίζονται σε δυο κατηγορίες. Η μια κατηγορία είναι για τα εξατάχυτα καρτ που χρησιμοποιούν βάση τυποποίησης το νούμερο αλυσίδας 428 με τα αντίστοιχα γρανάτζια. Ενώ τα υπόλοιπα καρτ το νούμερο αλυσίδας 219 . Η αλυσίδα αποτελείται από τα στοιχεία :

1. Πλευρικά ελάσματα
2. Πείρους
3. Δακτυλίους εξωτερικά των πείρων

Η συναρμογή αλλά και τα γρανάτζια κατασκευάζονται από ισχυρό χάλυβα και η κατασκευή τους αλλά και η τοποθέτησή τους γίνεται με μεγάλη ακρίβεια και προσοχή.



**Σχήμα 2.1** Σχηματική αναπαράσταση αλυσίδας

Τα μεγέθη που παρουσιάζονται στο σχήμα για την αλυσίδα είναι:

P=Βήμα αλυσίδας

R=Διάμετρος δακτυλίου

W= Πλάτος επαφής γραναζιού με αλυσίδα

L= Μήκος πείρου

D=Διάμετρος πείρου

H= Πλάτος πλευρικών ελασμάτων

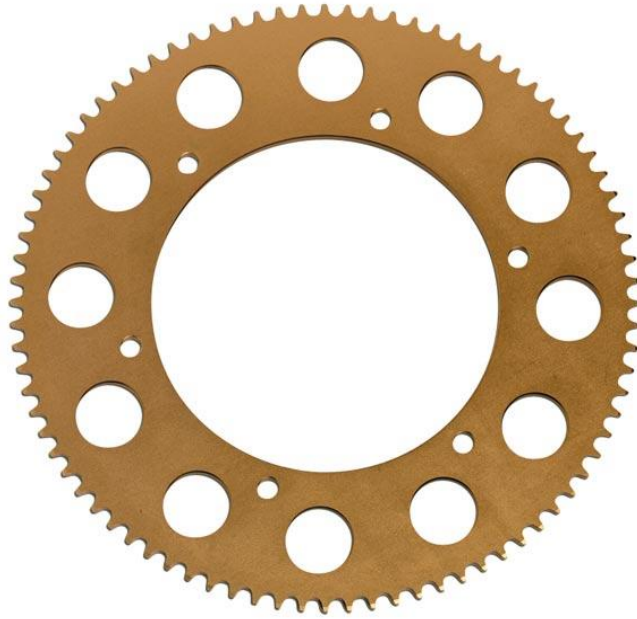
T=Πάχος πλευρικών ελασμάτων

Συγκεντρωτικά οι διαστάσεις για τους δυο τύπους αλυσίδων παραθέτονται στον παρακάτω πίνακα 2.1.

**Πίνακας 2.1** Διαστάσεις τύπων αλυσίδων

	P (mm)	R (mm)	W (mm)	L(mm)	D (mm)	H (mm)	T (mm)
# 219	7.774	4.59	4.68	12.6	3.01	7.6	1.4
# 428	12.70	8.50	7.85	18.9	4.51	12.5	2.0

Σε όλα τα καρτ η μετάδοση στον άξονα γίνεται με γρανάζι (εικόνα 2.20) που εφαρμόζει σε αλουμινένια βάση που στηρίζεται σε αυτόν (εικόνα 2.21). Το εμπρός γρανάζι (εικόνα 2.22) βρίσκεται είτε πάνω στην φυγοκεντρική καμπάνα είτε στον άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων ευθύγραμμο πάντα με το πίσω γρανάζι (εικόνα 2.23).



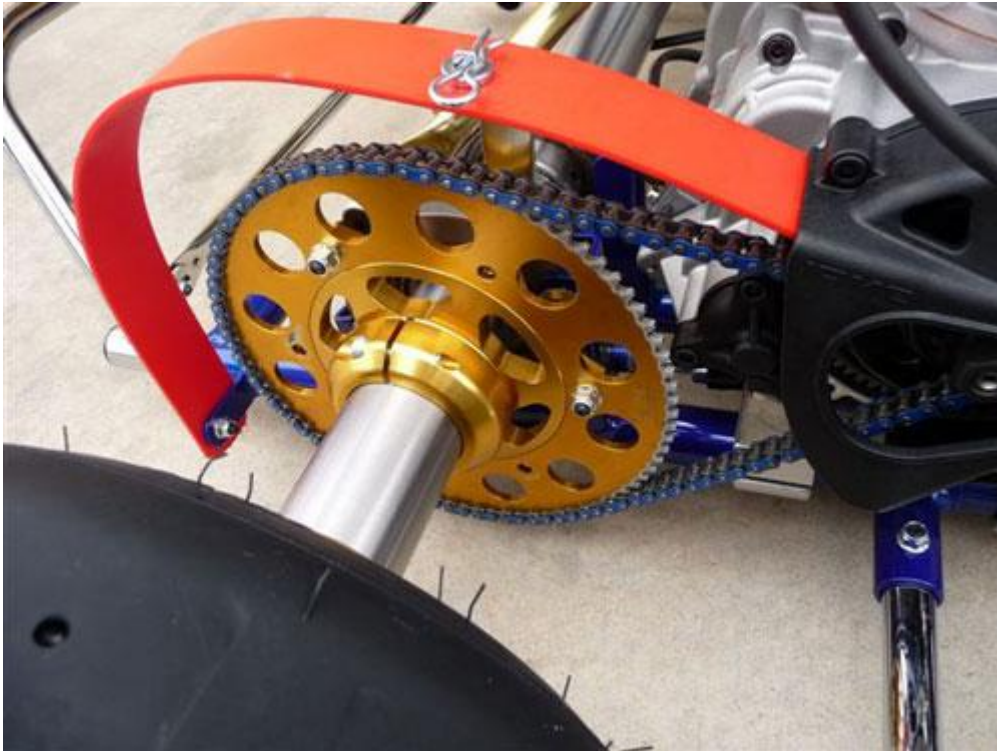
**Εικόνα 2.20** Γρανάζι Πίσω καρτ τύπου 219



**Εικόνα 2.21** Βάση πίσω άξονα τοποθέτησης γραναζιού



**Εικόνα 2.22** Εμπρός γρανάτζι καρτ τύπου 219



**Εικόνα 2.23** Τοποθέτηση γραναζιού και αλυσίδας τελικής μετάδοσης στον πίσω άξονα

Η σχέση μετάδοσης του κινητήρα σε σχέση με τον πίσω άξονα μεταβάλλεται ανάλογα με τον αριθμό δοντιών που επιλέγονται κάθε φορά στα δυο γρανάζια. Η σχέση της μετάδοσης δίνεται από τον τύπο:

$$i = \frac{z_1}{z_2} \quad (2.1)$$

Όπου  $i$  = η σχέση μετάδοσης

$z_1$  = ο αριθμός των δοντιών του γραναζιού του άξονα

$z_2$  = ο αριθμός των δοντιών του γραναζιού του κινητήρα

Σύμφωνα με αυτή την σχέση και από τα γρανάζια που υπάρχουν παραθέτονται δυο πίνακες (2.2, 2.3) που έχουν υπολογιστεί όλες οι πιθανές σχέσεις μετάδοσης. Στον κάθε πίνακα η πρώτη γραμμή έχει όλα τα νούμερα γραναζιών κινητήρα ενώ η πρώτη στήλη τα νούμερα των πίσω γραναζιών ενώ οι υπόλοιπες θέσεις τους υπολογισμούς αυτών.

**Πίνακας 2.2** Σχέση μετάδοσης καρτ

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
53	5.89	5.30	4.82	4.42	4.08	3.79	3.53	3.31	3.12	2.94	2.79	2.65
54	6.00	5.40	4.91	4.50	4.15	3.86	3.60	3.38	3.18	3.00	2.84	2.70
55	6.11	5.50	5.00	4.58	4.23	3.93	3.67	3.44	3.24	3.06	2.89	2.75
56	6.22	5.60	5.09	4.67	4.31	4.00	3.73	3.50	3.29	3.11	2.95	2.80
57	6.33	5.70	5.18	4.75	4.38	4.07	3.80	3.56	3.35	3.17	3.00	2.85



58	6.44	5.80	5.27	4.83	4.46	4.14	3.87	3.63	3.41	3.22	3.05	2.90
59	6.56	5.90	5.36	4.92	4.54	4.21	3.93	3.69	3.47	3.28	3.11	2.95
60	6.67	6.00	5.45	5.00	4.62	4.29	4.00	3.75	3.53	3.33	3.16	3.00
61	6.78	6.10	5.55	5.08	4.69	4.36	4.07	3.81	3.59	3.39	3.21	3.05
62	6.89	6.20	5.64	5.17	4.77	4.43	4.13	3.88	3.65	3.44	3.26	3.10
63	7.00	6.30	5.73	5.25	4.85	4.50	4.20	3.94	3.71	3.50	3.32	3.15
64	7.11	6.40	5.82	5.33	4.92	4.57	4.27	4.00	3.76	3.56	3.37	3.20
65	7.22	6.50	5.91	5.42	5.00	4.64	4.33	4.06	3.82	3.61	3.42	3.25
66	7.33	6.60	6.00	5.50	5.08	4.71	4.40	4.13	3.88	3.67	3.47	3.30
67	7.44	6.70	6.09	5.58	5.15	4.79	4.47	4.19	3.94	3.72	3.53	3.35
68	7.56	6.80	6.18	5.67	5.23	4.86	4.53	4.25	4.00	3.78	3.58	3.40
69	7.67	6.90	6.27	5.75	5.31	4.93	4.60	4.31	4.06	3.83	3.63	3.45
70	7.78	7.00	6.36	5.83	5.38	5.00	4.67	4.38	4.12	3.89	3.68	3.50
71	7.89	7.10	6.45	5.92	5.46	5.07	4.73	4.44	4.18	3.94	3.74	3.55
72	8.00	7.20	6.55	6.00	5.54	5.14	4.80	4.50	4.24	4.00	3.79	3.60
73	8.11	7.30	6.64	6.08	5.62	5.21	4.87	4.56	4.29	4.06	3.84	3.65
74	8.22	7.40	6.73	6.17	5.69	5.29	4.93	4.63	4.35	4.11	3.89	3.70
75	8.33	7.50	6.82	6.25	5.77	5.36	5.00	4.69	4.41	4.17	3.95	3.75
76	8.44	7.60	6.91	6.33	5.85	5.43	5.07	4.75	4.47	4.22	4.00	3.80
77	8.56	7.70	7.00	6.42	5.92	5.50	5.13	4.81	4.53	4.28	4.05	3.85
78	8.67	7.80	7.09	6.50	6.00	5.57	5.20	4.88	4.59	4.33	4.11	3.90
79	8.78	7.90	7.18	6.58	6.08	5.64	5.27	4.94	4.65	4.39	4.16	3.95
80	8.89	8.00	7.27	6.67	6.15	5.71	5.33	5.00	4.71	4.44	4.21	4.00
81	9.00	8.10	7.36	6.75	6.23	5.79	5.40	5.06	4.76	4.50	4.26	4.05
82	9.11	8.20	7.45	6.83	6.31	5.86	5.47	5.13	4.82	4.56	4.32	4.10
83	9.22	8.30	7.55	6.92	6.38	5.93	5.53	5.19	4.88	4.61	4.37	4.15
84	9.33	8.40	7.64	7.00	6.46	6.00	5.60	5.25	4.94	4.67	4.42	4.20
85	9.44	8.50	7.73	7.08	6.54	6.07	5.67	5.31	5.00	4.72	4.47	4.25
86	9.56	8.60	7.82	7.17	6.62	6.14	5.73	5.38	5.06	4.78	4.53	4.30
87	9.67	8.70	7.91	7.25	6.69	6.21	5.80	5.44	5.12	4.83	4.58	4.35
88	9.78	8.80	8.00	7.33	6.77	6.29	5.87	5.50	5.18	4.89	4.63	4.40
89	9.89	8.90	8.09	7.42	6.85	6.36	5.93	5.56	5.24	4.94	4.68	4.45
90	10.00	9.00	8.18	7.50	6.92	6.43	6.00	5.63	5.29	5.00	4.74	4.50

**Πίνακας 2.3** Τελική σχέση μετάδοσης εξατάχυτων καρτ

	13	14	15	16	17	18	19
20	1.538	1.429	1.333	1.250	1.176	1.111	1.053
21	1.615	1.500	1.400	1.312	1.235	1.166	1.105
22	1.692	1.571	1.466	1.375	1.294	1.222	1.158
23	1.769	1.642	1.533	1.437	1.352	1.277	1.211
24	1.846	1.714	1.600	1.500	1.411	1.333	1.263
25	1.923	1.785	1.666	1.562	1.470	1.388	1.315
26	2.000	1.857	1.733	1.625	1.529	1.444	1.368
27	2.077	1.928	1.800	1.687	1.588	1.500	1.421
28	2.154	2.000	1.866	1.750	1.647	1.555	1.473
29	2.231	2.071	1.933	1.812	1.705	1.611	1.526
30	2.308	2.142	2.000	1.875	1.764	1.666	1.578

## 2.9 ΚΑΘΙΣΜΑ

Το κάθισμα σε κάθε καρτ βρίσκεται στην πίσω αριστερή πλευρά του πλαισίου με ελαφριά κλίση προς τα πίσω. Η κλίση καθορίζεται από το ύψος του καθίσματος και του οδηγού σε σχέση με το βάρος του. Τα υλικά από τα οποία δημιουργείται ένα κάθισμα καρτ είναι από σκληρό πλαστικό για καρτ εκμάθησης ενώ για καρτ αγώνων χρησιμοποιούνται δυο υλικά fiberglass (εικόνα 2.24) ή Carbon (εικόνα 2.25). Οι εταιρίες που κατασκευάζουν καθίσματα είναι η Tillet racing seats και η OTK.

Το fiberglass είναι κατά βάση μονωτικό υλικό με μεγάλη αντοχή που αποτελείται από πολύ λεπτές ίνες γυαλιού. Χρησιμοποιείται ως ενισχυτικό υλικό για πολλά πολυμερή προϊόντα, δημιουργώντας σύνθετα υλικά γνωστά ως πολυμερή ενισχυμένα με ίνες (fiber-reinforced polymers FRP) ή πλαστικά ενισχυμένα με γυαλί (glass-reinforced plastic GRP). Οι ίνες του fiberglass διαμορφώνονται όταν λεπτές λωρίδες πυριτίου (ή άλλης σύστασης) γυαλιού εξωθούνται παράγοντας πολλές ίνες με μικρή διάμετρο κατάλληλες για ύφανση. Το γυαλί, ακόμη και ως ίνα, είναι άμορφο στερεό (χωρίς κρυσταλλική δομή). Οι ιδιότητες της δομής του γυαλιού όταν αυτό μαλακώνει και έχει αρχίσει να λιώνει είναι παρόμοιες με τις ιδιότητές του όταν είναι σε ίνες.

Τα ανθρακονήματα είναι εναλλακτικές ίνες ενίσχυσης πολυμερούς, που αποτελούνται από άνθρακα είναι ένα υλικό που αποτελείται από πολύ λεπτές ίνες περίπου 0,005 - 0,010 mm σε διάμετρο και αποτελούνται συνήθως από άτομα άνθρακα.. Τα ανθρακονήματα έχουν πολλά διαφορετικά σχέδια ύφανσης και μπορούν να συνδυαστούν με μια πλαστική ρητίνη για να σχηματίσουν σύνθετα υλικά, με αποτέλεσμα να παρέχεται ένα υλικό με υψηλό λόγο αντοχής προς βάρος. Η πυκνότητα των ινών άνθρακα είναι επίσης σημαντικά χαμηλότερη από την πυκνότητα του χάλυβα, καθιστώντας το ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν χαμηλό βάρος. Οι

ιδιότητες των ινών άνθρακα, όπως η υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό, χαμηλό βάρος και χαμηλή θερμική διαστολή τα καθιστούν ιδιαίτερα δημοφιλή στην αεροδιαστημική, καθώς και στους αγώνες. Ωστόσο, είναι σχετικά ακριβά σε σύγκριση με παρόμοια υλικά όπως fiberglass ή πλαστικό. Τα καθίσματα βγαίνουν σε πληθώρα διαστάσεων και χρωμάτων όλων των επιλογών. Σχετικός πίνακας 2.4.



**Εικόνα 2.24** Κάθισμα από fiberglass

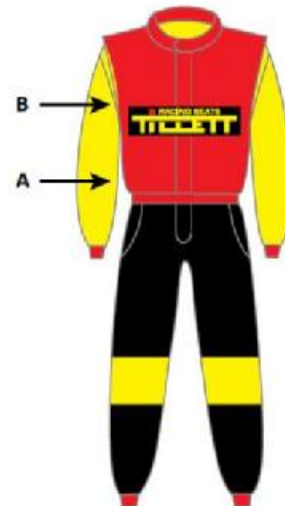
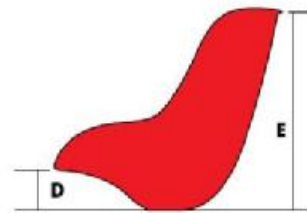


**Εικόνα 2.25** Κάθισμα κατασκευασμένο από carbon



Πίνακας 2.4 Διαστάσεις καθισμάτων εταιρίας TILLET

ΕΜΒΛΙΑ	ΜΕΤΡΟΣ	A	B	C	D	E
<b>T5</b>	S	28	30	44	6.5	35
	Mon	29.5	32	45	8	37
	MS	30	32.5	45.5	8	37
	NL	31	34	46	8	38.5
	L	31.5	36	46.5	9	37
	XL	35	37	47	8.5	37.5
<b>T5 Rev</b>	XS	27.5	29.5	40.5	6.5	32
	S	29.5	31.5	42.5	6.5	34
	Mon	31	34	44	8	36
	MS	31.5	34.5	45	8.5	36.5
	NL	33	36	45.5	9	37.5
	XL	34.5	37.5	46	9	38
<b>T7</b>	Mini	25	26	35	7.5	25
	C	24.5	25.5	40	9	30
	XSmall	25.5	26.5	40.5	9	32.5
	Small	27.5	30	43.5	9	34.5
	S	28	30.5	44	9	37
	MSmall	30	32	46	9	34.5
	MS	30	32	46.5	9	37.5
	NL	31	33	48	9	38
	L	32.5	36	48.5	9	39.5
	XL	34	37.5	50.5	9	40
	XXL	38	41	52	9.5	39
	XXXL	45.5	48	59	9	40.5
<b>T8</b> *Only available in handmade	*Ccol	25	26	35	7.5	25
	C	25	26	36	9	30
	XS	27	27	39.5	9	31.5
	*Scal Handl	28.5	30.5	42.5	9	31
	S	29.5	31	44	9	37
	*Man Handl	30	32	44.5	9	37
	*MScal Handl	31.5	34	45.5	9	33
	MS	32.5	35.5	46.5	9	37.5
	NL	32	35.5	48	9	38
	L	34	35.5	49	9	39.5
XL	35	37.5	50.5	9	40	
<b>T9</b>	S	29.5	27	44	9	33
	MS	30.5	32.5	45.5	9	34
	NL	31.5	33.5	47.5	9	34
	L	34.5	36	49	9.5	36
	XL	35.5	38	50.5	9.5	37
<b>T9.5</b>	MS	30	32.5	46	9	32.5
	NL	31	33.5	47	9	32.5
	L	34.5	36	49	9.5	34.5
	XL	35.5	38	50.5	9.5	35.5
<b>T10</b>	XSmall	27.5	29.5	40.5	9	34.5
	XS	27.5	30	40.5	9	35.5
	Small	30	31.5	42	9	34.5
	S	30	32	42	9	36.5
	Mon	30.5	33.5	42.5	9	37
	MS	31	34	44	9	37
	NL	32.5	35	45	9	37
	L	34.5	37	48	9	37.5
	XL	36	38	49	9	38
	XXL	39	41	50.5	9	39
<b>T11</b>	XS	27	29.5	40	10	30
	S	29.5	31.5	42.5	10	31
	Mon	31	34.5	44.5	9	33
	MS	31.5	35	45	8.5	34.5
	NL	32.5	36	46	10	33.5
	XL	34.5	37.5	45	10	32.5
<b>T12</b>	S	30.5	31.5	42.5	10	31
	Mon	31.5	32.5	44.5	9	33
	MS	32	34	44.5	8.5	34.5
	NL	32.7	35	45	10	33.5
	XL	35.5	37	45.5	10	32.5
<b>Plastic Rental</b>	XL Inseched	36	38	50	10	37
	XL	36	38.5	51	10	36
	XXL	40	41.5	51.5	10	39
	XL 1/4	35	37	51	10	37
XXL 1/4	38	39.5	51.5	10	39	



## 2.10 ΕΛΑΣΤΙΚΑ

Τα ελαστικά έχουν τεράστιο αντίκτυπο στο κράτημα και στους χρόνους γύρων. Αυτό είναι σημαντικό πρέπει να μπορούμε να φτάσουμε τα ελαστικά στο έπακρο των δυνατοτήτων τους.

Όπως και σε ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο, τα ελαστικά σε ένα καρτ είναι tubeless, δηλαδή χωρίς αεροθάλαμο και ο αέρας που φυλακίζεται στο εσωτερικό του ελαστικού με μια σφιχτή συναρμογή μεταξύ των τοιχωμάτων του ελαστικού και της ζάντας. Τα καρτ χρησιμοποιούν slick ελαστικά δηλαδή χωρίς αυλακώσεις όπως φαίνεται στην εικόνα 2.26 για ξηρές καιρικές συνθήκες και με αυλακώσεις (wet) ελαστικά για υγρές καιρικές συνθήκες εικόνα 2.27. Τα ελαστικά για αγωνιστικά

αυτοκίνητα είναι μικρά σε προφίλ και μεγάλα στο πλάτος, το οποίο ισχύει και σε ένα καρτ όπου επιτρέπει να έχει ένα μικρό πλευρικό τοίχωμα, δημιουργώντας ένα ελαστικό το οποίο αντιδρά γρήγορα στις εντολές του οδηγού και με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται το ξεζαντάρισμα του ελαστικού λόγω των πλευρικών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ του ελαστικού και του οδοστρώματος σε μια στροφή. Το πλευρικό τοίχωμα όμως των ελαστικών ενός καρτ συγκριτικά με τη διάμετρο της ζάντας όπου εφαρμόζονται είναι μεγαλύτερο. Αυτό γίνεται επειδή το καρτ δεν έχει ανάρτηση και το ρόλο αυτό τον προσφέρει το ίδιο το ελαστικό. Τα εμπρός ελαστικά είναι μικρότερα σε φάρδος από τα πίσω γιατί η ισχύς εξόδου είναι στον πίσω άξονα.

Ένα καρτ ελαστικό στηρίζεται στη σχέση μεταξύ θερμότητας και πίεσης αέρα για να λειτουργήσει στο βέλτιστο επίπεδο. Η θερμότητα δημιουργείται από το λύγισμα των πλευρικών τοιχωμάτων και από την τριβή που παράγεται από την επαφή του πέλματος με το οδόστρωμα κατά την διάρκεια της κίνησης. Καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται από την τριβή της εξωτερικής επιφάνειας του ελαστικού με το οδόστρωμα, η θερμοκρασία του αέρα εσωτερικά αυξάνεται καθώς αυξάνεται και η πίεση του. Η θερμοκρασία και η πίεση του ελαστικού προσδιορίζουν την πρόσφυση και την αντίσταση κύλισης του ελαστικού.



**Εικόνα 2.26** Slick ελαστικά καρτ



**Εικόνα 2.27** Βρόχινο (wet) ελαστικό

Οι προδιαγραφές των ελαστικών διαγράφονται στο πλευρικό τοίχωμα παράδειγμα όπως στην εικόνα 2.28 και διαφέρουν από αυτές των αυτοκινήτων. Για παράδειγμα, ένα 7.1x11-5 ελαστικό είναι το μέγεθος διάστασης του ελαστικού σε ίντσες. Ο πρώτος αριθμός 7.1, δείχνει το πλάτος πέλματος που είναι 7.1 ίντσες. Ο επόμενος αριθμός, 11, αναφέρει το ύψος του ελαστικού δηλαδή την εξωτερική διάμετρος ελαστικού 11 ίντσες. Ο τελευταίος αριθμός, 5, προσδιορίζει τη διάμετρο της ζάντας σε ίντσες που μπορεί να εγκατασταθεί το ελαστικό.



**Εικόνα 2.28** Διαστάσεις ελαστικών

Τα περισσότερα ελαστικά έχουν ένα δείκτη βέλους κατεύθυνσης. Αυτό το στοιχείο είναι σημαντικό επειδή η κατεύθυνση των ελαστικών μπορεί να αντιμετωπίσει την επιτάχυνση και την τριβή των ελαστικών. Οι χημικές ενώσεις των ελαστικών ποικίλλουν και συνήθως καθορίζονται από τους κανόνες της κατηγορίας ανάλογα με την σκληρότητα των ελαστικών που πρέπει να εφαρμοστεί. Η οικονομικότερη λύση είναι η χρήση των σκληρότερων ελαστικών, που είναι σχεδιασμένα να διαρκέσουν μεγάλο χρονικό διάστημα και να διατηρήσουν το κόστος χαμηλά. Η καλύτερη λύση είναι η χρήση μαλακότερων ελαστικών τα οποία

ανεβάζουν πιο γρήγορα την επιθυμητή θερμοκρασία λειτουργίας τους με αποτέλεσμα τις καλύτερες επιδόσεις. Επίσης τα μαλακά ελαστικά εξασφαλίζουν πιο ομαλές αντιδράσεις του μονοθεσίου με μόνο μειονέκτημα την γρήγορη φθορά τους. Οι περισσότερες κατηγορίες αγώνων απαιτούν ένα συγκεκριμένο τύπο ελαστικών για όλα τα καρτ.

## 2.11 ΖΑΝΤΕΣ

Οι ζάντες (εικόνα 2.29) είναι επίσης μια βασική συνιστώσα του συνόλου συναρμογής τροχού. Μπορούν να κατασκευαστούν με την βοήθεια καλουπιού από κράμα αλουμίνιου ή από χυτό μαγνήσιο. Το υψηλό ποσό της πρόσφυσης που παράγεται από το καρτ στα ελαστικά θέτει τεράστια πίεση στις ζάντες. Αυτή η μεγάλη πρόσφυση συσσωρεύει θερμότητα η οποία παίζει μεγάλο ρόλο στην απόδοση των ελαστικών. Κάθε τύπος υλικού ζάντας θα χειριστεί τη θερμότητα με διαφορετικό τρόπο. Η εξισορρόπηση βάρους και η δύναμη είναι ένας μεγάλος παράγοντας, καθώς η αποτυχία του χείλους θα έχει ως αποτέλεσμα την καταστροφή της ζάντας.

Επίσης όσο πιο χαμηλό είναι το βάρος της ζάντας τόσο πιο ελαφρύ είναι το μπροστινό σύστημα του καρτ. Όλα τα καρτ χρησιμοποιούν ένα πρότυπο τριών μπουλονιών τοποθέτησης των οπίσθιων ελαστικών.



**Εικόνα 2.29** Ζάντες αλουμινίου για καρτ

Τα περισσότερα καρτ χρησιμοποιούν μπροστινές ζάντες με ενσωματωμένο ρουλεμάν. Ο τροχός απλά κυλιέται στο μπροστινό άξονα. Τα καρτ με εμπρός φρένα χρησιμοποιούν ένα ειδικό άκρο με ενσωματωμένη τη βάση του δισκοφρένου όπου επάνω στο άκρο βιδώνει η ζάντα.



## 2.12 ΠΙΣΩ ΑΞΟΝΑΣ

Ο βασικός σχεδιασμός του κάθε σασί καρτ βασίζεται στη χρήση ενός σταθερού πίσω άξονα, που ενώνει σταθερά τους πίσω τροχούς. Αντίθετα, ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο χρησιμοποιεί ένα διαφορικό στον πίσω άκρο. Το διαφορικό επιτρέπει στον εσωτερικό τροχό να περιστρέφεται λιγότερο από το εξωτερικό τροχό, καθώς κινούνται μέσα από μια διαφορετική ακτίνα που βοηθά το αυτοκίνητο να στρίψει ευκολότερα σε μια στροφή. Ένα καρτ στηρίζεται στην ανύψωση του βάρους που επιτρέπει στον εσωτερικό πίσω τροχό για να ανασηκωθεί από το έδαφος και να βοηθήσει το καρτ να στρίψει στις στροφές. Ο πίσω άξονας (εικόνα 2.30) είναι κατασκευασμένος από υψηλής αντοχής χάλυβα . Αναρτάται συνήθως σε τρία ρουλεμάν μεγέθους ανάλογου με τον άξονα (εικόνα 2.31) που τοποθετούνται και εισέρχονται συνήθως σε αλουμιένια κελύφη (εικόνα 2.32) που βιδώνουν στις ειδικά διαμορφωμένες θέσεις του σασί. Επιπλέον στον άξονα υπάρχουν σφηνόδρομοι για την τοποθέτηση σφηνών που στηρίζουν και αποτρέπουν την κύλιση στα άκρα στο πίσω φρένο και στο γρανάζι που βιδώνουν επί του άξονα. Οι σφήνες είναι κατασκευασμένες από ανθεκτικό χάλυβα. Ο άξονας μπορεί να έχει διαστάσεις διατομή 25 30 40 και 50 mm αντίστοιχα και μήκος 960, 1000, 1020 και 1040 mm. Επιπλέον ο κάθε άξονας ίδιας διατομής μπορεί να έχει διαφορετική σκληρότητα.



**Εικόνα 2.30** Πίσω άξονας



**Εικόνα 2.31** Κέλυφος ρουλεμάν πίσω άξονα



**Εικόνα 2.32** Ρουλεμάν πίσω άξονα σε διαφορετικά μεγέθη

### **2.13 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ**

Το σύστημα διεύθυνσης αποτελείται από το τιμόνι - βολάν με διάμετρο 300mm , τη μπάρα τιμονιού και τα ημίμπαρα που συνδέουν την μπάρα τιμονιού με τα εμπρός άκρα. Το τιμόνι αποτελείται από αλουμίνιο και είναι επενδυμένο με δέρμα ή ύφασμα στο στεφάνι . Η μπάρα του τιμονιού είναι από ανοξείδωτο χάλυβα ενώ τα ημίμπαρα από χάλυβα ή αλουμίνιο με 8 ή 10 mm σπειρώματος ακρόμπαρα.



**Εικόνα 2.33** Τιμόνια καρτ



**Εικόνα 2.34** Μπάρα τιμονιού



**Εικόνα 2.35** Ημίμπαρο τιμονιού με ενσωματωμένα ακρόμπαρα

## 2.14 ΑΚΡΑ

Τα άκρα χωρίζονται στα εμπρός και πίσω. Τα εμπρός άκρα (εικόνα 2.36) είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα και δίνουν την κίνηση από τον μηχανισμό του συστήματος διεύθυνσης στους τροχούς. Οι τροχοί αναρτώνται επάνω στα άκρα εμπρός και βιδώνουν με ένα ασφαλιστικό παξιμάδι. Ενώ στα καρτ με εμπρός φρένα στο άκρο εφαρμόζει σύνδεσμος που περιστρέφεται ελεύθερος και βιδώνουν από την εξωτερική πλευρά ο τροχός ενώ από την εσωτερική η δισκόπλακα. Επιπλέον τα εμπρός άκρα με κατάλληλη ρύθμιση αλλάζουν γωνία κάμπερ και κάστερ.



**Εικόνα 2.36** Εμπρός άκρα



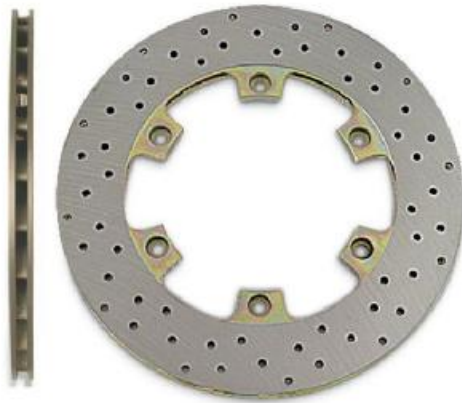
Τα πίσω άκρα (εικόνα 2.37) κατασκευάζονται από αλουμίνιο σε διάφορα μήκη από 40 έως 120 mm και για διαφορετικές διατομές αξόνων (25, 30, 40 και 50mm) ώστε να υπάρχει πιθανότητα ρύθμισης του πίσω μετατροχίου.



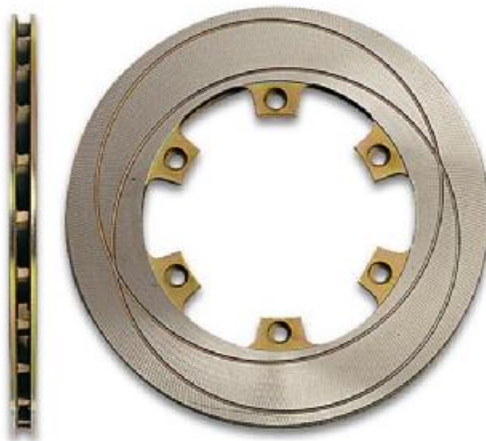
**Εικόνα 2.37** Πίσω άκρα

## **2.15 ΦΡΕΝΑ**

Τα περισσότερα καρτ κάνουν χρήση ενός ενιαίου πίσω φρένου που είναι τοποθετημένο στον πίσω άξονα. Το πεντάλ τραβά έναν βραχίονα που κινεί ένα υδραυλικό σύστημα αντλίας. Ταχύτερα καρτ, όπως καρτ με επιλογέα στο χέρι (shifter) και τα καρτ με ταχύτητες έχουν επίσης μπροστά σύστημα πέδησης. Το σύστημα πέδησης σε ένα καρτ χρησιμοποιεί πεντάλ και ρυθμίσεις παρόμοιες με ενός αυτοκινήτου. Το πίσω φρένο στα καρτ αποτελείται από ένα δίσκο διάτρητο αεριζόμενο (εικόνα 2.38) ή χαραγμένο αεριζόμενο (εικόνα 2.39) από μια δαγκάνα διπλού εμβόλου με ενσωματωμένα υλικά τριβής από την εγκατάσταση των σωλήνων μεταφοράς του υγρού φρένων και από την αντίστοιχη τρόμπα που πιέζει το υγρό φρένων.

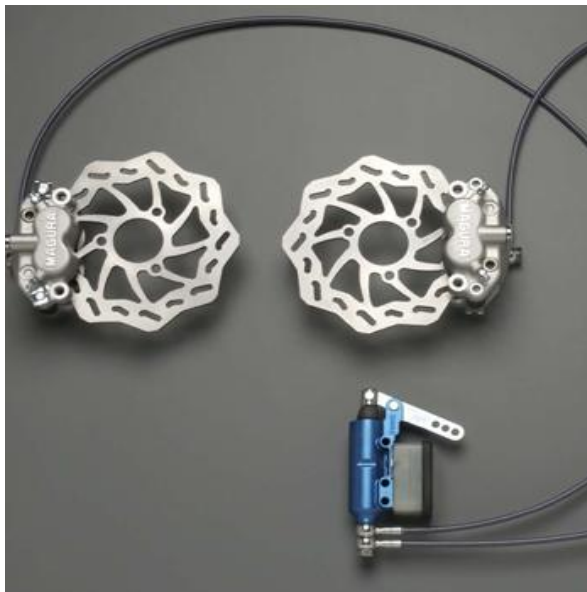


**Εικόνα 2.38** Διάτρητος αεριζόμενος δίσκος



**Εικόνα 2.39** Χαραγμένος αεριζόμενος δίσκος

Στους εμπρός τροχούς όταν τοποθετείται σύστημα φρένων (εικόνα 2.40) συνδέεται στα εμπρός άκρα κάθε δίσκος ξεχωριστά με την δικιά του δαγκάνα. Για το εμπρός σύστημα πέδησης η τρόμπα του φρένου τις περισσότερες φορές είναι ανεξάρτητη από την πίσω άρα υπάρχει πιθανότητα ρύθμισης κατανομής πέδησης εμπρός και πίσω και είναι αναρτημένη στο τιμόνι ή δίπλα από την τρόμπα του πίσω φρένου. Οι εμπρός δισκόπλακες είναι συνήθως διάτρητες και μη αεριζόμενες.



**Εικόνα 2.40** Εμπρός σύστημα φρένων

Το υλικό που είναι κατασκευασμένη η δισκόπλακα είναι ο Γκρι ή Φαίος χυτοσίδηρος, το οποίο είναι ένα κράμα χυτοσιδήρου που περιέχει γραφίτη στη μικροδομή του. Ο πιο κοινός χυτοσίδηρος και το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο χυτό υλικό με βάση το βάρος. Χρησιμοποιείται για περιβλήματα όπου αντοχή σε εφελκυσμό δεν είναι κρίσιμη, όπως η μηχανή εσωτερικής καύσης μπλοκ κυλίνδρων, περιβλήματα αντλίας, βαλβίδες, ηλεκτρικά κιβώτια. Η υψηλή θερμική αγωγιμότητα και η ειδική θερμότητα του φαιού χυτοσιδήρου είναι συχνά αντικείμενο εκμετάλλευσης για δίσκους φρένων.

