
**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΣΤΟΝ
ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΠΟΔΗΛΑΤΟΚΙΝΗΣΗΣ**

**TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN THE
FIELD OF CYCLING**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΟΚΟΛΗ ΕΥΘΥΜΙΟΥ

Επιβλέπων: Μπάζιος Ιωάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Θεσσαλονίκη 2017

Περιεχόμενα

<u>Ενότητα / Κεφάλαιο</u>	<u>Σελίδα</u>
Περίληψη.....	5
Abstract.....	5
Πρόλογος.....	6
1. Εισαγωγή - Ιστορική αναδρομή.....	7
2. Βασικά εξαρτήματα ενός ποδηλάτου.....	11
3. Εξελίξεις στα υλικά κατασκευής.....	14
3.1. Ατσάλι.....	15
3.2. Κράματα αλουμινίου.....	16
3.3. Τιτάνιο.....	18
3.4. Πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.....	19
3.5. Θερμοπλαστικά.....	22
3.6. Μαγνήσιο.....	24
3.7. Μπαμπού.....	25
3.8. Ξύλο.....	26
3.9. Χαρτόνι.....	27
3.10. Σκάνδιο, Βηρύλλιο, Καρβίδιο του Βόριου και Μονοκρυσταλλικό Πυρίτιο.....	28
4. Εξελίξεις σχεδιαστικών - υπολογιστικών εργαλείων / κατασκευαστικών τεχνολογιών.....	29
4.1. Σχεδιαστικά - υπολογιστικά εργαλεία.....	29
4.2. Κατασκευαστικές τεχνολογίες.....	32
4.2.1. Αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής.....	32
4.2.2. Τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing).....	33
4.2.3. Computer Numerical Control (C.N.C.).....	36
5. Εξελίξεις στους επιμέρους τομείς του ποδηλάτου.....	37
5.1. Σκελετοί - Τύποι ποδηλάτων.....	37
5.1.1. Διαμάντι.....	39
5.1.2. Αναδιπλούμενος σκελετός.....	47
5.1.3. Ενιαίου κελύφους.....	48

5.1.4. Σκελετοί δοκού.....	49
5.1.5. Σκελετοί τύπου διαμάντι δίχως κάθετο σωλήνα.....	51
5.1.6. Σκελετοί που χρησιμοποιούν καλώδια έναντι σωλήνων.....	54
5.1.7. Σκελετοί με ψαλίδια κυκλικής διαμόρφωσης.....	56
5.1.8. Σκελετοί ενός τροχού.....	57
5.1.9. Σκελετοί που φέρουν τον αναβάτη σε θέση πρηνηδόν.....	57
5.1.10. Σκελετοί που φέρουν τον αναβάτη σε θέση ανάκλησης.....	59
5.1.11. Σκελετοί για δύο ή περισσότερους αναβάτες.....	65
5.1.12. Σκελετοί για μεταφορά φορτίων.....	71
5.2. Διεύθυνση (Πιρούνια - Λαιμοί - Τιμόνια).....	77
5.2.1. Πιρούνια.....	77
5.2.2 Λαιμοί.....	82
5.2.3. Τιμόνια.....	85
5.3. Ανάρτηση - Απόσβεση κραδασμών.....	91
5.3.1. Εμπρόσθια ανάρτηση.....	91
5.3.2. Ανάρτηση - απόσβεση κραδασμών λαιμού τιμονιού.....	100
5.3.3. Ανάρτηση - απόσβεση κραδασμών σε σέλες / ντίζες σελών.....	102
5.3.4. Οπίσθια ανάρτηση.....	106
5.4. Μέθοδοι πρόωσης και παραγωγής κινητήριας ισχύος.....	122
5.4.1. Μυϊκή ισχύς.....	122
5.4.2. Ηλεκτρική υποβοήθηση.....	127
5.4.3. Μικρού κυβισμού μηχανές εσωτερικής καύσης.....	134
5.5. Συστήματα μετάδοσης κίνησης και εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης.....	136
5.5.1 Μετάδοση κίνησης.....	136
5.5.1.1. Με χρήση αλυσίδας.....	136
5.5.1.2. Με χρήση ιμάντα.....	137
5.5.1.3. Με χρήση άξονα.....	138
5.5.1.4. Με χρήση καλωδίων.....	139
5.5.1.5. Με χρήση υδραυλικού κυκλώματος.....	140
5.5.1.6. Με χρήση ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους γεννήτριας - κινητήρα.....	141

5.5.2. Συστήματα εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης.....	142
5.5.2.1. Με χρήση πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών.....	142
5.5.2.2. Με χρήση κελύφους εσωτερικών ταχυτήτων στον κινητήριο τροχό.....	150
5.5.2.3. Με χρήση κιβωτίου ταχυτήτων στο κέλυφος μεσαίας τριβής.....	154
5.6. Τροχοί - Ελαστικά.....	156
5.6.1. Τροχοί.....	156
5.6.2. Ελαστικά.....	164
5.7. Πέδηση.....	169
5.7.1. Φρένα στεφάνης.....	169
5.7.1.1. Σύνδεσης ενός σημείου.....	169
5.7.1.2. Σύνδεσης δύο σημείων.....	172
5.7.2. Δισκόφρενα.....	174
5.7.3. Συστήματα Αντιμπλοκαρίσματος Τροχών - A.B.S.....	179
5.7.4. Αναγεννητική πέδηση.....	181
5.7.5. Ασύρματα ελεγχόμενη προληπτική πέδηση.....	183
5.8. Παρελκόμενα.....	184
5.8.1. Ασφάλεια.....	184
5.8.1.1. Κράνη.....	184
5.8.1.2. Φωτισμός.....	186
5.8.2. Υπολογιστές ποδηλάτου.....	189
5.8.3. Στατική ποδηλασία.....	194
6.Βέλτιστος συνδυασμός εξαρτημάτων ποδηλάτου ανάλογα με την χρήση.....	198
7.Επίλογος.....	203
Ευχαριστίες.....	209
Αποποίηση Εμπορικών Ονομασιών.....	209
Ευρετήριο Εικόνων, Σχημάτων και Πινάκων.....	210
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	232

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την έρευνα και παρουσίαση των τεχνολογικών εξελίξεων στον τομέα της ποδηλατοκίνησης. Ξεκινώντας, μία ιστορική αναδρομή παρουσιάζει τις πρώτες απόπειρες κατασκευής ενός δίτροχου οχήματος με παραγόμενη ισχύ από τον αναβάτη, φτάνοντας έως τις μέρες μας όπου αποτελεί βασικό τρόπο μετακίνησης και μεταφοράς σε πολλά μέρη του πλανήτη, καθώς και τρόπο ψυχαγωγίας και άθλησης.

Έπειτα αναφέρονται και παρουσιάζονται αναλυτικά οι εξελίξεις στα επιμέρους τμήματα του ποδηλάτου που υπάρχουν σήμερα, όποια μορφή και χρήση αν έχει αυτό, στα εξαρτήματα που το αποτελούν, καθώς και στα παρελκόμενα που περιβάλλουν την ποδηλατοκίνηση, κλείνοντας με έναν επίλογο για το μέλλον του ποδηλάτου, οδηγώντας έτσι στην ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Abstract

The present bachelor thesis deals with the research and presentation of the technological developments in the field of cycling. Beginning, a historical retrospection presents the first attempts to build a two-wheeled vehicle with power from the rider, reaching to the present day, where it is a basic way of commuting and transporting to many parts of the planet, as well as a way of entertainment and sport.

Then, there are referred and presented the developments in the individual parts of the bicycle that exists today, regardless of its form and usage, in the parts that it consists of, as well as the accessories that surrounds cycling, closing with an epilogue into the future of the bicycle, thus leading to the completion of this thesis.

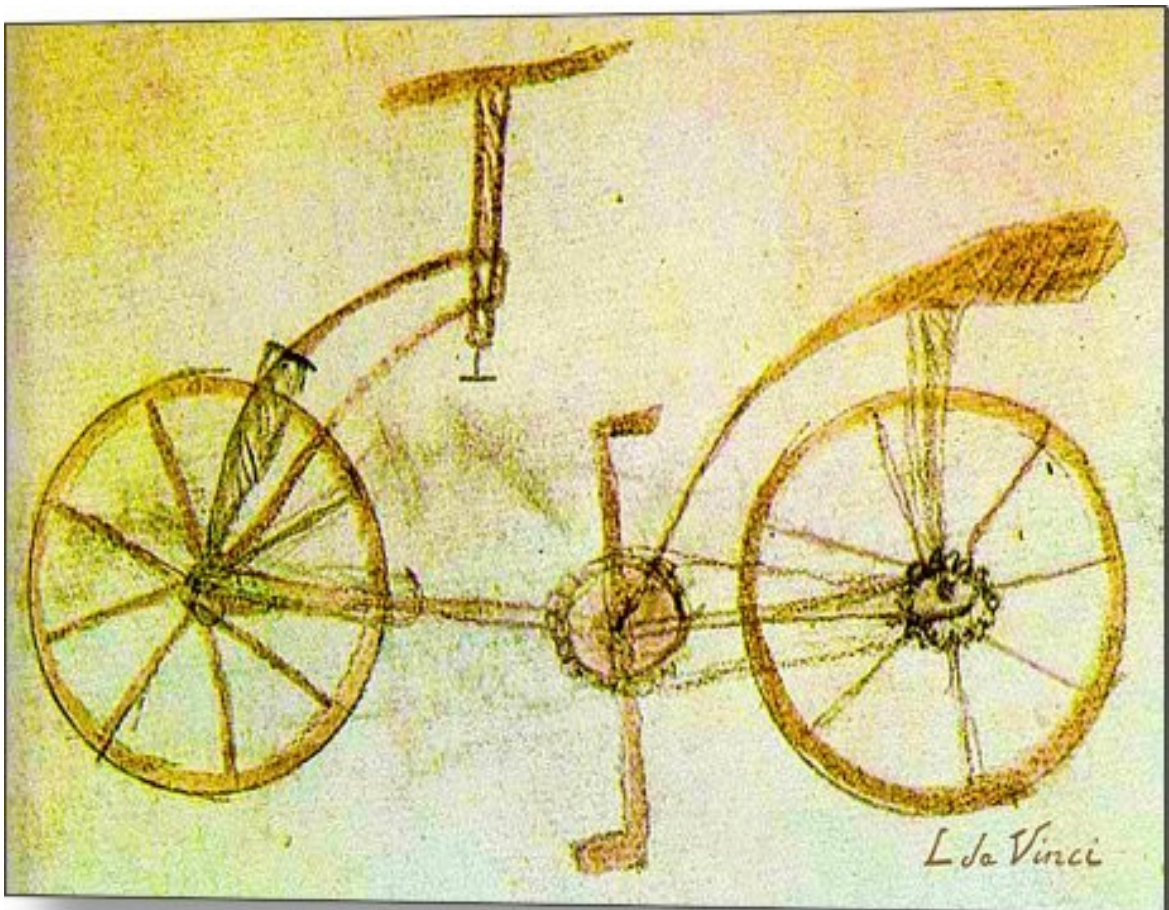
Πρόλογος

Στο σημερινό κόσμο όπου τα μηχανοκίνητα οχήματα και κυρίως τα αυτοκίνητα κατακλύζουν τις πόλεις και τα παραγόμενα καυσαέρια αυτών αλλοιώνουν την ατμόσφαιρα, ένα μικρό, ήσυχο και φιλικό προς το περιβάλλον όχημα χαράσσει τη δικιά του πορεία στους δρόμους. Αυτό δεν είναι άλλο από το ποδήλατο. Τη στιγμή που στον αναπτυσσόμενο δυτικό κόσμο η σημαντικότερη κινητήρια δύναμη για τις μεταφορές και τις μετακινήσεις θεωρείται η μηχανή εσωτερικής καύσης, σε άλλες περιοχές όπως η Ασία το ποδήλατο μεταφέρει σημαντικό μέρος του πληθυσμού.

Από την εμφάνιση του ποδηλάτου με τη γενική μορφή που το ξέρουμε, από το τέλος του 19ου αιώνα, η ποδηλατοκίνηση έχει γνωρίσει μία άνθηση. Το ποδήλατο κέρδισε αρχικά τον μέσο εργατικό αστό και έγινε μία σημαντική δύναμη στην μετακίνηση στις αστικές περιοχές. Όμως οι εξελίξεις στον τομέα του αυτοκινήτου, οδήγησαν σε ραγδαία αύξηση του και επισκίασαν το ποδήλατο. Λόγω της ξεκούραστης χρήσης του αυτοκινήτου και της μεγάλης δυναμικότητας μεταφοράς, το μεγαλύτερο ποσοστό του πλανήτη, κυρίως δε οι αναπτυσσόμενες χώρες, το έχει επιλέξει για τις μεταφορές και τις μετακινήσεις του. Αυτό έχει ως επακόλουθο όμως μία αύξηση στα τροχαία ατυχήματα, στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, στο κόστος των διυλισθέντων καυσίμων και στην συμφόρηση της κυκλοφορίας των πόλεων. Ειδικότερα περί της συμφόρησης, σε πολλές περιπτώσεις η ταχύτητα των αυτοκινήτων τις ώρες αιχμής είναι πιο αργή από την ταχύτητα των ποδηλάτων, με μέση ταχύτητα 8 χιλιόμετρα την ώρα. Το οικονομικό και κοινωνικό κόστος όλων των αρνητικών παράγωγων των μηχανοκίνητων οχημάτων προβλέπεται ότι θα πολλαπλασιαστεί αν συνεχιστεί με αυτούς τους ρυθμούς η χρήση τους. Για κάθε έναν άνθρωπο που χρησιμοποιεί αντί για κάποιο μηχανοκίνητο όχημα το ποδήλατο για τις καθημερινές του μετακινήσεις, κυρίως μικρών αποστάσεων, πέραν του οφέλους στην ίδια του την υγεία, έχουμε λιγότερη κατανάλωση υγρών καυσίμων με αποτέλεσμα λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση. Επίσης θα χρησιμοποιούταν λιγότερο μέρος δρόμου, με αποτέλεσμα την ανακούφιση της κυκλοφοριακής συμφόρησης. Παρατηρούμε λοιπόν ότι η ποδηλατοκίνηση έναντι της μηχανοκίνησης είναι μία φιλικότερη προς ολόκληρο τον πλανήτη εναλλακτική λύση. Πλέον ο σύγχρονος κόσμος διαθέτει μία συνεχώς αυξανόμενη ποικιλία ποδηλάτων για την υποστήριξη της ποδηλατοκίνησης, με τα μοντέλα που σχεδιάζονται κάθε χρόνο να είναι πιο ελαφριά, πιο ευέλικτα και αποτελεσματικά.[1]

1. Εισαγωγή - Ιστορική αναδρομή

Το ποδήλατο είναι ένα όχημα με δύο τροχούς, αν και υπάρχουν δείγματα με έναν ή και περισσότερους τροχούς, που κινούνται από την παραγόμενη μυϊκή ισχύ του ή των αναβατών. Εικάζεται ότι πρωτοσυλλήφθηκε σαν ιδέα τον 15^ο αιώνα από ένα πολυμήχανο, πλην καλλιτέχνη, Ιταλό, τον Λεονάρντο ντα Βίντσι, ή από κάποιον μαθητή του. Η βάση αυτής της εικασίας είναι ένα χειρόγραφο που απεικονίζει ένα σχέδιο του Λεονάρντο ντα Βίντσι για ένα δίτροχο όχημα με πετάλια και μηχανισμό χειρισμού με αλυσίδα στον πίσω τροχό. Υπάρχουν όμως και οι ισχυρισμοί ότι αυτό το χειρόγραφο είναι προϊόν πλαστογραφίας και πως ο Λεονάρντο ντα Βίντσι, δεν είχε σχεδιάσει το πρώτο ποδήλατο.[2][3]



Εικόνα 1. Το σχέδιο ποδηλάτου που εικάζεται ότι συνέλαβε ο Λεονάρντο ντα Βίντσι.

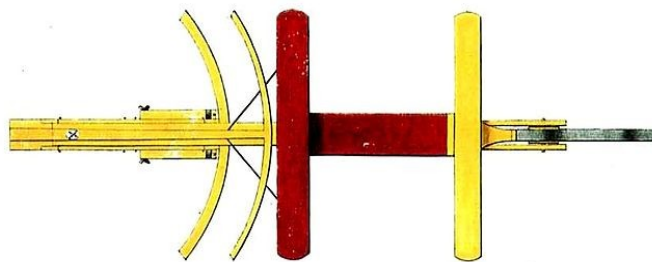
Ακριβής χρονολογία και εφευρέτης του πρώτου ποδηλάτου δεν έχει καταγραφεί επίσημα. Περίπου στο 1750 άρχισαν να κυκλοφορούν στην Νυρεμβέργη της Γερμανίας ξύλινα

δίτροχα οχήματα δίχως διεθυντήριο μηχανισμό, με ώθηση απευθείας από τα πόδια προς το έδαφος, τα οποία ο κόσμος τότε ονόμαζε "άλογα με ρόδες". [4]

Εξέλιξη αυτού του σχεδίου και κατά πολλούς ο πρόγονος του ποδηλάτου ήταν η δραιζινα, από την γερμανική της ονομασία draisine ή όπως γραφόταν στον Γαλλικό τύπο "draisienne". Κατασκευάστηκε από τον Γερμανό Βαρόνο Karl Christian Ludwig Drais von Sauerbronn το 1817. Ο ίδιος ο Von Drais ονόμασε την εφεύρεσή του Laufmaschine, στα ελληνικά μηχανή τρεξίματος.[2][4]

Οι τροχοί της εφεύρεσης του Von Drais ήταν ενωμένοι με μία ξύλινη ράβδο και είχε ένα στοιχειώδες τιμόνι σαν διεθυντήριο μηχανισμό.

Επόμενο βήμα είναι η βελτίωση της κατασκευής του Von Drais από τον Άγγλο Denis Johnson που κατασκεύασε ένα νέο ποδοκίνητο όχημα χρησιμοποιώντας μεταλλικούς σωλήνες, το οποίο ονομάστηκε "hobby horse".[2]



1817 BILFORD 1818
Freiherrn Carl von Drais.

Εικόνα 2. Η μηχανή τρεξίματος του Karl Christian Ludwig Drais von Sauerbronn.

Ωστόσο, τα μέχρι

τότε δίκυκλα οχήματα ήταν ποδοκίνητα, παίρνοντας κίνηση απευθείας από τα πόδια του αναβάτη. Το 1839, το ποδήλατο του Σκωτσέζου σιδηρουργού Kirkpatrick MacMillan, το

"velocipede" ήταν το πρώτο που ενσωμάτωσε πετάλια, αλλά όχι ακόμα αλυσίδα. Το ποδήλατο τούτο είχε τα πετάλια ενωμένα στον πίσω τροχό, δίνοντας για πρώτη φορά στον ποδηλάτη τη δυνατότητα να κινεί το ποδήλατο του δίχως να πατά στο έδαφος.[2][4] Τα πετάλια πέρασαν στον εμπρόσθιο τροχό μία εικοσαετία αργότερα, το 1860. Η έμπνευση της ιδέας αυτής ωστόσο δίστανται. Πηγές αναφέρουν ότι εμπνευστής της ιδέας ήταν ο Γάλλος αμαξοποιός Pierre Lallement,[2] ενώ άλλες πηγές παρουσιάζουν σαν εμπνευστές της ιδέας τους Γάλλους αμαξοποιούς Pierre Michaux και τον υιό του Ernest Michaux.[4] Ο πατέρας και υιός Michaux είναι οι ίδιοι που αργότερα θα τοποθετήσουν και συμπαγές καουτσούκ στους τροχούς, δείχνοντας τον δρόμο προς τα ελαστικά. Στα χνάρια αυτών των δύο Γάλλων πιθανώς βασίστηκε και ένας Σκωτσέζος κτηνίατρος, ο John Boyd Dunlop, ο οποίος κάλυψε τα στεφάνια των τροχών του ποδηλάτου του γιου του, λόγω υπερβολικού θορύβου. Ο ίδιος στα τέλη της δεκαετίας του 1880 εφηύρε τους ελαστικούς αεροθάλαμους, και ίδρυσε την γνωστή μέχρι τις μέρες μας εταιρία ελαστικών DUNLOP.[2][4]

Η ταχύτητα των μέχρι τότε ποδηλάτων ήταν περιορισμένη, καθότι μέχρι τότε δεν είχαν εφευρεθεί τα γρανάζια και η κάθε παλινδρομική κίνηση των ποδιών του αναβάτη ισοδυναμούσε με μία περιστροφή του τροχού. Η μόνη λύση επομένως, για ένα ποδήλατο με αυτά τα χαρακτηριστικά, να αναπτύξει μεγαλύτερη ταχύτητα είναι η αύξηση της διαμέτρου του κινητήριου τροχού, καθώς ένας μεγαλύτερος τροχός διανύει μεγαλύτερη απόσταση από έναν μικρότερο σε μία δεδομένη περιστροφή.



Εικόνα 3. Δείγμα ποδηλάτου με τροχούς διαφορετικής διαμέτρου.

Το πιο γνωστό δείγμα αυτών των ποδηλάτων είναι το ονομαζόμενο penny-farthing, του οποίου οι τροχοί είχαν σημαντική διαφορά στις διαμέτρους τους. Σχεδιαστής αυτού του ποδηλάτου υπήρξε ο Άγγλος James Starley, το 1870. Το σχέδιο αυτό λόγω του ύψους του,

είχε τον αναβάτη ψηλά με αποτέλεσμα να έχει επικίνδυνα ψηλό κέντρο βάρους, με συνέπεια να είναι τουλάχιστον δύσχρηστο προς τον αναβάτη του.[2]

Θέλοντας να εξαλείψει τα όποια μέχρι τότε μειονεκτήματα ασφάλειας, το 1885 ο John Kemp Starley, ανιψιός του James Starley, κατασκεύασε το πρώτο "ασφαλές ποδήλατο", το "Rover Safety Bicycle". Πρόκειται για τον ιδρυτή της μετέπειτα γνωστής αυτοκινητοβιομηχανίας Rover. Αυτό το σχέδιο είχε τροχούς ίδιας διαμέτρου και το κάθισμα του ποδηλάτη προς τα πίσω, ώστε σε συνάρτηση με την θέση που αποκτούσε το σώμα πάνω στο ποδήλατο, το κέντρο βάρους να είναι όσο το δυνατό στη μέση του κινούμενου συνόλου. Ήταν επίσης το πρώτο ποδήλατο που έφερε τα πετάλια στη μέση, και οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) που μετέφεραν την κίνηση με αλυσίδα στον οπίσθιο τροχό. Άλλες πηγές αναφέρουν ως διεκδικητή της ιδέας τον Άγγλο Harry John Lawson, αν και ευρέως αποδεκτός ως ο δημιουργός του μοντέρνου ποδηλάτου θεωρείται ο Starley.[2][4]

Το βασικό αυτό σχέδιο του ποδηλάτου, με διάφορες παραλλαγές και τροποποιήσεις, έχει συνεχίσει να υπάρχει μέχρι τις μέρες μας. Οι παραλλαγές και οι τροποποιήσεις αυτές στον εκάστοτε τύπο ποδηλάτου γίνονται ανάλογα με τη χρήση του και τις συνθήκες. Οι χρήσεις αυτές περιλαμβάνουν το ποδήλατο ως μέσω αθλητισμού, ως μέσω εργασίας από μεταφορείς, ταχυδρόμους, αστυνομικούς, ως μέσω μεταφοράς, ακόμα και ως μέσω αναψυχής, για καλλιτεχνική επίδειξη ή και τουρισμό. Ωστόσο σήμερα η εξέλιξη της τεχνολογίας βοηθάει τους κατασκευαστές να τελειοποιήσουν τα διάφορα υπάρχον σχέδια, ακόμα και να εξελίξουν νέα πρωτότυπα.

Αυτές οι εξελίξεις στο ποδήλατο, καθώς και στα εξαρτήματα και τα παρελκόμενα που το περιβάλλουν θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

2. Βασικά εξαρτήματα ενός ποδηλάτου

Προτού παρουσιαστούν οι εξελίξεις σε κάθε επιμέρους τομέα του ποδηλάτου, κρίνεται εύλογο να γίνει σύντομη παρουσίαση των βασικών εξαρτημάτων ενός ποδηλάτου, καθώς στους περισσότερους τύπους ποδηλάτου τα περισσότερα από αυτά τα εξαρτήματα είναι κοινά, με διαφορετικές εκδοχές ανάλογα με τη χρήση. Παρακάτω θα παρουσιαστούν συνοπτικά τα διάφορα μέρη που αποτελούν ένα ποδήλατο, σε δύο από τα βασικότερα σχέδιά του, στο ποδήλατο δρόμου - Road Bike και στο ποδήλατο βουνού - Mountain Bike (εκτός δρόμου).



Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση των βασικών μερών σε δύο διαφορετικούς τύπους ποδηλάτου.
Road Bike: Ποδήλατο Δρόμου
Mountain Bike: Ποδήλατο Βουνού (εκτός δρόμου)

1. Σέλα - Saddle

Το εξάρτημα όπου κάθεται ο αναβάτης.

2. Ντίζα σέλας - Seatpost.

Συνδέει τη σέλα με τον σκελετό.

3. Φρένα - Brakes

Αποτελούν το σύστημα πέδησης του ποδηλάτου.

4. Τροχοί - Wheels

Πάνω σε αυτούς κινείται το ποδήλατο. Φέρουν επίσης τα ελαστικά.

5. Κασέτα - Cassettes

Το σύνολο των οδοντωτών τροχών του συστήματος μετάδοσης του οπίσθιου τροχού.

6. Οπίσθιος εκτροχιαστής - Rear derailleur

Ο μηχανισμός που εκτροχιάζει την αλυσίδα μεταξύ των οπίσθιων οδοντωτών τροχών, μεταβάλλοντας έτσι την σχέση μετάδοσης, σε συνάρτηση με τους εμπρόσθιους τροχούς.

7. Εμπρόσθιος εκτροχιαστής - Front derailleur

Ο μηχανισμός που εκτροχιάζει την αλυσίδα μεταξύ των εμπρόσθιων οδοντωτών τροχών, μεταβάλλοντας έτσι την σχέση μετάδοσης, σε συνάρτηση με τους οπίσθιους τροχούς.

8. Δισκοβραχίονας και μεσαία τριβή - Crankset and bottom bracket

Αποτελείται από οδοντωτούς τροχούς και δύο βραχίονες όπου συνδέονται μεταξύ τους με έναν άξονα και πάνω σε αυτούς βιδώνονται τα πετάλια. Στο κέντρο αυτού υπάρχει η μεσαία τριβή, ένα ρουλεμάν μεταξύ του δισκοβραχίονα και του σκελετού.

9. Πετάλια - Pedals

Παραλαμβάνουν την κίνηση από τον αναβάτη και την μεταφέρουν στο σύστημα μετάδοσης.

10. Ποτήρια πιρουνιού - Headset

Πρόκειται για ρουλεμάν μεταξύ του πιρουνιού και του σκελετού, που επιτρέπουν την περιστροφή του πιρουνιού και άρα την αλλαγή διεύθυνσης.

11. Λαιμός - Stem

Συνδέει το πάνω μέρος του πιρουνιού με το τιμόνι.

12. Τιμόνι - Handlebar

Ο μηχανισμός διεύθυνσης και συνάμα το εξάρτημα που φέρει πάνω του όλα τα όργανα χειρισμού του ποδηλάτου.

13. Χειριστήρια επιλογής ταχυτήτων και φρεναρίσματος - Shifters and brake levers

Τα όργανα που επιτρέπουν την αλλαγή σχέσης μετάδοσης και του φρεναρίσματος.

14. Πιρούνι - Fork

Το εξάρτημα που συνδέει το τιμόνι ενδιάμεσα του σκελετού του ποδηλάτου με τον εμπρόσθιο διεθυντήριο τροχό. Φέρει το εμπρόσθιο φρένο και μπορεί να περιέχει και αποσβεστήρες κραδασμών.

Και τέλος ο σκελετός - frame. Είναι το βασικότερο εξάρτημα όλων, καθώς πάνω σε αυτόν εδράζονται και τοποθετούνται όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα που απαρτίζουν ένα ποδήλατο.[5]

3. Εξελιξείς στα υλικά κατασκευής

Από το πρώτο σύγχρονο ποδήλατο με την μορφή που το ξέρουμε έως σήμερα πρωτοστάτησε σαν υλικό κατασκευής το ατσάλι. Το ατσάλι σε διάφορους τύπους του χρησιμοποιήθηκε τόσο στην κατασκευή σκελετών όσο και εξαρτημάτων. Στην σημερινή εποχή τείνει να χρησιμοποιείται λιγότερο σε σχέση με το παρελθόν, λόγω της διαδοχής του από το αλουμίνιο, ενώ τα τελευταία χρόνια και τα δύο αυτά υλικά επισκιάζονται από την χρήση πολυμερών ενισχυμένων με ανθρακονήματα (carbon fiber reinforced polymers). Ωστόσο αρκετά ακόμα υλικά χρησιμοποιούνται σήμερα στην κατασκευή ενός ποδηλάτου ή μερών αυτού, τα οποία θα παρουσιαστούν σε αυτό το κεφάλαιο.

Υπάρχουν κάποιες ιδιότητες ενός υλικού που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην εκλογή του, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ποδηλάτου.

- Η πυκνότητα του υλικού.

Είναι ένα μέτρο που δείχνει το πόσο βαρύ ή ελαφρύ είναι ένα υλικό ανά μονάδα όγκου.

- Η ακαμψία ή ελαστικότητα.

Είναι ένα μέτρο που δείχνει το πόσο εύκολα ή δύσκολα παραμορφώνεται ένα υλικό.

- Όριο διαρροής.

Είναι το όριο που καθορίζει το πόση τάση χρειάζεται για να παραμορφωθεί μόνιμα ένα υλικό.

- Όριο θραύσης.

Είναι το όριο που δείχνει πόση παραμόρφωση επιτρέπει ένα υλικό πριν την απότομη ρωγμή του.

- Η αντοχή σε κόπωση.

Είναι το μέτρο αντοχής ενός υλικού όταν υποβάλλεται σε επαναληπτική φόρτιση.

Τα παραπάνω λαμβάνονται υπόψη όχι μόνο στην κατασκευή του σκελετού ενός ποδηλάτου, αλλά και στην κατασκευή των μερών που το περιβάλλουν.[6][7]

3.1. Ατσάλι

Το ατσάλι είναι κράμα σιδήρου και άλλων προσμίξεων, με τον σίδηρο να κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του κράματος. Είναι υλικό βαρύ λόγω της πυκνότητάς του, περίπου 7.833,41 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3) ή 0,283 λίβρες ανά κυβική ίντσα (lb/in^3). Είναι σχεδόν δύο φορές πυκνότερο από το τιτάνιο και σχεδόν τρεις φορές πυκνότερο από το αλουμίνιο. Έχει όμως εξαιρετική ακαμψία. Το μέτρο ελαστικότητας του είναι περίπου 206.842.710.000 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2 ή Pascal) ή 30.000.000 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi). Ως μέτρο σύγκρισης ένα κράμα τιτανίου Ti3Al-2V έχει μέτρο ελαστικότητας 106.868.733.500 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2 ή Pascal) ή 15.500.000 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi), ενώ ένα αλουμίνιο της σειράς 6061, 68.947.570.000 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2 ή Pascal) ή 10.000.000 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi).[8] Για το ατσάλι χρειάζεται να δοθεί μία ιδιαίτερη μέριμνα σε κάποια μορφή αντιοξειδωτική προστασία, καθώς το ατσάλι οξειδώνεται σχετικά εύκολα από το περιβάλλον. Επίσης είναι φθηνότερο σε σχέση με τα υπόλοιπα υλικά.

Χρησιμοποιήθηκε στο παρελθόν τόσο για την κατασκευή σκελετών όσο και όλων των υπόλοιπων μεταλλικών εξαρτημάτων του ποδηλάτου. Σήμερα λόγω του βάρους δεν προτιμάται πλέον τόσο από τους κατασκευαστές εκεί όπου θα χρειαζόταν μεγάλη ποσότητα του υλικού, όπως παραδείγματος χάριν ο σκελετός ή οι τροχοί. Αυτό δεν είναι όμως ο κανόνας καθώς πολλοί κατασκευαστές ακόμα παράγουν ποδήλατα με ατσάλινους



Εικόνα 5. Σύγχρονο ποδήλατο δρόμου μάρκας Cinelli με ατσάλινο πλαίσιο Columbus XCr.

