

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **ΣΧΕΔΙΑΣΗ-ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΟΣ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΛΙΟΠΥΡΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ-ΝΕΚΤΑΡΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΑΣΙΛΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, ΣΕΠ**

**ΠΑΤΡΑ 2013**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην αναλυτική σχεδίαση ενός ποδηλάτου για κάθε είδους επιφάνεια.

Στην αρχή της εργασίας αναφέρεται η εισαγωγή στην ποδηλατοκίνηση με μια ιστορική αναδρομή για το πώς εφευρέθηκε το ποδήλατο. Στην συνέχεια γίνεται μια αναφορά στους τύπους των ποδηλάτων, στα χαρακτηριστικά αυτών και στα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα ποδήλατα. Στο τελευταίο κομμάτι της πτυχιακής εργασίας, γίνεται η σχεδίαση στο πρόγραμμα AutoCAD των επιμέρους στοιχείων καθώς και ολοκληρωμένο το ποδήλατο.

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Νικόλαο Βασιλάκη, καθηγητή εφαρμογών-ΣΕΠ- για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Λιοπύρης Σπυρίδων-Νεκτάριος

Φεβρουάριος 2013

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εισαγωγή της εργασίας αναφέρεται ο ορισμός του ποδηλάτου και η ιστορική αναδρομή-ποιος κατασκεύασε το πρώτο ποδήλατο και πώς εξελίχθηκε αυτό στην πάροδο των χρόνων.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η ανάλυση των διαφόρων τύπου ποδηλάτων-πόλης, βουνού, τουρισμού κ.ά. , αναφέρονται επίσης τα μέρη του ποδηλάτου επιγραμματικά και γίνεται εκτενέστερη αναφορά στην ανατομία του σκελετού-δηλαδή το πώς είναι κατασκευασμένος ο σκελετός-καθώς και στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά αυτού-δηλαδή στο μέγεθος των τροχών, το μέγεθος του σκελετού-ο οποίος παίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην καλή λειτουργία του ποδηλάτου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, δίνονται γενικές πληροφορίες ειδικότερα για τα ποδήλατα mountain bike-το οποίο αποτελεί το αντικείμενο της εργασίας-καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτών αλλά και ο τρόπος με τον οποίο μπορεί κάποιος να ελέγξει το ποδήλατό του για τυχόν προβλήματα και να το συντηρεί.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται εκτενής αναφορά στα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα ποδήλατα, όπως επίσης και στις μηχανικές ιδιότητες των υλικών αυτών, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκλογή του υλικού και στην στιβαρότητα του σκελετού.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, αρχικά αναφέρεται μια ιστορική αναδρομή στα σχεδιαστικά προγράμματα, έπειτα δίνεται ο ορισμός του CAD-computer aided design-και στο τελευταίο κομμάτι γίνεται η δυσδιάστατη και η τρισδιάστατη σχεδίαση του ποδηλάτου.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	2
Περίληψη.....	3
Περιεχόμενα.....	4
Εισαγωγή.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	
1.1.Ανάλυση διαφόρων τύπου ποδηλάτων.....	9
1.2.Τα μέρη του ποδηλάτου.....	14
1.3.Ανατομία σκελετού.....	15
1.4.Γεωμετρία σκελετού.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ	
2.1.Γενικές πληροφορίες για τα ποδήλατα mountain bike.....	26
2.2.Χαρακτηριστικά του μηχανικού σχεδιασμού ενός ποδηλάτου.....	31
2.3.Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των MTB.....	33
2.4.Έλεγχος και συντήρηση ενός MTB.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	
3.1.Υλικά κατασκευής των ποδηλάτων MTB.....	42
3.2.Μηχανικές ιδιότητες υλικών.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ	
4.1.Ιστορική αναδρομή στα σχεδιαστικά προγράμματα.....	51
4.2.Ορισμός CAD.....	52
4.3.Σχεδίαση στο Autocad.....	58
Σχεδίαση των επιμέρους στοιχείων και ολοκληρωμένο το ποδήλατο.....	61
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1. Ποδήλατο, ορισμός:

Ποδήλατο ονομάζεται το δίτροχο (μερικές φορές τρίτροχο) όχημα, που κινείται καθώς ο αναβάτης του χρησιμοποιεί τη μυϊκή δύναμη των ποδιών του. Το ποδήλατο αποτελεί ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο μεταφορικό μέσο. Ο αριθμός των ποδηλάτων του πλανήτη στις μέρες μας υπολογίζεται ότι ξεπερνά το ένα δισεκατομμύριο. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του ποδηλάτου αποτελεί η δυνατότητα του να ανταποκρίνεται σε αρκετά διαφορετικές απαιτήσεις, όπως είναι η μετακίνηση, η άθληση και η ψυχαγωγία.

Στην κλασική του μορφή, το ποδήλατο αποτελείται από δύο τροχούς, οι οποίοι βρίσκονται ο ένας πίσω από τον άλλο και συνδέονται μεταξύ τους με μεταλλικό σκελετό. Βασικά επίσης μέρη ενός τυπικού ποδηλάτου αποτελούν το τιμόνι, η σέλα, το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και τα φρένα. Ως συμπληρωματικός εξοπλισμός, όχι δηλαδή απαραίτητος για τη λειτουργικότητα του ποδηλάτου, χρησιμοποιείται ένα πλήθος εξαρτημάτων.

Αγωνιστικό ποδήλατο: ποδήλατο που έχει τιμόνι με πολλές λαβές, (ώστε να επιτρέπεται και μια αεροδυναμική θέση στον αναβάτη), σύστημα μετάδοσης πολλών ταχυτήτων, λάστιχο με πάχος μικρότερο των 28mm και βάρος μικρότερο από 12kg για πλήρως συναρμολογημένο ποδήλατο.

### 2. Ιστορική αναδρομή

Δεν υπάρχει συγκεκριμένη χρονολογία στην οποία να αποδίδεται η εφεύρεση του ποδηλάτου, επομένως ούτε συγκεκριμένος 'εφευρέτης' αυτού. Πολύ πριν την εμφάνιση κάποιας κατασκευής παρόμοιας με ένα τυπικό σύγχρονο ποδήλατο, έχει καταγραφεί ένα ποικίλο φάσμα οχημάτων που εκμεταλλεύονταν μόνο τη μυϊκή δύναμη του αναβάτη τους.

Μία από τις κατασκευές αυτές, που από πολλούς θεωρείται ο πρόγονος του ποδηλάτου, ήταν η 'draisienne'. Η draisienne κατασκευάστηκε από το Γερμανό βαρόνο Καρλ Φον Ντράις, το 1817 (η ονομασία 'draisienne' αποτελεί γαλλική απόδοση του ονόματος του κατασκευαστή της). Η draisienne ήταν σχεδόν εξολοκλήρου κατασκευασμένη από ξύλο. Μη διαθέτοντας πετάλια, ο αναβάτης την έθετε σε κίνηση σπρώχνοντας με τα πόδια του προς τα πίσω. Η κατασκευή του Φον Ντράις έγινε γνωστή και ως hobby-horse, αντανakλώντας την πεποίθηση των οπαδών της ότι θα αντικαθιστούσε το βασικό μεταφορικό μέσο του 19ου αιώνα, το άλογο.



Σχήμα 2.1 κατασκευή 'draisienne'



*Σχήμα 2.2: Φωτογραφία του Kirkpatrick Macmillan στον οποίο αποδίδεται η σύλληψη του ποδηλάτου.*

Το 1839, ο Σκωτσέζος σιδηρουργός Κιρκπάτρικ Μακμίλαν σχεδιάζει την 'velocipede'. Ο Μακμίλαν βελτίωσε την κατασκευή του Φον Ντράις, εισάγοντας τη χρήση των πεταλιών, συνδεδεμένων με ράβδους με τον οπίσθιο τροχό. Με αυτό τον τρόπο, ο αναβάτης δεν ήταν πλέον αναγκασμένος να φέρνει τα πόδια του σε επαφή με το έδαφος, κάτι που περιόριζε σημαντικά την ταχύτητα του οχήματος. Είκοσι χρόνια αργότερα, το 1860, ο Γάλλος Πιέρ Μισώ αλλάζει το σχέδιο της velocipede, συνδέοντας τα πετάλια απευθείας με τον μπροστινό τροχό. Αργότερα, ο Μισώ θα εισάγει τη χρήση συμπαγούς καουτσούκ στους τροχούς, δείχνοντας ουσιαστικά το δρόμο προς τα γνωστά στις μέρες μας λάστιχα.

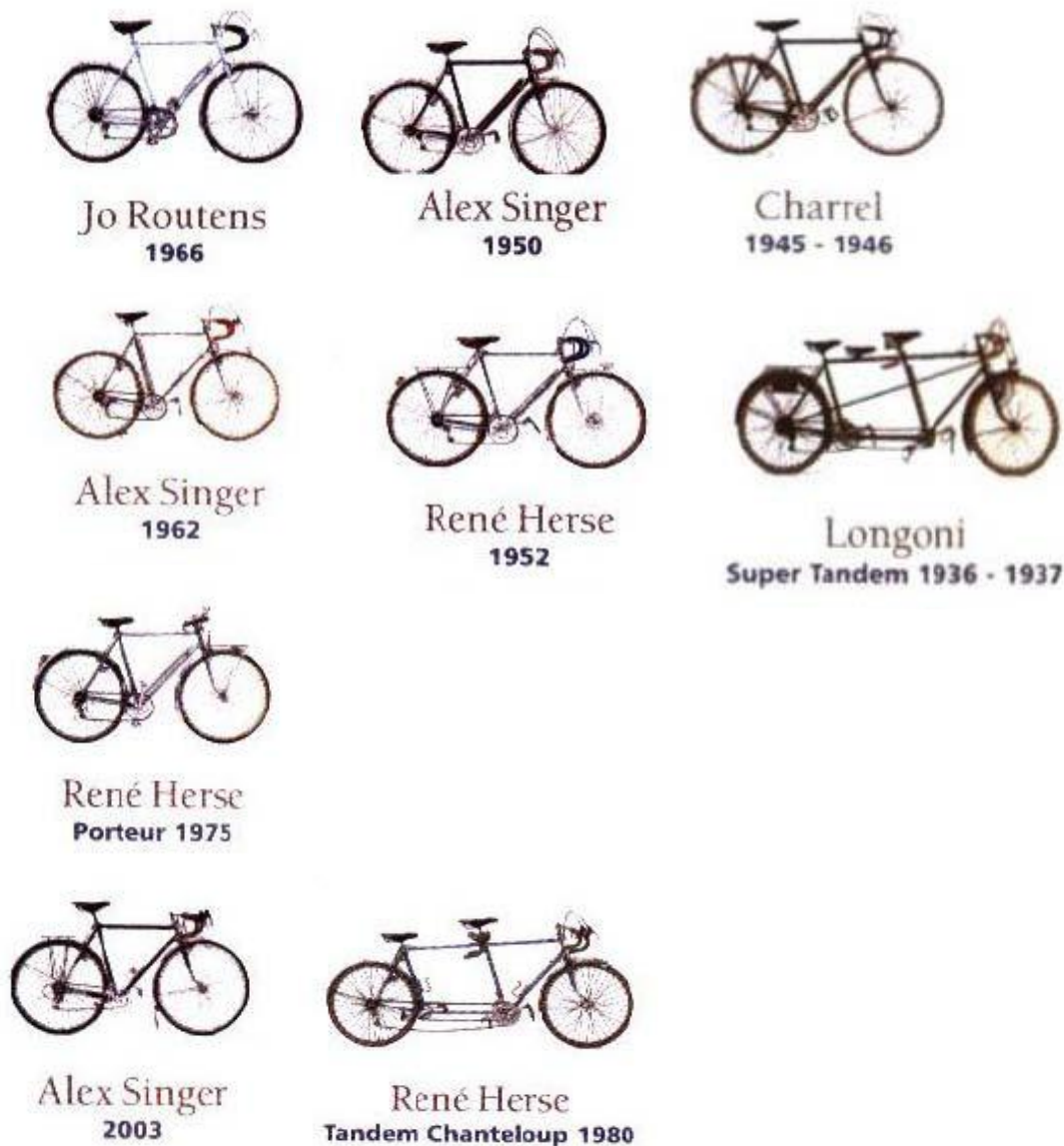
Το 1870 οι Βρετανοί Τζέιμς Στάρλεϋ και Γουίλλιαμ Χίλμαν σχεδιάζουν ένα ποδήλατο με αρκετά μεγαλύτερο μπροστινό τροχό. Με αυτό τον τρόπο καταφέρνουν την εκπληκτική, για την εποχή, ταχύτητα των 24 χλμ/ώρα. Το μοντέλο που κατασκεύασαν ονομάστηκε 'ariel' και ήταν το πρώτο ποδήλατο εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένο από μέταλλο. Βασικό μειονέκτημα του μεγέθους του μπροστινού τροχού του ariel αποτελούσε η ιδιαίτερα υψηλή θέση της σέλας που, λόγω της φτωχής κατανομής βάρους, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ασφάλειας του αναβάτη.

Στην Αγγλία, στα χαρακτηριστικά ποδήλατα με μεγάλο μπροστινό τροχό, αποδόθηκε η χαϊδευτική ονομασία 'renny-farthings'. Η αιτία βρίσκεται στην παρομοίωση του μεγέθους των τροχών ενός τέτοιου ποδηλάτου με τα νομίσματα της εποχής: Ο μεγάλος μπροστινός τροχός δίπλα στον μικρό οπίσθιο, θύμιζε το μεγάλο νόμισμα του ενός renny δίπλα σε αυτό του ενός farthing. Τα επόμενα χρόνια, μια σειρά ενδιαφερουσών ιδεών και εφευρέσεων εφαρμόζονται στο ποδήλατο, βελτιώνοντας το συνεχώς: η μετάδοση κίνησης μέσω αλυσίδας, η χρήση ταχυτήτων, τα φρένα, ο 'κούφιος' σκελετός, το 'δυναμό' και η σαμπρέλα αποτελούν τις πλέον χαρακτηριστικές αυτών των εφευρέσεων. Για παράδειγμα, μετά την εισαγωγή της αλυσίδας και των ταχυτήτων, δεν υπήρχε η ανάγκη ένα ποδήλατο να διαθέτει μεγάλο μπροστινό τροχό προκειμένου να κατορθώνει μεγάλες ταχύτητες. Έτσι, το 1885 είναι η χρονιά που κατασκευάζεται το μοντέλο 'rover', που συχνά χαρακτηρίζεται ως το πρώτο σύγχρονο ποδήλατο. Κατασκευαστής του ήταν ο Τζον Κέμπ Στάρλεϋ, ανιψιός του Τζέιμς Στάρλεϋ.

Η επιστροφή σε μικρότερου μεγέθους τροχούς βελτίωσε σημαντικά την άνεση με την οποία κανείς θα μπορούσε πλέον να κάνει ποδήλατο. Ως φυσικό επακόλουθο, τα τελευταία χρόνια του 19ου αιώνα το ενδιαφέρον του αγοραστικού κοινού για το ποδήλατο έχει αυξηθεί κατακόρυφα. Με το πέρασμα στον 20ο αιώνα ένας μεγάλος

αριθμός ποδηλατικών λεσχών κατακλύζει και τις δύο πλευρές του ατλαντικού ωκεανού, αντικατοπτρίζοντας την καινούργια μόδα.

Παράλληλα, εμφανίζονται οι πρώτες βιομηχανίες κατασκευής ποδηλάτων. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η βιομηχανία Raleigh, η οποία λίγα χρόνια μετά την ίδρυσή της έφτασε να παράγει περίπου 30.000 ποδήλατα το χρόνο. Ιδρυτής της ήταν ο Άγγλος Φρανκ Μπάουντεν.



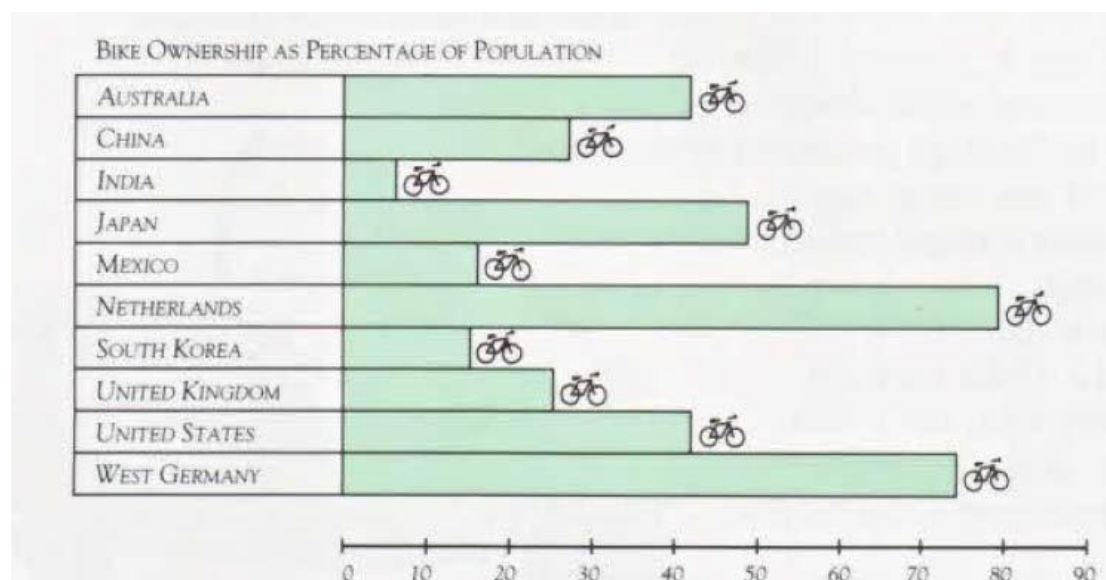
Σχήμα 2.3: Διάφοροι ιστορικοί τύποι ποδηλάτων.



Μέσα στο πρώτο μισό τα μέσα του 20ου αιώνα, το ποδήλατο έχει γίνει το βασικό μέσο μετακίνησης για εκατομμύρια κατοίκους του πλανήτη. Ιδιαίτερα βοηθητική προς αυτή την κατεύθυνση ήταν η επαφή πολλών υπανάπτυκτων χωρών με τις ευρωπαϊκές χώρες, λόγω της αποικιοκρατίας. Από την άλλη πλευρά βέβαια, η ανάπτυξη των μηχανοκίνητων μέσων μεταφοράς είχε ως αποτέλεσμα να μειωθεί αρκετά το ενδιαφέρον για το ποδήλατο σε αρκετές ανεπτυγμένες χώρες.

Εξαιρεση αποτελούν ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία, η Δανία και η Ολλανδία, στις οποίες η χρήση του ποδηλάτου διατηρήθηκε σε υψηλά επίπεδα.

Στην Ελλάδα το πρώτο ποδήλατο ήρθε το 1885, ενώ το 1890, τη χρονιά ίδρυσης της Διεθνούς Ποδηλατικής Ομοσπονδίας, έγιναν οι πρώτοι ποδηλατικοί αγώνες. Το πρώτο ποδηλατοδρόμιο της χώρας κατασκευάζεται στην Αθήνα για τις ανάγκες των πρώτων Ολυμπιακών Αγώνων, Πρόκειται για το μετέπειτα ποδοσφαιρικό Γήπεδο Καραϊσκάκη. Στους Αγώνες του 1896 οι ποδηλάτες Κωνσταντινίδης και Παρασκευόπουλος αναδεικνύονται Ολυμπιονίκες στα δύο αγωνίσματα ποδηλασίας (85 και 320 χιλιόμετρα αντίστοιχα).



Σχήμα 2.4: Πίνακας ενδεικτικός της ποδηλατικής διείσδυσης σε κάθε χώρα (παρά τα χαμηλά ποσοστά της Κίνας, διατηρεί τα πρωτεία σε κουλτούρα ποδηλατικής οδήγησης κυρίως στις μεγαλουπόλεις).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### 1.1.Ανάλυση των διαφόρων τύπου ποδηλάτου

Υπάρχουν αρκετοί διαθέσιμοι τύποι ποδηλάτων, από τα δημοφιλή ποδήλατα βουνού Mountain bikes, τα ποδήλατα δρόμου road bikes, τα ποδήλατα πόλης city bikes, τα ηλεκτρικά ποδήλατα e-bikes και άλλες πιο εξειδικευμένες επιλογές σε ποδήλατα βουνού, δρόμου και παιδικά ποδήλατα. Ακόμη υπάρχουν τα αγωνιστικά ποδήλατα, τα ποδήλατα BMX, τα ποδήλατα ταξιδιού, τα ποδήλατα τουρισμού μακρινών αποστάσεων και τα αναδιπλούμενα ή σπαστά ποδήλατα πόλης.

#### Ποδήλατα Πόλης-city bikes

Τα ποδήλατα πόλης έρχονται σε διάφορους τύπους, ενώ έχουν αρχίσει να γίνονται πολύ διαδεδομένα και στη χώρα μας. Στις ευρωπαϊκές χώρες τα ποδήλατα πόλης χρησιμοποιούνται κατά κόρον εδώ και πολλά χρόνια. Ο κόσμος σιγά σιγά αρχίζει και κινείται όλο και περισσότερο και στους δρόμους, έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη για ένα ποδήλατο άνετο (όπως αυτό του βουνού) αλλά με λεπτότερες ρόδες για γρηγορότερη και πιο άνετη μετακίνηση. Τα ποδήλατα πόλης απευθύνονται στον κόσμο που θέλει να ξεκινήσει το ποδήλατο για την εξάσκηση του, να κάνει μερικές κοντινές βόλτες για αρχή, αλλά και πιο μακρινές όταν αρχίζει και γυμνάζεται όλο και περισσότερο.

Τα ποδήλατα πόλης είναι ένας συνδυασμός ποδηλάτου trekking και ποδηλάτου δρόμου. Αποτελεί τη καλύτερη λύση για διαδρομές μέσα στην πόλη. Το ποδήλατο πόλης διαθέτει: γεωμετρία σκελετού που ταιριάζει με αυτή των ποδηλάτων trekking, κυρτές χειρολαβές, μεγάλα γρανάζια, μεγάλες ρόδες, 28" ή 26", λεπτό προφίλ στα λάστιχα ώστε να μπορεί να αναπτύσσει μεγάλες ταχύτητες και συγχρόνως να είναι ευέλικτο στην κίνηση της πόλης.



*Εικόνα 1.1.1 Γυναικείο ποδήλατο πόλης χωρίς ανάρτηση.*



*Εικόνα 1.1.2 ποδήλατο πόλης με εμπρόσθια ανάρτηση*

#### Ποδήλατα βουνού-Mountain bikes

Τα ποδήλατα αυτής της κατηγορίας έχουν γνωρίσματα όπως ο ιδιαίτερα στιβαρός σκελετός με ιδιαίτερα σχεδιασμένη γεωμετρία, ώστε να δίνουν στον αναβάτη τη σιγουριά της εκτός δρόμου ποδηλασίας. Τα μεγάλου προφίλ ελαστικά με ειδικές εγκοπές, οι ίσιες χειρολαβές και η μεγάλη γκάμα στις σχέσεις ταχυτήτων, βοηθούν τον

αναβάτη να κάνει πιο εύκολη την ανάβαση σε πλαγιές και μέρη με ανώμαλο έδαφος. Στα ποδήλατα βουνού, χρησιμοποιούνται συχνά αμορτισέρ για την βελτίωση της οδηγικής άνεσης και για καλύτερο χειρισμό.

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές, συμπεριλαμβανομένων των μοντέλων πλήρους ανάρτησης τα οποία προσφέρουν απορρόφηση των κραδασμών τόσο για τους εμπρόσθιους όσο και για τους οπίσθιους τροχούς, καθώς και μοντέλα εμπρόσθιας ανάρτησης, τα οποία φροντίζουν για την αντικραδασμικότητα μόνο της εμπρόσθιας ρόδας. Τα σύγχρονα ποδήλατα βουνού που διαθέτουν συστήματα οπίσθιας ανάρτησης έχουν μηχανισμό για την ενεργοποίηση των οπίσθιων αμορτισέρ. Για το ζήτημα της πλήρους ανάρτησης, υπάρχουν πολλές παραλλαγές που προσφέρουν οι κατασκευαστές για διάφορους οδηγικούς σκοπούς.



Εικόνα 1.1.3 ποδήλατο mountain bike

#### Ποδήλατα Δρόμου-road bikes

Τα ποδήλατα δρόμου διαθέτουν ελαφρύ σκελετό και μικρές ενεργειακές ανάγκες, ώστε η κάθε προσπάθεια του αναβάτη να μεταφράζεται σε κίνηση του ποδηλάτου χωρίς καμιά απώλεια. Τα ποδήλατα δρόμου είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η γρήγορη οδήγηση με ειδικό τύπο χειρολαβών για να αποδίδουν στον αναβάτη τη βέλτιστη αεροδυναμική θέση πάνω στο ποδήλατο. Το λεπτό προφίλ του ελαστικού προσδίδει καλύτερο <<ρολάρισμα>> του τροχού στο δρόμο, χαμηλώνοντας έτσι την αντίσταση, την τριβή και την απώλεια ενέργειας.

Ένα οδικό αγωνιστικό ποδήλατο σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να είναι εφικτή η αποτελεσματική μεταφορά ισχύος συνδυάζοντας ελάχιστο βάρος και ελάχιστη έλξη.



Εικόνα 1.1.4 αγωνιστικό ποδήλατο δρόμου

Τα σύγχρονα ποδήλατα δρόμου κατασκευάζονται από ένα ή από το μίγμα των παρακάτω τεσσαρών υλικών: ατσάλι, αλουμίνιο, τιτάνιο, και νήματα άνθρακα. Επίσης τα ποδήλατα αυτά χρησιμοποιούν τροχούς, οι οποίοι είναι περισσότερο αεροδυναμικοί, ανθεκτικοί και ελαφρείς συγκριτικά με τα άλλα είδη ποδηλάτου.

### Ποδήλατα Trekking

Τα ποδήλατα αυτά, φέρουν έναν ιδιαίτερα σταθερό σκελετό, στιβαρό σύστημα τροχών και μεγάλη γκάμα στις σχέσεις ταχυτήτων, ώστε να διευκολύνουν τον ποδηλάτη στην ανάβαση του σε δρόμους με κλίση, ακόμη και όταν μεταφέρει αποσκευές. Ακόμη, τα ποδήλατα αυτά διαθέτουν μεγάλο προφίλ ελαστικών με προστασία κατά των τρυπημάτων τα οποία προσαρμόζονται σε κάθε τύπου έδαφος.

Τα ποδήλατα trekking αποτελούν υβριδικό είδος ποδηλάτων και στοχεύουν στο να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ των ποδηλάτων πόλης και mountain. Η γεωμετρία τους προέρχεται από τα ποδήλατα mountain όμως ο οριζόντιος άξονας τους είναι πιο κοντός έτσι ώστε ο αναβάτης να έχει πιο όρθια στάση οδήγησης και κατ' επέκταση να απολαμβάνει μία πιο ξεκούραστη οδηγική εμπειρία. Αρκετά μοντέλα trekking έχουν χώρο για μεταφορά πραγμάτων ή την υποδομή για να δεχθούν την τοποθέτηση καλαθιού, προστατευτικό αλυσίδας και προειδοποιητικό φωτισμό. Διαφέρουν σε σχέση με τα ποδήλατα πόλης ως προς το σύστημα ταχυτήτων τους. Τα ποδήλατα πόλης έχουν 3, 7 ή 8 ταχύτητες (σε σπάνιες περιπτώσεις) ενώ τα trekking ποδήλατα έχουν 21 ταχύτητες κατ'ελάχιστο. Είναι βαρύτερα από τα ποδήλατα πόλης ενώ είναι κατάλληλα για πατημένο χωμάτινο δρόμο.

### Ποδήλατα πόλης Σπαστά ή αναδιπλούμενα

Οι διαδρομές με ένα μεγάλο μεγέθους ποδήλατο δεν είναι πάντοτε εύκολες, είτε γιατί δεν είναι τόσο ευέλικτα ανάμεσα στα αυτοκίνητα, είτε γιατί η μεταφορά τους με τα μέσα μεταφοράς είναι δύσκολη ή σε κάποιες περιπτώσεις απαγορεύεται. Τα πτυσσόμενα ποδήλατα είναι μικρά, ευέλικτα, με μικρές ρόδες και μειώνουν τον όγκο τους στο μισό όταν παραστεί ανάγκη απλά επειδή διαθέτουν σύστημα αναδίπλωσης.



*Εικόνα 1.1.5 εικόνα από σπαστό ποδήλατο πόλης*

### Ηλεκτρικά ποδήλατα

Τα ηλεκτρικά ποδήλατα διατίθενται σε όλες τις κατηγορίες, με ειδικό σύστημα το οποίο ενισχύει τη δύναμη που αποδίδει ο χρήστης κατά την ποδηλασία κατά ένα ποσοστό το οποίο προκαθορίζει ο ίδιος. Επίσης διαθέτουν αυτονομία από 70 χιλ. απόσταση και περισσότερο, με διακριτικές επαναφορτιζόμενες μπαταρίες, με ελάχιστο κόστος σε κάθε φόρτιση. Τα ηλεκτρικά ποδήλατα έχουν κινητήρια δύναμη τους μύες και ο κινητήρας λειτουργεί υποστηρικτικά, δηλαδή το ποδήλατο κινείται, εφ' όσον

δωθεί ώθηση με τα πόδια στο πετάλ. Τότε αναλαμβάνει ο ηλεκτροκινητήρας να υποστηρίξει και να πολλαπλασιάσει την δύναμη που δώθηκε στο πετάλ και με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται το μέγιστο της απόδοσης.

Υπάρχουν δυο τύποι ηλεκτρικών ποδηλάτων:

-Ηλεκτρικά υποβοηθούμενα ποδήλατα (Electric power-assisted cycles-EPAC, Pedal assist system-PAS ή Pedelecs) όπου ο κινητήρας ελέγχεται από έναν αισθητήρα στα πεντάλ: λειτουργεί όταν δωθεί ώθηση στα πεντάλ.

-Αυτόνομα ηλεκτρικά ποδήλατα (Throttle Based Cycles-TBA) που η λειτουργία του κινητήρα ελέγχεται από τον αναβάτη μέσω γκαζιού, όπως στις μοτοσυκλέτες.

Σε ένα τυπικό ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο με κινητήρα 250W και μπαταρία λιθίου 10Ah, οι κατασκευαστές δηλώνουν μια μέση αυτονομία 35-50 χιλιομέτρων. Η κατανάλωση ενέργειας επηρεάζεται από το φορτίο, την κατάσταση του οδοστρώματος, τον άνεμο, το ποσοστό υποβοήθησης και βέβαια περισσότερο απ' όλα από την κλίση του δρόμου. Ακόμη πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μειώνουν τη χωρητικότητα της μπαταρίας και κατά συνέπεια, την αυτονομία που μπορεί τελικά στην πράξη να διαφέρει αρκετά. Κάποιος που κινείται σε σχετικά επίπεδες διαδρομές με χαμηλότερο ποσοστό υποβοήθησης μπορεί εύκολα να δει περισσότερα χιλιόμετρα, ενώ αντίθετα σε πολύ ανηφόρα, λιγότερα.