## 2.16 ΠΕΝΤΑΛ

Όπως και το σύνηθες αυτοκίνητο, ένα καρτ έχει γκάζι και φρένο. Για ορισμένα καρτ, μια μανέτα του συμπλέκτη (εικόνα 2.41) είναι αναρτημένη αριστερά στο τιμόνι και χρησιμοποιείται για να συμπλέκει τον κινητήρα μηχανικά με χρήση ντίζας. Επιπλέον με ένα δεύτερο μογλό δεξιά του και συνδεδεμένο στον επιλογέα του κιβωτίου ταχυτήτων επιλέγονται οι ταχύτητες και αυτό γίνεται μόνο στα καρτ με κιβώτιο ταχυτήτων. Η μεγάλη διαφορά ανάμεσα σε ένα αυτοκίνητο και ένα καρτ είναι η πέδηση με το αριστερό πόδι γιατί το πεντάλ του φρένου βρίσκεται στο εμπρός αριστερό μέρος του σασί ενώ το πεντάλ του γκαζιού βρίσκεται στο εμπρός δεξιά μέρος του σασί. Ο έλεγχος του φρένου και του γκαζιού χωριστά επιτρέπει στον οδηγό να αντιδρά πιο γρήγορα. Τα πεντάλ (εικόνα 2.42) που είναι τοποθετημένα στο μπροστινό μέρος του σασί και ο σχεδιασμός τους βασίζεται σε απλή διάταξη σωλήνα. Η θέση των πεντάλ μπορεί να προσαρμοστεί για να ταιριάζει το μέγεθος του οδηγού. Τα πεντάλ είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο ή από χάλυβα ώστε να αντέχουν τις ανθρώπινες πιέσεις.



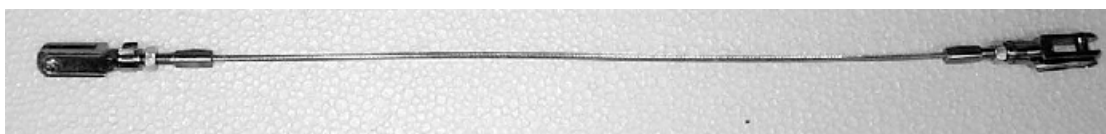
**Εικόνα 2.41** Μανέτα σύμπλεξης



**Εικόνα 2.42** Πεντάλ καρτ

## 2.17 ΝΤΙΖΕΣ

Οι ντίζες που χρησιμοποιούνται στα καρτ είναι τρεις. Η μια χρησιμοποιείται για να συνδέσει το αριστερό πεντάλ με την τρόμπα του φρένου (εικόνα 2.43) και έτσι να μεταφερθεί ή δύναμη που ασκείται στο πεντάλ ώστε να μεταδίδεται η δύναμη στην τρόμπα του φρένου και κατά συνέπεια να φρενάρουν οι τροχοί. Η ντίζα αυτή είναι κατασκευασμένη από συνεστραμμένα σύρματα εύκαμπτου χάλυβα και η διατομή της είναι 4 mm. Ενώ μια άλλη ντίζα συνήθως 1,5 mm διατομή συνδέει το πεντάλ με το καρμπυρατέρ ούτως ώστε να μεταφέρεται η δύναμη του ποδιού που ασκείται στο πεντάλ στην πεταλούδα ή το διάφραγμα του καρμπυρατέρ αντίστοιχα. Ενώ μια τρίτη ντίζα συνδέει τους κινητήρες με πολύδισκο συμπλέκτη με την μανέτα σύμπλεξης και είναι 2,5 mm συνήθως.



**Εικόνα 2.43** Ντίζα φρένου

## 2.18 ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ

Για την αποθήκευση και χρήση των καυσίμων κατά την διάρκεια λειτουργίας του καρτ χρησιμοποιείται ένα πλαστικό δοχείο (εικόνα 2.44) που τοποθετείται κάτω από το τιμόνι στο κέντρο. Το μέγεθος των ρεζερβουάρ διαφέρει από καρτ σε καρτ. Οι μικρές κατηγορίες baby και mini των καρτ έχουν ρεζερβουάρ χωρητικότητας 3 και 5 λίτρων ενώ μεγαλύτερες κατηγορίες έχουν 7.5 8 8.5 και 9 λίτρων χωρητικότητας σε καύσιμα ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρία. Οι εταιρίες που κατασκευάζουν σασί δημιουργούν και τα δικά τους ρεζερβουάρ για να εφαρμόζουν μεταξύ τους. Το ρεζερβουάρ κατασκευάζεται με τρία ανοίγματα ένα για τον ανεφοδιασμό όπου σφραγίζει με πλαστική τάπα ένα για την αναρρόφηση του καυσίμου και την τροφοδότηση στον κινητήρα και ένα για τις αναθυμιάσεις και την πίεση που δημιουργείται.



Εικόνα 2.44 Ρεζερβουάρ χωρητικότητας 9 λίτρων

## 2.19 ΜΠΑΡΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΦΥΛΑΚΤΗΡΕΣ

Ένα καρτ για την προστασία του οδηγού αλλά και των μερών του απαιτείται να έχει πλαστικούς προφυλακτήρες περιμετρικά οι οποίοι πρέπει να είναι αναρτημένοι σε χαλύβδινες μπάρες ώστε να προστατεύουν από προσκρούσεις (εικόνα 2.45). Τα μέρη των προφυλακτήρων είναι το πλαϊνό αμάξωμα (1), το μπροστινό πάνελ (2) και το μπροστινό σπόιλερ (3).



**Εικόνα 2.45** Προφυλακτήρες καρτ

## 2. 20 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΠΡΩΤΑΘΛΗΜΑΤΟΣ

Οι κατηγορίες του πανελληνίου πρωταθλήματος είναι έξι και χωρίζονται ανάλογα με τις ηλικίες των συμμετεχόντων και των αντίστοιχων προδιαγραφών για κάθε κατηγορία (πίνακας 2.5). Οι προδιαγραφές ορίζονται από την Fia και απαιτούνται δελτία αναγνώρισης (homologation).

**Πίνακας 2.5** Κατηγορίες για το έτος 2010

	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΗΛΙΚΙΑ ΑΠΟ	ΗΛΙΚΙΑ ΕΩΣ
1	BABY	7	9
2	MINI	8	12
3	KF3	12	15
4	KF2	15	—
5	KZ2	15	—
6	ΕΘΝΙΚΗ 125	15	—

### 2.20.1 Κατηγορία baby 60

Στην κατηγορία baby 60 μπορούν να συμμετέχουν οδηγοί οι οποίοι είναι από 7εως 9 ετών. Οι κινητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι δίχρονοι 60 cc, αερόψυκτοι, χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων, με τροφοδοσία ροής κυλίνδρου (Piston Port). Η μετάδοση της κίνησης γίνεται μόνον μέσω μηχανισμού φυγοκεντρικού συμπλέκτη. Η σχέση μετάδοσης κίνησης στους τροχούς καθορίζεται σε 11 δόντια γραναζιού εμπρός και 82 πίσω. Το καρμπυρατέρ πρέπει να είναι εταιρίας TRITON ή DELORTO με δελτίο αναγνώρισης, διαμέτρου 14 mm. Η ύπαρξη ενός φίλτρου αέρος του κατασκευαστή στην εισαγωγή του καρμπυρατέρ είναι υποχρεωτική. Για την



Ανάφλεξη και την Εξαγωγή καυσαερίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον το αυθεντικό σύστημα του κατασκευαστή κάθε κινητήρα. Τα σασί γίνονται δεκτά, σύμφωνα με τα Δελτία Αναγνώρισης (homologation) CSAI MINI 2005 – 2010. Όλοι οι σωλήνες του σασί θα πρέπει να είναι διαμέτρου 28 mm ± 1 mm, το δε μεταξόνιο έως 950 mm ± 5 mm. Ο πίσω άξονας θα πρέπει να είναι διαμέτρου 30 mm, και θα στηρίζεται μόνον σε δύο ρουλεμάν και θα έχει μέγιστο άνοιγμα 960mm +- 10mm. Τα φρένα θα είναι υδραυλικά. Το ρεζερβουάρ της βενζίνης πρέπει να είναι χωρητικότητας τουλάχιστον 3 λίτρων. Η τοποθέτηση πλαϊνού αμαξώματος, μπροστινού πάνελ και μπροστινού σπώιλερ είναι υποχρεωτική. Το επιτρεπόμενο μέγιστο άνοιγμα τροχών μετρούμενο από την εξωτερική πλευρά είναι 110 cm. Το ελάχιστο βάρος που επιτρέπεται είναι 80 κιλά (σασί κινητήρας και οδηγός με περιβολή αγώνα). Μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στην πίεση που χρησιμοποιείται είναι:

α. Εμπρός 120 mm

β. Πίσω 160 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

SLIK : MAXXIS R. YELLOW ενιαίος για το έτος 2010

WET : VEGA WE ενιαίος για το έτος 2010

## 2.20.2 Κατηγορία MINI 60

Στην κατηγορία mini 60 μπορούν να συμμετέχουν οδηγοί οι οποίοι είναι από 8 έως 12 έτη. Οι κινητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι δίχρονοι 60 cc, αερόψυκτοι, χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων, με τροφοδοσία ροής κυλίνδρου (Piston Port), σύμφωνα με τα Δελτία Αναγνώρισης (homologation) CSAI (COMMISSIONE SPORTIVA AUTOMOBILISTICA ITALIANA) 2005 – 2009. Η μετάδοση της κίνησης θα γίνεται μόνον μέσω μηχανισμού φυγοκεντρικού συμπλέκτη. Το καρμπυρατέρ πρέπει να είναι TRITON ή DELORTO με δελτίο αναγνώρισης CSAI, διαμέτρου 18 mm. Η ύπαρξη ενός φίλτρου αέρος του κατασκευαστή στην εισαγωγή του καρμπυρατέρ είναι υποχρεωτική. Τα σασί που γίνονται δεκτά σύμφωνα με τα Δελτία Αναγνώρισης (homologation) CSAI MINI 2005 – 2009 όπου πρέπει όλοι οι σωλήνες του σασί να είναι διαμέτρου 28 mm ± 1 mm, το δε μεταξόνιο πρέπει να είναι έως 950 mm ± 5 mm. Ο πίσω άξονας έχει διάμετρο 30 mm και στηρίζεται μόνον σε δύο ρουλεμάν και έχει μέγιστο άνοιγμα 960mm +- 10mm. Τα φρένα είναι υδραυλικά. Το ρεζερβουάρ της βενζίνης έχει χωρητικότητα τουλάχιστον 3 λίτρα. Η τοποθέτηση πλαϊνού αμαξώματος, μπροστινού πάνελ και μπροστινού σπώιλερ είναι υποχρεωτική. Το επιτρεπόμενο μέγιστο άνοιγμα τροχών μετρούμενο από την εξωτερική πλευρά, είναι 110 cm. Το ελάχιστο βάρος είναι 105 κιλά (σασί, κινητήρας και οδηγός με περιβολή αγώνα). Το μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στην πίεση που χρησιμοποιείται είναι:

α. Εμπρός 120 mm

β. Πίσω 160 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

SLIK : MAXXIS R. YELLOW ενιαίος για το έτος 2010

WET : VEGA WE ενιαίος για το έτος 2010



### **2.20.3 Κατηγορία KF3**

Οι τεχνικές προδιαγραφές της κατηγορίας αυτής συμπίπτουν πλήρως με αυτές της κατηγορίας KF3 CIK/FIA σύμφωνα με τον Διεθνή Κανονισμό Καρτ. Οι κινητήρες που γίνονται δεκτοί είναι δίχρονοι, υδρόψυκτοι 125cc με δελτίο αναγνώρισης CIK/FIA χωρίς power valve, όριο ρυθμού περιστροφής 14000 rpm και σύστημα ανάφλεξης κατά CIK/ FIA. Καρμπυρατέρ πεταλούδας δίβιδο, με μέγιστο άνοιγμα (venturi) 20mm, με δελτίο αναγνώρισης CIK/FIA. Τα σασί πρέπει να διαθέτουν δελτίο αναγνώρισης της CIK/FIA για την κατηγορία KF3. Το ελάχιστο βάρος είναι 145 κιλά (σασί κινητήρας + οδηγός με περιβολή αγώνα). Το μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στη πίεση που χρησιμοποιείται είναι:

α. Εμπρός 135 mm

β. Πίσω 185 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

SLIK : VEGA XH ενιαίος για το έτος 2010

WET : VEGA W5 ενιαίος για το έτος 2010

### **2.20.4 Κατηγορία KF2**

Στην κατηγορία αυτή μπορούν να συμμετέχουν οδηγοί οι οποίοι είναι άνω των 15 ετών. Οι τεχνικές προδιαγραφές της κατηγορίας αυτής συμπίπτουν πλήρως με αυτές της κατηγορίας KF2 CIK/FIA σύμφωνα με τον Διεθνή Κανονισμό Καρτ. Οι κινητήρες πρέπει να είναι δίχρονοι, υδρόψυκτοι 125cc με δελτίο αναγνώρισης της CIK/FIA με power valve , όριο ρυθμού περιστροφής 15000 rpm και σύστημα ανάφλεξης κατά CIK/ FIA. Το καρμπυρατέρ πρέπει να είναι τύπου πεταλούδας δίβιδο και μέγιστο άνοιγμα (venturi) 24mm, με δελτίο αναγνώρισης CIK/FIA. Τα σασί πρέπει να διαθέτουν δελτίο αναγνώρισης της CIK/FIA για την κατηγορία KF2. Το ελάχιστο βάρος πρέπει να είναι 158 κιλά (σασί, κινητήρας και οδηγός με περιβολή αγώνα). Το μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στη πίεση που χρησιμοποιείται είναι:

α. Εμπρός 135 mm

β. Πίσω 215 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

SLIK : VEGA XH ενιαίος για το έτος 2010

WET : VEGA W5 ενιαίος για το έτος 2010

### **2.20.5 Κατηγορία KZ2**

Στην κατηγορία αυτή μπορούν να συμμετέχουν οδηγοί οι οποίοι είναι άνω των 15 ετών. Οι τεχνικές προδιαγραφές της κατηγορίας αυτής συμπίπτουν με αυτές της κατηγορίας KZ2 CIK/FIA σύμφωνα με τον Διεθνή κανονισμό Καρτ. Οι κινητήρες είναι δίχρονοι, υδρόψυκτοι 125cc με κιβώτιο 6-ταχυτήτων, δελτίο αναγνώρισης της CIK/FIA και σύστημα ανάφλεξης κατά CIK/ FIA. Το ελάχιστο βάρος για την κατηγορία αυτή είναι 175 κιλά (σασί, κινητήρας και οδηγός με περιβολή αγώνα). Το μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στη πίεση που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι:

α. Εμπρός 135 mm

β. πίσω 215 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

SLIK : VEGA XH ενιαίος για το έτος 2010

WET : VEGA W5 ενιαίος για το έτος 2010

## **2.20.6 Κατηγορία ΕΘΝΙΚΗ 125**

Στην κατηγορία αυτή μπορούν να συμμετέχουν οδηγοί οι οποίοι είναι άνω των 15 ετών. Δεν έχουν δικαίωμα συμμετοχής στην κατηγορία οι οδηγοί που τα τελευταία τρία (3) έτη έχουν συμμετάσχει στο Πανελλήνιο πρωτάθλημα και έχουν τερματίσει στις τρεις (3) πρώτες θέσεις της τελικής βαθμολογίας, σε κάποια από τις κατηγορίες. Οι κινητήρες είναι δίχρονοι, υδρόψυκτοι 125cc χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων, με δελτίο αναγνώρισης KF4 της CIK/FIA και σύστημα ανάφλεξης κατά CIK/ FIA. Οι 15.000 rpm είναι το μέγιστο όριο ρυθμού περιστροφής του κινητήρα ενώ το καρμπυρατέρ είναι ελευθέρως ροής DELORTO διαμέτρου 30 mm. Η αφαίρεση του power valve είναι υποχρεωτική. Το ελάχιστο βάρος είναι 165 κιλά .Το μέγιστο φάρδος τροχών με το ελαστικό φουσκωμένο στη πίεση που χρησιμοποιείται είναι:

α. Εμπρός 135 mm

β. πίσω 215 mm

και τα ελαστικά που χρησιμοποιούνται στον κάθε αγώνα είναι:

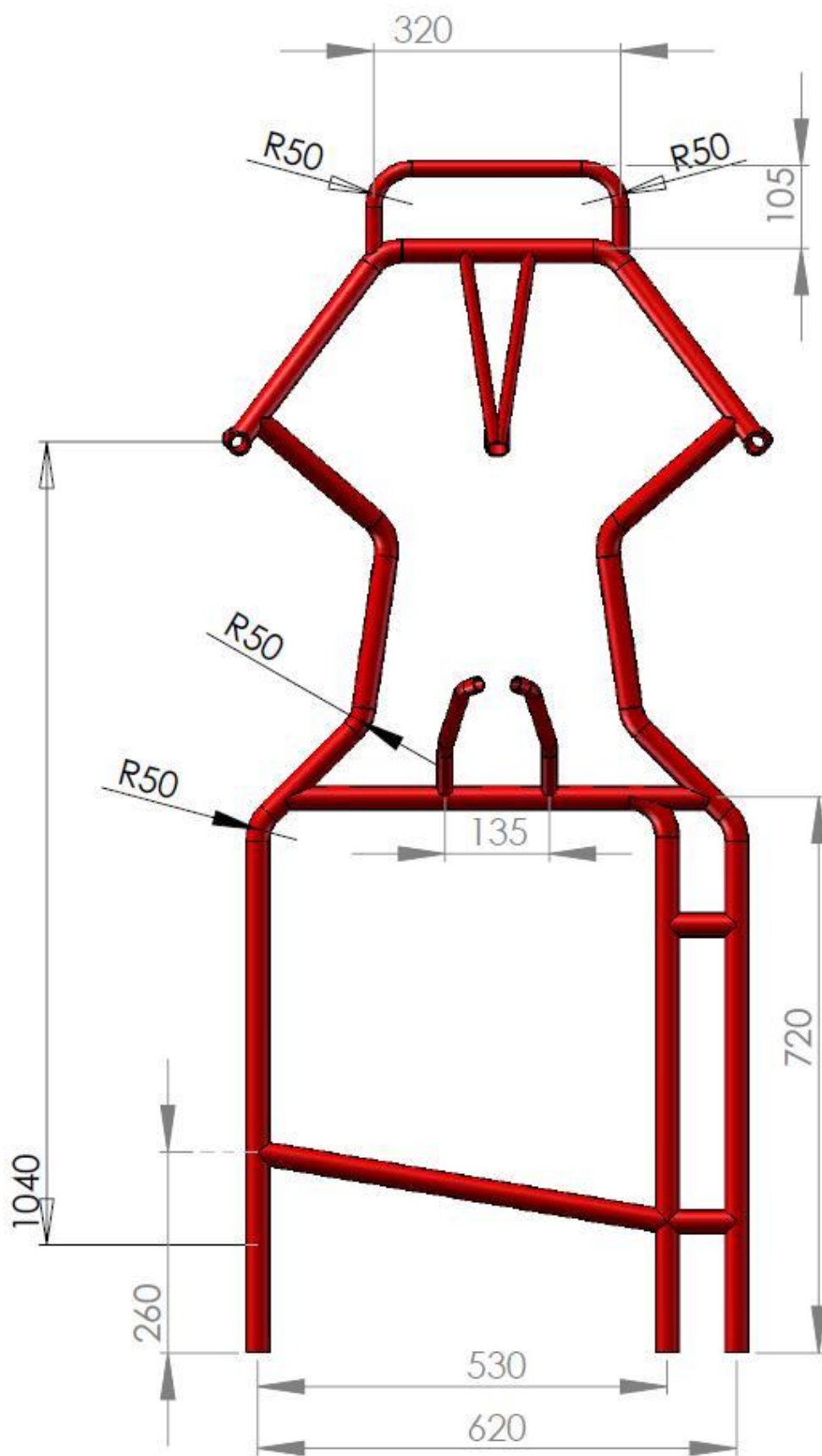
SLIK: VEGA SL6 ενιαίος για το έτος 2010

WET: VEGA W4 ενιαίος για το έτος 2010

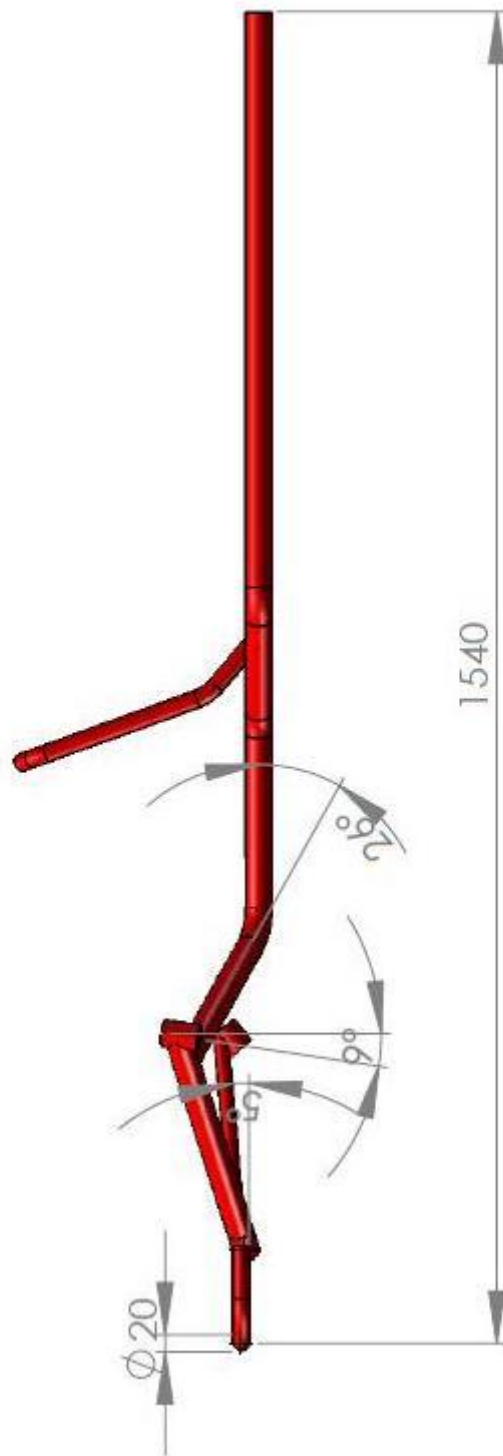
## **2.21 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΑΡΤ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

### **2.21.1 Πλαίσιο**

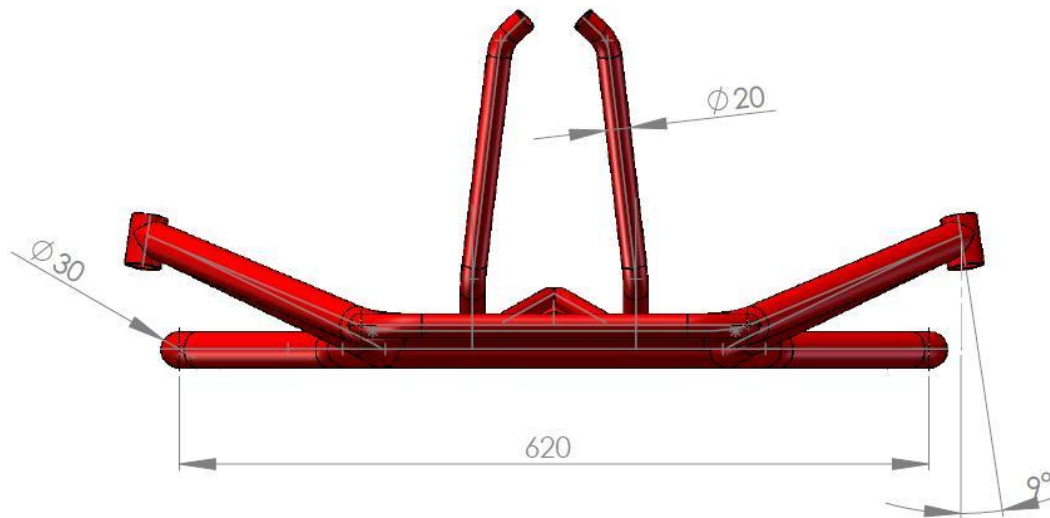
Το πλαίσιο του καρτ είναι κατασκευασμένο από σωλήνες χάλυβα 25 Cr Mo (χρωμιούχου μολυβδαινίου) με εξωτερική διάμετρο 30mm και πάχος 2mm. Οι συγκολλήσεις έχουν γίνει από το ίδιο υλικό με πάχος συγκόλλησης 5mm. Στα παρακάτω σχέδια φαίνονται αναλυτικά οι διαστάσεις του πλαισίου και οι όψεις του πλαισίου. Όλες οι διαστάσεις είναι σε mm.



Σχήμα 2.2 Άνω όψη σχήματος σασί καρτ

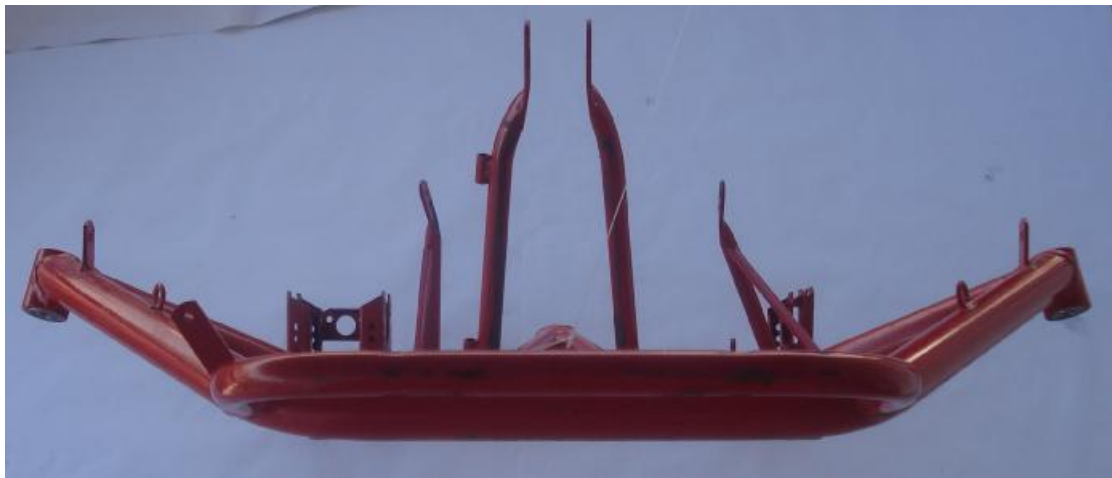


Σχήμα 2.3 Σχηματική διάταξη αριστερής πλευράς σασί

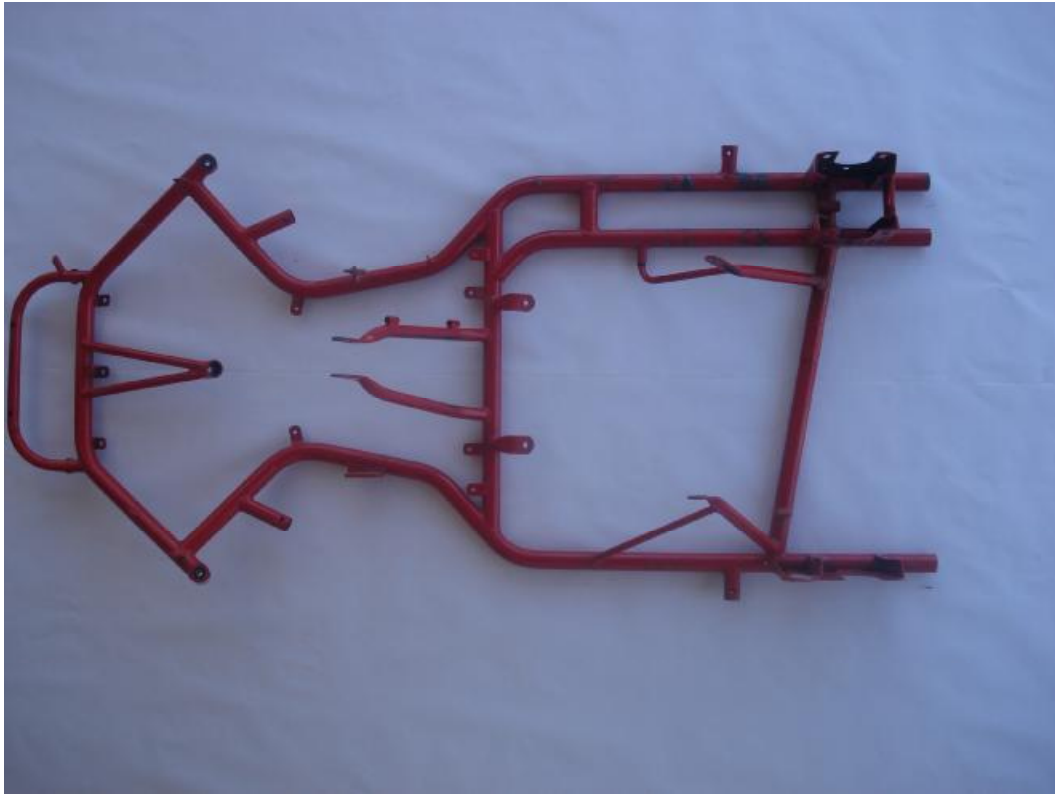


**Σχήμα 2.4** Εμπρός σχηματική διάταξη σασί

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δυο εικόνες του σασί από διαφορετικές όψεις (εικόνα 2.46, 2.47).



**Εικόνα 2.46** Εμπρός όψη σασί καρτ



**Εικόνα 2.47** Το σασί από πάνω όψη

### 2.21.2 Κινητήρας

Ο κινητήρας είναι της εταιρίας PCR τύπου TSL100 δίχρονος 100 κυβικών εκατοστών. Η κυλινδροκεφαλή το μπλοκ του κινητήρα και ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο ενώ ο στρόφαλος και ο διωστήρας από χάλυβα υψηλής αντοχής. Η θέση του κινητήρα είναι πίσω δεξιά στο καρτ όπως φαίνεται στην εικόνα 2.48.



**Εικόνα 2.48** Θέση του κινητήρα στο καρτ



Το καρμπυρατέρ (εικόνα 2.49) που χρησιμοποιείται στον κινητήρα για την τροφοδοσία αέρα – καυσίμου είναι δίβιδο τύπου Βεντούρη διατομής 24mm και είναι της εταιρίας Haydon τύπου mp1.



**Εικόνα 2.49** Καρμπυρατέρ τύπου Βεντούρη

### 2.21.3 Μετάδοση

Η μετάδοση γίνεται με γρανάζια και αλυσίδα τύπου #219 με γρανάζι κινητήρα 10 δοντιών και 84 δοντιών στον πίσω άξονα αντίστοιχα. Άρα η σχέση μετάδοσης είναι :

$$i = \frac{84}{10} = 8.4 \quad (2.2)$$

Το εμπρός γρανάζι είναι βιδωμένο στον στρόφαλο του κινητήρα άρα δεν υπάρχει σύμπλεξη στο σύστημα και απώλεια στην μετάδοση της κίνησης λόγω ολίσθησης στο σύστημα. Το πίσω γρανάζι είναι τοποθετημένο σε αλουμινένια βάση όπου η βάση είναι βιδωμένη στον πίσω άξονα. Μια πλήρη εικόνα της συναρμογής της μετάδοσης κίνησης παρουσιάζεται στην εικόνα 2.50.



**Εικόνα 2.50** Σύστημα μετάδοσης κίνησης

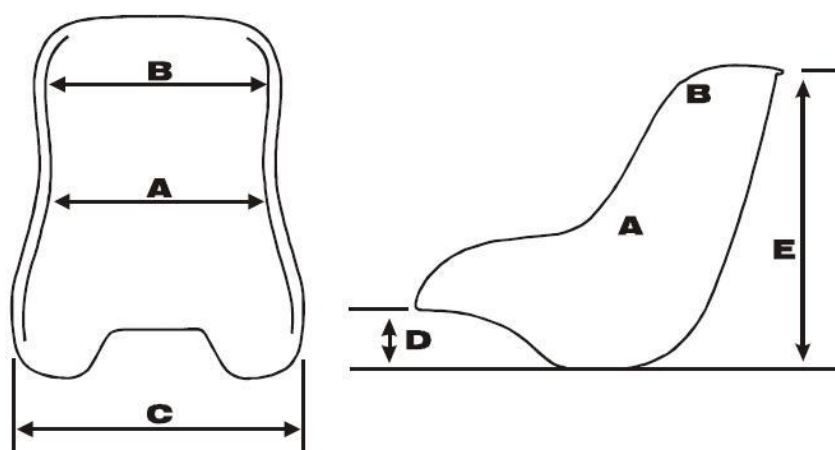
Η αλυσίδα αλλά και τα γρανάζια λόγω της αυξημένης περιστροφής τους γίνεται χρήση ειδικού λιπαντικού υψηλής πυκνότητας ώστε σε ακραίες συνθήκες να αποφεύγεται η υπερβολική φθορά.

#### 2.21.4 Κάθισμα

Το κάθισμα που εγκαταστάθηκε στο καρτ είναι της εταιρίας Tillet racing seats κατασκευασμένο από fiberglass δηλαδή από ίνες γυαλιού εμβαπτισμένες σε ρητίνη και με την βοήθεια καλουπιού δίνεται η τελική μορφή που φαίνεται στην εικόνα 2.51. Η θέση του στο καρτ είναι πίσω αριστερά και αναρτάται σε 4 συγκολλημένες βάσεις στο σασί και δυο χαλύβδινες μπάρες όπου βιδώνουν μεταξύ του σασί και του καθίσματος με σκοπό την αλλαγή της κλίσης του καθίσματος σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο που συντελεί στην οριστική θέση του κέντρου βάρους του καρτ .



Εικόνα 2.51 Εμπρός όψη καθίσματος



Σχήμα 2.5 Διαστάσεις καθίσματος

Οι πραγματικές διαστάσεις του καθίσματος που προσδιορίζονται στο σχήμα είναι:

A= 325 mm

B= 360 mm

C= 485 mm

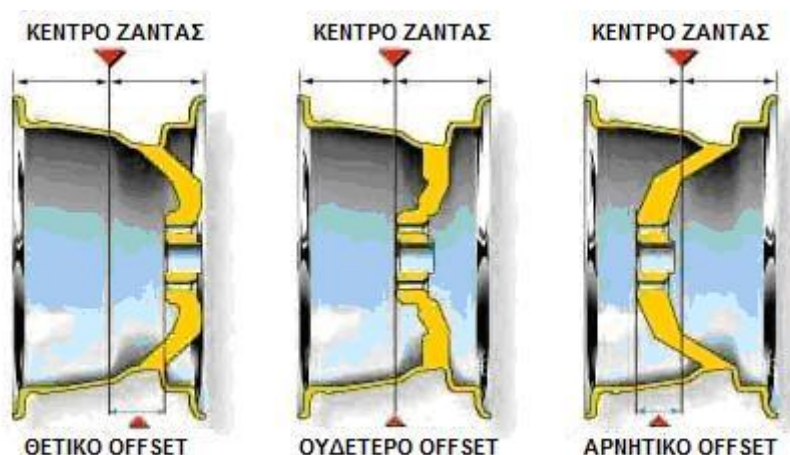
D= 90 mm

E= 395 mm

### 2.21.5 Ελαστικά και ζάντες

Οι ζάντες όπου χρησιμοποιούνται στο καρτ είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο διαμέτρου 5 ιντσών και πλάτους 135 mm εμπρός και 210 mm πίσω. Οι εμπρός ζάντες βιδώνουν με ένα παξιμάδι στον άξονα (βασιλικό πείρο) που περνά στο κέντρο της κάθε ζάντας. Οι πίσω ζάντες βιδώνουν με τρία παξιμάδια 8mm. Επειδή η ζάντα δεν βιδώνει στο κέντρο αλλά έκκεντρα το άκρο συμβαδίζει με το καρέ της ζάντας. Το καρέ είναι το σημείο κατά το οποίο η ζάντα βιδώνει σε συγκεκριμένα σημεία στο άκρο. Το καρέ διαφέρει από όχημα σε όχημα και συμβολίζεται με δυο αριθμούς (α/β) όπου ο α είναι ο αριθμός των μπουλονιών όπου θα βιδώσουν την ζάντα και ο β είναι η διάμετρος του κύκλου σε mm που σχηματίζεται αν η περιφέρειά του περνά από τα κέντρα των μπουλονιών του άκρου ή της ζάντας αντίστοιχα. Ο αριθμός του καρέ των πίσω ζαντών είναι (3 μπουλόνια / 59 mm διάμετρο του κύκλου) που σχηματίζουν τα κέντρα των τριών μπουλονιών.

Μια άλλη παράμετρος στις ζάντες είναι το offset δηλαδή η απόσταση μεταξύ της μέσης του πλάτους μιας ζάντας έως την επιφάνεια του άκρου που εφάπτεται με την ζάντα. Αυτή η παράμετρος χρησιμεύει για να μεταφερθεί η δύναμη που δέχεται η ζάντα κοντά στο όχημα ή να απομακρυνθεί από αυτό. Το offset μπορεί να είναι θετικό, αρνητικό ή μηδενικό (εικόνα 2.52) και συνήθως μετράται σε mm. Στο καρτ οι πίσω ζάντες έχουν αρνητικό offset - 45 mm ενώ οι εμπρός ζάντες - 67,5 mm αρνητικό offset. Στην παρακάτω εικόνα η εξωτερική πλευρά στις ζάντες είναι δεξιά.



Εικόνα 2.52 Το offset της ζάντας

Όσο αφορά τα ελαστικά είναι της ιταλικής εταιρίας VEGA S.p.A. και είναι αγωνιστικά slick δηλαδή χωρίς χάραξη. Η περιγραφή των ελαστικών γίνεται συνοπτικά με τον παρακάτω πίνακα 2.6.