σκελετούς για όσους επιθυμούν αντοχή και ευκολία επισκευής, καθώς το ατσάλι επισκευάζεται και συγκολλείται πολύ εύκολα. Στο παρελθόν επικρατούσαν ατσάλια όπως το Reynolds 531 ή χρωμομολυβδαινιούχα ατσάλια, τα γνωστά chromoly, συνήθως της σειράς 4130. Σήμερα, από τα κορυφαία ατσάλια όπως τα Reynolds 953 και Columbus XCr, παράγονται σκελετοί που ανταγωνίζονται αυτούς των υπολοίπων υλικών.[9]

Χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα σε διάφορα εξαρτήματα, με κυριότερα αυτά στα οποία η ανθεκτικότητα του ατσαλιού είναι το πρώτο ζητούμενο, όπως το σύστημα μετάδοσης και πιο συγκεκριμένα τα γρανάζια, η αλυσίδα και οι καλωδιώσεις χειρισμού.

3.2. Κράματα αλουμινίου

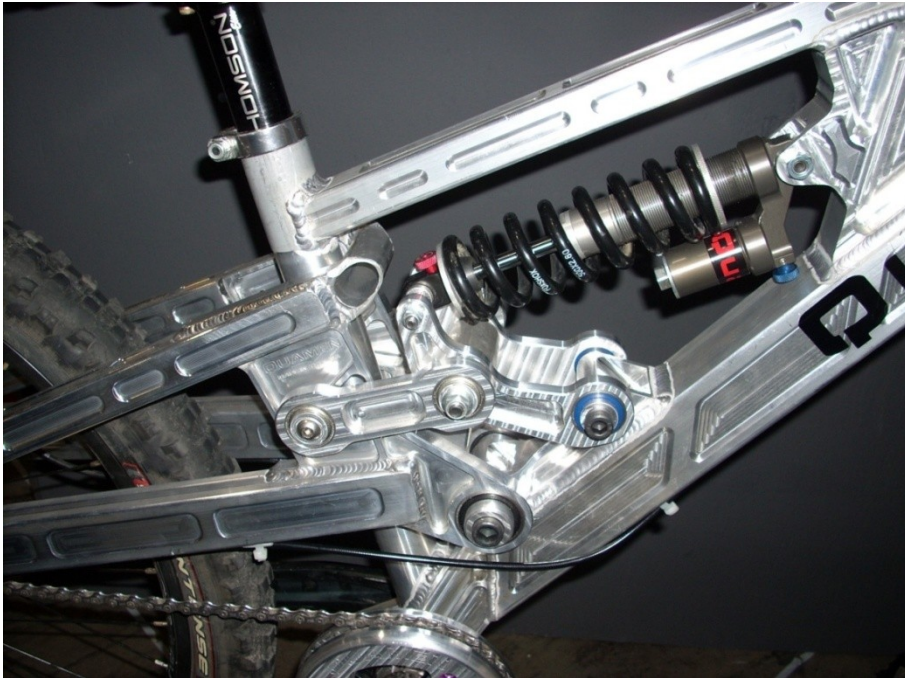
Το αλουμίνιο σε καθαρή μορφή δεν χρησιμοποιείται στην κατασκευή ποδηλάτων. Αντί αυτού χρησιμοποιούνται κράματα του, με το αλουμίνιο να είναι το κυρίαρχο μέταλλο στην σύσταση του κράματος. Άλλα στοιχεία του κράματος μπορεί να είναι ο χαλκός, το μαγνήσιο, το μαγγάνιο, το πυρίτιο, ο κασσίτερος και ο ψευδάργυρος.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των κραμάτων αλουμινίου είναι η μικρότερη πυκνότητά τους σε σχέση με το ατσάλι, περίπου 2.700 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3). Σχεδόν το ένα τρίτο του ατσαλιού, και τη μισή του τιτανίου, όπως προαναφέρθηκε. Κάτι που σημαίνει και μειωμένο βάρος. Όμως είναι λιγότερο ανθεκτικό. Αυτό το μειονέκτημα μπορεί να απαλειφθεί, όταν τα κράματα αλουμινίου χρησιμοποιηθούν για κατασκευή σκελετών, χρησιμοποιώντας σωλήνες μεγαλύτερης διατομής και μειώνοντας το πάχος τους. Με αυτό τον τρόπο ένας σκελετός αποκτά μεγαλύτερη στιβαρότητα και καλύτερο λόγο αντοχής / βάρους. Τα κράματα αλουμινίου, αν και σε μικρότερο βαθμό από το ατσάλι, επηρεάζονται και αυτά από το περιβάλλον, και πρέπει να ληφθούν μέτρα για την επιφανειακή τους προστασία.

Τα κράματα αλουμινίου χρειάζονται όμως προσεγμένη κατεργασία, γιατί τα κράματα αλουμινίου επηρεάζονται θερμικά κατά τη συγκόλληση. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος συγκόλλησης σήμερα για τα κράματα αλουμινίου είναι η μέθοδος με αέριο αργό και ηλεκτρόδιο βολφραμίου, στα αγγλικά γνωστή ως T.I.G. (Tungsten Inert Gas). Μετά τη συγκόλληση τα κράματα αλουμινίου πρέπει να υποστούν θερμική κατεργασία, για τη βελτιστοποίηση των μηχανικών ιδιοτήτων τους. Το είδος της κατεργασίας, που περιγράφει τον συνδυασμό ψυχρής και θερμής κατεργασίας καθώς και διαδικασίας γήρανσης, γράφεται με τη μορφή ενός κωδικού που ακολουθεί το όνομα του κράματος, συνήθως με το γράμμα T. Για παράδειγμα δύο πολύ δημοφιλή κράματα αλουμινίου είναι τα 6061 7005. Δύο ενδεικτικά κράματα που φέρουν τον κωδικό της θερμικής τους κατεργασίας είναι τα 7075 T6 και 2024 T4, με το 7075 T6 να περιέχει Zn 5.6, Mg 2.5, Cu 1.6, Cr 0.23, με τη θερμική του επεξεργασία να γίνεται σε διάλυμα και τη γήρανση με τεχνητά μέσα. Το

δε 2024 T4 περιέχει Cu 4.4, Si 0.8, Mn 0.8, Mg 0.5, η θερμική του επεξεργασία γίνεται επίσης σε διάλυμα, ενώ η γήρανση του γίνεται με φυσικούς τρόπους.[10][11]

Χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλους τους τομείς του ποδηλάτου, από τον σκελετό και τους τροχούς, το τιμόνι και τα συστήματα χειρισμού, μέχρι και τους βραχίονες των πεντάλ.



Εικόνα 6. Πλαίσιο ποδηλάτου εκτός δρόμου με τμήματα από επεξεργασμένο με τη μέθοδο του CNC αλουμινίου, συγκολλημένα και βιδωμένα ενιαία.



Εικόνα 7. Δισκοβραχίονας αλουμινίου μάρκας SHIMANO, μοντέλο ULTEGRA.

3.3. Τιτάνιο

Το τιτάνιο είναι ένα υλικό με πολύ καλές μηχανικές ιδιότητες. Έχει πυκνότητα περίπου 4.506 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3), σχεδόν μισή του ατσάλιου και διπλάσια του αλουμινίου, κάτι που του προσδίδει χαμηλό βάρος. Το μέτρο ελαστικότητας του είναι περίπου 103.421.355.000 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2 ή Pascal) ή 15.000.000 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi), σχεδόν το μισό του ατσάλιου. κάτι που σημαίνει ότι το τιτάνιο και το ατσάλι έχουν συγκρίσιμους λόγους ακαμψίας / βάρους. Έχει επίσης καλή αντοχή στην οξείδωση και εξαιρετική αντοχή σε εφελκυσμό. Το μεγάλο πλεονέκτημα του τιτανίου είναι στο όριο θραύσης του, πόσο δηλαδή μπορεί να επιμηκυνθεί προτού σπάσει. Τυπικά νούμερα για το τιτάνιο ανέρχονται στο 20% με 30%, ενώ του ατσάλιου είναι στα επίπεδα το 10% με 15% και του αλουμινίου 6% με 12%. Το μειονέκτημα του είναι στο γεγονός ότι είναι ένα υλικό πολύ πιο δύσκολο να κατεργαστεί από το ατσάλι και το αλουμίνιο, κάτι που ανεβάζει κατά πολύ το κόστος του.[12][13]

Το τιτάνιο, όπως και το αλουμίνιο, δεν χρησιμοποιείται συνήθως ατόφιο, αντί αυτού χρησιμοποιούνται κράματα τιτανίου, που εξελίχθηκαν αρχικά για την αεροναυπηγική βιομηχανία. Το ποιά συνηθισμένο κράμα τιτανίου είναι το Ti-3Al-2.5V, με 3,5% περιεκτικότητα σε αλουμίνιο και 2,5% περιεκτικότητα σε βανάδιο. Χρησιμοποιείται και το 6Al-4V, με 6% περιεκτικότητα σε αλουμίνιο και 4% περιεκτικότητα σε βανάδιο, αλλά όχι τόσο συχνά διότι είναι πιο δύσκολο στην κατεργασία και τη συγκόλληση.[12] [14]

Χρησιμοποιείται κυρίως για σκελετούς, αλλά και για εξαρτήματα που ζητούμενο είναι το μικρότερο βάρος από το ατσάλι, αλλά μεγαλύτερη αντοχή από το αλουμίνιο. Για την κατασκευή σκελετών από τιτάνιο η συνηθέστερη μέθοδος συγκόλλησης είναι η μέθοδος με αέριο αργό και ηλεκτρόδιο βολφραμίου, στα αγγλικά γνωστή επίσης ως T.I.G. (Tungsten Inert Gas).



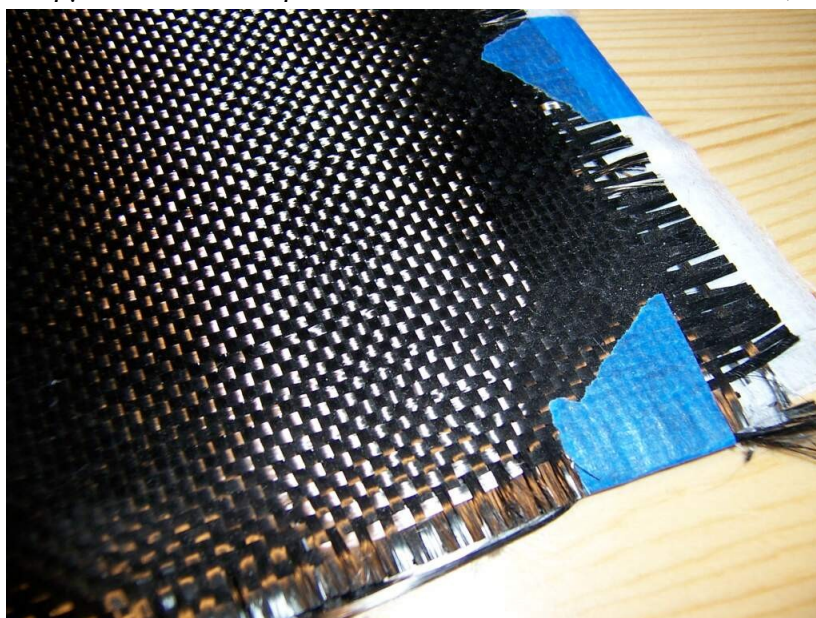
Εικόνα 8. Λεπτομέρεια ποδηλάτου με σκελετό από τιτάνιο, όπου φαίνονται και το τιμόνι με τον λαιμό, επίσης από τιτάνιο, μάρκας NEVI.

3.4. Πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα

Με τον όρο πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα (στα αγγλικά carbon fiber reinforced polymers) αναφερόμαστε σε μία ομάδα συνθετικών υλικών που το κύριο υλικό τους είναι, όπως προδίδεται και από την ονομασία τους, τα ανθρακονήματα. Σκέτη η ονομασία ανθρακονήματα (στα αγγλικά carbon fiber), χάριν οικονομίας λόγου πολλές φορές χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτή την οικογένεια των υλικών.

Τα υλικά αυτά αποτελούνται από το υλικό ενίσχυσης, το οποίο είναι οι ίνες άνθρακα οι οποίες πλέκονται ομοιόμορφα και το συνδετικό υλικό ή το υλικό μήτρας. Αυτό συνήθως είναι θερμοστοιχεία όπως εποξικές και φαινολικές ρητίνες, μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθούν και άλλα θερμοπλαστικά. Μερικά από αυτά είναι το πολυαιθυλένιο, το

πολυπροπυλένιο, τα ακρυλικά και το νάιλον (πολυαμίδια). Επίσης, μαζί με τις ίνες άνθρακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ίνες γυαλιού (στα αγγλικά fiberglass), καθώς και αραμίδια, όπως το Kevlar. Χρησιμοποιούνται



επίσης, βόριο, κεραμικά, καρβίδια του πυριτίου, και χαλαζίας.[15][16]

Εικόνα 9. Υφασμα κατασκευασμένο από πλεκτά ανθρακονήματα.

Μεταβάλλοντας την διάταξη της πλέξης, τον τρόπο πλέξης, των αριθμό στρωμάτων καθώς και την πυκνότητα των νημάτων οι κατασκευαστές μπορούν να προσδώσουν στο τελικό προϊόν διαφορετικές ιδιότητες, ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις. Σε αυτό παίζει ρόλο και ο τρόπος με τον οποίο θα ενωθούν τα νήματα μεταξύ τους, αλλά και με το υλικό της μήτρας. Ο τρόπος αυτός επιτυγχάνεται θερμαίνοντας τα σε ειδικά καλούπια και σε συγκεκριμένη θερμοκρασία. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι ότι το υλικό πριν "ψηθεί" στην τελική του μορφή, μπορεί να σχεδιαστεί σε όποια μορφή θέλει ο κατασκευαστής, συνήθως αεροδυναμικά σχέδια, που με άλλα υλικά θα ήταν αδύνατο να παραχθούν.

Το τελικό προϊόν είναι εκπληκτικά ελαφρύ καθώς η πυκνότητά ενός πολυμερούς φύλλου με ανθρακονήματα είναι περίπου 900 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3) ή 0,56 λίβρες ανά κυβικό πόδι (lb/ft^3), κάτι που το κάνει κατά 60% ελαφρύτερο από το αλουμίνιο. Οι ίνες άνθρακα από μόνες τους έχουν πυκνότητα της τάξης των 1.826,10 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο (kg/m^3) ή 114 λίβρες ανά κυβικό πόδι (lb/ft^3). Έχουν επίσης υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό και μέτρο ελαστικότητας μεγαλύτερο από αυτό του ατσαλιού. Όπως προαναφέρθηκε κατά τη διάρκεια σχεδιασμού ενός εξαρτήματος από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα μπορούν να του προσδοθούν διαφορετικές ιδιότητες σε διαφορετικούς τομείς του. Αλλού μπορεί να είναι πιο στιβαρό και αλλού πιο ελαστικό. Πρέπει όμως να δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα κατά τον σχεδιασμό καθώς οι εποξικές ρητίνες που αποτελούν το υλικό, στην τελική τους μορφή είναι εύθραυστες. Αυτό είναι ένα μεγάλο μειονέκτημα αυτών των υλικών. Μία απότομη κρούση ή ακόμα και η υπερβολική ροπή σύσφιξης των εξαρτημάτων μπορεί να οδηγήσει σε μικρορωγμές. Οι τάσεις που δέχονται τα εξαρτήματα κατά την χρήση διοχετεύονται σε αυτές τις μικρορωγμές και σταδιακά οδηγούν σε απότομη θραύση του εξαρτήματος, κάτι που μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα επικίνδυνο. Αυτήν η ιδιότητα επίσης προσδίδει σε αυτά τα υλικά μία όχι και τόσο καλή αντοχή σε θλίψη. Οι μεγάλοι κατασκευαστές όμως, στο στάδιο του σχεδιασμού, δίνουν ιδιαίτερη μέριμνα σε αυτό το γεγονός ώστε να κάνουν τα εξαρτήματα με αυτά τα υλικά στην τελική τους μορφή πιο ανθεκτικά και ασφαλή, κάτι που δυστυχώς τα κάνει ακριβά



Εικόνα 10. Ποδήλατο τριάθλου μοντέλου STRC1 μάρκας StepDragon, με ιδιαίτερα αεροδυναμικό σχεδιασμό, κατασκευασμένο σχεδόν εξ' ολοκλήρου από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.

υλικά, λόγω αυτής της ιδιαίτερη παραγωγικής τους διαδικασίας.[16][17]

Σήμερα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σχεδόν σε όλους τους τομείς του ποδηλάτου. Από τον σκελετό, που μπορεί να έχει πραγματικά μοναδικό αεροδυναμικό σχεδιασμό, μέχρι τους τροχούς και τα διαφορά περιφερειακά εξαρτήματα.

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, συνήθως σε αγώνες, όπου η ελαχιστοποίηση του βάρους είναι το πρώτο ζητούμενο και δεν τίθεται θέμα κόστους, έχουν κατασκευαστεί ακόμη και γρανάζια από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.



Εικόνα 11. Δισκοβραχίονας με τα γρανάζια του κατασκευασμένα κατά παραγγελία, από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.



Εικόνα 12. Οπίσθιος εκτροχιαστής μοντέλου SUPER RECORD 11, μάρκας CAMPAGNOLO, κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.

3.5. Θερμοπλαστικά

Τα θερμοπλαστικά είναι μία κατηγορία πολυμερών που έχουν την ιδιότητα από κάποιο επίπεδο θερμοκρασίας και έπειτα να καθίστανται εύπλαστα, κάτι που τα κάνει εύκολα στην κατεργασία υλικά. Αυτά τα υλικά μπορούν να ξανά τηχτούν ώστε να ξανά κατεργαστούν, όχι όμως απεριόριστα καθώς με αυτή την επανάληψη αυτής της διαδικασίας αλλοιώνονται οι ιδιότητές τους. Είναι υλικά με καλή αντοχή στις κρούσεις και ελαφριά. Έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν για κατασκευή σκελετού σε ένα μοντέλο ποδηλάτου εν ονόματι YETI, μία συνεργασία των εταιριών Kaiser Aerospace και Penske.[18]



Εικόνα 13. Το ποδήλατο YETI, με σκελετό κατασκευασμένο από θερμοπλαστικά.

Χρησιμοποιούνται επίσης και στην κατασκευή άλλων εξαρτημάτων όπως τροχοί, πετάλια και πληθώρα άλλων εξαρτημάτων.

Δεν πρέπει να παραληφθούν και τα θερμοπλαστικά ελαστομερή, μία κατηγορία θερμοπλαστικών ιδιαίτερα εύκαμπτα και ελαστικά, τα οποία χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε εξαρτήματα όπως οι χειρολαβές του τιμονιού.



Εικόνα 14. Τροχός SPIN κατασκευασμένος από θερμοπλαστικά.



Εικόνα 15. Κομπωτά πετάλια EXUSTAR E-PR200 κατασκευασμένα από θερμοπλαστικά. Διακρίνονται επίσης και τα σαράκια με τα στοιχεία σύνδεσής τους, που βιδώνουν στα παπούτσια του αναβάτη.

3.6. Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο είναι ένα υλικό με περίπου το 64% της πυκνότητας του αλουμινίου, και με μεγαλύτερη αντοχή. Έχει δείκτη επιμήκυνσης περίπου 10% με 11% και μέτρο ελαστικότητας της τάξης των 41.368.542.000 Newton ανά τετραγωνικό μέτρο (N/m^2 ή Pascal) ή 6.000.000 λίβρες ανά τετραγωνική ίντσα (psi). Ωστόσο είναι ιδιαίτερα επιρρεπές στη διάβρωση και για αυτό τον λόγο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη μέριμνα στην επιφανειακή του κατεργασία. Ιστορικά έχει χρησιμοποιηθεί από τον μηχανικό Frank Kirk το 1980, για



κατασκευή σκελετού ποδηλάτου με δοκούς τύπου I και όχι με κλασικούς σωλήνες.[20][21] Σήμερα χρησιμοποιείται από ελάχιστους κατασκευαστές για παραγωγή σκελετών, αλλά και διαφόρων άλλων εξαρτημάτων.

Εικόνα 16. Ποδήλατο με σκελετό μαγνησίου της Kirk Precision.



Εικόνα 17. Σύγχρονο ποδήλατο με σκελετό μαγνησίου της Paketa.

3.7. Μπαμπού

Το μπαμπού είναι μία εναλλακτική οικολογική λύση. Πρόκειται για ένα ανθεκτικό υλικό, ιδιαίτερα στον διαμήκη άξονά του, λόγω της διάταξης των ινών του. Συγκεκριμένα οι εξωτερικές ίνες του μπαμπού έχουν αντοχή σε εφελκυσμό της τάξης των 40 kN ανά τετραγωνικό εκατοστό. Είναι επίσης ελαφρύ διότι στο κέντρο του είναι κούφιο. Ο συνδυασμός αυτών των δύο ιδιοτήτων του προσδίδει υψηλό λόγο δύναμης προς βάρος. Το μπαμπού έχει την ιδιότητα να μεγαλώνει σε ευθεία, με ομοιόμορφη διάταξη ινών. Για αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή σκελετών, με ευθείς πόλους που ενώνονται με συνδετικά στοιχεία, είτε μεταλλικά είτε ακόμα και από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.[22]



Εικόνα 18. Το ποδήλατο ECOFORCE 1, της εταιρίας GREENSTAR BIKES, με σκελετό από μπαμπού.

3.8. Ξύλο

Το ξύλο, το υλικό από το οποίο κατασκευάστηκε το πρώτο ποδήλατο, χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Έχει καλές μηχανικές ιδιότητες όπως καλή ελαστικότητα και ανθεκτικότητα. Χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή σκελετών, ιδιαίτερα στα ποδήλατα ισορροπίας, ποδήλατα χωρίς πετάλια για μικρούς σε ηλικία αναβάτες, που μοιάζουν σαν μικρογραφία της δραιζινας. Ωστόσο δεν λείπουν και οι πειραματισμοί σε άλλους τύπους σκελετών.[23][24]



Εικόνα 19. Ξύλινο ποδήλατο ισορροπίας.

3.9. Χαρτόνι

Αξιοσημείωτη είναι η δημιουργία ενός πρωτότυπου ποδηλάτου από χαρτόνι από έναν Ισραηλινό εφευρέτη τον Izhar Gafni. Το ποδήλατο αυτό με το όνομα Alfa ζυγίζει 9,07 κιλά ή 20 λίβρες και αντέχει βάρος περίπου 220 κιλών ή 485 λιβρών. Είναι πλήρως αδιάβροχο καθώς είναι επικαλυμμένο με αδιάβροχη ρητίνη. Είναι πλήρως ανακυκλώσιμο, και με κόστος παραγωγής μόλις 9 δολαρίων είναι μία δελεαστική λύση στην ποδηλατοκίνηση στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις.[25]



Εικόνα 20. Ποδήλατο από χαρτόνι και ο εφευρέτης του.

3.10. Σκάνδιο, Βηρύλλιο,

Καρβίδιο του Βόριου και Μονοκρυσταλλικό Πυρίτιο

Τελευταία στην λίστα των υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των ποδηλάτων αφέθηκαν σκόπιμα τα εξής υλικά και αυτό διότι χρησιμοποιούνται ως προσμίξεις σε άλλα κράματα μετάλλων για να βελτιώσουν κάποιες από τις ιδιότητές τους.

Το σκάνδιο έχει χρησιμοποιηθεί σε κράματα αλουμινίου σε ποσοστό περίπου κάτω του 5%, και αυτό γιατί βελτιώνει τα χαρακτηριστικά συγκόλλησης των κραμάτων του αλουμινίου και προσδίδει αντοχή στην κόπωση.[26]

Το βηρύλλιο είναι ένα μέταλλο με πολύ μικρή πυκνότητα, εκπληκτικό λόγο αντοχής προς πυκνότητα, και λόγο ελαστικότητας προς πυκνότητα. Τα μειονεκτήματά του είναι πως είναι εξαιρετικά σπάνιο μέταλλο κάτι που το κάνει εξαιρετικά ακριβό. Επίσης δεν είναι σχεδόν καθόλου όλκιμο, ενώ σαν υλικό είναι και τοξικό. Η εταιρία Brush-Wellman έχει κατασκευάσει τέσσερα κράματα αλουμινίου-βηρυλλίου υπό την ονομασία AlBeMet, με περιεκτικότητα σε βηρύλλιο 30% έως 62%. Από αυτό το κράμα παράγονται τιμόνια και ντιζες σελών, ενώ στο μέλλον πρόκειται να κατασκευαστούν και σκελετοί.[27]

Το καρβίδιο του βόριου προστίθεται και αυτό σε κράματα αλουμινίου. Η εταιρία Pacific Metal Craft έχει δημιουργήσει ένα κράμα αλουμινίου υπό την ονομασία B4C, προσθέτοντας σε αυτό 15% καρβίδιο του βόριου σε κράμα 6013, βελτιώνοντας τις μηχανικές του ιδιότητες. Επίσης ένα γνωστό κράμα που περιέχει καρβίδιο του βόριου είναι το Boralyn. Αυτά τα κράματα χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή σκελετών.[28]

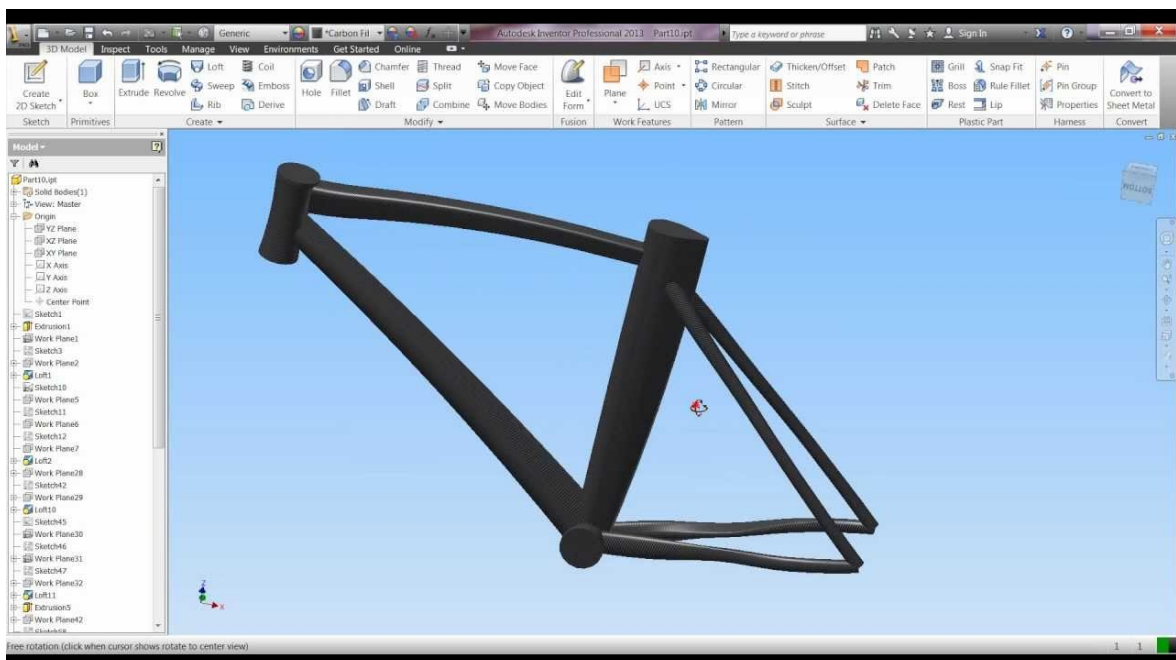
Ένα υλικό που δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμα στην κατασκευή ποδηλάτων, αλλά είναι πολλά υποσχόμενο, είναι το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο. Σύμφωνα με ισχυρισμούς του Gary Helfrich, ενός ανθρώπου με μεγάλη ενασχόληση στην κατασκευή ποδηλάτων[29], έχει πυκνότητα 15% λιγότερη του αλουμινίου, όριο διαρροής 12 φορές μεγαλύτερο του αλουμινίου, μέτρο ελαστικότητας 80% μεγαλύτερο του αλουμινίου και λόγο αντοχής προς βάρος 14 φορές αυτό του αλουμινίου. Συγκεκριμένα αναφέρεται πως αν κατασκευαστεί ένα σκελετός με διαστάσεις 3,175 x 0,0762 εκατοστά ή 1,25 x 0,030 ίντσες για τον οριζόντιο και κάθετο σωλήνα, και 3,4925 x 0,08382 εκατοστά ή 1,375 x 0,033 ίντσες για τον κάτω σωλήνα, αυτός ο σκελετός θα ζυγίζει μόλις 589 γραμμάρια ή 1,3 λίβρες. Μόνο μειονέκτημα του είναι το μέτρο επιμήκυνσης του που είναι σχεδόν μηδενικό.[30]

4. Εξελίξεις σχεδιαστικών - υπολογιστικών εργαλείων / κατασκευαστικών τεχνολογιών

Τόσο στον σχεδιασμό και τη μελέτη, όσο και στην παραγωγική διαδικασία, νέες τεχνολογίες δίνουν στους κατασκευαστές καινοτόμα εργαλεία στην εξέλιξη του ποδηλάτου. Από τον σχεδιασμό στο χαρτί έχουμε περάσει πλέον στον σχεδιασμό σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και η συναρμολόγηση από ανθρώπινα χέρια έχει αντικατασταθεί πλέον από ρομποτικούς βραχίονες. Στο παρακάτω υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι εξελίξεις στους τομείς της κατασκευής και του σχεδιασμού.

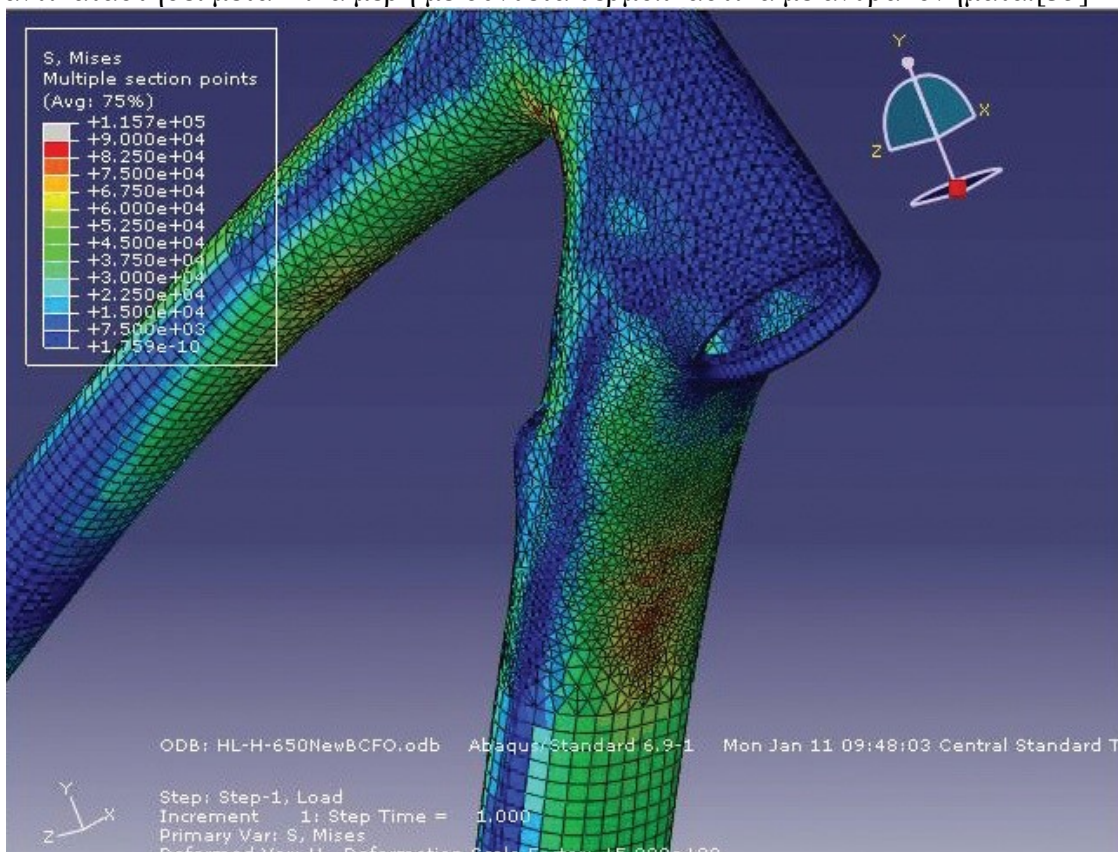
4.1. Σχεδιαστικά - υπολογιστικά εργαλεία

Με την εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχουν εξελιχθεί και διάφορα προγράμματα σχεδιασμού. Προγράμματα Σχεδιασμού με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, Computer Aided Design (CAD), όπως, αναφορικά, το AutoCad[31] και το Inventor της AUTODESK[32] βοηθούν στην δισδιάστατη και τρισδιάστατη σχεδίαση και απεικόνιση ενός πρωτότυπου μοντέλου χωρίς να παρίσταται ανάγκη αυτό να κατασκευαστεί και φυσικά.