*Εικόνα 1.1.6 Ηλεκτρικό ποδήλατο*

Ο χρόνος που χρειάζεται για να φορτίσει μια μπαταρία, εξαρτάται από το είδος της, την χωρητικότητά της, τον φορτιστή και από την κατάσταση φόρτισης και κυμαίνεται από 4 έως 8 ώρες. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι μπαταριών σε ηλεκτρικά ποδήλατα είναι οι κλειστές μπαταρίες μολύβδου-οξέος και οι μπαταρίες λιθίου. Οι μπαταρίες μολύβδου είναι οι φθηνότερες, αλλά έχουν πολύ μεγαλύτερο βάρος και μικρότερη διάρκεια ζωής ενώ οι μπαταρίες ιόντων λιθίου είναι ελαφρύτερες και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

### Ποδήλατο τουρισμού-ταξιδιού

Τα ποδήλατα τουρισμού είναι κατασκευασμένα από υψηλής ποιότητας και αντοχής κράμα ατσάλιου που προσφέρει άνεση σε μεγάλες διαδρομές και περιλαμβάνουν όλες τις απαραίτητες υποδοχές για σχάρες και φτερά, ενώ τα συστήματα μετάδοσης και φρένων τους είναι προσεκτικά επιλεγμένα για την προορισμένη χρήση του κάθε μοντέλου.



Το μεγαλύτερο πρόβλημα για έναν ποδηλατοτουρίστα είναι το κουβάλημα των μπαγκαζιών του. Όλες οι αποσκευές θα πρέπει να κουβαληθούν και να τακτοποιηθούν έτσι ώστε να είναι τακτοποιημένα σωστά, να μην εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες και -πράγμα πολύ σημαντικό- το βάρος τους να επηρεάζει όσο το δυνατό λιγότερο το κέντρο βάρους του ποδηλάτου, άρα και την ευστάθειά του, άρα και την οδηγική ασφάλειά του.

Η συνήθης λύση είναι ένα καλό ζευγάρι σακίδια στη πίσω σχάρα ή αν το ταξίδι είναι για πολλές μέρες τότε η λύση είναι τα σακίδια να τοποθετηθούν εμπρός και πίσω για να κατανεμηθεί το βάρος σωστότερα. Όμως τα τελευταία χρόνια έχει παρουσιαστεί εναλλακτική λύση, τα trailers. Παλιότερα υπήρχαν σε πολυταξιδεμένα ποδήλατα σαν ιδιοκατασκευές. Το σασί του trailer στηρίζεται πάνω σε μια 16άρα ρόδα με αλουμινένιο στεφάνι και κέντρο. Το κομμάτι που εδράζεται στο ποδήλατο συνδέεται με το κυρίως σασί με έναν άξονα που του επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση δεξιά αριστερά (δουλεύει όπως ένα τιμόνι). Όλο το σύστημα ζυγίζει πολύ λίγα κιλά (κάτω των 10 κ.) και ανάλογα τον κατασκευαστή δίνεται πολύ μεγαλύτερο ωφέλιμο φορτίο.



Εικόνα 1.1.7 εικόνα από διπλό ποδήλατο ταξιδιού και trailer

### Ποδήλατα BMX

Τα ποδήλατα bmx διαφέρουν σε σχέση με τα υπόλοιπα, διότι έχουν διαφορετικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά στον σκελετό, που είναι και το σημαντικότερο κομμάτι κάθε ποδηλάτου. Οι απλές κατασκευές ποδηλάτων bmx διαθέτουν συνήθως ένα περισσότερο στιβαρό σκελετό, λόγω των υλικών κατασκευής και του μικρότερου μεγέθους του σκελετού. Επίσης διαθέτουν μικρότερες ρόδες αλλά δεν δίνεται η δυνατότητα εναλλαγής ταχυτήτων καθώς υπάρχουν μόνο δύο τροχαλίες (στον πίσω τροχό και στο πεντάλ), με τις οποίες ο αναβάτης δίνει την κίνηση στο ποδήλατο.

Ο όρος BMX χρησιμοποιείται για να περιγράψει ποδήλατα κατάλληλα για αγώνες ταχύτητας ανώμαλου δρόμου σε χωμάτινες πίστες και επίδειξης σε ασφάλτινους δρόμους, πάρκα και πλατείες. Τα BMX ποδήλατα που προορίζονται για αγώνες ταχύτητας είναι κατασκευασμένα από ελαφρύτερα υλικά όπως το τιτάνιο και το αλουμίνιο. Είναι συνήθως μικρότερα από τα υπόλοιπα και δεν έχουν αξιοσημείωτες αντοχές σε υπερβολικά άλματα. Τα BMX ποδήλατα που προορίζονται για αγώνες επίδειξης είναι κατασκευασμένα συνήθως από υλικά που τους εξασφαλίζουν μεγαλύτερη αντοχή όπως το ατσάλι.



### 1.3. Ανατομία σκελετού

Ο σκελετός του ποδηλάτου είναι το κύριο στοιχείο ενός ποδηλάτου, πάνω στο οποίο προσαρμίζονται οι τροχοί και τα άλλα μέρη του. Ένα σύγχρονο και πολύ κοινό σχέδιο αποτελείται από δύο τρίγωνα, ένα κεντρικό τρίγωνο και ένα ζευγαρωτό οπίσθιο τρίγωνο. Αυτός είναι ο πιο γνωστός σκελετός ποδηλάτου που αποκαλείται και σκελετός-διαμάντι. Εκτός από τον κυρίαρχο σκελετό-διαμάντι, υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι πλαισίων που έχουν αναπτυχθεί για το ποδήλατο, μερικοί από τους οποίους χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα.

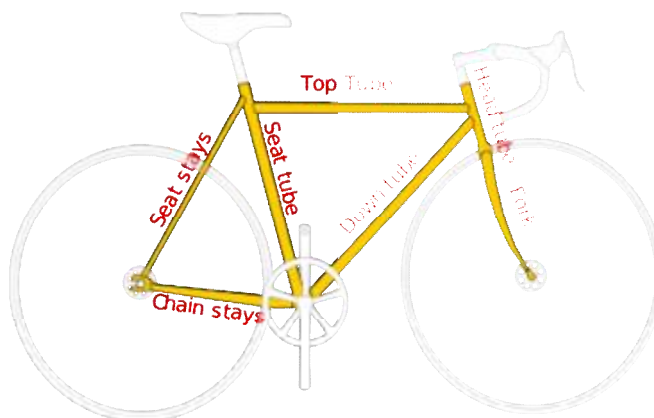
Στον σκελετό διαμάντι, το κεντρικό τρίγωνο αποτελείται από το κούτελο (head tube), τον πάνω σωλήνα (top tube), τον κάτω σωλήνα (down tube) και τον σωλήνα της σέλας (seat tube). Το πίσω τρίγωνο αποτελείται από τον σωλήνα της σέλας και τα ζευγαρωτά seatstays και chainstays. Το κούτελο ενσωματώνει το headset, το οποίο συνδέεται με το εμπρόσθιο πιρούνι. Ο πάνω σωλήνας συνδέει το κούτελο με τον σωλήνα της σέλας στην κορυφή, ενώ ο κάτω σωλήνας συνδέει το κούτελο με την μεσαία τριβή και το κάτω άκρο του σωλήνα της σέλας. Το πίσω τρίγωνο ενώνεται στα οπίσθια άκρα των πιρουνιών, όπου επισυνάπτεται ο πίσω τροχός. Αποτελείται από τον σωλήνα της σέλας και τα ζευγαρωτά chain stays and seat stays. Τα chain stays τρέχουν παράλληλα με την αλυσίδα και συνδέουν την μεσαία τριβή με τα πίσω άκρα του πιρουνιού. Τα seat stays συνδέονται με το επάνω μέρος του σωλήνα της σέλας (συχνά στο ίδιο ή σε πλησιέστερο σημείο σε σχέση με την κορυφή του σωλήνα σέλας) και τα πίσω άκρα των πιρουνιών.

#### Σωλήνες σκελετού

Ο σκελετός- διαμάντι όπως προαναφέρθηκε, αποτελείται από δύο τρίγωνα, ένα κεντρικό τρίγωνο και ένα ζευγαρωτό οπίσθιο τρίγωνο. Το κύριο τρίγωνο αποτελείται από το κούτελο, τον πάνω σωλήνα, τον κάτω σωλήνα και τον σωλήνα της σέλας. Το οπίσθιο τρίγωνο αποτελείται από τον σωλήνα της σέλας και τα ζευγαρωτά chain stays και seat stays.

#### Κούτελο (Head tube)

Το κούτελο περιέχει το headset και τα ρουλεμάν για το εμπρόσθιο πιρούνι μέσω του steerer tube. Σε ένα ενσωματωμένο headset, το ρουλεμάν διασυνδέεται απευθείας με την εσωτερική επιφάνεια του κούτελου, ενώ σε ένα μη ενσωματωμένο headset ενώνονται με εγκοπές που χαράσσονται στο κούτελο.



Σχήμα 1.3.1. Τα μηχανικά μέρη ενός σκελετού-διαμάντι.



### Άνω σωλήνας (Top tube)

Ο άνω σωλήνας, ή αλλιώς cross-bar, συνδέει την κορυφή του κούτελου με την κορυφή του σωλήνα της σέλας. Στην παραδοσιακή γεωμετρία ενός κλασσικού σκελετού αγωνιστικού ποδηλάτου ο άνω σωλήνας τοποθετείται οριζόντια. Σε έναν σκελετό σύνθετης γεωμετρίας, ο άνω σωλήνας έχει κλίση προς τον σωλήνα της σέλας. Σε ένα σκελετό για ποδήλατο βουνού, ο άνω σωλήνας έχει σχεδόν πάντα κλίση προς τα κάτω προς τον σωλήνα της σέλας. Στα πλαίσια για ποδήλατα τύπου step-through ο άνω σωλήνας έχει πάντα απότομη κλίση για να επιτρέψει στον αναβάτη να ανεβοκατεβαίνει από το ποδήλατο πιο εύκολα. Τα καλώδια ελέγχου ενσωματώνονται κατά μήκος της δοκού του άνω σωλήνα, ή μερικές φορές μέσα στον άνω σωλήνα. Συνήθως, αυτά τα καλώδια είναι των πίσω φρένων, αλλά ωστόσο σε μερικά ποδήλατα βουνού ή και σε υβριδικά, κατά μήκος του άνω σωλήνα περνάνε επιπλέον τα εμπρόσθια και τα οπίσθια καλώδια ντεραγιέ. Ο χώρος μεταξύ του άνω σωλήνα και της βουβωνικής χώρας του αναβάτη, όσο αυτός στέκεται στο έδαφος ονομάζεται clearance. Το συνολικό ύψος από το έδαφος μέχρι αυτόν τον σωλήνα αποκαλείται height lever.

### Κάτω σωλήνας (Down tube)

Ο κάτω σωλήνας συνδέει το κούτελο με το περίβλημα της μεσαίας τριβής. Στα αγωνιστικά ποδήλατα, σε μερικά ποδήλατα βουνού και σε μερικά υβριδικά, τα καλώδια ντεραγιέ τρέχουν κατά μήκος αυτού του σωλήνα, είτε στο εσωτερικό του κάτω σωλήνα. Στα παλαιότερα αγωνιστικά ποδήλατα, οι μοχλοί αλλαγής ήταν τοποθετημένοι στον κάτω σωλήνα. Στα νεώτερα, είναι τοποθετημένα μαζί με τις μανέτες των φρένων στο τιμόνι. Οι αναρτήσεις της παγουροθήκης είναι επίσης στον κάτω σωλήνα, συνήθως στην επάνω πλευρά, ενίοτε και στην κάτω πλευρά. Εκτός από την παγουροθήκη, ορισμένες φορές τοποθετούνται σε αυτόν τον σωλήνα και μικρές αντλίες αέρα.

### Κάθετος Σωλήνας (Seat tube)

Ο σωλήνας θέσης ή αλλιώς κεντρικός σωλήνας περιέχει τον λαιμό της σέλας (seatpost), ο οποίος συνδέεται με τη σέλα. Το ύψος της σέλας είναι ρυθμιζόμενο, με την αλλαγή του βαθμού εισδοχής του λαιμού της σέλας στον σωλήνα θέσης. Σε μερικά ποδήλατα, αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας έναν γρήγορο μοχλό απελευθέρωσης. Ο λαιμός της σέλας πρέπει να εισάγεται κατά ένα τουλάχιστο (μίνιμουμ) μήκος, το οποίο επισημαίνεται με έναν δείκτη μίνιμουμ εισδοχής. Ο σωλήνας θέσης, μπορεί επίσης να έχει αναρτήσεις για την παγουροθήκη ή για τα εμπρόσθια καλώδια ντεραγιέ.

### Κάτω ψαλίδια (chainstays)

Τα chainstays διατρέχουν παράλληλα με την αλυσίδα, και συνδέουν το περίβλημα της μεσαίας τριβής με τα πίσω άκρα του πιρουνιού. Όταν το πίσω καλώδιο ντεραγιέ δρομολογείται εν μέρει κατά μήκος του κάτω σωλήνα, τότε θα κατευθύνεται επίσης κατά μήκος των chainstays. Μερικές φορές (κυρίως για σκελετούς με χρονολογία κατασκευής προ της δεκαετίας του 1990) οι βάσεις για τα δισκόφρενα συνδέονται στα chainstays. Επιπλέον μπορεί να υπάρχει ένα μικρό στήριγμα που θα συνδέει τα chainstays μπροστά από τον οπίσθιο τροχό και πίσω από την μεσαία τριβή. Τα chainstays μπορεί να είναι ευθεία είτε υπό την μορφή κωνικών σωλήνων.

### Άνω ψαλίδια (Seat stays)

Τα seat stays συνδέουν το επάνω μέρος του σωλήνα θέσης (συχνά στο ίδιο ή κοντά στο ίδιο σημείο που συνδέεται και ο άνω σωλήνας) με τα πίσω άκρα του πιρουιού. Υπάρχει μία παραλλαγή σκελετού όπου τα seat stays διαπερνούν τον σωλήνα θέσης και καταλήγουν λίγο πιο μπροστά από τις οπίσθιες καταλήξεις του άνω σωλήνα, δημιουργώντας ένα μικρό τρίγωνο. Το στυλ αυτό τον ονομάζουμε Hellenic, ελέω του κατασκευαστή του Fred Hellens που το εισήγαγε το 1923. Οι εκφράσεις *single seatstay*, *mono stay* και *wishbone*, όλες αναφέρονται σε Seat stays που ενώνονται σε ένα σημείο προτού ενωθούν με το εμπρόσθιο τρίγωνο του ποδηλάτου. Ο όρος *dual seatstay* αναφέρεται σε Seat stays που ενώνονται σε δύο ξεχωριστά σημεία. Τα Fastback seatstays συναντούν τον σωλήνα θέσης στην πίσω πλευρά αντί πλαγίως. Μπορεί επιπλέον να υπάρχει βραχίονας που συνδέει τα stays πάνω από τον οπίσθιο τροχό και κάτω από το σημείο σύνδεσης με τον σωλήνα θέσης. Προσφέρει εκτός από πρόσθετη αντιστήριξη και ένα σημείο στήριξης για τα οπίσθια φρένα. Τα seat stays επιπλέον παρέχουν ένα σημείο στήριξης για την οπίσθια ζάντα και τα δισκόφρενα. Στην περίπτωση που το οπίσθιο καλώδιο ντεραγιέ δρομολογείται εν μέρει κατά μήκος του επάνω σωλήνα, είναι επίσης σύνηθες να κατευθύνεται και κατά μήκος του σωλήνα της σέλας. Στις μέρες μας υπάρχουν σκελετοί για αγωνιστικά ποδήλατα με συνδυασμό αλουμινίου και ανθρακονημάτων. Σε αυτά χρησιμοποιούνται ανθρακονήματα για τα seat stays και αλουμίνιο για τους υπόλοιπους σωλήνες. Ο σχεδιασμός αυτός εκμεταλλεύεται την καλύτερη απορρόφηση κραδασμών που προσφέρουν οι ίνες άνθρακα σε σύγκριση με το αλουμίνιο.



Εικόνα 1.3.2. Παράδειγμα σκελετού με dualstay seatstays

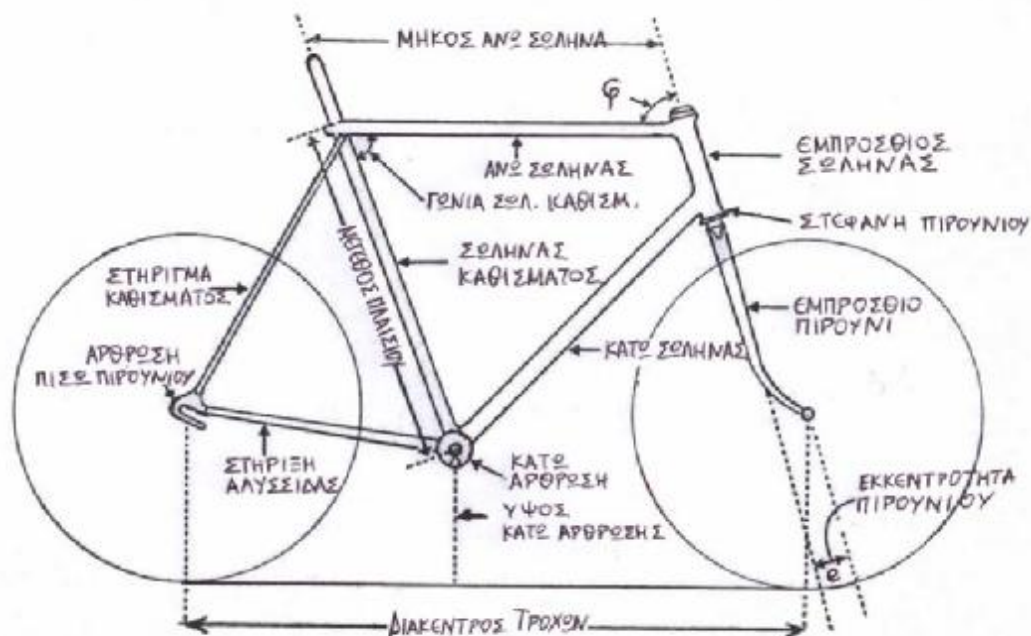
### Μεσαία Τριβή(Bottom bracket shell)

Η μεσαία τριβή είναι ένας φαρδύς και λεπτός σωλήνας, σε σχέση με τους άλλους σωλήνες του πλαισίου. Τοποθετείται κάθετα σε σχέση με τον σωλήνα θέσης, τον κάτω σωλήνα και τα chainstays, οι οποίοι και οι τρεις καταλήγουν στο μεσαίο σημείο της μεσαίας τριβής. Σε μερικές παραλλαγές σκελετών η μεσαία τριβή είναι προσαρμόσιμη επιτρέποντας το τέντωμα και την χαλάρωση της αλυσίδας.

Υπάρχουν κάποια παραδοσιακά πρότυπα για το πλάτος του κελύφους (68, 70 ή 73mm). Μερικά σύγχρονα ποδήλατα έχουν κέλυφος πλάτους 83 ή 100 mm κυρίως όμως εφαρμόζονται σε ειδικά ποδήλατα βουνού ή χιονιού. Το πλάτος του κελύφους επηρεάζει τον παράγοντα Q ή αλλιώς το πέγμα του ποδηλάτου. Ενδιαφέρον είναι ότι

στην μεσαία τριβή απορροφάται η πλειοψηφία των ασκούμενων δυνάμεων (επομένως και η απορροφούμενη από το ποδήλατο ενέργεια), κατά την οδήγηση ή και στάση του ποδηλάτου.

#### 1.4.Γεωμετρία σκελετού



Σχήμα 1.4.1.γεωμετρικά χαρακτηριστικά σκελετού

Η γεωμετρία του πλαισίου εξαρτάται από την προοριζόμενη χρήση. Για παράδειγμα, ένα ποδήλατο δρόμου θα έχει το τιμόνι σε μια χαμηλότερη θέση σε σχέση με την σέλα, καταλήγοντας σε μία κεκλιμένη θέση οδήγησης. Αντιθέτως άλλα ποδήλατα δίνουν έμφαση στην άνεση του αναβάτη με αποτέλεσμα να δίνουν υψηλότερη θέση στο τιμόνι και να διαθέτουν όρθια θέση οδήγησης. Προφανώς η γεωμετρία του σκελετού καθορίζει τα χαρακτηριστικά χειρισμού του ποδηλάτου.

Με τον όρο χαρακτηριστικά χειρισμού του ποδηλάτου, εννοούνται όλες εκείνες οι παράμετροι, οι οποίες ορίζουν το μέγεθος ενός ποδηλάτου, την συμπεριφορά του, αλλά και τα προσόντα που προσφέρουν στον αναβάτη του, όπως άνεση, ευκολία στη μετακίνηση, σταθερότητα και άλλα. Συγκρίνοντας λοιπόν δύο διαφορετικά πλαίσια, ακόμα και αν πρόκειται για τον ίδιο τύπο ποδηλάτου, παρατηρούμε διαφορετική γωνία του σωλήνα θέσης, διαφορετικό μήκος μπροστινού τμήματος, και γενικότερα, όλα τα κομμάτια μπορεί να είναι διαφορετικά ή και ίδια, αλλά η συναρμολόγησή τους διαφορετική κάνοντας έτσι, κάθε ποδήλατο ξεχωριστό, με διαφορετικές δυνατότητες. Έτσι όταν ένας άνθρωπος πρόκειται να αγοράσει ένα ποδήλατο, έρχεται αντιμέτωπος με ξεχωριστά ποδήλατα, που αποτελούνται από διάφορους συνδυασμούς. Οι διαστάσεις που έχουν σημασία για τον ποδηλάτη είναι οι εξής:

## Μέγεθος τροχών

Με εξαίρεση τα πτυσσόμενα ποδήλατα, υπάρχουν δύο κοινά μεγέθη τροχών: 26inch και 700c (επίσης γνωστή ως 28 "). Τα 26 "προέρχεται από τα ποδήλατα βουνού και είναι γενικά διαθέσιμα σε ένα μεγαλύτερο (δηλαδή πιο άνετα) φάσμα μεγεθών. Τα 28 "είναι εν γένει διαθέσιμα σε πιο λεπτά πλάτη (δηλαδή γρηγορότερα) μεγέθη. Λεπτά λάστιχα σημαίνουν ταχύτητα. Φαρδιά σημαίνουν άνεση.

## Stand over Height

Το μέσο ύψος που βρίσκεται ο άνω σωλήνας πάνω από το έδαφος, δεδομένου ότι σε κάποια ποδήλατα, ο άνω σωλήνας είναι κεκλιμένος.

## Το ύψος της σέλας

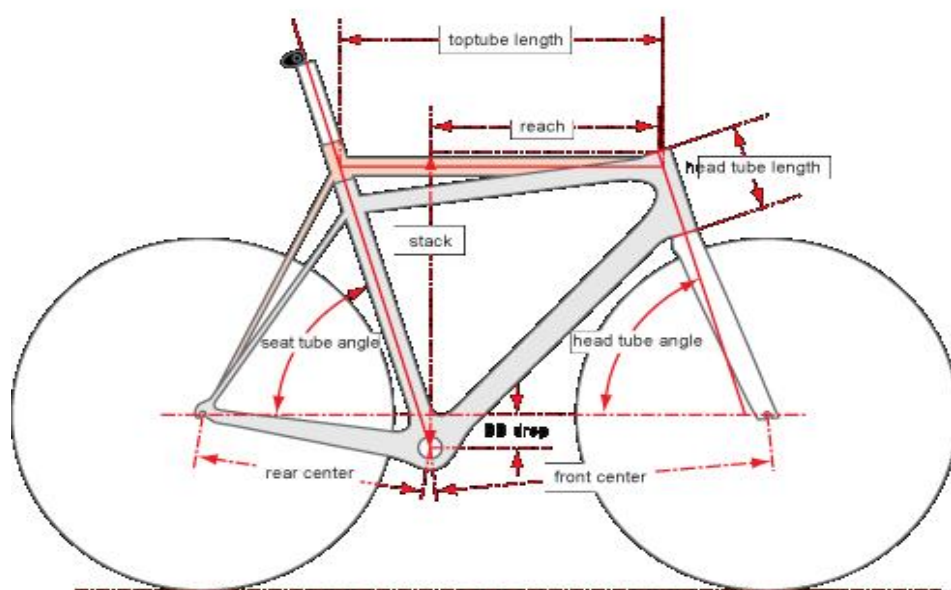
Είναι η απόσταση από το κέντρο του Bottom Bracket μέχρι το μεσαίο σημείο της σέλας.

## Reach

Η απόσταση από την σέλα, στο τιμόνι, είναι πολύ σημαντική. Τοποθετώντας το τιμόνι πιο ψηλά, έχει κανείς περισσότερο έλεγχο και καλύτερη αίσθηση ασφάλειας, ενώ πιο χαμηλά κερδίζει σε αεροδυναμικό συντελεστή και μεγαλύτερες ταχύτητες.

## Toe overlap

Η απόσταση των ποδιών από την διεύθυνση του εμπρόσθιου τροχού. Αυτό το μέγεθος θέλει μεγάλη προσοχή, καθώς σε περίπτωση λάθους, κάθε φορά που το ποδήλατο θα μπαίνει σε στροφή, ο τροχός θα έρχεται σε επαφή με το πόδι του αναβάτη.



Σχήμα 1.4.2. Μερικές από τις καθοριστικές διαστάσεις στο σχεδιασμό ενός ποδηλάτου

Όταν όμως ένας μηχανικός μπαίνει στην διαδικασία σχεδιασμού ενός σκελετού ποδηλάτου, θα πρέπει να έχει κατά νου του, και άλλα μεγέθη που είναι σημαντικά, και πως αυτά επηρεάζουν την συμπεριφορά του ποδηλάτου. Πιο συγκεκριμένα:

### **1. Το μήκος του σωλήνα θέσης**

Το μέγεθος ενός ποδηλάτου μετράται με βάση το μήκος του σωλήνα θέσης. Συγκεκριμένα τα τελευταία χρόνια οι διαστάσεις στα ποδήλατα μετρούνται κέντρο-κέντρο, με μόνη εξαίρεση τον Head Tube που μετράται από το κάτω του σημείο έως το ανώτατο. Έτσι έχουμε το σωλήνα θέσης να μετράται από την κορυφή του, μέχρι το κέντρο του Bottom Bracket.

### **2. Η γωνία του σωλήνα θέσης**

Η κλίση του σωλήνα θέσης, ορίζεται στο κλασικό ποδήλατο, ως η γωνία μεταξύ του Άνω σωλήνα, και του σωλήνα θέσης. Στα περισσότερα ποδήλατα αυτή κυμαίνεται από 72-74 μοίρες. Πρόκειται για μια από τις πιο σημαντικές διαστάσεις, καθώς ορίζει την θέση της σέλας ως προς το Bottom Bracket, και εν συνεχεία ως προς τα πετάλια. Σαν αποτέλεσμα επηρεάζει την γωνία των ποδιών και των αρθρώσεων του αναβάτη. Δεδομένου ότι με βάση την γωνία των αρθρώσεων του αναβάτη, η απόδοση των δυνάμεων στο ποδήλατο δεν είναι ίδια, μπορεί να σημαίνει την διαφορά μεταξύ ενός καλού και ενός μέτριου ποδηλάτου.

Γενικά μια μοίρα διαφορά στην γωνία του σωλήνα θέσης, μεταφράζεται σε περίπου ένα εκατοστό διαφορά στο μήκος του άνω σωλήνα. Για την καλύτερη ρύθμιση της θέσης, αλλά και για να μειώσουν οι σχεδιαστές την σημασία του μεγέθους αυτού, εφεύραν σέλες, που έχουν την δυνατότητα μετατόπισης εμπρός πίσω για ένα δύο πόντους.

### **3. Setback**

Ορίζεται ως η οριζόντια απόσταση μεταξύ του εμπρόσθιου μέρους της σέλας και του κέντρου της μεσαίας τριβής. Αποτελεί ένα ακριβή τρόπο μέτρησης της γωνίας του σωλήνα της σέλας.

### **4. Μεταξόνιο**

Και εδώ η διάσταση μετράται κέντρο-κέντρο, δηλαδή πρόκειται για την απόσταση από τον μπροστά έως τον πίσω άξονα του τροχού. Σε αυτόν τον τομέα ανήκουν και οι αποστάσεις κέντρο – εμπρός (BB – άξονας μπροστινού τροχού) και πίσω-κέντρο (Chain Stays), για το πώς θα συμπεριφέρεται το ποδήλατο. Γενικά προτιμάται να έχουμε μεγάλα Chain-stays, ώστε το ποδήλατο να παίρνει πιο στρωτά την στροφή. Βέβαια αν παραείναι μεγάλα, τότε ο ποδηλάτης θα έχει πρόβλημα να πάρει κλειστές στροφές και να μανουβράρει το ποδήλατό του εύκολα.

### **5. Κλίση του μπροστινού μέρους (Head Tube)**

Το μεταξόνιο αλλά και η απόσταση κέντρο-εμπρός, επηρεάζεται πολύ από την κλίση του μπροστινού σωλήνα. Σαν συνέπεια αυτό επηρεάζει την κατανομή βάρους.

Γενικά προτιμάται να έχουμε περίπου 45% του συνολικού βάρους (αναβάτης – ποδήλατο) στον μπροστινό τροχό και 55% στον πίσω. Κατά τη διάρκεια γρήγορων καταβάσεων λοιπόν, αυτό θα δώσει ένα πιο σταθερό ποδήλατο και θα διευκολύνει μια ενδεχόμενη στροφή. Πολύ βάρος πίσω, κάνει μια καθιστή ανάβαση (ο ποδηλάτης κάθεται στην σέλα) , πιο δύσκολο να ευθυγραμμίσει το τιμόνι του. Γενικά δεν υπάρχει πάντως κάποιος επιτακτικός κανόνας για την αναλογία του βάρους. Σε συνδυασμό με την *μετατόπιση του μπροστινού σωλήνα* (αναφορά παρακάτω), ελέγχεται το λεγόμενο Wheel flop, που είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το τιμόνι ξαφνικά αποκτά την τάση να υπερστρέψει. Μια πιο μεγάλη (ορθή) γωνία του Head Tube, έχει σαν αποτέλεσμα να απαιτείται λιγότερη δύναμη για το στρίψιμο, ειδικά αν υπάρχει πολύ μικρό ίχνος (Trail). Έτσι ένα ποδήλατο με 'ρηχή' κλίση θα στρίβει πολύ γρήγορα και για την αντιστάθμιση αυτού, θα θέλουμε μεγαλύτερο ίχνος, ώστε το ποδήλατο να μην γίνει ανεξέλεγκτο. Συνήθης τιμή είναι από 71.5 – 80 μοίρες σε συνδυασμό με το ίχνος να κυμαίνεται από 55 έως 60mm. Σύμφωνα με μελέτες, η πιο αποδοτική κλίση, είναι στις 80 μοίρες.