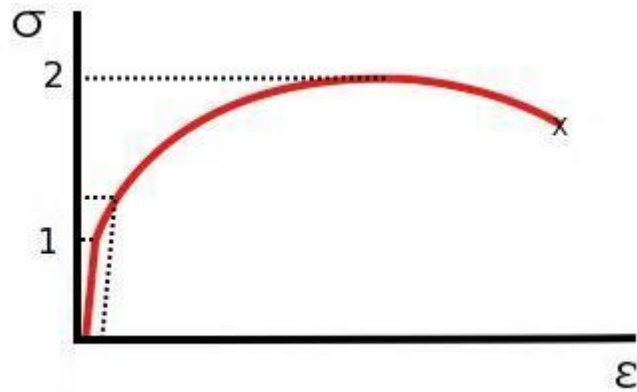
**Πίνακας 2.6** Στοιχεία ελαστικών

A/A	Περιγραφές	Εμπρός		Πίσω	
1	Διαστάσεις	10x4.60-5		11x7.10 - 5	
2	Τύπος	XH		XH	
3	Μέγιστη πίεση	4 bar		4 bar	
4	Μέγιστο φορτίο	100 Kg		100 Kg	
5	Μέγιστη ταχύτητα	200 km / h		200 km / h	
6	Πλευρική και κατακόρυφη ακαμψία (με 40 kg φορτίο) Kg/mm	1 – 17		1 – 19	
7	Πάχος ωφέλιμου πέλματος	3,5 mm		3,5 mm	
8	Πάχος πέλματος	4,5 mm		4,5 mm	
9	Βάρος σε γραμμάρια	1050		1560	
10	Υλικό σκελετού	Πολυεστερικό		Πολυεστερικό	
11	δείκτες φθοράς πέλματος	6		6	
12	Γωνία λινών ελαστικών	32°		34°	
13	ελαστικά χωρίς αεροθάλαμο	NAI		NAI	
14	Σκληρότητα πέλματος κατά ISO 48/95	42,5		46,5	
15	Αντοχή ελαστικού σε MPa	100%	300%	100%	300%
		1,15	5,10	1,35	5,10
16	Κατηγορία ελαστικού	Σκληρό		Σκληρό	

Αναλυτικά στον πίνακα το πρώτο στοιχείο αναφέρεται στις διαστάσεις των ελαστικών σε ίντσες .Ο πρώτος αριθμός είναι η εξωτερική διάμετρος του ελαστικού ο δεύτερος το πλάτος του ελαστικού και ο τρίτος η διάμετρος της ζάντας όπου μπορεί να εγκατασταθεί το ελαστικό. Ο τύπος του ελαστικού XH δηλώνει το X ότι το ελαστικό είναι radial δηλαδή το ελαστικό έχει ακτινωτή πλέξη των λινών του και το H ότι είναι σκληρό το πέλμα του. Η μέγιστη πίεση που μπορούν να αντέξουν είναι 4bar το μέγιστο φορτίο 100 kg το καθένα και η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτυχθεί είναι 200 Km/h.

Στα συγκεκριμένα ελαστικά το συνολικό πάχος του πέλματος είναι 4,5 mm ενώ από αυτό μόνο τα 3,5mm μπορούν να χρησιμοποιηθούν έως ότου χρειαστεί να αλλάξθούν. Το βάρος των ελαστικών είναι 1050 gr για ένα εμπρός ελαστικό και 1560gr για ένα πίσω ελαστικό. Η πλευρική και η κατακόρυφη ακαμψία σε ένα ελαστικό είναι ένα μέτρο της αντίστασης του ελαστικού σε παραμόρφωση με δεδομένο φορτίο στην περίπτωση μας 40 Kg προς την μετατόπιση που παράγεται και εκφράζεται σε μονάδες Kg/mm. Το υλικό του σκελετού δηλαδή των πλεγμένων ινών είναι από πολυεστέρα και η γωνία πλέξης των ινών επειδή είναι ακτινωτά είναι 32 εμπρός και 34 μοίρες πίσω αντίστοιχα. Τα ελαστικά είναι κατά κανόνα χωρίς αεροθάλαμο ενώ η σκληρότητα του πέλματος είναι τυποποιημένη κατά ISO 48/95 για ελαστικά 42,5 εμπρός και 46,5 πίσω.

Η αντοχή του ελαστικού προσδιορίζεται από την τάση μετράται σε MPa. Οι δυο τιμές φανερώνουν το 100% είναι για την μέγιστη τάση του ελαστικού στην ελαστική περιοχή (1) ενώ το 300% είναι η τάση του ελαστικού στο όριο θραύσης του (2). Στο παρακάτω διάγραμμα εφελκυσμού (τάσης –παραμόρφωσης) φαίνονται αυτές οι δυο τάσεις.

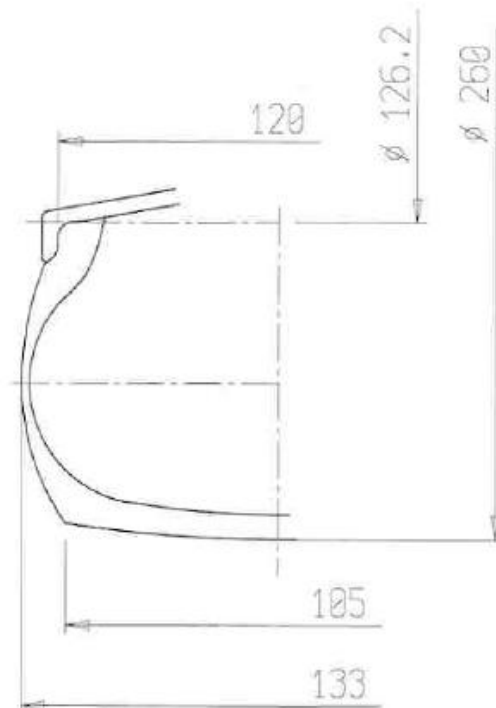


**Σχήμα 2.6** Διάγραμμα τάσης - παραμόρφωσης

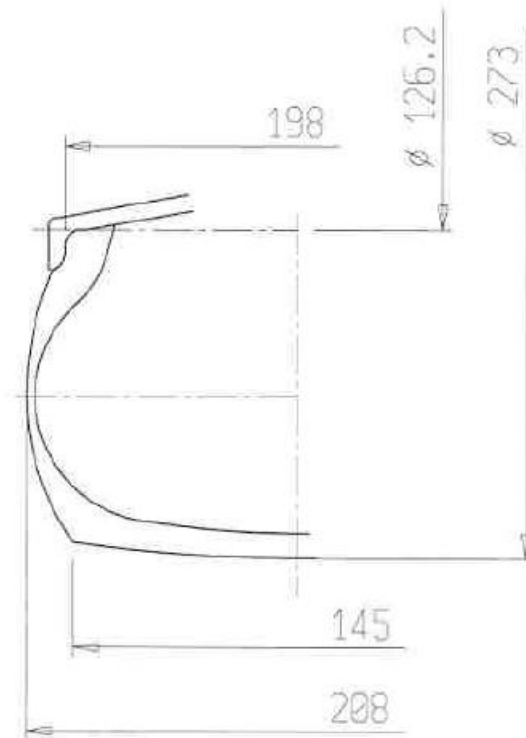
Η τοποθέτηση των ελαστικών βασίζεται στις διαστάσεις που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα και αποτυπώνονται στα σχήματα 2.7,2.8.

Πίνακας Διαστάσεις για την τοποθέτηση ελαστικών

	Εμπρός	Πίσω
Εσωτερικό πλάτος ζάντας	120 mm	198 mm
Διάμετρος ζάντας	126,2 mm	126,2 mm
Διάμετρος ελαστικού	260 mm	273 mm
Πλάτος πέλματος ελαστικού	105 mm	145 mm
Μέγιστο πλάτος ελαστικού	133 mm	208 mm



**Σχήμα 2.7** Τομή εμπρός ελαστικού εγκατεστημένο σε ζάντα



**Σχήμα 2.8** Τομή πίσω ελαστικού εγκατεστημένο σε ζάντα

### 2.21.6 Πίσω άξονας

Ο πίσω άξονας όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.53 απαρτίζεται από τα εξής στοιχεία εικόνα 2.55:

- 1 Άξονας
- 2 Πίσω γρανάζι τελικής μετάδοσης
- 3 Δισκόπλακα
- 4 Βάσεις ρουλεμάν
- 5 Ρουλεμάν
- 6 Άκρα

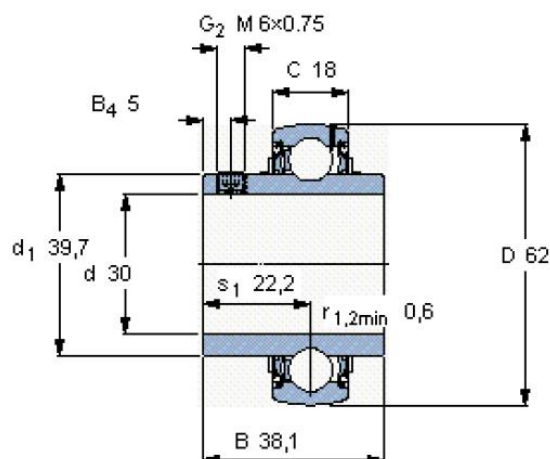




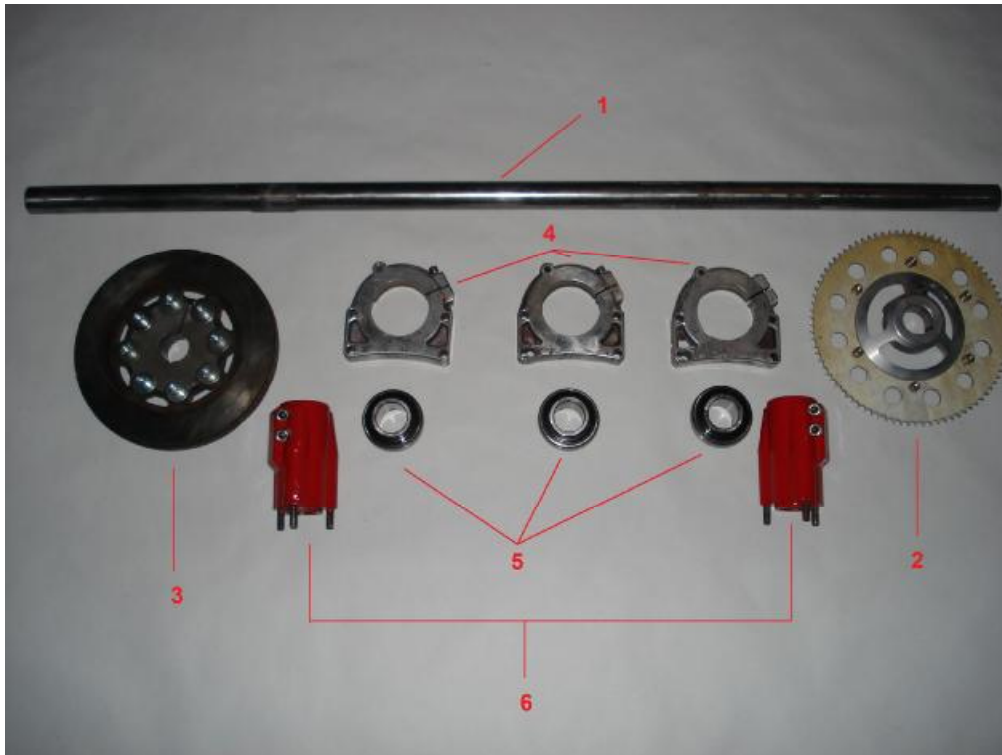
**Εικόνα 2.53** Τελική μορφή του πίσω άξονα

Ο άξονας είναι κατασκευασμένος από χάλυβα με αντοχή  $40 \text{ Kg} / \text{mm}^2$  περίπου. Οι διαστάσεις του είναι  $1040 \text{ mm}$  μήκος  $30 \text{ mm}$  εξωτερική διάμετρο και  $6 \text{ mm}$  πάχος σωλήνα. Επιπλέον για την στήριξη των παρελκόμενων χρησιμοποιούνται σφήνες με πλάτος  $6 \text{ mm}$  ύψος  $5 \text{ mm}$  ενώ το μήκος είναι από  $40 \text{ mm}$  έως  $60 \text{ mm}$ . Το πίσω γρανάζι τελικής μετάδοσης είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα με πάχος  $4 \text{ mm}$ . Οι τρεις βάσεις των ρουλεμάν είναι κατασκευασμένες από κράμα αλουμινίου και τοποθετούνται σε ειδικά διαμορφωμένες θέσεις του σασί.

Τα ρουλεμάν που χρησιμοποιούνται είναι τρία και είναι τύπου Y με δυο βίδες συγκράτησης το καθένα αναλυτικά οι διαστάσεις φαίνονται στην εικόνα 2.. Τα δύο άκρα που χρησιμοποιήθηκαν είναι από κράμα αλουμινίου με μήκος  $100 \text{ mm}$  με τρία σπειρώματα  $8 \text{ mm}$  σχηματίζοντας καρέ  $59 \text{ mm}$  για να ταιριάζει με αυτό των πίσω ζαντών. Η εσωτερική διάμετρος των άκρων είναι  $30 \text{ mm}$  για να εφαρμόζουν στον άξονα.



**Σχήμα 2.9** Διαστάσεις ρουλεμάν πίσω άξονα



**Εικόνα 2.54** Μέρη του πίσω άξονα

Ο πίσω άξονας για να τοποθετηθεί στον πίσω άξονα εικόνα (2.55) χρησιμοποιούνται βίδες τύπου άλεν πάχους 8mm και βιδώνουν τις βάσεις των εδράνων στις βάσεις που είναι συγκολλημένες στο σασί. Επιπλέον η τοποθέτηση πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε η μέση του άξονα να συμπίπτει με την μέση την θεωρητική μεσοκάθετη αξονική του σασί. Για να υπάρχει σωστή λειτουργία και χρήση του πίσω φρένου θα πρέπει μετά την τοποθέτηση του πίσω άξονα να ισοσταθμιστεί η δισκόπλακα ανάμεσα στα υλικά τριβής της δαγκάνας. Το ίδιο ισχύει και για την ευθυγράμμιση του γραναζιού του άξονα με το εμπρός γρανάτζι για να αποφευχθεί η υπερβολική φθορά του συστήματος μετάδοσης κίνησης.



**Εικόνα 2.55** Τοποθετημένος πίσω άξονας στο καρτ

### 2.21.7 Μηχανισμός συστήματος διεύθυνσης

Ο μηχανισμός του συστήματος διεύθυνσης αποτελείται από το τιμόνι που βιδώνει με τρεις βίδες M6 επάνω στη φλάντζα της μπάρας τιμονιού. Το υλικό κατασκευής του είναι από αλουμίνιο ενώ το στεφάνι είναι επενδυμένο με δέρμα. Το πάχος του αλουμινίου είναι 4mm ενώ η εξωτερική διάμετρος του τιμονιού είναι 300mm.



**Εικόνα 2.56** Τιμόνι καρτ

Το τιμόνι στηρίζεται στην μπάρα τιμονιού η οποία είναι χαλύβδινη και λαμβάνει την κίνησή του τιμονιού και την μεταφέρει στα δυο ημίμπαρα διαμέτρου 8 mm με δυο ενσωματωμένα ακρόμπαρα και τέλος η κίνηση μεταδίδεται στα άκρα και κατά συνέπεια στους τροχούς.

Τα εμπρός άκρα (εικόνα 2.57) είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα με πάχος του συγκολλημένου ελάσματος 7mm με διάμετρο πύρου που βιδώνει η ζάντα 17 mm και 124 mm μήκος ενώ η διαβάθμιση μεταξύ του πύρου και του ελάσματος είναι 25 mm μήκος και 24 mm διάμετρο.



**Εικόνα 2.57** Εμπρός άκρα

### 2.21.8 Φρένα

Το μοναδικό φρένο που χρησιμοποιείται στο καρτ είναι ένα ενιαίο πίσω φρένο όπου φρενάρει τον πίσω άξονα. Το φρένο αποτελείται από την τρόμπα φρένου όπου με ένα μοχλοβραχίονα που πρεσάρεται από την ντίζα του φρένου με εσωτερικό έμβολο διατομής 19 mm.



**Εικόνα 2.58** Τρόμπα φρένου

Το δισκόφρενο είναι χαραγμένο – αεριζόμενο κατασκευασμένο από φαιό χυτοσίδηρο με διαστάσεις 13mm πάχους και 210mm εξωτερικής διαμέτρου. Ο δίσκος με την βάση του συνδέονται με 8 πείρους διαμέτρου 13.5mm όπου βιδώνουν πλευρικά με βίδες διαμέτρου 8mm και αντίστοιχα παξιμάδια και ροδέλες τοποθετημένες και στις δυο πλευρές.



**Εικόνα 2.59** Δισκόπλακα καρτ μαζί με την βάση της

Για την εφαρμογή της δύναμης της τρόμπας του φρένου στην δισκόπλακα χρησιμοποιείται δαγκάνα διπλού εμβόλου (εικόνα 2.60) η οποία τροφοδοτείται με υγρό φρένων από την τρόμπα φρένου μέσω πλαστικού σωλήνα μεγάλης αντοχής εσωτερικής διαμέτρου 5 mm και 1mm πάχους τοιχώματος. Οι διαστάσεις της δαγκάνας είναι 96 mm μήκος 60 mm πλάτος και 106 mm ύψος.

Τα δυο έμβολα είναι διαμέτρου 32 mm το καθένα τα οποία πρεσάρουν το καθένα από ένα τακάκι όπου πιέζουν την δισκόπλακα από αντίθετες πλευρές με αποτέλεσμα την επιβράδυνση της δισκόπλακας και κατ' επέκταση του πίσω άξονα. Τα τακάκια έχουν διαστάσεις 96mm μήκος 31mm πλάτος και πάχος 15mm εκ των οποίων 6mm είναι χαλύβδινη πλάκα και πάνω της εδράζεται το υλικό τριβής όπου είναι ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες.



**Εικόνα 2.60** Δαγκάνα πίσω φρένου

#### **2.21.9 Πεντάλ**

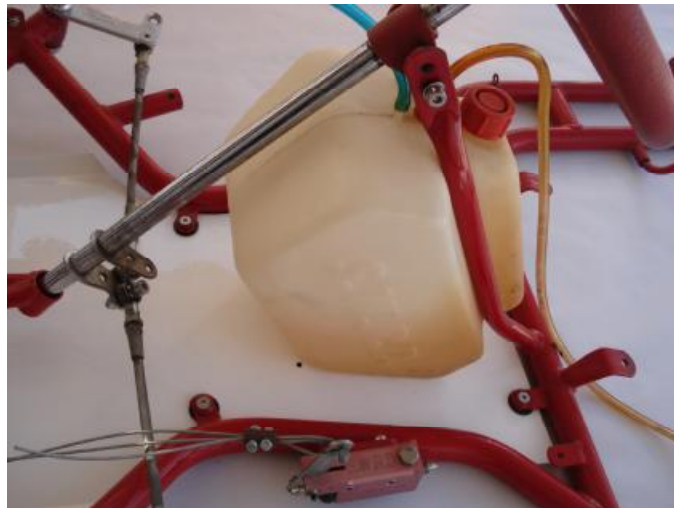
Τα πεντάλ που χρησιμοποιούνται είναι δυο ένα για το γκάζι και ένα για το φρένο και είναι χαλύβδινα με επίστρωση χρωμίου διαμέτρου σωλήνας 12mm . Η θέση τους βρίσκεται εμπρός και βιδώνονται στο σασί του καρτ. Στα πεντάλ εφαρμόζονται οι αντίστοιχες ντίτζες η μια διαμέτρου 1.5 mm για το γκάζι και η άλλη 4 mm διπλή για το φρένο.



**Εικόνα 2.61** Πεντάλ τοποθετημένα εμπρός στο σασί

#### **2.21.10 Ρεζερβουάρ**

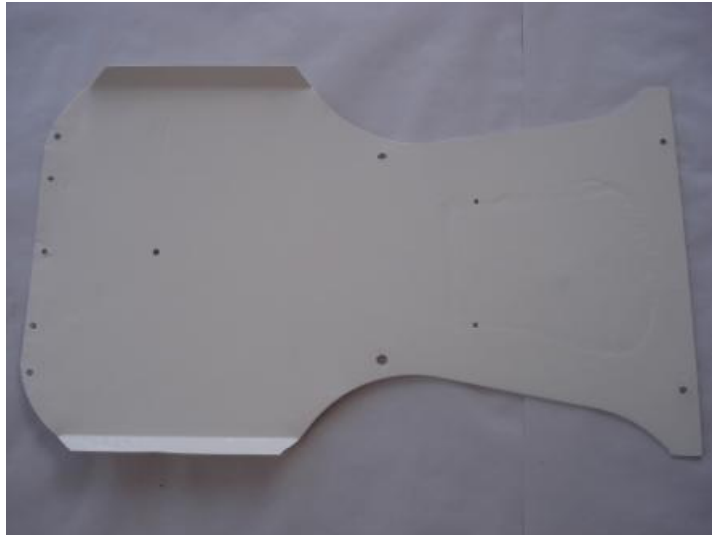
Το ρεζερβουάρ είναι από πλαστικό υλικό και έχει χωρητικότητα 7,5 λίτρων. Το ρεζερβουάρ είναι τοποθετημένο κάτω από το τιμόνι ανάμεσα σε δυο κάθετες μπάρες που είναι συγκολλημένες στο σασί που συγκρατούν το ρεζερβουάρ και τη μπάρα τιμονιού.



**Εικόνα 2.62** Θέση του ρεζερβουάρ στο καρτ

Για την προστασία του ρεζερβουάρ και την στήριξη των ποδιών του οδηγού αλλά και για την αεροδυναμική και την ομαλή ροή του αέρα κάτω από το όχημα χρησιμοποιείται το εικονιζόμενο υποπλαίσιο (εικόνα 2.63 )





**Εικόνα 2.63** Υποπλαίσιο καρτ

#### **2.21.11 Μπάρες - προφυλακτήρες**

Οι μπάρες στο καρτ είναι χαλύβδινες με επιμετάλλωση χρωμίου και πάνω σε αυτές είναι βιδωμένοι οι πλευρικοί προφυλακτήρες. Επιπλέον εμπρός από το τιμόνι βιδώνεται το πάνελ εμπρός χαμηλά τοποθετείται το σπόιλερ και πλευρικά τοποθετούνται δυο προφυλακτήρες.



**Εικόνα 2.64** Εμπρός πάνελ, σπόιλερ και πλευρικό αμάξωμα

### **3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**

#### **3.1 ΟΡΙΣΜΟΣ**

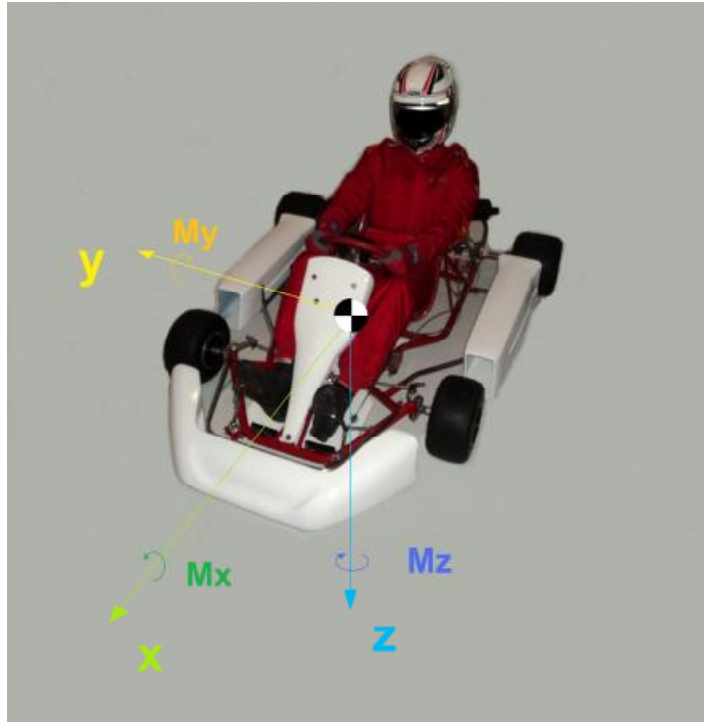
Δυναμική ανάλυση είναι η μελέτη των κινήσεων που προκύπτουν από τις δυνάμεις που τις προκαλούν. Η δυναμική ανάλυση είναι περίπλοκη, διότι το πρόβλημα θα πρέπει να καθοριστεί περαιτέρω και περισσότερα δεδομένα να εκτιμηθούν με βάση τις δυνάμεις. Οι δυνάμεις που προκύπτουν από την κίνηση παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φορτίο ή για τον υπολογισμό τους στην δομική ανάλυση των μεμονωμένων μελών. Συνήθως, το μέγιστο φορτίο χρησιμοποιείται για να εκτελέσει μια γραμμική στατική ανάλυση πεπερασμένων στοιχείων (FEA), των κρίσιμων τμημάτων του μηχανισμού που μελετάται.

#### **3.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΞΟΝΩΝ ΚΑΡΤ**

Το σύστημα αξόνων ενός καρτ είναι τρισδιάστατο και ορθογώνιο γιατί οι άξονες  $x$ ,  $y$  και  $z$  όπως φαίνονται στην εικόνα 3.1 είναι κάθετοι ο ένας στον άλλο. Ο άξονας των  $x$  είναι οριζόντιος και θετικός προς τα εμπρός προς την κατεύθυνση της κίνησης, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία γραμμή σε ένα δρόμο επίπεδο. Τα σημεία του άξονα  $y$  στα δεξιά του οδηγού, είναι οριζόντια και σε  $90^\circ$  με τον  $x$ -άξονα. Ο  $z$ -άξονας είναι κάθετος προς τους άλλους δύο, είναι κάθετος και θετικά προς τα κάτω. Η αρχή του συστήματος αξόνων οχήματος ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) βρίσκεται στο ΚΒ του συνόλου του οχήματος ενώ δεν είναι η ίδια για τις αναρτώμενες και μη αναρτώμενες μάζες.

Στη μη αναρτώμενη μάζα συμπεριλαμβάνονται οι ζάντες, τα ελαστικά, τα άκρα, το σύστημα φρένου που αναρτάται στον πίσω άξονα, ο πίσω άξονας τα ρουλεμάν του και οι βάσεις αυτών και το γρανάζι με την βάση του που εφαρμόζει στον πίσω άξονα.

Ενώ στην αναρτώμενη μάζα είναι το σύνολο της μάζας που υπολείπεται (κινητήρας, σασί) μαζί με τον οδηγό με περιβολή αγώνα ο οποίος έχει σημαντικό ρόλο στο ΚΒ. Το σύνολο της αναρτώμενης και μη αναρτώμενης μάζας προσδίδει την συνολική μάζα.



Εικόνα 3.1 Σύστημα αξόνων οχήματος.

### 3.3 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΚΑΡΤ

Οι κινήσεις του οχήματος είναι κατά τους άξονες (x,y,z).

Οι ταχύτητες χωρίζονται αντίστοιχα σε:

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1. Διαμήκη ταχύτητα  | u |
| 2. Πλευρική ταχύτητα | v |
| 3. Κάθετη ταχύτητα   | r |

Οι επιταχύνσεις χωρίζονται σε:

1. **Διαμήκης επιτάχυνση** ( $A_x$ ) είναι το στοιχείο της επιτάχυνσης του οχήματος στη x-κατεύθυνση.
2. **Πλευρική επιτάχυνση** ( $A_y$ ) είναι το στοιχείο της επιτάχυνσης του οχήματος στην y-κατεύθυνση
3. **Κατακόρυφη επιτάχυνση** ( $A_z$ ) είναι το στοιχείο της επιτάχυνσης του οχήματος στην z-κατεύθυνση.

Οι δυνάμεις που δρουν στο αυτοκίνητο μπορεί να συνοψιστούν σε μία διανυσματική δύναμη που έχει τις εξής συνιστώσες:

1. **Διαμήκης δύναμη** ( $F_x$ ) είναι η συνιστώσα του διανύσματος της δύναμης στην x-κατεύθυνση.
2. **Πλευρική δύναμη** ( $F_y$ ) είναι η συνιστώσα του διανύσματος της δύναμης στην y-κατεύθυνση.
3. **Κάθετη δύναμη** ( $F_z$ ) είναι η συνιστώσα του διανύσματος της δύναμης στην z-κατεύθυνση.

Οι εξωτερικές ροπές που ενεργούν για το καρτ μπορεί να συνοψιστούν σε ένα διάνυσμα ροπής που έχει τα ακόλουθα στοιχεία:

1. **Ροπή κύλισης roll** ( $M_x$ ) είναι η συνιστώσα του φορέα ροπής που τείνει να περιστρέψετε το όχημα γύρω από τον άξονα  $x$ .
2. **Ροπή εγκάρσιας κύλισης pitch** ( $M_y$ ) είναι η συνιστώσα του φορέα που τείνει να περιστρέψετε το όχημα γύρω από τον άξονα  $y$ .
3. **Ροπή αξονικής περιστροφής yaw** ( $M_z$ ) είναι η διανυσματική συνιστώσα ροπής που τείνει να περιστρέψετε το όχημα για το  $z$ -άξονα.

Οι θετικές φορές των ροπών φαίνονται στην εικόνα 3.1

### 3.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΟΜΩΝ ΝΕΥΤΩΝΑ ΣΤΟ ΚΑΡΤ

Η εξισορρόπηση σε ένα καρτ ελέγχει τη μεταφορά βάρους με τη χρήση του γκαζιού, τα φρένα και το σύστημα διεύθυνσης. Εφαρμόζοντας τα φρένα το βάρος μετατοπίζεται προς τα εμπρός σε ένα καρτ και μπορεί να προκαλέσει υπερστροφή. Ομοίως, η επιτάχυνση μετατοπίζει το βάρος προς τα πίσω, προκαλώντας υποστροφή, και το στρίψιμο μεταθέτει το βάρος προς την αντίθετη πλευρά, αποφορτίζοντας τα εσωτερικά ελαστικά. Εν συντομία, ο λόγος είναι ότι η αδράνεια από το κέντρο βάρους (KB) του καρτ, η οποία είναι πάνω από το έδαφος, δρα σαν δύναμη στο επίπεδο του εδάφους μέσω των ελαστικών. Οι συνέπειες της μεταφοράς βάρους είναι ανάλογες με το ύψος των KB από το έδαφος. Ένα καρτ με ένα χαμηλότερο KB, χειρίζεται καλύτερα και ταχύτερα επειδή η μεταφορά βάρους δεν είναι τόσο μεγάλη συγκριτικά με ένα καρτ που έχει KB σε μεγαλύτερο ύψος .

Οι νόμοι του Νεύτωνα για κάθε όχημα συμπεριλαμβανομένου και του καρτ εφαρμόζονται ως:

- **Ο πρώτος νόμος:** ένα καρτ με κίνηση σε ευθεία γραμμή με σταθερή ταχύτητα που θα κρατήσει τέτοια κίνηση μέχρι μια εξωτερική δύναμη να δράσει αντίθετα στην κίνηση. Ο μόνος λόγος που ένα καρτ σε ουδέτερη κατάσταση, δεν θα κινείται για πάντα είναι η τριβή, μια εξωτερική δύναμη που σταδιακά επιβραδύνει το αυτοκίνητο. Η τριβή προέρχεται από τα ελαστικά με το έδαφος και λόγο (αεροδυναμικής) οπισθέλκουσας δύναμης του αέρα που ρέει πάνω στο καρτ. Η τάση του αυτοκινήτου να συνεχίσει με τον τρόπο που κινείται είναι η αδράνεια του αυτοκινήτου, και η τάση αυτή είναι συγκεντρωμένη στο σημείο KB.
- **Ο δεύτερος νόμος:** Όταν μία δύναμη ασκείται σε ένα αυτοκίνητο, η μεταβολή στην κίνηση είναι ανάλογη προς τη δύναμη διά τη μάζα του αυτοκινήτου. Ο νόμος αυτός εκφράζεται με την εξίσωση

$$F = m \times A \quad (3.1)$$

όπου **F** είναι η δύναμη,

**m** είναι η μάζα του αυτοκινήτου,

**A** είναι η επιτάχυνση, ή αλλαγή σε κίνηση, του καρτ

Μια μεγαλύτερη δύναμη προκαλεί ταχύτερες αλλαγές στην κίνηση, και ένα βαρύτερο καρτ αντιδρά πιο αργά στις δυνάμεις. Στο δεύτερο νόμο του Νεύτωνα εξηγείται γιατί γρήγορα καρτ είναι ισχυρά και ελαφριά.

- **Ο τρίτος νόμος:** Κάθε δύναμη σε ένα καρτ από ένα άλλο στοιχείο, όπως το έδαφος, συνδυάζονται με μια ίση και αντίθετη δύναμη. Παράδειγμα όταν εφαρμόζονται τα φρένα, τα ελαστικά προκαλούν μια δύναμη προς τα εμπρός που προσπαθεί να ωθήσει το έδαφος εμπρός και το έδαφος ωθεί με αντίθετη δύναμη προς τα πίσω. Όσο τα λάστιχα στο καρτ, εφαρμόζουν αυτή την δύναμη το έδαφος επιβραδύνει το καρτ.

### 3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΒ

Τα φορτία σε κάθε τροχό, είναι εξαιρετικά σημαντικά για τον καθορισμό μέγιστης ικανότητας ελέγχου του καρτ στις στροφές. Ο υπολογισμός του ΚΒ αποσκοπεί στον υπολογισμό των φορτίσεων του τροχού που αναπτύσσονται και είναι πολύτιμοι για τη δημιουργία και ρύθμιση του καρτ σε μέγιστη απόδοση. Η ικανότητας δύναμης των ελαστικών κατά την διαδικασία στριψίματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κάθετο φορτίο που εφαρμόζεται στο ελαστικό.

Οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται είναι ότι σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης, οι φορτίσεις των τροχών αλλάζουν συνεχώς κατά την διάρκεια μιας διαδρομής. Το όχημα βρίσκεται σε σταθερή κατάσταση και αναφέρεται μόνο στη λειτουργία με συνθήκες σταθερής κατάστασης. Οι βασικές διαστάσεις δεδομένων (εμπρός και πίσω μετατρόχιο, μεταξόνιο, ύψος ΚΒ,) θεωρούνται σταθερές.

Λόγω της σταθερής κατάστασης το άθροισμα των επιμέρους αποτελεσμάτων που εξετάζονται ατομικά ισούται με το συνολικό. Ως εκ τούτου προσθέτονται αριθμητικά οι μεταβολές των φορτίων των τροχών λόγω μεταφοράς πλευρικού φορτίου, διαμήκης μεταφορά φορτίου, αεροδυναμική, και υπολογίζονται τα φορτία που ισχύουν για τις συνδυασμένες συνθήκες λειτουργίας.