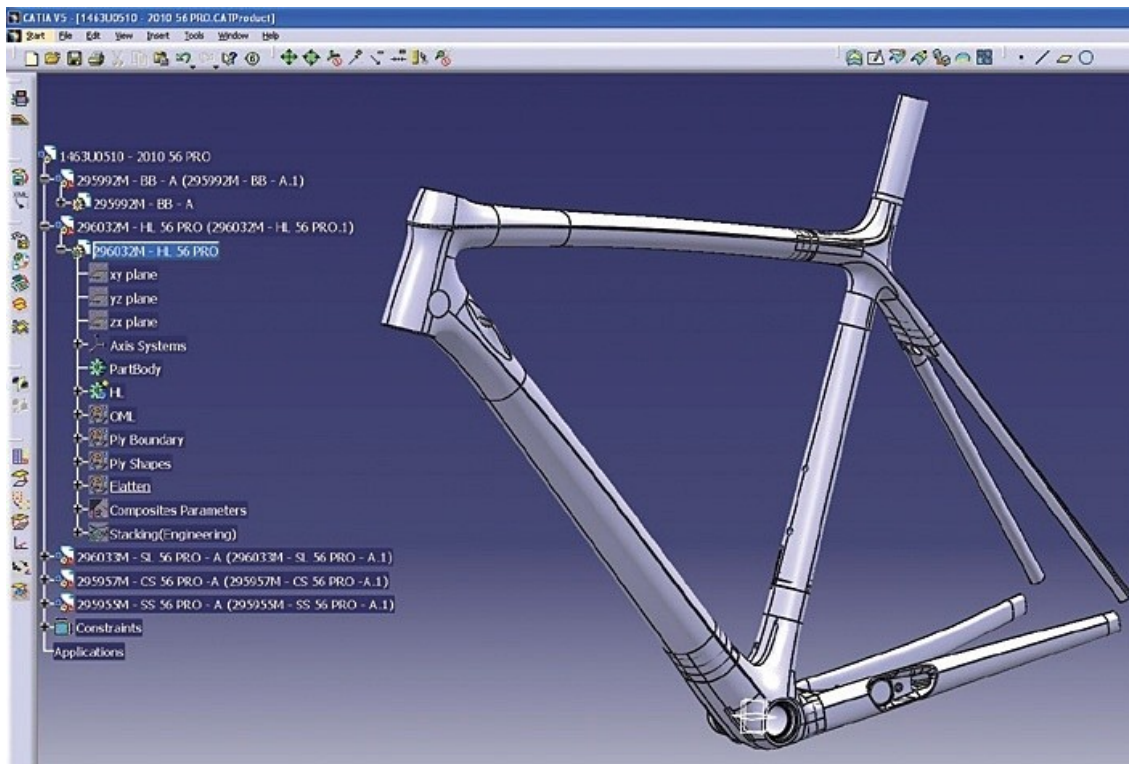


Εικόνα 21. Σκελετός ποδηλάτου σχεδιασμένος με τη βοήθεια του Autodesk Inventor Professional 2013.

Ένα άλλο χρήσιμο εργαλείο για τους σχεδιαστές και τους κατασκευαστές είναι η δυνατότητα της ανάλυση πρότυπων ψηφιακών σχεδίων με την Μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων, Finite Element Method (FEM). Αυτά τα προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει δεδομένα σχετικά με το υλικό του σχεδίου, όπως για παράδειγμα πυκνότητα ή τα φορτία που ασκούνται, και να προσομοιαστεί η συμπεριφορά του σχεδίου σε πραγματικές συνθήκες ώστε να διορθωθούν πιθανά κατασκευαστικά σφάλματα. Στο παρελθόν η διαδικασία της δοκιμής ενός πρωτοτύπου γινόταν με την μέθοδο της Δοκιμής και Σφάλματος, κάτι που μπορεί να απαιτούσε και να κατασκευαστούν αρκετά πρωτότυπα και συνεπώς χρόνο και χρήμα. Η ανάλυση με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων εξοικονομεί χρόνο, χρήμα και πόρους, δίνοντας παράλληλα και την δυνατότητα για απευθείας αλλαγές και βελτιώσεις πάνω στο σχέδιο.[33][34] Αναφορικά η εταιρία TREK σε συνεργασία με την εταιρία PlastiComp έχει χρησιμοποιήσει σχεδιαστικά εργαλεία με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων για δομικές αναλύσεις και ανάλυσης ροής καλουπιών για χύτευση με έγχυση, ώστε να αντικαταστήσει μεταλλικά μέρη με σύνθετα θερμοπλαστικά με ανθρακονήματα.[35]



Εικόνα 22. Το πλέγμα μίας ανάλυσης χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ενός βελτιστοποιημένου φύλλου laminate στην πλατφόρμα Madone 2010, της εταιρίας Trek.



Εικόνα 23. "Το Catia και το Simulia μας βοηθούν να λαμβάνουμε καλύτερες αποφάσεις, οι οποίες μας δίνουν μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στην έκβαση των προϊόντων μας", αναφέρει σχετικά με την ανωτέρω εικόνα ο Mark Wilke, επικεφαλής μηχανικός διεργασίας, της Trek Bikes.

Αναφορικά, προγράμματα που παρέχουν την δυνατότητα ανάλυσης με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων είναι το CATIA της Dassault Systemes[36], το ABAQUS[37] της ίδιας εταιρίας, καθώς και το SOLIDWORKS Simulation.[38]

4.2. Κατασκευαστικές Τεχνολογίες

4.2.1. Αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής

Στο παρελθόν για να κατασκευαστεί ένα ποδήλατο έπρεπε ένας ή περισσότεροι εργάτες, αφού κόψουν τα επιμέρους στοιχεία ενός σκελετού στις επιθυμητές διαστάσεις, στη συνέχεια να τα ενώσουν, συνήθως με την μέθοδο της συγκόλλησης. Ένα φαινόμενο που παρατηρείται όλο και πιο συχνά τα τελευταία χρόνια στην παραγωγική διαδικασία είναι μεν οι πληθώρα των εργασιών να γίνεται από ανθρώπινα χέρια, ενώ οι συγκολλήσεις να γίνονται από ρομποτικούς βραχίονες. Όσο όμως ο παράγοντας άνθρωπος θα είναι μέσα στην παραγωγική διαδικασία αυτή θα παίρνει περισσότερο χρόνο να ολοκληρωθεί.

Ένα νέο ποδήλατο, το Mokumono, εκμεταλλεύεται, σχεδόν αποκλειστικά, την αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής στην κατασκευή του, κάτι που εμπνεύστηκε από την αυτοκινητοβιομηχανία. Ένα ρομπότ τοποθετεί φύλλα αλουμινίου σε μία πρέσα ώστε αυτή να παράγει τα δύο μισά του σκελετού, κόβοντας στη συνέχεια με laser της άκρες που προεξέχουν. Εν συνεχεία, επίσης, με laser συγκολλούν τα δύο μισά του σκελετού, και εν συνεχεία βάφονται, ενώ μερικά υπόλοιπα κομμάτια συγκολλούνται με το χέρι, το οποίο όμως θα αυτοματοποιηθεί εξίσου στο κοντινό μέλλον. Φανερό είναι λοιπόν ότι τούτη η παραγωγική διαδικασία μειώνει τον χρόνο κατασκευής ενός ποδηλάτου, αυξάνοντας παράλληλα και τις παραγόμενες μονάδες.[39]



Εικόνα 24. Το ποδήλατο Mokumono, που κατασκευάζεται σε αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής.

4.2.2. Τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing)

Με τον όρο τρισδιάστατη εκτύπωση ορίζεται μία κατασκευαστική διαδικασία κατά την οποία κατασκευάζονται φυσικά αντικείμενα μέσω εκτύπωσης αλληπάληλων στρώσεων ενός υλικού. Συνήθως ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται, θερμοπλαστικά πολυμερή, κεραμικά ακόμα και μέταλλα. Αυτή η πρώτη ύλη ωθείται σε μία θερμαινόμενη κεφαλή η οποία εναποθέτει στη συνέχεια ανά στρώματα, το υγρό πλέον υλικό. Σε μεταλλικές πρώτες ύλες χρησιμοποιείται κεφαλή με laser. Μία μηχανή τρισδιάστατης εκτύπωσης λειτουργεί διαβάζοντας ψηφιακά σχέδια που έχουν γίνει με τη βοήθεια προγραμμάτων όπως το CAD.

Στον τομέα της ποδηλατοκίνησης βρίσκει ευρεία χρήση καθώς είναι μία ιδανική μέθοδος για να κατασκευαστούν νέα πρωτότυπα. Πρόσφατα η εταιρία Eurocompositi κατασκεύασε με την μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης ένα σκελετό ποδηλάτου εκτός δρόμου με την ονομασία "Aenimal Bhulk", στιβαρό αρκετά ώστε να μπορεί να οδηγηθεί, ο οποίος επίσης έχει κερδίσει και το χρυσό βραβείο Eurobike. Ο σκελετός κατασκευάστηκε από κομμάτια τα οποία εκτυπώθηκαν ξεχωριστά.



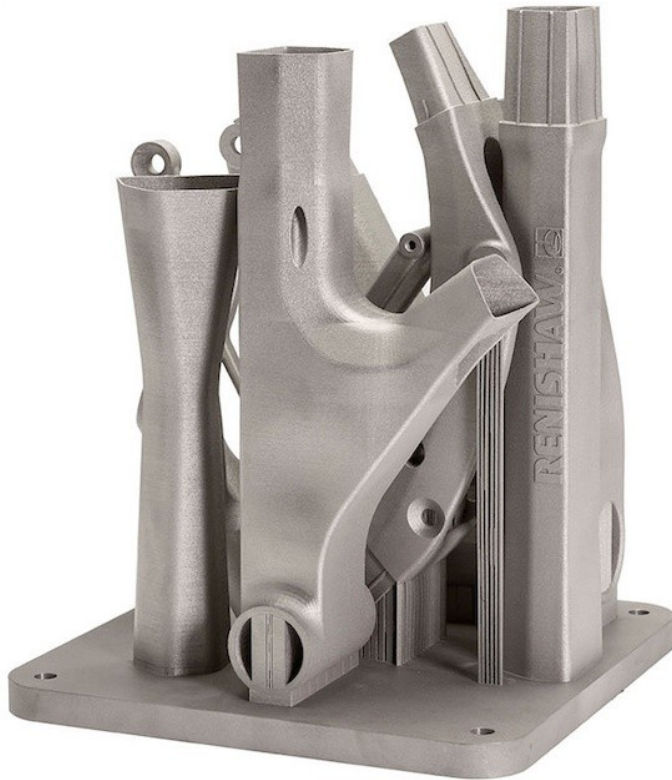
Εικόνα 25. Τα κομμάτια του σκελετού του "Aenimal Bhulk".

Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για να εκτυπωθούν τα κομμάτια του σκελετού είναι το πολυγαλακτικό οξύ. Το πολυγαλακτικό οξύ, ή αλλιώς πολυλακτίδιο είναι ένας θερμοπλαστικός αλειφατικός πολυεστέρας που αποικοδομείται στο περιβάλλον και προέρχεται από ανανεώσιμες πρώτες ύλες, όπως το άμυλο καλαμποκιού, ρίζες ταπιόκας και ζαχαροκάλαμα. Η εταιρία χαρακτηριστικά αναφέρει "Η γνώση και η εμπειρία της ομάδας Eurocompositi ήταν θεμελιώδους σημασίας στο σχεδιασμό των ορθών σχημάτων διαστάσεων σωλήνων, ώστε να διατηρηθεί μία ορισμένη δυσκαμψία και ανθεκτικότητα με ένα υλικό που σίγουρα δεν έχει τα μηχανικά χαρακτηριστικά των πιο προηγμένων σύνθετων υλικών".[40]



Εικόνα 26. Ο ολοκληρωμένος σκελετός "Aenimal Bhulk".

Μία ακόμα προσέγγιση είναι αυτή της εταιρίας Empire σε συνεργασία με την Renishaw. Παρουσίασαν στο London Bike Show ένα πρωτότυπο ποδήλατο του οποίου ο σκελετός είναι βασισμένος στο μοντέλο MX6 της Empire και είναι κατασκευασμένος από τιτάνιο με την μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Χαρακτηριστική είναι η διάταξη των επιμέρους κομματιών του σκελετού ώστε να εκτυπωθούν όλα μαζί σε ένα ενιαίο τετραγωνικό μπλοκ 250 χιλιοστών και ύψους όχι μεγαλύτερο από 300 χιλιοστά.



Εικόνα 27. Όλα τα κομμάτια του σκελετού του ποδηλάτου των Empire / Renishaw που εκτυπώθηκαν σε ένα ενιαίο μπλοκ και μετά ενώθηκαν.

Σύμφωνα με την εταιρία το πρωτότυπο αυτό δεν είναι ικανό να οδηγηθεί, ωστόσο έχει κατασκευαστεί και μία εκδοχή που μπορεί να οδηγηθεί κανονικά και αναμένεται να δοκιμαστεί.[41]



Εικόνα 28. Το ποδήλατο των Empire / Renishaw συναρμολογημένο στην τελική του μορφή.

4.2.3. Computer Numerical Control (C.N.C.)

Με τον όρο C.N.C. ορίζεται η μηχανουργική κατεργασία που γίνεται μέσω προγραμμάτων από μηχανήματα που ελέγχονται από υπολογιστή. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει μηχανήματα όπως φρέζες, τόνους, κοπή με plasma, κοπή με πίδακα νερού και συγκολλήσεις. Με τη μέθοδο αυτή παράγονται εξαρτήματα με ακρίβεια σε μεγάλους αριθμούς. Χρησιμοποιείται ευρέως στα πλαίσια της αυτοματοποιημένης γραμμής παραγωγής.

Η αρχή λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών βασίζεται σε ένα κώδικα εντολών. Κάθε φορά που τοποθετείται νέο ακατέργαστο προς κατεργασία δοκίμιο, επαναλαμβάνεται ο κώδικας εντολών από το μηχάνημα για να φέρει το δοκίμιο στην μορφή και τις διαστάσεις που έχουν οριστεί.



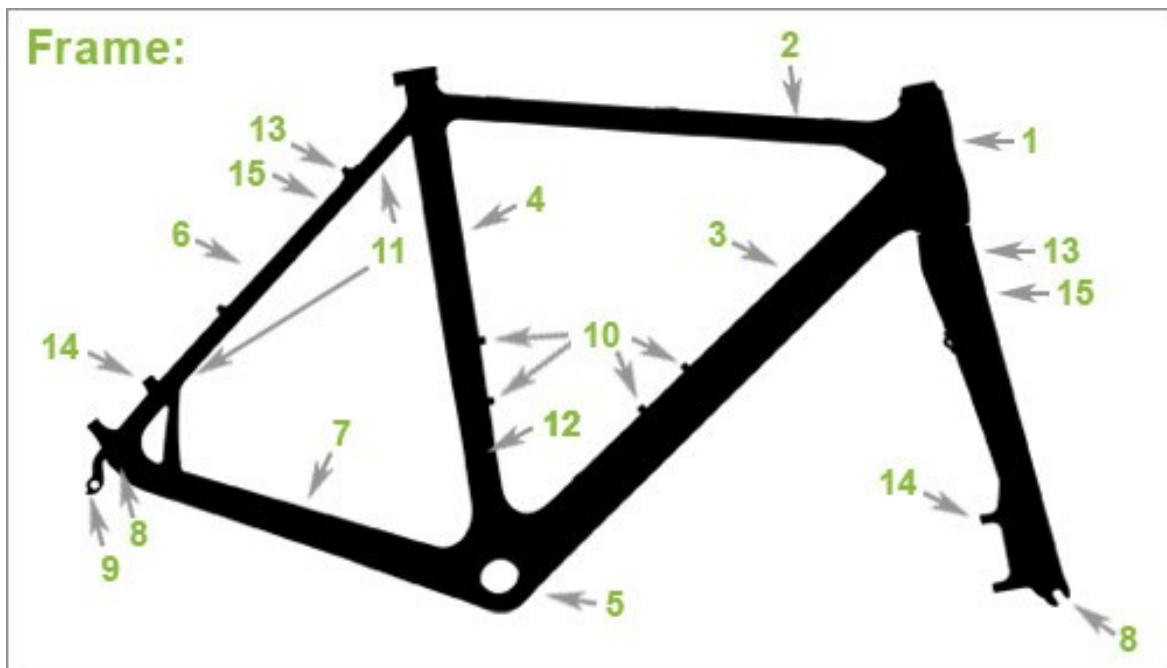
Εικόνα 29. Λαιμός τιμονιού επεξεργάζεται σε φρέζα με την μέθοδο C.N.C..

5. Εξελίξεις στους επιμέρους τομείς του ποδηλάτου

Τα πρώτα σύγχρονα ποδήλατα με την μορφή που τα ξέρουμε σήμερα ήταν ένας απλός σιδερένιος σκελετός με δύο ρόδες, τιμόνι και κίνηση με αλυσίδα. Από τότε όμως μέχρι σήμερα πολλά έχουν αλλάξει. Το ποδήλατο, ανάλογα με το που και πως χρησιμοποιείται, απέκτησε διαφορετικές μορφές. Σε προηγούμενα κεφάλαια αναλύσαμε τα υλικά και τις τεχνολογίες που εμπλέκονται στην κατασκευή ενός ποδηλάτου και των εξαρτημάτων αυτού. Στο παρακάτω υποκεφάλαιο θα παρουσιαστούν οι εξελίξεις στους επιμέρους τομείς του ποδηλάτου, καθώς οι διαφοροποιήσεις που αυτές οι εξελίξεις επέχουν, κάτι προφανές, ανάλογα με τον τύπο ποδηλάτου που είναι εφαρμοσμένες.

5.1. Σκελετοί - Τύποι ποδηλάτων

Ο σκελετός είναι το κυρίως στοιχείο ενός ποδηλάτου. Πάνω σε αυτόν εγκαθίστανται όλα τα υπόλοιπα εξαρτήματα που απαρτίζουν ένα ποδήλατο. Ο σκελετός ανάλογα με τον σχεδιασμό του και τη γεωμετρία του προσδίδει ως επί το πλείστον τον τύπο του ποδηλάτου στο οποίο θα εξελιχθεί. Ο πιο γνωστός τύπος σκελετού μέχρι και σήμερα ο σκελετός τύπου "διαμάντι". Πέραν αυτού όμως υπάρχουν και άλλοι τύποι που έχουν εξελιχθεί. Κρίνεται εύλογο αρχικά όμως πριν προχωρήσουμε, να γίνει μία ανάλυση της ανατομίας και γεωμετρίας ενός κλασικού σκελετού.



Εικόνα 30. Σχηματική αναπαράσταση σκελετού ποδηλάτου με αριθμημένα τα στοιχεία που τον αποτελούν.

1. Κούτελο σωλήνα πιρουνιού - Head tube

Από μέσα του περνάει ο σωλήνας του πιρουνιού και τα ποτήρια (ρουλεμάν) του.

2. Οριζόντιος σωλήνας - Top tube

Το μήκος του καθορίζει την απόσταση του αναβάτη από το τιμόνι και τη στάση που αυτός ποδηλατεί. Επίσης ενώνει το κούτελο με τον κάτω σωλήνα.

3. Κάτω σωλήνας - Down tube

Ενώνει το κούτελο με το κέλυφος της μεσαίας τριβής.

4. Κάθετος σωλήνας - Seat tube

Το μήκος συμβάλει στον καθορισμό του μεγέθους ενός πλαισίου. Στην άνω του μεριά εδράζει εσωτερικά την ντίζα σέλας και ενώνει τον οριζόντιο σωλήνα με τα άνω ψαλίδια του οπίσθιου τροχού. Στην κάτω πλευρά ενώνεται με το κέλυφος της μεσαίας τριβής.

5. Κέλυφος μεσαίας τριβής - Bottom bracket shell

Το κέλυφος όπου μέσα του εδράζεται η μεσαία τριβή του δισκοβραχίονα. Επίσης ενώνει τον κάτω σωλήνα με τον κάθετο σωλήνα και τα κάτω ψαλίδια του οπίσθιου τροχού.

6. Άνω ψαλίδια - Seat stays

Οι δύο σωλήνες που ενώνουν τον κάθετο σωλήνα στο άνω του σημείο με τα κάτω ψαλίδια και κατά επέκταση με τα σημεία όπου εδράζεται ο οπίσθιος τροχός.

7. Κάτω ψαλίδια - Chain stays

Οι δύο οριζόντιοι σωλήνες που ενώνουν το κέλυφος της μεσαίας τριβής με τα άνω ψαλίδια και κατά επέκταση με τα σημεία όπου εδράζεται ο οπίσθιος τροχός.

8. Σημεία έδρασης οπίσθιου τροχού - Drop outs

Τα σημεία όπου ενώνονται τα άνω και κάτω ψαλίδια και εδράζεται ο πίσω τροχός.

9. Νύχι οπίσθιου εκτροχιαστή - Derailleur hanger

Το εξάρτημα που ενώνει το σημείο έδρασης οπίσθιου τροχού με τον οπίσθιο εκτροχιαστή, από την κινητήρια πλευρά.

10. Σημεία έδρασης παγουροθηκών - Water bottle bosses

Τα σημεία όπου μπορούν προαιρετικά να τοποθετηθούν θήκες για υδροδοχεία του αναβάτη.

11. Σημεία έδρασης λασπωτήρων / σχάρας - Fender / rack braze on's

Τα σημεία όπου μπορεί προαιρετικά να τοποθετηθεί λασπωτήρας για προστασία του αναβάτη από λάσπες, νερά και χώματα, καθώς και σχάρα για μεταφορά αντικειμένων.

12. Σημείο έδρασης εμπρόσθιου εκτροχιαστή - Front derailleur hanger

Το σημείο όπου εδράζεται ο εμπρόσθιος εκτροχιαστής.

13. Σημεία έδρασης φρένων μονού σημείου - Brake drill outs

Τα σημεία όπου εδράζονται τα φρένα που ενώνονται με το ψαλίδι ή το πιρούνι σε ένα μόνο σημείο, ονομάζονται και caliper brakes..

14. Σημεία έδρασης δαγκάνας δισκοφρένων - Disc tabs

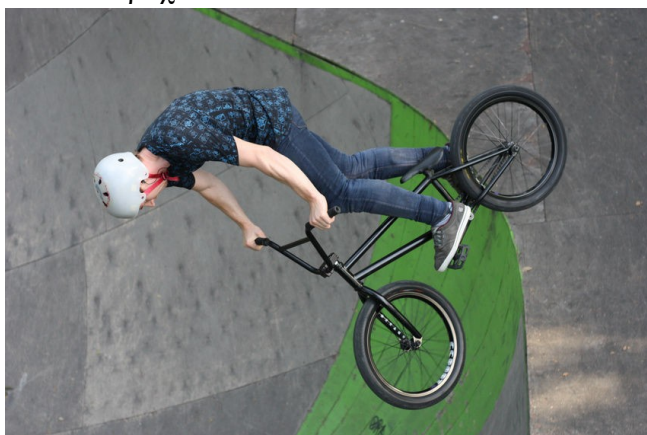
Τα σημεία όπου εδράζονται οι δαγκάνες των δισκοφρένων (για ποδήλατα με φρένα αυτού του είδους), στην μη κινητήρια πλευρά.

15. Σημεία έδρασης φρένων διπλού σημείου - Canti posts (cantilever / v-brake bikes)

Τα σημεία όπου εδράζονται τα φρένα που ενώνονται με το ψαλίδι ή το πιρούνι σε δύο σημεία (για ποδήλατα με φρένα cantilever / v-brake).[5]

5.1.1. Διαμάντι

Όπως προαναφέρθηκε, ο πιο γνωστός τύπος σκελετού ποδηλάτου είναι ο σκελετός τύπου "διαμάντι". Αυτό διότι, όπως φαίνεται και στην ανωτέρω Εικόνα. 30 με τα επιμέρους στοιχεία του σκελετού, ο σκελετός σχηματίζει δύο τρίγωνα, όπως ένα διαμάντι. Για την ακρίβεια το κυρίως τρίγωνο του σκελετού δεν είναι πάντα ακριβές τρίγωνο γιατί συνήθως το κούτελο σωλήνα του σκελετού δεν ενώνει άμεσα τον οριζόντιο σωλήνα με τον κάτω σωλήνα και δίνει μια μικρή απόσταση μεταξύ τους. Το ίδιο φαινόμενο μερικές φορές παρατηρείται και στα σημεία σύνδεσης άνω / κάτω ψαλιδιών και σημείου έδρασης οπίσθιου τροχού.



Εικόνα 31. Ποδηλάτης με ποδήλατο BMX ακροβατικών επιδείξεων.

Ανάλογα με την γεωμετρία που κατασκευάζεται, εξελίσσεται στον τύπο ποδηλάτου για το οποίο προορίζεται. Για παράδειγμα τα ποδήλατα επιδείξεων BMX έχουν οξείες γωνίες σύνδεσης μεταξύ άνω / κάτω σωλήνα και άνω / κάτω ψαλιδιών και αυτό για να χαμηλώσει το συνολικό ύψος του ποδηλάτου και

το κέντρο βάρους του, ώστε σε συνδυασμό με τις μικρές του σχετικά ρόδες και χαμηλό ύψος σέλας, να μπορεί ο αναβάτης να εκτελεί πιο εύκολα άλματα και ακροβατικές επιδείξεις. Συνήθως κατασκευάζονται από υψηλής ποιότητας ατσάλι ή chromoly, λόγω των ιδιαίτερων απαιτήσεων σε αντοχή.

Η πιο συνηθισμένη μορφή του σκελετού "διαμάντι" ωστόσο βρίσκεται στα ποδήλατα δρόμου. Τα ποδήλατα αυτά συχνά συγχέονται με τα ποδήλατα αγώνων ταχύτητας λόγω των ομοιοτήτων τους. Κινούνται σε ασφαλτοστρωμένο οδόστρωμα, με στενά ελαστικά υψηλών πιέσεων για μείωση της αντίστασης κύλισης. Επίσης έχουν σύστημα μετάδοσης ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων και γυριστό προς τα κάτω τιμόνι για να λαμβάνει ο αναβάτης πιο σκυφτή αεροδυναμική θέση οδήγησης. Κατασκευάζονται από πληθώρα υλικών όπως ατσάλι, τιτάνιο, κράματα αλουμινίου, με μεγάλο ποσοστό τα τελευταία χρόνια να κατασκευάζεται από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Αυτό διότι σαν υλικά είναι πιο ελαφριά και μπορούν να διαμορφωθούν πέρα από τα κλασικά πρότυπα.



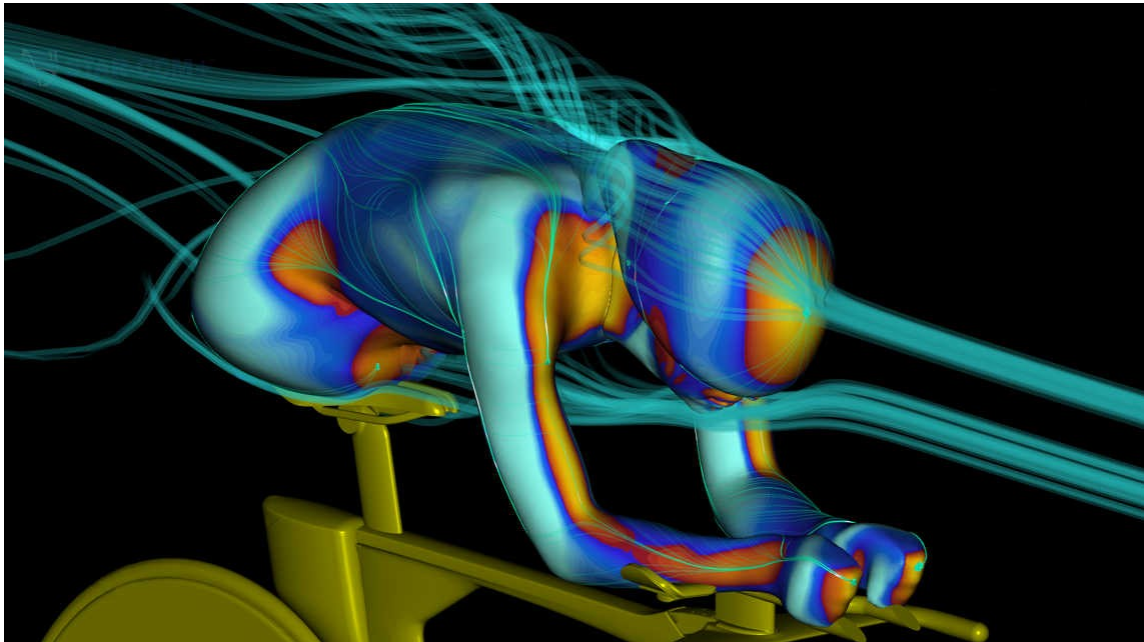
Εικόνα 32. Ποδήλατο δρόμου μάρκας COLNAGO.

Ιδιαίτερη βαρύτητα στον αεροδυναμικό σχεδιασμό σε αυτούς τους σκελετούς δίνεται στα ποδήλατα πίστας και αγώνων χρονομέτρου / τριάθλου. Πρόκειται για ανάλαφρα ποδήλατα, συνήθως κατασκευασμένα από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα που αγωνίζονται αναπτύσσοντας μεγάλες, για τα επίπεδα των ποδηλάτων, ταχύτητες. Ο σχεδιασμός του σκελετού τους είναι επιμήκης ως προς τον διαμήκη άξονα του ποδηλάτου, θυμίζοντας σε μερικά σημεία φτερούγα αεροσκάφους. Η διαφορά μεταξύ των δύο αυτών τύπων ποδηλάτου είναι ότι το ποδήλατο χρονομέτρου / τριάθλου είναι εξοπλισμένο με σύστημα μετάδοσης ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων και φρένα, καθώς κινείται σε εξωτερικό δρόμο, ενώ το ποδήλατο πίστα έχει μόνο μία σταθερή σχέση μετάδοσης (fix gear) και καθόλου φρένα, καθώς κινείται σε εσωτερική κλειστή οβάλ πίστα, γνωστή ως velodrome.[42][43]



Εικόνα 33. Ποδήλατο πίστας της PINARELLO, με το οποίο ο Bradley Wiggins έσπασε το ωριαίο ρεκόρ ταχύτητας τον Ιούνιο του 2015.

Για την εξέλιξη αυτών των αεροδυναμικών σκελετών γίνεται εκτεταμένη χρήση προγραμμάτων σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και πειραματικών δοκιμών σε εξειδικευμένες αεροσήραγγες.[44]



Εικόνα 34. Αεροδυναμική μελέτη με το πρόγραμμα *Computational Fluid Dynamics*.



Εικόνα 35. Δοκιμή σε αεροσήραγγα.

Άλλος ένας τύπος ποδηλάτου που χρησιμοποιεί σκελετό τύπου "διαμάντι" είναι το ποδήλατο τουρισμού. Έχει στοιχεία του ποδηλάτου δρόμου, με έμφαση στην αντοχή σε μεγάλες αποστάσεις και στην δυνατότητα να μπορεί να δεχτεί επιπλέον εξαρτήματα που θα βοηθήσουν τον αναβάτη στις μεγάλες αποστάσεις, όπως σχάρες αποσκευών, λασπωτήρες, φώτα και εργαλεία επισκευής.[45]



Εικόνα 36. Ποδήλατο τουρισμού της FUJI.

Τα ποδήλατα εκτός δρόμου χωρίς οπίσθια ανάρτηση χρησιμοποιούν επίσης σκελετό τύπου "διαμάντι". Πρόκειται για στιβαρά ποδήλατα που χρησιμοποιούνται εκτός δρόμου με



Εικόνα 37. Ποδήλατο εκτός δρόμου hardtail της Giant.

φαρδιά ελαστικά για το ανάλογο έδαφος. Εξοπλίζονται με σύστημα μετάδοσης ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων για την άνετη οδήγηση σε

δύσβατα μέρη καθώς και προαιρετικά με εμπρόσθια ανάρτηση και δισκόφρενα. Στα αγγλικά ονομάζονται hardtail mountain bikes.