## 6. Μετατόπιση του μπροστινού μέρους (Fork Rake)

Πρόκειται για την κάθετη απόσταση μεταξύ του μπροστινού Head Tube, και του άξονα της μπροστινής ρόδας. Στα αγωνιστικά ποδήλατα, κυμαίνεται από 40-45 mm. (9) Η απόσταση αυτή, επήλθε από την αρχή της ιστορίας του ποδηλάτου, με τα τότε ποδήλατα να αντιμετωπίζουν σοβαρό πρόβλημα αστοχίας του μπροστινού πιρουιού από κραδασμούς.

## 7. Ίχνος (Trail)

Είναι η οριζόντια απόσταση από το σημείο που διασταυρώνεται ο άξονας περιστροφής του ποδηλάτου, με το έδαφος, έως το σημείο που εφάπτεται ο τροχός με αυτό. Μετράται με θετικό πρόσημο εάν το τελευταίο σημείο είναι πίσω από την διασταύρωση του νοητού άξονα περιστροφής, με το έδαφος (προς το πίσω μέρος του ποδηλάτου δηλαδή). Θετικό ίχνος έχουν τα περισσότερα ποδήλατα.

Πρόκειται για τις πιο καθοριστικές διαστάσεις για την συμπεριφορά του ποδηλάτου. Συνήθως το Fork Rake έχει τιμές από 40-55mm, που έχει σαν αποτέλεσμα 50-63mm ίχνος. Περισσότερο ίχνος μεταφράζεται σαν πιο ομαλή συμπεριφορά στις υψηλές ταχύτητες, αλλά πιο ασούμπαλο στις χαμηλές. Θα μπορούσαμε να υπολογίσουμε την σχέση μεταξύ μετατόπισης μπροστινού μέρους, κλίσης μπροστινού σωλήνα και διάμετρο τροχού με το ίχνος σύμφωνα με αυτή την σχέση

$$\text{Trail} = \frac{Rw \cos(Ah) - Of}{\sin(Ah)}$$

Όπου  $Rw$  η ακτίνα του τροχού,

$Ah$  η κλίση του μπροστινού σωλήνα, μετρημένη ανθρωπολογικά

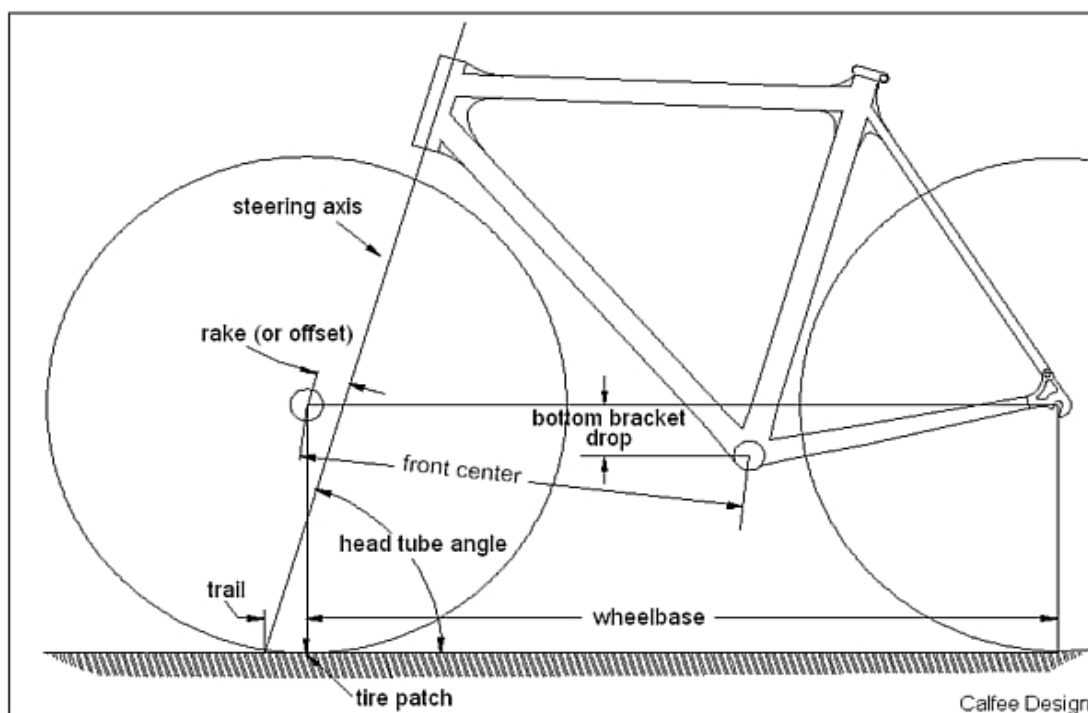
$Of$  η μετατόπιση του μπροστινού τροχού

Κατά την διάρκεια μιας στροφής το ίχνος δεν έχει σταθερή τιμή καθώς το ποδήλατο γέρνει με βάση το έδαφος. Μια παραλλαγή του ίχνους, είναι το Μηχανικό ίχνος, το οποίο ορίζεται σαν την κάθετη απόσταση από την διασταύρωση του άξονα περιστροφής του μπροστινού μέρους με το έδαφος, και το σημείο επαφής του τροχού

με αυτό. Η επιρροή του συγκεκριμένου χαρακτηριστικού στην συμπεριφορά ενός ποδηλάτου, δεν είναι ακόμα πλήρως κατανοήσιμη.

## 8. Bottom Bracket Drop

Μιλάμε για την κάθετη απόσταση από την νοητή ευθεία που σχηματίζουν το κέντρο του μπροστινού τροχού με τον πίσω, και το κέντρο του Bottom Bracket. Η διάσταση αυτή ορίζεται συνήθως στα 70 mm. Είναι αρκετά χαμηλά για να δώσει ένα χαμηλό κέντρο βάρους, και ταυτόχρονα είναι αρκετή για να μπορεί ο ποδηλάτης να κάνει πετάλι χωρίς αυτά να χτυπούν στο έδαφος, κατά τη διάρκεια μιας στροφής. Μπορεί να φτάσει και τα 80 mm, αλλά θα πρέπει ο αναβάτης να έχει λεπτά πετάλια, και όχι πολύ μακριούς άξονες πεταλιών. Βέβαια αυτό εξαρτάται και από τον τροχό που χρησιμοποιεί το ποδήλατο, και για αυτό ποδήλατα με μικρές ρόδες μπορούν να έχουν την απόσταση αυτή ακόμα προς τα πάνω.

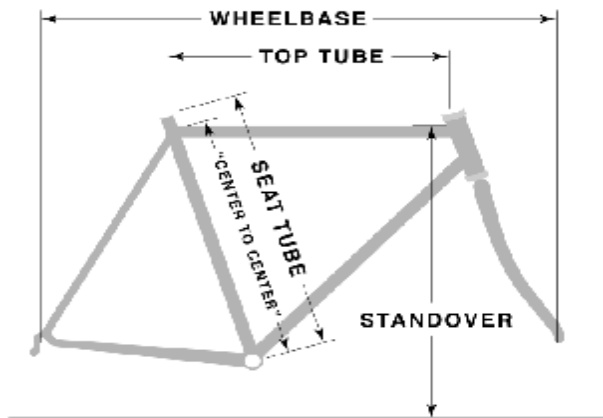


Σχήμα 1.4.3. εικόνα για την απόσταση *bottom bracket drop*

Στα παραδοσιακά ποδήλατα (σχήμα διαμαντιού) ο άνω σωλήνας είναι οριζόντιος. Στα πτυσσόμενα ποδήλατα, αλλά και άλλης κατηγορίας, ο σωλήνας αυτός είναι κεκλιμένος ή δεν υπάρχει καν (στην περίπτωση αυτή θεωρείται νοητά ότι υπάρχει), για να μειωθεί το Stand over height, και να είναι πιο εύκολη η ανάβασή του. Σε ποδήλατα που ο άνω σωλήνας είναι αρκετά κεκλιμένος, έχουν στα σημεία ένωσης με τα υπόλοιπα στοιχεία του σκελετού, ειδικές ενισχύσεις, μιας και τίθεται θέμα αστοχίας υλικού. Σε άλλα πάλι, ο σωλήνας αυτός επιμηκύνεται και παίζει το ρόλο των Seat Stays. Κατά μήκος του σωλήνα αυτού υπάρχουν καλώδια ελέγχου ταχυτήτων και φρένων που βρίσκονται στον πίσω τροχό.



### Μέγεθος σκελετού



Σχήμα 1.4.4. Συνήθεις μετρούμενες διαστάσεις.

Το μέγεθος του σκελετού τυπικά μετράται από το κέντρο της μεσαίας τριβής έως το κέντρο του άνω σωλήνα. Τα "μέσα" τυπικά μεγέθη είναι μεταξύ των 54 ή 56 εκατοστών ( 21,2 - 22 ίντσες) για ένα αγωνιστικό ευρωπαϊκό ποδήλατο ή 46 cm (περίπου 18,5 ίντσες) για ένα ποδήλατο βουνού. Στις ημέρες μας, κατασκευάζεται ένα ευρύ φάσμα γεωμετριών, το οποίο δίνει βάση σε άλλους μεθόδους μέτρησης, τους οποίους δεν θα αναλύσουμε σε αυτήν την εργασία. Τα τυπικά πλαίσια τείνουν να είναι μακρύτερα σε σχέση με τα αγωνιστικά που είναι πιο συμπαγή.

### Ποδήλατα δρόμου και τρίαθλου.

Ένα οδικό αγωνιστικό ποδήλατο σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να είναι εφικτή η αποτελεσματική μεταφορά ισχύος συνδυάζοντας ελάχιστο βάρος και ελάχιστη έλξη. Σε γενικές γραμμές, η γεωμετρία ενός ποδηλάτου δρόμου με οριζόντιο άνω σωλήνα ταξινομείται στην παραδοσιακή γεωμετρία , και ως συμπαγής γεωμετρία με την ύπαρξη επικλινή άνω σωλήνα.

Τα οδικά πλαίσια τυπικής γεωμετρίας χαρακτηρίζονται συχνά από περισσότερη άνεση και μεγαλύτερη σταθερότητα, ενώ τείνουν να έχουν ένα μακρύτερο μεταξόνιο, το οποίο συμβάλλει στα παραπάνω χαρακτηριστικά. Τα οδικά πλαίσια συμπαγούς γεωμετρίας έχουν χαμηλότερο κέντρο βάρους και τείνουν να έχουν μικρότερο μεταξόνιο και μικρότερο οπίσθιο τρίγωνο, που δίνουν στο ποδήλατο ταχύτερο χειρισμό. Επιπλέον στην συμπαγή γεωμετρία η κορυφή του κούτελου βρίσκεται πάνω από την κορυφή του σωλήνα σέλας, μειώνοντας το ύψος standover, αυξάνοντας έτσι το clearance του standover και μειώνοντας το ύψος του κέντρου βάρους. Υπάρχουν διχογνωμίες σχετικά με τα οδηγικά πλεονεκτήματα του συμπαγούς πλαισίου.

Τα αγωνιστικά ποδήλατα τείνουν να έχουν πιο απότομη γωνία για τον σωλήνα σέλας, μετρούμενη σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Η θέση αυτή τοποθετεί τον αναβάτη σε αεροδυναμική και σαφώς σε πιο δυναμική θέση. Η υιοθέτηση αυτού του σχεδιασμού υστερεί σε άνεση(trade off άνεσης και θέσης). Τα οδικά και άνετα ποδήλατα τείνουν να έχουν πιο μικρή γωνία για τον σωλήνα σέλας. Με αυτόν τον σχεδιασμό ο αναβάτης στηρίζεται περισσότερο στα κάτω οστά, ενώ αφαιρεί βάρος από τα χέρια, τους καρπούς, το λαιμό, και ειδικά για τους άνδρες, βελτιώνει την κυκλοφορία των ουροποιητικών και αναπαραγωγικών περιοχών. Με την υιοθέτηση

μικρότερης και λιγότερο απότομης γωνίας, οι σχεδιαστές υποχρεώνονται να επιμηκύνουν τα chainstays, έτσι ώστε το κέντρο βάρους (που ειδάλλως θα ήταν πιο πίσω προς τον τροχό) να επανατοποθετηθεί στην μέση του πλαισίου του ποδηλάτου (έτσι όπως αρμόζει να είναι δηλαδή). Το μακρύτερο μεταξόνιο συμβάλλει στην αποτελεσματική απορρόφηση των κραδασμών.

Στα σύγχρονα μαζικά κατασκευαζόμενα οδικά (άνετα) ποδήλατα, η γωνία του σωλήνα σέλας είναι λιγότερο ομαλή, ίσως για να μειώνεται το κόστος παραγωγής αποφεύγοντας την επαναφορά των μηχανισμών συγκόλλησης στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες, και επομένως δεν παρέχουν την άνεση που πρόσφεραν τα παραδοσιακά ποδήλατα τα οποία είχαν ακόμα πιο ομαλή γωνία στον σωλήνα σέλας.

Αξίζει να τονιστεί, ότι τα αγωνιστικά ποδήλατα δρόμου ρυθμίζονται από τις οδηγίες του οργανισμού UCI. Έτσι κάθε αγωνιστικό ποδήλατο θα πρέπει να συμφωνεί με αυτούς τους κανονισμούς ώστε να συμμετέχει στους αγώνες, κάτι που σημαίνει ότι οι σχεδιασμοί χωρίς δύο τρίγωνα, είτε με έλλειψη άνω σωλήνα δεν είναι επιτρεπτοί.

Τα ποδήλατα Τρίαθλου περιστρέφουν τον αναβάτη προς τα εμπρός γύρω από τον άξονα της μεσαίας τριβής του ποδηλάτου, σε σύγκριση με το κλασικό πλαίσιο ποδηλάτου δρόμου. Αυτό γίνεται προκειμένου να τεθεί ο αναβάτης σε ακόμη χαμηλότερη, πιο αεροδυναμική θέση. Καθόσον ο χειρισμός και η σταθερότητα μειώνονται, τα ποδήλατα αυτά σχεδιάζονται για να χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον λιγότερο ομαδικό. Τα πλαίσια αυτά τείνουν να έχουν απότομες γωνίες για τον σωλήνα σέλας και χαμηλά κούτελα, όπως και κοντύτερο μεταξόνιο, για να υπάρχει η σωστή απόσταση από τη σέλα μέχρι το τιμόνι. Επιπλέον, δεδομένου ότι αυτά δεν καθορίζονται από τους κανονισμούς του UCI, μερικά ποδήλατα τρίαθλου, όπως το Zipp 2001, διαθέτουν διαφορετικά σχέδια πλαισίου, τα οποία μπορούν να παράξουν καλύτερη αεροδυναμική.

### Ποδήλατα βουνού

Στα ποδήλατα βουνού, χρησιμοποιούνται συχνά αμορτισέρ για την βελτίωση της οδηγικής άνεσης και για καλύτερο χειρισμό. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές, συμπεριλαμβανομένων των μοντέλων πλήρους ανάρτησης τα οποία προσφέρουν απορρόφηση των κραδασμών τόσο για τους εμπρόσθιους όσο και για τους οπίσθιους τροχούς, καθώς και μοντέλα εμπρόσθιας ανάρτησης, τα οποία φροντίζουν για την αντικραδαμικότητα μόνο της εμπρόσθιας ρόδας. Η ανάπτυξη εξελιγμένων συστημάτων ανάρτησης κατά την δεκαετία του 1990, γρήγορα οδήγησε σε πολλές τροποποιήσεις για το κλασικό πλαίσιο-διαμάντι. Τα σύγχρονα ποδήλατα βουνού που διαθέτουν συστήματα οπίσθιας ανάρτησης έχουν μηχανισμό για την ενεργοποίηση των οπίσθιων αμορτισέρ. Για το ζήτημα της πλήρους ανάρτησης, υπάρχουν πολλές παραλλαγές που προσφέρουν οι κατασκευαστές για διάφορους οδηγικούς σκοπούς.

### Ποδήλατα Roadster

Τα ποδήλατα αυτά έχουν συνήθως μία αρκετά ομαλή γωνία σέλας και μία γωνία κούτελου της τάξης των 66 ή 67 μοιρών, σχεδιασμός που προσφέρει μεγάλη άνεση στον αναβάτη τοποθετώντας τον στην σωστή θέση ανάβασης. Τα επιπλέον χαρακτηριστικά του είναι το μακρύ μεταξόνιο, που είναι συνήθως παραπάνω από 40 ίντσες (συνήθως μεταξύ 43 και 47 ιντσών), καθώς και το μεγάλο fork rake (απόσταση άξονα εμπρόσθιου πιρουνιού με κέντρο τροχού-περίπου 76 χιλιοστά σε σύγκριση με

τα υπόλοιπα που έχουν 40 χιλιοστά). Αυτή η παραλλαγή σκελετού απέκτησε δημοτικότητα τα τελευταία χρόνια που οφείλεται στο ότι προσφέρουν μεγαλύτερη άνεση σε σύγκριση με τα ποδήλατα βουνού ή σε σχέση με τα οδικά.

Μια παραλλαγή αυτού του ποδηλάτου είναι το "αθλητικό roadster" (επίσης γνωστό και ως "ελαφρύ roadster»), το οποίο διαθέτει ελαφρύτερο πλαίσιο, ελαφριά κλίση του σωλήνα σέλας ενώ η γωνία του κούτελου είναι περίπου 70 με 72 μοίρες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°**

### **2.1.Γενικές πληροφορίες για τα ποδήλατα mountain bike**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ποδηλάτων mountain bike, με διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ τους που καλύπτουν όλες τις ανάγκες της ορειβατικής ποδηλασίας:

#### 2.1.α. Άκαμπτος/χωρίς αναρτήσεις

Ο συγκεκριμένος τύπος είναι ο βασικός τύπος ποδηλάτου βουνού. Διαθέτει άνετη θέση οδήγησης αλλά μειωμένη απορρόφηση κραδασμών λόγω του γεγονότος ότι δεν έχει αναρτήσεις. Ακόμη, ο άκαμπτος/χωρίς αναρτήσεις τύπος ποδηλάτου MTB είναι ιδανικός για όλες τις επιφάνειες, δρόμο και βουνό χωρίς να αντιμετωπίζονται έντονες δυσκολίες.

#### 2.1.β. Μπροστινή Ανάρτηση

Ο τύπος αυτός του ποδηλάτου είναι ο πιο διαδεδομένος. Το μπροστινό πιρούνι διαθέτει ανάρτηση, με την οποία γίνεται περισσότερο ικανοποιητική η αφομοίωση των κραδασμικών επιβαρύνσεων. Επίσης διαθέτει αυξημένη άνεση και η οδήγηση είναι σταθερή, ακόμα και στα πιο δύσκολα και ανώμαλα μονοπάτια. Τα ποδήλατα με μπροστινή ανάρτηση είναι πιο ελαφριά και λίγο πιο απετελεσματικά. Τα ποδήλατα μονής ανάρτησης (μπροστά πιρούνι) είναι πιο απλά όσον αφορά την κατασκευή του σκελετού τους από αυτά με τις δύο αναρτήσεις. Αυτό συνεπάγεται λιγότερο βάρος και μεγαλύτερη ευκολία στον καθαρισμό και συντήρησή τους.

#### 2.1.γ. Διπλή Ανάρτηση

Τα ποδήλατα αυτά διαθέτουν και στο εμπρόσθιο αλλά και στο οπίσθιο πιρούνι ανάρτηση, έχουν απίστευτη άνεση και είναι πιο ικανοποιητικός ο έλεγχος με μεγάλη κραδασμική απορρόφηση. Με την χρήση ενός τέτοιου τύπου ποδηλάτου γίνεται περισσότερο έντονη η κατανάλωση ενέργειας λόγω της ελαστικότητας του ποδηλάτου. Η ιδανική χρήση του ποδηλάτου αυτού είναι σε δύσβατα μονοπάτια και έντονες έως ακραίες καταστάσεις μορφολογικών επιφανειών. Τα ποδήλατα με διπλή ανάρτηση, αν και βαρύτερα, προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες, περισσότερη άνεση και μεγαλύτερο έλεγχο.

#### 2.1.δ. Κατάβασης

Πολλά μοντέλα αυτού του τύπου έχουν αρκετές ομοιότητες με αυτά της μονής και της διπλής ανάρτησης αλλά με περισσότερο ενισχυμένες κατασκευές. Τα ποδήλατα αυτά διαθέτουν αγωνιστική θέση οδήγησης και δίνουν στον αναβάτη τον απόλυτο έλεγχο της κατεύθυνσης του ποδηλάτου. Η ιδανική του χρήση είναι για αγώνες ποδηλασίας.

Για κάθε τύπο ποδηλάτου μπορεί να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ποδηλάτων αυτού του τύπου. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προσφέρουν ένα ή δύο μοντέλα για πολύ απαιτητικές διαδρομές τα οποία είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να ανταποκρίνονται στις μεγάλες ταχύτητες που αναπτύσσονται σε μια κατάβαση βουνού, και να απορροφούν κραδασμούς ακόμα και στις δύσβατες, σκληροτράχηλες επιφάνειες. Αυτά τα ποδήλατα έχουν ενισχυμένους σκελετούς, ρόδες

και φρένα ώστε να ανταποκρίνονται στην βαριά και σκληρή χρήση που τους γίνεται. Συνήθως αυτά τα ποδήλατα έχουν και αναρτήσεις μεγάλων διαδρομών.

### **Ποδήλατο και φυσική**

Το ποδήλατο αποτελεί ένα καλό εργαλείο, προκειμένου να αναδειχθούν ορισμένες αρχές της φυσικής. Με αφορμή, για παράδειγμα, τις εικόνες παλαιότερων ποδηλάτων με ιδιαίτερα μεγάλους τροχούς θα μπορούσε να αναρωτηθεί κανείς με ποιον τρόπο επηρεάζει τη λειτουργία του ποδηλάτου το μέγεθος των τροχών του.

Σύμφωνα με τη φυσική, η κίνηση που εκτελεί ένας τροχός που κυλά είναι σύνθετη: αποτελεί το συνδυασμό μεταφορικής κίνησης και στροφικής κίνησης. Η ταχύτητα του ποδηλάτου μπορεί να μελετηθεί με τη χρήση του κέντρου μάζας του τροχού, το οποίο αποδεικνύεται πως βρίσκεται στο κέντρο του τροχού. Η ταχύτητα του κέντρου μάζας του τροχού αποδεικνύεται πως είναι ευθύγραμμη ομαλή με ταχύτητα  $u=\omega R$ , όπου  $\omega$  η γωνιακή συχνότητα περιστροφής του τροχού και  $R$  η ακτίνα του.

Με άλλα λόγια, υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορεί να αυξηθεί η ταχύτητα ενός ποδηλάτου: είτε αυξάνοντας τη γωνιακή συχνότητα ( $\omega$ ) των τροχών (κάνοντας δηλαδή γρηγορότερα πετάλι), είτε αυξάνοντας την ακτίνα τους ( $R$ ). Ο λόγος για τον οποίο τα σύγχρονα ποδήλατα δεν έχουν τόσο μεγάλους τροχούς, είναι η επιβάρυνση του συστήματος ταχυτήτων, με τη βοήθεια του οποίου μπορούν εύκολα να επιτευχθούν αυξημένες τιμές γωνιακής συχνότητας ( $\omega$ ).

### **Το βασικό μοντέλο ποδηλάτου**

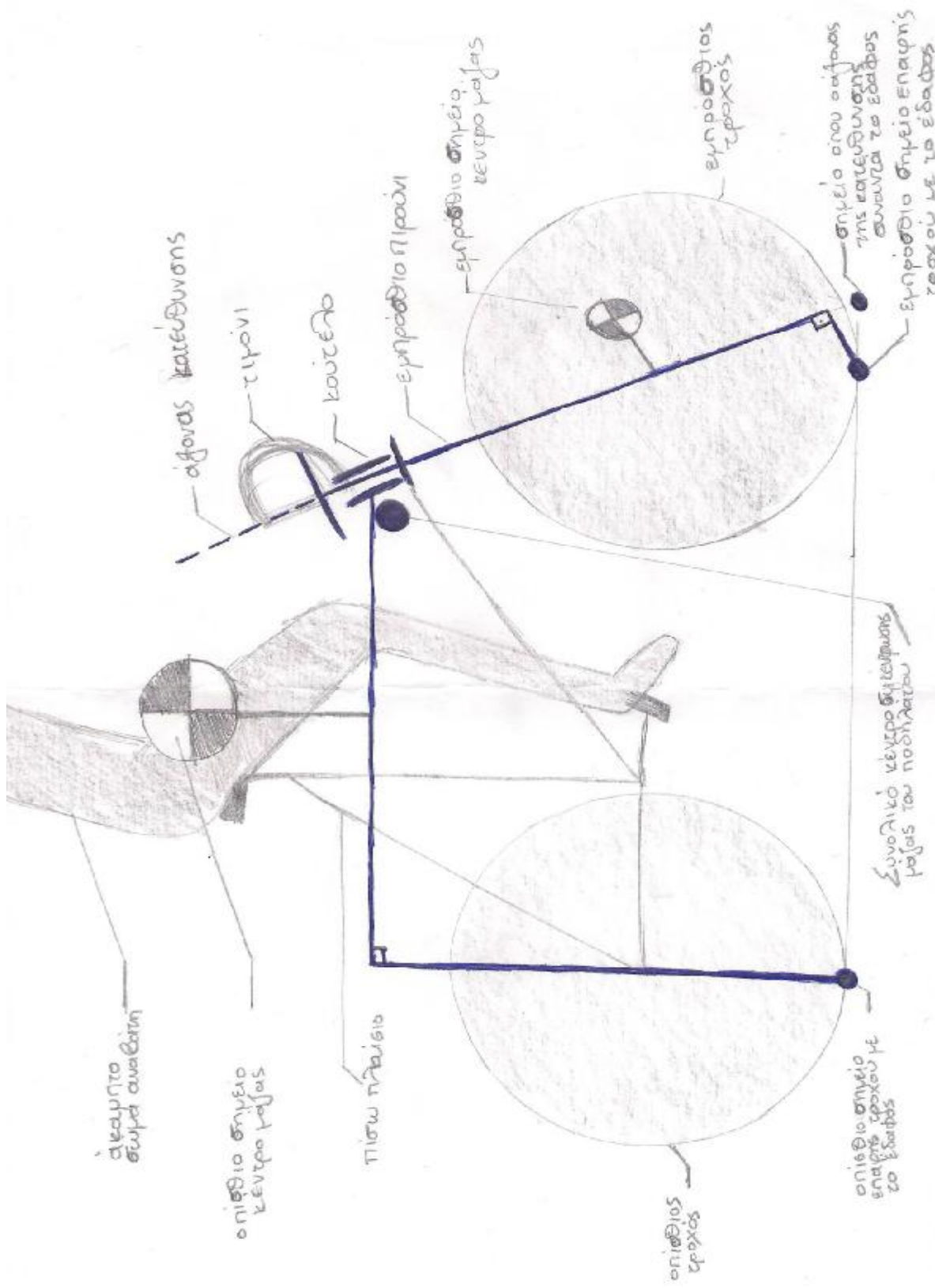
Κατά την κατασκευή του βασικού μοντέλου ποδηλάτου έγιναν οι ακόλουθες απλοποιημένες υποθέσεις για το σύστημα ποδήλατο- αναβάτης και για την συμπεριφορά αυτών:

1. Το ποδήλατο αποτελείται από τέσσερα άκαμπτα σώματα
  - ∅ το πίσω πλαίσιο με τον σταθερό άκαμπτο αναβάτη
  - ∅ το εμπρός πιρούνι με το τιμόνι
  - ∅ τον εμπρός τροχό
  - ∅ και τον πίσω τροχό
2. Το σύστημα ποδήλατο-αναβάτης είναι συμμετρικό ως προς το κατακόρυφο επίπεδο που διέρχεται κατά μήκος από το μέσον του πίσω πλαισίου. Αυτό γίνεται, όταν το ποδήλατο είναι στην κατακόρυφη θέση ισορροπίας, οι άξονες των τροχών είναι κάθετοι στο επίπεδο, ο άξονας της διεύθυνσης είναι μέσα στο επίπεδο, οι επαφές των τροχών είναι στο επίπεδο και όλη η μάζα είναι συμμετρικά διανεμημένη σε σχέση με το επίπεδο.
3. Οι τροχοί είναι περιστροφικά συμμετρικοί σε σχέση με τους άξονές τους.
4. Σύμφωνα με το σύστημα ποδήλατο-αναβάτης δεν υπάρχει τριβή ή δράση προώθησης στους τροχούς (όχι τριβή ή ροπές στο πετάλι μεταξύ των τροχών και του άξονα ή του πλαισίου).

5. Δεν εφαρμόζονται εμπρός και πίσω φορτία. Οι εξωτερικές δυνάμεις που εφαρμόζονται στο ποδήλατο είναι οι εξής:
- Ø Κατακόρυφες δυνάμεις του σώματος λόγω βαρύτητας
  - Ø Κάθετες δυνάμεις περιορισμού από το έδαφος στους τροχούς(προφυλλάσσουν το ποδήλατο από το να διεισδύσει στο έδαφος)
  - Ø Πλευρικά φορτία στην βάση των τροχών(από την επαφή με τον δρόμο)
  - Ø Αυθαίρετα, πλευρικά φορτία στα μπροστινά και πίσω σημεία συναρμολόγησης.
  - Ø Αυθαίρετη περιστροφή, εκτροπή της κατεύθυνσης στα μπροστά και πίσω σημεία συναρμολόγησης(όπως από τους πλευρικούς ανέμους, τις βοηθητικές ρόδες).
6. Μόνο μικρές διαταραχές από την ευθεία κάθετη, σταθερής κατάστασης, κίνηση της θέσης λαμβάνονται υπόψη. Οι εξισώσεις που θεωρούνται είναι γραμμικές εξισώσεις. Οι όροι δεν επηρεάζουν αυτές τις εξισώσεις που συχνά παραμελούνται.
7. Υποθέτοντας σταθερή ταχύτητα προς τα εμπρός,αν και στην πραγματικότητα σταθερή ταχύτητα είναι μια επίπτωση της γραμμικοποίησης.
8. Το πλευρικό φορτίο στην επαφή του τροχού, είναι ακριβώς αυτό που απαιτείται για να μην προκαλέσει καμία πλευρική ολίσθηση μεταξύ του τροχού και του εδάφους.
9. Οι τροχοί περιστρέφονται σε ένα ρυθμό τέτοιο ώστε οι εξωτερικές ακμές τους να εφάπτονται στο έδαφος χωρίς σχετική ταχύτητα(Η κίνηση προς τα εμπρός είναι άμεσα συνδεδεμένη με την γωνία περιστροφικής ορμής).
10. Διάφορα εξωτερικά φορτία είναι παραμελημένα εντελώς, έτσι ώστε η ροπή διεύθυνσης, οι βοηθητικές ρόδες, τα φορτία του ανέμου και η ανεξέλεγκτη οδήγηση να μπορούν να περιγραφούν.

Με την πρώτη υπόθεση έχει παραμεληθεί κάθε παραμόρφωση από το πίσω πλαίσιο,τους τροχούς, το μπροστινό πιρούνι και τα εμπρός σημεία συναρμολόγησης του ποδηλάτου. Όλες οι κινήσεις του αναβάτη που είναι σχετικές με το πίσω πλαίσιο του ποδηλάτου(επιθυμητές ή όχι)έχουν παραμεληθεί. Έχει αποκλειστεί ακόμη η κίνηση της αλυσίδας και της μανιβέλας(βραχίονας πεταλιού).