### 3.6 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΒ

Για τον υπολογισμό της οριζόντιας θέσης του ΚΒ εγκαταστάθηκε το καρτ σε μια επίπεδη επιφάνεια πάνω σε τέσσερις επιμέρους ζυγαριές (εικόνα 3.2). Οι μετρήσεις για το κέντρο βάρους έγιναν 8/12/2010 με βάρος οδηγού μαζί με περιβολή αγώνα 87,9 Kg και ζυγαριές ακριβείας 0,1 Kg. Τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της οριζόντιας θέσης φαίνονται στο σχήμα 3.1

Τα δεδομένα που αποκτήθηκαν είναι:

Τα επιμέρους βάρη των τροχών:

Εμπρός αριστερά τροχού  $W_1 = 27,8 \text{ Kg}$

Εμπρός δεξιά τροχού  $W_2 = 31,1 \text{ Kg}$

Πίσω αριστερά τροχού  $W_3 = 46,9 \text{ Kg}$

Πίσω δεξιά τροχού  $W_4 = 45,0 \text{ Kg}$

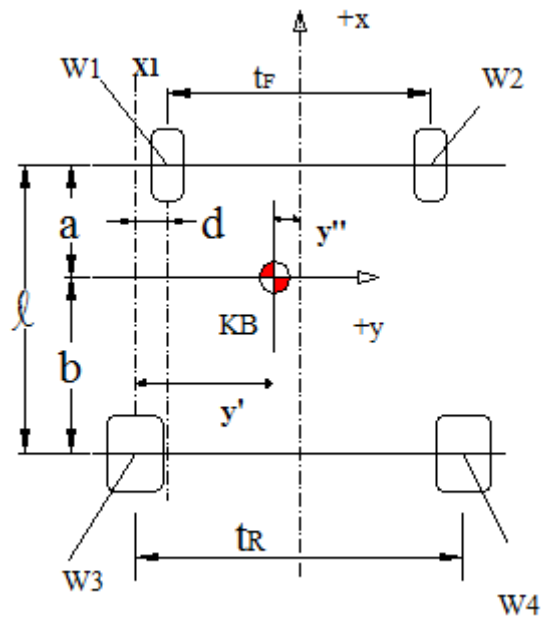
Το μεταξόνιο  $I = 1040 \text{ mm}$

Το μετατρόχιο των εμπρός τροχών  $t_F = 945 \text{ mm}$

Το μετατρόχιο των πίσω τροχών  $t_R = 1180 \text{ mm}$



Εικόνα 3.2 Το καρτ πάνω στις τέσσερις ζυγαριές



Σχήμα 3.1 Κάτοψη του καρτ και αποτύπωση μόνο των τροχών και των μεταβλητών που χρειάζονται στην εύρεση του KB



Μεταξόνιο είναι η απόσταση μεταξύ των κέντρων του εμπρός και πίσω άξονα ενώ μετατρόχιο είναι η απόσταση μεταξύ των κέντρων των ελαστικών. Το συνολικό βάρος του οχήματος είναι το άθροισμα των τεσσάρων επιμέρους βαρών των τροχών μετρώντας σε επίπεδο έδαφος κάτω από το κάθε ελαστικό:

$$W_{ol} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 27,8 + 31,1 + 46,9 + 45,0 = 150,8 \text{ Kg} \quad (3.2)$$

Ενώ το συνολικό εμπρός και πίσω βάρος χωριστά είναι :

$$\text{Εμπρός } W_F = W_1 + W_2 = 27,8 + 31,1 = 58,9 \text{ Kg} \quad (3.3)$$

$$\text{Πίσω } W_R = W_3 + W_4 = 46,9 + 45,0 = 91,9 \text{ Kg} \quad (3.4)$$

Το πρώτο βήμα υπολογισμού είναι η ισοδυναμία των ροπών από τον πίσω άξονα :

$$W_F \times I = W_{ol} \times b \quad (3.5)$$

$$b = \frac{W_F \times I}{W_{ol}} = \frac{58,9 \times 1040}{150,8} \Rightarrow b = 406,2 \text{ mm} \quad (3.6)$$

Ενώ

$$a = I - b = 1040 - 406,2 \Rightarrow a = 633,8 \text{ mm} \quad (3.7)$$

Αυτές οι δυο εξισώσεις καθορίζουν τη μπροστά και τη πίσω-θέση του ΚΒ.

$$d = \left( \frac{t_R - t_F}{2} \right) = \left( \frac{1180 - 945}{2} \right) = 117,5 \text{ mm} \quad (3.8)$$

Ύστερα υπολογίζονται οι ροπές για το  $x_I - x_I$  άξονα (μίας γραμμή παράλληλη προς τον άξονα του καρτ από το κέντρο του πίσω αριστερά ελαστικού 3):

$$\begin{aligned} y' &= \frac{W_2}{W_{ol}} (t_F + d) + \frac{W_1}{W_{ol}} (d) + \frac{W_4 t_R}{W_{ol}} = \\ &= \frac{31,1}{150,8} (945 + 117,5) + \frac{27,8}{150,8} (117,5) + \frac{45,0 \times 1180}{150,8} \\ &\Rightarrow y' = 586,3 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3.9)$$

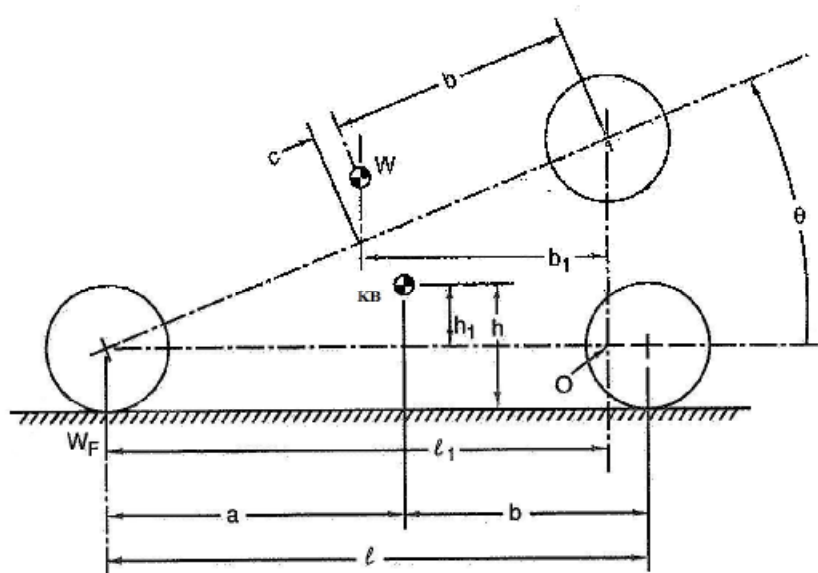
Αυτό μπορεί στη συνέχεια να λυθεί για το  $y''$  (από το  $y'$ ) για να δώσει την πλευρική μετατόπιση του ΚΒ (εάν υπάρχουν) από τον άξονα X (στη κεντρική γραμμή):

$$y'' = y' - \left( \frac{t_R}{2} \right) = 586,3 - \left( \frac{1180}{2} \right) = -3,7 \text{ mm} \quad (3.10)$$

Το  $y''$ , όπως φαίνεται στην εικόνα είναι αρνητική τιμή απεικονίζει πλευρική μετατόπιση του ΚΒ προς τα αριστερά της μεσοκάθετης x.

### 3.7 ΚΑΘΕΤΗ ΘΕΣΗ ΚΒ

Μια μέθοδος προσδιορισμού του ύψους του ΚΒ είναι η ανύψωση του πίσω άξονα (εικόνα 3.3) έτσι ώστε τα κέντρα των εμπρόσθιων τροχών από τον πίσω θα είναι υπό γωνία,  $\theta$ , με την οριζόντια. Οι διάφορες διαστάσεις φαίνονται στο σχήμα 3.2.



Σχήμα 3.2 Κάθετη θέση του κέντρου βάρους.



ΥΠΕΡΥΨΩΣΗ  
ΠΙΣΩ ΑΞΩΝΑ

Εικόνα 3.3 Υπερύψωση πίσω τροχού και ζύγιση αυτού

Ο πίσω τροχός ανυψώθηκε κατά 100mm. Άρα:

$$\sin q = \frac{100}{1040} \Rightarrow q = 5,5^\circ \quad (3.11)$$

Λόγω της ανύψωσης του πίσω άξονα όλα τα βάρη έχουν αλλάξει:

$$\text{Εμπρός αριστερά τροχού } W_1 = 28,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Εμπρός δεξιά τροχού } W_2 = 32,9 \text{ Kg}$$

$$\text{Πίσω αριστερά τροχού } W_3 = 45,4 \text{ Kg}$$

$$\text{Πίσω δεξιά τροχού } W_4 = 44,1 \text{ Kg}$$

$$W_F = 28,4 + 32,9 = 61,3 \text{ Kg} \quad (3.12)$$

$$R_{LF} = 130 \text{ mm} \text{ (ύψος εμπρός άξονα από το έδαφος)}$$

$$R_{LR} = 136,5 \text{ mm} \text{ (ύψος πίσω άξονα από το έδαφος)}$$

Τα τριγωνομετρικά βήματα είναι τα εξής:

$$I_1 = I \cos q = 1040 \times \cos 5,5^\circ = 1035,2 \text{ mm} \quad (3.13)$$

και, λαμβάνοντας ροπή γύρω από το σημείο, O,

$$W_F I_1 = W_{ol} b_1 \quad (3.14)$$

Από το οποίο

$$b_1 = \left( \frac{W_F}{W_{ol}} \right) I \cos q = \left( \frac{61,3}{150,8} \right) 1040 \times \cos 5,5^\circ = 420,8 \text{ mm} \quad (3.15)$$

Επίσης

$$\frac{b_1}{b+c} = \cos q \quad (3.16)$$

Από το οποίο

$$c = \left( \frac{W_F}{W_{ol}} I \right) - b = \left( \frac{61,3}{150,8} 1040 \right) - 406,2 = 16,6 \text{ mm} \quad (3.17)$$

Χρησιμοποιώντας  $c / h_1 = \tan \theta$ , η τελική έκφραση είναι

$$h_1 = \frac{W_F I - W_{ol} b}{W_{ol} \tan q} = \frac{61,3 \times 1040 - 150,8 \times 406,2}{150,8 \tan 5,5^\circ} = 172,0 \text{ mm} \quad (3.18)$$

Επειδή το  $R_L$  είναι διαφορετικό εμπρός και πίσω, το ύψος της γραμμής που συνδέει τα κέντρα εμπρός και πίσω τροχών στη θέση KB πρέπει να βρεθεί μέσω της εξίσωσης

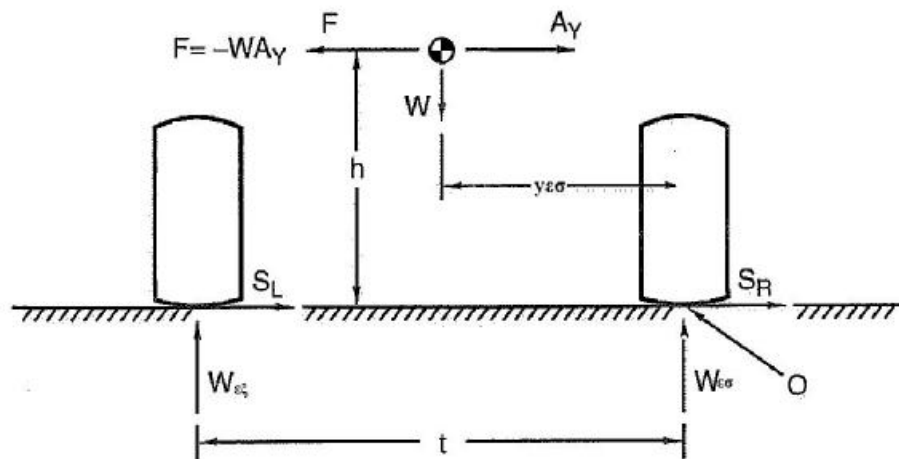
$$R_{L \text{ KB}} = R_{LF} \left( \frac{b}{I} \right) + R_{LR} \left( \frac{a}{I} \right) = 130 \left( \frac{406,2}{1040} \right) + 136,5 \left( \frac{633,8}{1040} \right) = 133,9 \text{ mm} \quad (3.19)$$

Έτσι το συνολικό ύψος ισούται:

$$h = R_{L_{KB}} + h_1 = 133,96 + 171,97 = 305,9 \text{ mm} \quad (3.20)$$

### 3.8 ΠΛΕΥΡΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΟΡΤΙΟΥ

Όταν το καρτ στρίβει σε μια σταθερή στροφή, το φορτίο μεταφέρεται από το εσωτερικό ζεύγος τροχών προς το έξω ζεύγος τροχών, επειδή το κέντρο βάρους του καρτ είναι πάνω από το έδαφος. Το τμήμα αυτό δείχνει τον υπολογισμό της συνολικής μεταφοράς φορτίου που οφείλεται σε στροφές και, πιο σημαντικά, τη μεταφορά του φορτίου που διανέμεται στον εμπρός και πίσω άξονα. Όταν ένα καρτ είναι σε σταθερή κατάσταση σε στροφή η αδρανειακή δύναμη αντίδρασης η αλλιώς φυγοκεντρική δύναμη η οποία αναπτύσσεται αντίθετα στην πλευρική επιτάχυνση παράγεται από τη φυγοκεντρική δύναμη του ελαστικού στις στροφές. Λαμβάνοντας ροπές περίπου στο Ο (εικόνα 3.4) έχουμε την μεταφορά φορτίου για τον κάθε άξονα:



Εικόνα 3.4 Μετατόπιση φορτίου από τον εσωτερικό στον εξωτερικό τροχό.

$$W_{Ex} t = W_{Ax} \times y_{Es} + W_{Ax} \times A_Y \times h \quad (3.21)$$

ή

$$W_{Ex} = \frac{W_{Ax} \times y_{es}}{t} + \frac{W_{Ax} \times A_Y \times h}{t} \quad (3.22)$$

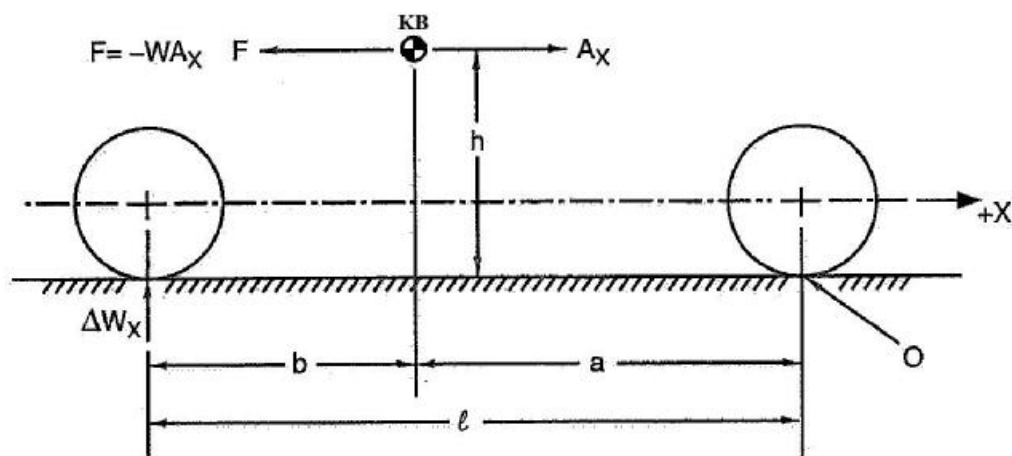
Δεδομένου ότι από το αρχικό βάρος στην εσωτερική πλευρά ενός καρτ μεταφέρεται ένα μέρος του λόγω στροφής και είναι:

$$\Delta W = W_{Ex} - W_{APX_{Ex}} \quad (3.23)$$

όπου:  $\Delta W$  είναι η αύξηση του φορτίου εξωτερικά και η μείωση του εσωτερικά της στροφής.

### 3.9 ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΒΑΡΟΥΣ

Όταν ένα καρτ είναι σε επιτάχυνση,  $a_x$  ή αρνητική επιτάχυνση,  $-a_x$  (πέδηση), μια αδρανειακή δύναμη αντίδρασης αναπτύσσεται που είναι παρόμοια με τη φυγόκεντρο δύναμη σε μια στροφή. Σε μια στροφή η δύναμη είναι  $WA_Y$  ενώ σε διαμήκη επιτάχυνση της δύναμης,  $F$ , είναι  $WA_X$  (με πρόσημο αντίθετο από το  $a_x$ ),. Λαμβάνοντας ροπές περίπου στο  $O$  (εικόνα 3.5) έχουμε :



Εικόνα 3.5 δείχνει η περίπτωση οδήγησης έλξη.

$$\Delta W_x I = hWA_x \quad (3.24)$$

Άρα

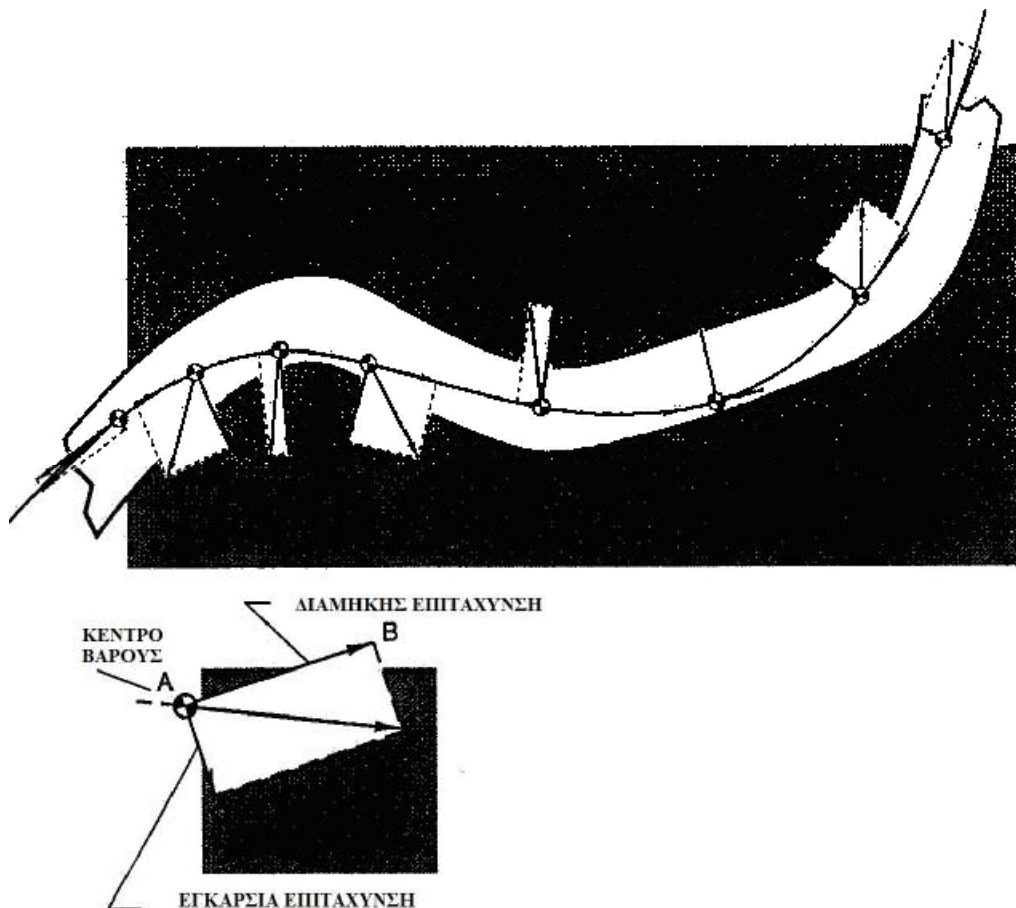
$$\Delta W_x = \frac{h}{I} WA_x \quad (3.25)$$

όπου  $\Delta W_x$  είναι η αύξηση προς τα κάτω φόρτισης του πίσω άξονα και η αντίστοιχη μείωση στο φορτίο στον εμπρόσθιο άξονα.

Για τις αρνητικές επιταχύνσεις (πέδηση),  $-WA_x$  δίνεται από την ίδια έκφραση, αλλά το φορτίο στον εμπρόσθιο άξονα αυξάνεται.

### 3.10 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ G-G

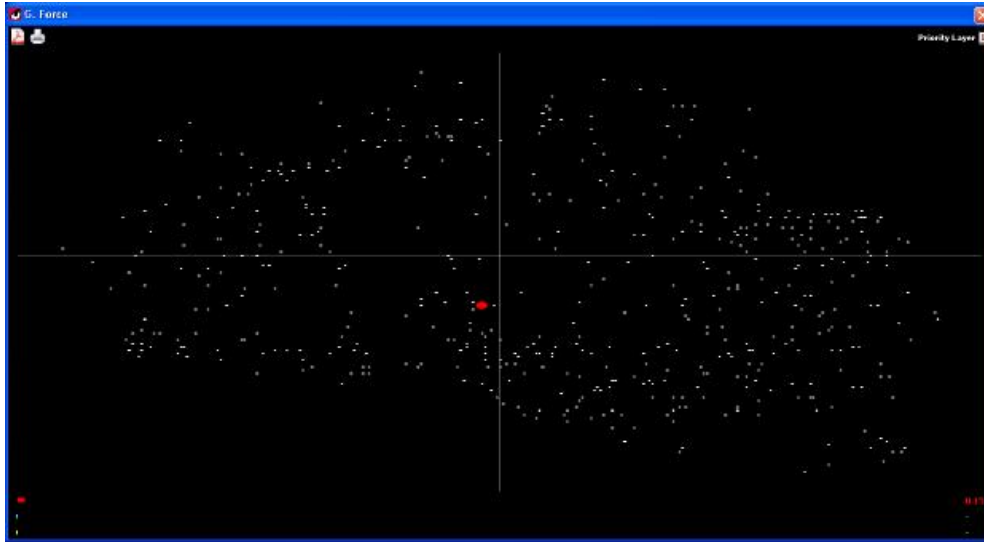
Σε μια διαδρομή για να αποτυπωθούν οι επιδόσεις ενός καρτ χρειάζεται η αποτύπωση των επιταχύνσεων – επιβραδύνσεων εγκάρσιων και διαμηκών. Αυτό μπορεί να γίνει βρίσκοντας τις συνιστώσες της επιτάχυνσης των διαμηκών και εγκάρσιων επιταχύνσεων και να αποτυπωθούν στην διαδρομή όπως στην εικόνα 3.6.



**Εικόνα3.6** Αποτύπωση επιταχύνσεων κατά μήκος μιας διαδρομής

Για το λόγο όμως της συνεχής αλλαγής της συνισταμένης επιτάχυνσης κατά την εκτέλεση μιας διαδρομής είναι δύσκολη αυτή η αποτύπωση και οδηγεί στην έννοια του διαγράμματος "g-g". Με την καταγραφή των αποτελεσμάτων του επιταχυνσιόμετρου στο καρτ όπου παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο 4.5.4, μπορεί να γίνει διάγραμμα των επιταχύνσεων - επιδόσεων του οχήματος. Στην εικόνα3.7 φαίνονται οι δυο κάθετοι άξονες όπου ο κάθετος είναι των διαμηκών επιταχύνσεων ενώ ο οριζόντιος των εγκάρσιων επιταχύνσεων όπου η μονάδα μέτρησης τους είναι σε g δηλαδή σε επιτάχυνση της βαρύτητας. Τα λευκά σημεία που είναι διεσπαρμένα στο διάγραμμα δηλώνουν τα επίπεδα και τους συνδυασμούς των διαμηκών και πλευρικών επιταχύνσεων που ο οδηγός χρησιμοποιεί σε ένα τμήμα της πίστας με την μεταβολή της ταχύτητας.





**Εικόνα 3.7** Διάγραμμα επιταχύνσεων

Η διαμήκης επιτάχυνση είναι αλλαγή ταχύτητας που παρατηρείται σε μικρό χρονικό διάστημα

$$Ax = \frac{U}{t} \quad (3.26)$$

όπου U είναι η ταχύτητα σε m / sec. μονάδες  
t είναι σε sec (δευτερόλεπτα).  
Η πλευρική επιτάχυνση δίνεται από τη σχέση

$$Ay = \frac{U^2}{R} \quad (3.27)$$

όπου R είναι η στιγμιαία ακτίνα της διαδρομής.

Σε κάθε δευτερόλεπτο της ελεύθερης πτώσης ενός σώματος προστίθεται μια επιπλέον ταχύτητα 9.81m / sec. Έτσι, η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι 9.81 m./sec<sup>2</sup> Και αυτό ονομάζεται 1g επιτάχυνσης. Άρα η διαμήκης επιτάχυνση ανά g γίνεται :

$$Ax = \frac{U}{gt} \quad (3.28)$$

και, η πλευρική επιτάχυνση

$$Ay = \frac{U^2}{gR} \quad (3.29)$$

Άρα από αυτή την επεξήγηση κατανοούνται οι μονάδες της επιτάχυνσης της βαρύτητας που χρησιμοποιούνται στην αποτύπωση του διαγράμματος g-g. Η παρουσίαση του διαγράμματος "g-g" δείχνει την κίνηση μακριά από τα όρια της σταθερότητας και φτάνει στα όρια **των μέγιστων επιδόσεων χειρισμού**. Έτσι δεν είναι μόνο ένα μέσο για την ποσοτικοποίηση του φάσματος ελιγμών του αυτοκινήτου,

αλλά για να αποδειχθεί πόσες από αυτές τις δυνατότητες έχουν χρησιμοποιηθεί από τον οδηγό κατά την διάρκεια οδήγησης.

Το "g-g" διάγραμμα έχει δύο γενικές χρήσεις:

- Χάραξη μιας συγκεκριμένης απόδοσης.
- Προσδιορισμός της περιοχής ελιγμών σε ένα πλήρη γύρο της πίστας.

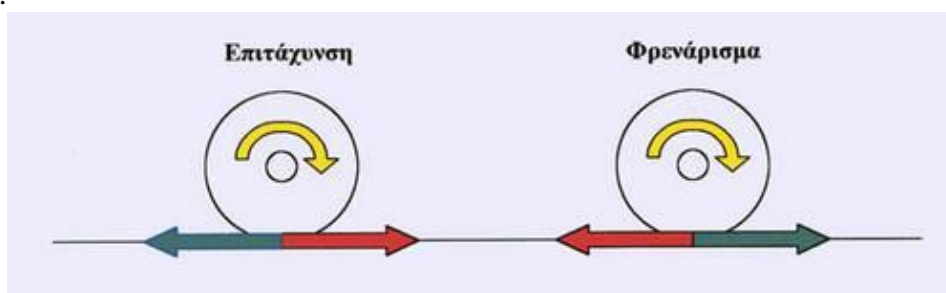
### 3.11 ΕΛΑΣΤΙΚΑ

Οποιαδήποτε κίνηση κάνει ένα καρτ, ανταποκρίνεται στα λάστιχα. Το μεγαλύτερο μέρος των δυνάμεων, αναπτύσσεται μεταξύ των ελαστικών και του οδοστρώματος. Επίσης υπάρχουν και οι αεροδυναμικές δυνάμεις, που αναπτύσσονται κατά την κίνηση του καρτ μέσα στην ατμόσφαιρα.

Καταρχήν, τα λάστιχα αυτά παραλαμβάνουν το βάρος του αυτοκινήτου. Κι επειδή το κάνουν αυτό, είναι σε θέση να αναπτύξουν τριβή μεταξύ της επιφάνειάς τους και του οδοστρώματος. Η περιοχή του πέλματος του ελαστικού που έρχεται σε επαφή με το έδαφος σε μια δεδομένη στιγμή ονομάζεται ίχνος ή αποτύπωμα. Αυτή ακριβώς η τριβή είναι που επιτρέπει στο καρτ να επιταχύνει, να φρενάρει αλλά και να στρίβει. Αντιθέτως προς την κλασική τριβή, εδώ εξαρτάται άμεσα από τη συνολική επιφάνεια επαφής. Μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής μεταξύ ελαστικών και οδοστρώματος, σημαίνει μεγαλύτερη δυνατότητα για ανάπτυξη τριβής. Το βασικό ζητούμενο από τα ελαστικά μας είναι να ολισθαίνουν όσο το δυνατό λιγότερο κατά τις επιβραδύνσεις, τις επιταχύνσεις και τις αλλαγές πορείας. Ιδανικά, θα θέλαμε τα λάστιχά μας να εκτελούν συνεχώς κύλιση, χωρίς ολίσθησης.

#### 3.11.1 Οι δυνάμεις στα ελαστικά

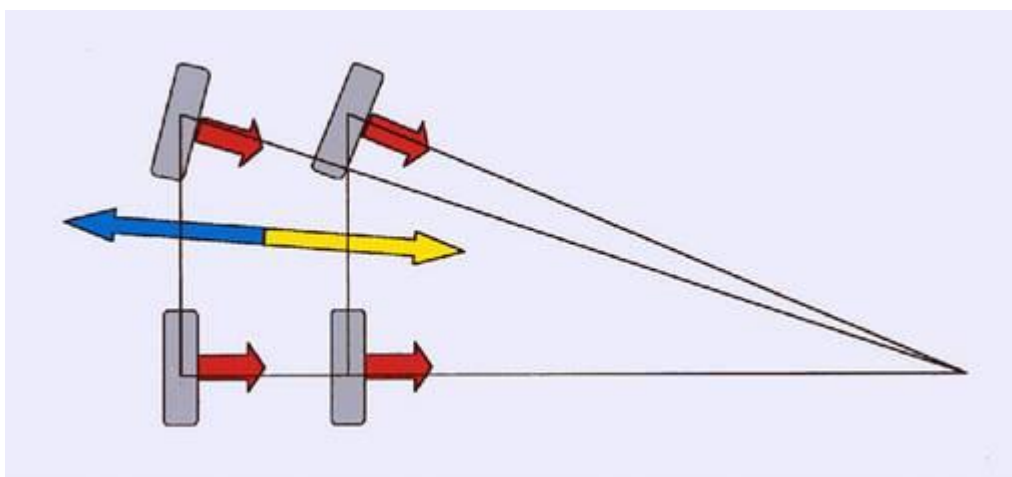
Οι δυνάμεις χωρίζονται, σε διαμήκεις και εγκάρσιες. Όταν επιταχύνει το καρτ σε ευθεία τροχιά, τότε, καθώς οι τροχοί περιστρέφονται προς τα εμπρός, ασκούν μια διαμήκη δύναμη στο έδαφος, με φορά προς τα πίσω. Το έδαφος με τη σειρά του ασκεί μια διαμήκη δύναμη στο ελαστικό, με φορά προς τα εμπρός. Η δύναμη αυτή είναι παράλληλη με το επίπεδο του τροχού και το σημείο εφαρμογής της βρίσκεται κάπου πάνω στην επιφάνεια επαφής του ελαστικού με το δρόμο. Αντίστοιχα, κατά το φρενάρισμα σε ευθεία τροχιά, το ελαστικό ασκεί μια διαμήκη δύναμη στο δρόμο προς τα εμπρός, ενώ ο δρόμος ασκεί μια δύναμη στο ελαστικό προς τα πίσω. Στην εικόνα 3.8, με κόκκινο βέλος συμβολίζονται οι δυνάμεις που ασκούνται στο ελαστικό, ενώ με πράσινο, οι δυνάμεις που ασκούνται στο δρόμο, στις περιπτώσεις επιτάχυνσης και φρεναρίσματος. Και στις δύο περιπτώσεις το όχημα κινείται από αριστερά προς τα δεξιά.



Εικόνα 3.8 Τροχός σε επιτάχυνση -επιβράδυνση

Πέρα από τις διαμήκεις δυνάμεις, στα ελαστικά όλων των οχημάτων αναπτύσσονται και δυνάμεις που είναι κάθετες στο επίπεδο του τροχού, οι λεγόμενες εγκάρσιες δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές εμφανίζονται όταν το όχημα διαγράφει καμπύλη τροχιά δηλαδή στρίβει. Αν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα και ασκήθει σ' αυτό μια δύναμη κάθετη στην τροχιά του, τότε το σώμα θα αρχίσει να διαγράφει καμπύλη τροχιά. Αυτή η δύναμη είναι η λεγόμενη κεντρομόλος δύναμη. Η φυγόκεντρος είναι η αδρανειακή αντίδραση του περιστρεφόμενου οχήματος στην κεντρομόλο, και εκφράζει την τάση του σώματος να απομακρυνθεί από το κέντρο περιστροφής του.

Για να αναγκαστεί το καρτ να κινηθεί σε καμπύλη τροχιά, πρέπει να εξασφαλισθεί μια κεντρομόλος δύναμη, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζεται η φυγόκεντρος, που είναι η αδρανειακή αντίδραση στην κεντρομόλο, έχει το ίδιο μέτρο μ' αυτήν, αλλά τείνει να απομακρύνει το όχημα από το κέντρο περιστροφής του. Η κεντρομόλος δύναμη εξασφαλίζεται από τα ελαστικά. Κάθε ένα από τα 4 ελαστικά του καρτ αναπτύσσει ένα ποσοστό της απαραίτητης κεντρομόλου δύναμης για να στρίψει. Η διανυσματική πρόσθεση των ποσοστών αυτών οδηγεί στη συνολική κεντρομόλο. Ποιο είναι ακριβώς το ποσοστό κάθε ελαστικού, εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του καρτ και την κατανομή βάρους όπου υπολογίστηκε πρωτύτερα



**Εικόνα 3.9** Δυνάμεις λόγω στροφής

Στην εικόνα 3.9, τα κόκκινα βέλη συμβολίζουν την εγκάρσια δύναμη που αναπτύσσει κάθε ελαστικό, προκειμένου να συμβάλει στην εξασφάλιση της απαραίτητης κεντρομόλου. Το γαλάζιο βέλος συμβολίζει τη συνισταμένη φυγόκεντρο δύναμη, που θεωρείται ότι ασκείται στο κέντρο μάζας του αυτοκινήτου. Αν προστεθούν διανυσματικά τα τέσσερα κόκκινα βέλη δίνεται το κίτρινο βέλος, δηλαδή τη συνισταμένη κεντρομόλο που έχει ίδιο μέτρο αλλά αντίθετη φορά με τη φυγόκεντρο.

Η σχέση της κεντρομόλου δύναμης είναι:

$$F_k = m \frac{U^2}{R} \quad (3.30)$$

Όπου  $F_k$  κεντρομόλος δύναμη  
 $m$  η μάζα του σώματος,

Με απλά λόγια, η παραπάνω σχέση δείχνει ότι:

1. Η κεντρομόλος είναι ανάλογη με τη μάζα του σώματος.
2. Η κεντρομόλος είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ευθύγραμμης ταχύτητας.
3. Η κεντρομόλος είναι αντιστρόφως ανάλογη της ακτίνας της τροχιάς.

Το συμπέρασμα είναι ότι όσο πιο γρήγορα προσπαθεί να κινηθεί το καρτ πάνω σε μια στροφή και όσο μικρότερη είναι η ακτίνα της στροφής αυτής, τόσο μεγαλύτερη κεντρομόλο δύναμη πρέπει να εξασφαλιστεί, μέσω των ελαστικών. Ακόμα πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι τα λάστιχα δεν έχουν τη δυνατότητα να παράγουν άπειρη κεντρομόλο, μια και ο συντελεστής τριβής μεταξύ του οδοστρώματος και του ελαστικού είναι περιορισμένος. Όταν λοιπόν ξεπεραστούν οι δυνατότητες πρόσφυσης του ελαστικού, αυτό θα αρχίσει να γλιστράει ανεξέλεγκτα. Ο συντελεστής τριβής ορίζεται ως

$$m = \frac{\text{Οριζόντια δύνανμη τριβής } V \text{ μεταξύ δύο swμάτων}}{\text{Κάθετη δύνανμη μεταξύ των δύο swμάτων}} \quad (3.31)$$

Η τριβή μεταξύ ελαστικών και οδοστρώματος διαφέρει ως προς την κλασσική τριβή επειδή εξαρτάται από το εμβαδόν της επιφάνειας επαφής χρησιμοποιείται ο όρος πρόσφυση. Η πρόσφυση υποδηλώνει μια αδιάστατη μέτρηση του ποσού του συντελεστή της πλευρικής δύναμης που λαμβάνεται σε σχέση με το κάθετο φορτίο που ασκείται στον τροχό:

$$C_F = \frac{\text{Πλευρική δύνανμη}}{\text{Φορτίο στα ελαστικά}} = \frac{F_y}{F_z} \quad (3.32)$$

Στην πραγματικότητα, ο μέγιστος συντελεστής πλευρικής δύναμης (ή συντελεστής πλάγιας τριβής) είναι, κατά κανόνα υψηλότερος για τα ελαφρότερα φορτία, αντιθέτως, μειώνεται καθώς αυξάνεται η φόρτιση. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται ευαισθησία φορτίου ελαστικού. Η ευαισθησία του φορτίου των ελαστικών έχει μεγάλη επίδραση στην ισορροπία ενός καρτ που λειτουργεί κοντά στο όριο του. Καθώς το κάθετο φορτίο ελαστικού αλλάζει αυτό οφείλεται στο στρίψιμο, την επιτάχυνση, ή την πέδηση, άρα η απόδοση των ελαστικών αλλάζει συνεχώς.

### 3.11.2 Λόγος ολίσθησης

Η διαμήκη ταχύτητα ολίσθησης, SR, είναι η διαφορά μεταξύ της γωνιακής ταχύτητας των πίσω κινητηρίων - πέδης τροχών,  $\Omega$ , και της γωνιακής ταχύτητας της ελεύθερης κύλισης τροχού,  $\Omega_0$ , δηλαδή ο λόγος ολίσθησης είναι:

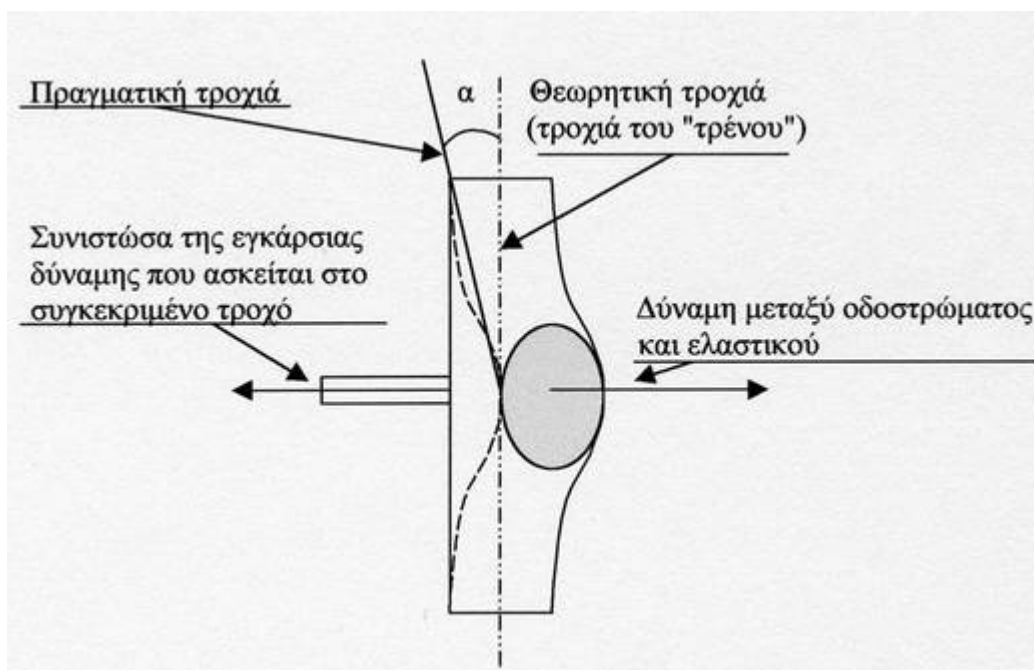
$$SR = \frac{\Omega - \Omega_0}{\Omega_0} = \frac{\Omega}{\Omega_0} - 1 \quad (3.33)$$

ο οποίος μπορεί να εκφραστεί ως κλάσμα ή σε ποσοστό.

### 3.11.3 Η συμπεριφορά των ελαστικών

Η συμπεριφορά των ελαστικών ενός οχήματος οφείλεται στο γεγονός ότι τα λάστιχα παρουσιάζουν ελαστικότητα κατά την εγκάρσια κατεύθυνση. Μια μικρή εγκάρσια δύναμη θα αρκούσε για να μεταβάλλει την ευθεία τροχιά του οχήματος. Δεν θα χρειαζόταν να χαθεί η πρόσφυση των ελαστικών για να αλλάξει η πορεία του αυτοκινήτου. Η αλλαγή της πορείας θα επερχόταν ακόμα και με μια ελάχιστη εγκάρσια δύναμη, λόγω της παραμόρφωσης των ελαστικών κατά την εγκάρσια κατεύθυνση.