Εικόνα 38. Ποδήλατο cyclocross.

Ένας συνδυασμός μεταξύ των ποδηλάτων αγώνων δρόμου και εκτός δρόμου, αποτελεί το ποδήλατο cyclocross. Πρόκειται στην ουσία για ποδήλατο αγώνων δρόμου με πιο φαρδιά ψαλίδια και πιρούνι για να μπορεί να ενσωματώσει φαρδύτερα ελαστικά για χρήση σε χωμάτινους δρόμους.[46]

Στο κομμάτι της καθημερινής μετακίνησης, σκελετό τύπου "διαμάντι" συναντούμε στα υβριδικά (hybrid) ποδήλατα. Αυτά τα ποδήλατα έχουν στοιχεία από τα ποδήλατα δρόμου, εκτός δρόμου και τουρισμού. Χρησιμοποιούνται εντός πόλης και για μικρές μετακινήσεις. Είναι ποδήλατα άνετα προς τον αναβάτη τους. Για αυτό το λόγο, σε αντίθεση με τα ποδήλατα δρόμου, έχουν ίσιο τιμόνι και φέρνουν τον αναβάτη τους σε μια πιο όρθια και ξεκούραστη θέση οδήγησης. Φέρουν σύστημα μετάδοσης ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων για άνετη οδήγηση εντός πόλεως. Τα στοιχεία που δανείζονται από τα ποδήλατα εκτός δρόμου είναι η προαιρετική εμπρόσθια ανάρτηση και τα φαρδύτερα ελαστικά, το οποία όμως δεν έχουν τόσο "άγριο" προφίλ όσο τα εκτός δρόμου. Έχουν επίσης τη δυνατότητα να εξοπλιστούν με σχάρες μεταφοράς, φώτα και λασπωτήρες, όπως τα ποδήλατα τουρισμού. Αυτά τα ποδήλατα είναι γνωστά στα αγγλικά και με την ονομασία trekking / cross / fitness bicycle.[47][48]



Εικόνα 39. Υβριδικό ποδήλατο trekking της Stevens.

Κλείνοντας με τους σκελετούς τύπου "διαμάντι" δεν θα μπορούσαμε να αφήσουμε μία παραλλαγή αυτού που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα. Το γυναικείο ποδήλατο. Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται γιατί το συγκεκριμένο ποδήλατο ιστορικά επιλεγόταν από κυρίες λόγω της ευκολίας του να οδηγηθεί με φουστάνια. Πρόκειται στην ουσία για ένα υβριδικό ποδήλατο δρόμου που έχει κατεβάσει το οριζόντιο σωλήνα του σε κατώτερη θέση, πολλές φορές δε παράλληλα με τον κάτω σωλήνα, για να διευκολύνει το πέρασμα του ποδιού από πάνω. Δεν λείπουν δε και δείγματα αυτού του είδους σκελετών που έχουν ενώσει τον κάτω σωλήνα με τον κατεβασμένο πλέον οριζόντιο σωλήνα σε ένα ενιαίο σωλήνα. Για τον λόγο αυτό στα αγγλικά χαρακτηρίζεται ως step through bicycle.

Στο τέλος του κεφαλαίου των σκελετών τύπου "διαμάντι" αφέθηκε μία πρωτότυπη εφεύρεση. Πρόκειται για το ποδήλατο YERKA, ένα ποδήλατο δρόμου, το οποίο είναι παράλληλα και το ίδιο ένα αντικλεπτικό σύστημα. Ο κάτω σωλήνας του ποδηλάτου διαιρείται στη μέση και μέσω αρθρώσεων στρίβει προς τη μία πλευρά του ποδηλάτου. Στη συνέχεια περνάει ενδιάμεσα των δύο μισών κάτω σωλήνων η ντίζα σέλας, ώστε το ποδήλατο να κλειδώσει γύρω από κάποιο σταθερό αντικείμενο, όπως στύλοι, κολώνες και κάγκελα.[49]



Εικόνα 40. Γυναικείο ποδήλατο step through.



Εικόνα 41. Το ποδήλατο δρόμου YERKA, που ενσωματώνει και αντικλεπτικό σύστημα.

5.1.2. Αναδιπλούμενος σκελετός

Ένας τύπος σκελετού που γνωρίζει ιδιαίτερη αναγνώριση στις μέρες μας, κυρίως στα πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα είναι ο αναδιπλούμενος σκελετός. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι η ευκολία μεταφοράς στα μέσα μαζικής μεταφοράς στις καθημερινές μετακινήσεις. Τα διαιρούμενα ποδήλατα μπορούν να διαιρούνται προς το πλάι που είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος ή ακόμα και με άλλους τρόπους όπως κάθετα. Υπάρχουν διαιρούμενα ποδήλατα τόσο με κλασικούς μεγάλους, 28 ιντσών τροχούς, όσο και με τροχούς μικρότερων διαστάσεων. Τα τελευταία προτιμούνται καθώς εκμεταλλεύονται στο έπακρο την γενική ιδέα των μικρών διαστάσεων και της ευκολίας μεταφοράς.



Εικόνα 42. Διαιρούμενο ποδήλατο της Montague που διπλώνει στο πλάι.



Εικόνα 43. Το ανωτέρω ποδήλατο σε διπλωμένη κατάσταση.

5.1.3. Ενιαίου κελύφους

Με τον όρο ενιαίο κέλυφος, στα γαλλικά monocoque, ορίζεται ένας σκελετός ενιαίος από κούφιο κέλυφος χωρίς εσωτερική δομή. Δεν είναι συνηθισμένοι σκελετοί λόγω του μεγάλου κόστους της ιδιαίτερης κατασκευής τους. Συνήθως κατασκευάζονται από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα καθώς αυτά τα υλικά μπορούν να διαμορφωθούν στα ιδιαίτερα αεροδυναμικά σχήματα που απαιτούν αυτοί οι σχεδιασμοί, καθώς επίσης και για μείωση του βάρους. Χρησιμοποιούνται σε αγωνιστικές εφαρμογές που το κόστος και η χρονοβόρα εργασία είναι μείζονος σημασίας.[50]



Εικόνα 44. Ποδήλατο με σκελετό monocoque της Lotus.



Δεν λείπουν όμως ακόμα και ποδήλατα με αλουμινένιο monocoque σκελετό, που είναι παράλληλα ηλεκτρικά υποβοηθούμενα, όπως το Street Racer της εταιρίας EH LINE.[51]

Εικόνα 45. Ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο με αλουμινένιο σκελετό monocoque της EH LINE.

5.1.4. Σκελετοί δοκού

Τα ποδήλατα με αυτού του είδους το σκελετό, πιο γνωστό με την ονομασία σκελετό beam, άρχισαν να κατασκευάζονται την δεκαετία του 1990 με την εξέλιξη υλικών όπως τα πολυμερή ενισχυμένων με ανθρακονήματα και του αλουμινίου, για ποδήλατα αγώνων χρονομέτρου όπου και το παραμικρό πλεονέκτημα, κυρίως αεροδυναμικής φύσεως, αναζητείται. Ο όρος στα ελληνικά, σκελετός δοκού, βασίζεται στον αντίστοιχο αγγλικό όρο beam frame, που ονομάστηκε έτσι λόγω της δοκού που στηρίζεται ο αναβάτης. Από ανατομικής άποψης πρόκειται για σκελετούς δίχως κάθετου σωλήνα (seat tube) και μερικές περιπτώσεις δίχως άνω ψαλιδιών (seat stays). Ο οριζόντιος σωλήνας σε μερικές εκδοχές έχει την δυνατότητα να αυξομειώνει την κλίση του με τον κάτω σωλήνα ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό ύψος για τον αναβάτη. Σε άλλους σχεδιασμούς μπορεί να έχει υποδοχή για να εδράζεται εσωτερικά ντίζα σέλας. Πέραν των διαφορετικών υλικών από τα οποία κατασκευάζονται, με τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα να προτιμούνται, κατασκευάζονται και είτε σαν monocoque είτε με ενώσεις και κολλήσεις. Υπάρχουν ακόμα και σκελετοί ποδηλάτων που παίρνουν στοιχεία τόσο από τον κλασικό σκελετό διαμάντι όσο και από τους σκελετούς beam. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελούν μερικοί σκελετοί της εταιρίας Softride.



Εικόνα 46. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Trek Y Foil, από τα πρώτα ποδήλατα με σκελετό beam. Διακρίνονται τα άνω ψαλιδία και ο σωλήνας για τοποθέτηση ντίζας σέλας.



Εικόνα 47. Ποδήλατο δρόμου της εταιρίας Softride, που ενσωματώνει στοιχεία από τους σκελετούς τύπου διαμάντι και τύπου beam.



Εικόνα 48. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Zipp 2001, με σκελετό τύπου beam. Διακρίνεται το σημείο ένωσης του οριζόντιου σωλήνα με τον κάτω σωλήνα που χρησιμεύει και για την αυξομείωση του ύψους σέλας. Επίσης αυτός ο σκελετός διαθέτει μόνο κάτω ψαλίδια.

Σήμερα πολλές εταιρίες ασχολούνται αποκλειστικά με αυτού του είδους τους σκελετούς, τόσο στο κομμάτι της έρευνας, του σχεδιασμού και της παραγωγή, όπως η DIMOND.[52]



Εικόνα 49. Ποδήλατο αγώνων δρόμου μάρκας DIMOND, μοντέλου MARQUISE.

5.1.5. Σκελετοί τύπου διαμάντι δίχως κάθετο σωλήνα

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι σκελετοί που από ανατομικής πλευράς φέρουν στοιχεία του τύπου διαμάντι, δεν διαθέτουν όμως κάθετο σωλήνα. Η διαφορά με την προηγούμενη κατηγορία τύπου beam είναι ότι αυτοί οι σκελετοί διαθέτουν άνω ψαλίδια που ενώνονται με τον οριζόντιο σωλήνα. Μπορούν να κατασκευαστούν από σχεδόν όλα τα διαθέσιμα



υλικά στην ποδηλατοκίνηση και με ποικίλους τρόπους, και εκτελέσεις. Εμπορικά ελάχιστες εταιρίες υιοθετούν αυτό τον σχεδιασμό, με τα περισσότερα δείγματα να είναι πρωτότυπα.

Εικόνα 50. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Kestrel Airfoil δίχως κάθετο σωλήνα, κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.

Μερικές εταιρίες έχουν δημιουργήσει τα δικά τους πρωτότυπα ποδήλατα με σκελετό δίχως κάθετο σωλήνα, πολλές φορές αποκλίνοντας από τα σχεδιαστικά πρότυπα του κλασικού σκελετού διαμάντι, δίνοντας την δική τους εκδοχή.



Εικόνα 51. Ποδήλατο δρόμου με ασάλινο σκελετό δίχως κάθετο σωλήνα εν ονόματι Leviathan του σχεδιαστή Ian Sutton, της Icarus.



Εικόνα 52. Πρωτότυπο ποδήλατο με ασάλινο σκελετό δίχως κάθετο σωλήνα εν ονόματι Viks, ιδιαίτερου σχεδιασμού, του Indrek Nasuk της Velonia Bicycles.

Ένα πραγματικά ενδιαφέρον πρωτότυπο περιορισμένης παραγωγής είναι το Anrak του στούντιο Keim, του σχεδιαστή Paule Guerin και του ξυλουργού Till Breitfuss.



Εικόνα 53. Το ποδήλατο Anrak του στούντιο Keim, με ξύλινο monocoque σκελετό, δίχως κάθετο σωλήνα.

Ο σκελετός αυτού του ποδηλάτου είναι monocoque και αποτελείται από 24 φύλλα ξύλου, ενωμένα υπό κενό με ρητίνη. Συγκεκριμένα το στούντιο Keim αναφέρει πως "Η κατεύθυνση των ινών του ξύλου βελτιστοποιήθηκε με σκοπό να αναδειχθούν οι εξαιρετικές του μηχανικές ιδιότητες." και επίσης ισχυρίζεται πως "το ξύλινο ποδήλατο προσφέρει ανώτερη (και πιο αθόρυβη) οδηγική εμπειρία από τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα." [53]

5.1.6. Σκελετοί που χρησιμοποιούν καλώδια έναντι σωλήνων

Πρόκειται για σκελετούς βασισμένους στη γεωμετρία του σκελετού διαμάντι οι οποίοι όμως αντικαθιστούν κάποιον ή κάποιους από τους σωλήνες τους με καλώδια τα οποία βρίσκονται υπό τάση. Αυτό διότι ο τελικός σκελετός είναι πιο ελαφρύς από τον αντίστοιχο που θα χρησιμοποιούσε σωλήνα. Αν και είναι ελάχιστα τα παραδείγματα αυτού του είδους σκελετού, μερικά από αυτά περιλαμβάνουν το αλουμινένιο Wire 2009 της εταιρίας Vinya[54], το Wire Bike του σχεδιαστή Ionut Predescu το οποίο είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα και διαθέτει καλώδια από Kevlar. Ο ίδιος μάλιστα ονομάζει αυτού του είδους τον σκελετό, σκελετό Tensegrity, ένας όρος που προέρχεται από την συνένωση των δύο λέξεων Tensional Integrity (Ακεραιότητα Τάσεων) και δημιουργήθηκε από τον Buckminster Fuller της Geodesic.[55]

Ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί η σειρά ποδηλάτων fold-tech της εταιρίας Slingshot Bicycles. Αυτά μάλιστα εκτός του ότι έχουν σκελετό που αντικαθιστά σωλήνες με καλώδια, είναι και αναδιπλώμενος για ευκολία μεταφοράς.



Εικόνα 54. Ποδήλατο εκτός δρόμου της εταιρείας Slingshot, σειράς fold-tech. Διακρίνονται τα καλώδια που αντικαθιστούν τον κάτω σωλήνα.



Εικόνα 55. Το ποδήλατο Wire 2009 της Viva.



Εικόνα 56. Το ποδήλατο Wire Bike του σχεδιαστή Ionut Predescu.

5.1.7. Σκελετοί με ψαλίδια κυκλικής διαμόρφωσης

Αξιοσημείωτη είναι η προσέγγιση ενός Καναδού εφευρέτη, του Lou Tortola στο θέμα του σκελετού ποδηλάτου. Σε αυτό το σχέδιο σκελετού ο κάθετος σωλήνας και τα άνω και κάτω ψαλίδια αντικαθιστώνται με σωλήνες κυκλικής διαμόρφωσης, σαν μεταλλικά στεφάνια. Ο δημιουργός αυτού του είδους σκελετού, με την ονομασία roundtail, ισχυρίζεται πως είναι δραματικά πιο άνετος κατά την ανάβαση από ένα κλασικό σκελετό τύπου διαμάντι. Ο ίδιος δηλώνει επίσης πως αποτελέσματα ανάλυσης με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων δείχνουν πως αυτό το σχέδιο σκελετού παρέχει 10 φορές την κάθετη ακαμψία και περισσότερο από 60 φορές την απορροφητικότητα κρούσεων από τον κλασικό σκελετό.[56][57]

Η εταιρία μάλιστα παράγει διάφορους τύπου ποδηλάτων με αυτό αποκλειστικά το είδος σκελετού, όπως ποδήλατο αγώνων δρόμου κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, υβριδικό ποδήλατο πόλης από κράμα αλουμινίου, καθώς και ποδήλατα εκτός δρόμου τόσο από κράμα αλουμινίου όσο και από chromoly.



Εικόνα 57. Ο Lou Tortola με ποδήλατο δρόμου, σκελετού roundtail.

5.1.8. Σκελετοί ενός τροχού

Ίσως η πιο απλή μορφή σκελετού ποδηλάτου, καθώς στην ουσία πρόκειται για ένα



ποδήλατο με μία ρόδα. Εμφανισιακά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ότι πρόκειται για ένα εμπρόσθιο πιρούνι ενός ποδηλάτου με τον τροχό του, σέλα και πετάλια. Πρόκειται για ένα είδος ποδηλάτου που χρησιμοποιείται κυρίως για αναψυχή και χόμπι, όπως επιδείξεις ισορροπίας. Υπάρχει η δυνατότητα να τοποθετηθεί λαιμός και τιμόνι ακριβώς κάτω από η σέλα, για καλύτερη ισορροπία. Αυτού του είδους τα ποδήλατα χρησιμοποιούνται ακόμα και σε ποδηλασία εκτός δρόμου με τις κατάλληλες μετατροπές, όπως φαρδύτερα ελαστικά εκτός δρόμου για απορρόφηση των κραδασμών ακόμα και φρένου.[58][59]

Εικόνα 58. Ποδήλατο unicycle εκτός δρόμου, με φρένο και τιμόνι.

5.1.9. Σκελετοί που φέρουν τον αναβάτη σε θέση πρηνηδόν

Πρόκειται για σκελετούς ποδηλάτου που φέρουν τον αναβάτη σε θέση πρηνηδόν(prone), ξαπλωτά μπρούμυτα δηλαδή. Αυτό το καταφέρουν με ειδική σέλα για την κοιλιά και φέρνοντας τον δισκοβραχίονα με τα πετάλ πίσω από τον οπίσθιο τροχό προεκτείνοντας τα ψαλίδια. Τα οφέλη αυτής της θέσης ανάβασης είναι το χαμηλό κέντρο βάρους, κάτι που κάνει το σύνολο ποδήλατο - αναβάτης πιο ταχύ στις στροφές, και επίσης λόγω αυτής της θέσης και της μικρότερης επιφανειακής αντίστασης, το σύνολο είναι πιο αεροδυναμικό. Αν και αυτός ο τύπος σκελετού δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος, πολλοί έχουν πειραματιστεί μαζί του όπως οι μαθητές του Milwaukee School of Engineering (MSOE) και ο Graeme Obree, ο οποίος συμμετείχε με ένα τέτοιο ποδήλατο στο Παγκόσμιο Πρωτάθλημα Ταχύτητας Οχημάτων με Ανθρώπινη Ισχύ, το 2013 στο Battle Mountain της Nevada (2013 World Human Powered Speed Championships), σημειώνοντας την ταχύτητα των 91,12 χιλιομέτρων ανά ώρα ή 56,62 μιλίων ανά ώρα. Αν και τα περισσότερα ποδήλατα με αυτού του τύπου τον σκελετό είναι μεμονωμένα και χειροποίητα, υπάρχουν ωστόσο και μοντέλα παραγωγής κατά παραγγελία, όπως το Bird of Prey του John Aldridge.[60][61]



Εικόνα 59. Το ποδήλατο που κατασκεύασαν οι μαθητές του Milwaukee School of Engineering.



Εικόνα 60. Το ποδήλατο Bird of Prey του John Aldridge.

5.1.10. Σκελετοί που φέρουν τον αναβάτη σε θέση ανάκλισης

Πρόκειται για σκελετούς ποδηλάτου που φέρουν τον αναβάτη σε θέση καθιστή προς τα πίσω, σχεδόν ξαπλωτά (recumbent bicycle). Σε αυτού του είδους τους σκελετούς αυτή η θέση ανάβασης είναι πιο εργονομική από την κλασική, διότι το βάρος του αναβάτη μοιράζεται σε μεγαλύτερη επιφάνεια και υποστηρίζεται από την μέση, ενώ στην κλασική θέση οδήγησης το βάρος του αναβάτη υποστηρίζεται αποκλειστικά από τα οστά του ισχίου, τα πόδια και τα χέρια. Επίσης έχουν και αεροδυναμικό πλεονέκτημα λόγω της θέσης του αναβάτη που προβάλλει λιγότερη μετωπική αντίσταση.

Τα ποδήλατα με σκελετούς αυτού του τύπου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση το μεταξόνιό τους.

Στα μακριού μεταξονίου (long - wheelbase, L.W.B.) όπου ο εμπρόσθιος τροχός βρίσκεται μπροστά από τον δισκοβραχίονα με τα πετάλ. Λόγω αυτής της διάταξης έχουν ικανοποιητική μετάδοση ισχύς μέσω της αλυσίδας, αλλά δυστυχώς δεν έχουν τόσο καλή κατανομή βάρους και ευλυγισία στις μετατοπίσεις.



Εικόνα 61. Ποδήλατο με σκελετό *recumbent*, μακριού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

Στα κοντού μεταξονίου (short - wheelbase, S.B.W.) όπου ο δισκοβραχίονας με τα πετάλ βρίσκονται μπροστά του εμπρόσθιου τροχού. Έχουν πιο μικρές διαστάσεις και είναι πιο ευέλικτα. Λόγω όμως του γεγονότος ότι παραγωγή ισχύς συμβαίνει εμπρός του εμπρόσθιου τροχού και πρέπει να καταλήξει στον οπίσθιο χρησιμοποιούνται τροχαλίες

στην διάταξη της αλυσοκίνησης, κάτι που επηρεάζει αρνητικά την αποδοτικότητα της μετάδοσης ισχύος.



Εικόνα 62. Ποδήλατο Rans F5 High Race με σκελετό recumbent, κοντού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

Στα συμπαγούς μακριού μεταξονίου (compact long - wheelbase, C.L.W.B.) όπου ο δισκοβραχίονας με τα πετάλ βρίσκονται είτε πάρα πολύ κοντά στον εμπρόσθιο τροχό ή ακριβώς από πάνω του. Χρησιμοποιούν συνήθως μικρότερων διαστάσεων τροχούς, με τον οπίσθιο να βρίσκεται σχεδόν κάτω από τη σέλα, για ελαχιστοποίηση του μεταξονίου.



Εικόνα 63. Ποδήλατο bike E με σκελετό recumbent, συμπαγούς μακριού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

Επίσης υπάρχει διαχωρισμός και στον τρόπο διεύθυνσης.

Διεύθυνση άνω του καθίσματος (over - seat steering, O.S.S. ή above - seat steering, A.S.S.), με κανονικό τιμόνι συνδεδεμένο με τον εμπρόσθιο διευθυντήριο τροχό. Αυτό το τιμόνι μπορεί να είναι επιμηκυμένο και βρίσκεται πάνω και μπροστά από το κάθισμα.

Διεύθυνση κάτω του καθίσματος (under - seat steering, U.S.S.). Σε αυτή τη διάταξη διεύθυνσης το τιμόνι βρίσκεται κάτω από το κάθισμα του οδηγού, και είναι συνδεδεμένο με το πιρούνι και κατά συνέπεια με τον διευθυντήριο τροχό συνήθως με συρμάτινα καλώδια.

Υπάρχει και ο τύπος αυτού του ποδηλάτου που είναι διαχωρισμένος στη μέση και ενωμένος με άξονα κεντρικής διεύθυνσης (center steering ή pivot steering). Σε αυτό τον τύπο η αλλαγή διεύθυνσης γίνεται μέσω της κλίσης του οδηγικού συνόλου ποδηλάτου - αναβάτη.



Εικόνα 64. Ποδήλατο με σκελετό *recumbent*, κεντρικής διεύθυνσης, εμπρόσθιας κίνησης.

Τα περισσότερα ποδήλατα που φέρουν τον αναβάτη σε θέση ανάκλισης συνήθως έχουν ως κινητήριο τροχό τον οπίσθιο τροχό. Ωστόσο δεν λείπουν και αυτά στα οποία ο εμπρόσθιος τροχός είναι και ο κινητήριος. Σε μερικούς από αυτούς τους εμπροσθοκίνητους σκελετούς η διευθυντήρια - κινητήρια διάταξη μοιάζει πολύ με το οπίσθιο τρίγωνο (άνω / κάτω ψαλίδια, κάθετος σωλήνας) του σκελετού τύπου διαμάντι, και αυτό διότι στην άνω πλευρά του πιρουνιού, το οποίο σε αυτή τη διάταξη μπορούμε να παρομοιάσουμε ως τα άνω ψαλίδια του κλασικού σκελετού "διαμάντι", συνδέεται ένας σωλήνας ο οποίος στο άνω μέρος του φέρει το τιμόνι και στο κάτω μέρος του τον δισκοβραχίονα με τα πετάλια. Εκείνο το σημείο λοιπόν και το κάτω μέρος του πιρουνιού ενώνονται με δύο ψαλίδια. Σε εκείνο το σημείο όπου ενώνονται το πιρούνι με τα ψαλίδια έχουμε και την έδραση του

εκτροχιαστή του συστήματος αλλαγής ταχυτήτων του εμπρόσθιου διεθυντηρίου τροχού, ο οποίος είναι πλέον και κινητήριος.[62][63]



Εικόνα 65. Ποδήλατο Cruzbike Silvio με σκελετό recumbent, διεύθυνσης άνω του καθίσματος, εμπρόσθιας κίνησης.

Άλλες παραλλαγές ποδηλάτων με αυτού του τύπου τον σκελετό περιλαμβάνουν, τρίτροχα ακόμα και τετράτροχα ποδήλατα, καθώς και ποδήλατα για δύο ή και περισσότερους αναβάτες.

Τα τρίτροχα ποδήλατα αυτού του είδους χωρίζονται επίσης σε δύο κατηγορίες, με δύο τροχούς πίσω και έναν μπροστά (τύπου delta) και με δύο τροχούς μπροστά και έναν πίσω (τύπου tadpole).

Τα τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό recumbent τύπου delta, είναι συνήθως μακριού μεταξονίου με την κίνηση στον πίσω άξονα και η διεύθυνση γίνεται είτε κάτω του καθίσματος με συνδέσμους και καλώδια, είτε άνω του καθίσματος επιμηκύνοντας το τιμόνι προς τα πίσω. Λόγω του σχεδιασμού τους έχουν πολύ κλειστή ακτίνα στροφής και είναι πολύ άνετα προς τον αναβάτη.[64]



Εικόνα 66. Τρίτροχο ποδήλατο Sun EZ-3 USX, με σκελετό recumbent τύπου delta, μακριού μεταξονίου και διεύθυνση κάτω του καθίσματος.

Τα τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό recumbent τύπου tadpole, είναι συνήθως κοντού μεταξονίου με την κίνηση στον οπίσθιο τροχό και την διεύθυνση στους εμπρόσθιους τροχούς, αν και υπάρχουν εξαιρέσεις που έχουν την κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς και την διεύθυνση στον πίσω τροχό. Η διεύθυνση η οποία είναι κάτω του καθίσματος, επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Είτε με ένα τιμόνι που συνδέεται με ράβδους στους άξονες



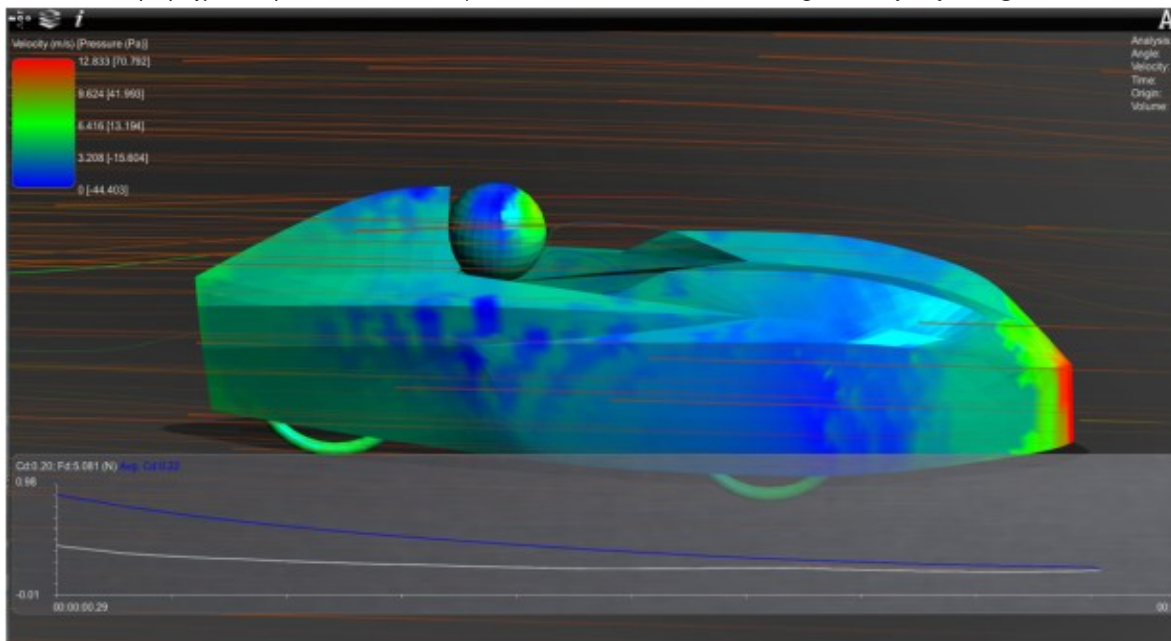
που συνδέονται οι τροχοί, είτε με δύο μισά τιμόνια το καθένα από τα οποία είναι συνδεδεμένο σε ένα σωλήνα διεύθυνσης, με μία ενιαία ράβδο να ενώνει τα δεξιά και αριστερά τμήματα.[65]

Εικόνα 67. Τρίτροχο ποδήλατο ICE VORTEX, με σκελετό recumbent τύπου tadpole, κοντού μεταξονίου, και διεύθυνση κάτω του καθίσματος.

Επειδή αυτή η διάταξη προσφέρει άνετη θέση οδήγησης, χαμηλό κέντρο βάρους και αεροδυναμικά οφέλη, προτιμάται συνήθως για να εξελιχθεί μετέπειτα σε velomobile. Τα velomobile είναι τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό recumbent τύπου tadpole, που όμως έχουν αεροδυναμικό πλήρες κέλυφος (full fairing), τα οποία χρησιμοποιούνται σε ειδικούς αγώνες ή σε απόπειρες κατάρριψης ρεκόρ ταχύτητας.



Εικόνα 68. Τρίτροχο ποδήλατο velomobile με σκελετό recumbent τύπου tadpole και full fairing.



Εικόνα 69. Αεροδυναμική μελέτη σε τρίτροχο ποδήλατο velomobile.

5.1.11. Σκελετοί για δύο ή περισσότερους αναβάτες

Ίσως ο πιο συνηθισμένος τύπος σκελετού για περισσότερους του ενός αναβάτες που απαντάται είναι ο σκελετός tandem για δύο ή και περισσότερους αναβάτες εν σειρά, με όλους να παράγουν κινητήρια ισχύ μέσω των πετάλ και τον εμπρόσθιο αναβάτη να είναι ο οδηγός, υπεύθυνος για την διεύθυνση μέσω του τιμονιού. Για τρεις αναβάτες λέγονται triplets και για τέσσερις quadruplets ανάλογα.

Ανατομικά ο σκελετός αυτού του είδους μοιάζει με τον κλασικό σκελετό διαμάντι, με ένα παραλληλόγραμμο σωλήνων να προστίθεται ενδιάμεσα των δύο κυρίων τριγώνων, για κάθε αναβάτη που προστίθεται. Το τιμόνι του δεύτερου και μετέπειτα αναβάτη είναι τοποθετημένο μέσω ενός λαιμού στη ντίζα σέλας του εμπρόσθιου του αναβάτη. Κατασκευάζονται από πληθώρα υλικών, κυρίως ατσάλι, κράματα αλουμινίου και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Λόγω όμως του γεγονότος ότι αυτός ο τύπος σκελετού έχει περισσότερους του ενός αναβάτες να υποστηρίξει, χρειάζεται και ενισχύσεις για το περισσότερο βάρος που θα μεταφέρει, κάτι που καταφέρει συνήθως ενδιάμεσους σωλήνες μεταξύ των οριζόντιων και κάθετων σωλήνων.

Τα ποδήλατα με αυτού του τύπου τους σκελετούς χρησιμοποιούνται τόσο για μετακίνηση και αναψυχή, όσο και για τουρισμό και αθλητισμό. Χαρακτηριστική είναι η χρήση αυτού του είδους ποδηλάτου στους Παρα - Ολυμπιακούς αγώνες ποδηλασίας τυφλών ατόμων. Σε αυτούς τους αγώνες ο οδηγός του ποδηλάτου έχει κανονική όραση, ενώ ο δεύτερος αναβάτης έχει περιπλοκές στην όραση ή είναι τελείως τυφλός.[66]



Εικόνα 70. Ποδήλατο με σκελετό τύπου tandem δύο αναβατών, με αναβάτες τις Karissa Whitsell και Mackenzie Woodring (πιλότος) που συμμετείχαν στους θερινούς Παρα - Ολυμπιακούς αγώνες του Πεκίνου, στις 7 Σεπτεμβρίου 2008.