Η γραμμικοποίηση προφανώς απαγορεύει την έρευνα των διάφορων μη γραμμικών φαινομένων ή ακόμα και ο προσδιορισμός των πλατών της κίνησης, για τις οποίες η γραμμικοποιημένη περιγραφή είναι χρήσιμα ακριβής. Το βασικό ποδήλατο είναι συμμετρικό από το ότι τα εμπρός και πίσω σημεία συναρμολόγησης είναι εφοδιασμένα με ένα πανομοιότυπο σύνολο χαρακτηριστικών.



Σχήμα 2.1.1.1 Το βασικό ποδήλατο φαίνεται στο διαγράμμινο δεξιά. Οι τροχοί δεν συμπεριλαμβάνονται στον βασικό σχεδιασμό, δεδομένου ότι οι ιδιότητες τους εξαρτώνται μόνο στις εφαρμογές εξισώσεις με ένα ή περισσότερα τροχή. Μέρη του ποδηλάτου επισημαίνονται.





Frame Size Suggested			
Centimetres	Inches	Centimetres (Ghost Bikes)	Size
148 - 158	13 - 14	34	XS
158 - 168	15 - 16	40	S
168 - 178	17 - 18	44	M
178 - 185	19 - 20	48	L
185 - 193	21 - 22	52	XL
193 - 198	23 - 24	56	XXL

Πίνακας 2.1.1.προτεινόμενα μεγέθη MTB

## 2.2.Χαρακτηριστικά του μηχανικού σχεδιασμού ενός ποδηλάτου

Μερικές φορές, η δύναμη που απαιτείται από ένα στοιχείο του συστήματος είναι σημαντικός παράγοντας για τον προσδιορισμό της γεωμετρίας και των διαστάσεων του στοιχείου. Σε αυτήν την περίπτωση, εκτιμείται ότι η δύναμη είναι καθοριστικός παράγοντας του σχεδιασμού. Όταν αναφερόμαστε στις θεωρήσεις του σχεδιασμού, υπονοούμε τα χαρακτηριστικά εκείνα που επηρεάζουν καταλυτικά τον σχεδιασμό ενός στοιχείου ή ίσως και ολόκληρο το σύστημα. Συνήθως οι καταλυτικοί αυτοί παράγοντες αποτελούν έναν μεγάλο αριθμό χαρακτηριστικών, και τα οποία πρέπει να μπαίνουν σε προτεραιότητα για μια δεδομένη κατάσταση σχεδιασμού. Μερικά από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του μηχανικού σχεδιασμού, μπορούν να συνοψισθούν παρακάτω (όχι απαραίτητα κατά σειρά κρίσιμότητας):

- Λειτουργικότητα
- Δύναμη/πίεση
- Παραμόρφωση/εκτροπή/δυσκαμψία
- Φθορά
- Διάβρωση
- Ασφάλεια
- Αξιοπιστία
- Κατασκευασιμότητα
- Χρηστικότητα
- Κόστος
- Τριβή
- Βάρος
- Χρόνος ζωής
- Θόρυβος (ηλεκτρικός, ακουστικός κ.α.)

- Εμφάνιση
- Σχήμα
- Μέγεθος
- Έλεγχος
- Θερμικές ιδιότητες
- Επιφάνεια
- Λίπανση
- Εμπορευσιμότητα
- Συντήρηση
- Όγκος
- Ανακατασκευή/Αποκατάσταση

Μερικά από αυτά τα χαρακτηριστικά είναι πλήρως εξαρτημένα από τις διαστάσεις, το υλικό, την επεξεργασία, καθώς και με την ένωση των στοιχείων του συστήματος. Αρκετά χαρακτηριστικά μπορεί να είναι αλληλένδετα, και επιδρούν στη διαμόρφωση του συνολικού συστήματος. Τα χαρακτηριστικά αυτά λαμβάνονται υπόψη κατά την διάρκεια του σχεδιασμού από το είδος του ποδηλάτου, την επιλογή των υλικών με τα οποία θα κατασκευαστεί το ποδήλατο έως την εμπορευσιμότητα(δηλαδή πως και τι ποσότητες θα αγοραστούν από το καταναλωτικό κοινό) και το κόστος στο οποίο πωλήθηκαν.

Τα χαρακτηριστικά όπως η εμφάνιση, το σχήμα, το μέγεθος, ο έλεγχος, το βάρος, το κόστος είναι παράμετροι οι οποίοι κυρίως λαμβάνονται υπόψη από τον αναβάτη και σύμφωνα με αυτά τα κριτήρια γίνεται η αγορά των ποδηλάτων. Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του μηχανικού σχεδιασμού, είναι:

-οι δυνάμεις και οι πιέσεις που ασκούνται στο σύστημα του ποδηλάτου από το έδαφος, τις ενέργειες του αναβάτη αλλά και από τον ίδιο τον αναβάτη,

-οι τριβές που δημιουργούνται,

-η κατασκευασσιμότητα δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάστηκε το κάθε ποδήλατο, τα μηχανολογικά μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του,

-η χρηστικότητα δηλαδή θα είναι γνωστός ο τρόπος(όπως και οι διαδρομές) κατά τον οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιείται το κάθε ποδήλατο,

-η λειτουργικότητα δηλαδή αν τα μέρη του συστήματος του ποδηλάτου δουλεύουν εναρμονισμένα μεταξύ τους,

-ο χρόνος ζωής της κατασκευής ο οποίος εξαρτάται από τα υλικά της κατασκευής, την σωστή λίπανση, τον σταδιακό έλεγχο και από τον τρόπο χρησιμοποίησης του ποδηλάτου από τον αναβάτη.

### 2.3.Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των ποδηλάτων mountain bike

Τα ποδήλατα MTB,όπως και όλα τα ποδήλατα, έχουν κάποια χαρακτηριστικά με βάση τα οποία κατηγοριοποιούνται σε δρόμου, βουνού, αγωνιστικά κ.ά.

Συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά των mountain bikes είναι:

- Κατασκευαστής
- Τύπος
- Μέγεθος
- Διάσταση τροχού
- Υλικό κατασκευής
- Ειδικά χαρακτηριστικά
- Τιμή
- Πλαίσιο
- Σύστημα μετάδοσης κίνησης
- Τιμόνι
- Σέλα
- Φρένα
- Ελαστικά
- Πεντάλ
- Πρότυπα, ISO
- Αξεσουάρ
- Ανταλλακτικά

Συνήθως, κατά την αγορά ενός ποδηλάτου, κάποια από τα βασικότερα χαρακτηριστικά (κατασκευαστής, τύπος,ISO,υλικό κατασκευής)αναγράφονται σε ετικέτα, η οποία είναι κολλημένη πάνω σ'αυτό.

Το σωστό **μέγεθος** ποδηλάτου είναι βασική προϋπόθεση για την ασφάλεια, την άνεση και τη βέλτιστη απόδοση κατά την ποδηλασία Η διενέργεια των κατάλληλων προσαρμογών του ποδηλάτου στο σώμα του αναβάτη και στις συνθήκες που οδηγείται απαιτούν εμπειρία, τεχνικές δεξιότητες και μερικές φορές ειδικά εργαλεία. Εάν το ποδήλατο δεν έχει το κατάλληλο μέγεθος μπορεί να χαθεί ο έλεγχος κατά την χρήση του. Το ύψος Standover είναι το πρώτο και σημαντικότερο στοιχείο για την καταλληλότητα του μεγέθους ενός ποδηλάτου. Ένα ποδήλατο που χρησιμοποιείτε σε ομαλές διαδρομές ασφαλτοστρωμένου δρόμου χρειάζεται ελάχιστη απόσταση Standover ίση με 5cm ενώ για χρήση εκτός δρόμου απαιτείται τουλάχιστον 10cm. Η

καλύτερη απόσταση για μικτή χρήση είναι 7,5cm. Η θέση της σέλας είναι το δεύτερο σε σημαντικότητα στοιχείο για τη σωστή επιλογή μεγέθους ενός ποδηλάτου και ρυθμίζεται ανάλογα με την σωστή θέση του σώματος του αναβάτη. Η θέση του τιμονιού είναι το τρίτο στοιχείο για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους ενός ποδηλάτου. Εξαρτάται από το ύψος και τη γωνία του τιμονιού και του λαιμού του, όπως επίσης και από το πλάτος του τιμονιού. Υπάρχουν δύο τύποι διαθέσιμων λαιμών τιμονιού, οι τύπου threadless και οι τύπου quill. Οι λαιμοί threadless στερεώνονται εξωτερικά του σωλήνα πιρουιού. Το ύψος του λαιμού μπορεί να ρυθμιστεί με δακτυλίδια που τοποθετούνται κάτω ή επάνω από τον λαιμό, κατά μήκος του σωλήνα πιρουιού. Οι λαιμοί quill τοποθετούνται στο εσωτερικό του σωλήνα πιρουιού και σφίγγουν με ειδική βίδα που διογκώνεται. Το ύψος τους μπορεί να ρυθμιστεί με την κίνηση του λαιμού μέσα ή έξω στον σωλήνα πιρουιού. Το τελευταίο βήμα για τη σωστή επιλογή του μεγέθους ενός ποδηλάτου είναι η θέση των στοιχείων ελέγχου, δηλαδή των λεβιέδων αλλαγής ταχυτήτων και των μανετών των φρένων. Η θέση τους στο τιμόνι, όπως επίσης η γωνία και η απόσταση τους από τα δάκτυλα του αναβάτη είναι πολύ σημαντικές ρυθμίσεις. Σε όλες τις περιπτώσεις και θέσεις οδήγησης οι μανέτες των φρένων πρέπει να είναι σε περιοχή εύκολης πρόσβασης για τον αναβάτη.

Η οδήγηση του ποδηλάτου χωρίς κατάλληλα ρυθμισμένους **τροχούς** μπορεί να οδηγήσει στην ταλάντευση ή ακόμα και την αποσυναρμολόγηση τους από το ποδήλατο, προκαλώντας απώλεια ελέγχου και πτώση. Σε περίπτωση που το ποδήλατο είναι εξοπλισμένο με άξονα μηχανισμού γρήγορης απελευθέρωσης, τότε υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες χρήσης από τον κατασκευαστή. Τα περισσότερα ποδήλατα χρησιμοποιούν σήμερα στους τροχούς, γρήγορους μηχανισμούς απελευθέρωσης (Quick Release ή QR).



Εικόνα 2.3.1. μηχανισμός QR

Αυτοί οι μηχανισμοί αποτελούνται από έκκεντρα που ασκούν πίεση και στερεώνουν τους τροχούς στο πιρούνι (εμπρός) και στον σκελετό (πίσω). Εκτός της περίπτωσης του μηχανισμού αυτού, υπάρχει και ο συμβατός τρόπος στερέωσης του τροχού στον σκελετό με βίδες. Στην περίπτωση του μηχανισμού γρήγορης απελευθέρωσης συνήθως προστίθεται από τον κατασκευαστή και μία δευτερεύουσα διάταξη συγκράτησης του τροχού (στο εμπρόσθιο πιρούνι), ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος αποσυναρμολόγησης του τροχού από το πιρούνι σε περίπτωση που ο μηχανισμός QR ρυθμιστεί εσφαλμένα. Το εύρος των διαστάσεων, στις οποίες μπορεί να κατασκευαστεί ο τροχός ποικίλει και διαστασιολογείται σε ίντσες (έως 16', 17' έως 20', 21' έως 24', 26' και 28').

Οι σκελετοί των ποδηλάτων βουνού φτιάχνονται από διάφορα **υλικά**. Είναι συχνές οι περιπτώσεις που συναντάμε ότι ο τρόπος και τα υλικά κατασκευής σκελετού που προτείνουν ορισμένοι κατασκευαστές είναι και ο μοναδικός τρόπος. Υπάρχουν πάρα πολλά μοντέλα και πάρα πολλοί τύποι σκελετών από διαφορετικά υλικά που μας εξασφαλίζουν μια άνετη και ευχάριστη ποδηλατική εμπειρία.



Εικόνα 2.3.2.σκελετός ποδηλάτου

Τα περισσότερα ποδήλατα βουνού (σκελετοί) είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο, το οποίο είναι πάρα πολύ καλό υλικό για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Το αλουμίνιο προσφέρει ποδήλατα όμορφα σε εμφάνιση, οικονομικά, ελαφριά, με σκελετό ανθεκτικό που δεν σκουριάζει. Υπάρχουν φυσικά διαφορετικά είδη αλουμινίου με διαφορετική συμπεριφορά το κάθε ένα από αυτά. Υπάρχουν επίσης σκελετοί από ατσάλι, ανθρακονήματα και τιτάνιο. Από τα τρία, το ατσάλι είναι το πιο παραδοσιακό υλικό και το λιγότερο ακριβό. Ορισμένοι κατασκευαστές παράγουν ακόμη ποδήλατα με ατσάλινο σκελετό γιατί έτσι μπορούν να κρατήσουν τις τιμές τους χαμηλά ενώ παράλληλα να προσφέρουν ποδήλατα με πολύ καλά χαρακτηριστικά συμπεριφοράς κατά την οδήγηση. Τα ανθρακονήματα και το τιτάνιο είναι αρκετά ακριβά υλικά και πιο δύσκολα στην κατασκευή τους. Αυτός είναι και ο λόγος που τα βρίσκουμε μόνο στις πιο ακριβές σειρές μοντέλων.

Τα **ειδικά χαρακτηριστικά** ενός ποδηλάτου MTB είναι:1)οι αναρτήσεις, σε περίπτωση που διαθέτει το ποδήλατο και το είδος τους,2)οι ταχύτητες,3)εάν είναι σπαστό ή όχι και 4)εάν είναι ηλεκτρικό. Οι αναρτήσεις βοηθούν στην μεγαλύτερη απορρόφηση των κραδασμών κατά την χρήση του MTB σε ανώμαλους δρόμους. Ακόμα και ένα απλό ποδήλατο χωρίς αναρτήσεις όμως, έχει στην πραγματικότητα κάποια μορφή απορρόφησης κραδασμών λόγω των φαρδιών λάστιχων. Πάντως τα ποδήλατα που διαθέτουν ανάρτηση, προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα σε διαδρομές ανώμαλες και σε δύσβατα μονοπάτια στο βουνό. Λόγω των αναρτήσεων, οι ρόδες μπορούν να ανεβοκατεβαίνουν ανάλογα με την επιφάνεια του εδάφους με αποτέλεσμα να είναι σε επαφή με το έδαφος συνεχώς, ακόμα και στις πιο δύσβατες επιφάνειες. Αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη ταχύτητα, καλύτερο κράτημα και έλεγχο του ποδηλάτου κατά την οδήγηση και συνεπώς ασφάλεια. Ένα άλλο πολύ θετικό σημείο για τις αναρτήσεις είναι ότι μειώνουν δραστικά την επιβάρυνση που δημιουργούν οι κραδασμοί στο σώμα του αναβάτη. Τα μοντέλα ποδηλάτων με μικρές διαδρομές στην ανάρτηση, προσφέρουν αναρτήσεις με διαδρομές 3-5 εκατοστά έτσι ώστε να απορροφούν κατά ένα μεγάλο βαθμό τους κραδασμούς ενώ παράλληλα να διατηρούν υψηλά επίπεδα αποτελεσματικότητας. Αναρτήσεις με μεγαλύτερες διαδρομές έχουν τη δυνατότητα να ανταπεξέρχονται ακόμα στους ισχυρότερους κραδασμούς αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματικά και προτείνονται περισσότερο για καταβάσεις ή εδάφη πολλών διαφορετικών επιφανειών παρά για ανηφορικές διαδρομές.

Η επιλογή των **ελαστικών** έχει και αυτή να κάνει με τις επιφάνειες του εδάφους, στις οποίες θα γίνει χρήση του ποδηλάτου. Υπάρχουν τα semi-slick λάστιχα, τα οποία είναι σχεδόν «καραφλά» στο επάνω μέρος τους αλλά έχουν τακάκια στα πλάγια, έτσι



ώστε να μειώνουν την αντίσταση κατά την επαφή με το έδαφος και να αναπτύσσουν μεγαλύτερες ταχύτητες. Ακόμη υπάρχουν τα λάστιχα με τακάκια σε όλο το λάστιχο για καλύτερη επαφή με το έδαφος κυρίως σε επιφάνειες που είναι πιο γλιστερές.

Υπάρχουν δυο τύποι **τιμονιού** για τα ποδήλατα βουνού. Το ένα είναι το «straight» (επίπεδο), το οποίο βρίσκεται χαμηλότερα (εξαρτάται και από το σκελετό και το λαιμό του τιμονιού) και είναι λίγο ελαφρύτερο. Είναι συνήθως το τιμόνι προτίμησης για cross-country, και διαδρομές βουνού μεγάλων αποστάσεων. Ο άλλος τύπος τιμονιού είναι το «riser» (ανασηκωμένο) και υπάρχει σε διάφορα σχήματα. Το τιμόνι αυτό βρίσκεται λίγο ψηλότερα με συνέπεια η θέση στο ποδήλατο με αυτό το τιμόνι να είναι και πιο «όρθια». Πολλοί ποδηλάτες προτιμούν αυτόν τον τύπο τιμονιού για τις δύσκολες διαδρομές που απαιτούν τεχνική, και τις καταβάσεις διότι τους παρέχει περισσότερο έλεγχο.

Τα **φρένα** σχεδιάζονται αρχικά για να ελέγξουν την ταχύτητα των οχημάτων και έπειτα για να τα σταματούν. Η μέγιστη δύναμη φρεναρίσματος εμφανίζεται ακριβώς πριν κλειδώσουν οι τροχοί (σταματάει η περιστροφή τους) και αρχίσει η ολίσθηση. Εάν και όταν ο τροχός αρχίσει να ολισθαίνει, σημαίνει ότι ο αναβάτης έχει χάσει το μεγαλύτερο μέρος της δύναμης πέδησης και όλο τον έλεγχο διεύθυνσης. Είναι πιο χρήσιμο να επιβραδύνεται προοδευτικά το ποδήλατο, καθώς και να σταματάει χωρίς να κλειδώνουν οι τροχοί. Η πολύ δυνατή ή απότομη λειτουργία των φρένων μπορεί να οδηγήσει στο κλείδωμα ενός τροχού που μπορεί να αναγκάσει τον αναβάτη να χάσει τον έλεγχο. Μερικά φρένα ποδηλάτων, όπως τα δισκόφρενα και τα φρένα γραμμικού τραβήγματος (γνωστά ως v-brakes), είναι εξαιρετικά ισχυρά. Τα δισκόφρενα μπορεί να φτάσουν σε υψηλές θερμοκρασίες μετά από εκτεταμένη χρήση και απαιτούν 30 έως 100 φρεναρίσματα για να φθάσουν τη μέγιστη απόδοσή τους.



*Εικόνα 2.3.3. μηχανισμός φρένου*

Σήμερα υπάρχουν διαθέσιμα διάφορων ειδών συστήματα φρεναρίσματος για ποδήλατα. Τα πιο γνωστά από αυτά είναι τα υδραυλικά δισκόφρενα, τα μηχανικά (με καλώδιο) δισκόφρενα, τα φρένα γραμμικού τραβήγματος (γνωστά ως v-brakes), τα φρένα τύπου calliper, τα φρένα τύπου cantilever, τα φρένα τύπου roller καθώς και τα φρένα τύπου coaster (γνωστά και ως φρένα με κόντρα). Τα φρένα γραμμικού τραβήγματος ή αλλιώς v-brakes, τα φρένα τύπου caliper και τα φρένα τύπου cantilever ασκούν τη δύναμη φρεναρίσματος στο στεφάνι του τροχού. Αυτού του είδους το φρεναρίσμα που βασίζεται στην τριβή, φθείρει τα παπουτσάκια των φρένων αλλά και το στεφάνι του τροχού. Η φθορά του στεφανιού είναι γρηγορότερη κατά την οδήγηση σε βρόμικες, υγρές ή/και λασπώδεις συνθήκες, διότι τα παπουτσάκια των φρένων μεταφέρουν στο στεφάνι διάφορα αιχμηρά συστατικά που φθείρουν το στεφάνι.

Σχεδόν όλα τα ποδήλατα MTB σήμερα είναι εξοπλισμένα με **συστήματα μετάδοσης κίνησης**, τα οποία λειτουργούν με μηχανισμούς πολλαπλών ταχυτήτων.



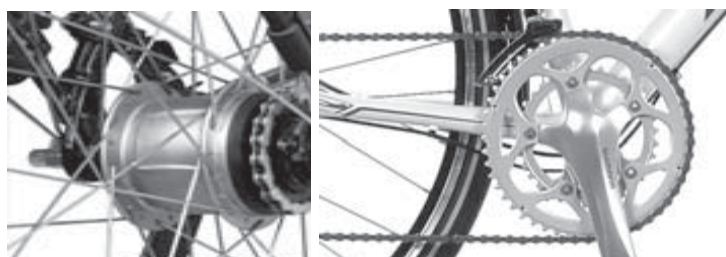
Το σύστημα μετάδοσης κίνησης μπορεί να είναι: α) με εμπρός-πίσω ντεραγιέρ, β) χωρίς ντεραγιέρ με οπίσθιο κέντρο που περιλαμβάνει τις ταχύτητες εσωτερικά και γ) σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις συνδυασμό αυτών των δύο.



Εικόνα 2.3.4. περίπτωση συστήματος μετάδοσης κίνησης α



Εικόνα 2.3.5. περίπτωση συστήματος μετάδοσης κίνησης β



Εικόνα 2.3.6. περίπτωση συστήματος μετάδοσης κίνησης γ

Σε περίπτωση συστήματος μετάδοσης με ντεραγιέρ, η μετάδοση περιλαμβάνει μία οπίσθια κασέτα ή γρανάζια με ελεύθερο, ένα οπίσθιο ντεραγιέρ, ένα εμπρόσθιο ντεραγιέρ (τις περισσότερες φορές), έναν ή δύο λεβιέδες αλλαγής ταχυτήτων, ένα, δύο ή τρία εμπρόσθια γρανάζια (γνωστά και ως δίσκοι) και μια αλυσίδα. Οι λεβιέδες αλλαγής ταχυτήτων μπορεί να είναι τύπου αντίχειρα (thumb lever) ή με περιστροφικές χειρολαβές (twist grips) ή τύπου σκανδάλης (finger operated triggers) ή συνδυασμός χειριστηρίων αλλαγής ταχυτήτων και ενεργοποίησης φρένων.

Στους βασικούς τύπους ποδηλάτων βουνού, υπάρχουν τα απλά **πετάλια**, τα οποία συχνά είναι εξοπλισμένα με λουράκια και καλουπιέδες. Υπάρχουν πετάλια που έχουν αιχμηρές και ενδεχομένως επικίνδυνες επιφάνειες. Αυτές οι επιφάνειες έχουν ως σκοπό να αυξήσουν την ασφάλεια προσφέροντας καλύτερη πρόσφυση στα παπούτσια του αναβάτη. Επίσης υπάρχουν πεντάλ που έχουν εγκοπές για τα δάκτυλα του ποδιού (toeclips ή καλπιά) και ιμάντες. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να κρατηθούν τα πόδια σωστά τοποθετημένα και δεσμευμένα στα πεντάλ. Τα πεντάλ τύπου toeclip βοηθάνε ώστε να τοποθετείται η περιοχή του ποδιού, που εφάπτεται με



- Εμπρόσθιο ντεραγιέρ
- Μανέτες και λεβιέδες ταχυτήτων
- Ποτήρια πιρουνιού
- Λαιμός σέλας

Τα πιο ακριβά ανταλλακτικά είναι και πιο ελαφριά και στην περίπτωση των κέντρων, ποτηριών, πεταλιών και δισκοβαχιόνων, με πολύ λιγότερες τριβές. Οι καλύτερες σειρές φρένων και ταχυτήτων είναι επίσης πιο λειτουργικές από τις υπόλοιπες σειρές.

Στα συνήθη τμήματα και εξαρτήματα του ποδηλάτου που επιδέχονται φθορά επειδή χρησιμοποιούνται, περιλαμβάνονται τα ελαστικά, οι αεροθάλαμοι, οι σέλες, τα παπουτσάκια των φρένων, οι δίσκοι του δισκοβραχίονα, οι τροχαλίες του οπίσθιου ντεραγιέρ, τα στεφάνια, οι χειρολαβές του τιμονιού, τα αντανакλαστικά, και τα συστήματα φωτισμού. Η φθορά των παραπάνω εξαρτάται από τη συντήρηση και τη φροντίδα του ποδηλάτου, το ύψος οδήγησης και τις συνθήκες οδήγησης. Το αποτέλεσμα αυτών των παραμέτρων είναι ο χρόνος στον οποίο τα παραπάνω εξαρτήματα θα αρχίσουν να λειτουργούν χειρότερα από την αρχική τους άψογη συμπεριφορά. Κάθε ποδήλατο καθώς και τα εξαρτήματα του έχουν πεπερασμένη και περιορισμένη διάρκεια ζωής. Η διάρκεια της ποικίλει ανάλογα με την κατασκευή και τα υλικά που χρησιμοποιούνται στον σκελετό και στα εξαρτήματα του ποδηλάτου, ανάλογα με τη συντήρηση και τη φροντίδα τους σε όλη τη διάρκεια ζωής τους καθώς επίσης και ανάλογα με τον τρόπο και τη συχνότητα χρήσης στην οποία υποβάλλονται. Η αγωνιστική οδήγηση, η οδήγηση δεξιοτεχνίας και τεχνασμάτων, η οδήγηση σε κεκλιμένες ράμπες, η οδήγηση με άλματα, η επιθετική οδήγηση, η οδήγηση σε πολύ δύσκολα εδάφη, η οδήγηση σε πολύ ζεστές ή κρύες καιρικές συνθήκες, η οδήγηση με πολύ βαριά φορτία και εμπορικές δραστηριότητες καθώς και άλλοι τύποι μη συνηθισμένων τρόπων οδήγησης μπορεί να μικρύνει δραστικά τη ζωή του σκελετού και των εξαρτημάτων του. Οποιαδήποτε από τις παραπάνω συνθήκες ή ένας συνδυασμός τους μπορεί να οδηγήσει σε απρόβλεπτη αστοχία. Σε όμοιες συνθήκες οδήγησης τα ελαφρύτερα ποδήλατα και τα εξαρτήματα τους έχουν συνήθως πιο σύντομη διάρκεια ζωής από τα βαρύτερα. Η επιλογή ενός ελαφρού ποδηλάτου (ή/και των εξαρτημάτων του) είναι ένας συμβιβασμός μεταξύ μειωμένου βάρους, που εξασφαλίζει υψηλότερη απόδοση, αλλά και μικρότερης διάρκειας ζωής.

Οι παράγοντες που μειώνουν την διάρκεια ζωής του ποδηλάτου είναι:

- Σκληρό ύψος οδήγησης.
- Χτυπήματα, συγκρούσεις και άλματα με το ποδήλατο.
- Πολλά χιλιόμετρα.
- Υψηλό βάρος αναβάτη.
- Δυνατοί αναβάτες με καλή φυσική κατάσταση και επιθετικό ύψος οδήγησης.
- Διαβρωτικό περιβάλλον (υγρό, αέρας με άλατα, δρόμος με αλάτι τον χειμώνα, συσσωρευμένος ιδρώτας).
- Ύπαρξη τραχιάς λάσπης, βρομιάς, άμμου και χώματος στο περιβάλλον οδήγησης.

Αντιθέτως, οι παράγοντες που αυξάνουν την διάρκεια ζωής του ποδηλάτου είναι:

- Ομαλό, «ρευστό» ύψος οδήγησης.
- Όχι χτυπήματα, συγκρούσεις και άλματα με το ποδήλατο.
- Λίγα χιλιόμετρα.
- Χαμηλό βάρος αναβάτη.

- Λιγότερο επιθετικό ύφος οδήγησης.
- Μη διαβρωτικό περιβάλλον (στεγνό, αέρας χωρίς αλάτι).
- Καθαρό περιβάλλον οδήγησης.

Η **τιμή** του ποδηλάτου είναι χαρακτηριστικό το οποίο εξαρτάται από διάφορους παράγοντες που αναφέραμε παραπάνω. Ο κατασκευαστής, δηλαδή το όνομα που θα φέρει το ποδήλατο, ο τύπος, το υλικό κατασκευής, τα αξεσουάρ που θα έχει πάνω, τα ειδικά χαρακτηριστικά(εάν έχει αναρτήσεις ή όχι, εάν είναι σπαστό ή ηλεκτρικό κ..ά.) και τα πρότυπα ISO είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την τιμή του εκάστοτε ποδηλάτου.

## 2.4. Έλεγχος και συντήρηση ενός ποδηλάτου MTB

Για να συνεχίσει το ποδήλατο να λειτουργεί σε υψηλά επίπεδα ικανοποίησης ως προς τον αναβάτη, θα πρέπει να γίνονται οι απαραίτητοι έλεγχοι και η συντήρηση από εξειδικευμένο προσωπικό.

Σε ετήσια βάση, θα πρέπει να γίνονται οι παρακάτω ενέργειες και οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος φθοράς και τάσης αλυσίδας, καθαρισμός αλυσίδας και λίπανση. Η αλυσίδα του ποδηλάτου δεν πρέπει να έχει υπερβολική ποσότητα γράσου.
- Έλεγχος στα ποτήρια πιρουνιού και τη μεσαία τριβή για «παίξιμο».
- Έλεγχος στα ρουλεμάν των πεντάλ για «παίξιμο».
- Έλεγχος στα ντεραγιέρ για την κατάλληλη λειτουργία.
- Έλεγχος στο τιμόνι και τον λαιμό τιμονιού για ορατές ζημιές.
- Έλεγχος σε όλο το σύστημα φρένων για άψογη λειτουργία.
- Έλεγχος στους τροχούς. Ιδιαίτερη προσοχή στη φθορά των στεφανιών, των ελαστικών και των αεροθαλάμων.
- Έλεγχος της πίεσης του αέρα στους αεροθαλάμους αλλά και της γενικότερης κατάστασης των τοιχωμάτων και των πελμάτων των ελαστικών.
- Έλεγχος σε όλο το σύστημα φωτισμού.
- Έλεγχος στο κουδούνι του ποδηλάτου.
- Έλεγχος των χειρολαβών για κατάλληλη στήριξη στο τιμόνι.
- Έλεγχος στην εμπρόσθια ανάρτηση για άψογη λειτουργία και «παίξιμο» στα κουζινέτα.
- Έλεγχος στην οπίσθια ανάρτηση για άψογη λειτουργία και σωστό σφίξιμο όλων των βιδών σύμφωνα με τις συνιστώμενες τιμές ροπής του κατασκευαστή.
- Έλεγχος στον σκελετό και στο πιρούνι (εάν είναι χωρίς ανάρτηση), για την άψογη κατάσταση τους.

Σε μηνιαία βάση γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Το καθάρισμα, η λίπανση και η ρύθμιση εάν είναι απαραίτητο στο εμπρόσθιο και το οπίσθιο ντεραγιέ.
- Το καθάρισμα, η λίπανση και η σύσφιξη εάν είναι απαραίτητο στα ποτήρια πιρουνιού.
- Το καθάρισμα, το γρασάρισμα και η αντικατάσταση εάν είναι απαραίτητο στα καλώδια των φρένων και των ταχυτήτων.