Αυτό το γεγονός έχει το εξής αποτέλεσμα: Καθώς οι τροχοί περιστρέφονται προς τα εμπρός, το επόμενο σημείο επαφής τους με το οδόστρωμα είναι λίγο αριστερότερα του προηγούμενου, εξαιτίας της εγκάρσιας παραμόρφωσης των ελαστικών. Έτσι, ολόκληρο το όχημα μετακινείται σιγά σιγά προς τα αριστερά, διατηρώντας, ωστόσο, την πρόσφυση των τροχών. Αν απομονωθεί ένας τροχός σε κάτοψη, παρατηρείται ότι δεν διαγράφει τροχιά παράλληλη προς το μέσο κατακόρυφο επίπεδό του, αλλά αντιθέτως η πραγματική τροχιά του παρεκκλίνει ως προς τη θεωρητική κατά μια γωνία  $\alpha$ . Η γωνία  $\alpha$ , που φαίνεται στην εικόνα 3.10 είναι η σημαντικότερη γωνία κατά τη μελέτη της οδικής συμπεριφοράς ενός καρτ.



Εικόνα 3.10 Τροχιά ελαστικού

Στο παραπάνω σχήμα το ελαστικό πατάει στο έδαφος στην επιφάνεια του ίχνους του και ο τροχός οδεύει ευθεία μπροστά. Όμως, λόγω της άσκησης εγκάρσιας δύναμης, το πάνω μέρος του ελαστικού μαζί με τη ζάντα κινούνται προς τα αριστερά, ενώ το μέρος του ελαστικού που εφάπτεται στο έδαφος παραμένει δεξιά, με αποτέλεσμα τη δημιουργία αυτής της παραμόρφωσης. Καθώς ο τροχός περιστρέφεται προς τα εμπρός, το ίχνος του τροχού μετακινείται σιγά σιγά προς τα αριστερά, οπότε η πραγματική τροχιά του τροχού παρεκκλίνει κατά τη γωνία  $\alpha$ .

### 3.11.4 Κύκλος τριβής

Ο κύκλος τριβής (εικόνα 3.11) είναι ένα διάγραμμα που συνδυάζει τις διαμήκεις και πλευρικές δυνάμεις που ασκούνται στο ελαστικό. Ο κύκλος τριβής αντιπροσωπεύει τη δύναμη που παράγεται στα όρια του ελαστικού για ένα δεδομένο σύνολο συνθηκών λειτουργίας (φορτίο, επιφάνεια, θερμοκρασία, κ.λπ.). Αυτό το διάγραμμα για ένα ελαστικό εννοιολογικά είναι παρόμοιο με το διάγραμμα κύκλου τριβής για το σύνολο του οχήματος το οποίο δημιουργείται από το σύνολο των δυνάμεων που ασκούνται σε κάθε ελαστικό χωριστά. Διαφορετικά ο κύκλος τριβής ονομάζεται και κύκλος πρόσφυσης λόγω της μελέτης της επιφάνειας του ίχνους σε τριβή.

Από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα που έχει προαναφερθεί η δύναμη ισούται με το κάθετο φορτίο επί την επιτάχυνση της μάζας σε μονάδες g. Η επιτάχυνση σε μονάδες g μπορεί να ληφθεί απευθείας από το διάγραμμα επιτάχυνσης g-g. Ο τύπος για την διαμήκη δύναμη γίνεται

$$F_x = m \times A_x = m \times \frac{U}{gt} \quad (3.34)$$

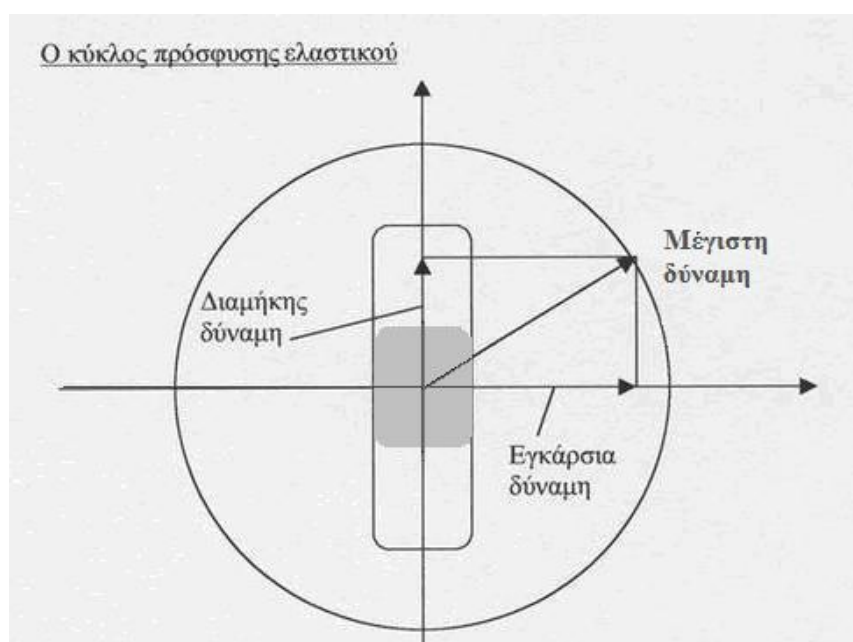
Ενώ για την εγκάρσια δύναμη

$$F_y = m \times A_y = m \times \frac{U^2}{gR} \quad (3.35)$$

Για την εύρεση της συνισταμένης δύναμης:

$$F_{\text{συνολική}} = \sqrt{F_c^2 + F_y^2} \quad (3.36)$$

Θεωρητικά με την εύρεση της μέγιστης συνολικής δύναμης μπορούμε να διαγράψουμε έναν κύκλο όπου εκφράζει τις συνιστάμενες δυνάμεις που είναι εντός του κύκλου ως δυνάμεις αντοχής πρόσφυσης του ελαστικού ενώ εκτός του κύκλου ως δύναμη απώλειας πρόσφυσης.



Εικόνα 3.11 Κύκλος τριβής



Ο κύκλος πρόσφυσης αναφέρει πως οποιοσδήποτε συνδυασμός διαμήκους με εγκάρσια δύναμη οδηγεί σε συνισταμένη μεγαλύτερη από την ακτίνα του κύκλου, οδηγεί στην απώλεια πρόσφυσης.

Παρακάτω αναφέρονται μερικές περιπτώσεις απώλειας πρόσφυσης:

1. Όταν ένα καρτ κινείται σε ευθεία τροχιά και φρενάρει, τότε μια διαμήκης δύναμη ασκείται σε κάθε ελαστικό ξεχωριστά. Ο κάθε τροχός μπορεί να μπλοκάρει σε διαφορετική χρονική στιγμή, ανάλογα με το πότε η αντίστοιχη διαμήκης δύναμη φρεναρίσματος θα υπερβεί την ακτίνα του κύκλου πρόσφυσης του αντίστοιχου τροχού.
2. Όταν ένα καρτ επιταχύνει σε ευθεία τροχιά, τότε στους κινητήριους πίσω τροχούς αναπτύσσεται μια διαμήκης δύναμη. Αν η δύναμη αυτή υπερβεί την ακτίνα του κύκλου πρόσφυσης, τότε οι πίσω τροχοί ολισθαίνουν ανεξέλεγκτα (σπινάρουν).
3. Όταν ένα καρτ κινείται σε καμπύλη τροχιά χωρίς να επιταχύνει, τότε στα ελαστικά ασκούνται εγκάρσιες δυνάμεις (η συνισταμένη των οποίων αποτελεί την κεντρομόλο). Αν σε κάποιο τροχό η εγκάρσια δύναμη υπερβεί την ακτίνα του αντίστοιχου κύκλου πρόσφυσης, τότε ο τροχός αυτός χάνει την πρόσφυσή του.

Ο συνδυασμός επιβράδυνσης ή επιτάχυνσης με κίνηση σε καμπύλη τροχιά η διαμήκης δύναμη σχηματίζει μια συνισταμένη με την εγκάρσια δύναμη, που είναι πάντα μεγαλύτερη από τις δύο προηγούμενες δυνάμεις ξεχωριστά. Έτσι, όταν στρίβουμε και ταυτόχρονα πατάμε γκάζι ή φρένο, τότε χάνεται ευκολότερα η πρόσφυση των ελαστικών.

Στην πραγματικότητα, ένα καρτ δεν μπορεί να φθάσει το όριο του κύκλου τριβής οχήματος, όπως ορίζεται ανωτέρω, για τους ακόλουθους λόγους:

1. **Περιορισμοί πρόσφυσης**-Τα καρτ έχουν μικρότερη διαμήκη δύναμη από την εγκάρσια και δεν μπορεί να παράγει ο λόγος ολίσθησης για μέγιστη συνισταμένη δύναμη στο άνω μέρος του διαγράμματος.
2. **Μεταφορά φορτίου** -Κατά τη διάρκεια ελιγμών, υπάρχει διαμήκη και πλευρική μεταφορά φορτίου που έχει ως αποτέλεσμα μεταβολές της συνισταμένη δύναμη στους τροχούς. Οι αλλαγές φορτίου, μέσω της ευαισθησίας φορτίου ελαστικού, επίσης αλλάζει τον τοπικό συντελεστή τριβής όπως έχει προαναφερθεί.
3. **Επιδράσεις ανάρτησης του ελαστικού** - Επειδή δεν υπάρχει ανάρτηση το ρόλο της ανάρτησης έχει το ελαστικό η γεωμετρία και οι μηχανικές παραμορφώσεις μπορεί να αλλάξουν τους προσανατολισμούς των τροχών, που στη στροφή επηρεάζουν τις δυνάμεις του ελαστικού.
4. **Ισορροπία πέδησης** -αυτό μπορεί να μειώσει το όριο τριβής των ελαστικών.

Αυτοί οι λόγοι έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή του θεωρητικού διαγράμματος κύκλου σε έλλειψη με μικρότερες αποστάσεις στον κάθετο άξονα του διαγράμματος .

### 3.12 Άλλες Επιδράσεις Ελαστικών

Εκτός από τις επιδράσεις των δυνάμεων επιταχύνσεων ροπών και μάζας τα ελαστικά επηρεάζονται και από γεωμετρικούς και εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι επιδρούν στην απόδοση των ελαστικών και γενικότερα στην απόδοση και συμπεριφορά του καρτ.

#### 3.12.1 Γωνία κάμπερ

Η γωνία καμπυλότητας (camber), ορίζεται ως η γωνία μεταξύ του κεκλιμένου επίπεδου του τροχού και την κατακόρυφο. Η καμπυλότητα είναι θετική όταν ο τροχός κλίνει προς τα έξω στην κορυφή σε σχέση με το όχημα, ή αρνητική αν κλίνει προς τα μέσα.

Σε γενικές γραμμές, ένα κυρτής κύλισης ελαστικό παράγει μια πλευρική δύναμη προς την κατεύθυνση του κέντρου της στροφής. Όταν αυτή η δύναμη συμβαίνει σε μηδενική γωνία ολίσθησης, αναφέρεται ως δύναμη καμπυλότητας ή (δύναμη camber). Η Δύναμη καμπυλότητας είναι συναρτήσεως του τύπου του ελαστικού, την κατασκευή, το σχήμα του πέλματος, πίεση, φορτίο, προσπάθεια έλξης / πέδησης, καθώς και καμπυλότητα και γωνίες ολίσθησης.



Εικόνα 3.12 Γωνία κάμπερ

#### 3.12.2 Γωνία κάστερ

Αν δούμε από την εξωτερική πλευρά έναν εμπρός τροχό η γωνία κάστερ είναι η γωνία που σχηματίζεται από τον νοητό κάθετο άξονα που περνά από το κέντρο του τροχού με τον άξονα που σχηματίζει το άκρο του τροχού. Η γωνία αυτή είναι θετική

όταν το άνω σημείο του άκρου που σχηματίζει διαγώνιο είναι πίσω από το κάτω σημείο ενώ αρνητική γωνία κάστερ είναι όταν συμβαίνει το αντίθετο. Στα καρτ κατά κανόνα η γωνία που χρησιμοποιείται είναι θετική και οι λόγοι που χρησιμοποιείται είναι στους λόγους που αναφέρονται παρακάτω.

Η διαγώνια περιστροφή του τροχού προσφέρει μετατόπιση του κέντρου περιστροφής του από το κέντρο της επιφάνειας επαφής του τροχού με το οδόστρωμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να προκαλέσει μια ροπή με την περιστροφή του τροχού η οποία ασκείται εγκάρσια στο κέντρο επαφής του τροχού και ενισχύει στην αλλαγή της διεύθυνσης σε μια στροφή ενώ αντίθετα στις ευθείες ευνοεί στο αυτόνομο κεντράρισμα που προκαλεί το καρτ και τραβά τους πίσω τροχούς στην ευθεία μετά από την έξοδο μιας στροφής. Άρα η θετική γωνία κάστερ χρησιμοποιείται στη βελτίωση της σταθερότητας στις ευθείες και στην αποτελεσματικότητα της διεύθυνσης στις στροφές.

Η αύξηση της γωνίας αυτής επίσης προκαλεί άνοδο και πτώση στον τροχό κατά την διαδικασία στριψίματος. Ο βασιλικός πείρος είναι ο άξονας στον οποίο εφαρμόζει ο τροχός. Η κλίση του βασιλικού πείρου είναι η κλίση κατά την οποία σχηματίζει ο οριζόντιος άξονας με τον άξονα του άκρου. Με τη χρήση αρνητικής κλίσης του βασιλικού πείρου του καρτ και κατάλληλης διαμόρφωσης του πλαισίου το αποτέλεσμα είναι αντίθετο από την μία πλευρά στην άλλη. Δηλαδή σε μια στροφή ο εσωτερικός τροχός μειώνει το ύψος του ενώ αντίθετα ο εξωτερικός το αυξάνει. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια διαγώνια μετατόπιση βάρους.

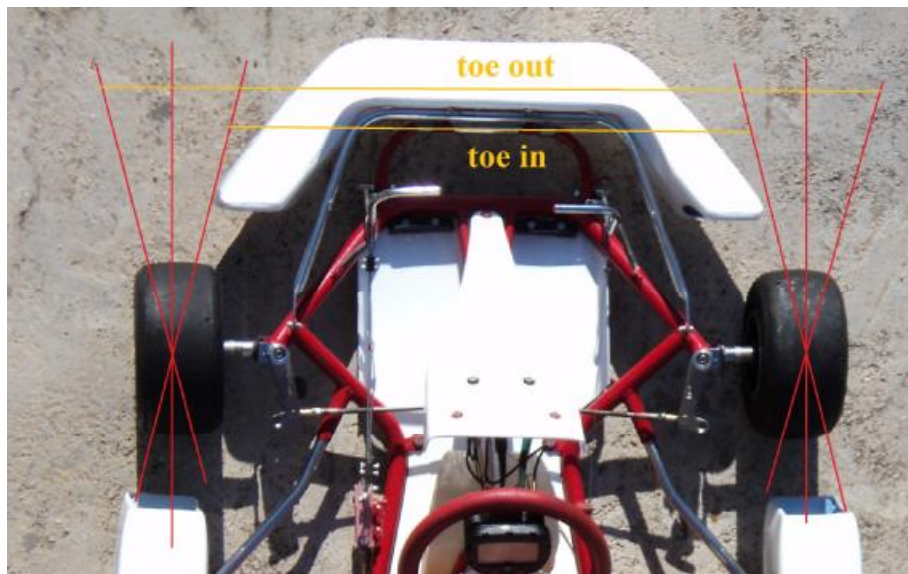


**Εικόνα 3.13** Γωνία κάστερ

### 3.12.3 Γωνία σύγκλισης- απόκλισης

Η γωνία σύγκλισης- απόκλισης ή γωνία toe είναι η σχέση των εμπρός ελαστικών διεύθυνσης μεταξύ τους. Μηδενική toe σημαίνει ότι οι τροχοί είναι παράλληλοι μεταξύ τους. Toe-in, ή αρνητική toe, σημαίνει ότι τα ελαστικά τείνουν προς τη σύγκλιση του ενός προς τον άλλο. Toe-out, ή θετική toe σημαίνει ότι τα ελαστικά αποκλίνουν μακριά το ένα από το άλλο. Αυτή η ρύθμιση αποσκοπεί στην μικρή

αλλαγή των γωνιών που σχηματίζονται στους εμπρός τροχούς σε μια στροφή και αφορά στην μείωση ή την αύξηση της γωνίας ολίσθησης  $\alpha$ . Στην ευθεία πορεία όμως μια σύγκλιση ή απόκλιση των τροχών μειώνει αναλογικά την ταχύτητα λόγω της εμφάνισης αντίστασης τριβής κύλισης.



**Εικόνα 3.14** Γωνία toe

#### **3.12.4 Άκερμαν**

Για να κινηθεί ένα όχημα τεσσάρων τροχών πάνω σε μια καμπύλη τροχιά έτσι ώστε οι τροχοί να κυλίνουν συνεχώς στο έδαφος και να μην ολισθαίνουν θα πρέπει όλες οι τροχιές που διαγράφονται από αυτούς να είναι ομόκεντρες. Σε κάθε χρονική στιγμή της κίνησης υπάρχει ένα σημείο που θα αποτελεί το κέντρο περιστροφής που διαγράφουν όλοι οι τροχοί. Το τετράπλευρο του άκερμαν (ΑΒΓΔ) σχηματίζεται όπως φαίνεται στην εικόνα 3.15.





**Εικόνα 3.15** Τετράπλευρο Άκερμαν

Αρχικά για να οριστούν τα μεγέθη θεωρείται χαμηλή ταχύτητα κατά την διάρκεια της στροφής άρα οι γωνίες ολίσθησης θεωρούνται αμελητέες. Το κέντρο περιστροφής (ΚΠ) του καρτ κατά την διάρκεια μιας στροφής βρίσκεται στο κέντρο της αντίστοιχης στροφής και είναι κάθετο στην κίνηση των πίσω τροχών και κάθετο με τους εμπρός τροχούς που βρίσκονται σε κάποια γωνία με την ευθεία (εικόνα 3.16). Αυτό σημαίνει ότι οι εμπρός τροχοί που ήταν παράλληλοι στην ευθεία κατά την διάρκεια της στροφής θα έχουν μια απόκλιση μεταξύ τους όπου ο εξωτερικός τροχός θα έχει μικρότερη απόκλιση από την ευθεία απ' ότι ο εσωτερικός. Η συνθήκη αυτή ορίζεται ως συνθήκη του Ackermann. Αυτή η απλοποίηση όμως δεν ισχύει για μεγαλύτερες ταχύτητες και σε πραγματικές συνθήκες επειδή εμφανίζεται μια γωνία ολίσθησης σε κάθε τροχό άρα υπάρχει μια διαφοροποίηση στην απαιτούμενη γωνία στροφής και στο ποσό στροφής που ασκείται στο τιμόνι.

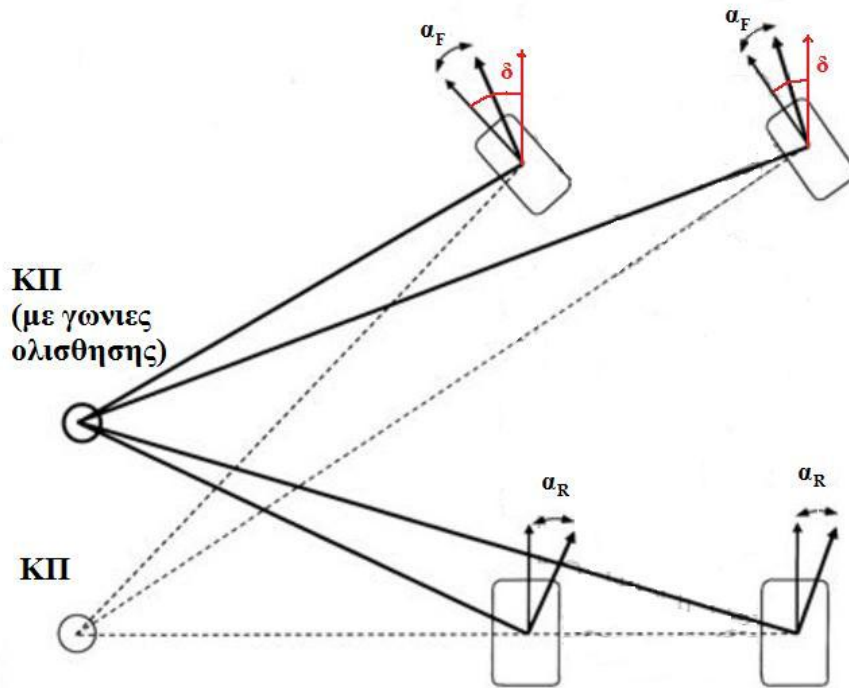
Στην περίπτωση στροφής με χαμηλή ταχύτητα η γωνία στροφής ισούται με:

$$d = \frac{l}{R} \times 57,3 \quad (3.37)$$

όπου  $\delta$  είναι η γωνία στροφής του τροχού σε μοίρες

Στην περίπτωση όμως της σταθερής υψηλής ταχύτητας οι γωνίες ολίσθησης που αναπτύσσονται έχουν μετακινήσει το κέντρο περιστροφής προς τα εμπρός άρα η προηγούμενη εξίσωση γίνεται

$$d = \frac{I}{R} \times 57,3 + a_F - a_R \quad (3.38)$$



**Εικόνα 3.16** Γωνίες ολίσθησης

Άρα λόγω της γωνίας ολίσθησης μπορούν να υπολογιστούν οι δυνάμεις που ασκούνται στα ελαστικά :

Επειδή

$$F = C_a \times a \quad (3.39)$$

Τότε

$$F_F + F_R = \frac{mU^2}{R} \Rightarrow C_a \times a_F + C_a \times a_R = \frac{mU^2}{R} \quad (3.40)$$

Παίρνοντας ροπές γύρω από το ΚΒ θα πρέπει

$$C_a \times a_F \times a + C_a \times a_R \times b = 0 \quad (3.41)$$

Ενώ παίρνοντας ροπές από τον εμπρός τροχό

$$\begin{aligned} C_a \times a_R (a+b) &= \frac{mU^2}{R} a \\ \Rightarrow \frac{mU^2}{R} &= \frac{(a+b)}{a} C_a \times a_R \end{aligned} \quad (3.42)$$

Άρα

$$C_a \times a_R \frac{(a+b)}{a} = \frac{mU^2}{R} = C_a \times a_F + C_a \times a_R$$

$$\Rightarrow a_R \frac{(a+b)}{a} = a_F + a_R$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{b}{a} = \frac{a_F}{a_R} + 1$$

Απλούστερα

$$\frac{b}{a} = \frac{a_F}{a_R} \quad (3.43)$$

Για το συγκεκριμένο καρτ το κέντρο βάρους είναι μετατοπισμένο προς τα πίσω  $a > b$ . Αυτό σημαίνει ότι έχει υπερστροφικό χαρακτήρα και λόγω της εξίσωσης (3.43)  $a_R > a_F$ . Άρα στην εξίσωση (3.38)  $a_F - a_R < 0$ . Αφού αυτός ο συντελεστής είναι αρνητικός σημαίνει ότι η γωνία στροφής του τροχού είναι μικρότερη από αυτή που απαιτείται αν το κέντρο βάρους ήταν στη μέση της απόστασης του μεταξονίου.

Γενικά θέλοντας να εκτελεστεί μια στροφή το όχημα υπερστρέφει με αποτέλεσμα την εγκάρσια μετατόπιση των πίσω τροχών εξωτερικά της στροφής και την μείωση της γωνίας διεύθυνσης των εμπρός τροχών άρα απαιτείται μικρότερη προσπάθεια στριψίματος του τιμονιού από τον οδηγό. Σε πραγματικές συνθήκες αν αυξηθεί τόσο η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στα πίσω ελαστικά και υπερβούν το όριο του κύκλου-έλλειψης πρόσφυσής τους τότε αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την υπέρμετρη περιστροφή του καρτ γύρω από τον Z άξονά του κέντρου βάρους του. Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται καλός χειρισμός από τον οδηγό.

### 3.12.5 Πίεση ελαστικών

Η πίεση των ελαστικών είναι μια από τις ευκολότερες και πιο συχνές αλλαγές που γίνονται στη ρύθμιση ενός καρτ. Το εύρος των επιτρεπόμενων πιέσεων συχνά καθορίζεται από τον κατασκευαστή ελαστικών γενικά για λόγους αντοχής. Η πίεση επηρεάζει το ελαστικό σε πολλές σημαντικές αλλαγές. Εάν η πίεση των ελαστικών αυξηθεί το ελαστικό θα γίνει πιο σκληρό (λιγότερο εύκολο να παραμορφωθεί) και η δυσκολία στριψίματος θα αυξηθεί. Για μια συγκεκριμένη μικρή γωνία ολίσθησης, η αύξηση της πίεσης, θα δώσει αύξηση στην πλευρική δύναμη. Με τη διαφοροποίηση στις πιέσεις εμπρός πίσω, θα δοθούν μικρές αλλαγές στην υπό / υπερστροφή ισορροπία του οχήματος.

Η μείωση της πίεσης επαφής μεταξύ του ελαστικού πέλματος και του δρόμου αυξάνει τον συντελεστή τριβής αυτό δημιουργείται επειδή αυξάνει το μέγεθος του ίχνους και ελαττώνει την πίεση επαφής στο ίχνος. Ωστόσο, πολύ χαμηλή πίεση του αέρα δημιουργεί τοπικές περιοχές υψηλής πίεσης στις πλευρές του ίχνους, λόγω της ακαμψίας του πλευρικού τοιχώματος.

Η υπερβολική αύξηση της πίεσης έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του ποσοστού ανάρτησης του ελαστικού και το ελαστικό συμμετέχει σε μικρότερο βαθμό στην κατακόρυφη απόσβεση του καρτ. Ο κάθετος ρυθμός ποσοστού αναπήδησης των ελαστικών είναι κρίσιμος στα καρτ επειδή το ελαστικό είναι το στοιχείο ανάρτησης.

Προφανώς, η καλύτερη πίεση των ελαστικών είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ των ανωτέρω παραγόντων. Οι καλύτερες οριακές επιδόσεις επιτυγχάνονται με



υψηλότερες πιέσεις, ενώ ταυτόχρονα μέγιστη πρόσφυση επιτυγχάνεται με κάπως χαμηλότερες πιέσεις. Η καλύτερη πίεση μπορεί να βρεθεί μόνο με τον πειραματισμό και με τη χρήση των συστάσεων των εταιριών ελαστικών ως ένα σημείο αναφοράς.

### **3.12.6 Θερμοκρασία ελαστικών**

Η θερμοκρασία ελαστικών επηρεάζει τόσο τη δυνατότητα παραγωγής δύναμης του ελαστικού, αλλά και τη διάρκεια ζωής του ελαστικού.

Για την εύρεση της θερμοκρασίας λειτουργίας των ελαστικών είναι δυο:

- Μέτρηση θερμοκρασιών σε διαφορετικές περιοχές πάνω στην επιφάνεια του πέλματος και της επιφάνειας του πλευρικού τοιχώματος και υπολογισμός του μέσου όρου.
- Οι θερμοκρασίες στο εσωτερικό του πέλματος με βελόνα όπως συνήθως γίνεται λόγω πιστότερων αποτελεσμάτων με ευκολότερη διαδικασία.

Ο σκελετός των ελαστικών είναι μια ελαστική κατασκευή σκελετού που είναι εν μέρει υπεύθυνη για την ακαμψία στροφής. Η αλλαγή της θερμοκρασίας θα αλλάξει το μέτρο ελαστικότητας του καουτσούκ (σε αντίθεση με χάλυβα, όπου αυτό είναι σταθερό για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασίας) και να επηρεάσει την στρεπτική ακαμψία. Επιπλέον σημαντική είναι η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος και της πίστας λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας από αυτούς τους εξωγενείς παράγοντες.

Η πίεση των ελαστικών και η θερμοκρασία αλληλοεξαρτώνται επειδή χαμηλή αρχική πίεση έχει ως αποτέλεσμα περισσότερες στρεβλώσεις του πέλματος και δημιουργία υψηλότερης θερμοκρασίας, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε υψηλότερη "θερμή" πίεση δηλαδή πίεση κατά την λειτουργία.

### **3.12.7 Ταχύτητα**

Η απόδοση των ελαστικών ποικίλει ανάλογα με την ταχύτητα. Το μόνο που ισχύει είναι ότι η ικανότητα της δύναμης (πρόσφυση) ελαστικών μειώνεται, όσο η ταχύτητα αυξάνεται. Αυτή η μείωση μπορεί να είναι σταδιακή με αύξηση στην ταχύτητα ή αιφνίδια λόγω υπερβολικής επιτάχυνσης. Καθώς η ταχύτητα του ελαστικού αυξάνεται σε σταθερή γωνία ολίσθησης, η θερμοκρασία αυξάνεται, και δεν υπάρχει τρόπος για να διατηρηθεί σταθερή κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής. Επίσης επιδράσεις ταχύτητας / θερμοκρασίας επηρεάζουν αναμφισβήτητα τα αποτελέσματα των δοκιμών επί πίστας.

## **3.13 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΑΣΙ ΚΑΡΤ**

Για να κατασκευαστεί ένα σασί καρτ θα πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις και να έχει κάποιους περιορισμούς. Περιορισμοί είναι εξωτερικά όρια μέσα στα οποία οι σχεδιαστές και οι μηχανικοί πρέπει να εργαστούν. Οι κανόνες της κατηγορίας του οχήματος και οι κανόνες ανταγωνισμού αποτελούν τους πρωταρχικούς περιορισμούς. Υπάρχουν πολλοί επιπλέον πρακτικοί περιορισμοί όπως τα διαθέσιμα μέρη (ιδιαίτερα τα ελαστικά, οι κινητήρες, και τα φρένα).

Τα στοιχεία στα οποία θα πρέπει να στηριχθεί μια κατασκευή ενός σασί καρτ ή μια εξέλιξή του είναι :

- **Απόδοση**-Για ένα σχέδιο, απαραίτητος στόχος είναι η διάταξη για την απόδοση. Ο σχεδιασμός θα μπορούσε να περιλαμβάνει την ικανότητα επιτάχυνσης προς όλες τις κατευθύνσεις την μέγιστη ταχύτητα, την κατανάλωση καυσίμου, την φθορά των ελαστικών και την απαιτούμενη ψύξη του κινητήρα.
- **Χειρισμός**-Ο σχεδιασμός πρέπει να έχει ποιότητα χειρισμού που το περίβλημα επιτρέπει την αποδοτική εκτέλεση που πρέπει να χρησιμοποιείται από τον οδηγό. Αυτό συνεπάγεται διευκρινίζοντας λεπτομέρειες σχετικά με το σύστημα διεύθυνσης, τους άλλους ελέγχους, το σύστημα ανάρτησης, και το άκαμπτο πλαίσιο και την αεροδυναμική αμαξώματος κάθετη και οπισθέλκουσα (drag και downforce).
- **Δομή**-Συνολική στρεπτική και καμπτική ακαμψία και τοπική αντοχή που απαιτείται για την αντιμετώπιση των μέγιστων φορτίων από πλευρική δύναμη, δύναμη πέδησης, χτύπημα, αεροδυναμικά φορτία, αντίδραση ροπής του κινητήρα μπορούν όλα να εκτιμώνται ως μέρος των προδιαγραφών του. Για την εύρεση αυτών των στοιχείων χρησιμοποιούνται προγράμματα πεπερασμένων στοιχείων όπου εκτελούν δοκιμές προσομοίωσης.
- **Προσαρμογές του οδηγού και ασφάλεια**-Καλή όραση, κατάλληλου μεγέθους κάθισμα και τα υποστηρίγματα, συμβάλλουν στην επίδοση του οδηγού.
- **Ελαστικά**-. Σε όλες τις κατηγορίες αγώνων καρτ η επιλογή ελαστικών είναι συγκεκριμένη, ουσιαστικά περιορίζει τις επιδόσεις του καρτ. Ο σχεδιασμός του καρτ θα πρέπει να βελτιστοποιήσει την χρήση των ελαστικών.
- **Ρυθμιζόμενα χαρακτηριστικά** - Για διαφορετικές καταστάσεις αγώνα δεν μπορεί να προβλεφθεί η απαιτούμενη ρύθμιση (set-up) και στο σχεδιασμό θα πρέπει να παρέχεται κάποια ικανότητα προσαρμογής.

Οι παραμετρικές μελέτες δηλαδή η χρήση συνολικών μοντέλων οχημάτων σε υπολογιστές μπορεί να βοηθήσει αρκετά στην κατασκευή. Με την προσομοίωση, είναι δυνατόν να γίνουν πολλές αλλαγές σε σύντομο χρονικό διάστημα και μπορούν να γίνουν εύκολα οι δύσκολοι δομικοί υπολογισμοί αντοχής.

### 3.13.1 Ακαμψία σασί

Ακαμψία είναι η αντοχή στην κάμψη ή την ελαστικότητα. Στρεπτική ακαμψία είναι η αντίσταση στις δυνάμεις στρέψης. Ένα καρτ πρέπει να διαθέτει επαρκείς στρεπτική ακαμψία του πλαισίου γύρω από τον άξονα x. Ένα πλαίσιο που λυγίζει μπορεί να είναι επιρρεπές στην κόπωση, και την περαιτέρω «χαλάρωση» με τη χρήση, με πιθανό αποτέλεσμα αστοχίας και ενδεχομένως ενός ατυχήματος.

Η ακαμψία κάμψης δεν είναι γενικά τόσο σημαντική όσο η στρεπτική ακαμψία. Υπάρχουν δύο λόγοι γι 'αυτό. Η στατική κάμψη του σασί δεν θα επηρεάσει σημαντικά τα φορτία των τροχών ή τη διανομή τους ενώ έχει αποδειχθεί ότι ένα σασί που έχει καλή στρεπτική ακαμψία έχει επίσης επαρκή ακαμψία κάμψης.

Το σασί του καρτ αποτελείται από συγκολλημένους σωλήνες. Λόγω όμως της πολυπλοκότητας της γεωμετρίας του, είναι δύσκολος ο υπολογισμός της ακαμψίας του. Σε αυτή την περίπτωση το σασί σχεδιάζεται σε σχεδιαστικό πρόγραμμα και οι

υπολογισμοί γίνονται με την χρήση προγραμμάτων πεπερασμένων στοιχείων (FEA). Τα πλεονεκτήματα των πεπερασμένων στοιχείων είναι η μεγαλύτερη κλίμακα των αποτελεσμάτων κάνοντας ευκολότερο τον εντοπισμό των σημείων που χρειάζονται ενίσχυση.

Η στρεπτική ακαμψία γενικά ισούται με:

$$j = \frac{M_t \times L}{G \times I_p}$$

όπου φ η γωνία στρέψης σώματος

G το μέτρο ελαστικότητας όπου για το υλικό που είναι κατασκευασμένο το σασί 25CrMo είναι  $G=210000 \text{ N/mm}^2$

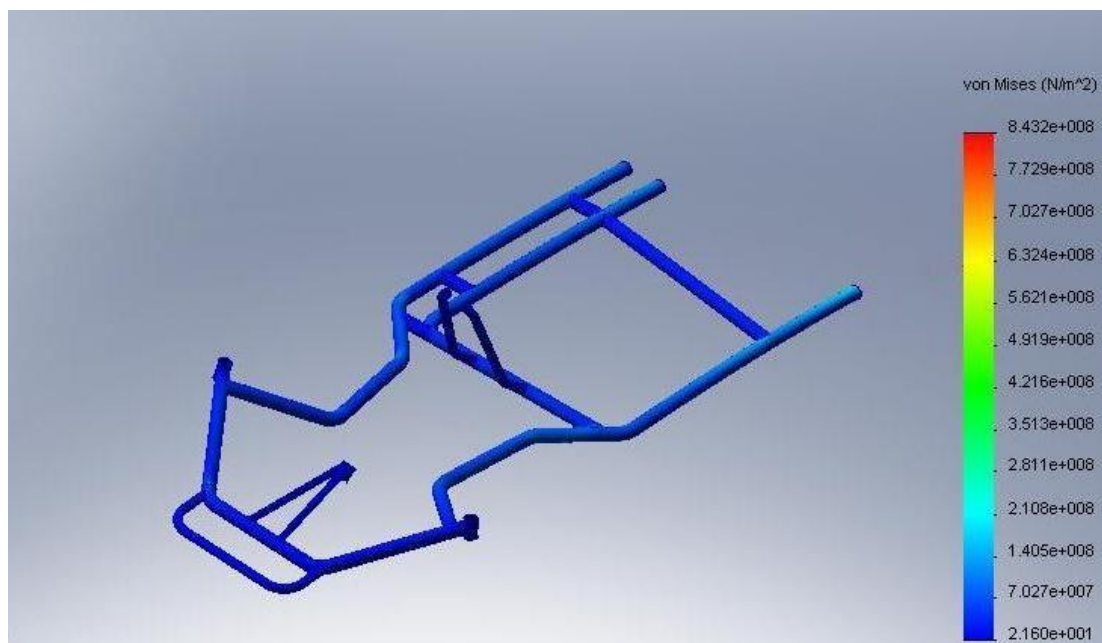
$M_t$  η ροπή στρέψης που ασκείται

L είναι το μήκος του σώματος

$I_p$  είναι η πολική ροπή αδράνειας

Η στρεπτική ακαμψία μπορεί να μετρηθεί με πειραματικό υπολογισμό στο πραγματικό σασί τοποθετώντας βάρη σε καίρια σημεία όπως στις θέσεις που τοποθετούνται τα άκρα πάνω στο σασί και να μετρηθεί με μηκυσιόμετρα.