Ποδήλατα tandem υπάρχουν και εκτός δρόμου, καθώς και με σκελετούς recumbent, που φέρουν τους αναβάτες σε θέση ανάκλισης προς τα πίσω., τα οποία σε μερικές περιπτώσεις είναι και τρίτροχα tadpole, ακόμα και τετράτροχα. υπάρχουν ακόμα και παραλλαγές με τον εμπρόσθιο αναβάτη να είναι σε θέση ανάκλισης ενώ τον δεύτερο να έχει κλασική θέση ανάβασης.



Εικόνα 71. Ποδήλατο δύο αναβατών με τον εμπρόσθιο αναβάτη να είναι σε θέση ανάκλιση, ενώ τον δεύτερο σε κλασική.

Άλλος ένας τύπος σκελετού πολλών αναβατών χρησιμοποιείται στα συζευγμένα συρόμενα ποδήλατα (trailer bicycles). Αυτοί οι σκελετοί συνήθως χρησιμοποιούνται από μικρά παιδιά σε σύζευξη με ένα ποδήλατο ενήλικα για εισαγωγή στην ποδηλασία και επίβλεψη. Συνήθως στο συρόμενο ποδήλατο απουσιάζει το σύστημα εμπρόσθιου τροχού - διεύθυνσης και το τιμόνι απλά υπάρχει για στήριξη και συχνά απουσιάζει και το σύστημα πέδησης, ενώ ο αναβάτης του ποδηλατεί κανονικά και κατά ένα μέρος μπορεί όμως και να βασίζεται στην έλξη που παρέχει το προπορευόμενο ποδήλατο. Δεν αποκλείεται όμως ο μπροστινός τροχός να υπάρχει απλά δεν έχει ελευθερία διεύθυνσης πέραν αυτής που ορίζει το συζευγμένο προπορευόμενο ποδήλατο. Η σύνδεση μεταξύ των δύο ποδηλάτων επιτυγχάνεται μέσω μίας άρθρωσης που ενώνεται συνήθως στη ντίζα σέλας του προπορευόμενου ποδηλάτου ή ακόμα και στα σημεία έδρασης οπίσθιου τροχού. Τα συζευγμένα συρόμενα ποδήλατα μπορεί να είναι διάφορων τύπων, όπως κανονικά δρόμου χωρίς εμπρόσθιο τροχό ή και με εμπρόσθιο τροχό, recumbent ενός ή και περισσότερων αναβατών, ενός ή δύο οπίσθιων τροχών.[67]



Εικόνα 72. Συζευγμένο συρόμενο ποδήλατο. Στην εικόνα φαίνεται η αρθρωτή σύνδεση με το προπορευόμενο συζευγμένο ποδήλατο.



Εικόνα 73. Συζευγμένο συρόμενο ποδήλατο τύπου recumbent με δύο οπίσθιους τροχούς, σε προπορευόμενο ποδήλατο tandem.

Το επόμενο σχέδιο σκελετού για μεταφορά περισσότερων του ενός επιβατών αποτελεί το τρίτροχο ποδήλατο ταξί. Αυτό γνώρισε άνθηση σε αναπτυσσόμενες χώρες, ενώ τα τελευταία χρόνια υιοθετήθηκε και από πολλές ανεπτυγμένες πόλεις, καθώς η ποδηλατοκίνηση αποτελεί μία οικολογική εναλλακτική λύση έναντι στα αυτοκίνητα.

Σε αυτά μόνο ο εμπρός αναβάτης είναι υπεύθυνος για την κίνηση και διεύθυνση του ποδηλάτου, ενώ οι πίσθιοι, δύο συνήθως, αναβάτες απλά επιβαίνουν. Στην πιο απλή του εκδοχή αυτό το είδος ποδηλάτου είναι τρίτροχο και ενσωματώνει ένα κλασικό ποδήλατο με σκελετό διαμάντι στο οποίο τα ψαλίδια έχουν δεχτεί μετατροπές για να ενσωματώσουν άξονα με δύο τροχούς. Πάνω από αυτό τον άξονα εδράζεται κουβούκλιο με δύο συνήθως θέσεις για τους επιβάτες.

Στην πιο εξελιγμένη του εκδοχή αυτού του είδους τα ποδήλατα έχουν σκελετούς που φέρουν τον οδηγό σε θέση ανάκλισης (*recumbent*), καθώς αυτή είναι πιο ξεκούραστη. Αυτά συνήθως περιβάλλονται ολόκληρα με προστατευτικό κέλυφος, ώστε να προστατεύονται από τον ήλιο και τα καιρικά φαινόμενα, τόσο οι επιβάτες όσο και ο οδηγός. [68]



Εικόνα 74. Τρίτροχο ποδήλατο ταξί, με σκελετό τύπου *recumbent*.

Τελευταία αφέθηκαν τα ποδήλατα πολλών αναβατών με σκελετούς που φέρουν τέσσερις τροχούς. Σε αυτά ο σκελετός είναι κατασκευασμένος με σωληνωτό πλαίσιο σε ορθογώνια συνήθως διάταξη. Φέρουν καθίσματα σε θέση ανάκλησης για τους αναβάτες τους, για πιο άνετη μετακίνηση. Μπορούν να έχουν δύο αναβάτες σε οριζόντια ή κάθετη διάταξη ή και περισσότερους. Στην πιο μινιμαλιστική τους εκδοχή μπορούν να φέρουν θέση για ένα μόνο αναβάτη. Η διεύθυνση τους μπορεί να επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους, όπως ενώνοντας τους δύο εμπρόσθιους διευθυντήριους τροχούς με μία ράβδο και εν συνεχεία αυτή τη ράβδο με μία μικρότερη η οποία είναι κάθετα τοποθετημένη στο σωλήνα του τιμονιού. Έτσι η περιστροφή του τιμονιού μετακινεί δεξιά - αριστερά την ράβδο που ενώνει τους δύο τροχούς, αναγκάζοντας τους να στρίψουν. Η διεύθυνση επίσης μπορεί να πραγματοποιείται μέσω ενός γραναζιού (πινιόν) με ελικοειδή οδόντωση το οποίο παίρνει κίνηση από το σωλήνα του τιμονιού και κινεί έναν οδοντωτό κανόνα, μετατρέποντας την περιστροφική κίνηση σε γραμμική. Αυτή η διάταξη ονομάζεται κρεμαγιέρα και προήλθε από την αυτοκίνηση. Το τιμόνι μπορεί να είναι ποδηλάτου και να φέρει τα χειριστήρια πέδησης και εναλλαγής ταχυτήτων (εάν αυτές υπάρχουν), ή μπορεί να είναι τύπου αυτοκινήτου και τα χειριστήρια να είναι τοποθετημένα αλλού στο ποδήλατο.

Αυτού του είδους τα ποδήλατα μπορούν συχνά να φέρουν ακόμα και χώρο για αποσκευές πίσω από τους αναβάτες.[69]



Εικόνα 75. Τετράτροχο ποδήλατο δύο αναβατών Rhodes Car.

Ένα εκπληκτικό παράδειγμα ποδηλάτου με τέσσερις τροχούς για πολλούς αναβάτες αποτελεί το party bike. Αυτό το είδος ποδηλάτου έχει σκελετό όπου φέρει θέσεις για οκτώ ή και περισσότερους αναβάτες η οποίοι κάθονται αντικριστά μεταξύ τους, κινώντας μέσω των πετάλ το ποδήλατο, το οποίο μπορεί επίσης να έχει και ηλεκτρική υποβοήθηση. Τη διεύθυνση του ποδηλάτου αναλαμβάνει ένας οδηγός ο οποίος όμως δεν συμμετέχει στην κίνηση του ποδηλάτου. Και σε αυτό το είδος ποδηλάτου η διεύθυνση γίνεται μέσω κρεμαγιέρας. Λόγω του μεγάλου βάρους της κατασκευής τους και του αριθμού των αναβατών που καλούνται να υποστηρίξουν κατασκευάζονται στιβαρά, και έχουν τροχούς και ελαστικά τύπου αυτοκινήτου, καθώς και υδραυλικά δισκόφρενα και αναρτήσεις.

Τα ποδήλατα αυτού του είδους χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για αναψυχή και ως τουριστικοί πόλοι έλξης. Για αυτό το λόγο στο κέντρο του σκελετού και μπροστά στους αναβάτες υπάρχει αναψυκτήριο, ενώ ο σκελετός διαθέτει και σκίαστρο. Αυτού του είδους οι σκελετοί και κατά συνέπεια τα ποδήλατα κατασκευάζονται κατά παραγγελία.[70]



Εικόνα 76. Τετράτροχο ποδήλατο Party Bike, δέκα αναβατών και ενός οδηγού.

5.1.12. Σκελετοί για μεταφορά φορτίων

Οι σκελετοί που έχουν δυνατότητα μεταφοράς φορτίων, στα αγγλικά cargo bicycles, χωρίζονται σε αυτούς που φέρουν το φορτίο εμπρός και σε αυτούς που φέρουν το φορτίο πίσω από τον αναβάτη, με την κάθε κατηγορία να έχει δίτροχους και τρίτροχους σκελετούς, δίχως όμως να αποκλείονται και οι τετράτροχοι.

Στα δίτροχα ποδήλατα που φέρουν το φορτίο εμπρός του αναβάτη, γνωστά και ως Long John Bicycles, ο σκελετός θυμίζει το ποδήλατο πόλεως, από την πλευρά που κάθετα ο αναβάτης. Στον οπίσθιο τροχό δηλαδή υπάρχει η κλασική διάταξη με τα ψαλίδια και τον κάθετο σωλήνα, μόνο που αυτός συνήθως έχει κλίση προς τα πίσω, για να μικρύνει το μεταξόνιο. Ο σωλήνας του τιμονιού είναι κάθετος και ενώνεται με ένα ή δύο παράλληλους σωλήνες με το οπίσθιο τρίγωνο (άνω / κάτω ψαλίδια , σωλήνας ντίζας σέλας). Ακριβώς μπροστά από το τιμόνι υπάρχει ο χώρος μεταφοράς φορτίου, με σωλήνες ορθογώνιας διάταξης, και έπειτα ο εμπρόσθιος τροχός. Το τιμόνι στην κάτω του πλευρά είναι ενωμένο με μία ράβδο με το πιρούνι του εμπρόσθιου τροχού ελέγχοντας έτσι την διεύθυνση του ποδηλάτου. Τα ποδήλατα αυτά χρησιμοποιούνται τόσο σε αστικά κέντρα όσο και έξω από αυτά, για αυτό το λόγο μερικά από αυτά επιλέγουν έναντι των κλασικών ελαστικών πόλεως, φαρδύτερα ελαστικά τύπου fatbike, έχουν μεγαλύτερη απόσταση από το έδαφος και μπορούν να έχουν και ηλεκτρική υποβοήθηση. Η δυνατότητα φορτίου μπορεί να φτάσει και τα 180 κιλά. Χρησιμοποιούνται για μεταφορά ποικίλων φορτίων και υπάρχουν και διάφορες ενδιαφέρουσες μετατροπές όπως ασθενοφόρο πρώτων βοηθειών.[71][72]



Εικόνα 77. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη.



Εικόνα 78. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη, διασκευασμένο σε ασθενοφόρο πρώτων βοηθειών.

Στα τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη ο ένας διευθυντήριο τροχός εμπρός του φορτίου αντικαθιστάται με δύο τροχούς στα πλάγια του φορτίου. Έτσι το ποδήλατο αποκτά μεγαλύτερη σταθερό, δυνατότητα φόρτωσης και μικρότερο συνολικό μήκος. Στο σημείο που ξεκινάνε η σωλήνες περιμετρικά του φορτίου χωρίζεται ο σκελετός σε δύο μέρη τα οποία είναι ενωμένα μεταξύ τους, επιτρέποντας μόνο την κίνηση δεξιά - αριστερά. Στρέφοντας ο αναβάτης το τιμόνι το οποίο είναι ενωμένο με το εμπρόσθιο τμήμα του φορτίου, στρέφει ολόκληρο αυτό το τμήμα, ώστε να ελέγξει την διεύθυνση του ποδηλάτου. Μπορεί επίσης να στρέφεται μόνο ο άξονας των δύο εμπρόσθιων τροχών. Σε μερικές εκδοχές, εφόσον οι σωλήνες περιμετρικά του χώρου φορτίου είναι αρκετά υψηλοί μπορούν και να εκτελέσουν ρόλο τιμονιού, καταργώντας το κλασικό τιμόνι ποδηλάτου.



Εικόνα 79 Τρίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη.



Εικόνα 80. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη.

Στα δίτροχα ποδήλατα με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, ο σκελετός από τον αναβάτη και προς τα μπροστά μοιάζει με τον κλασικό σκελετό τύπου διαμάντι και πίσω από αυτόν υπάρχουν οι σωλήνες που διαμορφώνουν το χώρο μεταφοράς του φορτίου. Πίσω από το χώρο μεταφοράς φορτίου βρίσκεται ο οπίσθιος κινητήριος τροχός. Το εμφανές πλεονέκτημα αυτής της διάταξης έναντι του δίτροχου ποδηλάτου με σκελετού μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη είναι πως η διεύθυνση επιτυγχάνεται με το κλασικό τιμόνι απευθείας στον εμπρόσθιο διευθυντήριο τροχό, δίχως να χρειάζεται να μεταφέρεται η κίνηση από το τιμόνι στον τροχό μέσω κάποιας ράβδου.

Ένας άλλος τύπου δίτροχου ποδηλάτου με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, μικρότερης όμως ικανότητας μεταφοράς φορτίου είναι το ποδήλατο Longtail. Αυτό το είδος σκελετού έχει επιμηκυσμένα ψαλίδια, συχνά με σωλήνες ενίσχυσης ώστε να υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης φορτίων στα πλαϊνά και άνω του οπίσθιου τροχού. Συχνά γονείς μετατρέπουν αυτό το είδος σκελετού τοποθετώντας άνω του οπίσθιου τροχού, στη σχάρα, παιδικά καθίσματα για μεταφορά νεαρών ατόμων.



Βασισμένο πάνω σε αυτό το είδος σκελετού, η εταιρία Xtracycle έχει αναπτύξει ένα σωληνωτό υποπλαίσιο με το όνομα LEAP το οποίο ενώνεται με ένα ποδήλατο δότη στο σημείο έδρασης οπίσθιου τροχού και στο κέλυφος μεσαίας τριβής. Το ίδιο το υποπλαίσιο δέχεται τον οπίσθιο τροχό επιμηκύνοντας έτσι το μεταξόνιο του ποδηλάτου και έχει σωλήνες τοποθέτησης φορτίων.[73]

Εικόνα 81. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, ο οποίος έχει δεχθεί μετατροπή για μεταφορά παιδιών.



Εικόνα 82 Το υποπλαίσιο μεταφοράς φορτίων LEAP της Xtracycle, συζευγμένο με ένα ποδήλατο "δότη".



Όσο αναφορά τα τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, αυτά έχουν την αντίστροφη διάταξη από αυτή των τρίτροχων ποδηλάτων με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη, πρόκειται δηλαδή για σκελετό που έχει τον χώρο μεταφοράς φορτίων, με τις ανάλογες ενισχύσεις στον σκελετό πάνω από τον πίσω κινητήριο άξονα με τους δύο τροχούς και τον διεθυντήριο μπροστά, παρόμοια με τα τρίκυκλα ποδήλατα ταξί.

Εικόνα 83. Μοντέρνο τρίκυκλο ποδήλατο, με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, με ηλεκτρική υποβοήθηση και προστατευτικό κέλυφος, που χρησιμοποιείται στο Λονδίνο.

Δεν λείπουν και οι παραλλαγές καθώς υπάρχουν τρίτροχα ποδήλατα με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη τύπου recumbent, με κίνηση στον εμπρόσθιο τροχό, ακόμα και τετράτροχα recumbent μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη.



Εικόνα 84. Τρίκυκλο ποδήλατο με σκελετό τύπου recumbent, μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, διεύθυνσης κάτω του καθίσματος και κίνησης στον εμπρός τροχό. Στην εικόνα φαίνεται η ράβδος που μεταφέρει την κίνηση από το τιμόνι στο πιρούνι για τον έλεγχο της διεύθυνσης.

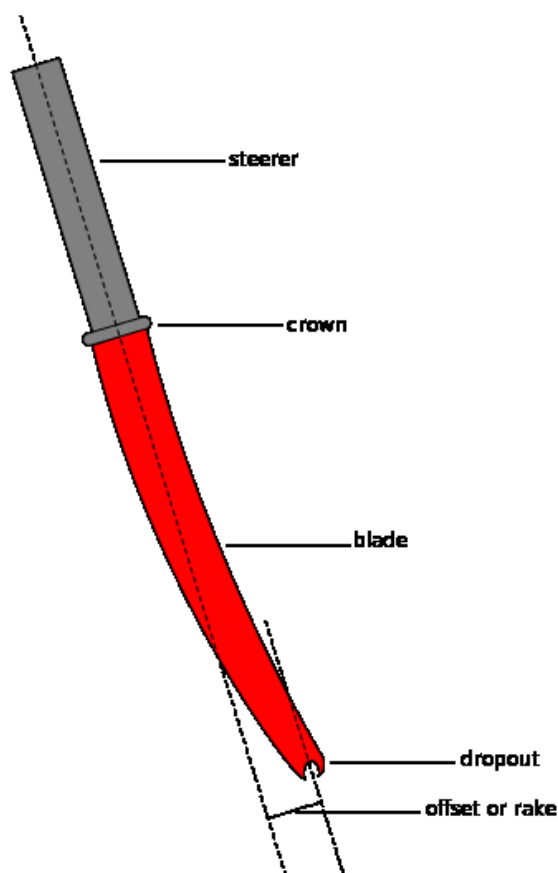


Εικόνα 85. Τετράτροχο ποδήλατο με σκελετό τύπου recumbent, μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη.

5.2. Διεύθυνση (Πιρούνια - Λαιμοί - Τιμόνια)

5.2.1. Πιρούνια

Το επόμενο βασικό εξάρτημα ενός ποδηλάτου μετά τον σκελετό, που μπορεί να θεωρηθεί και ως προέκταση αυτού, είναι το πιρούνι. Το πιρούνι σε συνδυασμό με το τιμόνι και τον εμπρόσθιο τροχό αποτελούν το σύστημα διεύθυνσης ενός ποδηλάτου. Κατασκευάζεται συνήθως από υλικά όπως ατσάλι, κράματα αλουμινίου και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Αποτελείται δύο σωλήνες που ονομάζονται λεπίδες (blades), στο κάτω μέρος των οποίων σε ειδικές υποδοχές (dropouts) εδράζεται ο τροχός. Οι δύο λεπίδες



Εικόνα 86. Σχηματική αναπαράσταση ενός πιρουνιού ποδηλάτου.

ενώνονται στο σημείο που ονομάζεται στέμμα (crown) του πιρουνιού. Από το στέμμα του πιρουνιού και προς τα επάνω προεξέχει ο σωλήνας διεύθυνσης (steerer tube), ο οποίος περνάει μέσα από το κούτελο σωλήνα του σκελετού και στο τέλος του οποίου εδράζεται ο λαιμός τιμονιού και κατά συνέπεια το τιμόνι. Η απόσταση μεταξύ του προεκτεινόμενου κέντρου αξονικά του σωλήνα διεύθυνσης και της νοητής παράλληλης ευθείας των dropouts, ονομάζεται offset του πιρουνιού (ή rake). Μεταξύ του σωλήνα διεύθυνσης και του κούτελου σωλήνα του σκελετού παρεμβάλλονται ειδικά ρουλεμάν που ονομάζονται "ποτήρια", στα αγγλικά headset. Το σύνολο σκελετού μαζί με το πιρούνι του ονομάζεται frameset.

Στα παλαιότερου τύπου πιρούνια το headset ήταν βιδωτό (threaded) και βίδωνε στο κούτελο του σκελετού. Τα νέα headset είναι περαστά και δεν βιδώνουν στον σκελετό (threadless). Αντιθέτως αφού περαστούν και τοποθετηθεί το πιρούνι στον σκελετό, περνιούνται έπειτα τα δαχτυλίδια διάκενων (spacers), ο λαιμός του τιμονιού και εν τέλη το καπάκι (top cap) του σωλήνα διεύθυνσης. Εσωτερικά στο τέλος του σωλήνα διεύθυνσης βρίσκεται μια "κουκουνάρα" (Star Fangled

Nut) στην οποία βιδώνεται η βίδα που περνάει από το καπάκι του σωλήνα διεύθυνσης.[74] Όσο σφίγγει η βίδα, σφίγγει και η "κουκουνάρα" και σε συνδυασμό και με τον λαιμό του τιμονιού που βιδώνεται πάνω στο σωλήνα διεύθυνσης, το όλο σύστημα των ρουλεμάν του τιμονιού εδράζεται μέσω αυτής της πίεσης που ασκείται από αυτές τις βίδες.[75]



Εικόνα 87. Λαιμός πιρουνιού με βιδωτό headset.



Εικόνα 88. Λαιμός πιρουνιού χωρίς βιδωτό headset.

Όπως ο σκελετός, ανάλογα με τον τύπο ποδηλάτου στον οποίο θα αναπτυχθεί σχεδιάζεται ανάλογα, έτσι και το πιρούνι ακολουθεί την ίδια φιλοσοφία. Τα πιρούνια ανάλογα με τις εκάστοτε υποδοχές για σύστημα πέδησης που έχουν, επιβάλουν και τα ανάλογα φρένα. Για παράδειγμα άλλα πιρούνια έχουν υποδοχές για έδραση δισκοφρένων, άλλα για κλασικά φρένα ποδηλάτου, ενώ άλλα μπορεί να έχουν και περισσότερες από μία επιλογές. Επίσης το πιρούνι σχεδιάζεται ώστε να συνεργαστεί και με τους ανάλογους τροχούς που θα χρησιμοποιήσει το ποδήλατο για το οποίο προορίζεται, με τη διάμετρο του σωλήνα διεύθυνσης να επιλέγεται ανάλογα. Τα πιρούνια που σχεδιάζονται για ποδήλατα δρόμου και αγώνων ταχύτητας, σχεδιάζονται με κύριο μέλημα το ελάχιστο δυνατό βάρος. Ιδιαίτερα εμφανή σε αυτού του τύπου τα πιρούνια είναι ο αεροδυναμικός σχεδιασμός, που πολλές φορές θυμίζει πτερύγιο αεροσκάφους. Πλέον πολλοί κατασκευαστές στην μελέτη του σχεδιασμού αυτών των πιρουνιών λαμβάνουν υπόψη τον σχεδιασμό του σκελετού με τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν, σχεδιάζοντας τα έτσι ώστε να δημιουργούν ένα άρτιο αεροδυναμικό σύνολο, δίχως να υπάρχουν κενά που θα προξενίσουν πιθανές αναταράξεις στην ροή του αέρα. Μερικά δείγματα ενσωματώνουν στο πιρούνι και τη διάταξη πέδης, τις δαγκάνες των φρένων δηλαδή, δίχως αυτές να είναι εγκατεστημένες με τον κλασικό τρόπο (βιδωτά μπροστά στο πιρούνι), προσπαθώντας να αποκομίσουν και το παραμικρό αεροδυναμικό πλεονέκτημα.[76] Τόσο στο ελάχιστο βάρος όσο και στην δυνατότητα

αεροδυναμικής διαμόρφωσης πρωτοστατούν τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως στην κατασκευή αυτών των πιρουνιών. Ρυθμίζοντας επίσης το dropout οι κατασκευαστές αυξομειώνουν την απόκριση χειρισμού του ποδηλάτου. Μικρό ή μηδενικό dropout, μικραίνει το μεταξόνιο κάνοντας πιο απότομο και "νευρικό" τον χειρισμό. Μεγαλύτερο dropout μεγαλώνει το μεταξόνιο και αυξάνει την σταθερότητα στις υψηλές ταχύτητες.[77]



Εικόνα 89. Frameset δρόμου αγώνων ταχύτητας μάρκας Seraph. Χαρακτηριστικός είναι ο αεροδυναμικός σχεδιασμός όλου του συνόλου και ιδιαίτερα του πιρουνιού, που δημιουργεί άρτιο σύνολο χωρίς κενά με τον υπόλοιπο σκελετό.



Εικόνα 90. Πιρούνι ποδηλάτου δρόμου αγώνων ταχύτητα Ridley Noah FB, με ενσωματωμένο φρένα.



Εικόνα 91. Πιρούνι μονής λεπίδας στο ποδήλατο *Old Faithful*, του Graeme Obree.

Αναζητώντας και το παραμικρό αεροδυναμικό πλεονέκτημα ορισμένοι κατασκευαστές ή και ιδιώτες έχουν κατασκευάσει πιρούνια μονής λεπίδας. Ιστορικά, το ποδήλατο που κατασκεύασε και χρησιμοποίησε ο Graeme Obree για την κατάρριψη του ωριαίου ρεκόρ ταχύτητας στις 16 Ιουλίου του 1993, το *Old Faithful* είχε πιρούνι μονής λεπίδας.[78]

Επίσης η εταιρία English Cycles έχει κατασκευάσει ένα κατά παραγγελία ποδήλατο του οποίου όχι μόνο το πιρούνι είναι μονής λεπίδας, αλλά και τα ψαλίδια υπάρχουν στην μία μόνο πλευρά. Καθώς το ποδήλατο εδράζεται στους τροχούς του μόνο από τη δεξιά πλευρά, ονομάστηκε *Project: Right*. [79]

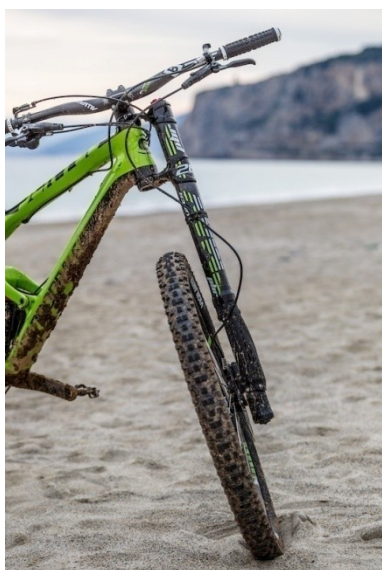


Εικόνα 92. Το ποδήλατο *Project: Right* της English Cycles.

Τα ποδήλατα που χρησιμοποιούνται για ποδηλασία εκτός δρόμου ή ακροβατικών επιδείξεων ενσωματώνουν πιρούνια των οποίων η κατασκευή είναι πιο στιβαρή από αυτά της ποδηλασία δρόμου, καθώς καλούνται να αντιμετωπίσουν ανωμαλίες δρόμου που θέτουν το πιρούνι σε μεγαλύτερες τάσεις και καταπονήσεις. Η απόσταση μεταξύ των λεπίδων του είναι μεγαλύτερη για να μπορούν να χρησιμοποιούν φαρδύτερα εκτός δρόμου ελαστικά.



Εικόνα 93. Πιρούνι ποδηλάτου εκτός δρόμου, μάρκας Syncros. Διακρίνονται οι υποδοχές για δισκόφρενα.



Εικόνα 94. Πιρούνι εκτός δρόμου μονής λεπίδας, με σύστημα ανάρτησης.

Τα ποδήλατα εκτός δρόμου, ακόμα και τα ποδήλατα trekking και commuter, συχνά χρησιμοποιούν πιρούνια που φέρουν σύστημα ανάρτησης, ακόμα και μονής λεπίδας, για ομαλότερη οδήγηση σε ανώμαλο έδαφος και απορρόφηση των κραδασμών. Δεν αποκλείεται η χρήση πιρουνιού με ανάρτηση και σε ποδήλατα δρόμου, αν και είναι περιορισμένη. Περισσότερες πληροφορίες για τις αναρτήσεις θα παρουσιαστούν στο κεφάλαιο Ανάρτηση.

5.2.2. Λαιμοί

Ανεβαίνοντας από το πιρούνι πριν φτάσουμε στο τιμόνι, συναντούμε τον λαιμό (stem) του τιμονιού. Οι παλαιότεροι τύποι λαιμού που προοριζόταν για βιδωτά headset, κατασκευαζόταν συνήθως από ατσάλι και ήταν ένας γωνιακός σωλήνας του οποίου το ένα άκρο εισερχόταν στον σωλήνα διεύθυνσης του πιρουνιού και ασφάλιζε με ειδικό παξιμάδι. Το άλλο άκρο ήταν κοίλο για την υποδοχή του τιμονιού. Αυτού του είδους οι λαιμοί ποίκιλαν σε ύψη, μήκη και γωνίες κλίσης. Με την εξέλιξη των νέων πιρουνιών και headset, εξελίχτηκαν και οι ανάλογοι λαιμοί.



Εικόνα 95. Λαιμός για βιδωτά headset.

Οι νέοι τύπου λαιμοί κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Πρόκειται για ένα σωλήνα με δύο οπές στις άκρες του. Στην μία άκρη εισέρχεται ο σωλήνας διεύθυνσης και ασφαλίζεται στο κούτελο του σκελετού από τον λαιμό και το καπάκι του σωλήνα διεύθυνσης. Από την άλλη άκρη εισέρχεται το τιμόνι. Πέρα από τα διαφορετικά υλικά από τα οποία κατασκευάζονται οι λαιμοί κατασκευάζονται και σε διαφορετικά μήκη και κλίσεις, ακόμα και με ρυθμιζόμενη κλίση, ανάλογα με τις απαιτήσεις του αναβάτη. Τόσο η οπή που συνδέεται με το σωλήνα διεύθυνσης, όσο και η οπή που συνδέεται το τιμόνι ακολουθούν τυποποίηση ανάλογα τον τύπο του ποδηλάτου.



Εικόνα 96. Λαιμός τιμονιού κατασκευασμένος από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.

Σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερα σε ποδήλατα δρόμου αγώνων ταχύτητας, που και το παραμικρό αεροδυναμικό πλεονέκτημα αναζητείται στον σχεδιασμό, συναντώνται λαιμοί τιμονιού τύπου integrated, σχεδιασμένους δηλαδή να δένουν άρτια με το υπόλοιπο σύνολο του σκελετού, όπως προαναφέρθηκε και με το πιρούνι, ώστε να μην υπάρχουν κενά που μπορεί να δημιουργήσουν αναταράξεις στη ροή του αέρα. Επίσης πολλοί λαιμοί κατασκευάζονται μαζί με το τιμόνι σαν ένα ενιαίο σύνολο, όπως επίσης έχουν κατασκευαστεί επίσης λαιμοί τιμονιού με ενσωματωμένη ανάρτηση.



Εικόνα 97. Λαιμός ποδηλάτου τύπου integrated, άρτια ενσωματωμένος στον σκελετό.

Ο λαιμός ακολουθώντας τις εξελίξεις της τεχνολογίας, πλέον μπορεί να φέρει και ενσωματωμένο cyclocomputer με οθόνη, όπως για παράδειγμα στο έξυπνο ποδήλατο "Le Synrac" της εταιρίας LeEco, ο οποίος ελέγχει τις λειτουργίες του ποδηλάτου.[80]



Εικόνα 98. Ο ενσωματωμένος cyclocomputer με οθόνη στο λαιμό του ποδηλάτου "Le Synrac".

5.2.3. Τιμόνια

Το τιμόνι είναι το εξάρτημα το οποίο παραλαμβάνει την κίνηση από τα χέρια του αναβάτη και τη μεταφέρει στο πιρούνι και άρα στον εμπρόσθιο διεθυντήριο τροχό, ελέγχοντας έτσι την διεύθυνση του ποδηλάτου. Τα παλαιότερα τιμόνια ήταν απλά ένας σιδερένιος σωλήνας ο οποίος ήταν συνδεδεμένος στο λαιμό και έστριβε το ποδήλατο. Σήμερα τα τιμόνια κατασκευάζονται από πληθώρα υλικών, κυρίως αλουμίνιο και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Πάνω στο τιμόνι εδράζονται τα όργανα χειρισμού των συστημάτων πέδησης και αλλαγής ταχυτήτων, εφόσον αυτά υπάρχουν, καθώς και πληθώρα εξαρτημάτων όπως ταχύμετρα και φώτα. Στα σημεία όπου ακουμπά ο αναβάτης συνήθως υπάρχει κάποιου είδους προστατευτική επένδυση, είτε υπό τη μορφή πλαστικού καλύμματος είτε υπό τη μορφή ταινίας περιτύλιξης.[81]

Ο πιο απλός τύπος τιμονιού είναι το ίσιο τιμόνι (flat), το οποίο μπορεί να είναι εντελώς ίσιο ή με μία ελαφρά ανύψωση από το σημείο που εδράζεται στον λαιμό (riser). Χρησιμοποιείται συνήθως στα ποδήλατα εκτός δρόμου, στα υβριδικά και στα trekking. Είναι σχετικά αρκετά φαρδύ ώστε να δίνει στον αναβάτη μεγαλύτερη ροπή στρέψης.