Σε καθημερινή βάση, μετά από 3 έως 5 ώρες οδήγησης και στην περίπτωση δυσκολίας της οδήγησης, θα πρέπει να γίνονται οι κάτωθι έλεγχοι:

- Έλεγχος του σκελετού, ειδικά στις περιοχές γύρω από τις συγκολλήσεις των σωλήνων, του τιμονιού, του λαιμού τιμονιού και σέλας για βαθιές γρατσουνιές, αποχρωματισμό ή ρωγμές. Αυτά είναι σημάδια καταπόνησης και δείχνουν ότι κάποιο τμήμα ή εξάρτημα είναι στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του.
- Έλεγχος εμπρόσθιου τροχού.
- Έλεγχος των πεντάλ, του δισκοβραχίονα και της μεσσαίας τριβής.
- Έλεγχος του αέρα των ελαστικών, καθώς και για κοψίματα στο πέλημα και στα πλάγια αυτών.
- Έλεγχος στην ζυγοστάθμιση των τροχών, στα φρένα και στις ακτίνες του τροχού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### 3.1. Υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα ποδήλατα MTB

Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα ποδήλατα MTB είναι:

- Ατσάλι(χάλυβας)
- Κράματα αλουμινίου
- Τιτάνιο
- Ανθρακονήματα
- Θερμοπλαστικά
- Μαγνήσιο
- Συνδυασμοί υλικών

Παρακάτω, παραθέτονται πληροφορίες συγκεκριμένα για κάθε υλικό.

#### Ατσάλι(χάλυβας)

Τα ατσάλινα πλαίσια είναι συχνά φτιαγμένα με διάφορους τύπους κραμά-των χάλυβα, που συμπεριλαμβάνουν και τους τύπους-chromoly. Είναι ισχυρά, εύκολα επεξεργάσιμα, σχετικά φθηνά, ωστόσο είναι πυκνότερα (βαρύτερα) από πολλά άλλα δομικά υλικά. Οι χαλύβδινες σωληνώσεις με τυπικές και παραδοσιακές διαμέτρους είναι συχνά λιγότερο άκαμπτες σε σχέση με άλλα υλικά σε μεγαλύτερες διαστάσεις. Αυτή η ελαστικότητα επιτρέπει μία μερική απορρόφηση των κραδασμών δίνοντας στον αναβάτη μία ελαφριά λιγότερο ενοχλητική αίσθηση σε σύγκριση με άλλες πιο άκαμπτες σωληνώσεις όπως το υπερμέγεθες αλουμίνιο.

Ένα κλασικός τύπος κατασκευής τόσο για τα ποδήλατα δρόμου όσο και για τα ποδήλατα βουνού χρησιμοποιεί τυπικούς κυλινδρικούς χαλύβδινους σωλήνες οι οποίοι συνδέονται με αποφύσεις. Οι αποφύσεις είναι εσοχές που φτιάχνονται από πιο χοντρά κομμάτια χάλυβα. Οι σωλήνες προσαρμόζονται στις αποφύσεις οι οποίες περιβάλλουν την απόληξη του σωλήνα και έπειτα γίνεται η συγκόλληση τους. Εμπειρικά, αποδεικνύεται ότι οι συγκολλήσεις χαμηλής θερμοκρασίας έχουν λιγότερο αρνητικές επιπτώσεις στην αντοχή του σωλήνα σε σχέση με την συγκόλληση υψηλής θερμοκρασίας, επιτρέποντας την χρήση ελαφριών σωλήνων χωρίς να παρατηρείται απώλεια αντοχής. Οι πρόσφατες εξελίξεις στη μεταλλουργία («air hardening»), μας παρέχουν σωληνώσεις που έχουν μεγάλη αντοχή και των οποίων οι ιδιότητες είναι ακόμη καλύτερες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών συγκόλλησης, κάτι που επιτρέπει στις συγκολλήσεις TIG και MIG να παραγκωνίσουν τις ακριβές κατασκευές lugged σε όλα τα μοντέλα εκτός από κάποια εξειδικευμένα και περιορισμένης παραγωγής ποδήλατα. Σε αντίθεση με τα πλαίσια συγκόλλησης MIG ή TIG , ένας σκελετός διεργασίας lugged μπορεί και είναι πιο εύκολο να επισκευαστεί λόγω της απλής κατασκευής του. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι σωληνώσεις από χάλυβα μπορούν να σκουριάσουν (αν και στην πράξη η χρήση χρώματος και αντιδιαβρωτικών σπρέι μπορούν να αποτρέψουν αποτελεσματικά την σκουριά), τα πλαίσια lugged επιτρέπουν την γρήγορη αντικατάσταση των σωλήνων χωρίς να υπάρχει σχεδόν καμία φυσική βλάβη στους γειτονικούς σωλήνες.

Μια πιο οικονομική μέθοδος κατασκευής σκελετών ποδηλάτων είναι αυτή που χρησιμοποιεί κυλινδρικούς σωλήνες χάλυβα με συγκόλληση TIG, η οποία δεν απαιτεί εξοχές για να συγκρατήσει τους σωλήνες. Αντιθέτως, οι σωλήνες του πλαισίου ευθυγραμμίζονται στο ικρίωμα και σταθεροποιούνται στη θέση τους μέχρι να ολοκληρωθεί η συγκόλληση. Η συγκόλληση fillet είναι μια ακόμη μέθοδος που ενώνει τους σωλήνες χωρίς εξοχές. Απαιτεί περισσότερη εργασία και κατά συνέπεια είναι λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιηθεί στην βιομηχανική παραγωγή σκελετών. Όπως και με την TIG συγκόλληση, οι σωλήνες fillet του σκελετού συγκολλούνται και στη συνέχεια συγκολλείται μία επιφάνεια μπρούντζου στον κοινό σύνδεσμο, παρόμοια όπως με την διαδικασία κατασκευής lugged. Η επιχαλκωμένη αυτή επιφάνεια επιτυγχάνει περισσότερη αισθητική ομοιομορφία στον σκελετό. Στα χαλύβδινα πλαίσια, η χρήση ενισχυμένου σωλήνα μειώνει το βάρος ωστόσο αυξάνει το κόστος. Με την ενίσχυση εννοείται ότι το πάχος του τοιχώματος του σωλήνα δεν είναι ομοιόμορφο, και αλλάζει από παχύτερο στα άκρα (για σκοπούς αντοχής και πιέσεων) σε λεπτότερο στη μέση των δοκών (ώστε να είναι πιο ελαφρύς ο σκελετός).

Υπάρχουν και φθηνότεροι χαλύβδινοι σκελετοί, οι οποίοι κατασκευάζονται από μαλακό χάλυβα, ο οποίος χρησιμοποιείται επιπλέον και για την παραγωγή αυτοκινήτων ή άλλων μηχανολογικών προϊόντων. Ωστόσο, τα ποδήλατα υψηλής ποιότητας και προστιθέμενης αξίας, κατασκευάζονται από κράματα χάλυβα υψηλής αντοχής (εν γένει χρωμίου-μολύβδου-χάλυβα είτε απλά κράματα χρωμίου-χάλυβα), και χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ελαφριών σωλήνων με πολύ λεπτό πάχος τοιχωμάτων (ο σωλήνας δηλαδή δεν είναι συμπαγής). Ένα από τα πιο επιτυχημένα κράματα χάλυβα είναι το Reynolds "531", ένα κράμα χάλυβα και μαγγανίου-μολύβδου. Το πιο κοινό σήμερα κράμα είναι το κράμα χρωμίου 4130 chromoly και οι παραλλαγές του. Οι βιομηχανίες Reynolds και Columbus είναι δύο από τους πιο γνωστούς (και με μεγαλύτερο κύκλο εργασιών) κατασκευαστές σωλήνων για ποδήλατα. Ένα υψηλής ποιότητας ατσάλινο πλαίσιο είναι ελαφρύτερο από έναν τυπικό ατσάλινο σκελετό. Η ελαφρότητα κάνει πιο εύκολη την ανηφορική οδήγηση, όπως και την επιτάχυνση από επίπεδη θέση.

Ο υψηλής ποιότητας ( με κράμα χρωμίου ή μαγγανίου) ατσάλινος σκελετός μπορεί να αναγνωριστεί από το απλό χτύπημα με την άκρη του νυχιού. Ένα υψηλής ποιότητας πλαίσιο θα παράξει ένα ήχο-"κουδούνισμα", όταν ο τυπικής ποιότητας ατσάλινος σκελετός θα παράξει έναν πιο μπάσο και βαθύ ήχο. Μπορούν επίσης να αναγνωριστούν από το βάρος τους (περίπου στα 2,5 kg ζυγίζει το πλαίσιο μαζί με τα πιρούνια), καθώς από τον τύπο των συνδέσμων και των απολήξεων των πιρουνιών που χρησιμοποιούν.

### **Κράματα αλουμινίου**

Τα κράματα αλουμινίου έχουν χαμηλότερη πυκνότητα και χαμηλότερη αντοχή σε σύγκριση με τα κράματα χάλυβα, ωστόσο, έχουν καλύτερο λόγο αντοχής προς βάρος, δίνοντάς τους αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα βάρους, σε σχέση με τον χάλυβα. Οι πρώτες κατασκευές αλουμινίου έδειχναν ότι είναι πιο ευάλωτες στην καταπόνηση, είτε λόγω αναποτελεσματικότητας των κραμάτων, είτε λόγω ατελών τεχνικών συγκόλλησης που τότε χρησιμοποιούσαν. Προβλήματα που δεν αντιμετωπίζουν τα κράματα χάλυβα και τιτανίου, τα οποία έχουν μεγαλύτερα όρια καταπόνησης ενώ γενικά είναι πιο εύκολη η συγκόλληση και η επιχάλκωση τους.

Ωστόσο, ορισμένα από αυτά τα μειονεκτήματα που υπήρχαν τότε έχουν εν μέρει αναιρεθεί (μερικώς βέβαια, δηλαδή έχει βελτιωθεί η συμπεριφορά τους), με την χρήση περισσότερο εξειδικευμένης εργασίας, που είναι ικανή να παράγει συγκολλήσεις καλύτερης ποιότητας, να προσαρμόζει σύγχρονα κράματα αλουμινίου που χρησιμοποιούνται σε κατασκευές εμπορικών αεροσκαφών, εξασφαλίζοντας αντοχή και αξιοπιστία συγκρίσιμη με αυτή των χαλύβδινων σκελετών. Η ελκυστικότητα του λόγου αντοχής-βάρους που διαθέτει το αλουμίνιο σε σχέση με το χάλυβα, και ορισμένες μηχανικές του ιδιότητες, το καθιστούν ως ένα από τα προτιμώμενα υλικά για κατασκευή σκελετών (για παράδειγμα, ένας δυνατός αναβάτης, ο οποίος κάνει συχνά αναρρίχηση με ποδήλατο, μπορεί να προτιμήσει την ακαμψία του αλουμινίου). Τα μειονεκτήματα του αλουμινένιου σκελετού είναι ότι δεν έχει την ίδια αίσθηση όπως ο χαλύβδινος σκελετός, η τραχύτητα κατά την οδήγηση, και η δυσκολία επιδιόρθωσης.

Μερικά δημοφιλή κράματα για σκελετούς ποδηλάτων είναι το αλουμίνιο 6061 και 7005 (6061 aluminum , 7005 aluminum) . Σήμερα είναι πολύ δημοφιλείς οι κατασκευές από κράματα αλουμινίου τα οποία συνδέονται με TIG συγκόλληση. Οι σκελετοί ποδηλάτων από αλουμίνιο να εμφανίζονται στην αγορά μόνο αφού αυτό το είδος της συγκόλλησης έγινε οικονομικό κατά την δεκαετία του 1970. Το αλουμίνιο έχει διαφορετικό βέλτιστο πάχος για τα τοιχώματα των σωλήνων σε σχέση με αυτούς από ατσάλι. Η βέλτιστη αναλογία είναι περίπου 200:1 , ενώ για τον χάλυβα είναι μόλις ένα μικρό κλάσμα αυτής της αναλογίας. Ωστόσο, με τη σχέση αυτή, το πάχος του τοιχώματος θα είναι πολύ μικρό άρα και εύθραυστο τρωτό απέναντι σε κρούσεις. Έτσι οι σωλήνες αλουμινίου σχεδιάζονται ως υπερμεγέθεις, με αεροδυναμικά αποδεκτές αναλογίες και καλή αντοχή στην κρούση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το πλαίσιο να είναι πολύ πιο σκληρό από το ατσάλι. Ενώ πολλοί αναβάτες ισχυρίζονται ότι χαλύβδινα πλαίσια προσφέρουν μια ομαλότερη οδήγηση σε σχέση με το αλουμίνιο, επειδή οι σωλήνες αλουμινίου σχεδιάζονται ώστε να είναι πιο άκαμπτοι, ο ισχυρισμός αυτός είναι αμφίβολης ισχύος: το πλαίσιο του ποδηλάτου ίδιος είναι εξαιρετικά άκαμπτο στην κάθετη κατεύθυνση γιατί είναι κατασκευασμένο από τρίγωνα, των οποίων οι πλευρές δεν αλλάζουν στο μήκος κάτω από την εφαρμογή τάσης. Επιπλέον, η πλευρική και τη συστροφική (στρέψη) ακαμψία βελτιώνουν την επιτάχυνση και τον χειρισμό σε ορισμένες περιπτώσεις.

Οι σωλήνες αλουμινίου θεωρείται γενικά ότι έχουν μικρότερο βάρος από το χάλυβα, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα. Ένα οικονομικό πλαίσιο αλουμινίου μπορεί να είναι βαρύτερο από έναν ακριβό χαλύβδινο σκελετό. Οι ενισχυμένοι σωλήνες αλουμινίου-όπου το πάχος του τοιχώματος των μεσαίων τμημάτων είναι πιο λεπτό από τα τμήματα στις άκρες- χρησιμοποιούνται από ορισμένους κατασκευαστές για την εξοικονόμηση βάρους. Υλοποιούνται διάφορες γεωμετρικές σωλήνων που σκοπεύουν είτε στην βελτίωση της ακαμψίας, της αεροδυναμικής και άλλων χαρακτηριστικών.

## **Τιτάνιο**

Το Τιτάνιο είναι πιθανόν ένα από τα πιο εξωτικά και ακριβά μέταλλα και χρησιμοποιούνται και αυτά για σωλήνες σκελετού ποδηλάτου. Συνδυάζει πολλά επιθυμητά χαρακτηριστικά, όπως η υψηλή αναλογία αντοχής-βάρους και η εξαιρετική αντίσταση στη διάβρωση. Το υλικό παρουσιάζει ικανοποιητική δυσκαμψία (περίπου το ήμισυ αυτής του χάλυβα) και επιτρέπει σε πολλά πλαίσια του τιτανίου, να κατασκευάζονται με τυπικά μεγέθη σωλήνων, αν και οι μεγαλύτερης διαμέτρου σωλήνες χρησιμοποιούνται όλο και πιο συχνά για περισσότερη ακαμψία. Το κόστος είναι συνήθως απαγορευτικό για τους περισσότερους ποδηλάτες, αφού τα



περισσότερο πλαίσια τιτανίου είναι πολύ πιο ακριβά από τα αντίστοιχα κράματος χάλυβα. Οι σωλήνες τιτανίου για σκελετούς σχεδόν πάντα συγκολλούνται με την τεχνική GasTungsten Arc Welding (GTAW ή TIG). Είναι πιο δύσκολη η επεξεργασία του σε σχέση με τον χάλυβα ή το αλουμίνιο, κάτι που συνήθως αποθαρρύνει την χρήση του και την περιορίζει σε ολιγάριθμες εφαρμογές.

### **Ανθρακονήματα**

Τα ανθρακονήματα είναι ένα είδος σύνθετων υλικών μη-μεταλλικό, το οποίο γίνεται ολοένα και πιο δημοφιλές στην χρήση για σκελετούς ποδηλάτων. Παρόλο το μεγάλο κόστος του, είναι ελαφρύ, ανθεκτικό στη διάβρωση και ισχυρό, και μπορεί να διαμορφωθεί σε σχεδόν οποιοδήποτε επιθυμητό σχήμα. Με την χρήση τους επιτυγχάνεται η σχεδίαση και τελειοποίηση σκελετών μέσω της διαδικασίας fine-tuning, ώστε αυτοί να αντιμετωπίζουν τις τάσεις και τις δυνάμεις σε συγκεκριμένα σημεία (όπως για παράδειγμα στην μεσαία τριβή λόγω των δυνάμεων pedaling) ενώ παράλληλα επιτρέπουν την ευελιξία σε άλλα τμήματα του πλαισίου (για να υπάρχει πιο άνετη ποδηλασία). Επιπλέον μπορούν να σχεδιαστούν σκελετοί από ανθρακονήματα οι οποίοι σε συγκεκριμένους σωλήνες θα είναι ανθεκτικοί σε ορισμένες αξονικές δυνάμεις (π.χ. στις κάθετες καταπονήσεις), ενώ θα συμπεριφέρονται πιο ελαστικά στις άλλες αξονικές δυνάμεις. Η ικανότητα αυτή να σχεδιάζεται ένας μεμονωμένος σύνθετος σωλήνας με ιδιότητες που διαφέρουν ανάλογα με τον προσανατολισμό, δεν μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση άλλων κοινών μετάλλων, αποτελεί δηλαδή μία μοναδική εξαιρετικής χρηστικότητας ικανότητα των ανθρακονημάτων. Ορισμένα πλαίσια από ανθρακονήματα χρησιμοποιούν κυλινδρικούς σωλήνες που ενώνονται με συγκολλήσεις και εξοχές όπως και στην μέθοδο μεταλλικού σκελετού lugged. Ένας άλλος τύπος πλαισίων από ίνες άνθρακα συντίθεται σε ένα ενιαίο κομμάτι, που ονομάζεται κατασκευή monocoque. Παρόλο που αυτά τα σύνθετα υλικά παρέχουν μικρό βάρος και υψηλή αντοχή, έχουν πολύ μικρότερη αντοχή επίδρασης (impact resistance) και κατά συνέπεια είναι επιρρεπή σε ζημιές, εάν συντριβούν είτε από λάθος χειρισμό τους. Έχει επιπλέον αναφερθεί προταθεί ότι τα υλικά αυτά είναι ευάλωτα στο fatigue failure, μια δηλαδή κατά την παρατεταμένη και για μεγάλο χρονικό διάστημα χρήση τους.

Τα περισσότερα αγωνιστικά ποδήλατα μεμονωμένων αγώνων είτε για χρήση στο τρίαθλο, κατασκευάζονται από σύνθετα υλικά. Και αυτό επειδή μόνο με αυτά τα υλικά μπορεί να διαμορφωθεί πλαίσιο με αεροδυναμικό προφίλ, σε αντίθεση με άλλα υλικά που θα το έκαναν υπερβολικά βαρύ. Ο αεροδυναμικός σχεδιασμός μπορεί να προσθέτει στο βάρος ωστόσο λόγω της αεροδυναμικότητας επιτυγχάνει μεγαλύτερες ταχύτητες ο αναβάτης. Υπάρχουν και άλλα υλικά εκτός από τα ανθρακονήματα, όπως το μεταλλικό βόριο, το οποίο μπορεί να προστεθεί σε σημεία του σκελετού ώστε να ενισχύσει περαιτέρω την ακαμψία του. Ορισμένα νεώτερα και επιτυχημένα μοντέλα σκελετών ενσωματώνουν ίνες Kevlar στις ίνες του άνθρακα βελτιώνοντας το σύστημα απόσβεσης των κραδασμών και την αντοχή στις επιδράσεις, ιδιαίτερα για τους σωλήνες downtubes και για τα ψαλίδια seat/chain.

### **Θερμοπλαστικά**

Τα Θερμοπλαστικά, σύμφωνα με μια μελέτη του 2001 από την Advanced Technology Project (ATP), είναι νέα υπό δοκιμή ακόμα υλικά. Αναπτύχθηκαν αρχικά από "τη Ford Motor Company Scientific Research Laboratory» και την «General Electric». Η ATP καινοτόμησε με την χρήση των ανακυκλώσιμων θερμοπλαστικών σε

εξαρτήματα αυτοκινήτων. Τέτοιου είδους εξαρτήματα χρησιμοποιούνται στο μοντέλο της Ford, Martin. Μία κοινή εφαρμογή με θερμοπλαστικά πλαίσια ποδηλάτων είναι η ενσωμάτωση ανθρακονημάτων σε θερμοπλαστικά υλικά. Μία από τις πρώτες εταιρίες που χρησιμοποίησαν σε μοντέλα ποδηλάτου αυτά τα υλικά είναι η GT Bicycles. Τα ανθρακονήματα περιπλέκονται μαζί με ίνες πλαστικού σε έναν σωλήνα. Ο σωλήνας τοποθετείται σε ένα καλούπι όπου εκεί με φύσημα εξαναγκάζεται το υλικό να ακουμπήσει τα εσωτερικά τοιχώματα του καλουπιού. Αφού θερμανθεί και λιώσει το πλαστικό, έπειτα ψυχραίνεται και αφαιρείται από το καλούπι στην τελική του μορφή.

### **Μαγνήσιο**

Ένα μικρό ποσοστό πλαισίων για ποδήλατο κατασκευάζονται από μαγνήσιο, το οποίο έχει μόλις το 64% της πυκνότητας του αλουμινίου. Στη δεκαετία του 1980, ο μηχανικός Frank Kirk, επινόησε έναν σκελετό ποδηλάτου που απαρτίζεται από δοκούς και όχι από σωλήνες. η εταιρεία Kirk Precision Ltd, ειδικεύονταν στην κατασκευή ποδηλάτων δρόμου και ποδήλατο βουνού με χρήση αυτής της τεχνολογίας. Ωστόσο, εκτός από μία μικρή αρχική εμπορική επιτυχία, αντιμετώπισε προβλήματα αξιοπιστίας και η παραγωγή τους σταμάτησε το 1992. Οι σύγχρονοι σκελετοί από μαγνήσιο υιοθετούν την κλασική μέθοδο των σωλήνων. Πληροφορικά, ένα μεγάλο πρόβλημα με αυτά τα πλαίσια είναι η διάβρωση που προκαλείται από τη χημική αντιδραστικότητα του μαγνησίου. Αν δεν λαμβάνεται μέριμνα κατά τη συναρμολόγηση του ποδηλάτου, είναι πιθανόν να υπάρξει γαλβανική διάβρωση σε σημεία όπου χάλυβας ή αλουμίνιο έρθουν σε επαφή με το πλαίσιο.

### **Συνδυασμοί υλικών**

Μια πρόσφατη καινοτομία είναι η κατασκευή πλαισίων από σωλήνες διαφορετικών υλικών. Αυτό έχει ως σκοπό να παρέχει την επιθυμητή ακαμψία, ευλυγισία και απόσβεση σε διάφορους τομείς, με διαφορετικό τόνο κάθε φορά για κάθε σημείο, κάτι που δεν επιτυγχάνεται εύκολα με ένα και μόνο υλικό. Τα συνδυασμένα υλικά είναι συνήθως ανθρακονήματα και μέταλλα, είτε αυτός είναι χάλυβας, αλουμίνιο ή τιτάνιο. Μια εφαρμογή αυτής της προσέγγισης περιλαμβάνει μεταλλικούς σωλήνες down tube και chain stays με ανθρακονηματικούς σωλήνες top tube, seat tube και seat stays. Σε άλλη εφαρμογή τα ανθρακονήματα χρησιμοποιούνται μόνο στα seat stays και οι υπόλοιποι σωλήνες είναι μεταλλικοί.

<b>ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ</b>			
<b>ΧΑΛΥΒΑΣ</b>		<b>ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ</b>	
<b>ΥΠΕΡ</b>	<b>ΚΑΤΑ</b>	<b>ΥΠΕΡ</b>	<b>ΚΑΤΑ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΦΤΗΝΟ</li> <li>• ΔΥΝΑΤΟ</li> <li>• ΣΤΙΒΑΡΟ</li> <li>• ΕΥΚΟΛΟ ΣΤΗΝ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΒΑΡΥ</li> <li>• ΔΙΑΒΡΩΝΕΤΑΙ ΕΥΚΟΛΑ</li> <li>• ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΠΡΟΦΙΛ</li> <li>• ΑΔΥΝΑΜΙΑ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΤΙΣ ΖΩΝΕΣ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗΣ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΦΤΗΝΟ</li> <li>• ΕΛΑΦΡΥ</li> <li>• ΣΧΕΤΙΚΑ ΔΥΝΑΤΟ</li> <li>• ΣΤΙΒΑΡΟ ΕΝ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ</li> <li>• ΜΗ-ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΔΕΝ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΝΕΤΑΙ ΕΥΚΟΛΑ</li> <li>• ΑΣΤΟΧΙΑ ΣΤΙΣ ΣΥΝΔΕΞΕΙΣ</li> <li>• ΔΥΣΚΟΛΙΑ ΣΤΗΝ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ</li> </ul>
<b>ΤΙΤΑΝΙΟ</b>		<b>ΑΝΘΡΑΚΟΝΗΜΑΤΑ</b>	
<b>ΥΠΕΡ</b>	<b>ΚΑΤΑ</b>	<b>ΥΠΕΡ</b>	<b>ΚΑΤΑ</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΕΛΑΦΡΥ</li> <li>• ΔΥΝΑΤΟ</li> <li>• ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ</li> <li>• ΜΗ-ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΑΚΡΙΒΟ</li> <li>• ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΠΡΟΦΙΛ</li> <li>• ΔΕΝ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΝΕΤΑΙ ΕΥΚΟΛΑ</li> <li>• Η ΚΑΚΗ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΔΕΝ ΦΑΙΝΕΤΑΙ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΕΛΑΦΡΥΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΑΛΛΑ ΥΛΙΚΑ</li> <li>• ΠΟΛΥ ΔΥΝΑΤΑ</li> <li>• ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟΣΒΕΣΗ</li> <li>• ΕΥΚΟΛΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</li> <li>• ΜΗ-ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΑ</li> <li>• ΕΥΚΟΛΙΑ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗΣ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ΑΚΡΙΒΑ</li> <li>• ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ</li> <li>• ΑΝΤΟΧΗ ΚΑΙ ΑΚΑΜΨΙΑ ΕΞΑΡΤΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥΣ</li> <li>• ΤΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΑΠΟ ΚΑΛΛΟΥΠΙ ΕΧΟΥΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ</li> </ul>

Πίνακας 3.1.1. χαρακτηριστικά υλικών

### 3.2.Μηχανικές ιδιότητες υλικών

Ιστορικά, το πιο διαδεδομένο υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των σωλήνων ενός σκελετού ποδηλάτου είναι το ασάλι. Έχει χάλυβα. Τα ασάλινα πλαίσια μπορούν να αποτελούνται από απλό φθινό ανθρακούχο χάλυβα έως εξαιρετικά εξειδικευμένα κράματα υψηλής απόδοσης. Τα πλαίσια μπορούν επίσης να κατασκευάζονται από κράματα αλουμινίου, τιτανίου, από ανθρακονήματα, ακόμη και από μπαμπού. Μερικές μηχανικές ιδιότητες ενός υλικού βοηθούν να αποφασιστεί κατά πόσον είναι κατάλληλο το υλικό για την κατασκευή ενός πλαισίου ποδηλάτου, και επιπλέον μας βοηθούν στον προσδιορισμό των ιδιοτήτων που είναι ικανοποιητικές για τον σκελετό, δίνοντας έτσι προδιαγραφές για περαιτέρω έρευνα στο αντικείμενο της μηχανικής των υλικών. Οι ιδιότητες αυτές αναλύονται παρακάτω διεξοδικά.

**Πυκνότητα ή ειδική βαρύτητα :** είναι ένα μέτρο του κατά πόσο βαρύ ή ελαφρύ είναι το υλικό ανά μονάδα όγκου. Ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας (μίας περιοχής) ανά τον όγκο αυτής (της περιοχής). Μπορεί να βρεθεί και από την παρακάτω εξίσωση:

$$m = \int_n^o \rho(r) dV$$

**Ακαμψία ή μέτρο ελαστικότητας :** είναι η ιδιότητα των υλικών σωμάτων να επανέρχονται στο αρχικό τους σχήμα μετά από άσκηση εξωτερικής τάσης. Το μέτρο ελαστικότητας ορίζεται ως η κλίση που παρουσιάζει ένα υλικό στην καμπύλη τάσης-παραμόρφωσης για την ζώνη ελαστικής παραμόρφωσης. Ορίζεται ως ο λόγος:

$$\lambda = \frac{\text{stress}}{\text{strain}}$$

όπου  $\lambda$  είναι το μέτρο ελαστικότητας, stress (τάση) είναι η δύναμη επαναφοράς που προκαλείται εξαιτίας της παραμόρφωσης διαιρούμενη με την περιοχή στην οποία εφαρμόζεται η δύναμη, ενώ παραμόρφωση ορίζεται ως ο λόγος της μεταβολής που προκαλείται από την τάση σε σχέση με την αρχική κατάσταση του αντικειμένου. Το μέτρο ελαστικότητας μετράται σε μονάδες Pascal (Pa για το σύστημα SI) είτε σε μονάδες psi (Pounds per Square Inch).

Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες παραμόρφωσης που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά μέτρα ελαστικότητας. Η γραμμική παραμόρφωση χαρακτηρίζεται από το μέτρο ελαστικότητας Young, η παραμόρφωση σχήματος χαρακτηρίζεται από το μέτρο ελαστικότητας σχήματος και η παραμόρφωση όγκου που χαρακτηρίζεται από το μέτρο ελαστικότητας όγκου. Στην σχεδίαση ποδηλάτων, το μέτρο ελαστικότητας μπορεί θεωρητικά να επηρεάσει την άνεση οδήγησης και την αποτελεσματική μετάδοση της ισχύος. Πρακτικά και επειδή ο σκελετός έχει πάντα μεγαλύτερη ακαμψία από τα λάστιχα και την σέλα, η άνεση εντέλει της οδήγησης επηρεάζεται περισσότερο από την επιλογή της σέλλας, της γεωμετρίας του σκελετού, την επιλογή των λάστιχων κ.α. παραγόντων. Η πλευρική ακαμψία είναι πολύ πιο δύσκολο να επιτευχθεί λόγω του περιορισμένου προφίλ του σκελετού, ενώ η μεγάλη ευελιξία μπορεί να επηρεάσει τη μετάδοση της ισχύος, κυρίως μέσω της τριβής των ελαστικών στο δρόμο που οφείλονται στην στρέβλωση του οπίσθιου τριγώνου, στην τριβή των φρένων με τις ζάντες και τέλος με την τριβή της αλυσίδας με τον δίσκο ταχυτήτων.

### Μέτρο ελαστικότητας Young

Το μέτρο ελαστικότητας Young (E), εκφράζει την παραμόρφωση ενός μονοδιάστατου σώματος, πρακτικά ενός σώματος με μεγάλο μήκος και μικρή διατομή, όπως μία μακριά ράβδος. Το μέτρο ελαστικότητας Young ισούται με την τάση που εφαρμόζεται στο σώμα και το παραμορφώνει κατά μήκος προς την μεταβολή του μήκους του (ή αλλιώς με την παραμόρφωση του), δηλαδή:

$$Y = \frac{F/A_0}{\Delta L/L_0}$$

Συνήθως το μέτρο ελαστικότητας Young συγχέεται με το μέτρο ελαστικότητας ωστόσο είναι δύο διαφορετικά μεγέθη.