Ο υπολογισμός της αντοχής του σασί έγινε μέσω των πεπερασμένων στοιχείων και η αντοχή του φαίνεται στην εικόνα 3.17. Το φάσμα από μπλε έως κόκκινο δείχνει την αντοχή του σασί στις εξωγενείς δυνάμεις που εφαρμόζονται. Το μπλε δηλώνει πως το σασί είναι ανθεκτικό στις δυνάμεις που του ασκούνται ενώ όσο πλησιάζει ο χρωματισμός των σημείων στο κόκκινο σημαίνει πως αυτά τα σημεία χρειάζονται ενίσχυση. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το σασί να μην έχει κάποιο σημείο που να χρειάζεται ενίσχυση άρα είναι ανθεκτικό στις δυνάμεις που του ασκούνται.



Εικόνα 3.17 Προβολή αντοχής του σασί σε πεπερασμένα στοιχεία.

## 4 ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ

### 4.1 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ

Η Τηλεμετρία αποτέλεσε βασικό παράγοντα για τον σύγχρονο μηχανοκίνητο αθλητισμό. Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στην Αυστραλία από τον Μηχανικό & οδηγό αγώνων αυτοκινήτου, James (Denis) Horley το 1987. Ο Horley ανέπτυξε το "Racing Modem" σε συνδυασμό με το χορηγό του Netcomm στην Αυστραλία. Αυτή η σημαντική ανακάλυψη επέτρεψε στους μηχανικούς των 'pit-stop' να παρακολουθεί τον 'εγκέφαλο' κεντρική μονάδα επεξεργασίας σημάτων λειτουργίας του κινητήρα και επιπλέον τις θερμοκρασίες των ελαστικών χρησιμοποιώντας μια σειρά αισθητήρων, οι οποίοι είναι συλλέκτες δεδομένων χαρακτηριστικών λειτουργίας. Η εμφάνιση των δεδομένων γινόταν με ασύρματη σύνδεση σε μια οθόνη πληροφοριών. Η πρώτη παγκόσμια χρήση της τηλεμετρίας στον μηχανοκίνητο αθλητισμό ήταν κατά τη διάρκεια του αγώνα Castrol Sandown Raceway 500 στη Μελβούρνη, ως μέρος του Αυστραλιανού πρωταθλήματος όπου ο Horley δοκίμασε με επιτυχία και έτρεξε το Group A Nissan Turbo στην 5η θέση. Ο Horley ανέπτυξε μια έκδοση της μετάδοσης δεδομένων ειδικά για την τηλεόραση, όπου οι μετρήσεις του αυτοκινήτου μπορούσαν να παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια των ζωντανών τηλεοπτικών εκπομπών αυτοκινήτου (εικόνα 4.1). Η πρωτοβουλία αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Αυστραλία κατά τη διάρκεια του Παγκοσμίου Πρωταθλήματος Αυτοκινήτων Τουρισμού στο Bathurst 1000 το 1987 και πλέον χρησιμοποιείται από πολλούς τηλεοπτικούς φορείς στο μηχανοκίνητο αθλητισμό σε ολόκληρο τον κόσμο.



**Εικόνα 4.1** Μετρήσεις μονοθέσιου σε τηλεοπτική εκπομπή.

Η τηλεμετρία επιτρέπει στους μηχανικούς αγώνα να ερμηνεύσουν τον τεράστιο όγκο των δεδομένων που συλλέγονται κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής ή ενός

αγώνα, και να τις χρησιμοποιούν για να ρυθμίζουν σωστά το αυτοκίνητο για βέλτιστη απόδοση. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται σε ορισμένες κατηγορίες, δηλαδή Φόρμουλα Ένα, έχουν προχωρήσει στο σημείο όπου ο δυναμικός χρόνος γύρου του αυτοκινήτου μπορεί να υπολογιστεί και αυτό είναι που ο οδηγός αναμένει να πληροφορηθεί. Μερικά παραδείγματα χρήσιμων μετρήσεων σε ένα αγωνιστικό αυτοκίνητο περιλαμβάνουν επιταχύνσεις (G δυνάμεις) σε 3 άξονες, ενδείξεις θερμοκρασίας (ελαστικού, κινητήρα κ.α), ταχύτητα των τροχών, και φόρτιση των αναρτήσεων. Στη Φόρμουλα 1, οι κινήσεις του οδηγού επίσης, καταγράφονται, έτσι ώστε η ομάδα μπορεί να αξιολογήσει τις επιδόσεις των οδηγών και, σε περίπτωση ατυχήματος, η FIA μπορεί να καθορίσει ή να αποκλείσει το σφάλμα του οδηγού ως πιθανή αιτία.

Στη συνέχεια εμφανίστηκαν δύο νέοι τρόποι τηλεμετρίας. Ο πρώτος τρόπος επιτρέπει στους μηχανικούς τη δυνατότητα να ενημερωθούν για βαθμονομήσεις και αλλαγές για το μονοθέσιο σε πραγματικό χρόνο, ενώ το όχημα είναι επί της πίστας. Ο δεύτερος τρόπος εφαρμόζεται κυρίως στη Φόρμουλα 1, και είναι η αμφίδρομη τηλεμετρία όπου εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του ενενήντα από την εταιρία TAG και αποτελείται από μια οθόνη στον πίνακα οργάνων χειρισμού του μονοθέσιου από την οποία οι μηχανικοί μπορούν να συλλέξουν πληροφορίες και να κάνουν αλλαγές στο μονοθέσιο όσο αυτό βρίσκεται επί της πίστας. Η ανάπτυξη της συνεχίστηκε μέχρι το Μάιο του 2001, όπου η TAG ήταν η πρώτη τηλεμετρία που επιτρεπόταν στα μονοθέσια. Έως το 2002 οι αγωνιστικές ομάδες είχαν τη δυνατότητα να αλλάζουν τη χαρτογράφηση του κινητήρα και να απενεργοποιήσουν ή να ενεργοποιήσουν αισθητήρες του κινητήρα από τα pits. Για την περίοδο 2003, η FIA απαγόρευσε την αμφίδρομη τηλεμετρία στη Formula 1, εντούτοις η τεχνολογία εξακολουθεί να υφίσταται και θα μπορούσε να βρει τελικά το δρόμο σε άλλες μορφές αγώνων ή αυτοκινήτων δρόμου.

## 4.2 ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΣΤΑ ΚΑΡΤ

Οι εταιρίες οι οποίες κατασκευάζουν συστήματα τηλεμετρίας είναι η Aim, η Alfano, η TAG, η lapcom, η GPT engineering, η Kloft – Timing οι οποίες είναι οι πιο γνωστές. Γενικά η απόκτηση δεδομένων είναι η συλλογή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο και η διαδικασία ανάλυσης αυτών των πληροφοριών για να διαπιστωθεί αν οι τροποποιήσεις που έχουν γίνει κάνουν το καρτ πιο γρήγορο ή πιο αργό. Η απόκτηση δεδομένων επιτρέπει να καθοριστεί αν μια συγκεκριμένη αλλαγή βοήθησε ή έβλαψε τη συνολική απόδοση του καρτ. Η απόκτηση δεδομένων γίνεται με ένα όργανο μέτρησης της προόδου. Το πιο κρίσιμο και δύσκολο μέρος των δεδομένων είναι να βρεθούν οι σχετικές πληροφορίες όσον αφορά τα δεδομένα που έχουν αποκτηθεί.

Το σύστημα δεν αναφέρει πώς θα επιτευχθεί η πιο γρήγορη οδήγηση γι' αυτό πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή ώστε το σύστημα να μην κατευθύνει τον οδηγό προς τη λάθος κατεύθυνση από εσφαλμένη ερμηνεία των δεδομένων. Η δυνατότητα παρακολούθησης των δεδομένων την στιγμή που συμβαίνουν κάνει τη διαφορά. Αν και δεν είναι φθηνό, το σύστημα τηλεμετρίας για την απόκτηση των δεδομένων είναι μια καλή επένδυση. Όταν χρησιμοποιούνται σωστά, τα στοιχεία θα βοηθήσουν να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος των γύρων και η μικρότερη δυνατή φθορά στο καρτ. Ανεξάρτητα από το σύστημα που διατίθεται η σωστή τοποθέτηση, χρήση και φροντίδα διασφαλίζει πιστότερα αποτελέσματα για να τα αξιοποιηθούν στο έπακρο.

Ο πρώτος στόχος είναι να κατανοηθούν όλες οι βασικές ενδείξεις που μπορούν να δώσουν τα δεδομένα που θα βοηθήσουν στην κατανόηση των μετρήσεων που έχουν γίνει εντός πίστας. Η χρησιμότητα της συλλογής δεδομένων είναι η ικανότητα να τροποποιηθούν αλλαγές στο καρτ με βάση συγκεκριμένων πληροφοριών οι οποίες θα αλλάξουν την συμπεριφορά του καρτ που με άλλο τρόπο δεν θα μπορούσαν να αισθανθούν από τον οδηγό και να επιτευχθούν.

### 4.3 ΛΗΨΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ

Ένα σύστημα απόκτησης δεδομένων είναι πράγματι πολύ απλό στην εγκατάσταση. Δεν χρειάζεται πολύ μεγάλη εξειδίκευση στον υπολογιστή ώστε να λειτουργήσει. Ωστόσο, παίρνει κάποιο χρόνο για να γνωστοποιηθεί η λειτουργία του και να λειτουργήσει καλύτερα. Σε πολλές βασικές εφαρμογές, η οθόνη και η θέση του εγκεφάλου στεγάζονται σε μια ενιαία μονάδα. Αυτή η κύρια μονάδα συνδέει όλους τους αισθητήρες, που οδηγούνται στην κάρτα μετατροπής αναλογικών-ψηφιακών σημάτων και στη μνήμη. Στέλνει επίσης πληροφορίες στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο παρουσίασης, ή αργότερα σε υπολογιστή για την συνολική ανάλυση από ειδικό λογισμικό.

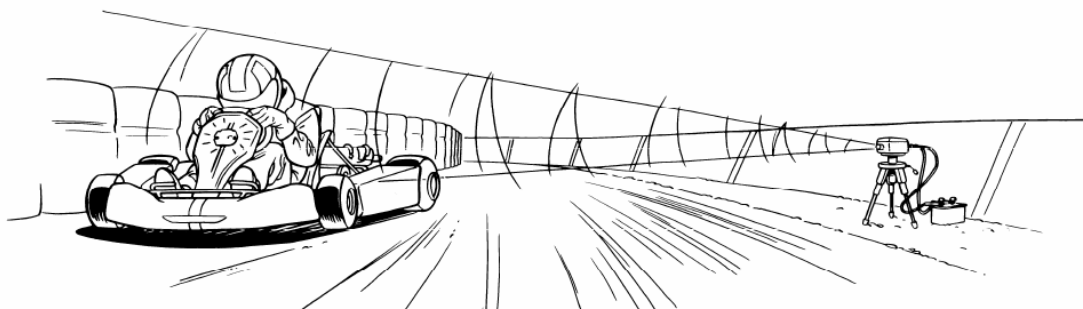
Η κύρια μονάδα με την οθόνη βρίσκεται στο τιμόνι ώστε να δώσει σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες σε ότι καταγράφουν οι αισθητήρες. Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν αριθμούς και λυχνίες για να δείξουν την τρέχουσα κατάσταση των παραμέτρων λειτουργίας του κινητήρα, καθώς και την απόδοση. Τα κύρια χαρακτηριστικά που φαίνονται στην οθόνη είναι συνήθως η θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα, οι στροφές ανά λεπτό, ο χρόνος του τρέχοντος γύρου. Μερικοί αισθητήρες είναι υποχρεωτικοί για να διασφαλίζεται η σωστή απόδοση του κινητήρα, ενώ άλλοι είναι πιο προηγμένοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αύξηση των επιδόσεων του οδηγού. Πέντε κύριες κατηγορίες αισθητήρων λήψης δεδομένων στο καρτ είναι σημαντικοί για τη ρύθμιση και τη βελτίωση των επιδόσεων οδήγησης:

- χρόνος γύρων,
- ταχύτητα,
- θερμοκρασία διαφόρων παραμέτρων λειτουργίας κινητήρα
- ρυθμός περιστροφής του κινητήρα
- δύναμη επιτάχυνσης της βαρύτητας (g-force).

Για έναν οδηγό το κρίσιμο και το πιο βασικό κομμάτι της συλλογής δεδομένων είναι οι ακριβείς χρόνοι γύρων. Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι μέτρησης χρόνων γύρων. Ο πρώτος (εικόνα 4.1) είναι ένα σύστημα δύο μερών το οποίο αποτελείται από έναν ηλεκτρονικό φάρο και έναν αισθητήρα τοποθετημένο στο καρτ. Ο φάρος είναι τοποθετημένος στην αφετηρία ενώ ο αισθητήρας στο καρτ είναι στο ίδιο ύψος με το φάρο. Ο φάρος παίρνει το σήμα από τον αισθητήρα του καρτ όταν βρίσκονται στην ίδια ευθεία μεταξύ τους και έτσι μετريέται ο κάθε γύρος. Για την τοποθέτηση του φάρου στο ίδιο ύψος με το καρτ χρησιμοποιείται τρίποδο (εικόνα 4.2).

Ο δεύτερος τρόπος γίνεται με την βοήθεια μαγνητικής ταινίας που βρίσκεται κάθετα στην αφετηρία της πίστας και ενός μαγνητικού αισθητήρα που τοποθετείται στο καρτ σε κοντινό σημείο με το έδαφος. Το καρτ καθώς περνά από την αφετηρία αντλαμβάνεται μέσω του αισθητήρα την μαγνητική γραμμή όπου και σταματά ο χρόνος του τρέχοντος γύρου.





**Εικόνα 4.1** Μέτρηση γύρου με φάρο



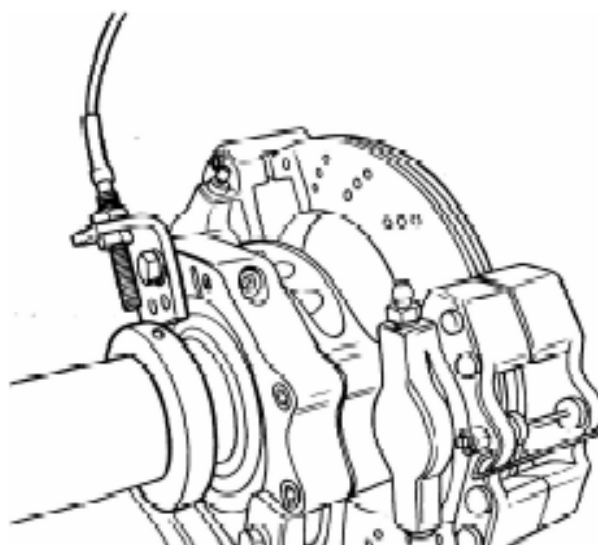
**Εικόνα 4.2** Ηλεκτρονικός φάρος χρονομέτρησης με τρίποδο

Ένας σημαντικός αισθητήρας είναι αυτός που μετρά το ρυθμό περιστροφής του κινητήρα και είναι σημαντικός διότι ο κινητήρας πρέπει να λειτουργεί στη μεγίστη ισχύ. Αυτό βοηθά στην ρύθμιση των παρελκόμενων του κινητήρα όπως είναι το καρμπυρατέρ ο φυγοκεντρικός συμπλέκτης και το ηλεκτρονικό σύστημα ανάφλεξης για την επίτευξη της μέγιστης ισχύος του. Με την ακρίβεια των στροφών που δίνονται από το όργανο μπορεί να παρατηρηθεί η εναλλαγή τους πιο εύκολα. Ο ρυθμός περιστροφής του κινητήρα μετράται σε στροφές ανά λεπτό (rpm) οι οποίες λαμβάνονται με τον κατάλληλο αισθητήρα από το παλμό του σπινθήρα στο μπουζοκαλώδιο.

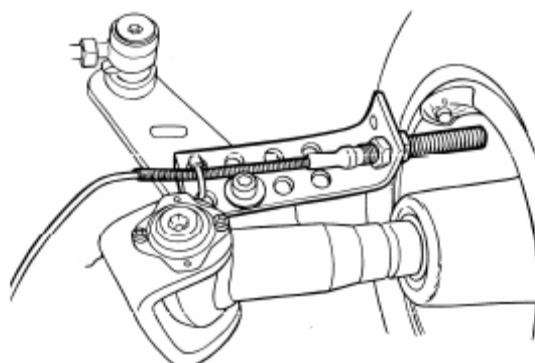
Η ταχύτητα του καρτ συνήθως μετριέται σε χιλιόμετρα ανά ώρα και σχετίζεται με την ταχύτητα των τροχών. Ο αισθητήρας ταχύτητας τοποθετείται στον εμπρός ή πίσω τροχό (εικόνες 4.3 και 4.4) και χρησιμοποιείται για να υπολογίσει τη διανυόμενη απόσταση της περιφέρειας του τροχού. Για την εμπρός τοποθέτηση ο αισθητήρας τοποθετείται σταθερά στο άκρο ενώ ένας μαγνήτης στην περιφέρεια της ζάντας. Εναλλακτικά στον πίσω άξονα μπορεί να τοποθετηθεί ένα μαγνητικό δακτυλίδι και ο αισθητήρας να σταθεροποιηθεί στο πλαίσιο. Ο μαγνήτης ή το μαγνητικό δακτυλίδι καθώς περιστρέφεται περνάει από τον αισθητήρα ταχύτητας. Για την αποτύπωση της ταχύτητας ο αισθητήρας πληροφορείται για τον ρυθμό



περιστροφής του μαγνήτη και με την καταχώρηση της περιφέρειας του τροχού προκύπτει η τρέχουσα ταχύτητα του καρτ .



**Εικόνα 4.3** Εγκατάσταση αισθητήρα ταχύτητας στον πίσω άξονα



**Εικόνα 4.4** Εγκατάσταση αισθητήρα ταχύτητας στο εμπρός άκρο

Πρόσθετοι αισθητήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι μέτρησης θερμοκρασίας του κινητήρα με πολλές παραλλαγές. Οι παραλλαγές είναι στον τρόπο μέτρησης της θερμοκρασίας. Στους υδρόψυκτους κινητήρες μπορεί να μετρηθεί η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού με ειδικό αισθητήρα θερμοκρασίας νερού. Η θερμοκρασία του κυλίνδρου στους αερόψυκτους μπορεί να μετρηθεί με αισθητήρα που εγκαθίσταται στο μπουζί. Τέλος υπάρχει αισθητήρας υψηλών θερμοκρασιών που συνδέεται στην εξάτμιση και μετρά την θερμοκρασία των καυσαερίων που αποχωρούν από το θάλαμο καύσης.

Με την απόκτηση όλων αυτών των στοιχείων από τους αισθητήρες που έχουν εγκατασταθεί αυξάνεται η ακρίβεια των ρυθμίσεων και της εποπτείας και η ανάλυση αυτών των δεδομένων.

#### 4.4 ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ

Η τηλεμετρία που χρησιμοποιήθηκε είναι της βελγικής εταιρίας Alfano η οποία είναι γνωστή στο χώρο των καρτ. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε είναι το Alfano astro LV. Οι δυνατότητες της τηλεμετρίας αυτής είναι :

- Λήψη δεδομένων κάθε εκατοστό του δευτερολέπτου.
- Μέτρηση γύρων κλείνοντας κύκλωμα ο σένσορας με το γυροσκόπιο μαγνητικά ή με υπέρυθρες.
- Η μνήμη περισσότερο από 24 ώρες συνεχόμενης ή αποσπασματικής λειτουργίας.
- Δυνατότητα μέτρησης δύναμης G σε δύο άξονες για διαμήκη και πλευρική δύναμη στο καρτ.
- Μέτρηση στροφών κινητήρα και ένδειξη αυτών με 10 ρυθμιζόμενα λαμπάκια LED ανάλογα με την υψηλότερη τιμή στροφών .
- Ένδειξη θέσης κιβωτίου ταχυτήτων με μέγιστο 9 ενδείξεων.
- Μέτρηση ταχύτητας με αισθητήρα.
- Είσοδο μέχρι και 4 θερμοκρασίες έως 1200 ° C και ρυθμιζόμενη φωτεινή ειδοποίηση.
- Τάση μπαταρίας εάν υπάρχει στο καρτ με φωτεινή ειδοποίηση.

#### 4.5 ΜΕΡΗ ΤΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ

Στην διάθεση υπήρχαν οι αισθητήρες :

1. Μετρητή δύναμης G
2. Γυροσκόπιο
3. Αισθητήρα ταχύτητας
4. Αισθητήρα στροφών κινητήρα
5. και το όργανο εκποίησης δεδομένων καταγραφής και απεικόνισης

##### 4.5.1 Όργανο δεδομένων

Αρχικά για τις εισροές και τις εκροές των δεδομένων χρειάστηκε κατά την διάρκεια των μετρήσεων να υπάρχει πληροφόρηση κάθε αλλαγή των δεδομένων. Αυτό το προσφέρει η οθόνη (εικόνες 4.5, 4.6) η οποία τοποθετείται πάνω στο τιμόνι (εικόνα 4.7). Ο τρόπος τοποθέτησης γίνεται με ένα ασφαλιστικό παξιμάδι M8 που εφαρμόζει σε ένα σπείρωμα 8mm που προβάλλει στο πίσω μέρος του οργάνου.

Συνολικά έχει 6 θέσεις αισθητήρων όπου ο κάθε αισθητήρας έχει μια συγκεκριμένη θέση επάνω στο όργανο. Το μέγεθος της οθόνης είναι 85mm x 52 mm και υπάρχει δυνατότητα να εμφανίζεται το όνομά του οδηγού στην οθόνη. Για την λειτουργία του χρησιμοποιούνται 2 μπαταρίες τύπου AA και ζυγίζει 506 gr χωρίς τους αισθητήρες.



**Εικόνα 4.5** Εμπρός πλευρά οργάνου δεδομένων.



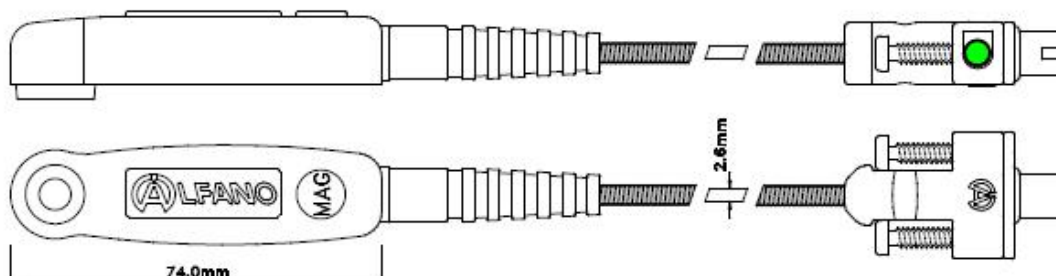
**Εικόνα 4.6** Πίσω πλευρά οργάνου δεδομένων



**Εικόνα 4.7** Τοποθέτηση του οργάνου στο τιμόνι

#### 4.5.2 Γυροσκόπιο

Γυροσκόπιο ονομάζεται ο μαγνητικός αισθητήρας ο οποίος με την βοήθεια μαγνητικής γραμμής ή ηλεκτρονικού φάρου όπως προαναφέρθηκε παραπάνω καταγράφει τους χρόνους των γύρων που εκτελούνται. Σχηματικά (σχήμα 4.1) ο αισθητήρας έχει μήκος καλωδίου 90cm και διάμετρο 2,6mm ενώ το μήκος του αισθητήρα είναι 74mm .

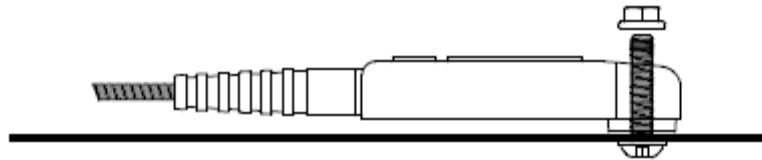


**Σχήμα 4.1** Διαστάσεις γυροσκοπικού αισθητήρα

Ο μαγνητικός αισθητήρας πρέπει να εγκατασταθεί πολύ κοντά στο έδαφος και παράλληλα με το όχημα. Σημαντική είναι η τοποθέτηση του μαγνητικού αισθητήρα

εμπρός από τον αισθητήρα ταχύτητας, ώστε να λάβει πρώτος το σήμα που προέρχεται από την μαγνητική ταινία της πίστας. Με αυτό τον τρόπο εξαλείφεται το σήμα που προέρχεται από την μαγνητική ταινία της πίστας. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί μια ανώμαλη αύξηση της ταχύτητας από τον αισθητήρα ταχύτητας λόγω παρεμβολής σήματος από την μαγνητική ταινία.

Η σχηματική αναπαράσταση βιδώματος (σχήμα 4.2) και η εικόνα της θέσης του αισθητήρα (εικόνα 4.8) δείχνουν την ακριβή τοποθεσία του αισθητήρα.

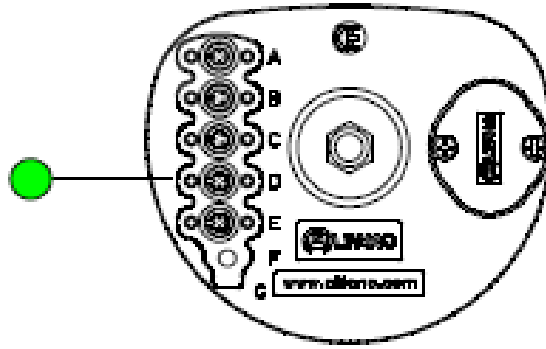


**Σχήμα 4.2** Σχηματική αναπαράσταση βιδώματος αισθητήρα στο υποπλαίσιο



**Εικόνα 4.8** Θέση του γυροσκοπικού αισθητήρα στο καρτ

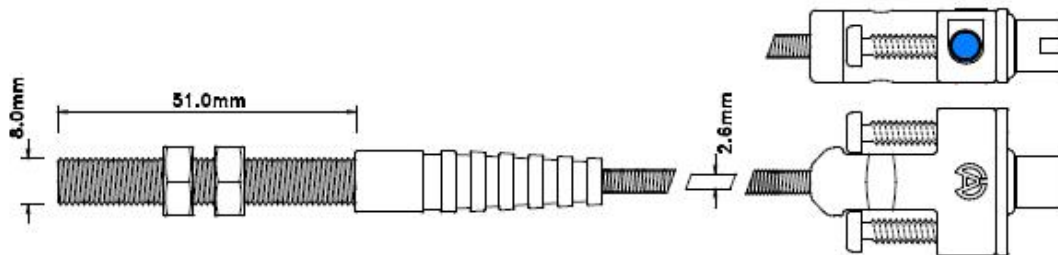
Ο γυροσκοπικός αισθητήρας τοποθετείται στην τέταρτη θέση του οργάνου δεδομένων (εικόνα 4.9) και συσφίγγεται με δύο βίδες μήκους 2cm και 4mm διαμέτρου. Στο υποπλαίσιο βιδώνεται με βίδα μήκους 2 cm και 6 mm διαμέτρου και παξιμάδι M6 αντίστοιχα. Για την εύκολη τοποθέτηση του αισθητήρα στο όργανο υπάρχει ένα αυτοκόλλητο πράσινου χρώματος.



**Εικόνα 4.9** Θέση του αισθητήρα στην θύρα του οργάνου δεδομένων

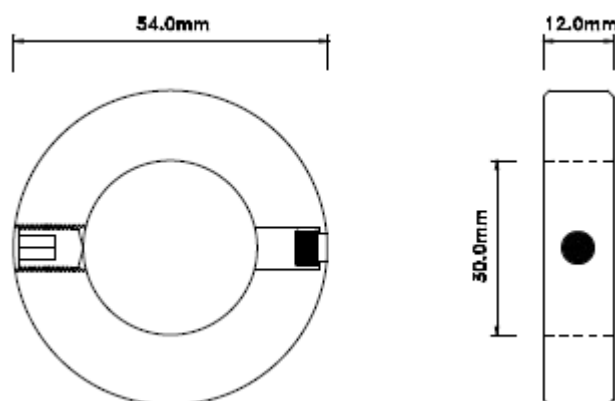
### 4.5.3 Αισθητήρας ταχύτητας

Ο αισθητήρας ταχύτητας (σχήμα 4.3) έχει μήκος καλωδίου 180cm και διάμετρο 2,6mm ενώ το μήκος αισθητήρα είναι 51mm και 8 mm πλάτος. Ο αισθητήρας ταχύτητας μπορεί να τοποθετηθεί στους εμπρός τροχούς ή στον πίσω άξονα.



**Σχήμα 4.3** Αισθητήρας ταχύτητας

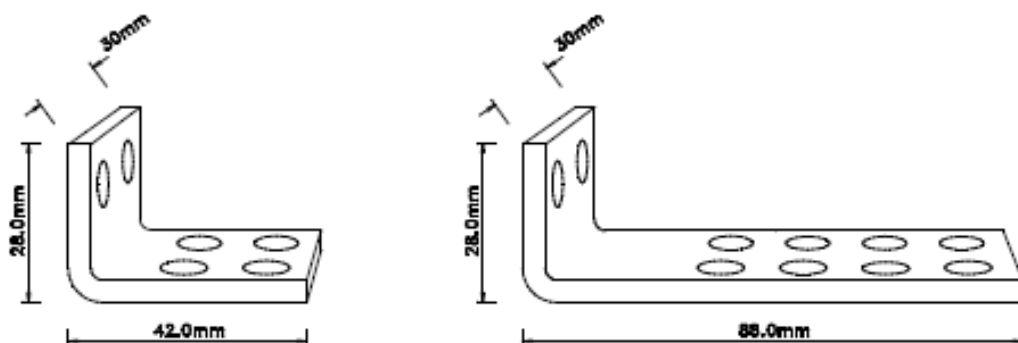
Για την τοποθέτηση του αισθητήρα ταχύτητας επιλέχθηκε ο πίσω άξονας και για να επιτευχθεί αυτό χρησιμοποιήθηκε μαγνητικό δακτυλίδι αλουμινίου (σχήμα 4.4) διαστάσεων όπως φαίνονται στο σχήμα. Δηλαδή πάχους 12 mm εσωτερικής διαμέτρου 30 mm λόγω της διατομής του άξονα και εξωτερικής διαμέτρου 54 mm. Για την αντίσταση κύλισης χρησιμοποιείται ασφαλιστική ακέφαλη βίδα 8 mm.



**Σχήμα 4.4** Διαστάσεις δακτυλίου



Για την στήριξη του αισθητήρα στον μπροστά και πίσω άξονα υπάρχουν διάτρητες γωνιές όπου βιδώνουν και σταθεροποιούν τον αισθητήρα και οι διαστάσεις τους φαίνονται στο σχήμα 4.5.



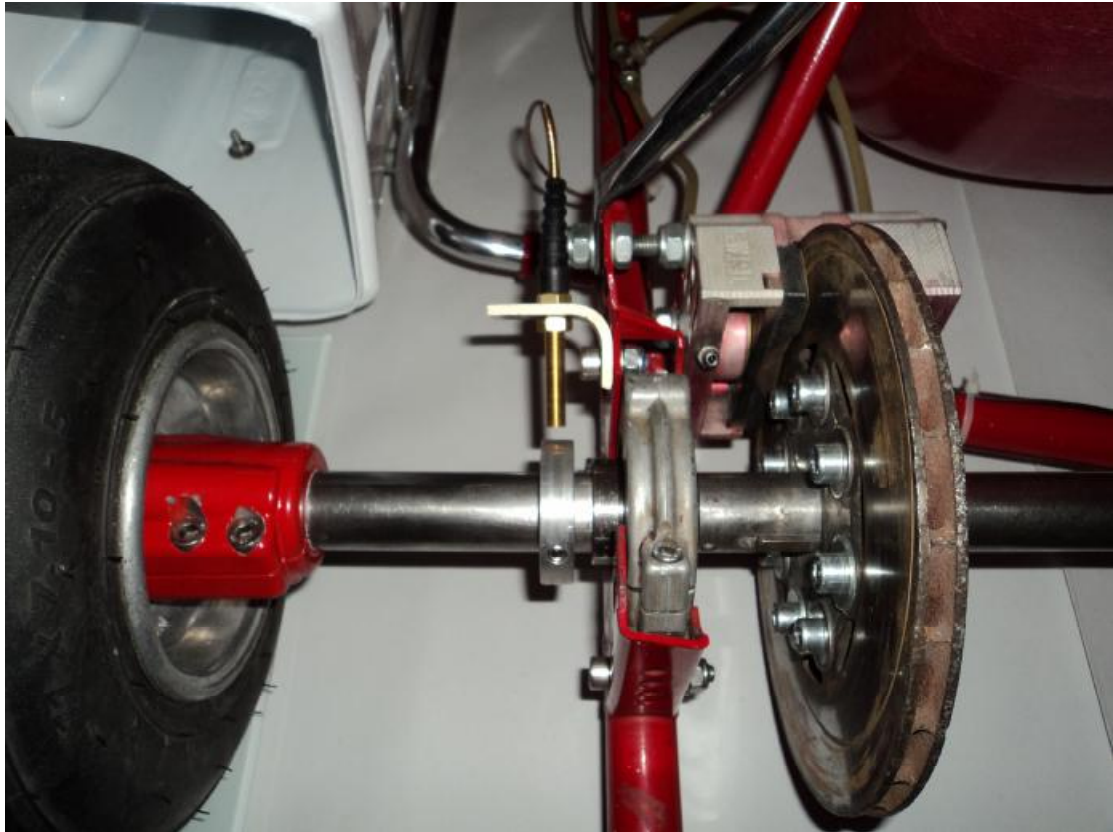
**Σχήμα 4.5** Γωνιές σταθεροποίησης αισθητήρα ταχύτητας

Ο αισθητήρας ταχύτητας λειτουργεί παίρνοντας σήμα από τον μαγνήτη που εγκαθίσταται στο μαγνητικό δακτυλίδι στον άξονα ή τους τροχούς και με την κάθε περιστροφή υπολογίζει το μήκος που διανύει ο τροχός έχοντας προγραμματίσει από πριν την περίμετρο του τροχού όπου έχει μετρηθεί με την βοήθεια μετρητικής ταινίας (εικόνα 4.10) . Ο αισθητήρας μπορεί να λειτουργήσει κάθετα αλλά και οριζόντια σε σχέση με τους μαγνήτες με την ίδια ακρίβεια. Η θέση του (εικόνα 4.11) στο καρτ είναι αριστερά στον πίσω άξονα ενώ στο όργανο δεδομένων είναι στην πέμπτη κατά σειρά θέση και για την ευκολία σύνδεσης η θύρα και ο αισθητήρας έχουν μπλε αυτοκόλλητο (εικόνα 4.12)

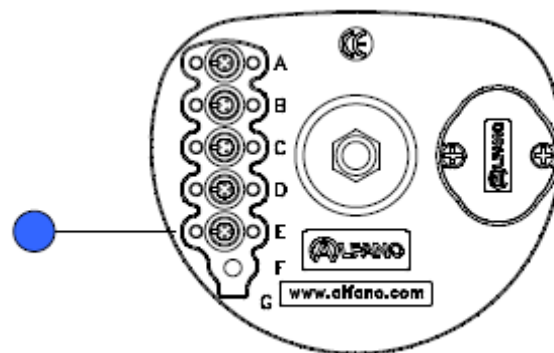


**Εικόνα 4.10** Μέτρηση περιφέρειας πίσω τροχού





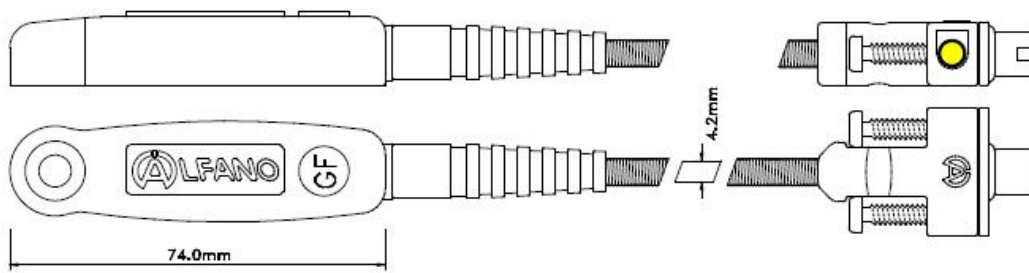
Εικόνα 4.11 Η θέση του στο καρτ



Εικόνα 4.12 Θέση του αισθητήρα ταχύτητας στο όργανο δεδομένων

#### 4.5.4 Μετρητής δύναμης G - Επιταχυνσιόμετρο

Για την μέτρηση της πλευρικής και ευθύγραμμης δύναμης έγινε χρήση αντίστοιχου αισθητήρα σχήμα 4.7 με μήκος καλωδίου 90cm και μήκος αισθητήρα 74mm.



**Σχήμα 4.7** Αισθητήρας δύναμης G

Για να εξασφαλιστεί η καλή ποιότητα δεδομένων της δύναμης G επειδή εκτός από την μεταφορά της βαρυντικής δύναμης μπορεί να καταγράφει τους κραδασμούς και τις κρούσεις που προέρχονται από τον κινητήρα και την ποιότητα του οδοστρώματος θα στρέβλωνε τα στοιχεία του αισθητήρα και θα μας έδινε λανθασμένα αποτελέσματα. Γι 'αυτό είναι απαραίτητη η εγκατάσταση της στήριξης που παρέχεται εικόνα 4.14.