Συχνά οι αναβάτες τοποθετούν στις άκρες των τιμονιών ειδικές λαβές (bar ends), κάτι που τους δίνει περισσότερες επιλογές χειρισμού και ανετότερης ανάβασης.[82][83]

Εικόνα 99. Ίσιο τιμόνι με bar ends στις άκρες του.

Ένας άλλος συνηθισμένος τύπος τιμονιού στα ποδήλατα trekking και τουρισμού είναι το τιμόνι που φέρει αυτό το όνομα, τιμόνι trekking. Πρόκειται για ένα τιμόνι, το οποίο μοιάζει με τον αριθμό οκτώ σε πλάγια προβολή. Αυτή η διάταξη του τιμονιού, δίνει στον αναβάτη περισσότερες επιλογές χειρισμού, και πιο άνετη ανάβαση στις μεγάλες διαδρομές.[84]



Εικόνα 100. Τιμόνι trekking. Διακρίνεται επίσης ο λαιμός τιμονιού, ο οποίος είναι με ρυθμιζόμενη κλίση.

Στα ποδήλατα ακροβατικών επιδείξεων (BMX), λόγω του χαμηλού τους ύψους, χρησιμοποιούν υπερυψωμένο τιμόνι με ίσιες χειρολαβές. Συχνά ενώνεται στο μέσω με ένα επιπλέον σωλήνα.



Εικόνα 101. Τιμόνι ποδηλάτου ακροβατικών επιδείξεων (BMX), κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.

Στα ποδήλατα δρόμου και αγώνων ταχύτητας κυρίως επικρατούν τα "γυριστά" τιμόνια. Πρόκειται για τιμόνια τα οποία μετά το ευθύ τους τμήμα προεκτείνονται προς τα εμπρός και μετά από αυτό το σημείο έχουν καμπύλη προς τα κάτω. Αυτό διότι όταν ο αναβάτης χειρίζεται το ποδήλατο από την κάτω θέση, αποκτά μία πιο σκυφτή αεροδυναμική γραμμή. Ακολουθώντας το υπόλοιπο αεροδυναμικό σύνολο του ποδηλάτου καθώς και την επιδίωξη για το ελάχιστο δυνατό βάρος τείνουν να κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Ιδιαίτερα αυτά που κατασκευάζονται από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα μπορούν να διαμορφωθούν σε αεροδυναμικά σχήματα που δεν είναι δυνατό να παραχθούν με άλλα υλικά. Συνήθως έχουν ειδικά

διατεταγμένες οπές ώστε να περνά η καλωδίωση των χειριστηρίων εσωτερικά, τόσο για εργονομικούς όσο και λόγους εμφάνισης. Επίσης, όπως έχει προαναφερθεί κατασκευάζονται συχνά μαζί με τον λαιμό σαν ενιαίο εξάρτημα.[85]



Εικόνα 102. Τιμόνι ποδηλάτου δρόμου - αγώνων ταχύτητας, μάρκας Cervelo. Είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα και είναι χαρακτηριστικός ο αεροδυναμικός σχεδιασμός του, σαν πτερύγιο.



Εικόνα 103. Τιμόνι ποδηλάτου δρόμου - αγώνων ταχύτητας, μάρκας Vision. Είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα και είναι χαρακτηριστικός ο αεροδυναμικός σχεδιασμός του, σαν πτερύγιο, καθώς και το γεγονός ότι έχει ενσωματωμένο λαιμό.

Ένας άλλος τύπος τιμονιού που χρησιμοποιούν τα ποδήλατα δρόμου αγώνων ταχύτητας, είναι το τιμόνι Bullhorn. Η ονομασία του προέρχεται λόγω του σχήματός του που θυμίζει κέρατα ταύρου. Πρόκειται για ένα τιμόνι που εκτείνεται εμπρός και συνήθως προς τα επάνω. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στα ποδήλατα πίστας, καθώς και στα ποδήλατα χρονομέτρου και τριάθλου. Συναντώνται τόσο απλά όσο και ιδιαίτερα εξεζητημένα και αεροδυναμικού τύπου. Πολλές φορές εξοπλίζονται με αερόμπαρες (aero bars). Πρόκειται για δύο μπάρες - σωλήνες που είναι τοποθετημένες σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους στο



Εικόνα 104. Τιμόνι bullhorn της Cinelli.

κέντρο του τιμονιού, και σκοπός τους είναι να φέρουν τον αναβάτη σε μία θέση όπου έχει τα χέρια του προεκτεινόμενα μπροστά και κοντά το ένα με το άλλο, αποσκοπώντας στο να μειώσουν την αεροδυναμική του αντίσταση. Συνήθως στη βάση τους έχουν ειδικά μαξιλαράκια για τους πήχεις του αναβάτη.[86][87]



Εικόνα 105. Τιμόνι bullhorn αεροδυναμικής σχεδίασης, εξοπλισμένο με aero bars, της 3T.

Στα ποδήλατα recumbent τα οποία έχουν διεύθυνση άνω του καθίσματος, συνήθως το τιμόνι, το οποίο εδράζεται σε μακριού μήκους λαιμό, γέρνει αρκετά προς τα πίσω ώστε να έχει άνετη θέση οδήγησης ο αναβάτης. Αυτό το γυριστό προς τα πίσω τιμόνι, δίχως τον τόσο μακρύ λαιμό, συχνά απαντάται σε ποδήλατα πόλεως και γυναικεία ποδήλατα step through.



Εικόνα 106. Τιμόνι με αρκετή κλίση προς τα πίσω, σε ποδήλατο recumbent, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

Στην περίπτωση διεύθυνσης κάτω του καθίσματος, το τιμόνι βρίσκεται κάτω από τον αναβάτη. Στις άκρες του σχηματίζει ορθή γωνία και προεκτείνεται ώστε τα χέρια να έχουν πιο άνετη τοποθέτηση σε αυτή τη θέση ανάβασης.[88]

Στα δίτροχα ποδήλατα αυτού του είδους συνήθως το τιμόνι είναι ακριβώς κάτω από τον αναβάτη και για αυτό το λόγω η κλίση του τιμονιού είναι προς τα πίσω. Η κίνηση μεταφέρεται από το τιμόνι στο εμπρόσθιο πιρούνι μέσω καλωδίων.

Στα τρίτροχα και τετράτροχα ποδήλατα αυτού του είδους το τιμόνι δεν είναι ακριβώς κάτω από τον αναβάτη, αλλά λίγο πιο μπροστά, για αυτό το λόγω και έχει κλίση προς τα επάνω, σαν χειριστήρια αεροσκάφους. Σε αυτή την περίπτωση το τιμόνι είναι ενωμένο και με τα δύο εμπρόσθια πιρούνια συνήθως με ράβδους και στρέφοντας το τιμόνι, στρέφονται και τα πιρούνια. Όπως προαναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο των σκελετών αυτού του είδους,

μπορεί η διεύθυνση να επιτυγχάνεται και με δύο ξεχωριστά τιμόνια (σαν χειριστήρια), ένα για κάθε τροχό, ενωμένα όμως μεταξύ τους με ράβδους.



Εικόνα 107. Τιμόνι με κλίση προς τα πίσω σε ποδήλατο *recumbent*. διεύθυνσης κάτω του καθίσματος.

Στον τύπο αυτού του ποδηλάτου που είναι διαχωρισμένος στη μέση και ενωμένος με άξονα κεντρικής διεύθυνσης, η αλλαγή διεύθυνσης γίνεται μέσω της κλίσης του οδηγικού συνόλου ποδηλάτου - αναβάτη. Σε αυτή την περίπτωση το τιμόνι αποτελεί κυρίως μέσω στήριξης, αλλά και υποβοήθησης στην κλίση του ποδηλάτου μέσω του κεντρικού άξονα.[62][63]

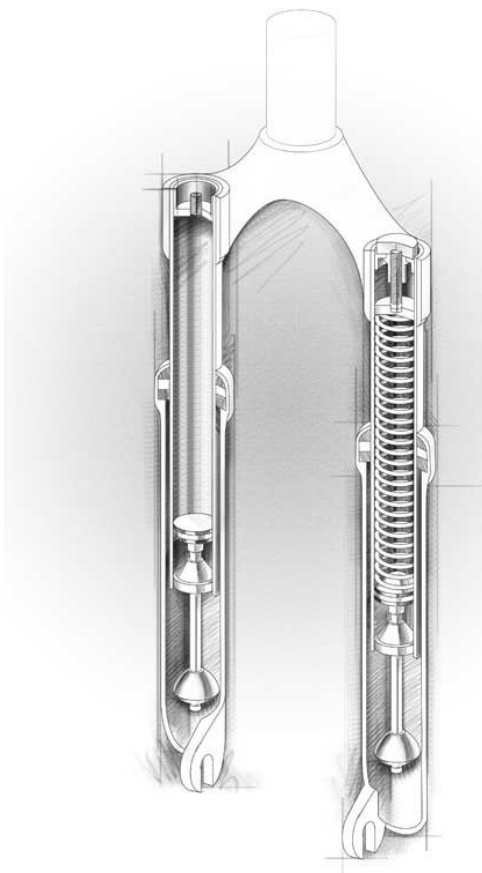


Εικόνα 108. Τρίτροχο ποδήλατο *recumbent*, διεύθυνσης κάτω του καθίσματος. Στην εικόνα φαίνεται το τιμόνι με κλίση προς τα επάνω.

5.3. Ανάρτηση - Απόσβεση κραδασμών

Με τον όρο ανάρτηση εννοούμε όλους εκείνους τους μηχανισμούς που εξελίχθηκαν και χρησιμοποιούνται για να αποσβέσουν τους κραδασμούς του εδάφους πάνω στο οποίο κινείται ένα ποδήλατο και να μεταφέρουν όσο το δυνατόν λιγότερους από αυτούς στον αναβάτη. Αυτοί οι μηχανισμοί μπορούν να ενσωματωθούν, από την πλευρά του σκελετού, τόσο στον εμπρόσθιο και οπίσθιο τροχό μέσω του πιρουνιού και των ψαλιδιών, όσο σε άλλα εξαρτήματα που έρχονται σε επαφή άμεσα με τον αναβάτη, όπως η σέλα, η ντίτσα σέλας, ακόμα και ο λαιμός του τιμονιού. Οι μηχανισμοί ανάρτησης χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στα ποδήλατα εκτός δρόμου, ωστόσο συναντούνται και σε υβριδικά ποδήλατα trekking, recumbent και πιο σπάνια σε ποδήλατα δρόμου, commuter και cyclocross. Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα παρουσιαστούν οι εξελίξεις στις αναρτήσεις στους επιμέρους τομείς.

5.3.1. Εμπρόσθια ανάρτηση



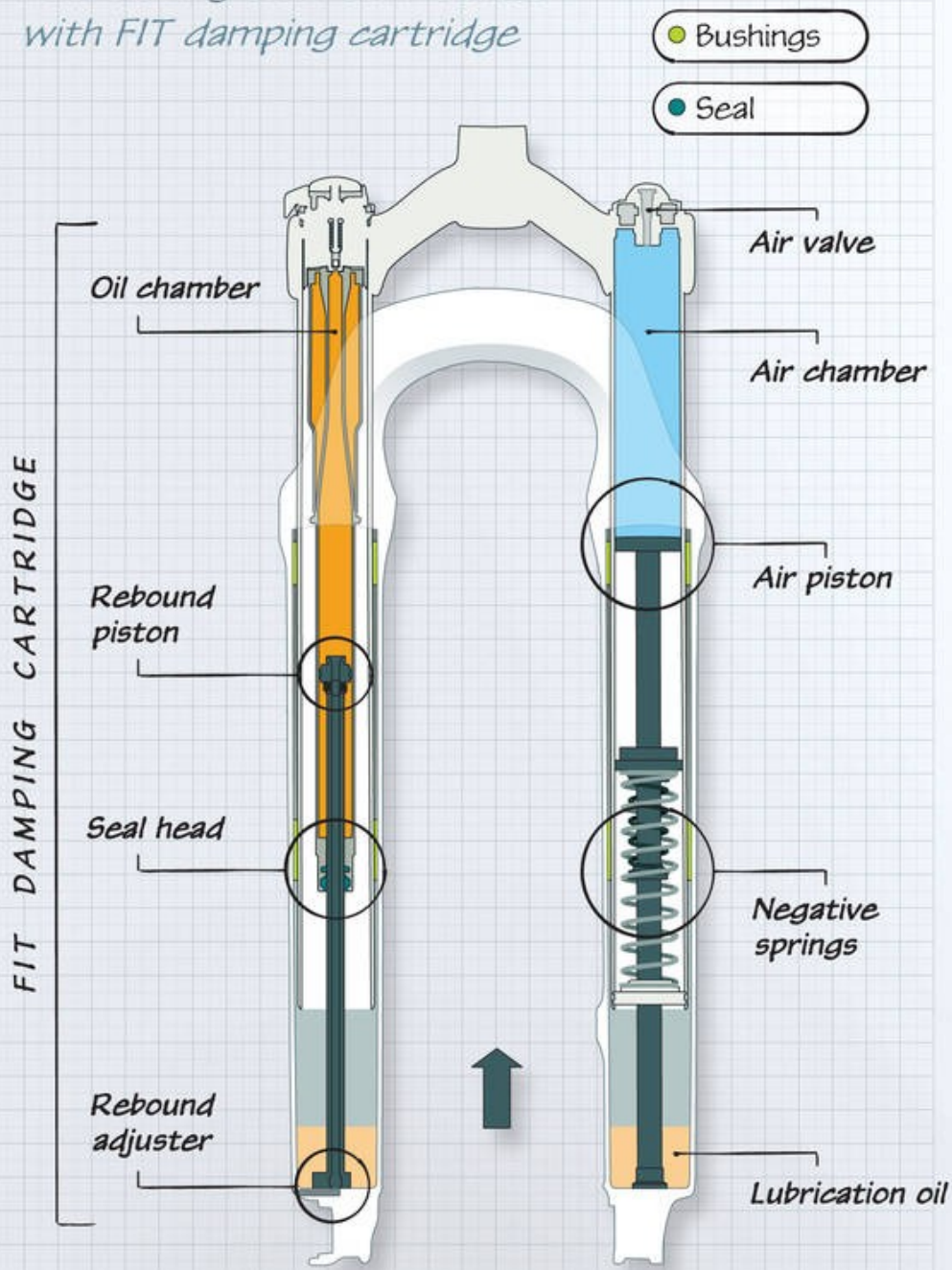
Εικόνα 109. Σχηματική αναπαράσταση ενός τηλεσκοπικού πιρουνιού.

Το πιο συνηθισμένο σύστημα εμπρόσθιας ανάρτησης σήμερα, είναι το τηλεσκοπικό πιρούνι. Αυτό μοιάζει με ένα συμβατικό πιρούνι, με τη διαφορά πως οι δύο λεπίδες αντικαθιστώνται με τηλεσκοπικούς αποσβεστήρες. Πρόκειται για τέσσερις κυλίνδρους διαφορετικής διαμέτρου, δύο σε κάθε πλευρά, με τους δύο μικρότερης διαμέτρου να εδράζονται εντός των δύο μεγαλύτερης διαμέτρου. Τα ζεύγη κυλίνδρων ενός συνηθισμένου τηλεσκοπικού πιρουνιού συνήθως έχουν διαφορετική εσωτερική κατασκευή και διάταξη το ένα με το άλλο. Το ένα ζεύγος εμπεριέχει το σύστημα απόσβεσης, συνήθως με ειδικό υδραυλικό λάδι, και το άλλο το σύστημα ελατηρίου.



Suspension dynamics

*FOX Racing Shox 32 F-Series
with FIT damping cartridge*



Εικόνα 110. Σχηματική αναπαράσταση εμπρόσθιου συστήματος ανάρτησης FOX Racing Shox 32 F-Series, αερίου - ελατηρίου, με υδραυλικό αποσβεστήρα FIT damping cartridge.

Το ζεύγος κυλίνδρων με το σύστημα ελατηρίου εμπεριέχει το ελατήριο της ανάρτησης, το οποίο μπορεί να είναι είτε από ατσάλι, τιτάνιο, αερίου (θάλαμος με πεπιεσμένο αέριο και έμβολο), ειδικό ελαστομερές, ή συνδυασμός των ανωτέρω. Αυτά τα διαφορετικά υλικά έχουν και διαφορετικές σταθερές ελαστικότητας, κάτι που επηρεάζει την συμπεριφορά της ανάρτησης. Τα ελατήρια αποθηκεύουν την ενέργεια που δημιουργείται όταν συμπιέζονται. Αν ο αναβάτης θέλει να αλλάξει τις ιδιότητες της ανάρτησης, όπως ο βαθμός ελαστικότητας του ελατηρίου (spring rate) ή η προφόρτιση (preload), θα πρέπει να αλλάξει ελατήριο, αν η ανάρτηση είναι μεταλλική. Αν η ανάρτηση είναι αερίου όμως είναι πιο εύκολο να ρυθμιστεί, απλά αυξομειώνοντας την πίεση του αερίου. Μειονέκτημα της ανάρτησης αερίου αποτελεί το ίδιο το αέριο, και το γεγονός ότι δεν μπορεί να παρουσιάσει γραμμική συμπίεση. Όσο πιέζεται απαιτεί όλο και περισσότερη δύναμη για να συμπιεστεί. Για αυτό μερικές φορές χρησιμοποιείται συνδυαστικά με μεταλλικό ελατήριο ώστε η ανάρτηση να έχει τις επιθυμητές ιδιότητες.

Το ζεύγος κυλίνδρων με τον υδραυλικό αποσβεστήρα (oil damper) αποτελείται από ένα κλειστό θάλαμο γεμάτο με ειδικό υδραυλικό λάδι, μέσα στον οποίο αναγκάζεται σε παλινδρομική κίνηση από εξωτερικές δυνάμεις ένα έμβολο το οποίο έχει ειδικές οπές. Καθώς συμπιέζεται το λάδι στον κλειστό θάλαμο αναγκάζεται να διέλθει μέσω αυτών των οπών. Ανάλογα το πόσο μικρές ή μεγάλες είναι αυτές οι οπές, ή ακόμα και ο αριθμός αυτών επηρεάζει την ταχύτητα παλινδρόμησης του εμβόλου. Ρυθμίζοντας αυτές τις οπές ρυθμίζεται η απόσβεση της συμπίεσης (compression damping) και η απόσβεση της επαναφοράς (rebound damping), χαρακτηριστικές δυνατότητες που βρίσκονται σήμερα στα περισσότερα συστήματα εμπρόσθιων αναρτήσεων. Ο υδραυλικός αποσβεστήρας αποσβίνει την κινητική ενέργεια από την παλινδρομική κίνηση του συστήματος ελατηρίου, μετατρέποντας της σε τριβή μεταξύ των μορίων του λαδιού σε θερμότητα.

Οι κύλινδροι με το σύστημα ελατηρίου και με το σύστημα απόσβεσης μπορούν να ενώνονται μεταξύ τους είτε με ένα στέμμα είτε με δύο, για μεγαλύτερη αντοχή. Επίσης όπως προαναφέρθηκε, τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα εμπρόσθιας ανάρτησης προσφέρουν επιλογές ρύθμισης όπως επιλογής της προφόρτισης του ελατηρίου (preload), αλλαγή της πίεσης του αερίου (air pressure), καθώς και έλεγχος της απόσβεσης, τόσο στη φάση της συμπίεσης (compression damping), όσο και στη φάση της επαναφοράς (rebound damping). Μπορεί ακόμα η ανάρτηση και να κλειδώσει στην ανοικτή θέση, μετατρέποντας την σε ένα απλό σταθερό πιρούνι, συνήθως σε συνθήκες ομαλού οδοστρώματος. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος είναι κλείνοντας τελείως τις οπές του υδραυλικού αποσβεστήρα,

βασιζόμενοι στην μη συμπιεστότητα του υδραυλικού λαδιού. Επίσης ανάλογα με τη χρήση τους αυτό το σύστημα ανάρτησης μπορεί να έχει εύρος κίνησης έως 80 ακόμα και 200 χιλιοστά.[89][90][91]



Εικόνα 111. Εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης RockShox BoXXer που εδράζεται σε δύο στέμματα. Στη εικόνα φαίνονται και οι μηχανισμοί ρύθμισης της ανάρτησης.

Χαρακτηριστικό είναι το σύστημα εμπρόσθιας ανάρτησης που εξέλιξε η εταιρία Cannondale, υπό την ονομασία LEFTY. Πρόκειται για ένα μονό σύστημα ανάρτησης, ενός ζεύγους κυλίνδρων δηλαδή που συνδυάζει τόσο το σύστημα ελατηρίου όσο και το σύστημα απόσβεσης, και εδράζεται σε δύο στέμματα. Έχει ειδική εσωτερική τετραγωνική κατεργασία στην οποία παρεμβάλλονται ειδικοί κυλισιοτριβείς (ρουλεμάν), ώστε οι δύο κύλινδροι να μην περιστρέφονται μεταξύ τους. Λόγω του γεγονότος ότι ο εμπρόσθιος τροχός εδράζεται σε ένα μόνο σημείο αυτό είναι μεγαλύτερο από τις συνήθεις διαστάσεις, με κωνική σχεδίαση. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιεί και ειδικούς κωνικούς κυλισιοτριβείς στο σημείο έδρασης του εμπρόσθιου τροχού. Αυτό το είδος εμπρόσθιας ανάρτησης χρησιμοποιείται από την εταιρία σε διαφορετικές εκδοχές τόσο σε ποδήλατα εκτός δρόμου, όσο και σε ποδήλατα cyclocross και δρόμου. Η ίδια η εταιρία δηλώνει πως το σύστημα LEFTY είναι πιο στιβαρό από τα συστήματα με δύο ζεύγη κυλίνδρων, ακόμα και υπό υψηλά φορτία, παραμένοντας ένα από τα πιο ελαφρά συστήματα που υπάρχουν. [92][93]



Εικόνα 112. Το εμπρόσθιο μονό σύστημα ανάρτησης LEFTY της Cannondale.



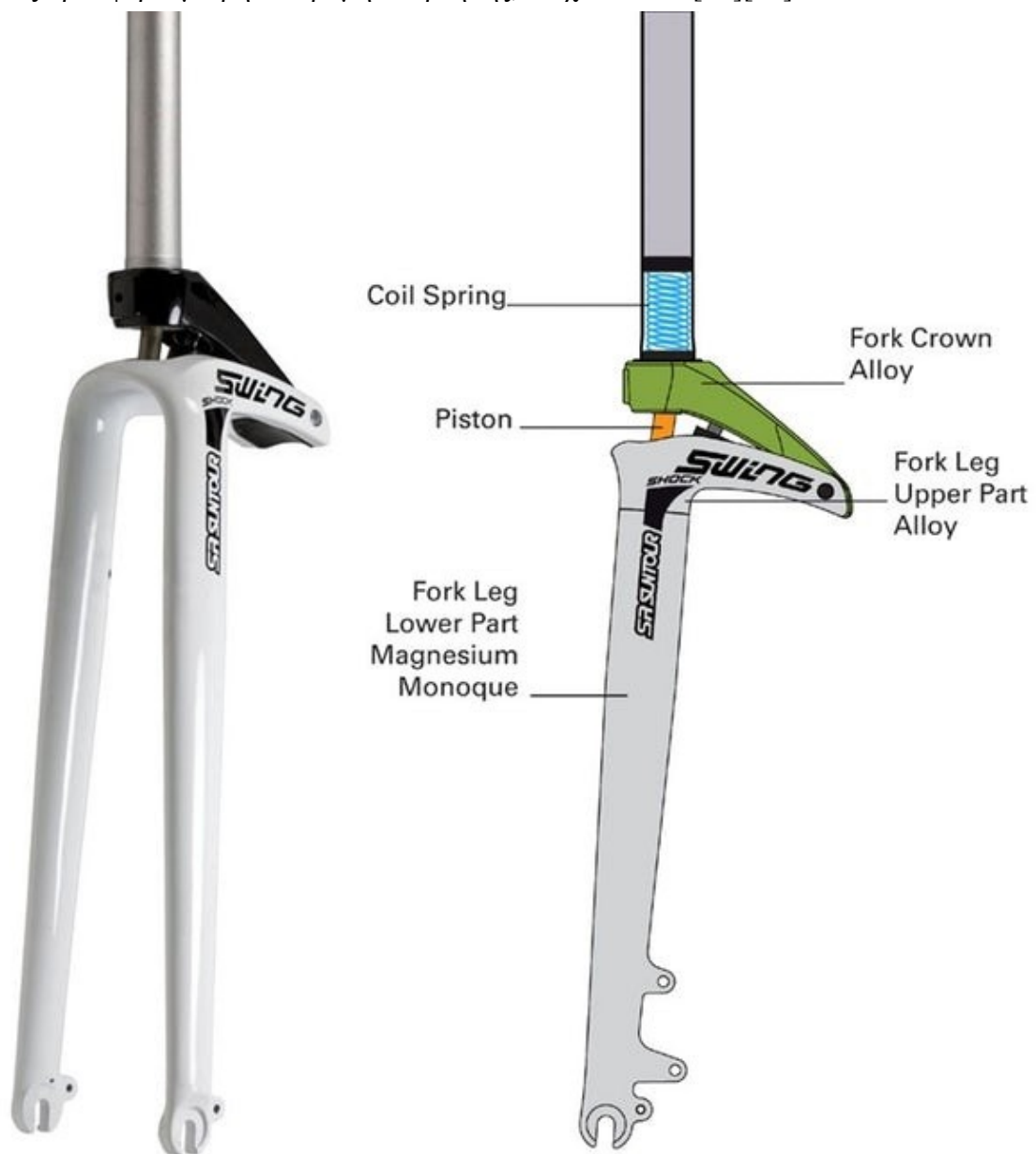
Εικόνα 113. Ποδήλατο cyclocross Cannondale Slate, με εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης LEFTY, της ίδιας εταιρίας.

Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση της εμπρόσθιας ανάρτησης αποτελούν τα πιρούνια της εταιρίας Lauf, του μηχανολόγου και ποδηλάτη Benedikt Skulason και βιομηχανικού σχεδιαστή Gudner Bjornsson. Πρόκειται για πιρούνια δύο λεπίδων, μονού στέμματος, δίχως υποδοχές για τον εμπρόσθιο τροχό. Οι υποδοχές αυτές είναι κατασκευασμένες σε δύο διαφορετικά εξαρτήματα, ένα για την κάθε λεπίδα του πιρουιού. Αυτά ενώνονται με τις λεπίδες του πιρουιού με έξι ελάσματα, τα οποία είναι και ο μηχανισμός ανάρτησης του πιρουιού, σε παραλληλόγραμμη διάταξη. Η διάταξη αυτή εξαλείφει όλα τα κινούμενα μέρη μίας κλασσικής ανάρτησης, εξαλείφοντας έτσι, την τριβή και την ανάγκη συντήρησης. Τα ελατήρια που χρησιμοποιούνται σε αυτή την ανάρτηση είναι κατασκευασμένα από S2 στρατιωτικών προδιαγραφών υαλοβάμβακα, με ιδιότητες (σκληρότητα, εύρος κίνησης) ανάλογες με τον τύπο ποδηλάτου για τον οποίο προορίζεται. Το ίδιο το πιρούνι είναι κατασκευασμένο από συνθετικά υλικά όπως πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Χρησιμοποιούνται σε πληθώρα τύπων ποδηλάτων όπως εκτός δρόμου, cyclocross, fatbikes, τουρισμού.[94]



Εικόνα 114. Το πιρούνι με το σύστημα ανάρτησης της εταιρίας Lauf.

Μία άλλη προσέγγιση είναι αυτή της εταιρίας SR SUNTOUR, με το πιρούνι Swing Shock. Πρόκειται για ένα πιρούνι δύο λεπίδων, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από μαγνήσιο, με ειδική όμως διάταξη στο άνω μέρος του, όπου υπάρχει μία αρθρωτή σύνδεση με το στέμμα το οποίο με τη σειρά του συνδέεται στο σωλήνα διεύθυνσης. Το άνω μέρος του πιρουνιού και το στέμμα είναι κατασκευασμένα από κράμα αλουμινίου. Στο πάνω μέρος του πιρουνιού βρίσκεται ένα έμβολο το οποίο είναι συνδεδεμένο με ένα ελατήριο εσωτερικά του σωλήνα διεύθυνσης (του οποίου μπορεί να ρυθμιστεί η προφόρτιση), συνθέτοντας τον μηχανισμό ανάρτησης του πιρουνιού. Το πιρούνι με αυτό το μηχανισμό εμπρόσθιας ανάρτησης κατασκευάζεται από την εταιρία για ποδήλατα δρόμου και πόλεως, καθώς προσφέρει μικρή διαδρομή ανάρτησης, 30 χιλιοστών.[95][96]



Εικόνα 115. Το πιρούνι Swing Shock με το ειδικό σύστημα εμπρόσθιας ανάρτησης, της SR SUNTOUR.

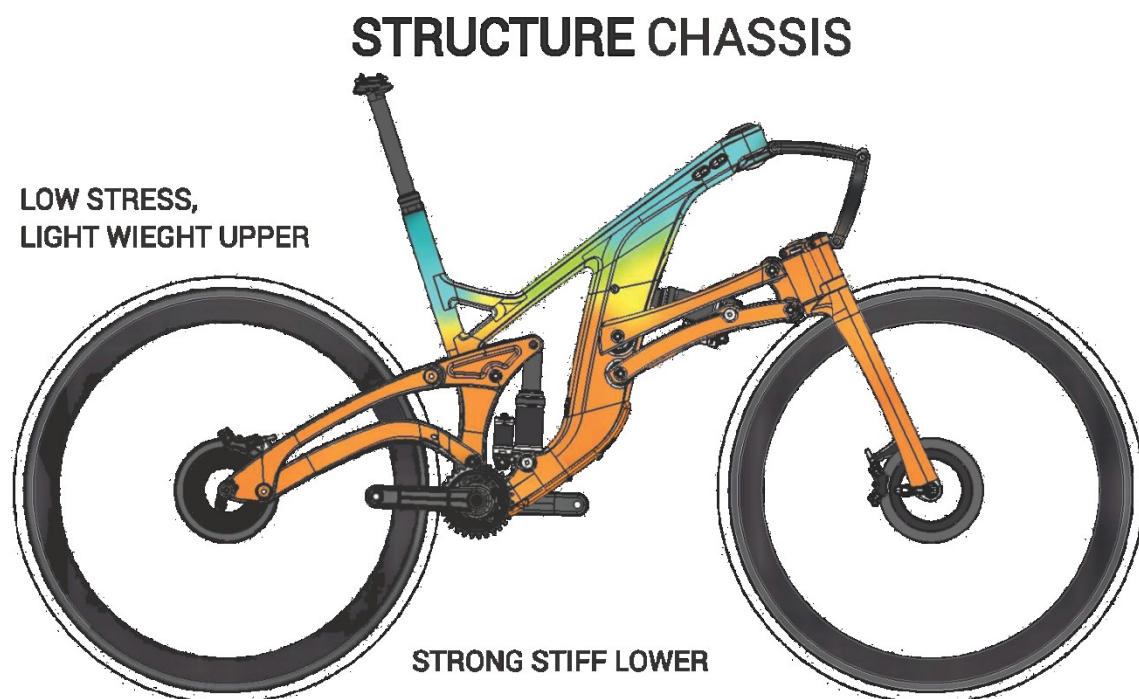
Ένας ενδιαφέρον τύπος εμπρόσθιας ανάρτησης κατασκευάστηκε από τον Norman Hossack. Πρόκειται για ένα πιρούνι δύο λεπίδων το οποίο συνδέεται με τέσσερις ράβδους σε παραλληλόγραμμη διάταξη με το σωλήνα διεύθυνσης. Στο άνω σημείο ενώνεται με δύο ράβδους στο ίδιο το σωλήνα διεύθυνσης (εξωτερικά του σκελετού) και στο κάτω σημείο με δύο ράβδους στο στέμμα. Το πραγματικά ενδιαφέρον γεγονός σχετικά με αυτό τον μηχανισμό ανάρτησης είναι πως χρησιμοποιεί αποσβεστήρα οπίσθιου τύπου coilover, ανάρτηση δηλαδή που χρησιμοποιούν τα ποδήλατα για τον οπίσθιο τροχό τους, και ενσωματώνει τόσο το ελατήριο, όσο και τον μηχανισμό απόσβεσης, σε μία ενιαία μονάδα. Η ανάρτηση αυτή συνδέεται στο κάτω μέρος της, στο πιρούνι και στο άνω μέρος της στο λαιμό του τιμονιού.