### Μέτρο διάτμησης

Το μέτρο διάτμησης (*shear modulus* ή *modulus of rigidity* : G ή μ) χαρακτηρίζει τα τρισδιάστατα υλικά σώματα στα οποία παραμορφώνεται το σχήμα τους χωρίς να μεταβάλλεται ο όγκος του. Ισούται με την τάση που εφαρμόζεται και παραμορφώνει το σώμα προς την διατμητική παραμόρφωση, δηλαδή την μεταβολή του μήκους της μίας του πλευράς στην οποία ασκείται η τάση προς το μήκος της πλευράς στην οποία δεν εφαρμόζεται τάση. Περιγράφεται από την μαθηματική σχέση:

$$S = \frac{F/A_0}{\Delta x/h}$$

### Μέτρο ελαστικότητας όγκου (*bulk modulus K*)

Το μέτρο ελαστικότητας όγκου χαρακτηρίζει τα τρισδιάστατα υλικά σώματα στα οποία κατά την παραμόρφωσή τους μεταβάλλεται ο όγκος τους. Ισούται με την τάση που εφαρμόζεται στο σώμα και το παραμορφώνει, προς την μεταβολή του όγκου του σώματος. Δίνεται από την σχέση:

$$B = \frac{F/A_0}{\Delta V/V_0}$$

**yield strength** ή **yield point**: με αυτήν την ποσότητα ορίζουμε την τάση για την οποία ένα υλικό αρχίζει να παραμορφώνεται πλαστικά. Πριν από αυτό το σημείο το υλικό θα συμπεριφέρεται ελαστικά και θα επιστρέφει στο αρχικό του σχήμα όταν αφαιρείται η ασκούμενη τάση. Όταν αυτό το σημείο ξεπεραστεί ένας μέρος της παραμόρφωσης θα είναι μόνιμο και μη αναστρέψιμο. Στον τρισδιάστατο χώρο μιλάμε πλέον για έναν άπειρο αριθμό σημείων yield ή αλλιώς για μία επιφάνεια yield.

**Λόγος Poisson ν**: είναι ο λόγος, κατά την έκταση ενός αντικειμένου, της συρρίκνωσης ή εγκάρσιας τάσης (κάθετη προς το φορτίο), προς την επέκταση ή την αξονική τάση (στην ίδια κατεύθυνση με το εφαρμοζόμενο φορτίο). Όταν ένα υλικό συμπιέζεται προς μια κατεύθυνση, τείνει συνήθως να επεκταθεί στις άλλες δύο κατευθύνσεις κάθετα προς την κατεύθυνση της συμπίεσης. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται Poisson. Ο Λόγος Poisson (NU) είναι το μέτρο του αποτελέσματος Poisson. Ο λόγος Poisson είναι ο λόγος του ποσοστού της επέκτασης διαιρούμενος με το ποσοστό συμπίεσης. Αντίθετα, εάν το υλικό είναι τεντωμένο και όχι συμπιεσμένο, τότε ο λόγος αυτός θα

είναι ο λόγος της συμπίεσης προς τον λόγο της επέκτασης. Ένα σταθερό, γραμμικά ελαστικό υλικό δεν μπορεί να έχει τιμή λόγου Poisson μικρότερη από -1 ή μεγαλύτερη από 0.5, εξαιτίας της απαίτησης ότι οι ποσότητες Young's modulus, shear modulus και bulk modulus πρέπει να είναι θετικές.

**elongation:** καθορίζει την επιτρεπόμενη παραμόρφωση για ένα υλικό μέχρι αυτό να σπάσει (χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της αντοχής του σκελετού).

**Fatigue limit ή endurance limit :** καθορίζει την αντοχή ενός σκελετού όταν υπόκειται σε κυκλική πίεση ή τάση από την ενέργεια του πεντάλινγκ ή των οδικών προσκρούσεων και δονήσεων.

**Σκληρότητα:** Η αντίσταση ενός υλικού στην διείσδυση από ένα εργαλείο ονομάζεται σκληρότητα. Δύο συστήματα μέτρησης της σκληρότητας είναι οι Rockwell και Brinell. Οι μετρήσεις σκληρότητας Rockwell γίνονται εύκολα και γρήγορα, έχουν καλή επαναληψιμότητα και οι κλίμακες σκληρότητας Rockwell ταξινομούνται ως A,B,C, . . . , κλπ. Τα εργαλεία διείσδυσης είναι διαμάντι σχήματος σφαίρας διαμέτρου 16χιλ., και η εφαρμογή φορτίου 60, 100 ή 150 kg αντίστοιχα για τις κλίμακες A, B και C. Επομένως οι αριθμοί σκληρότητας που προκύπτουν έχουν νόημα μόνο σε σχέση με έναν άλλο αριθμό σκληρότητας που χρησιμοποιεί την ίδια κλίμακα.

Η σκληρότητα Brinell είναι μια ακόμη δοκιμή που χρησιμοποιείται επίσης αρκετά. Κατά την δοκιμή, το εργαλείο διείσδυσης μέσω του οποίου εφαρμόζεται η δύναμη, είναι σφαίρα, ενώ η σκληρότητα HB υπολογίζεται ως το πηλίκο του εφαρμοζόμενου φορτίου διά την σφαιρική επιφάνεια της προκαλούμενης εσοχής. Έτσι, οι μονάδες του HB είναι οι ίδιες με αυτές της τάσης. Οι δοκιμές σκληρότητας Brinell παίρνουν περισσότερο χρόνο, δεδομένου ότι το HB θα πρέπει να υπολογίζεται από την σφαιρική επιφάνεια των δοκιμίων. Το κύριο πλεονέκτημα και των δύο μεθόδων είναι ότι είναι μη καταστροφικές στις περισσότερες περιπτώσεις. Και οι δύο είναι εμπειρικές και συνδέονται άμεσα με την αντοχή του υλικού υπό δοκιμήν. Αυτό σημαίνει ότι η αντοχή των μηχανικών μερών θα μπορούσε, εφόσον είναι επιθυμητό, να δοκιμάζεται κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Για το ασάλι, η σχέση μεταξύ της ελάχιστης απόλυτης αντοχής και της αντοχής Brinell για  $200 \leq HB \leq 450$ , έχει βρεθεί να είναι ίση με:

$$S_u = \begin{cases} 0.495 H_B & \text{kpsi} \\ 3.41 H_B & \text{MPa} \end{cases}$$

### ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ

Υλικό	Μέτρο Ελαστικότητας E (GPa)	Πυκνότητα ρ (g/cm <sup>3</sup> )	Όριο διαρροής σ <sub>y</sub> (MPa)
Χάλυβας	210	7.8	240
Cr-Mo Κράμα χάλυβα	210	7.8	665
6061 – T6 Al.	70	2.7	260
Ti – 3Al. – 2.5V	110	4.5	700

Πίνακας 3.2.1.μηχανικές ιδιότητες υλικών

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### 4.1. Ιστορική αναδρομή στα σχεδιαστικά προγράμματα

Η χρήση των υπολογιστών από μηχανικούς, ξεκίνησε από την εποχή, που άρχισαν να εμφανίζονται οι πρώτοι προσωπικοί υπολογιστές. Παρόλα αυτά, οι πρώτες δημοσιεύσεις που έγιναν που να αφορούν την περιγραφή τρισδιάστατων καμπυλών μέσω μαθηματικών σχέσεων, ήταν όταν ένας Γάλλος μηχανικός ονόματι Pierre Bézier, εργαζόμενος στην Renault, από το 1933 έως το 1975 αναπτύσσει το πρωτοποριακό σύστημα UNISERF CAD CAM, το οποίο χρησιμοποιείται για το σχεδιασμό αμαξώματος και επεξεργασίας του. Το 1972 κάνει γνωστές μια σειρά από καμπύλες, οι οποίες αργότερα πήραν και το όνομα του, τις καμπύλες Bezier. Οι καμπύλες αυτές είναι εύκολες στον χειρισμό τους και μπορούν εύκολα να μετασχηματιστούν για χρησιμοποίησή τους σε υπολογιστή. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιείται ακόμα και στις μέρες μας και αποτέλεσε ένα συνδυαστικό κρίκο ανάμεσα στην ευελιξία που ζητούσαν οι σχεδιαστές αμαξωμάτων και στο σκληρό και δύσκαμπτο υπολογιστικό περιβάλλον σχεδιασμού, που ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούνταν.

Τα πρώτα βήματα των σχεδιαστικών προγραμμάτων, έγιναν την δεκαετία του 1960, στην αεροναυπηγική βιομηχανία, αλλά και την βιομηχανία του αυτοκινήτου, σαν μια προσπάθεια, να απεικονιστούν καλύτερα τρισδιάστατες επιφάνειες, αλλά και σαν προγράμματα ελέγχου μηχανών, μέσω του αριθμητικού ελέγχου. Οι δυο αυτές περιπτώσεις σχεδιαστικών προγραμμάτων, αν και ξεκίνησαν την ίδια εποχή, ήταν τελείως ανεξάρτητες, και μιας και τότε, ήταν η τελευταία λέξη της τεχνολογίας, και παρέμειναν στην αφάνεια, αντιμετωπιζόμενα ως «βιομηχανικά μυστικά».

Ένας ακόμα σταθμός στην ιστορία των σχεδιαστικών προγραμμάτων, που επηρέασε πολύ την μετέπειτα εξέλιξή τους, ήταν όταν το 1963, ο Ivan Sutherland, κατασκεύασε για το MIT, το εργαλείο "Sketchpad". Το ξεχωριστό σημείο του συστήματος αυτού, ήταν ότι μπορούσε να δεχτεί από τον χρήστη γραφική είσοδο. Ο χρήστης μπορούσε να περάσει ένα σχέδιο στον υπολογιστή, σχεδιάζοντάς το στην CRT οθόνη του, με ένα φωτεινό στυλό.

Παρόλα αυτά, οι υπολογιστές, εξαιτίας του υψηλού κόστους τους, παρέμεναν διαθέσιμοι μόνο σε μεγάλες εταιρίες, όπως η GM που χρησιμοποιούσε το σχεδιαστικό DAC-1, η Renault και η Lockheed, μακριά από το ευρύ κοινό. Όσο το κόστος των υπολογιστών έπεφτε, οι υπολογιστές γίνονταν όλο και πιο προσιτοί στο κοινό, με τα σχεδιαστικά προγράμματα να εξελίσσονται με πολύ γρήγορους ρυθμούς και το φάσμα εφαρμογής τους να διευρύνεται ολοένα και περισσότερο. Πλέον σήμερα, χρησιμοποιούνται σε κάθε φάση της παραγωγής.

Το 1981 βγαίνουν στην αγορά το ROMULUS (Shape Data) και το UNI-SOLID (Unigraphics) για στερεά μοντελοποίηση, και το CATIA (Dassault Systems) για επιφανειακή. Το 1982, ιδρύεται η Autodesk από τον John Walker, με το πασίγνωστο πλέον πρόγραμμα δισδιάστατης σχεδίασης, AUTOCAD. Στη συνέχεια το 1988 εμφανίζεται το PRO/ENGINEER, το οποίο έδινε ακόμα περισσότερες επιλογές σχεδίασης, ενώ εισήγαγε και τον παραμετρικό σχεδιασμό. Τα παραπάνω, οδήγησαν στα σχεδιαστικά προγράμματα που περιλαμβάνουν τα περισσότερα γενικά στοιχεία των CAD/CAE/CAM, όπως είναι το SOLIDWORKS το 1995, το SOLIDEDGE το 1996, και το Autodesk INVENTOR το 1999.



Εικόνα 4.1.1.Εργαλεία Sketchpad και η σύγχρονη γενιά περιφερειακών εξαρτημάτων των υπολογιστών.

## 4.2.Ορισμός CAD

Η ραγδαία εξέλιξη των τελευταίων ετών στην Μηχανολογία οφείλεται, χωρίς αμφιβολία, στην εισαγωγή των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε όλους τους επιμέρους τομείς της. Σε σχέση με τις κατασκευαστικές επιστήμες, η δυνατότητα απεικόνισης της γεωμετρίας μιας μηχανολογικής κατασκευής στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, καθώς και η δυνατότητα προσομοίωσης της στατικής, δυναμικής, θερμικής, ρευστοδυναμικής συμπεριφοράς της, αποτελούν επιτεύγματα των τελευταίων ετών και αλλάζουν σημαντικά τόσο την εκπαίδευση όσο και την επαγγελματική πράξη του μηχανολόγου μηχανικού.

- Η σχεδίαση με την βοήθεια η/υ,Computer-Aided Design(CAD),είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί η/υ για την υποβοήθηση της δημιουργίας, τροποποίησης και βελτιστοποίησης ενός σχεδιασμού.
- Η ανάλυση με την βοήθεια η/υ,Computer-Aided Engineering(CAE),είναι μια τεχνολογία που ασχολείται με την χρήση υπολογιστικών συστημάτων για την ανάλυση γεωμετρίας CAD,που επιτρέπει στον σχεδιαστή να προσομοιώσει και να μελετήσει τον τρόπο με τον οποίο θα συμπεριφερθεί το προϊόν έτσι ώστε ο σχεδιασμός να επιδέχεται εύκολα αποπεράτωση και βελτιστοποίηση. Η κυρίαρχη μέθοδος CAE είναι αυτή των πεπερασμένων στοιχείων(Finite Element Method,FEM).

Με τον όρο CAD εννοούμε την δημιουργία γεωμετρικών απεικονήσεων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Προφανώς δεν περιοριζόμαστε στην γνωστή διαδικασία αντικατάστασης του drafting, δηλαδή του δισδιάστατου παραδοσιακού σχεδίου του μηχανικού (2-D),αλλά κυρίως στην περίπτωση τρισδιάστατης απεικόνισης κατασκευών ή δομών (3-D),όπου χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένες διαδικασίες προσέγγισης επιφανειών ή και όγκων. Έτσι είναι πολύ ευκολότερη και ελέγξιμη η αλλαγή της γεωμετρίας ενός μηχανολογικού εξαρτήματος μέχρις ότου ο μελετητής καταλήξει σε μια καταρχήν αποδεκτή κατασκευαστική λύση. Επιπλέον, όλα τα συστήματα CAD διαθέτουν κατάλληλα φίλτρα,interfaces (DXF, IGES, STEP),που δίνουν την δυνατότητα μεταφοράς της γεωμετρικής πληροφορίας από το ένα σύστημα στο άλλο(εναλλαξιμότητα).



Τα εργαλεία CAD μπορούν να ποικίλουν μεταξύ γεωμετρικών εργαλείων διαχείρισης σχημάτων-ένα ακρο-,μέχρι εξειδικευμένα προγράμματα εφαρμογών όπως ανάλυση και βελτιστοποίηση-άλλο άκρο-.Μεταξύ αυτών των δύο άκρων, τυπικά εργαλεία περιλαμβάνουν ανάλυση ανοχών, υπολογισμούς ιδιοτήτων μάζας(κέντρα βάρους, ροπές αδρανείας κ.ά.),μοντελοποίησης με πεπερασμένα στοιχεία και οπτικής απεικόνισης των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Ο σημαντικότερος ρόλος του CAD είναι ο καθορισμός της γεωμετρίας του υπό σχεδιασμού προϊόντος.

Πλέον τα λογισμικά CAD πληθαίνουν, όπως το Autocad, το SolidWorks, το Parasolid κ.α. Η τάση που εδραιώθηκε τα τελευταία χρόνια είναι ο τρισδιάστατος σχεδιασμός του ζητούμενου τελικού μοντέλου ώστε να γίνουν κάποιοι πρώτοι θεωρητικοί έλεγχοι σε αυτό. Οι έλεγχοι αυτοί θα επιτευχθούν μέσω προσομοιώσεων και θα γλιτώσουν χρόνο και χρήμα από τον επίδοξο κατασκευαστή του συγκεκριμένου προϊόντος, επειδή όσο πιο ακριβές είναι το μοντέλο, τόσο λιγότερα προβλήματα θα παρουσιάσει το προϊόν, και θα γίνουν λιγότερες αλλαγές στην παραγωγή. Αυτό προκαλεί δραστική μείωση του κόστους ανάπτυξης της παραγωγής του προϊόντος.

### **Σχεδιαστικές επιλογές του προγράμματος Autocad**

Η ανάπτυξη της βιομηχανίας καθιστά απαραίτητη την κατασκευή τεχνικών σχεδίων. Το τεχνικό σχέδιο είναι μια γραφική αναπαράσταση που παρουσιάζει την εξωτερική μορφή και τις εσωτερικές λεπτομέρειες ενός αντικειμένου ή μιας κατασκευής και χρησιμοποιείται από μηχανικούς, αρχιτέκτονες, σχεδιαστές εσωτερικού χώρου, drafters κ.ά. Τα πρότυπα και οι συμβάσεις που χαρακτηρίζουν ένα σχέδιο όσον αφορά την διάταξη, το πάχος της γραμμής, το μέγεθος του κειμένου, τα σύμβολα, τις προβλέψεις, την άποψη, την παραστατική γεωμετρία, την διαστασιολόγηση και την σημειογραφία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία σχεδίων που είναι ιδανικά στο να ερμηνεύονται με μοναδικό τρόπο. Επίσης οι κανόνες, κάτω από τους οποίους χρησιμοποιείται το πρόγραμμα, είναι κοινοί για όλες τις χώρες(Διεθνής Τεχνική Γλώσσα). Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος του τεχνικού σχεδίου έχει αυτοματοποιηθεί και επιταχυνθεί μέσω της χρήσης των CAD συστημάτων(δυσδιάστατο 2D αλλά και τρισδιάστατο 3D σχέδιο).

Στο πρόγραμμα Autocad υπάρχουν δύο συστήματα συντεταγμένων, οι καρτεσιανές όπου για τον προσδιορισμό του ζητούμενου σημείου απαιτούνται δύο αποστάσεις από κάποιο σταθερό ή μεταβαλλόμενο σημείο και οι πολικές όπου για τον προσδιορισμό του ζητούμενου σημείου απαιτούνται μια απόσταση και μια γωνία από κάποιο σταθερό ή μεταβαλλόμενο σημείο. Οι καρτεσιανές όπως και οι πολικές συντεταγμένες χωρίζονται σε απόλυτες και σχετικές και ο διαχωρισμός αυτός έχει να κάνει με το εκάστοτε σημείο αναφοράς.

Για να αρχίσει κάποιος να σχεδιάζει θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένη η εντολή **line**. Ο εντοπισμός του σημείου που θα αρχίσει η σχεδίαση, γίνεται ευκολότερος με την ενεργοποίηση των σημείων έλξης αντικειμένων, που είναι τα χαρακτηριστικά σημεία ήδη σχεδιασμένων αντικειμένων και χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό νέων γεωμετρικών σχημάτων. Τα κυριότερα **σημεία έλξης** αντικειμένων είναι:

- Endpoint (end): Ένα από τα δύο άκρα του αντικειμένου
- Midpoint (mid): Το μέσο ενός ευθυγράμμου τμήματος ή τόξου.
- Intersection(int): Σημείο τομής δύο αντικειμένων. Το σταυρόνημα πρέπει να ακουμπά και στα δύο τεμνόμενα αντικείμενα, αλλιώς πρέπει να γίνει και δεύτερη κατάδειξη.

- **Apparent Intersection(app):** Το υποθετικό σημείο τομής δύο αντικειμένων που δεν τέμνονται. Η τομή θα είναι η προέκταση(ομοεπίπεδα αντικείμενα) ή η προβολή (αντικείμενα διαφορετικών επιπέδων) των αντικειμένων.
- **Center(cen):** Το κέντρο τόξων ή κύκλων.
- **Quadrant(qua):** Ένα από τα τέσσερα τεταρτημόρια ενός κύκλου ή τόξου (αν έχει).
- **Parallel(par):** Τα σημεία εκείνα του χώρου που βρίσκονται πάνω σε παράλληλη τροχιά με κάποιο ευθύγραμμο αντικείμενο. Πρέπει πρώτα να περάσω το σταυρόνημα από το αντικείμενο, και να πατάω Shift.
- **Perpendicular(per):** Το σημείο στο οποίο φέρεται η κάθετος από το τελευταίο σημείο.
- **Tangent(tan):** Σημείο εφαπτομένης σε κύκλο ή τόξο.
- **Extension(ext):** Το ευθύγραμμο τμήμα – προέκταση ενός σημείου πάνω από το οποίο έχω προηγουμένως περάσει το σταυρόνημα.

Οι στρώσεις **layers** μας επιτρέπουν να κατηγοριοποιούμε μέρη του σχεδίου, έτσι ώστε να μπορούμε να προσθέτουμε και να αφαιρούμε κομμάτια σε μια κίνηση. Επίσης μας επιτρέπουν να δούμε το σχέδιο χωρίς τις διαστάσεις, τις σημειώσεις αλλά και μεμονομένα κομμάτια του σχεδίου. Ακόμη είναι χρήσιμες επειδή κάθε μια μπορεί να έχει διαφορετικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες των layers είναι:

- **Όνομα:** Οι στρώσεις είναι επώνυμες οντότητες στο AutoCAD και αναγνωρίζονται από το όνομά τους.
- **Χρώμα (Color):** Χρώμα σχεδιασμένων αντικειμένων.
- **Τύπος γραμμής (Linetype):** Τύπος γραμμής που σχεδιάζονται τα αντικείμενα.
- **Πάχος γραμμής (Lineweight):** Τύπος γραμμής που σχεδιάζονται τα αντικείμενα.
- **Στυλ εκτύπωσης (Plot Style):** Στυλ που εκτυπώνονται τα αντικείμενα της συγκεκριμένης στρώσης.

Οι καταστάσεις των στρώσεων είναι:

- **Τρέχουσα (Current):** Εάν είναι η στρώση πάνω στην οποία σχεδιάζουμε (μόνο μία τρέχουσα τη φορά).
- **Ορατή / Αόρατη (On / off):** Αντικείμενα που συμμετέχουν στη σχεδίαση όμως μπορεί να μην είναι ορατά.
- **Συμμετέχουσα/ Αμέτοχη (Thawed/ Frozen):** Τα αμέτοχα αντικείμενα δεν συμμετέχουν καθόλου στη σχεδίαση. Π.Χ. δεν θα κρύψουν τις στρώσεις πίσω τους, ενώ τα αόρατα θα τις κρύψουν.
- **Ξεκλειδωτή / Κλειδωμένη (Unlocked / Locked):** Εάν μπορούν ή δεν μπορούν τα αντικείμενα της στρώσης να υποστούν επεξεργασία.
- **Εκτυπώσιμη / Μη εκτυπώσιμη (Plot / No plot):** Στρώσεις που φαίνονται στην οθόνη αλλά είναι αόρατες στο εκτυπωμένο σχέδιο (στο χαρτί).

Μερικές ακόμα παράμετροι είναι: **Grid**(βοηθητικός κάρναβος-χρησιμεύει για να σημαδεύει σημεία που απέχουν ορισμένη απόσταση μεταξύ τους χωρίς αυτά να είναι εκτυπώσιμα), **limits**(το ηλεκτρονικό χαρτί του προγράμματος είναι τόσο όσο απαιτείται για να σχεδιάσουμε την γή σε κλίμακα 1:1-η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των ονομαστικών ορίων), **Units**(με την εντολή αυτή μας δίνεται η δυνατότητα να αλλάξουμε τις μονάδες σχεδίασης).

Στις βασικές τεχνικές σχεδίασης εντάσσονται οι παρακάτω εντολές:

**Rectangle (rec):** Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να δημιουργήσουμε ένα παραλληλόγραμμο. Για το σχεδιασμό θα πρέπει να δώσουμε το σημείο της κάτω αριστερής γωνίας του παρ/μου και το σημείο της πάνω δεξιάς γωνίας του παρ/μου.

**Circle (c)** :Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να δημιουργήσουμε ένα κύκλο. Για το σχεδιασμό θα πρέπει να δώσουμε συντεταγμένες για το κέντρο του κύκλου και το μήκος της ακτίνας του.

**Offset (o)** :Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για παράλληλη ομοιόθετη αναπαραγωγή.

Για το σχεδιασμό: Δίνουμε την απόσταση που θα έχει η παράλληλη αναπαραγωγή, επιλέγουμε το αντικείμενο για παράλληλη αναπαραγωγή και καθορίζουμε σημείο προς την πλευρά της παράλληλης αναπαραγωγής.

**Copy (co ή cp)**: Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός πανομοιότυπου αντικείμενου σε συγκεκριμένη απόσταση. Για το σχεδιασμό: Επιλέγουμε τα αντικείμενα, καθορίζουμε το σημείο αναφοράς ή το διάνυσμα αναπαραγωγής και καθορίζουμε το δεύτερο σημείο διανύσματος αναπαραγωγής ή <χρήση πρώτου σημείου για καθορισμό διανύσματος αναπαραγωγής>.

**trim (tr)**:Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για την αποκοπή των τμημάτων που περισσεύουν πέρα από κάποιο αντικείμενο. Για το σχεδιασμό: επιλέγουμε τα όρια αποκοπής και επιλέγουμε τα αντικείμενα.

**Extend (ex)**:Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για να προεκτείνουμε ένα αντικείμενο μέχρι να συναντήσει κάποιο άλλο αντικείμενο. Για το σχεδιασμό: επιλέγουμε τα όρια της προέκτασης, επιλέγουμε τα αντικείμενα και επιλέγουμε τα αντικείμενα για προέκταση.

**fillet (f)**:Πολλές φορές θέλουμε να ενώσουμε δύο αντικείμενα (ευθύγραμμα τμήματα ή τόξα) σχεδιάζοντας ένα τόξο με συγκεκριμένη ακτίνα καμπυλότητας που να εφάπτεται και στα δύο αντικείμενα. Το τόξο αυτό καλείται τόξο συνάρμοσης. Για το σχεδιασμό:

Επιλέγω το πρώτο αντικείμενο που θα εφαρμοστεί το τόξο συνάρμοσης (ή δίνω άλλη επιλογή) και επιλέγω το δεύτερο αντικείμενο. Εάν δεν έχω ορίσει ακτίνα στο πρώτο βήμα, θα δημιουργηθεί ακμή, με αντίστοιχη προέκταση ή αποκοπή των αντικειμένων εάν αυτά δεν τέμνονται ή εάν περισσεύουν αντίστοιχα.

**Chamfer (cha)**:Σε άλλες περιπτώσεις θέλουμε να ενώσουμε δύο ευθύγραμμα τμήματα με ένα πλάγιο ευθύγραμμο τμήμα, το οποίο καλείται πλαγιότητα. Για το σχεδιασμό: Επιλέγω το πρώτο αντικείμενο που θα πλαγιωποιηθεί (ή δίνω άλλη επιλογή), επιλέγω το δεύτερο αντικείμενο. Εάν δεν έχω ορίσει ακτίνα στο πρώτο βήμα, θα δημιουργηθεί ακμή, με αντίστοιχη προέκταση ή αποκοπή των αντικειμένων εάν αυτά δεν τέμνονται ή εάν περισσεύουν αντίστοιχα.

**Mirror (mi)**:Σχεδιάζει αντικείμενα συμμετρικά ως προς τον άξονα. Για το σχεδιασμό:

Επιλέγουμε τα αντικείμενα, ορίζουμε το πρώτο σημείο του άξονα συμμετρίας, ορίζουμε το δεύτερο σημείο του άξονα συμμετρίας και επιλέγουμε εάν θα αντιγραφούν ή όχι τα αντικείμενα που σχεδιάσαμε.

**Zoom (z)**:Για την εκτέλεση: Καθορίζουμε γωνία περιοχής, δίνουμε ένα συντελεστή κλίμακας ( nX ή nXP), ή επιλέγω ένα από τα παρακάτω

[ All/ Center / Dynamic / Extents/ Previous/ Scale / Window ]

**Select**:Ο απλούστερος τρόπος επιλογής αντικειμένων είναι με την τοποθέτηση του ποντικιού πάνω τους.

**Erase (e)**:Για την εκτέλεση: Επιλέγουμε τα αντικείμενα που θέλουμε να σβήσουμε και πατάμε enter.

**Delete**: Επιλεγμένα αντικείμενα μπορούμε επίσης να σβήσουμε με το πλήκτρο delete.

**Oops**:Η εντολή αυτή επαναφέρει τα αντικείμενα που είχαμε διαγράψει με την εκτέλεση της τελευταίας εντολής erase ανεξάρτητα από το πόσες και ποιες εντολές έχουμε εκτελέσει ενδιάμεσα.

**Undo (u):** Η εντολή αυτή αναιρεί τις ενέργειες που έγιναν με την εντολή που προηγήθηκε της εντολής undo.

**Redo:** Με την εντολή αυτή ακυρώνονται οι αναιρέσεις που έγιναν με την εντολή undo.

**Properties με διορθωτική χρήση:** Επιτρέπει να αλλάξουμε το αντικείμενο (layer, linetype, linetype scale, plot style, linewidth, hyperlink, thickness κ.τ.λ.). Επιτρέπει να αλλάξουμε ότι κατασκευαστικό στοιχείο αλλάζεται (Center, Radius, Diameter, Circumference, Area κ.τ.λ.).

**Point (po):** Για την εκτέλεση: Καθορίζουμε ένα σημείο με συντεταγμένες και όταν ολοκληρωθεί η εντολή, δημιουργείται το σημείο.

**Ddptype:** Επιλέγουμε τη μορφή που θέλουμε να έχουν τα σημεία μας, ενώ στο πλαίσιο πληκτρολόγησης πληκτρολογούμε το μέγεθος των σημείων.

**Polygon (pol):** Καθορίζουμε το πλήθος των πλευρών, καθορίζουμε το κέντρο του πολυγώνου, καθορίζουμε εάν το πολύγωνο θα είναι περιγεγραμμένο ή εγγεγραμμένο σε κύκλο και δίνουμε την ακτίνα του κύκλου (μπορεί να εντοπιστεί εύκολα με object snap εάν υπάρχουν σχετικά γεωμετρικά σημεία).

**Rotate(ro):** Η εντολή χρησιμοποιείται για περιστροφή ενός αντικειμένου. Επιλέγουμε τα αντικείμενα, επιλέγουμε το base point (όπως στην εντολή copy) και επιλέγουμε την γωνία περιστροφής.

**Explode (x):** Στην περίπτωση που θέλουμε να διασπάσουμε τα μπλόκ είτε τα αντικείμενα από τα οποία αποτελείται ένα πολύγραμμο. Εκτελούμε την εντολή και επιλέγουμε τα αντικείμενα που θέλουμε να διασπάσουμε.

**Array-Rectangular:** Για τη διάταξη αυτή θα πρέπει να δηλώσουμε το πλήθος των σειρών και των στηλών πληκτρολογώντας το στα πλαίσια Rows (γραμμές) και Columns (στήλες) αντίστοιχα. Για να ορίσουμε τον προσανατολισμό της διάταξης πληκτρολογούμε τις αποστάσεις μεταξύ των σειρών, των στηλών, και τη γωνία της διάταξης, στα πλαίσια πληκτρολόγησης Row offset, Column offset, και Angle offset αντίστοιχα. Εναλλακτικά μπορούμε να τα ορίσουμε από την περιοχή σχεδίασης ακολουθώντας τα προτροπικά μηνύματα.