Η εγκατάσταση της βάσης και του αισθητήρα γίνεται ως εξής:

1. Αρχικά στο πλαστικό που καλύπτει το τιμόνι ανοίγονται δυο τρύπες 6mm με απόσταση 80mm μεταξύ τους όπως φαίνεται στην εικόνα 4.13.
2. Βιδώνονται τα δυο συνεμπλόκ της βάσης στις τρύπες του πλαστικού και χαλαρώνονται οι βίδες που δείχνουν τα κόκκινα βέλη στην εικόνα 4.14. Το κομμάτι της βάσης που μένει ελεύθερο ισορροπεί κάθετα.
3. Βιδώνονται ξανά με προσοχή οι βίδες και προστίθεται ο αισθητήρας δύναμης G.
4. Το καλώδιο του αισθητήρα δένεται με δέστρες (tie-wraps) εικόνα 4.15 για να αποφευχθούν τυχόν δονήσεις που κατευθύνονται προς το καλώδιο και διαβιβάζονται στον αισθητήρα.



**Εικόνα 4.13** Απόσταση βιδών βάσης αισθητήρα δύναμης G



**Εικόνα 4.14** Βάση αισθητήρα δύναμης G

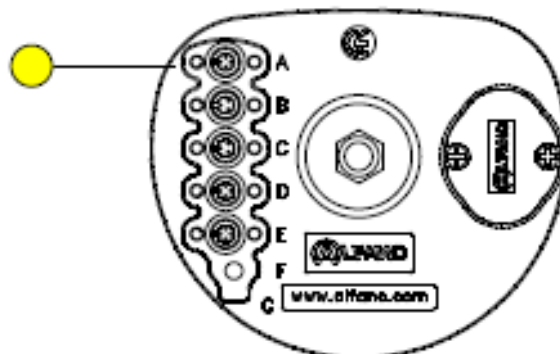


**Εικόνα 4.15** Δέσιμο καλωδίου αισθητήρα

Η θέση του αισθητήρα στο καρτ βρίσκεται εμπρός από το τιμόνι και πίσω από το πλαστικό του τιμονιού (εικόνα 4.16). Η θέση του στο όργανο είναι η πρώτη με το κίτρινο αυτοκόλλητο (εικόνα 4.17).



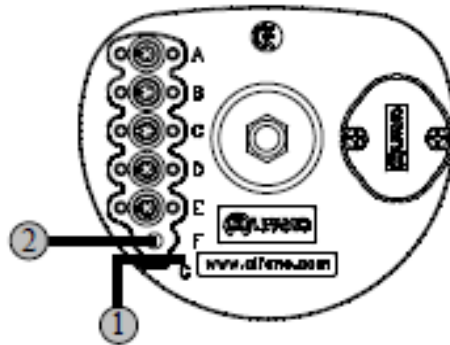
Εικόνα 4.16 Θέση του αισθητήρα δύναμης G στο καρτ



Εικόνα 4.17 Θέση του αισθητήρα δύναμης G στην θύρα του οργάνου

#### 4.5.5 Αισθητήρας στροφών κινητήρα

Ο αισθητήρας των στροφών του κινητήρα μπορεί να συνδεθεί με δυο τρόπους στο όργανο δεδομένων εικόνα 4.18. Ο πρώτος τρόπος είναι όπως στην εικόνα 4.19 ενώ ο δεύτερος στην εικόνα 4.20.



**Εικόνα 4.18** Θέση σύνδεσης αισθητήρα στροφών κινητήρα



**Εικόνα 4.19** Πρώτος τρόπος σύνδεσης αισθητήρα στροφών κινητήρα



**Εικόνα 4.20** Δεύτερος τρόπος σύνδεσης αισθητήρα στροφών κινητήρα

Η ένδειξη των στροφών του κινητήρα δίνεται από την σύνδεση του αισθητήρα στο μπουζοκαλώδιο του πολλαπλασιαστή του κινητήρα (εικόνα 4.21).





**Εικόνα 4.21** Θέση αισθητήρα στον κινητήρα του καρτ

#### **4.6 ΤΡΟΠΟΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑΣ**

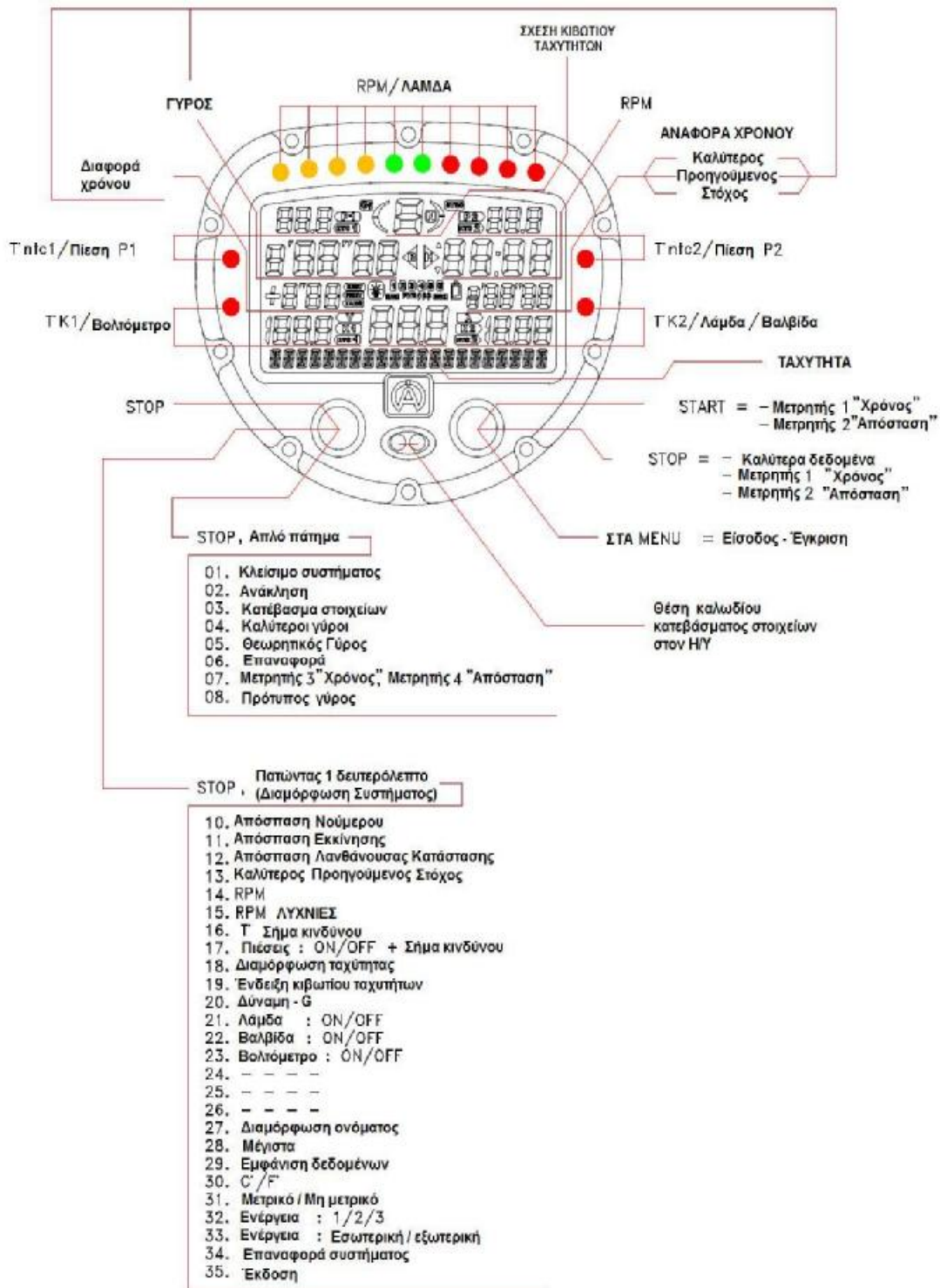
Η τηλεμετρία για να λειτουργήσει επιτυχώς αρχικά χρειάζεται μετά την εγκατάστασή της, ρύθμιση των παραμέτρων μέσω του οργάνου δεδομένων. Αυτό γίνεται με την βοήθεια δυο πλήκτρων που υπάρχουν στο όργανο και με τον κατάλληλο χειρισμό ξεκινά η παραμετροποίηση του οργάνου. Με την βοήθεια ενός καλά δομημένου μενού (εικόνα 4.22) η παραμετροποίηση γίνεται πιο εύκολη και γρήγορη. Το σύστημα περιλαμβάνει δύο τρόπους εγγραφής των δεδομένων με αυτόματη λειτουργία.

##### **1) Λειτουργία (κύρια)**

Το σύστημα καταγράφει όλα τα δεδομένα των διαφορετικών αισθητήρων κάθε 0,1 δευτερόλεπτα και έως 95% της χωρητικότητας της μνήμης του. Αυτή η λειτουργία είναι απαραίτητη για μια σε βάθος ανάλυση των δεδομένων με το απαραίτητο λογισμικό VISUALDATA.

##### **2) Λειτουργία (Αγώνων αντοχής)**

Το σύστημα καταχωρεί κάθε 0,1 δευτερόλεπτα ώστε να αφήσει χώρο για την μέγιστη καταχώρηση αποθηκεύοντας μόνο μέγιστα και ελάχιστα (RPM, ταχύτητα, θερμοκρασίες, πιέσεις) για κάθε γύρο και για περισσότερο από 24 ώρες.



Εικόνα 4.22 Αναπαράσταση μενού του οργάνου δεδομένων



#### 4.7 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ASTRO LV

Για να ενεργοποιηθεί το όργανο πρέπει τα δύο κουμπιά «δεξιά και αριστερά» ταυτόχρονα να είναι πατημένα για δύο δευτερόλεπτα (εικόνα 4.23). Με την αποδέσμευση των κουμπιών στην οθόνη εμφανίζεται το αρχικό μενού.



**Εικόνα 4.23** Ενεργοποίηση οργάνου δεδομένων

Οι μπαταρίες που χρησιμοποιεί το όργανο είναι 2 τύπου AA για να λειτουργήσει αλλά υπάρχει και δυνατότητα λειτουργίας από εξωτερική πηγή. Όταν οι μπαταρίες είναι αδύναμες, το σύστημα θα το ανιχνεύσει και τα 4 λαμπερά φώτα ανιχνευτή θερμοκρασίας θα αρχίσουν να αναβοσβήνουν γρήγορα ένα προς ένα (εικόνα 4.24). Όταν η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση START, το σύστημα θα επιστρέψει αυτόματα στα δέκα λεπτά σε λειτουργία STOP από την στιγμή που θα έχουν εντοπιστεί αδύναμες μπαταρίες, και το μήνυμα «ΑΛΛΑΓΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ» θα εμφανιστεί (εικόνα 4.25). Είναι απολύτως αναγκαία η αντικατάσταση των μπαταριών δεδομένου ότι το σύστημα θα αρνηθεί να ξεκινήσει πάλι σε λειτουργία START και στη πρόσβαση του μενού του συστήματος.



**Εικόνα 4.24** Ανίχνευση απεικόνιση των αδύναμων μπαταριών

Σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ενώ το όργανο της ALFANO λειτουργεί στην κατάσταση START υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσει απώλειες των καταχωρημένων πληροφοριών. Κατά τη διάρκεια της εμφάνισης της ένδειξης χαμηλής μπαταρίας τα λαμπερά φώτα και το φως υποβάθρου, θα απενεργοποιείται αυτόματα, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 4.25 Προειδοποίηση αλλαγής μπαταρίας

#### 4.8 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ STOP

Οι δυνατότητες για να εισαχθεί κάποιος στην λειτουργία STOP είναι τρεις:

- 1 Από τη στιγμή που ενεργοποιείται το Astro LV.
- 2 Στη λειτουργία START, πιέζεται το αριστερό πλήκτρο.
- 3 Στην κατάσταση START, 10 δευτερόλεπτα μετά την ακινητοποίηση του κινητήρα.

Η λειτουργία STOP είναι η βάση όλων των άλλων μενού. Από την STOP λειτουργία μπορεί να προσεγγιστεί η κατάσταση START στο μενού Δεδομένων ή στο μενού διαχείρισης. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται στο STOP είναι ο καλύτερος χρόνος οι υψηλότερες στροφές του κινητήρα η υψηλότερη ταχύτητα και οι υψηλότερες θερμοκρασίες. Σε αυτή τη λειτουργία παρατηρείται στο κάτω μέρος της οθόνης ο χρόνος εγγραφής που απομένει εικόνα 4.26.



Εικόνα 4.26 Η οθόνη δείχνει 69 λεπτά χρόνου εγγραφής στην κύρια λειτουργία.

#### 4.9 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ START

Η λειτουργία **START** ενεργοποιείται αυτόματα κατά τη διάρκεια λειτουργίας εντός πίστας μόλις περάσει το γυροσκόπιο του καρτ το μαγνητικό πεδίο της μαγνητικής γραμμής της πίστας για πρώτη φορά μετά από την ένδειξη STOP. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται στην οθόνη με συνδεδεμένους του αισθητήρες από το σημείο αυτό και έως ότου μεταβεί στην λειτουργία STOP θα εμφανίσει τα ακόλουθα:

- Χρόνο ανά γύρο
- Καλύτερο χρόνο
- Προηγούμενο χρόνο
- Στόχο του χρόνου
- RPM
- Ταχύτητα

#### 4.10 ΣΤΟΙΧΕΙΑ MENU

Ενώ το σύστημα είναι σε STOP λειτουργία πρέπει να πιεστεί το αριστερό κουμπί για να αποκτηθεί πρόσβαση στο μενού 1 έως 8.

Μενού 1: Απενεργοποίηση συστήματος

Η απενεργοποίηση της συσκευής γίνεται με την πίεση του δεξιού πλήκτρου.

Μενού 2: ΑΝΑΚΛΗΣΗ

Πρόσβαση σε όλους τους γύρους.

Μενού 3: Λήψη δεδομένων

Εκτελείται η μεταφορά των δεδομένων στον υπολογιστή.

Μενού 4: Καλύτεροι γύροι

Πρόσβαση στο καλύτερο γύρο από κάθε έξοδο προς τον χώρο στάθμευσης των αγωνιζομένων (pits).

Μενού 5: Θεωρητικός γύρος

Αυτό το μενού είναι προσβάσιμο από όλους τους γύρους, και εμφανίζει τα καλύτερα αποτελέσματα δημιουργώντας τον καλύτερο θεωρητικό γύρο.

Μενού 6: Επαναφορά

Στο μενού αυτό εκτελείται διαγραφή των δεδομένων.

Μενού 7: Μετρητές

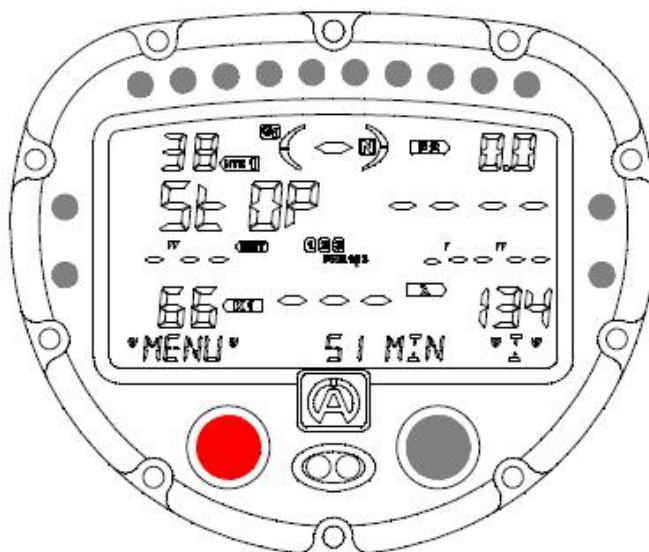
Ένδειξη συνολικών μετρητών χρόνου και απόστασης

Μενού 8: Πρότυπος γύρος

Στο μενού αυτό επιλέγεται ένας γύρος ώστε στην επόμενη λειτουργία START να συγκρίνεται ο τρέχον με τον επιλεγμένο γύρο

#### 4.11 ΜΕΝΟΥ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Στη λειτουργία STOP, πιέζεται το αριστερό πλήκτρο για 1 δευτερόλεπτο (εικόνα 4.27) και στη συνέχεια, πιέζοντας το αριστερό πλήκτρο διαδοχικά γίνεται απόκτηση πρόσβασης στο μενού 10 έως 35.



Εικόνα 4.27 Εμφάνιση αριστερού πλήκτρου στο όργανο μέτρησης δεδομένων

- Μενού 10: Απόσπαση αριθμού  
Για να ρυθμιστεί ο αριθμός των μαγνητικών πεδίων.
- Μενού 11: Απόσπαση εκκίνησης  
Για να επιλεγθεί το μαγνητικό πεδίο στο οποίο το Astro LV πρέπει να ξεκινήσει.
- Μενού 12: Λανθάνουσα κατάσταση  
Αυτή η ρύθμιση είναι χρήσιμη είτε να αγνοήσει ένα ή περισσότερα τμήματα, ή να αποφευχθεί η απόκτηση άλλων υπέρυθρων εκπομπών ώστε να αποκτηθεί σωστός χρόνος ανά γύρο.
- Μενού 13: Καλύτερος / Προηγούμενος / Στόχος  
Για να επιλεγθεί η λειτουργία σύγκρισης του τελευταίου χρόνου γύρου:
- Μενού 14: Ένδειξη RPM  
Ρύθμιση του συντελεστή μέτρησης των RPM.
- Μενού 15: Λυχνίες RPM  
Ρύθμιση φωτεινότητας των 10 φωτεινών λυχνιών σύμφωνα με την περιστροφή του κινητήρα.
- Μενού 16: T ° ALARM  
Ρύθμιση των 4 λυχνιών ανίχνευσης, χαμηλής και υψηλής θερμοκρασίας
- Μενού 17: ΠΙΕΣΕΙΣ  
Ρύθμιση λυχνιών ανίχνευσης χαμηλής και υψηλής πίεσης
- Μενού 18: Διαμόρφωση ταχύτητας  
Διαμόρφωση του μήκους της περιφέρειας τροχού:
- Μενού 19: Κιβώτιο ταχυτήτων  
Διαμόρφωση της ένδειξης των σχέσεων του κιβωτίου ταχυτήτων.
- Μενού 20: Δύναμη - G  
Διακρίβωση του αισθητήρα για την οριζόντιωση του
- Μενού 21: Αισθητήρας λάμδα  
Σε αυτό το μενού γίνεται ενεργοποίηση ή όχι του αισθητήρα λάμδα.
- Μενού 22: ΒΑΛΒΙΔΑ  
Ενεργοποίηση ή μη του αισθητήρα POWER VALVE.
- Μενού 23: Βολτόμετρο  
Ενεργοποίηση ή όχι του αισθητήρα τάσης.
- Μενού 24 25 26: ----- KENO
- Μενού 27: Επεξεργασία ονόματος  
Στο μενού αυτό μπορεί να γίνει εισαγωγή ονόματος ή φράσης, με ανώτατο όριο 21 χαρακτήρες που εμφανίζονται στο κάτω μέρος της οθόνης για 4 δευτερόλεπτα κατά την ενεργοποίηση του συστήματος.
- Μενού 28: Μέγιστα  
Διαμόρφωση των μέγιστων τιμών RPM και ταχύτητας.
- Μενού 29: Εμφάνιση δεδομένων  
Η απόκρυψη των πληροφοριών που εμφανίζονται στην οθόνη κατά τη διάρκεια της λειτουργίας START.
- Μενού 30: ° C / ° F  
Ρύθμιση της μονάδας μέτρησης της θερμοκρασίας σε Κελσίου ή Φαρενάιτ.
- Μενού 31: Μετρικές / Βρετανικές  
Ρύθμιση της απόστασης μονάδα μέτρησης:  
Μετρικές = Για την ταχύτητα: Km / h  
Για τους μετρητές 2 & 4: μέτρα / km.  
Για την προσαρμογή της περιφέρειας τροχού: mm

Βρετανικές = Για την ταχύτητα: miles/h  
Για τους μετρητές 2 & 4: μίλια - miles  
Για την προσαρμογή της περιφέρειας τροχού: (inches)

Μενού 32: Ενέργεια 1 / 2 / 3

Διαμόρφωση της φωτεινότητας των λυχνιών και του υποβαθρου της οθόνης του οργάνου αποθήκευσης δεδομένων με την βοήθεια τριών επιλογών.

Μενού 33: Ενέργεια: Εσωτερική / Εξωτερική

Ρύθμιση της πηγής ισχύος του Astro LV είτε παίρνοντας ρεύμα από δικές του μπαταρίες είτε από του οχήματος.

Μενού 34: Επαναφορά συστήματος

Αποκατάσταση του ASTRO LV με τις παραμέτρους του εργοστασίου.

Μενού 35: ΕΚΔΟΣΗ

Το μενού αυτό δίνει την δυνατότητα της εύρεσης του σειριακού αριθμού και την έκδοση του λογισμικού του Astro LV.

#### 4.12 ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Για την καλύτερη συγκέντρωση, σύγκριση και οπτικοποίηση των δεδομένων από τους αισθητήρες είναι απαραίτητη η χρήση του προγράμματος VisualData. Το πρόγραμμα δεδομένων είναι πολύ απλό και αμέσως επιτρέπει από την εκκίνηση του προγράμματος να φθάσει άμεσα σε όλες τις λειτουργίες του. Κατά την εκκίνηση, το πρόγραμμα εμφανίζει το παράθυρο που παρουσιάζεται στην εικόνα 4.28.



Εικόνα 4.28 Παράθυρο που εμφανίζεται με την εκκίνηση του προγράμματος

Η γραμμή εργαλείων επιτρέπει την επιμέρους ανάλυση όλων των εσωτερικών τμημάτων του προγράμματος (εικόνα 4.29).



Εικόνα 4.29 Γραμμή εργαλείων

#### 4.13 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕΣΩ Η/Υ

Η ανάκτηση των στοιχείων του οργάνου από τον Η/Υ γίνεται με την χρήση καλωδίου το οποίο με μαγνήτιση εφαρμόζει σταθερά στο όργανο. Η μετάβαση των πληροφοριών από το όργανο στο καλώδιο γίνεται με την βοήθεια υπέρυθρης ακτινοβολίας ενώ από το καλώδιο στον Η/Υ δια μέσου θύρας USB. Για την ανάκτηση των δεδομένων από την οθόνη του οργάνου στην λειτουργία stop επιλέγεται η τρίτη επιλογή « λήψη δεδομένων » ενώ από το κεντρικό μενού του προγράμματος την εντολή εκκίνηση λήψης « start download ». Μετά την λήψη των δεδομένων υπάρχει δυνατότητα εκτέλεσης των επόμενων βημάτων δηλαδή την επεξεργασία των δεδομένων και την ανάλυση αυτών.

#### 4.14 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΕΙΚΟΝΙΔΙΩΝ ΓΡΑΜΜΗΣ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ

Τα εικονίδια που εμφανίζονται στην γραμμή εργαλείων σκοπός τους είναι να αναλύσουν και να δώσουν το καθένα μια διαφορετική οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Το πρώτο εικονίδιο από αριστερά προς τα δεξιά εμφανίζει το παράθυρο που φαίνεται στην εικόνα 4.30. Με αυτό το παράθυρο υπάρχει πρόσβαση στην επεξεργασία των αρχείων των δεδομένων όπου έχουν την κατάληξη .alf.



Εικόνα 4.30 Παράθυρο προγράμματος επεξεργασίας αρχείων



Όταν επιλεγεί το αρχείο και πατώντας το δεύτερο εικονίδιο εμφανίζεται το παράθυρο της εικόνας 4.32 το οποίο εμφανίζει συγκεντρωτικά όλους τους χρόνους όπου έχουν παραχθεί στο αρχείο αυτό. Για να γίνει η ανάλυση των γύρων, είναι απαραίτητο να επιλεγθεί η γραμμή του ενδιαφέροντος γύρου και εμφανίζεται με χρώμα για να το διαφοροποιηθεί από τις άλλες. Με το πάτημα του πλήκτρου



(Ανάλυση), το σύστημα είναι σε θέση να κάνει μια σε βάθος ανάλυση των επιλεγμένων γύρων. Με την παρατήρηση της εικόνας φαίνονται τα αποτελέσματα. Οι στήλες εμφανίζουν τα αποτελέσματα από αριστερά προς τα δεξιά:

1. Το νούμερο του κάθε γύρου
2. Την κατάταξη του κάθε γύρου από τον καλύτερο στον χειρότερο
3. Χρόνο του κάθε γύρου
4. Μέγιστες RPM
5. Ελάχιστες RPM
6. Μέγιστη ταχύτητα
7. Ελάχιστη ταχύτητα
8. Μέγιστη διαμήκη επιτάχυνση σε g μονάδες
9. Μέγιστη διαμήκη επιβράδυνση σε g μονάδες
10. Μέγιστη δεξιά επιτάχυνση σε g μονάδες
11. Μέγιστη αριστερή επιτάχυνση σε g μονάδες

Σύμφωνα με το διάγραμμα g-g όπου παρουσιάζεται στην συνέχεια, θετικές τιμές όπως και σε όλα τα διαγράμματα είναι αυτές όπου στον κάθετο άξονα είναι πάνω από τον οριζόντιο άξονα ενώ για τον οριζόντιο άξονα είναι αυτές οι τιμές δεξιά του κάθετου. Για το διάγραμμα g-g συγκεκριμένα θετικές είναι οι επιβραδύνσεις και οι πλευρικές επιταχύνσεις προς τα δεξιά.

Κάθε φορά που το καρτ εισέρχεται στην πίστα και ξεκινά η χρονομέτρηση αυτό δηλώνεται στην πρώτη λίστα ως «out» δηλαδή έξοδος από τα pit (χώρο στάθμευσης διαγωνιζομένων) ενώ το αντίθετο όταν παρουσιάζεται το «in pit». Όταν τελειώνει κάθε διαδικασία «out» - «in pit» από τα μέγιστα στοιχεία των δεδομένων γίνεται ο υπολογισμός ενός θεωρητικού καλύτερου γύρου και απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα. Με κόκκινο χρώμα απεικονίζεται ο καλύτερος θεωρητικός γύρος που μπορεί να επιτευχθεί από τους θεωρητικούς γύρους με κίτρινο χρώμα.

Στην διάρκεια της ανάλυσης μπορεί να γίνει η ταυτόχρονη ανάλυση έως και τριών γύρων για την εύκολη σύγκριση τους. Για την εμφάνιση της επιλογής των τριών γύρων (εικόνα 4.31) χρησιμοποιείται το τρίτο πλήκτρο της γραμμής εργαλείων.

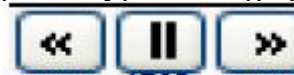
Best	#	File	Out	Lap	Time Lap
<input type="radio"/>	24	2010-12-14 11.12.22.alf	1	4	1' 03" 30
<input type="radio"/>	16	2010-12-14 11.12.22.alf	1	10	0' 57" 73
<input type="radio"/>	9	2010-12-14 11.12.22.alf	2	5	0' 53" 33

**Εικόνα 4.31** Πίνακας εμφάνισης επιλεγμένων γύρων

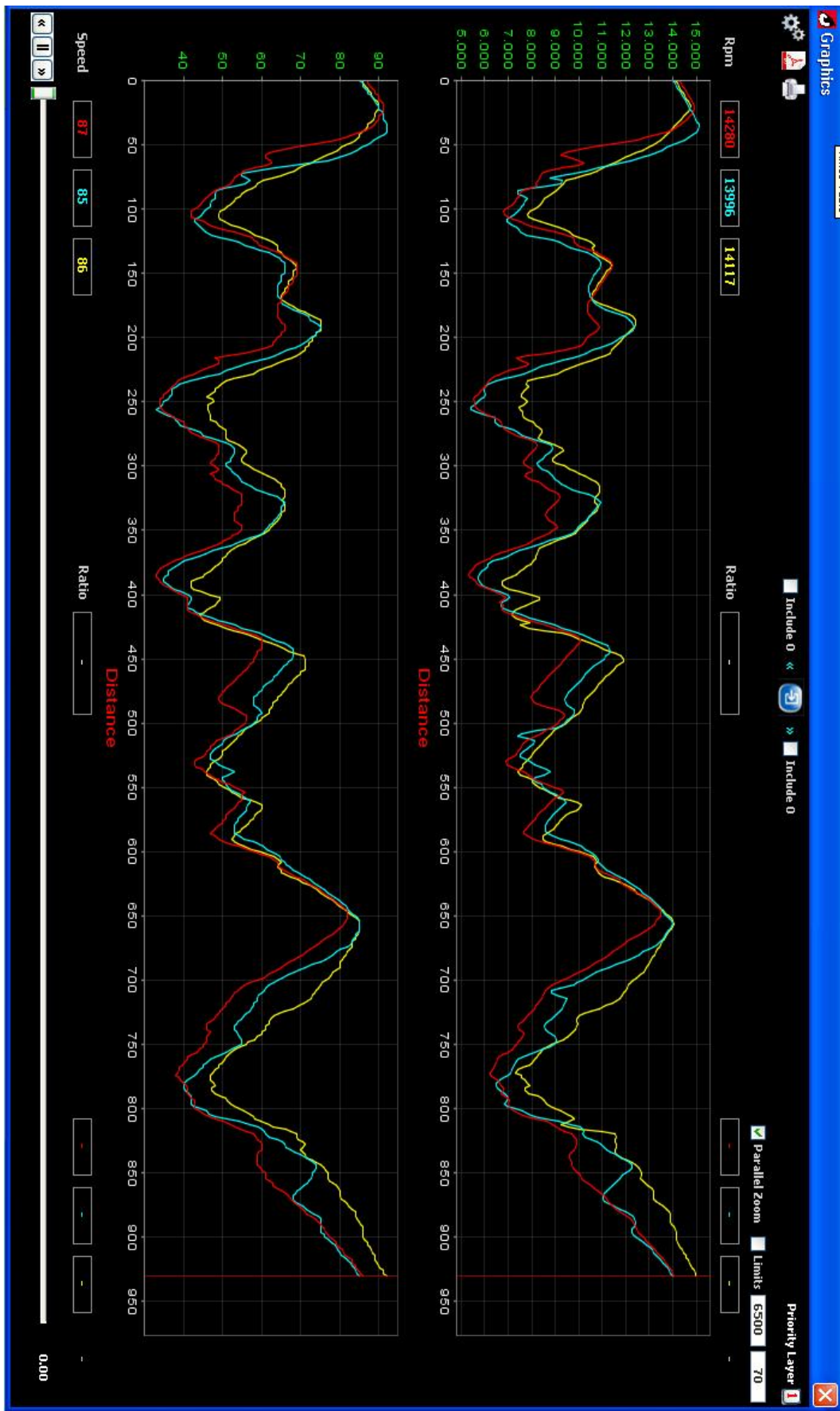
N° Out - Lap	Lap Order	Time Lap	Max RPM	Min RPM	Max Speed	Min Speed	Max GF Dec	Max GF Acc	Max GF »»	Max GF ««
Out 1										
Lap 1	27	1' 07" 87	13513	4498	82	28	0.43	-0.42	0.83	-0.8
Lap 2	26	1' 06" 42	13771	4531	84	28	0.37	-0.46	0.87	-0.97
Lap 3	25	1' 04" 46	14260	5018	87	31	0.4	-0.5	0.87	-0.99
Lap 4	24	1' 03" 30	14886	4609	91	28	0.48	-0.46	0.87	-0.9
Lap 5	23	1' 02" 46	14820	4856	90	30	0.55	-0.47	0.9	-0.99
Lap 6	22	1' 01" 63	14918	5303	91	33	0.45	-0.49	0.93	-1.01
Lap 7	21	1' 00" 68	14593	5042	89	31	0.44	-0.45	0.89	-0.95
Lap 8	20	1' 00" 32	14172	5356	87	33	0.42	-0.47	1.1	-1.2
Lap 9	15	0' 57" 52	15128	5411	92	33	0.48	-0.48	1.07	-1.05
Lap 10	16	0' 57" 73	15232	5693	93	36	0.44	-0.45	1.2	-1.12
Lap 11	12	0' 56" 54	14950	6242	91	38	0.61	-0.49	1.13	-1.11
Lap 12	18	0' 56" 43	15523	5952	95	37	0.47	-0.49	1.15	-1.16
Lap 13	14	0' 56" 81	14614	6399	89	40	0.55	-0.53	1.08	-1.22
In Pit		0' 30" 60	9732	-	62	-	0.37	-0.21	0.28	-0.62
Out Theoretical Lap		0' 56" 54	15523	4498	95	28	0.61	-0.53	1.2	-1.22
Out 2										
Lap 1	19	1' 00" 26	14254	5622	87	36	0.48	-0.49	0.94	-1.1
Lap 2	17	0' 57" 89	14367	6184	88	38	0.45	-0.58	1.02	-1.12
Lap 3	12	0' 56" 54	14934	6418	91	40	0.49	-0.5	1.0	-1.13
Lap 4	10	0' 54" 07	14971	6724	91	42	0.46	-0.47	1.16	-1.17
Lap 5	9	0' 53" 33	15896	6940	97	43	0.45	-0.53	1.14	-1.38
Lap 6	6	0' 52" 73	15993	6699	98	41	0.5	-0.56	1.12	-1.3
Lap 7	5	0' 52" 39	15824	6311	97	39	0.51	-0.52	1.24	-1.29
Lap 8	4	0' 52" 12	15549	6699	95	41	0.44	-0.48	1.23	-1.32
Lap 9	2	0' 51" 42	15887	6782	97	42	0.56	-0.65	1.39	-1.32
Lap 10	3	0' 51" 46	16187	7062	99	44	0.45	-0.6	1.45	-1.27
Lap 11	7	0' 52" 75	15435	6572	94	41	0.55	-0.55	1.42	-1.35
Lap 12	1	0' 50" 71	15937	6047	98	38	0.54	-0.64	1.44	-1.44
Lap 13	8	0' 52" 89	15992	6276	98	40	0.55	-0.55	1.24	-1.64
Lap 14	11	0' 56" 34	16079	3824	98	25	0.58	-0.55	1.32	-1.36
In Pit		0' 27" 90	9886	-	61	-	0.48	-0.14	0.42	-0.34
Out Theoretical Lap		0' 50" 71	16187	3824	99	25	0.58	-0.65	1.45	-1.64
Project Theoretical Lap	*	0' 50" 71	16187	3824	99	25	0.61	-0.65	1.45	-1.64

**Εικόνα4.32** Πίνακας εμφάνισης όλων των πραγματοποιημένων γύρων

Με την χρήση του τέταρτου πλήκτρου εμφανίζεται ένα διπλό διάγραμμα (εικόνα 4.33) το οποίο μπορεί να εμφανίσει οποιαδήποτε δεδομένα σε σχέση με την απόσταση ή τον χρόνο του τρέχοντος γύρου και η επίδειξη του διαγράμματος σε

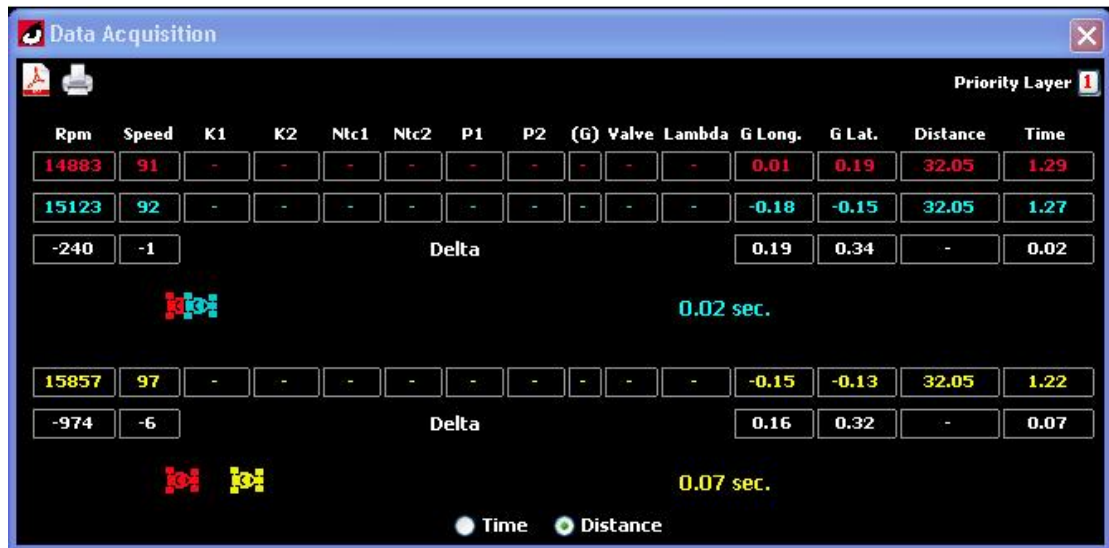


πραγματικό χρόνο με την χρήση του πλήκτρου **RESET STOP START** το οποίο βρίσκεται κάτω αριστερά στο παράθυρο.