Ο κατασκευαστής αυτής της ανάρτησης δηλώνει ότι είναι ακόμα υπό ανάπτυξη, με στόχους να έχει το ίδιο βάρος με αυτές του εμπορίου, λιγότερη ευκαμψία, να ταιριάζει σε όλους τους σκελετούς και να έχει εύρος κίνησης 100 χιλιοστά, ωστόσο παραμένει ένα ενδιαφέρον σχέδιο.[97]



Εικόνα 116. Το εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης που εξελίχθηκε από τον Norman Hossack.

Ένας πραγματικά εκπληκτικός και πρωτότυπος νέος τύπος ανάρτησης είναι ο μηχανισμός ανάρτησης WTF Suspension System της εταιρίας Structure Cycleworks. Τα αρχικά αυτού του μηχανισμού σημαίνουν Without Telescoping Fork (WTF™), δηλαδή ανάρτηση δίχως τηλεσκοπικό πιρούνι. Σε αυτού του είδους την ανάρτηση, το πιρούνι είναι σχεδιασμένο σαν προέκταση του σκελετού καθώς συνδέεται πάνω του. Αντί του κλασικού κούτελου που μέσα του εισέρχεται ο σωλήνας διεύθυνσης, υπάρχουν δύο. Ένα στον σκελετό για την έδραση του τιμονιού και τον έλεγχο της διεύθυνσης και ένα για την έδραση του πιρουνιού. Το πιρούνι, το οποίο είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, συνδέεται με δύο στέμματα στο κάτω κούτελο. Αυτό με τη σειρά του συνδέεται με τη σειρά του με τον κάτω σωλήνα του σκελετού με τέσσερις παράλληλους βραχίονες, δύο ανά ζεύγη, επίσης κατασκευασμένους από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, σχηματίζοντας ένα παραλληλόγραμμο και μία στιβαρή σύνδεση. Ο αποσβεστήρας τοποθετείται μεταξύ του κάτω σωλήνα του σκελετού και των δύο κάτω βραχιόνων. Η σύνδεση μεταξύ πιρουνιού και τιμονιού επιτυγχάνεται με ένα αρθρωτό βραχίονα, που μεταφέρει την κίνηση από το τιμόνι στο πιρούνι και εν τέλει στον εμπρόσθιο τροχό. Σύμφωνα με την εταιρία σε αυτού του είδους η ανάρτηση οι τάσεις δεν επικεντρώνονται στο κούτελο όπως σε ένα κλασικό σχεδιασμό, αλλά μοιράζονται στον πυρήνα του σκελετού.[98]



Εικόνα 117. Ο μηχανισμός εμπρόσθιας ανάρτησης Without Telescoping Fork, της εταιρίας Structure Cycleworks.

5.3.2. Ανάρτηση - απόσβεση κραδασμών λαιμού τιμονιού

Θέλοντας να ομαλοποιήσουν περισσότερο την οδηγική εμπειρία του αναβάτη μερικές εταιρίες έχουν παράγει αρθρωτούς λαιμούς τιμονιού με ενσωματωμένη ανάρτηση.

Ένα παράδειγμα αποτελούν οι λαιμοί της εταιρίας Softride, κατασκευασμένοι από αλουμίνιο ή chromoly. Ο λαιμός χωρίζεται σε τέσσερα μέρη. Στις δύο άκρες του βρίσκονται οι υποδοχές που εδράζονται με το σωλήνα διεύθυνσης και το τιμόνι αντίστοιχα. Αυτές οι δύο υποδοχές ενώνονται μεταξύ τους, στο άνω μέρος με μία ράβδο και στο κάτω με τον αποσβεστήρα, σε παραλληλόγραμμη διάταξη.[99]



© 1996 Bike-Pro Publications

Εικόνα 118. Λαιμός αλουμινίου με ενσωματωμένη ανάρτηση, της SOFTRIDE.



© 1996 Bike-Pro Publications

Εικόνα 119. Λαιμός chromoly με ενσωματωμένη ανάρτηση, της SOFTRIDE.

Ένα πιο πρόσφατο παράδειγμα αποτελούν οι λαιμοί της εταιρίας Starfast, των μηχανολόγων Sam Kovalak και Charlie Brickey. Η διαφορά αυτού του συστήματος έγκειται στο γεγονός ότι δεν βασίζεται σε μεταλλικό ελατήριο αλλά σε αποσβεστήρα αέρα, ο οποίος ρυθμίζεται, αυξομειώνοντας την πίεση του, τόσο στη συμπίεση όσο και στην επαναφορά. Ο σχεδιασμός του βασίζεται σε τρία μέρη, τη βάση του λαιμού που εδράζεται στο σωλήνα διεύθυνσης, τον ίδιο τον λαιμό ο οποίος είναι ενωμένος με τη βάση μέσω άρθρωσης και τον αποσβεστήρα. Η βάση του λαιμού έχει ειδική προέκταση στην οποία συνδέεται το κάτω μέρος του αποσβεστήρα. Το πάνω μέρος του συνδέεται σχεδόν στη μέση του λαιμού. Εκτός των ρυθμίσεων που δέχεται ο αποσβεστήρας αέρος, αυξομειώνοντας την πίεσή του, μπορεί να ρυθμιστεί επίσης ύψος, αλλάζοντας την κλίση του με την χρήση πρόσθετων δαχτυλιδιών (spacers), με εύρος κλίσης τις 25 μοίρες.[100]



CX MAGAZINE.COM

Εικόνα 120. Ο λαιμός με ενσωματωμένη ρυθμιζόμενη ανάρτηση αέρος, της Starfast.



CX MAGAZINE.COM

Εικόνα 121. Η αυξομείωση της πίεσης του αέρα γίνεται μέσω βαλβίδας Schrader, με μέγιστο τα 275 psi.



CX MAGAZINE.COM

Εικόνα 122. Τα πρόσθετα δαχτυλίδια(spacers), υπεύθυνα για την αυξομείωση της γωνίας κλίσης και άρα του ύψους του λαιμού.

5.3.3. Ανάρτηση - απόσβεση κραδασμών σε σέλες / ντίζες σελών

Η πιο απλή μορφή απόσβεσης κραδασμών στη σέλα ενός ποδηλάτου είναι η τοποθέτηση ειδικού αφρώδους υλικού στην επιφάνειά της, καθώς έρχεται σε άμεση επαφή με τον αναβάτη. Το υλικό αυτό παλαιότερα συνήθως ήταν αφρολέξ, ενώ σήμερα τείνει να χρησιμοποιείται gel σιλικόνης. Ο σχεδιασμός της παίζει μεγάλο ρόλο ανάλογα με τον τύπο του ποδηλάτου που θα χρησιμοποιηθεί. Για παράδειγμα, οι σέλες των ποδηλάτων πόλεως τείνουν να είναι πιο φαρδιές με περισσότερο απορροφητικό υλικό, από μία πιο στενή αγωνιστικού τύπου. Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται στο σχεδιασμό τους, λόγω της ανατομίας του ανθρώπινου σώματος και συγκεκριμένα των ανδρών. Πιο αναλυτικά πολλές σέλες σχεδιάζονται με κενό στη διαμήκη επιφάνειά τους (μπορεί ακόμα και να απουσιάζει αρκετό από το εμπρός της μέρος), ώστε να μην πιέζεται ο προστάτης του ανδρικού σώματος και μεταφέρονται σε αυτών οι πιέσεις και οι κραδασμοί κατά τη διάρκεια της ανάβασης του ποδηλάτου.



Εικόνα 123. Σέλλα με ειδική εγκοπή για αποφυγή ερεθισμού του προστάτη σε άνδρες αναβάτες, της selle italia.

Ο επόμενος πιο απλός τρόπος απόσβεσης κραδασμών είναι η τοποθέτηση ελατηρίων μεταξύ της κάτω πλευράς της σέλας και των ράγων στερέωσης αυτής με την ντίζα. Μία εταιρία, η Risten, σχεδίασε ένα μηχανισμό απόσβεσης κραδασμών που τοποθετείται μεταξύ σέλας και ντίζας σέλας, και είναι ικανός να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε τύπο ποδηλάτου, με την ονομασία Spring. Πρόκειται για μία ράβδο κατασκευασμένη από ατσάλι ή αλουμίνιο, λυγισμένη σε μορφή U. Χαρακτηριστική είναι η ιδιότητα που διαθέτει, μετακινώντας την ανάλογα, να ρυθμίζεται ανάλογα και με το βάρος του αναβάτη.[101]



Εικόνα 124. Ο μηχανισμός απόσβεσης κραδασμών Spring, της εταιρίας Risten.

Χαρακτηριστικοί είναι και οι μηχανισμοί απόσβεσης κραδασμών που έχουν εξελιχθεί πάνω στις ντίζες σέλας. Ο πιο απλός τύπος χρησιμοποιεί ελαστομερή παρεμβύσματα (σινεμπλόκ) εν μέσω της κατασκευής για την απορρόφηση των κραδασμών.[102]



Εικόνα 125. Ντίζα σέλας CG-R της Specialised κατασκευασμένη από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, με ελαστομερή παρέμβυσμα Zert για την απόσβεση κραδασμών.

Ένας άλλος τύπος ντίζας σέλας με μηχανισμό ανάρτησης είναι ο αρθρωτός μηχανισμός με ελατήριο. Σε αυτού του τύπου τους μηχανισμούς το άνω μέρος της ντίζας ενώνεται με η βάση της σέλας με δύο ή τέσσερις (δύο ανά ζεύγος) ράβδους σε παράλληλη διάταξη. Ένα ή δύο ελατήρια ενώνονται μεταξύ της ντίζας σέλας και της βάσης της σέλας, ή μεταξύ των δύο ράβδων, συνθέτοντας τον μηχανισμό ανάρτησης. Συνήθως αυτοί η μηχανισμοί είναι ρυθμιζόμενοι στις προτιμήσεις του αναβάτη.[103][104]



Εικόνα 126. Ντίζα σέλας με μηχανισμό ανάρτησης, Body Float, της Cirrus Cycles.



Εικόνα 127. Ντίζα σέλας με μηχανισμό ανάρτησης, G.1 Urban parallel, της By Schulz.

Ένας άλλος τύπος ντίζας σέλας είναι αυτός που χρησιμοποιεί ζεύγος κυλίνδρων, ακριβώς όπως και η εμπρόσθια ανάρτηση. Ενσωματώνει σε ένα σωλήνα τόσο το ελατήριο αέρος όσο και τον μηχανισμό απόσβεσης (υδραυλικό λάδι). Όπως και οι υπόλοιποι μηχανισμοί έτσι και σε αυτόν, αυξομειώνοντας την πίεση του αέρα ρυθμίζεται η ανάρτηση. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι σε αρκετά μοντέλα, η ανάρτηση κλειδώνει κλείνοντας τις διόδους του υδραυλικού λαδιού, με ειδικό χειριστήριο που εδράζεται στο τιμόνι.[105]



Εικόνα 128. Ντίζα σέλας με ρυθμιζόμενη ανάρτηση αέρα, υδραυλικής απόσβεσης, HQS-R, της DNM.

Εικόνα 129. Το χειριστήριο κλειδώματος της ανάρτησης.

Μία παραλλαγή αυτής της ντίζας σέλας αποτελούν οι ντίζες dropper. Εξωτερικά μοιάζουν με τις ντίζες με πνευματική ανάρτηση και υδραυλικό αποσβεστήρα. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός ότι εσωτερικά έχουν πεπιεσμένο αέρα με μικρή πίεση, ικανή μόνο να προεκτείνει τη ντίζα μέχρι το άνω νεκρό σημείο της διαδρομής της. Για αυτό το λόγο συμπιέζεται αρκετά εύκολα μέχρι το κάτω νεκρό σημείο. Επίσης και αυτή έχει χειριστήριο που μπορεί να την κλειδώσει σε όποιο ύψος επιθυμεί ο αναβάτης. Αυτού του είδους η ντίζα σέλας χρησιμοποιείται σε ποδήλατα εκτός δρόμου όπου ο αναβάτης περνάει από πολλά εμπόδια και χρειάζεται αρκετή ελευθερία κινήσεων, για το λόγο αυτό άμεσα μπορεί μόνο με το βάρος του σώματος και τη βοήθεια του χειριστηρίου, να κλειδώσει την ντίζα στο κατώτερο σημείο της διαδρομής της. Όταν το επιθυμεί, η πίεση του αέρα που περικλείεται εσωτερικά μπορεί να την επαναφέρει στο επιθυμητό ύψος.[106]



Εικόνα 130. Ντιζα σέλας τύπου dropper, εγκατεστημένη σε ποδήλατο εκτός δρόμου.

5.3.4. Οπίσθια ανάρτηση

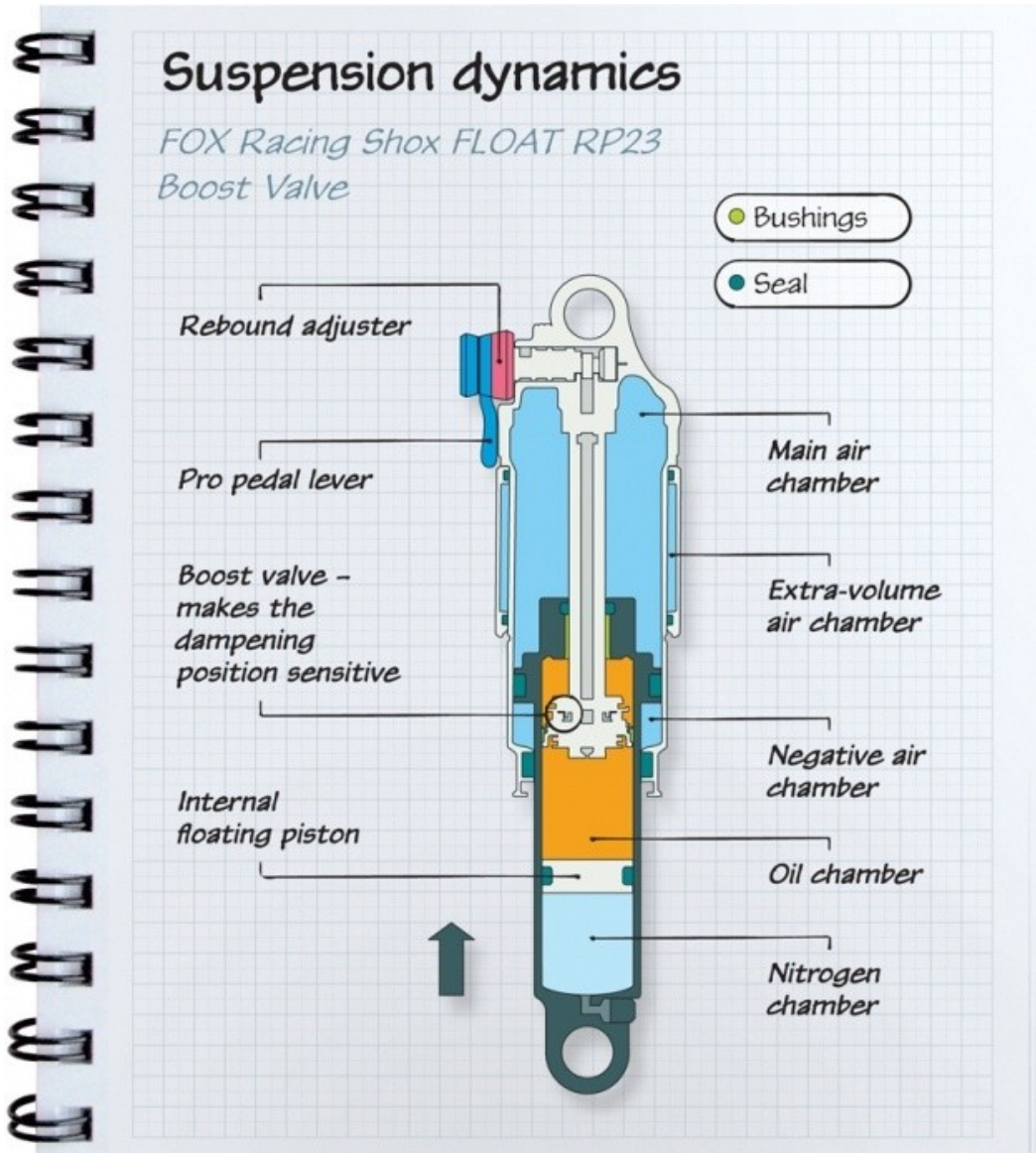
Η ύπαρξη συστήματος οπίσθιας ανάρτησης σε ένα ποδήλατο επιβάλλει ειδική μέριμνα κατά το σχεδιασμό του, και άρα ειδική γεωμετρία. Τα περισσότερα ποδήλατα εκτός δρόμου έχουν σκελετό που σχηματίζει μόνο το εμπρόσθιο τρίγωνο (οριζόντιος σωλήνας, κάτω σωλήνας, κάθετος σωλήνας), με το οπίσθιο τρίγωνο (άνω / κάτω ψαλίδια και τη μπάρα σύνδεσής τους) να σχηματίζει ξεχωριστά ένα υποπλαίσιο και να ενώνεται με τον κυρίως σκελετό με τον αποσβεστήρα και πείρους σύνδεσης.

Ο πιο απλός τύπος οπίσθιας ανάρτησης που όμως ενσωματώνεται στον κλασικό σκελετό τύπου διαμάντι είναι η ανάρτηση soft tail. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στον λυγισμό των κάτω ψαλιδιών και στην ύπαρξη ελαστομερούς ή αποσβεστήρα κραδασμών στα άνω ψαλίδια, πλησίον της σύνδεσης με τον κάθετο σωλήνα. Διότι ακριβώς βασίζεται στο λυγισμό των κάτω ψαλιδιών, έχει περιορισμένο εύρος κίνησης, συνήθως 2,5 - 5 εκατοστά ή 1 - 2 ίντσες.[107]



Εικόνα 131. Σκελετός ποδηλάτου εκτός δρόμου Unicoi, με οπίσθιο σύστημα ανάρτησης soft tail, της Litespeed.

Όλοι οι υπόλοιποι τύποι οπίσθιας ανάρτησης που θα αναφερθούν στη συνέχεια, χρησιμοποιούν αποσβεστήρα που συνδυάζει τόσο τον μηχανισμό ελατηρίου είτε πνευματικό (αέρος) είτε μεταλλικό, όσο και τον υδραυλικό μηχανισμό απόσβεσης (λαδιού). Όπως και οι εμπρόσθιοι μηχανισμοί ανάρτησης που αναφέρθηκαν έτσι και αυτοί έχουν δυνατότητες ρύθμισης.[89][90]



Εικόνα 132. Σχηματική αναπαράσταση οπίσθιας ανάρτησης FOX Racing Shox FLOAT RP23 Boost Valve, με ελατήριο αέρος και υδραυλικό αποσβεστήρα λαδιού.



Εικόνα 133. Οπίσθια ανάρτηση με εξωτερικό μεταλλικό ελατήριο και υδραυλικό αποσβεστήρα.

Οι δύο κυριότεροι τύποι οπίσθιων αναρτήσεων είναι η οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου (single pivot) και η οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων (four bar linkage). Η κάθε μία από αυτές έχει τις διάφορες παραλλαγές τις.

Ο πιο απλός τύπος, αυτός της οπίσθιας ανάρτησης μονού πείρου (single pivot), έχει τα άνω / κάτω ψαλίδια συνδεδεμένα σταθερά με τα σημεία έδρασης οπίσθιου άξονα, και μαζί με μία ράβδο ένωσης των δύο, σχηματίζεται το οπίσθιο τρίγωνο, το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και σαν ένα ενιαίο ψαλίδι. Αυτό λοιπόν το ψαλίδι στο τέλος του εδράζει τον πίσω άξονα και στο κάτω μέρος του ενώνεται στον σκελετό του ποδηλάτου με ένα μόνο πείρο ο οποίος μπορεί να βρίσκεται συνήθως στον κάτω σωλήνα, σε μικρή απόσταση από το κέλυφος μεσαίας τριβής. Στο άνω μέρος του ενώνεται στον σκελετό μέσω του αποσβεστήρα. Η διάταξη αυτής της ανάρτησης, όταν αυτή συμπιέζεται, οδηγεί το κέντρο του πίσω άξονα σε κυκλική τροχιά σε συνάρτηση με τον πείρο σύνδεσης του ψαλιδιού. Μία παραλλαγή αυτού του τύπου, είναι ο τύπος οπίσθιας ανάρτησης High single pivot, ο οποίος έχει τον πείρο σύνδεσης σε μεγαλύτερο ύψος από το απλό σύστημα μονού πείρου, συνήθως ψηλότερα από το ύψος του μικρού εμπρόσθιου οδοντωτού δίσκου. [108][109][110]



Εικόνα 134. Οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου, σε ποδήλατο Cannondale.

Επόμενος τύπος οπίσθιας ανάρτησης είναι η οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου με ζύγωθρο. Στα αγγλικά ο όρος απαντάται ως rocker activated single pivot, complex single pivot, faux bar, ή και linkage driven single pivot. Τα κάτω ψαλίδια, τα οποία εδράζουν και τον πίσω άξονα, στην μία τους άκρη ενώνονται μέσω ενός πείρου με τον σκελετό και στην άλλη έχουν ενσωματωμένα τα σημεία έδρασης πίσω άξονα. Αυτά ενώνονται μέσω δύο πείρων (έναν για κάθε πλευρά) με τα άνω ψαλίδια και αυτά με ένα ζύγωθρο, το οποίο με τη σειρά του ενώνεται με τον αποσβεστήρα και αυτός έπειτα με τον σκελετό. Το ζύγωθρο είναι και αυτό συνδεδεμένο με τον σκελετό, στον κάθετο σωλήνα, μέσω ενός πείρου, σχηματίζοντας έτσι μία σύνδεση τεσσάρων ράβδων (four bar linkage), στον μηχανισμό της ανάρτησης, αποτελούμενο δηλαδή από τα κάτω ψαλίδια, τον κάθετο σωλήνα, το ζύγωθρο και τα άνω ψαλίδια. Αυτή η διάταξη χρησιμοποιεί το ζύγωθρο για την λειτουργία του αποσβεστήρα. Καθώς όπως προαναφέρθηκε τα κάτω ψαλίδια είναι σταθερά ενωμένα με τα σημεία έδρασης πίσω άξονα και συνδέονται μόνο με ένα πείρο με τον σκελετό, ο τύπος αυτός οπίσθιας ανάρτησης εξακολουθεί να ανήκει στην κατηγορία μονού πείρου, διότι όταν και αυτή η διάταξη συμπιέζεται, οδηγεί το κέντρο του πίσω άξονα σε κυκλική τροχιά σε συνάρτηση με τον πείρο σύνδεσης του ψαλιδιού.[108][111]



Εικόνα 135. Οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου με ζύγωθρο.

Μία παραλλαγή αυτού του τύπου αποτελεί η οπίσθια ανάρτηση Split pivot. Η μόνη διαφορά σε αυτού του είδους την ανάρτηση είναι ότι το κέντρο του οπίσθιου άξονα είναι παράλληλα και το σημείο σύνδεσης των άνω και κάτω ψαλιδιών.[112]

Περνώντας στις οπίσθιες αναρτήσεις συνδέσμου τεσσάρων ράβδων, πρώτη θα παρουσιαστεί η απλή μορφή της. Στη μορφή μοιάζει σχεδόν ακριβώς με την ανάρτηση μονού πείρου με ζύγωθρο, με διαφορά πως ενώ στην ανάρτηση μονού πείρου με ζύγωθρο το ένα σημείο σύνδεσης βρίσκεται στα σημεία έδρασης οπίσθιου άξονα και τα άνω ψαλίδια, η ανάρτηση αυτή έχει τα σημεία έδρασης οπίσθιου τροχού ενωμένα σταθερά με τα άνω ψαλίδια και το σημείο ένωσής τους με το υπόλοιπο σύστημα μέσω πείρων βρίσκεται στα κάτω ψαλίδια. Ακριβώς λόγω αυτής της αρθρωτής συνδεσμολογίας κατά τη φάση της συμπίεσης αυτή η ανάρτηση δεν διαγράφει κυκλική τροχιά σε συνάρτηση με τον πείρο σύνδεσης του ψαλιδιού , αλλά ανοδική ελαφρώς ελλειπτική.[108]



Εικόνα 136. Οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων.

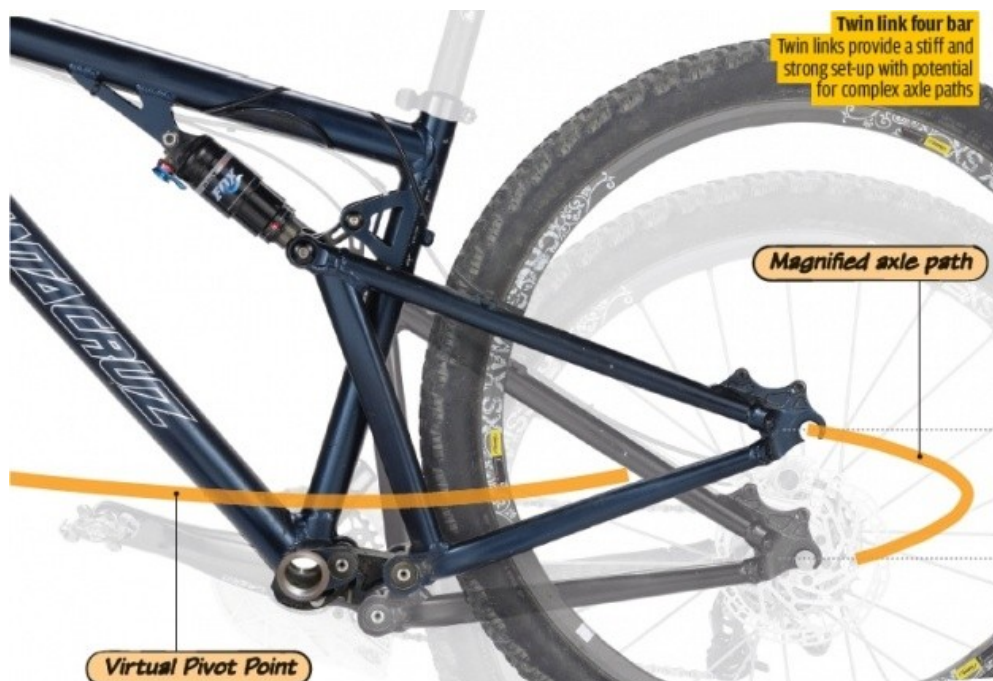
Μία παραλλαγή αυτού του τύπου ανάρτησης αποτελεί η οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Horst link. Χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτής της ανάρτησης αποτελεί το γεγονός ότι τόσο ο πείρος σύνδεσης των κάτω ψαλιδιών όσο και η άκρη του ζύγωθρου συνδέονται και τα δύο στον κάθετο σωλήνα. Ο αποσβεστήρας συνδέεται στη μέση του ζύγωθρου από την μία του άκρη και συνήθως στον οριζόντιο σωλήνα από την άλλη. Μερικές πηγές αναφέρουν και ως Horst link την απλή ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων, καθώς η αρχή λειτουργίας στην οποία βασίζονται παραμένει η ίδια.[108][113]



Εικόνα 137. Οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Horst link.

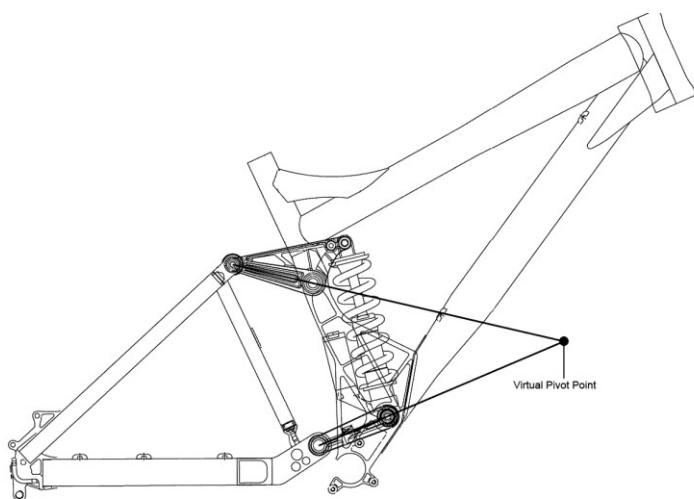
Ο επόμενος τύπος ανάρτησης είναι η οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων, η οποία στα αγγλικά συναντάται ως twin link four bar ή short link four bar. Σε αυτού του τύπου την ανάρτησης τα άνω / κάτω ψαλίδια είναι μονίμως και σταθερά ενωμένα με μία ράβδο ένωσης (ή δύο, μία για κάθε πλευρά), σχηματίζοντας ένα οπίσθιο τρίγωνο, το οποίο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα ενιαίο ψαλίδι. Αυτό το ψαλίδι με την σειρά του ενώνεται μέσω μικρού μήκους ράβδων / συνδέσμων και πείρων με τον σκελετό, στα άνω και κάτω σημεία του ψαλιδιού. Στο κάτω σημείο πίσω από το κέλυφος μεσαίας τριβής, και στο άνω σημείο συνήθως στον κάθετο σωλήνα. Στο άνω σημείο το ψαλίδι, εκτός της σύνδεσης του με τον σκελετό συνδέεται και με τον αποσβεστήρα. Ανάλογα με τη διάταξη και την παραλλαγή της εκάστοτε ανάρτησης αυτού του τύπου, οι τέσσερις ράβδοι, δηλαδή η ράβδος ένωσης άνω / κάτω ψαλιδιών, ο κάθετος σωλήνας του σκελετού και οι δύο ράβδοι ένωσης του ενιαίου ψαλιδιού με τον σκελετό, μπορεί να έχουν τετράπλευρη διάταξη, δηλαδή το ψαλίδι να βρίσκεται ολοκληρωτικά πίσω από τον κάθετο σωλήνα, ή διάταξη χιαστή, δηλαδή ο κάθετος σωλήνας να περνάει μέσα από το ψαλίδι καθώς το σημείο σύνδεσής τους βρίσκεται μπροστά από τον κάθετο σωλήνα και όχι πίσω του.[108][114]

Διάφορες παραλλαγές αυτού του τύπου οπίσθιας ανάρτησης περιλαμβάνουν την ανάρτηση Virtual Pivot Point, η οποία αναπτύχθηκε από τους Jamie Calton και James Klassen, και συνήθως έχει την διάταξη των τεσσάρων ράβδων χιαστή.[108][115]



Εικόνα 138. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Virtual Pivot Point.

Μία ακόμη παραλλαγή αποτελεί και η οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων DW - link, η οποία αναπτύχθηκε από τον Dave Weagle και στην οποία η άνω ράβδος σύνδεσης του ενιαίου ψαλιδιού με τον σκελετό είναι ένα ζύγωθρο το οποίο παράλληλα στην άλλη άκρη του είναι συνδεδεμένο με τον αποσβεστήρα, ο οποίος με την



Εικόνα 139. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων DW -link.

σειρά του είναι συνδεδεμένος με τον σκελετό, συνήθως στον κάθετο σωλήνα λίγο πιο πάνω από το κέλυφος μεσαίας τριβής. Συχνά το σημείο που ενώνεται η κάτω ράβδος σύνδεσης τυγχάνει να είναι το ίδιο σημείο που ενώνεται ο αποσβεστήρας με τον σκελετό.[108][116]

Δύο παρόμοια συστήματα οπίσθιας ανάρτησης βασισμένα στην αρχή λειτουργίας και τη διάταξη DW - link, εξελίχθηκαν, ένα από την εταιρία Giant, με το όνομα Maestro[108][117], καθώς η ανάρτηση Switch link που σχεδιάστηκε από τον Dave Earle.[118]

Μία εναλλακτική προσέγγιση οπίσθιας ανάρτησης διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων αποτελεί αυτή της ανάρτησης Quad Link, η οποία φέρει και τις δύο ράβδους σύνδεσης του ψαλιδιού με τον σκελετό, και κατά συνέπεια όλο το σύστημα διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων, μπροστά από τον κάθετο σωλήνα και συνδεδεμένο με τον κάτω σωλήνα.[108]



Εικόνα 140. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Quad Link.