**Array-Polar:** Για αυτή τη διάταξη θα πρέπει να δηλώσουμε τα συντεταγμένες του κέντρου της διάταξης, είτε πληκτρολογώντας τις στα πλαίσια πληκτρολόγησης X, Y είτε επιλέγοντας από την περιοχή σχεδίασης.

Total number of items & Angle to fill:

Ορίζουμε το συνολικό πλήθος αντικειμένων και τη συνολική γωνία διάταξης.

Total number of items & angle between items:

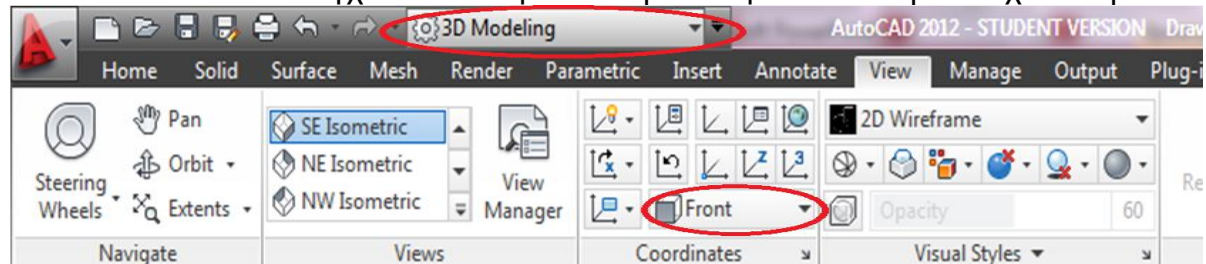
Ορίζουμε το συνολικό πλήθος αντικειμένων και τη γωνία των αντικειμένων.

Angle to fill and Angle between items:

Ορίζουμε τη συνολική γωνία διάταξης και τη γωνία μεταξύ των αντικειμένων.

**Move:** Χρησιμοποιείται για να μετακινήσουμε αντικείμενα στο χώρο.

Επίσης το Autocad μας δίνει την δυνατότητα να βλέπουμε το σχέδιο στον χώρο, κάτι που επιτυγχάνεται με την τρισδιάστατη σχεδίαση 3D.



Εικόνα 4.2.1. τρισδιάστατη σχεδίαση.

Η δυνατότητα σχεδίασης σε τρεις διαστάσεις είναι ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του CAD. Η μετάβαση από τις δύο στις τρεις διαστάσεις γίνεται στο AutoCAD σχετικά εύκολα. Για παράδειγμα, εκτός από τις εντολές Array, Mirror και Rotate, οι οποίες γίνονται 3DArray, Mirror3D και Rotate3D αντίστοιχα, όλες οι άλλες λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και για τα τρισδιάστατα αντικείμενα. Η προσθήκη του άξονα Z, επιτρέπει στο χρήστη να σχεδιάζει σε διαφορετικά επίπεδα ανύψωσης (elevation). Ενώ στις δύο διαστάσεις οποιοδήποτε αντικείμενο που σχεδιαζόταν ανήκε εξ ορισμού στο επίπεδο XY, στις τρεις διαστάσεις ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ορίσει μια προεπιλεγμένη συντεταγμένη Z, την οποία θα χρησιμοποιεί το AutoCAD όταν του δίνονται μόνο οι συντεταγμένες X, Y, μέσω της εντολής ELEVATION ή ELEV. Η εντολή ELEV επηρεάζει μόνο τα αντικείμενα που θα δημιουργηθούν ύστερα από την εισαγωγή της και η τιμή της επαναφέρεται αυτόματα ίση με το 0 κάθε φορά που ορίζεται ένα νέο σύστημα συντεταγμένων. Οι εντολές ZOOM και PAN είναι πολύ χρήσιμες για την εστίαση και μετακίνηση μέσα στην περιοχή σχεδίασης. Όσο πιο πολύπλοκο είναι ένα σχέδιο, τόσο περισσότερο πρέπει να χρησιμοποιούνται οι εντολές αυτές. Η εντολή ZOOM (ή Z) προσφέρει αρκετές επιλογές έτσι ώστε να διευκολύνεται η δημιουργία της νέας άποψης του σχεδίου. Η εντολή PAN (ή P) επιτρέπει την μετακίνηση στην περιοχή σχεδίασης χωρίς να επηρεάζει το συντελεστή μεγέθυνσης (ή σμίκρυνσης). Ο χρήστης, αφού εκτελέσει την εντολή, απλώς πιέζει το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού και κρατώντας το πατημένο μπορεί να μετακινηθεί προς οποιαδήποτε κατεύθυνση επιθυμεί. Τα μοντέλα στερεών είναι η πιο εξελιγμένη φιλοσοφία σχεδίασης σε τρεις διαστάσεις. Τα αντικείμενα περιγράφονται από τις ακμές, τις επιφάνειες και τον όγκο τους και διαθέτουν όλα τα χαρακτηριστικά ενός πραγματικού αντικειμένου (μάζα, όγκο, κέντρο βάρους, κλπ).

Επίσης, το Autocad διαθέτει και συγκεκριμένους βασικούς τύπους έτοιμων στερεών αντικειμένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Τα αντικείμενα αυτά ονομάζονται πρωτογενή στερεά (primitive solids) :

**Box:** Δημιουργεί ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο ορίζοντας δύο σημεία της διαγωνίου του.

**Sphere:** Δημιουργεί μια σφαίρα ορίζοντας το κέντρο και την ακτίνα της.

**Cylinder:** Δημιουργεί ένα κύλινδρο που μπορεί να έχει είτε κυκλική είτε ελλειπτική βάση. Πρέπει να οριστούν τα αντίστοιχα μεγέθη για τη δημιουργία της δισδιάστατης βάσης και στη συνέχεια το ύψος του κυλίνδρου.

**Cone:** Δημιουργεί έναν κώνο που μπορεί να έχει είτε κυκλική είτε ελλειπτική βάση. Πρέπει να οριστούν τα αντίστοιχα μεγέθη για τη δημιουργία της δισδιάστατης βάσης και στη συνέχεια το ύψος του κώνου.

**Wedge:** Δημιουργεί μια σφήνα η βάση της οποίας βρίσκεται στο επίπεδο XY. Πρέπει να οριστούν οι διαστάσεις της βάσης της και στη συνέχεια το ύψος της.

**Torus:** Δημιουργεί ένα τοροειδές ορίζοντας το κέντρο του, την ακτίνα του κύκλου που περνάει από το κέντρο της διατομής του και την ακτίνα της διατομής.

Στην αξονομετρική σχεδίαση δεν λαμβάνεται υπόψη η απόσταση του παρατηρητή σε σχέση με το παρατηρούμενο αντικείμενο και καθορίζεται με μια γωνία XY πάνω στο επίπεδο και μια γωνία από το επίπεδο. Διάφορες εντολές που συναντούμε στην τρισδιάστατη σχεδίαση είναι: Η εντολή **3dviewpoint (vp)** χρησιμοποιείται για να δούμε την αξονομετρική άποψη του πεδίου. Ο χειρισμός των συντεταγμένων είναι κοινός όπως στην δισδιάστατη σχεδίαση, αλλά προστίθεται και μια τρίτη συντεταγμένη Z που αφορά το ύψος. Με την εντολή **extrude** το στερεό αντικείμενο μπορεί να προκύψει από εξώθηση ενός κλειστού αντικειμένου, καθορίζοντας το ύψος και την γωνία εξώθησης. Η εντολή **hide** μας επιτρέπει να αποκρύπτουμε τις ακμές που

βρίσκονται πίσω από τις επιφάνειες που σχεδιάζουμε. Με την εντολή **union** μπορούμε να συνενώσουμε διάφορα στερεά σώματα, η ένωση των οποίων περιέχει τα μη κοινά τμήματα και τα κοινά τους μόνο από μια φορά. Με την εντολή **subtract** μπορούμε να αφαιρέσουμε ένα ή παραπάνω στερεά σώματα από άλλα στερεά σώματα. Η εντολή **slice** μας δίνει την δυνατότητα να κόβουμε ένα ή περισσότερα στερεά με βάση κάποιο επίπεδο και ταυτόχρονα να μπορούμε να κρατήσουμε μόνο το ένα κομμάτι του στερεού ή και τα δυο κομμάτια του. Η εντολή **align** χρησιμοποιείται για να ευθυγραμμίσουμε αντικείμενα με βάση κάποιες επιφάνειες στον χώρο. Με την εντολή **presspull** μπορούμε να κάνουμε extrude ή subtract σε οριοθετημένες περιοχές. Η εντολή **sweep** δημιουργεί ένα 3D στερεό αντικείμενο ή επιφάνεια περνώντας ένα δυσδιάστατο αντικείμενο πάνω από ένα μονοπάτι. Η εντολή **helix** χρησιμοποιείται για την δημιουργία ελικοειδών αντικειμένων.

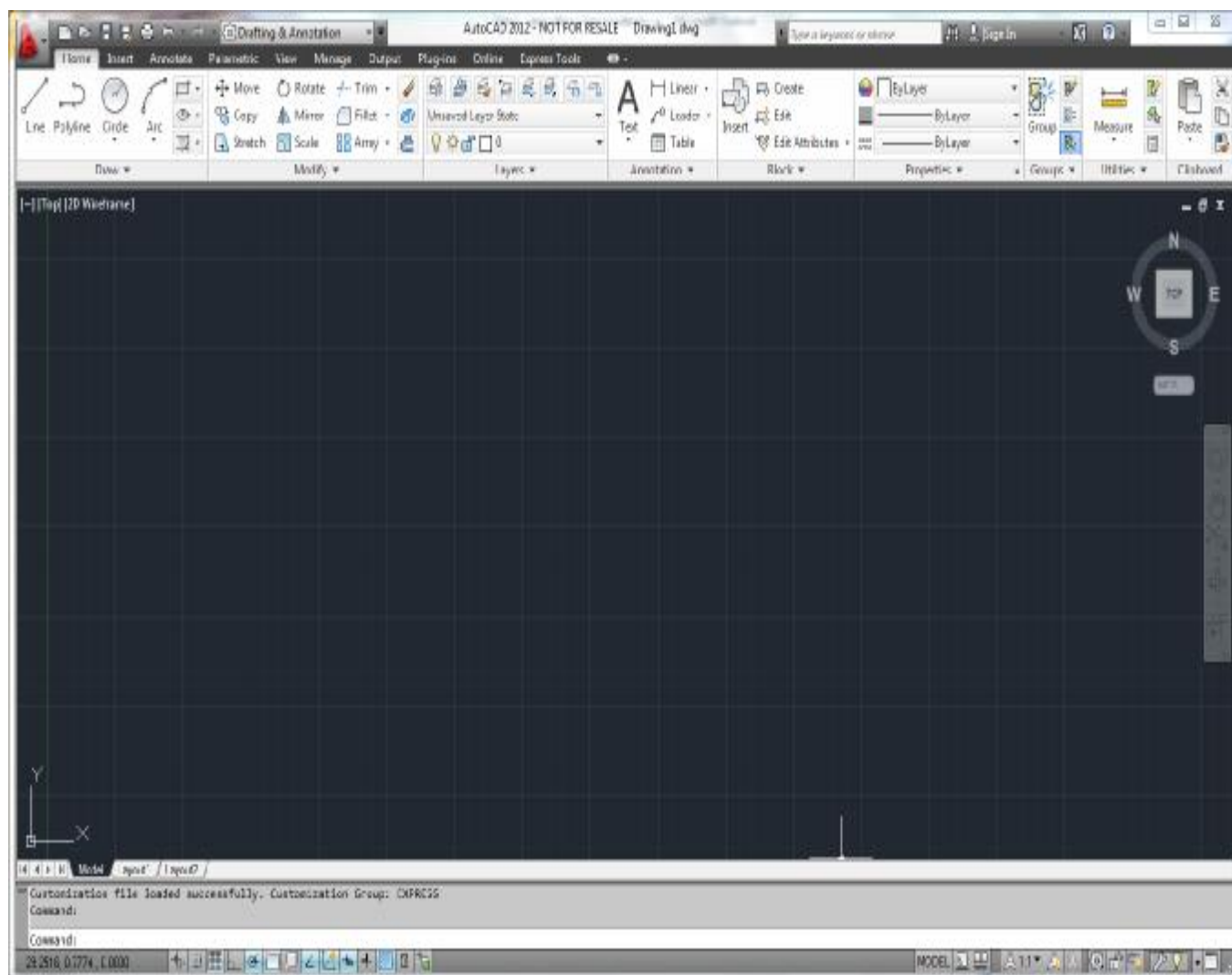
### 4.3. Σχεδίαση στο Autocad

Το σχεδιαστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την σχεδίαση-μοντελοποίηση ενός ποδηλάτου βουνού MTB, είναι το Autocad 2012, το οποίο προσφέρει στον σχεδιαστή πολλές δυνατότητες στην 2D και στην 3D σχεδίαση αφού η εξέλιξή του έχει προχωρήσει αρκετά.



Εικόνα 4.3.1. Λογότυπο σχεδιαστικού προγράμματος Autocad 2012.





Εικόνα 4.3.2. Autocad 2012, στο επάνω μέρος βρίσκονται οι μπάρες με τα εργαλεία σχεδίασης και τις εντολές, οι οποίες προαναφέρθηκαν, ενώ στο κάτω μέρος του προγράμματος βρίσκεται η γραμμή εντολών, τα σημεία έλξης, καθώς και οι ακριβείς συντεταγμένες.

Στην σχεδίαση, κάθε κομμάτι του ποδηλάτου δημιουργήθηκε ως ξεχωριστό layer, για να είναι εύκολη η αλλαγή των χαρακτηριστικών και για να φαίνεται το κάθε κομμάτι ξεχωριστά. Τα layers που δημιουργήθηκαν είναι τα εξής: σέλα, τιμόνι, εμπρόσθιο πιρούνι, σκελετός, φρένα, τροχοί, σύστημα μετάδοσης κίνησης. Το κάθε μέρος του ποδηλάτου έχει διαφορετικό χρώμα και διαφορετικές ιδιότητες. Τα όρια της σχεδίασης Drawing Limits είναι 297x210, δηλαδή ένα χαρτί A4. Οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά των layers διαφοροποιούνται στην 3D σχεδίαση, αφού προστίθεται και η Τρίτη συντεταγμένη z.

Παρακάτω αναφέρονται αναλυτικά οι **διαστάσεις** των μερών, από τα οποία αποτελείται το ποδήλατο, ξεχωριστά, καθώς και ο τύπος, το μέγεθος και το υλικό κατασκευής αυτού:

MTB, steel, size: 500mm, reach: 363mm, stack: 489mm

Τιμόνι: μήκος=550mm

Διάμετρος=26mm

Μήκος σωλήνα=90mm



Εμπρόσθιο πιρούνι: διάκεντρος ένωσης τροχού=130mm

Μήκος πιρουνιού=340mm

Εκκεντρότητα=40mm (στις 72 μοίρες)

Διάμετρος=30mm

Τροχός: διάμετρος στεφάνης=540mm

Διάμετρος ελαστικού=40mm

Απόσταση των δύο τροχών=940mm

Αριθμός ακτίνων=36

Σκελετός: κεφαλή=120mm

Άνω σωλήνας=495mm

Κάτω σωλήνας=600mm

Σωλήνας καθίσματος=480mm

Μέγεθος πλαισίου=500mm

Στήριγμα καθίσματος=475mm

Στήριξη αλυσίδας=390mm

Bottom bracket shell=43mm

Απόσταση κάτω άρθρωσης από το έδαφος=269mm

Απόσταση σέλας από κάτω άρθρωση=660mm

Απόσταση κάτω άρθρωσης με μπροστινό τροχό=549mm

Πάχος σκελετού=35mm

(Κάτω άρθρωση στις 75 μοίρες)

Σέλα: ύψος σέλας=35mm

Πάχος σέλας=150mm

Μήκος σωλήνα σέλας=150mm

Αλυσίδα: μήκος αλυσίδας=114 δόντια

Μήκος ντεραγιέρ=160mm

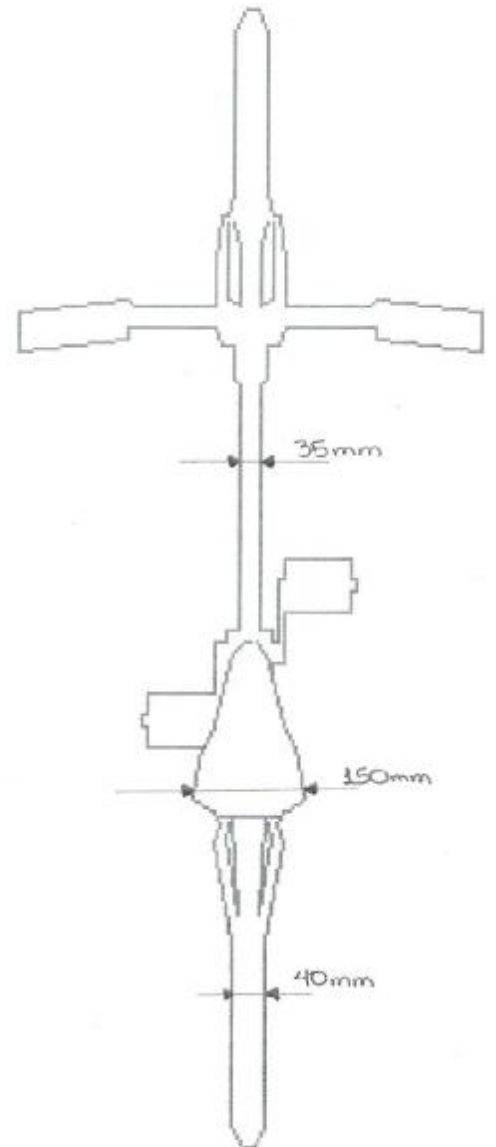
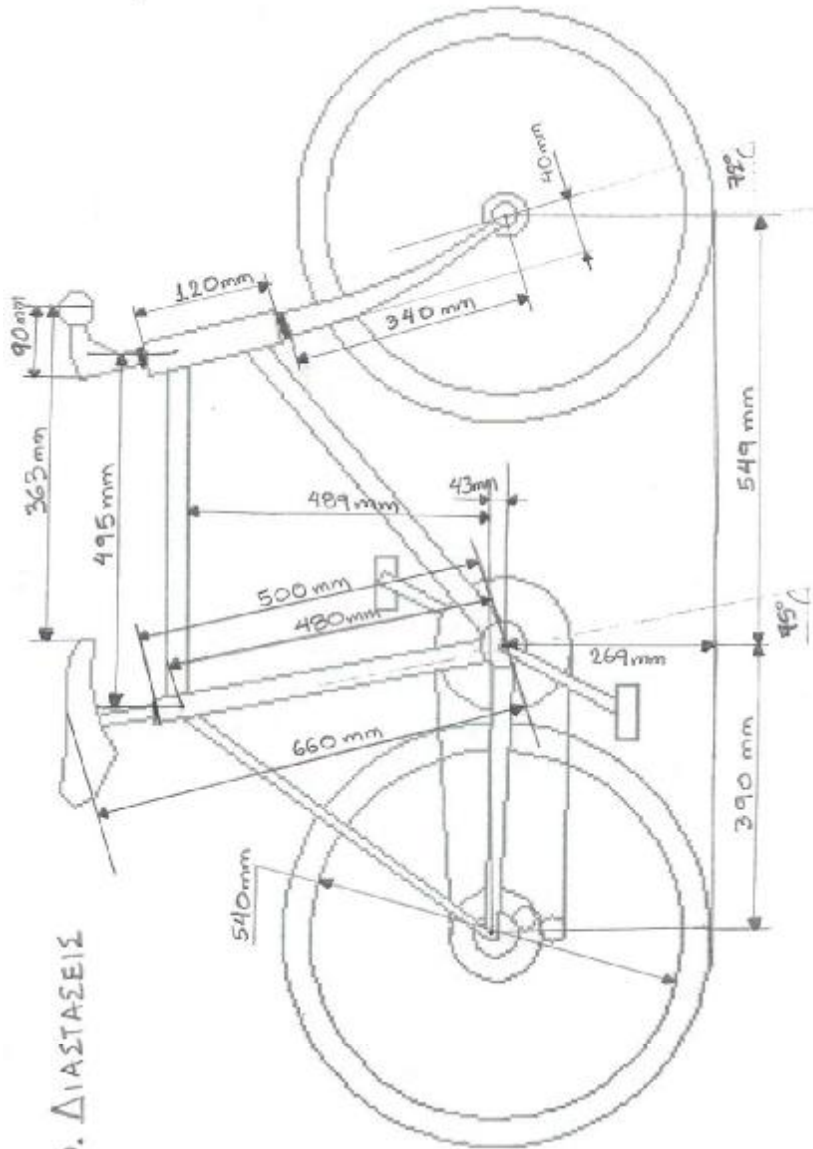
Φρένα: ύψος=110mm

Πάχος=85mm

Μήκος στα τακάκια=60mm

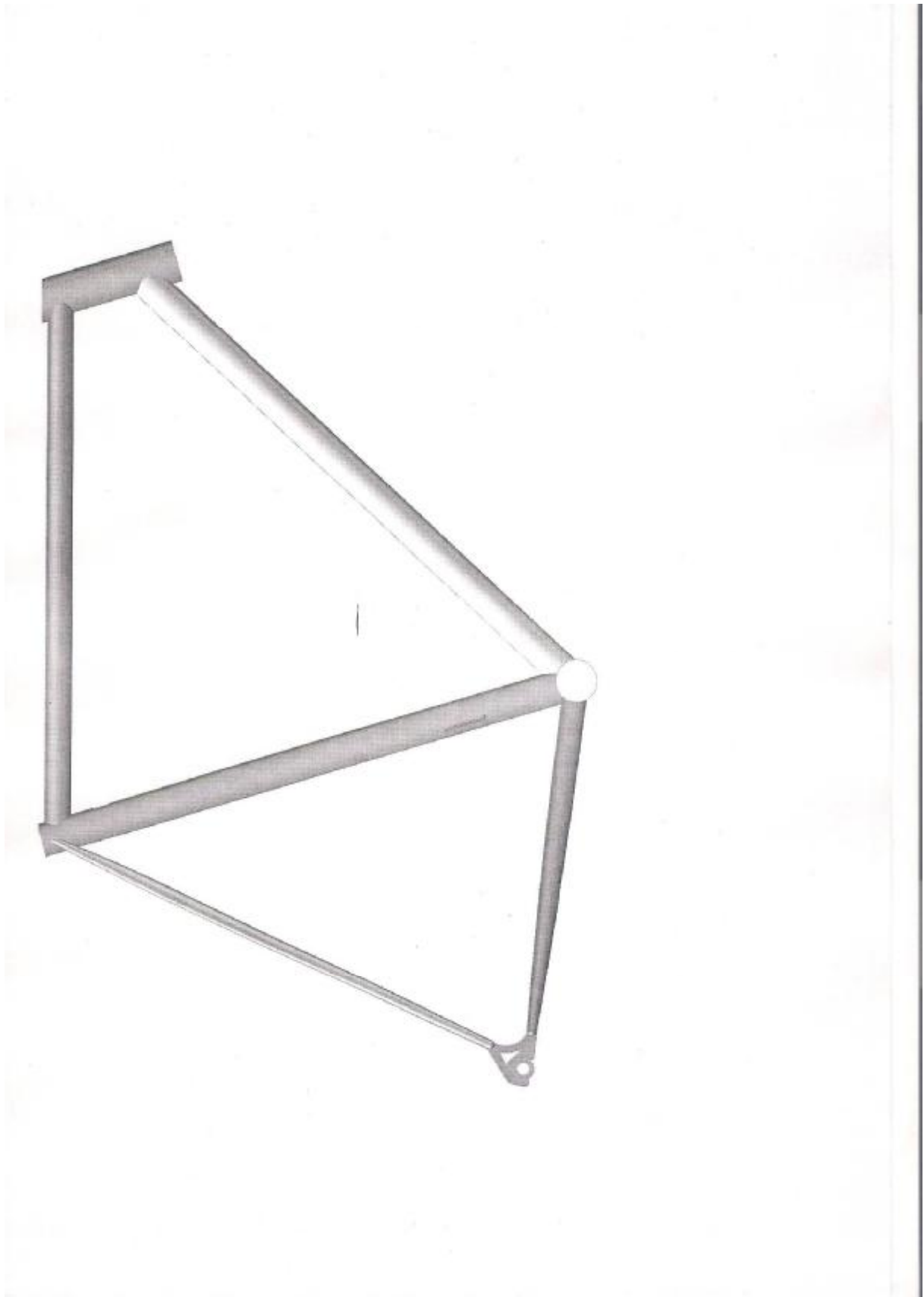
Στο επόμενο σκαρίφημα φαίνονται οι διαστάσεις του ποδηλάτου, σύμφωνα με τις οποίες σχεδιάστηκε το ποδήλατο στο Autocad 2012. Αρχικά σχεδιάστηκαν τα μέρη του ποδηλάτου ξεχωριστά, ενώ στην συνέχεια αφού ενώθηκαν όλα μαζί τα κομμάτια φαίνεται ολοκληρωμένο το ποδήλατο. Επίσης, παραθέτονται τα σχέδια των μερών του ποδηλάτου και ολοκληρωμένο το ποδήλατο σε δυσδιάστατη και τρισδιάστατη σχεδίαση.