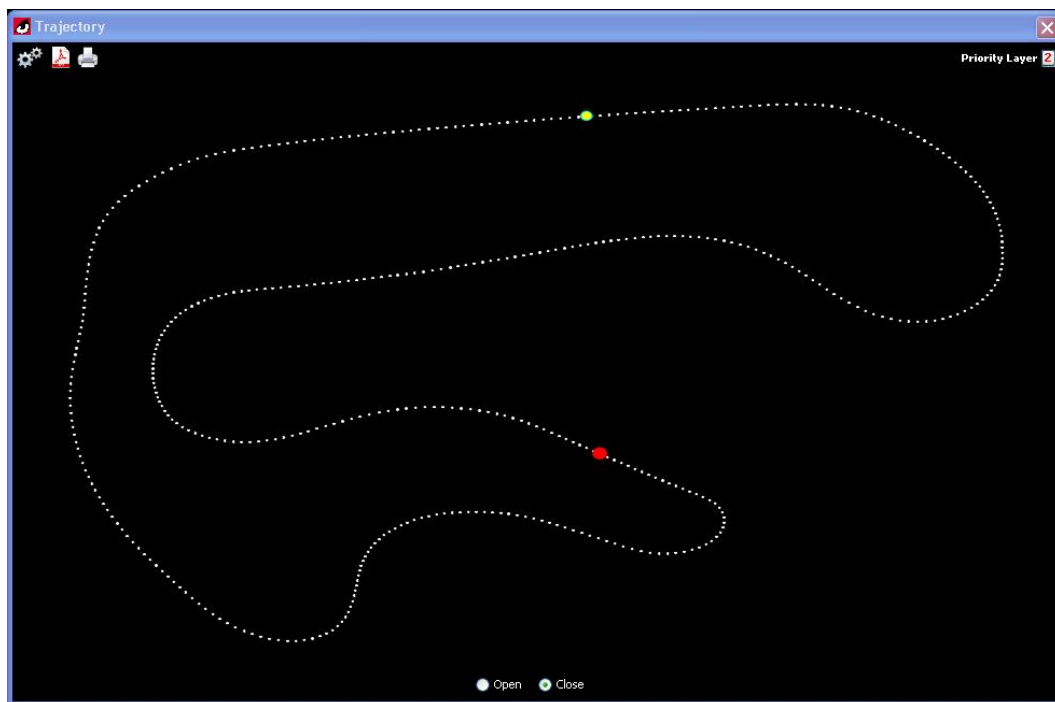
Εικόνα 4.33 Διπλό διάγραμμα δυο διαστάσεων εμφάνισης δεδομένων

Το πέμπτο πλήκτρο εμφανίζει το προηγούμενο διάγραμμα με αριθμούς και τις διαφορές που προκύπτουν όταν έχουν επιλεγθεί παραπάνω από έναν γύροι για ανάλυση.



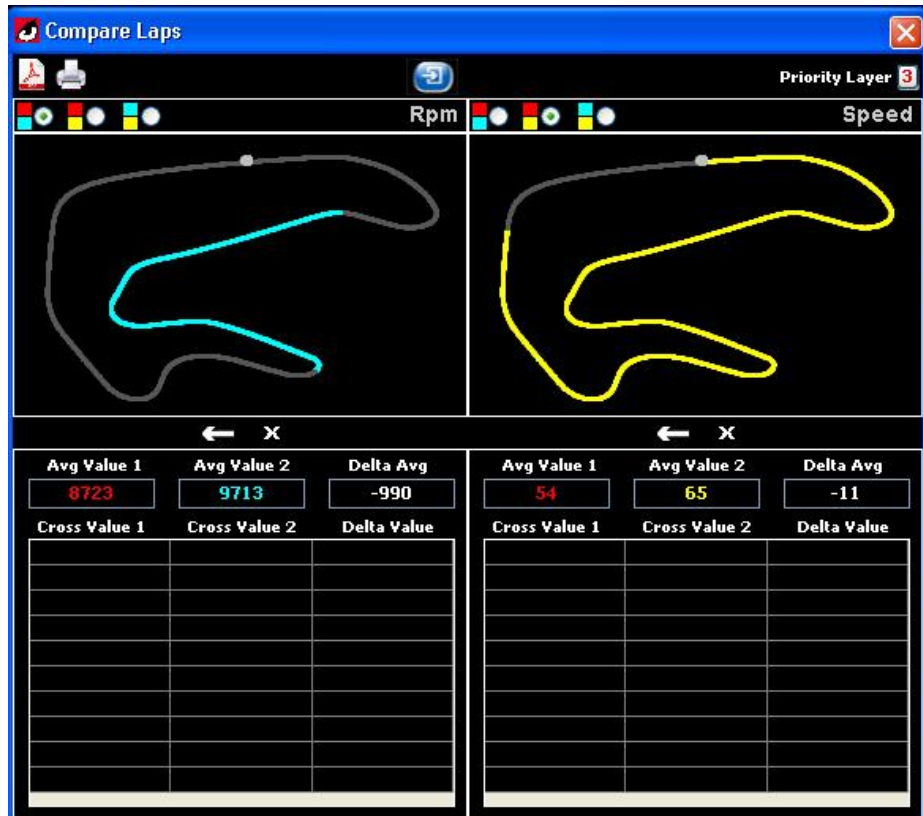
**Εικονα4.34** Ποσοτικός πίνακας διαφορών

Με το επόμενο πλήκτρο εμφανίζεται η πίστα (εικόνα 4.35) στην οποία γίνονται οι μετρήσεις με λευκή διακεκομμένη γραμμή. Με πράσινο σημείο συμβολίζεται η εκκίνηση –μαγνητική γραμμή της πίστας. Ενώ με κόκκινο χρώμα εμφανίζεται το σημείο που αντιπροσωπεύει το καρτ.



**Εικόνα 4.35** Αποτύπωση πίστας

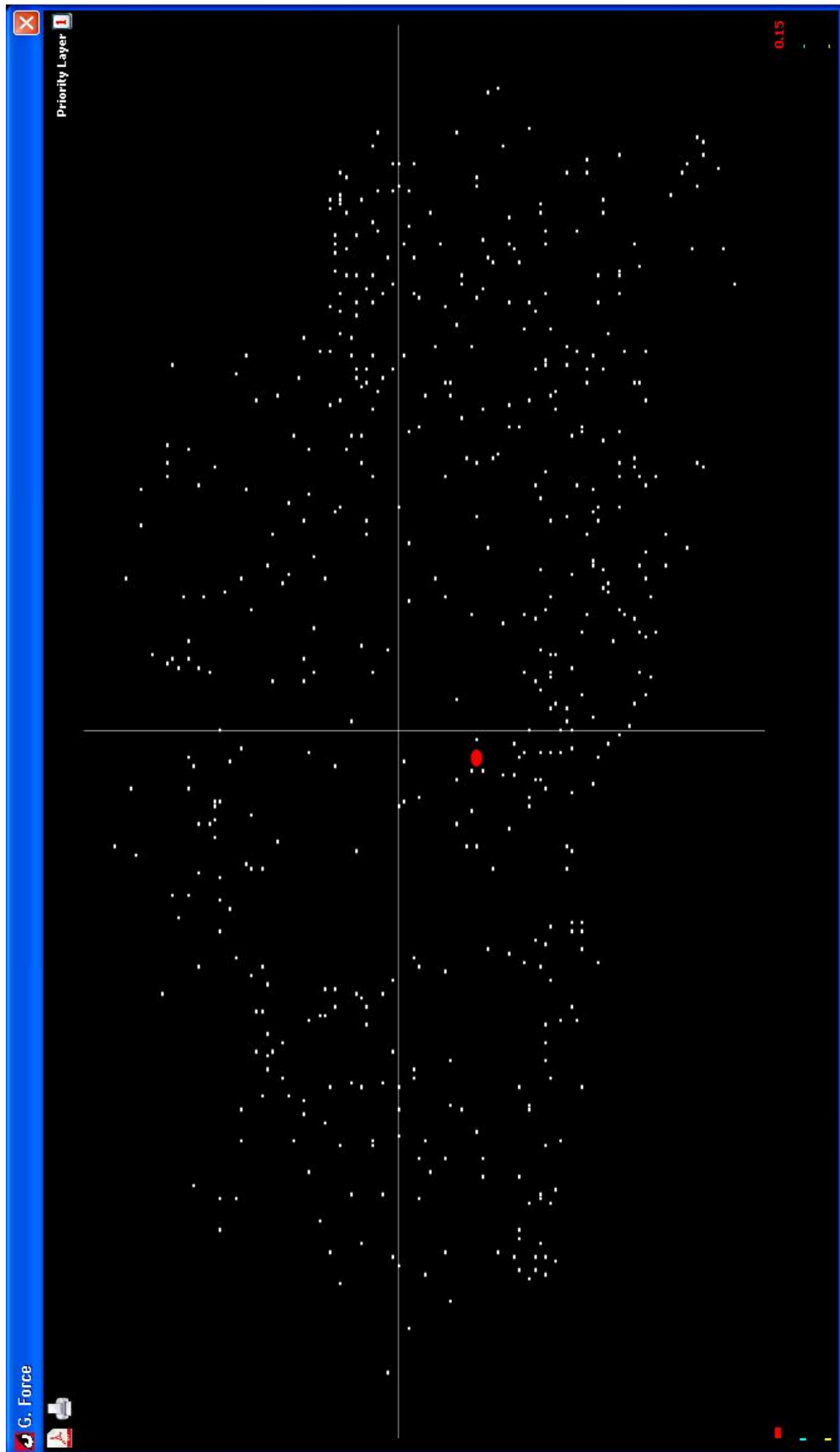
Στο έβδομο εικονίδιο εμφανίζεται η διαφορά - σύγκριση των στοιχείων συγκεκριμένα στο χάρτη της πίστας (εικόνα 4.36).



**Εικόνα 4.36** Σύγκριση στοιχείων εντός πίστας

Το όγδοο πλήκτρο χρησιμοποιείται για την προβολή του διαγράμματος g-g δηλαδή του διαγράμματος των πλευρικών και ευθύγραμμων επιταχύνσεων. Οι λευκές κουκίδες στο διάγραμμα είναι η διασπορά των σημείων του διανύσματος της διαμήκης και πλευρικής επιτάχυνσης που περνά το κόκκινο σημείο που δηλώνει την τρέχουσα θέση κατά την αναπαραγωγή των δεδομένων του τρέχοντος γύρου.



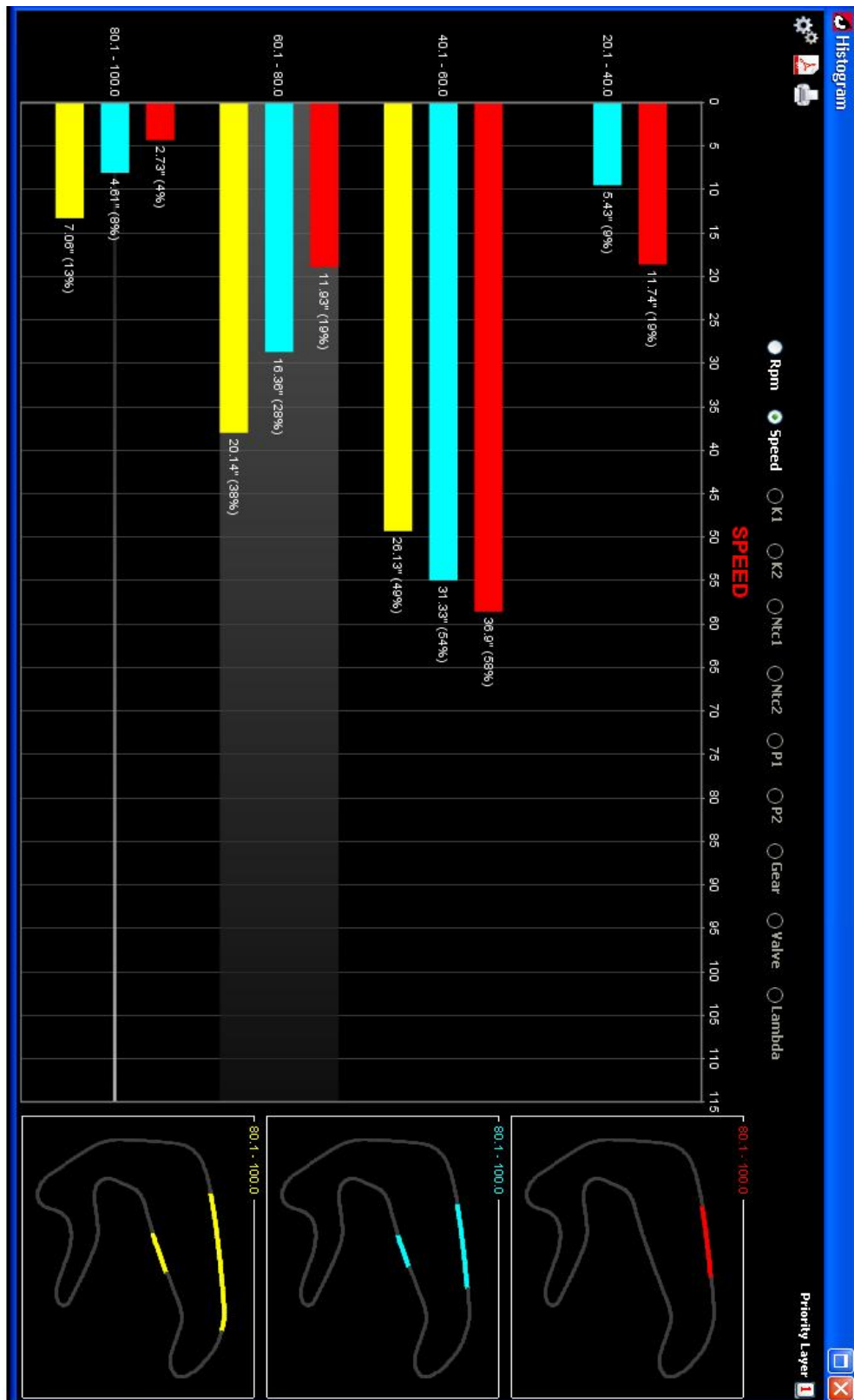


Εικόνα 4.37 Διάγραμμα επιτάχυνσης βαρύτητας



Στο συγκεκριμένο διάγραμμα της εικόνας 4.37 η κόκκινη κουκίδα φανερώνει μια διαμήκη επιτάχυνση και μια πολύ μικρή εγκάρσια επιτάχυνση προς αριστερά.

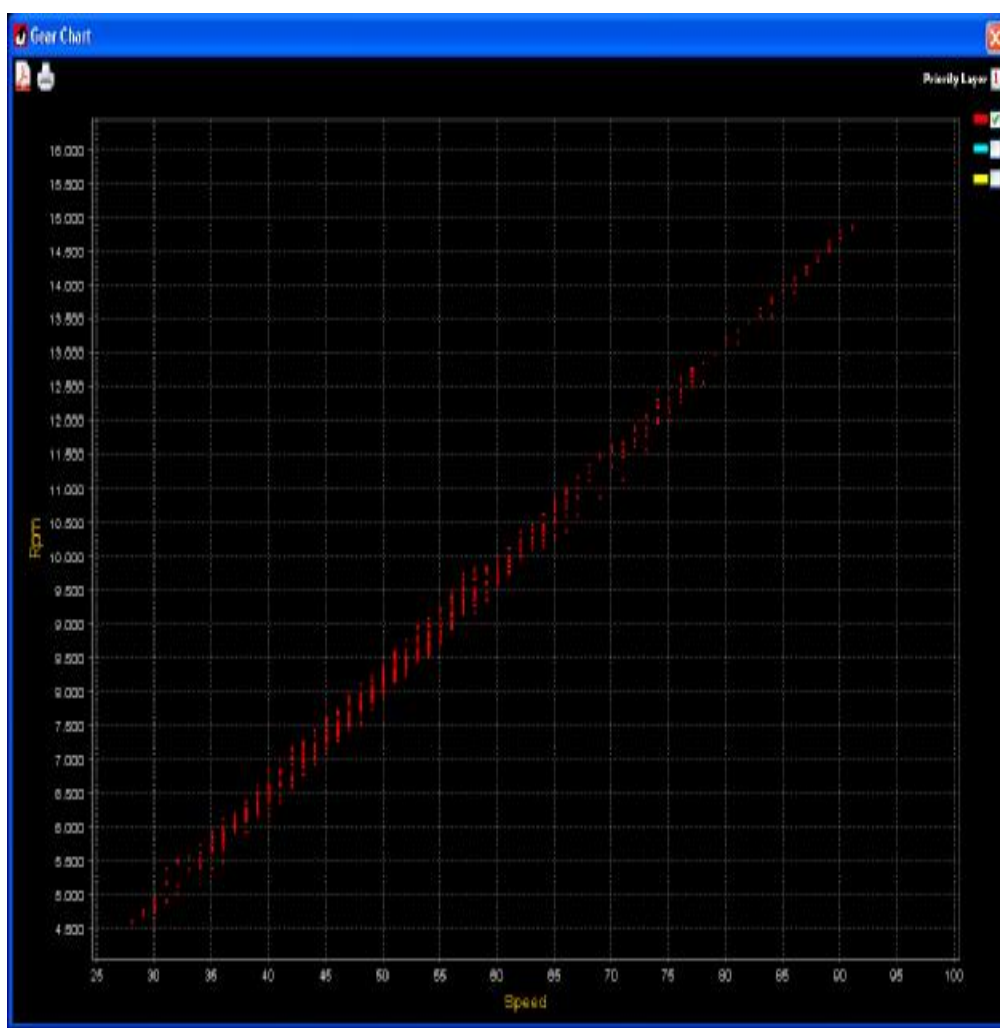
Το επόμενο πλήκτρο εμφανίζει σε ποσοστό τα δεδομένα και το σημείο που εμφανίζονται αυτά στην πίστα.



Εικόνα 4.38 Ποσοστιαίο διάγραμμα

Στο προηγούμενο διάγραμμα εμφανίζεται η ταχύτητα στον κάθετο άξονα ανά 20 μονάδες και στον οριζόντιο άξονα σε ποσοστό το διάστημα του κάθε γύρου. Με διαφορετικό χρώμα συμβολίζεται ο καθένας από τους τρεις γύρους που συγκρίνονται. Αν επιλεχθεί ένα ποσοστό όπως στην εικόνα από 60-80 Km/h τότε εμφανίζονται τα σημεία της πίστας στα οποία η ταχύτητα του κάθε γύρου είναι μέσα σε αυτό το όριο.

Το δέκατο πλήκτρο εμφανίζει το διάγραμμα ρυθμού περιστροφής κινητήρα έναντι της ταχύτητας (εικόνα 4.39). Επειδή το καρτ των μετρήσεων δεν είχε συμπλέκτη και κιβώτιο ταχυτήτων θεωρητικά θα έπρεπε το διάγραμμα να είναι μια ευθεία αλλά λόγω τριβών υπάρχει αυτή η διακύμανση.



**Εικόνα 4.39** Διάγραμμα ρυθμού περιστροφής κινητήρα - ταχύτητας

Με το τελευταίο εικονίδιο εμφανίζεται το παράθυρο της δημιουργίας-τροποποίησης της "Γενικής ρύθμισης" (εικόνα 4.40) όπου χρησιμοποιείται σαν υπενθύμιση των ρυθμίσεων που έχουν γίνει με κάθε είσοδο – έξοδο από την πίστα ώστε να γίνεται πιο εύκολη η παρακολούθηση των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις αλλαγές των ρυθμίσεων που έχουν προηγηθεί.

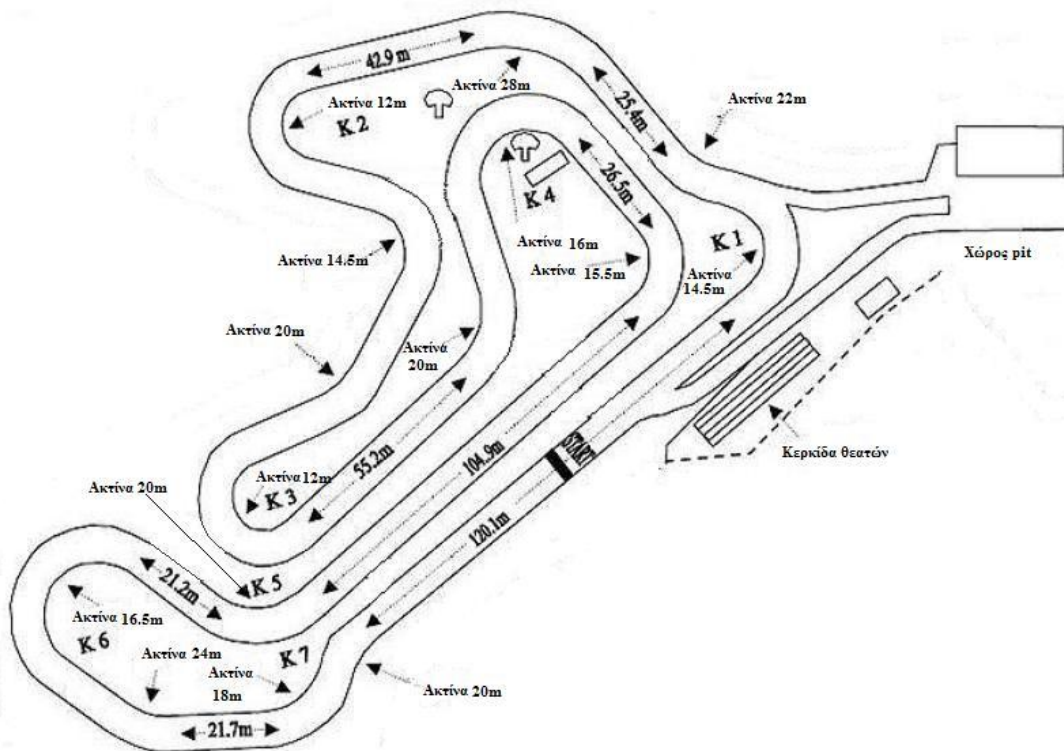


Εικόνα 4.40 Γενική ρύθμιση καρτ

## 5 ΧΡΟΝΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΝΤΟΣ ΠΙΣΤΑΣ

### 5.1 ΠΙΣΤΑ

Για την χρήση του καρτ με ασφάλεια και την εύρεση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η πίστα Kartmania των Βραχνηϊκών η οποία βρίσκεται 10 χιλιόμετρα από το κέντρο της Πάτρας. Η πίστα έχει μήκος 1025 m και πλάτος από 8-9,5m η φορά της είναι ανάποδη των δεικτών του ρολογιού. Το μήκος των μεγαλύτερων ευθειών είναι 121&104,9 μέτρα και τηρεί όλες τις προδιαγραφές για το πρωτάθλημα Ελλάδος. Οι θέσεις των θεατών είναι για 800 άτομα. Αναλυτικό σχέδιο της πίστας παρουσιάζεται στην εικόνα 5.1.



Εικόνα 5.1 Πίστα Kartmania

Οι μετρήσεις εντός πίστας με την χρήση τηλεμετρίας έγιναν στις 12/12/2010 με θερμοκρασία από 10-15<sup>0</sup>C υγρασία 70% 2 μποφόρ ανατολικό άνεμο και ηλιοφάνεια με αραιή συννεφιά κατά την διάρκεια της μέρας. Οι μετρήσεις χωρίστηκαν σε δυο σκέλη με διαφορετικές ρυθμίσεις σε κάθε είσοδο εντός πίστας. Το κάθε σκέλος της πίστας διήρκεσε 13 γύρους το πρώτο και 14 γύρους το δεύτερο.

## 5.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ

Για την είσοδο στην πίστα έγιναν οι απαραίτητοι έλεγχοι στην σύσφιξη των παξιμαδιών κυριότερα των κινούμενων μερών δηλαδή των τροχών, του συστήματος διεύθυνσης του άξονα και του κινητήρα. Ύστερα σημαντικό στοιχείο είναι ο έλεγχος της πίεσης των ελαστικών γιατί εκτός από την επίδραση στην απόδοσή του είναι δυνατή η εύρεση απώλειας πίεσης από τυχόν τρύπα στο ελαστικό. Με τον συνεχή έλεγχο των ελαστικών μπορεί να αποφευχθεί τυχόν υπερβολική ολίσθηση λόγω χαμηλής πίεσης κάποιου ελαστικού. Σημαντική παράμετρος για την προετοιμασία του καρτ είναι ο καθαρισμός του για το λόγο ότι οι ακαθαρσίες εμποδίζουν την επίβλεψη και την ρύθμιση των μερών του. Επιπλέον οι ακαθαρσίες αυξάνουν την φθορά των μερών του καρτ.

Το κύριο στοιχείο της προετοιμασίας είναι η λίπανση η οποία έχει σκοπό την μείωση της φθοράς των κινούμενων μερών. Η λίπανση αφορά αρχικά την αλυσίδα και τα γρανάζια κίνησης τα οποία λιπαίνονται κάθε φορά πριν το καρτ τεθεί σε λειτουργία. Η λίπανσή του γίνεται με παχύρευστο λιπαντικό και είναι μέγιστης σημασίας λόγω των στροφών και των τριβών που αναπτύσσει η μετάδοση. Άλλα σημεία που χρήζουν εφαρμογή εξωτερικής λίπανσης είναι οι εμπρός τροχοί το σύστημα διεύθυνσης και οι τριβείς του πίσω άξονα. Το καύσιμο για να λιπάνει τα σημεία τριβής του κινητήρα χρησιμοποιείται λάδι που αναμιγνύεται με το καύσιμο έξω από το ρεζερβουάρ σε αναλογία 6%.

## 5.3 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Οι ρυθμίσεις αποτελούν το κυριότερο κομμάτι στην απόδοση του καρτ. Οι ρυθμίσεις που μπορούν να επιτευχθούν σε ένα καρτ είναι η ευθυγράμμιση των τροχών το μετατρόχιο τους το ύψος του πίσω άξονα η ρύθμιση του καρμπυρατέρ η γωνία κάμπερ και η γωνία κάστερ.

Η ρύθμιση του καρμπυρατέρ επιτυγχάνεται με την περιστροφή δυο βιδών που βρίσκονται στο καρμπυρατέρ. Η μια βίδα χρησιμεύει στην ρύθμιση των χαμηλών rpm του κινητήρα ενώ η άλλη βίδα εξυπηρετεί στην ρύθμιση των υψηλών rpm του κινητήρα. Οι δυο αυτές βίδες χρησιμεύουν στη ρύθμιση του καυσίμου και όχι του αέρα ενώ την ρύθμιση του αέρα αναλαμβάνει η πεταλούδα γκαζιού που είναι εξωτερικά συνδεδεμένη με το πεντάλ γκαζιού μέσω ντίζας. Μια ρύθμιση του καρμπυρατέρ με υπερβολικά πλούσιο μίγμα σε καύσιμο του κινητήρα θα προκαλέσει μπουκωμα του κινητήρα και πιθανόν σβήσιμο ή αδυναμία εκκίνησής του. Ενώ με ρύθμισή φτωχού μίγματος υπάρχει κίνδυνος υπερβολικής αύξησης της θερμοκρασίας και κολλήματος του κινητήρα. Μια καλή ρύθμιση του καρμπυρατέρ είναι και οι δυο βίδες από εντελώς βιδωμένες να ξεσφίξουν κατά μια πλήρη περιστροφή και  $\frac{1}{4}$  της πλήρους περιστροφής επιπλέον.

Το ύψος του πίσω άξονα αποτελεί μια ρύθμιση όπου δεν χρησιμοποιείται συνήθως επειδή αλλάζει το KB του καρτ κάτι που επηρεάζει τις υπόλοιπες ρυθμίσεις και τον υπερ/υποστροφικό χαρακτήρα του καρτ. Η συνήθης ρύθμισή του είναι το σασί να βρίσκεται σε οριζόντια θέση παράλληλη με το έδαφος.

Η ευθυγράμμιση και οι γωνίες κάμπερ στους τροχούς ρυθμίζονται με ειδικά λέιζερ όργανα. Αυτά που χρησιμοποιήθηκαν είναι της εταιρίας Rotax. Η χρήση του συστήματος αυτού βασίζεται στην επαλληλία των τροχών. Για την ρύθμιση αρχικά της ευθυγράμμισης των τροχών ξεβιδώνονται οι τροχοί και προσαρμόζονται στους βασιλικούς πείρους τα όργανα ευθυγράμμισης απέναντι το ένα από το άλλο και

κάθετα προς το έδαφος. Η καθετότητα λαμβάνεται από ενσωματωμένο αλφάδι που υπάρχει στο άνω μέρος των οργάνων εικόνα 5.2 . Το τιμόνι στρέφεται στις 0 μοίρες και ξεσφίγγονται τα ακρόμπαρα. Με ρεγουλάρισμα και κοιτώντας τον πίνακα των οργάνων η κόκκινη λέιζερ κουκίδα του απέναντι οργάνου θα πρέπει να είναι στην ίδια κάθετη γραμμή ώστε η toe να είναι μηδενική. Σε αντίθετη περίπτωση θα υπάρχει σύγκλιση ή απόκλιση των τροχών.



**Εικόνα 5.2** Ενσωματωμένο αλφάδι οργάνου ευθυγράμμισης

Η γωνία κάστερ και κάμπερ ρυθμίζονται ταυτόχρονα από τον ρυθμιστικό κοχλία που βρίσκεται στην άνω πλευρά των άκρων στο σημείο που βιδώνουν με το σασί. Με την περιστροφή του ρυθμιστικού κοχλία και παρατηρώντας τον πίνακα των οργάνων της Rotax η γωνία κάμπερ φαίνεται στον κάθετο άξονα με αρνητική κλίση κάτω από την κουκίδα λέιζερ ενώ θετική για τις πάνω αποκλίσεις. Αναλυτικότερα η αλλαγή των γωνιών προσδιορίζεται στην εικόνα 5.3.



**Εικόνα 5.3** Ρύθμιση γεωμετρίας καρτ





**Εικόνα 5.4** Διάταξη ρύθμισης γεωμετρίας άκρου

Τέλος οι ρυθμίσεις των δυο σκελών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

**Πίνακας 5.1** Ρυθμίσεις καρτ

	Ά σκέλος	Β σκέλος
Πίεση ελαστικών	1bar	1bar
Camber εμπρός	0 <sup>0</sup>	-2 <sup>0</sup>
Toe εμπρός	0	0
Μετατρόχιο εμπρός	945mm	945mm
Μετατρόχιο πίσω	1180mm	1180mm

#### **5.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Τα αποτελέσματα όπου αποκτήθηκαν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Ο καλύτερος γύρος σημειώθηκε στο Β σκέλος στον δωδέκατο γύρο με χρόνο 0'50"71. Οι μέγιστες στροφές κινητήρα που σημειώθηκαν είναι 16187 Rpm η μέγιστη διαμήκη επιτάχυνση είναι 0,65g ενώ η μέγιστη εγκάρσια επιτάχυνση 1,64g.

Πίνακας 5.2 Αποτελέσματα επί πίστας

N° Out - Lap	Lap Order	Time Lap	Max RPM	Min RPM	Max Speed	Min Speed	Max GF Dec	Max GF Acc	Max GF »»	Max GF ««
Out 1										
Lap 1	27	1' 07" 87	13513	4498	82	28	0.43	-0.42	0.83	-0.8
Lap 2	26	1' 06" 42	13771	4531	84	28	0.37	-0.46	0.87	-0.97
Lap 3	25	1' 04" 46	14260	5018	87	31	0.4	-0.5	0.87	-0.99
Lap 4	24	1' 03" 30	14886	4609	91	28	0.48	-0.46	0.87	-0.9
Lap 5	23	1' 02" 46	14820	4856	90	30	0.55	-0.47	0.9	-0.99
Lap 6	22	1' 01" 63	14918	5303	91	33	0.45	-0.49	0.93	-1.01
Lap 7	21	1' 00" 68	14593	5042	89	31	0.44	-0.45	0.89	-0.95
Lap 8	20	1' 00" 32	14172	5356	87	33	0.42	-0.47	1.1	-1.2
Lap 9	15	0' 57" 52	15128	5411	92	33	0.48	-0.48	1.07	-1.05
Lap 10	16	0' 57" 73	15232	5693	93	36	0.44	-0.45	1.2	-1.12
Lap 11	12	0' 56" 54	14950	6242	91	38	0.61	-0.49	1.13	-1.11
Lap 12	18	0' 58" 43	15523	5952	95	37	0.47	-0.49	1.15	-1.16
Lap 13	14	0' 56" 81	14614	6399	89	40	0.55	-0.53	1.08	-1.22
In Pit		0' 30" 60	9732	-	62	-	0.37	-0.21	0.28	-0.62
Out Theoretical Lap		0' 56" 54	15523	4498	95	28	0.61	-0.53	1.2	-1.22
Out 2										
Lap 1	19	1' 00" 26	14254	5622	87	36	0.48	-0.49	0.94	-1.1
Lap 2	17	0' 57" 89	14387	6184	88	38	0.45	-0.58	1.02	-1.12
Lap 3	12	0' 56" 54	14934	6418	91	40	0.49	-0.5	1.0	-1.13
Lap 4	10	0' 54" 07	14971	6724	91	42	0.46	-0.47	1.16	-1.17
Lap 5	9	0' 53" 33	15896	6940	97	43	0.45	-0.53	1.14	-1.38
Lap 6	6	0' 52" 73	15993	6699	98	41	0.5	-0.56	1.12	-1.3
Lap 7	5	0' 52" 39	15824	6311	97	39	0.51	-0.52	1.24	-1.29
Lap 8	4	0' 52" 12	15549	6699	95	41	0.44	-0.48	1.23	-1.32
Lap 9	2	0' 51" 42	15887	6782	97	42	0.56	-0.65	1.39	-1.32
Lap 10	3	0' 51" 46	16187	7062	99	44	0.45	-0.6	1.45	-1.27
Lap 11	7	0' 52" 75	15435	6572	94	41	0.55	-0.55	1.42	-1.35
Lap 12	1	0' 50" 71	15937	6047	98	38	0.54	-0.64	1.44	-1.44
Lap 13	8	0' 52" 89	15992	6276	98	40	0.55	-0.55	1.24	-1.64
Lap 14	11	0' 56" 34	16079	3824	98	25	0.58	-0.55	1.32	-1.36
In Pit		0' 27" 90	9886	-	61	-	0.48	-0.14	0.42	-0.34
Out Theoretical Lap		0' 50" 71	16187	3824	99	25	0.58	-0.65	1.45	-1.64
Project Theoretical Lap	*	0' 50" 71	16187	3824	99	25	0.61	-0.65	1.45	-1.64

## 5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τις ρυθμίσεις των δυο σκελών συμπεραίνεται ότι οι ρυθμίσεις του δεύτερου σκέλους είναι καλύτερες από του πρώτου διότι πραγματοποιούνται ταχύτεροι χρόνοι. Στο κάθε σκέλος η μέγιστη απόδοση σημειώνεται στον δωδέκατο περίπου γύρο. Οι λόγοι είναι εξωτερικοί παράγοντες όπως η χαμηλή θερμοκρασία που καθυστερεί την αύξηση της θερμοκρασίας των ελαστικών και του κινητήρα για την μέγιστη απόδοσή τους όπως και η θερμοκρασία της πίστας που επιδρά στα ελαστικά.

Άλλες επιδράσεις είναι η κατάσταση των ελαστικών επειδή με την χρήση τους η φθορά τους αυξάνεται και μειώνεται η απόδοση. Με τα συγκεκριμένα ελαστικά που χρησιμοποιήθηκαν μετά από 50 συνολικά γύρους χρονομετρημένους και μη χρονομετρημένους η φθορά τους φαίνεται στην παραμόρφωση τους στις άκρες του πέλματος και στην μείωση του πάχους του όπως φαίνεται στην εικόνα 5.6.



**Εικόνα 5.5** Κατάσταση πίσω αριστερά ελαστικού μετά από 50 γύρους στην πίστα

Οι οδηγικές επιδόσεις που δημιουργούνται από το χαμηλό κέντρο βάρους και τα slick ελαστικά μεγάλης πρόσφυσης είναι πολύ υψηλές όπου οι εγκάρσιες επιταχύνσεις στις στροφές της πίστας ανταγωνίζονται εκείνες των κορυφαίων οχημάτων αγώνων. Ο απλοϊκός σχεδιασμός και η χρήση διαφορετικών υλικών αποσκοπούν στο χαμηλό βάρος του μονοθέσιου με μόλις 62.9Kg ενώ το βάρος του οδηγού 87,9Kg παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανομή και την μεταφορά του βάρους καθώς ζυγίζει περισσότερο από το μονοθέσιο.

Σε αυτή την πτυχιακή εκτός από τη θεωρητική ανάλυση του καρτ κύριο μέρος της ήταν και οι δοκιμές επί πίστας από τις οποίες βγήκαν χρήσιμα συμπεράσματα ότι εκτός από την βέλτιστη ρύθμιση ενός μονοθέσιου ο παράγοντας οδηγός παίζει κι αυτός το δικό του ρόλο στην επίτευξη των καλών επιδόσεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Θ.Ζαχμάνογλου, Γ.Καπετανάκης, Π. Καραμπίλας, Γ. Πατσιαβός, Τεχνολογία αυτοκινήτου πέρα από το 2000, Εκδόσεις ΙΔΕΕΑ, 6<sup>η</sup> έκδοση, Αθήνα 2002.
2. Ιωάννης Κ. Στεργίου, Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, Στοιχεία μηχανών ΙΙ, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα 2002
3. Π. Α. Βουθούνης, Τεχνική Μηχανική Αντοχή των Υλικών, Αθήνα 2003
4. Ιωάννης Θ. Κάππος, Δούλεψε με το Autocad 2008, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα 2007
5. Herb Adams, Chassis engineering, Penguin Group Inc, New York, 1992.
6. Forbes Aird, The race car chassis, Penguin Group Inc, New York, 2008.
7. Carroll Smith, Engineer to win understanding race car dynamics, MBI Publishing Company and Motorbooks, 1984.
8. Carroll Smith, Tune to win the art and science of race car development and tuning, Aero Publishers Inc 1978.
9. Hans B.Pacejka, Tire and Vehicle Dynamics, SAE International, second edition 2005.
10. <http://www.italiankart.com>
11. <http://www.cikfia.com>
12. <http://en.wikipedia.org/wiki>