Mountain bike  
Steel  
Size: 500 mm  
Reach: 363 mm  
Stack: 489 mm



Σκαρίφτημα 4.3.3. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

**Πλάγια όψη σκελετού 3D**



**Κάτοψη σκελετού 3D**



**Πρόωση σέλας 3D**



**Πλάγια όψη σέλας 3D**



**Πλάγια όψη τιμονιού 3D**





**Πίσω όψη τιμονιού 3D**



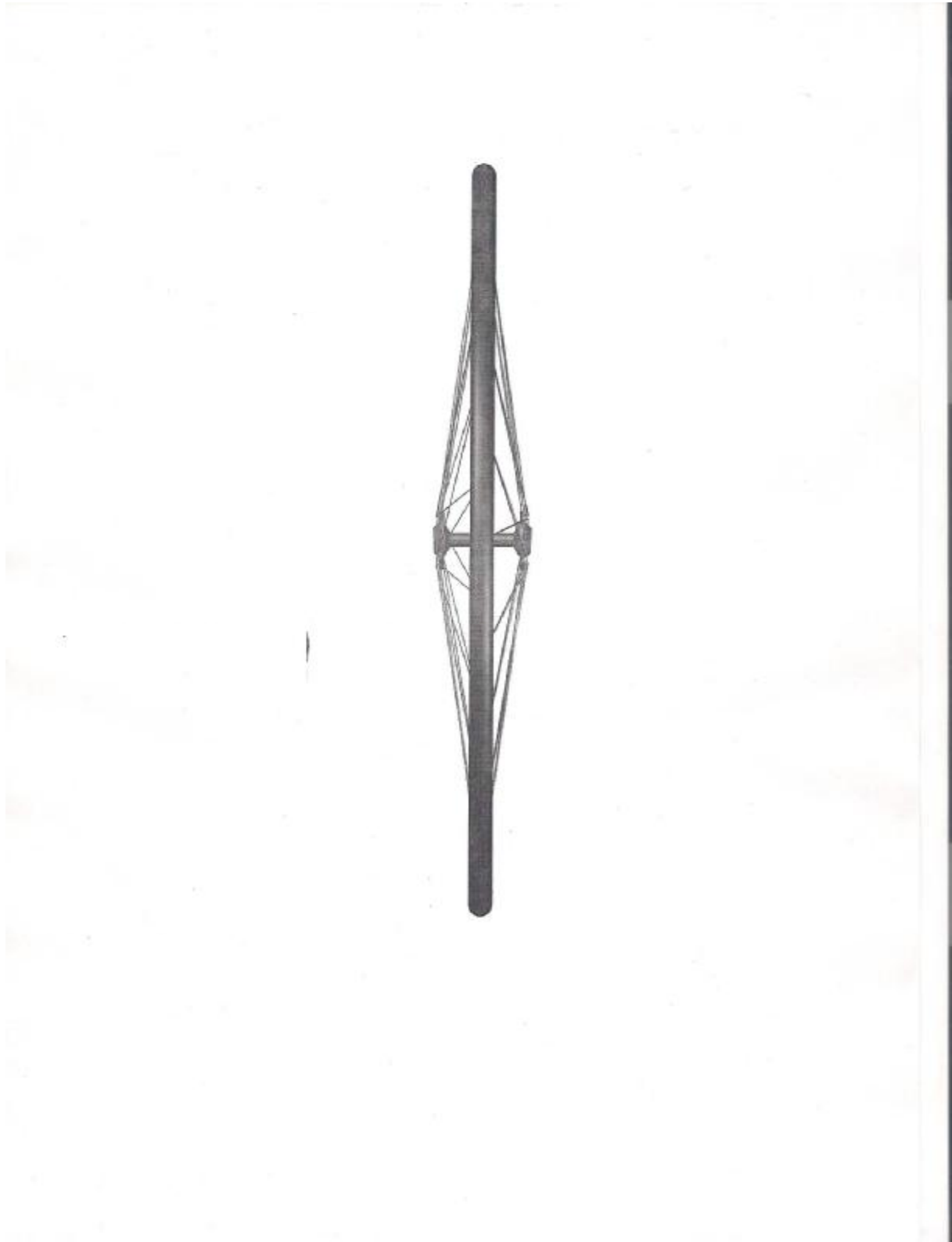
**Πλάγια όψη εμπρόσθιου πιρουνιού 3D**



**Πρόψη εμπρόσθιου πιρουνιού 3D**



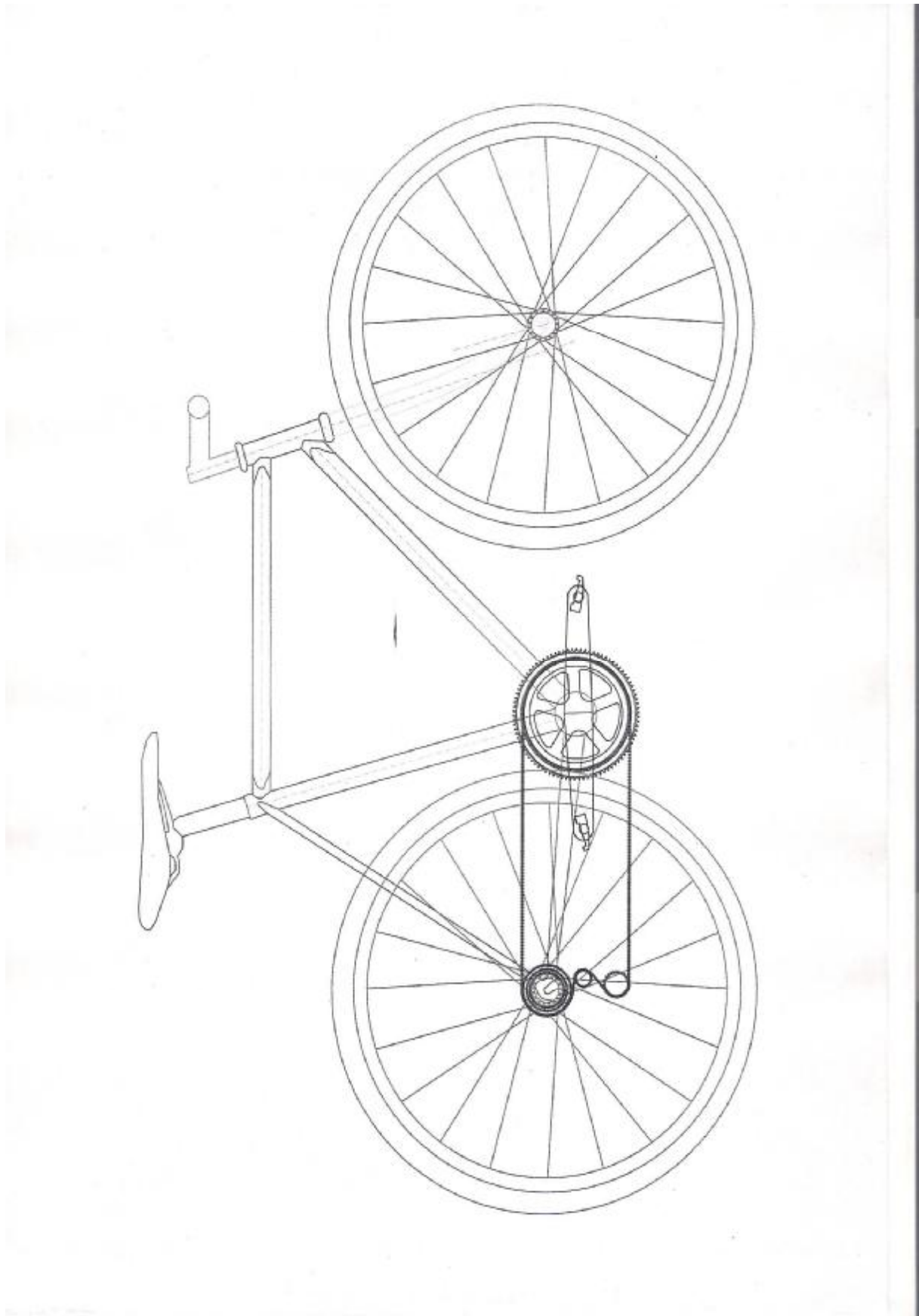
**Πρόψη τροχού 3D**



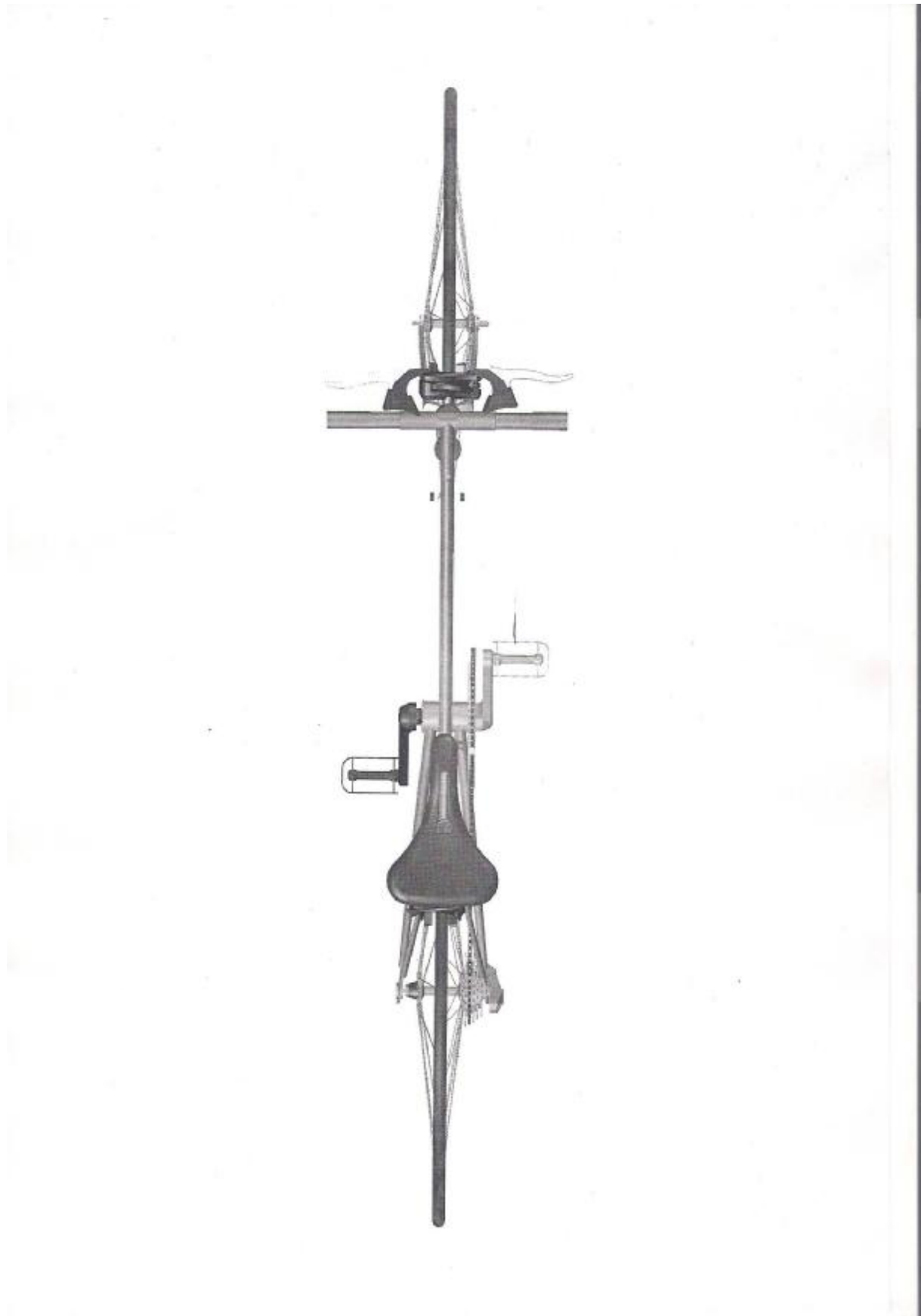
**Πλάγια όψη τροχού 3D**



**Πλάγια όψη mountain bike σε 2D σχεδίαση**



**Άνοψη mountain bike σε 3D σχεδίαση**





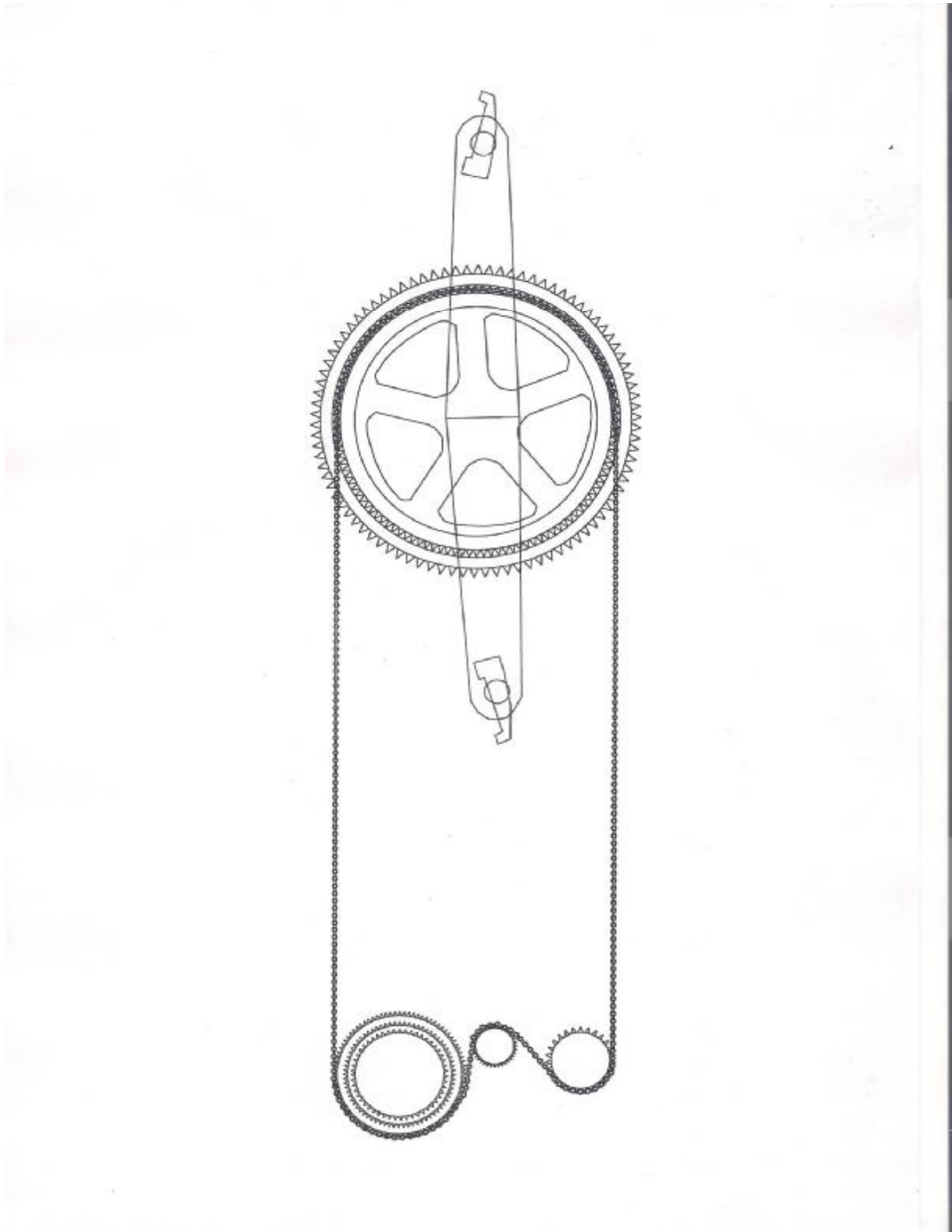
**Πλάγια όψη mountain bike σε 3D σχεδίαση**



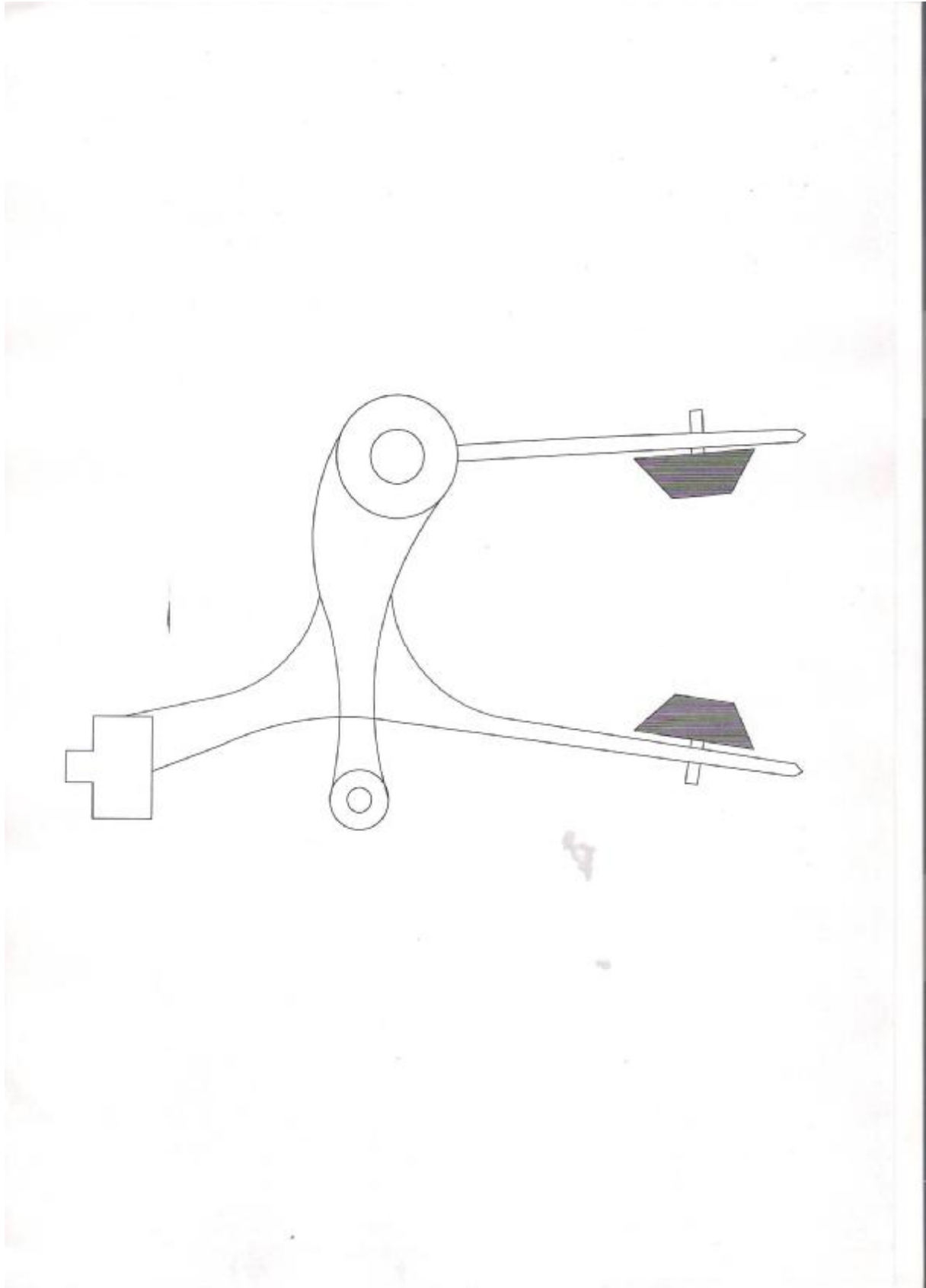
**Πλαγιομετωπική όψη mountain bike σε 3D σχεδίαση**



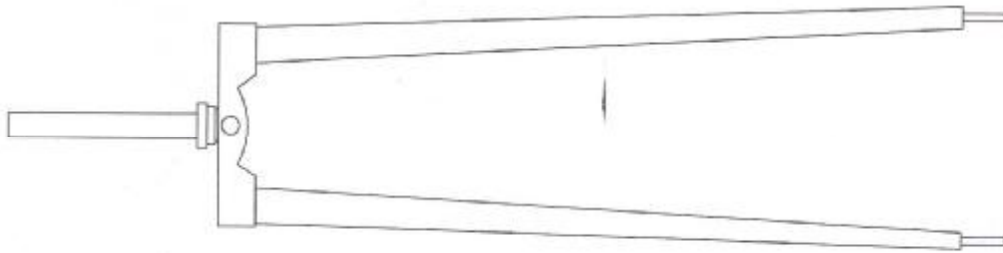
**Σύστημα κίνησης 2D**



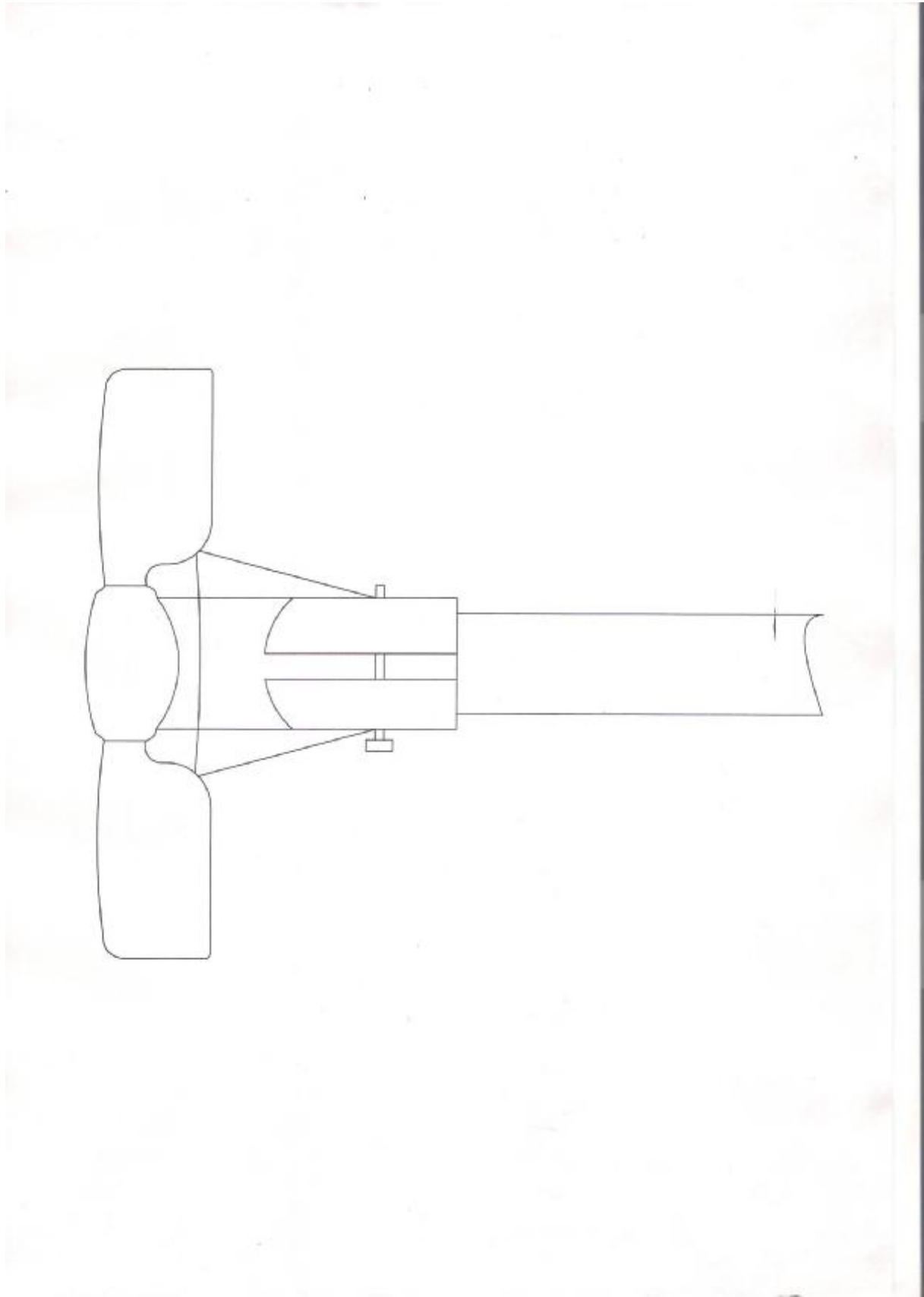
**Μηχανισμός φρένου 2D**



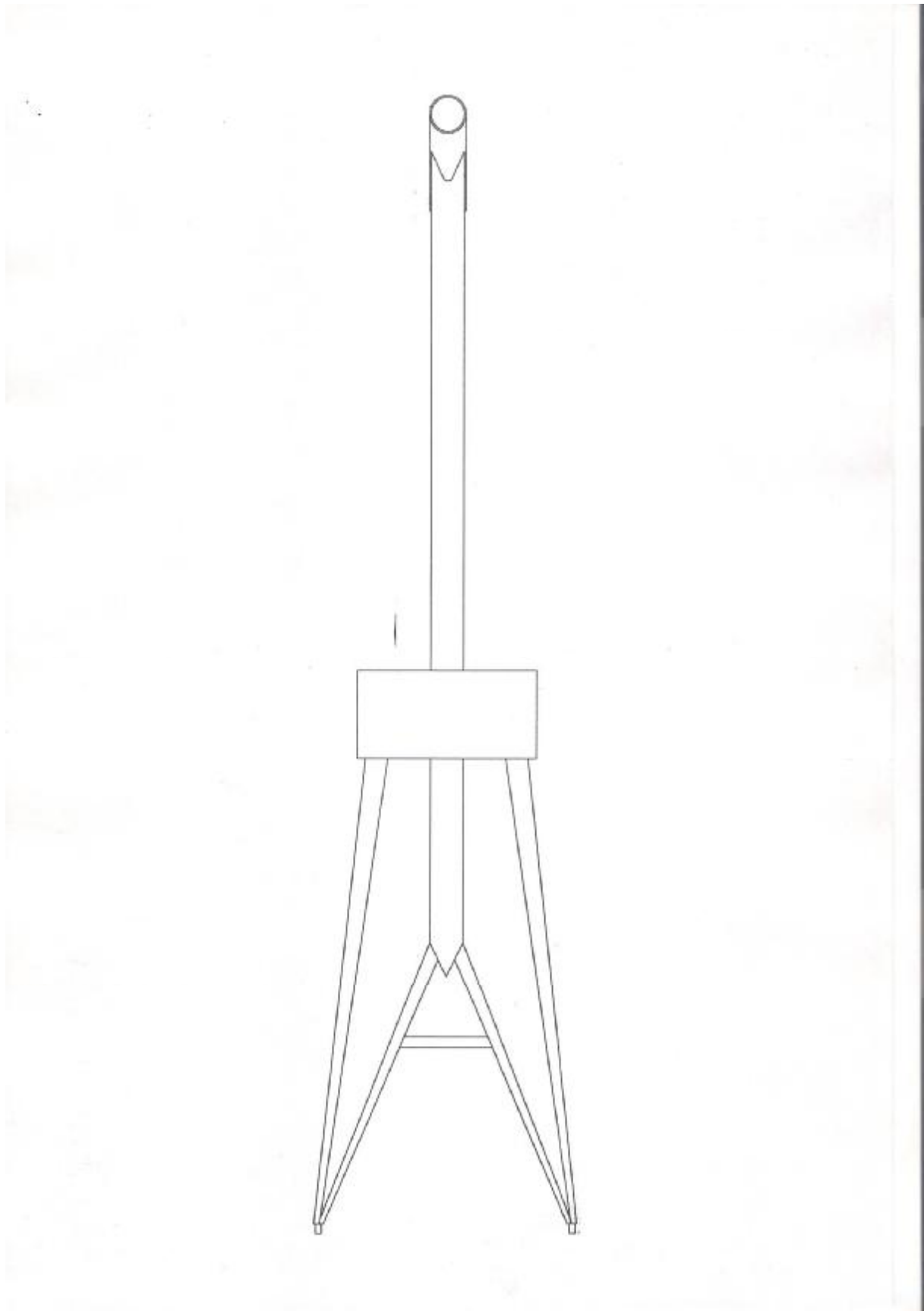
**Εμπρόσθιο πιρούνι 2D**



**Σέλα και σωλήνας σέλας 2D**

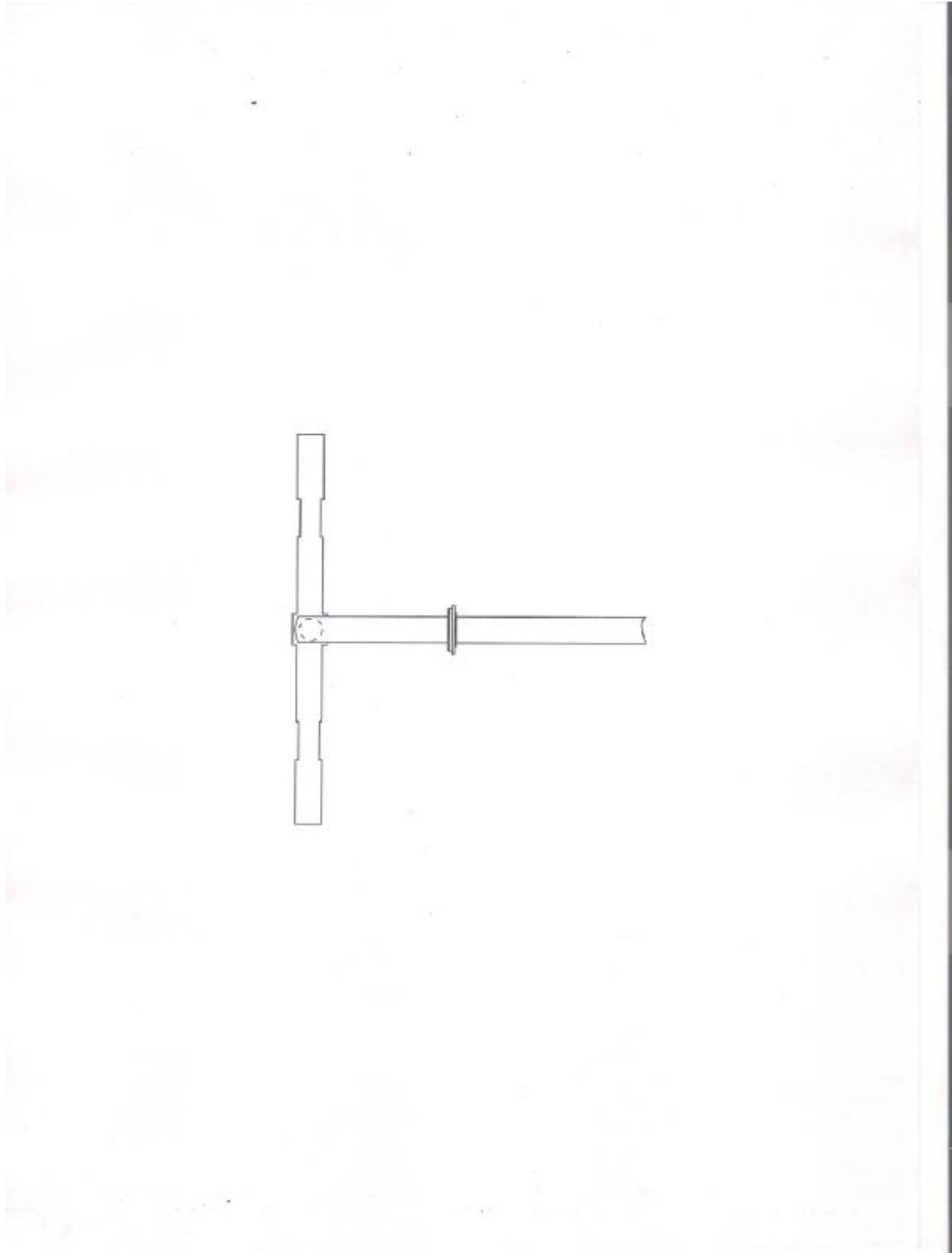


**Σκελετός 2D**

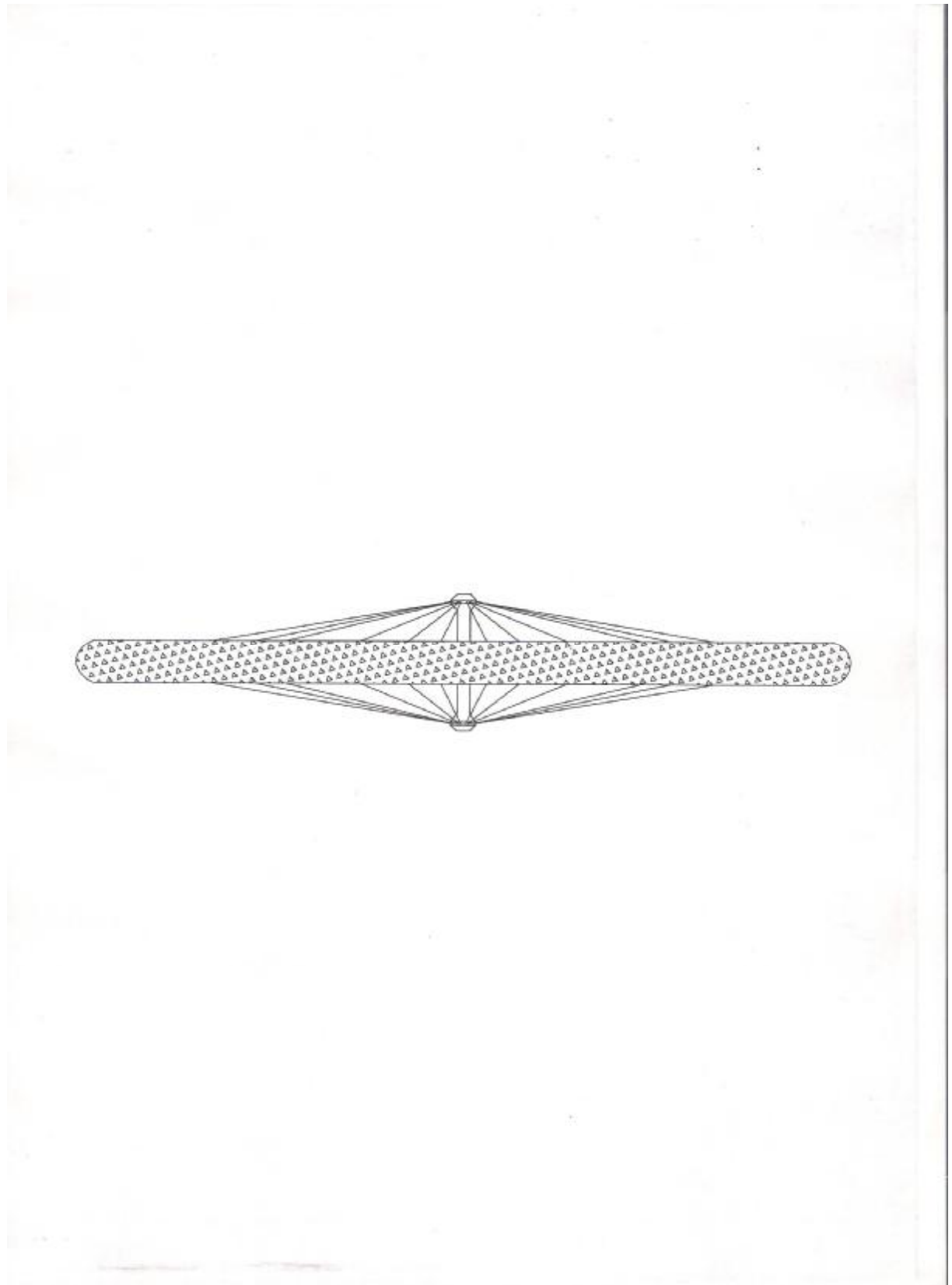




**Τιμόνι 2D**



**Τροχός 2D**



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ηλεκτρονικές πηγές:

- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [www.idealbikes.net](http://www.idealbikes.net) N.Μανιατόπουλος Α.Ε.
- [www.bikecad.com](http://www.bikecad.com)
- [www.cyclist.gr](http://www.cyclist.gr)
- [www.ebicycles.com](http://www.ebicycles.com)
- Autodesk Education Community
- [www.google.gr](http://www.google.gr)

Βιβλιογραφία:

- Διάλεξη:η δραστηριότητα του ορειβατικού ποδηλάτου- Τμήμα Φυσικής Αγωγής, ΤΕΦΦΑ Θεσσαλίας
- Μεταπτυχιακή Διατριβή: Μοντελοποίηση μορφής σκελετού ποδηλάτου για χρήση σε αγώνες ποδηλασίας- Ζώης Διονύσης, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
- Ανάλυση-υπολογισμός ποδηλάτου, Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών-Πανεπιστήμιο Πατρών- Χρήστος Παπαδόπουλος, αναπληρωτής καθηγητής
- Εισαγωγή στο Autocad (2002)-Γ. Κάππος
- Το Autocad για Μηχανολόγους (2005)-Γ. Κάππος