Ένας ακόμη τύπος οπίσθιας ανάρτησης είναι αυτός που εξελίχθηκε από την εταιρία Felt Bicycles. Πρόκειται για ένα σύστημα έξι ράβδων σύνδεσης τύπου Stephenson. Εμφανισιακά μοιάζει με την οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων DW-link, με διαφορά ότι τα άνω / κάτω ψαλίδια δεν είναι ενωμένα μεταξύ τους με μία ράβδο ένωσης. Αντιθέτως, τα άνω ψαλίδια είναι ενωμένα στο ζύγωθρο, και τα κάτω ψαλίδια στην κάτω ράβδο ένωσης με τον σκελετό. Το ζύγωθρο και η κάτω ράβδος ένωσης με τον σκελετό ενώνονται μεταξύ τους με μία ακόμη ράβδο ένωσης, μέσω πείρων.[119][120]

Μια εκπληκτική οπίσθια ανάρτηση αποτελεί το σύστημα Full Floater της εταιρίας Trek. Σε αυτή την ανάρτηση που είναι τεσσάρων ράβδων, ο αποσβεστήρας εδράζεται αποκλειστικά στον μηχανισμό την ανάρτησης και όχι πλέον το ένα του άκρο στο σκελετό. Ο αποσβεστήρας δηλαδή στο άνω άκρο του είναι συνδεδεμένος με το ζύγωθρο της ανάρτησης, και στο κάτω μέρος του με την προέκταση των κάτω ψαλιδιών. Η εταιρία συνδύασε αυτού του τύπου την ανάρτηση με τον μηχανισμό split pivot, όπου το κέντρο του οπίσθιου άξονα είναι παράλληλα και το σημείο σύνδεσης των άνω και κάτω ψαλιδιών και το ονομάζει Active Braking Pivot.[108][121]



Εικόνα 141. Οπίσθια ανάρτηση τεσσάρων ράβδων Full Floater Active Braking Pivot.

Μία ακόμα ενδιαφέρουσα εναλλακτική πρόταση οπίσθιας ανάρτησης αποτελεί η ανάρτηση με μηχανισμό Floating Drivetrain. Πρόκειται για αναρτήσεις που φέρουν πλέον στο οπίσθιο αναρτώμενο σύνολο και την εμπρόσθια διάταξη παραγωγής κίνησης, δηλαδή το κέλυφος μεσαίας τριβής, και το δισκοβραχίονα μαζί με τα πετάλια.

Η πιο απλή μορφή αυτής της ανάρτησης είναι το Ενιαίο Οπίσθιο Τρίγωνο, στα αγγλικά Unified Rear Triangle. Όπως αναφέρει και το όνομα της τα κάτω και άνω ψαλίδια μαζί με τη ράβδο ένωσής τους σχηματίζουν ένα ενιαίο τρίγωνο. Στην ένωση κάτω ψαλιδιών και ράβδου ένωσης υπάρχει το κέλυφος μεσαίας τριβής. Το ενιαίο πλέον αυτό οπίσθιο τρίγωνο

ενώνεται στο μέσο περίπου της ράβδου σύνδεσης με τον σκελετό στο μέρος που κλασικά θα υπήρχε το κέλυφος μεσαίας τριβής. Στο σημείο σύνδεσης άνω ψαλιδιών και ράβδου σύνδεσης ενώνεται με τον αποσβεστήρα, ο οποίος με τη σειρά του με τον σκελετό. Στη ράβδο σύνδεσης άνω / κάτω ψαλιδιών υπάρχουν ειδικές εδράσεις για την σύνδεση με τον σκελετό, σε μερικές εκδοχές όμως μπορούν να αντικατασταθούν από προεκτεινόμενες σωλήνες.[108][122]



Εικόνα 142. Οπίσθια ανάρτηση με σύστημα Floating Drivetrain, Ενιαίου Οπίσθιου Τριγώνου, σε σκελετό Trek.



Εικόνα 143. Οπίσθια ανάρτηση με σύστημα Floating Drivetrain, Ενιαίου Οπίσθιου Τριγώνου.

Ένα ενδιαφέρον σύστημα αποτελεί το Independent Drivetrain, που εξελίχθηκε από τον Jim Busby για λογαριασμό της εταιρίας GT Bicycles. Το όλο σύστημα είναι συνδέσμου τεσσάρων ράβδων ενώ η οπίσθια ανάρτηση καθαυτή είναι μονού πείρου. Το κέλυφος μεσαίας τριβής είναι τοποθετημένο εκκεντρικά σε ένα κυλίσιοτριβέα μέσα στο ψαλίδι. Η απόσταση από το κέντρο του κυλίσιοτριβέα και της μεσαίας τριβής δημιουργεί ένα πολύ μικρού μήκους σύνδεσμο, και το ψαλίδι δημιουργεί έναν άλλο. Ένας σύνδεσμος μεταξύ του κελύφους του κυλίσιοτριβέα και του σκελετού ολοκληρώνει το σύστημα τεσσάρων συνδέσμων, με το κέλυφος μεσαίας τριβής να βρίσκεται στον πλευστό σύνδεσμο και την όλη σύνδεση σαν σύνολο να κινείται από την κίνηση του ψαλιδιού.[108][123]



Εικόνα 144. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Independent Drivetrain.

Ο επόμενος τύπος floating drivetrain με την ονομασία Monolink εξελίχτηκε από τον Paul Turner, ιδρυτή της εταιρίας RockShox και κατασκευάζεται από την εταιρία Maverick Bikes. Πρόκειται για μία εκδοχή του συστήματος Independent Drivetrain, δανείζεται όμως στοιχεία και από τον μηχανισμό MacPherson. Το ενιαίο ψαλίδι χρησιμοποιεί τρεις συνδέσμους με πείρους και παλινδρομική κίνηση του αποσβεστήρα παρέχει τον τέταρτο βαθμό ελευθερίας. Το ψαλίδι στο άνω μέρος του έχει τον αποσβεστήρα ο οποίος με την σειρά του ενώνεται με τον σκελετό. Στο κάτω μέρος του ενώνεται με τον σκελετό με μία ράβδο ένωσης στο μέσω της οποίας υπάρχει το κέλυφος μεσαίας τριβής.[108][124]



Εικόνα 145. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Monolink.

Έναν ακόμη τύπο floating drivetrain αποτελεί το σύστημα Pendbox, το οποίο απαντάται στα ποδήλατα της εταιρία Lapierre. Η ανάρτηση είναι μονού πείρου με ζύγωθρο. Στο κάτω μέρος του ψαλιδιού μία μικρού μήκους ράβδος ενώνεται μέσω πείρου με μία ακόμη και εν συνεχεία αυτή η δεύτερη ράβδος πάλι μέσω πείρου ενώνεται με τον σκελετό, σχηματίζοντας μία σύνδεση τεσσάρων ράβδων. Η δεύτερη ράβδος ένωσης ονομάζεται Pendbox και φέρει το κέλυφος μεσαίας τριβής, το οποίο μπορεί να είναι στο επάνω ή κάτω μέρος της.[125][126]

Pendbox



Εικόνα 146. Σκελετός ποδηλάτου Lapierre X-FLOW, ανάρτησης μονού πείρου με ζύγωθρο και μηχανισμό Floating drivetrain, τύπου Pendbox.

Μία πραγματικά καινοτόμα εξέλιξη στον τομέα των αναρτήσεων αποτελεί το πειραματικό πρωτότυπο ποδήλατο Orbiter του σχεδιαστή Daniel Frintz, που παρουσίασε η Γερμανική εταιρία Canyon. Πρόκειται για ένα ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο εκτός δρόμου, με ηλεκτρομαγνητικά ελεγχόμενες αναρτήσεις. Το σύστημα οπίσθιας ανάρτησης του συγκεκριμένου ποδηλάτου είναι μονού πείρου με ένα εύκαμπτο σύνδεσμο υπό την ονομασία Carbon Flex να εκτελεί χρέη αποσβεστήρα, μεταξύ των άνω και κάτω ψαλιδιών. Η λειτουργία του βασίζεται στο γεγονός ότι σε αυτούς τους συνδέσμους υπάρχουν ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι χρησιμοποιούν μαγνητική αντίσταση με σκοπό να αυξομειώσουν την ευαισθησία και την ελευθερία κίνησης του συνδέσμου. Κρίνεται

εύλογο να τονιστεί πως η ενέργεια κατά την κίνηση μπορεί να απορροφηθεί από τους συνδέσμους και να επιστρέψει στους ηλεκτρικούς κινητήρες ελέγχοντας έτσι την επαναφορά (rebound) της ανάρτησης. Ολόκληρο το σύστημα της ανάρτησης είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενο από αισθητήρες οι οποίοι ανιχνεύουν και αντιδρούν στις δυνάμεις που ασκούνται στον τροχό.[127]



Εικόνα 147. Το πρωτότυπο ποδήλατο Orbiter της εταιρίας Canyon, με ηλεκτρομαγνητικές αναρτήσεις.



Εικόνα 148. Ο σύνδεσμος CARBON FLEX, του ποδηλάτου Orbiter. Διακρίνεται και ο ηλεκτρικός κινητήρας για την κίνηση του ποδηλάτου.

Φτάνοντας στο τέλος του υποκεφαλαίου Ανάρτηση - Απόσβεση κραδασμών, αρμόζει να αναφερθεί πως εκτός από τα δίτροχα ποδήλατα είτε αυτά είναι εντός ή εκτός δρόμου, μηχανισμοί αναρτήσεων έχουν εφαρμοσθεί και στα ποδήλατα recumbent, αυτά δηλαδή που φέρουν τον αναβάτη σε θέση ανάκλισης, με τον πιο συνηθισμένο οπίσθιο τύπο να είναι αυτός του μονού πείρου. Μπροστινή ανάρτηση συναντάται ως επί το πλείστον στα ποδήλατα κοντού μεταξονίου αυτού του είδους.[128]

Σε ποδήλατα με τρεις ή τέσσερις τροχούς, ενός ή και περισσοτέρων αναβατών συνηθίζεται επίσης και ο μηχανισμός ανεξάρτητης ανάρτησης με διπλά ψαλίδια. Ένα παράδειγμα αποτελεί το τετράτροχο ποδήλατο Athos, εκτός δρόμου ενός αναβάτη της εταιρίας Contes Engineering, που προσφέρει την σταθερότητα και τα χαρακτηριστικά χειρισμού ενός τετράτροχου οχήματος με την ευελιξία ενός ποδηλάτου.[129]



Εικόνα 149. Το τετράτροχο ποδήλατο Athos της Contes Engineering, με μηχανισμό ανεξάρτητων αναρτήσεων διπλών ψαλιδιών.

5.4. Μέθοδοι πρόωσης και παραγωγής κινητήριας ισχύος

Από τις πρώτες μορφές ποδηλάτου όπου η κίνηση παρεχόταν από τον αναβάτη ο οποίος έσπρωχνε με τα πόδια του το έδαφος έως τις μέρες μας όπου τα ποδήλατα έχουν την δυνατότητα ηλεκτρικής υποβοήθησης, αρκετές εξελίξεις έχουν αναπτυχθεί. Στη συνέχεια αυτού του υποκεφαλαίου θα παρουσιαστούν οι διάφορες μέθοδοι πρόωσης και παραγωγής κινητήριας ισχύος ενός ποδηλάτου.

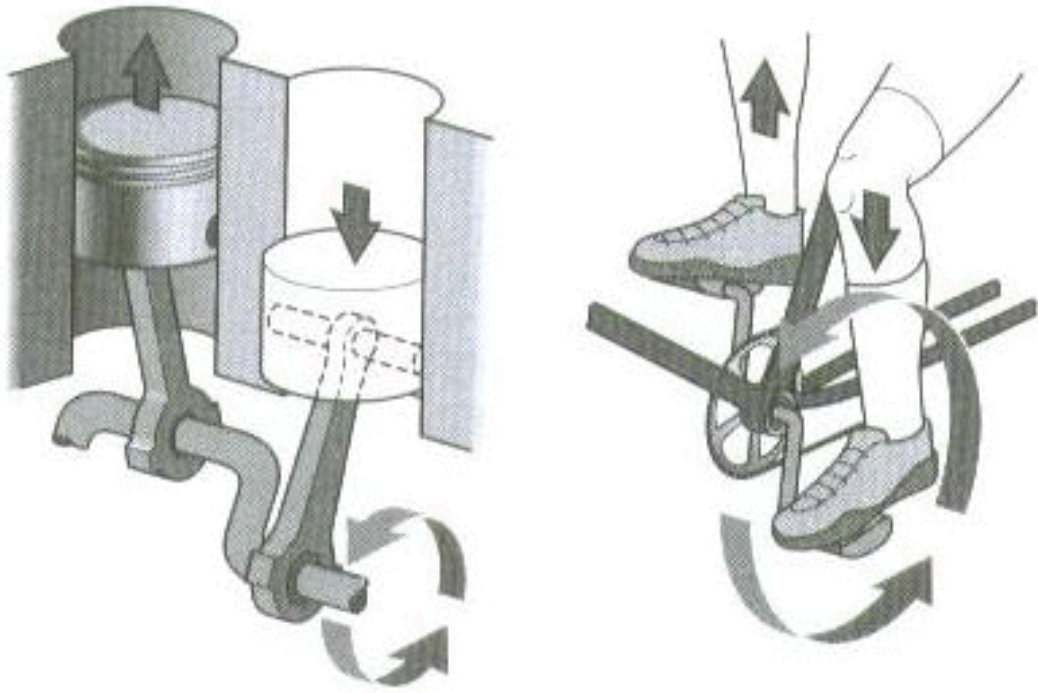
5.4.1. Μυϊκή Ισχύς



Η πιο διαδεδομένη μέθοδος κίνησης ενός ποδηλάτου είναι με την μυϊκή ισχύ του αναβάτη του. Η πιο απλή μέθοδος κίνησης ποδηλάτου με μυϊκή ισχύς και η πρώτη μάλιστα, που έχει επιβιώσει μέχρι και σήμερα, είναι η πρόωση με τα πόδια του αναβάτη. Σήμερα χρησιμοποιείται σε ποδήλατα ισορροπίας τα οποία χρησιμοποιούνται από μικρής ηλικίας αναβάτες ώστε ωθώντας με τα ίδια τους τα πόδια το έδαφος να αναπτύξουν την αίσθηση της ισορροπίας.[130]

Εικόνα 19. Ξύλινο ποδήλατο ισορροπίας.

Η μέθοδος κίνησης ποδηλάτου με μυϊκή ισχύ που απαντάται περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη είναι η κίνηση με πετάλια, που χρησιμοποιεί την παλινδρομική κίνηση των ποδιών. Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στην μετατροπή της παλινδρομικής κίνησης των ποδιών του αναβάτη, σε περιστροφική, μέσω των πεταλιών, και του δισκοβραχίονα. Τα πετάλια είναι το μέρος όπου εδράζονται τα πέλματα του αναβάτη και ο δισκοβραχίονας είναι το εξάρτημα αυτό που εδράζεται στον σκελετό, συγκεκριμένα σε αυτόν μέσω της μεσαίας τριβής. Φέρει ένα ή και περισσότερους οδοντωτούς τροχούς και δύο βραχίονες, ένα σε κάθε πλευρά, προεκτεινόμενους σε αντίθετη φορά ο ένα με τον άλλο. Πράγματι, αυτή η διάταξη έχει αρκετές ομοιότητες με τον τρόπο λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης. Ο δισκοβραχίονας με τα πετάλ θα μπορούσε να παρομοιαστεί ως ο στροφαλοφόρος άξονας, το καλάμι του αναβάτη ως ο διωστήρας και το γόνατο ως το έμβολο. Το πως μεταφέρεται εν τέλει η περιστροφική κίνηση από τον δισκοβραχίονα στον πίσω τροχό θα παρουσιαστεί σε επόμενο υποκεφάλαιο, Συστήματα μετάδοσης κίνησης.



Εικόνα 150. Η μετατροπή της παλινδρομικής κίνησης σε περιστροφική, σε ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης και σε ένα ποδήλατο.

Μία παραλλαγή της κίνησης με την μυϊκή ισχύ των ποδιών αποτελεί η ελλειπτική κίνηση των ποδιών. Αυτού του είδους η κίνηση απαντάται κυρίως σε ποδήλατα που κατασκευάζονται από την εταιρία ElliptiGO.[131] Σε αυτού του είδους τα ποδήλατα ο αναβάτης είναι όρθιος πάνω σε δύο ράμπες, οι οποίες στο πίσω άκρο τους είναι



Εικόνα 151. Ποδήλατο της εταιρίας ElliptiGO, που αντλεί κίνηση από την ελλειπτική κίνηση των ποδιών.

συνδεδεμένες με τον δισκοβραχίονα, στο μέρος που κλασικά θα βρισκόταν τα πετάλια. Στο εμπρόσθιο άκρο τους είναι συνδεδεμένες είτε σε ειδικές υποδοχές στον σκελετό που τις επιτρέπουν να κυλινούνται εμπρός και πίσω, είτε

συνδέονται στον σκελετό μέσω δύο βραχιόνων που κινούνται σαν εκκρεμές εμπρός και πίσω. Η περιστροφική κίνηση στο σημείο του δισκοβραχίονα με την παλινδρομική κίνηση στο σημείο του σκελετού παράγουν μία ελλειπτική κίνηση, που μοιάζει σαν βάδισμα.[132] Σύμφωνα με την εταιρία αυτού του είδους η διάταξη γυμνάζει περισσότερα μέρη του σώματος από την κλασική, βελτιώνοντας την καρδιαγγειακή κατάσταση και δρώντας πιο ήπια στις αρθρώσεις.[133]

Ενδιαφέρον προκαλεί η προσέγγιση μερικών κατασκευαστών στην επιλογή παραγωγής κινητήριας ισχύος από τα χέρια του αναβάτη. Συνήθως αυτού του είδους τα ποδήλατα είναι τρίκυκλα ή τετράκυκλα recumbent ώστε να έχουν εκ κατασκευής περισσότερη ισορροπία, καθώς τα χέρια εκτός από την διεύθυνση αναλαμβάνουν και την κίνηση. Η παραγωγή κινητήριας ισχύος από τα χέρια του αναβάτη δίνει τη δυνατότητα σε άτομα με δυσκολίες κίνησης στα κάτω άκρα ή αναπηρίες να βιώσουν την εμπειρία της ποδηλατοκίνησης, ακόμα και να αθληθούν.[134]



Εικόνα 152. Αθλήτρια ποδηλασίας στους Παραολυμπιακούς Αγώνες του 2012, με ποδήλατο που λαμβάνει κινητήρια ισχύς από τα χέρια του αναβάτη.

Μία παραλλαγή της κίνησης με τα χέρια του αναβάτη αποτελεί η κωπηλατική κίνηση. Ο αναβάτης δεν περιστρέφει τα χέρια του, αλλά και με την βοήθεια του κορμού και της μέσης του έλκει για να παράγει κινητήρια ισχύ. Ποδήλατα με αυτή τη μέθοδο πρόωσης υπάρχουν τόσο δίτροχα όσο και με περισσότερους τροχούς. Λόγω της ιδιαίτερης κίνησης

που εκτελεί ο αναβάτης, αυτή μεταφέρεται στον κινητήριο τροχό(είτε με αλυσίδα, συνδέσμους ή καλώδια) σε μορφή παλμών κάθε φορά που έλκει και όχι γραμμικά. Για αυτό η αλυσίδα σε αυτού του είδους τα ποδήλατα δεν εκτελεί πλήρης κυκλική κίνηση αλλά παλινδρομική.[135][136][137]



Εικόνα 153. Ποδήλατο Rowbike που εκμεταλλεύεται την κωπηλατική έλξη του αναβάτη για την κίνησή του.

Βεβαίως υπάρχουν και παραλλαγές που χρησιμοποιούν συνδυαστικά τόσο την κίνηση με τα πόδια όσο και τα χέρια ή άλλα μέρη του σώματος του αναβάτη. Αξίζει να αναφερθούν ποδήλατα όπως το Swingbike και το Risigo που λαμβάνουν κινητήρια ισχύς από την συντονισμένη κίνηση των ποδιών (πετάλια) και της λεκάνης (σέλα). Επίσης το ποδήλατο Exycle, συντόμευση του Exercise Bicycle, το οποίο πέραν της κλασικής κίνησης από τα πόδια του αναβάτη, μπορεί μέσω ειδικής κατασκευής στο τιμόνι να παραλαμβάνει ισχύ και από τα χέρια του αναβάτη. Στο ειδικά διαμορφωμένο τιμόνι τα χειριστήρια έχουν τη δυνατότητα να κυλίσουν παλινδρομικά σε αυτό και μέσω καλωδίων να μεταδίδουν την παραγόμενη ισχύ στον εμπρόσθιο τροχό, κάτι όμως το οποίο είναι προαιρετικό και αν το επιθυμεί ο αναβάτης μπορούν απλά να εκτελούν ρόλο απλών χειριστηρίων.[137]



鴻利機械有限公司
SYSTEM ENGINEERING LTD.

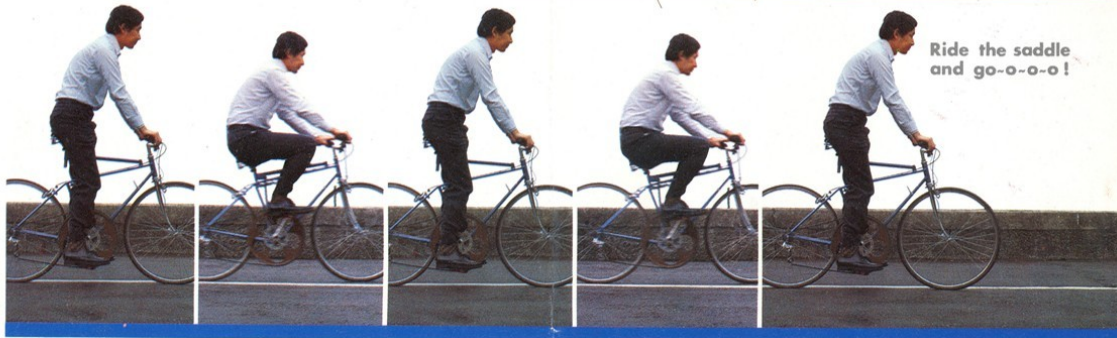
ROOM 1009, NEW WORLD TOWER, 18, QUEEN'S ROAD, C., HONG KONG,
TEL: 5-220017 TELEX: 61272 SYSGO HX CABLE: 'SYSTEMRING'

LICENSING ARRANGEMENTS AVAILABLE

- 1) OUTRIGHT SALE
- 2) AGREEMENT FOR MANUFACTURING RIGHTS
- 3) LICENSING UNDER ROYALTY AGREEMENT

RISIGO (RISE-SIT-GO) is a breakthrough in bicycle technology. Just rise and sit then off you go in a beautiful rhythm, as your body weight is fully utilized to produce a powerful force to the pedals, and to the saddle alternately to propel the RISIGO. RISIGO not just exercise the legs and cardiovascular system, but condition the whole body and can go anywhere with you.

A WHOLE NEW CONCEPT IN CYCLING.



Εικόνα 154. Το ποδήλατο Risigo και αναπαράσταση της αρχής λειτουργίας του η οποία βασίζεται στην παροχή ισχύος από την συντονισμένη κίνηση των ποδιών και της λεκάνης του αναβάτη.



Εικόνα 155. Το ποδήλατο Exycle, που λαμβάνει κινητήρια ισχύς στον πίσω τροχό από τα πόδια του αναβάτη και στον εμπρόσθιο τροχό από τα χέρια.

5.4.2. Ηλεκτρική υποβοήθηση

Τα τελευταία χρόνια συναντώνται όλο και πιο συχνά στους δρόμους ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση. Ένα ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση διατηρεί την ιδιότητα του να μπορεί να κινηθεί με την μυϊκή ισχύ του αναβάτη του αλλά παράλληλα έχει την δυνατότητα να κινηθεί και με μικρό ηλεκτρικό κινητήρα. Τονίζεται το γεγονός ότι διατηρεί την δυνατότητα να κινηθεί με πετάλια από τον αναβάτη του, καθώς η απουσία αυτών και η αποκλειστική ύπαρξη μόνο ηλεκτρικού κινητήρα θα κατέτασσε αυτά τα οχήματα σε ηλεκτρικές μοτοσυκλέτες ή ηλεκτρικά μοτοποδήλατα. Ανάλογα με την ισχύουσα νομοθεσία μερικών χωρών, ακόμα και η δυνατότητα του κινητήρα να παράγει περισσότερα από κάποιο συγκεκριμένο όριο Watt ή να αναπτύσσει μεγαλύτερη από κάποιο όριο ταχύτητα, αρκεί ώστε αυτά τα οχήματα να μην κατατάσσονται πλέον στα ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση αλλά σε ηλεκτρικές μοτοσυκλέτες ή ηλεκτρικά μοτοποδήλατα.

Ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση μπορούν να κατασκευάζονται απευθείας από κατασκευαστές ή να μετατρέπονται με την προσθήκη ειδικού κιτ που διατίθεται στο εμπόριο. Ηλεκτρική υποβοήθηση μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι περισσότεροι τύποι ποδηλάτων είτε αυτά είναι πόλης, εκτός δρόμου, τρίκυκλα recumbent, μεταφοράς φορτίων κ.τ.λ.

Απαραίτητα εξαρτήματα για την ύπαρξη ηλεκτρικής υποβοήθησης σε ένα ποδήλατο, αποτελούν ο ηλεκτροκινητήρας, η επαναφορτιζόμενη μπαταρία (ηλεκτρικός συσσωρευτής), το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα και τα χειριστήρια ελέγχου μαζί με τους αισθητήρες ελέγχου.

Ο ηλεκτροκινητήρας μπορεί να είναι τοποθετημένος σε τρία σημεία σε ένα ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση.

-Στο κέντρο του εμπρόσθιου τροχού.

-Στο κέντρο του οπίσθιου τροχού.

-Στο κέλυφος της μεσαίας τριβής.

Οι δύο πιο διαδεδομένοι τύποι ηλεκτρικών κινητήρων που χρησιμοποιούνται είναι με ψήκτρες (brushed motor), οι οποίες ονομάζονται αλλιώς και "καρβουνάκια" (brushes) και χωρίς ψήκτρες - "καρβουνάκια" (brushless motor), σχεδόν πάντα συνεχούς ρεύματος DC.

Αρκετές εταιρίες χρησιμοποιούν την ιδιότητα του ηλεκτρικού κινητήρα να παράγει ρεύμα όταν λαμβάνει αυτός κίνηση από τους τροχούς, ώστε να φορτίσουν την μπαταρία ή να φρενάρουν το ποδήλατο μέσω του ηλεκτροκινητήρα με τη μέθοδο της αναγεννητικής πέδησης.[138][139]

Οι πιο συνηθισμένες επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που χρησιμοποιούνται είναι οι Μολύβδου - Οξέος (Sealed Lead - Acid SLA), Νικελίου - Καδμίου(NiCad), Νικελίου - Υδρογονούχου Μετάλλου (NiMH) και Πολυμερών Ιόντων Λιθίου (Li-ion). Οι μπαταρίες διαφέρουν στην τάση, την χωρητικότητα σε Ampere, το βάρος, τους κύκλους φορτίσεως και την ικανότητα να διαχειρίζονται καταστάσεις υπερφόρτισης, παράγοντες που συντελούν στην επιλογή τους για την εκάστοτε χρήση. Το μεγαλύτερο χαρακτηριστικό στο οποίο οι κατασκευαστές δίνουν ιδιαίτερη βαρύτητα είναι τι εμβέλεια θα έχει με την εκάστοτε μπαταρία (σε συνδυασμό με την αποδοτικότητα του ηλεκτροκινητήρα) το ποδήλατο. Πέραν από τις προαναφερθέντες μπαταρίες έχουν γίνει πειραματισμοί με κυψέλες καυσίμου, όπως για παράδειγμα το ποδήλατο PHB της Pearl (SPHPST.Co), το οποίο παρουσιάστηκε στην Ένατη Διεθνή Έκθεση της Κίνας στην Τεχνολογία Αερίου, και παράγει ηλεκτρισμό από κυψέλες υδρογόνου.[140] Η συνηθισμένη χωρητικότητα των μπαταριών μπορεί να φτάνει τα 24Ah στα 24V ή 36V, ή τα 15Ah στα 48V. Η σύνηθες αποθηκευμένη ενέργεια κυμαίνεται στα 400Wh αλλά μπορεί να φτάσει και τα 800Wh.[141][142]



Εικόνα 156. Το ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο PHB.

Οι τύποι ποδηλάτων με ηλεκτρική υποβοήθηση που υπάρχουν κατηγοριοποιούνται συνήθως με την ενέργεια που παράγει ο ηλεκτροκινητήρας, πώς αυτή ελέγχεται και πώς αυτή η ενέργεια του ηλεκτροκινητήρα μεταφέρεται στο ποδήλατο.

Δύο κύριοι τύποι ποδηλάτων με ηλεκτρική υποβοήθηση υπάρχουν.

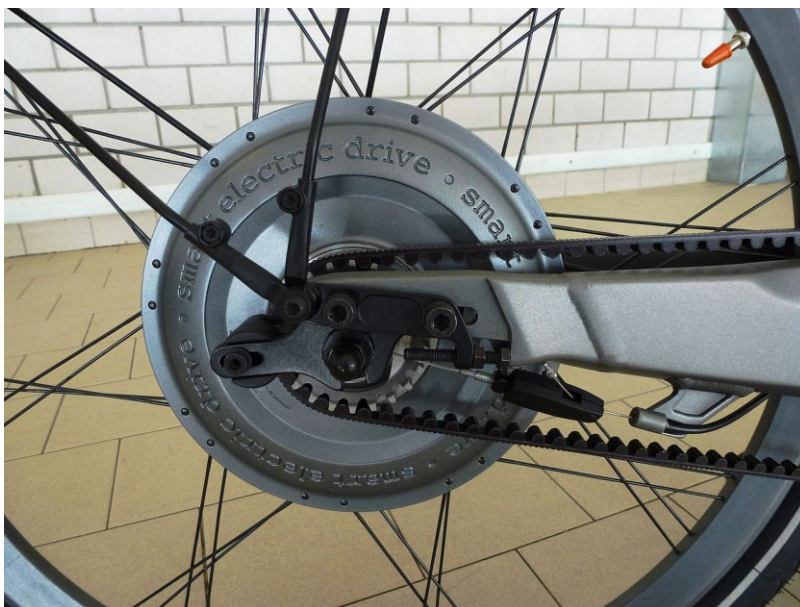
Τα ποδήλατα με υποβοήθηση κατά την κίνηση με πετάλι του αναβάτη, τα οποία ονομάζονται pedal - assist. Σε αυτού του είδους τα ποδήλατα, τα οποία ονομάζονται και pedelecs (**pedal electric cycle**), ο ηλεκτροκινητήρας υποβοηθά την μυϊκή κίνηση του αναβάτη όταν αυτός πεταλάει, και ρυθμίζεται από έναν αισθητήρα ο οποίος μετράει την ταχύτητα περιστροφής του δισκοβραχίονα, την ισχύ με την οποία πεταλάει ο αναβάτης, ή και τα δύο. Αυτού του είδους τα ποδήλατα έχουν ένα αισθητήρα πέδησης, για την διακοπή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα.

Ο άλλος τύπος ποδηλάτου με ηλεκτρική υποβοήθηση ελέγχει τον ηλεκτροκινητήρα και την ισχύ αυτού μέσω ενός χειριστηρίου επιτάχυνσης όποτε το επιθυμεί ο αναβάτης, ακριβώς όπως και μία μοτοσυκλέτα, για αυτό το λόγο και ονομάζονται power - on - demand.[143][144]

Αναλυτικότερα, τα ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση ελεγχόμενη από το πεταλάρισμα κατηγοριοποιούνται από την παραγόμενη τους ισχύ σε Watt και την μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει ο ηλεκτροκινητήρας πριν τεθεί εκτός λειτουργίας, σε km/h. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία (EN15194) για οχήματα με κινητήρα, pedelec θεωρείται ένα όχημα (και ταξινομείται ως ποδήλατο) εάν η ηλεκτρική υποβοήθηση ενεργοποιείται μόνο κατά το πεταλάρισμα του αναβάτη και απενεργοποιείται εφόσον το όχημα φτάσει τα 25km/h, και όταν ο ηλεκτροκινητήρας του οχήματος παράγει όχι περισσότερα από 250 Watt μέγιστης συνεχόμενης ισχύος. Ο ηλεκτροκινητήρας μπορεί να έχει τη δυνατότητα στιγμιαία να παράγει λίγο περισσότερη ισχύ σε απαιτητικές καταστάσεις όπως μία ανηφόρα. Επίσης δεν θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να προωθείται μόνο από τον ηλεκτροκινητήρα, σύμφωνα και με την οδηγία 2002/24/EC.

Μία υποκατηγορία των ποδηλάτων pedelecs αποτελούν τα S - Pedelecs (Speedy Pedelecs), των οποίων ο ηλεκτροκινητήρας παράγει μεγαλύτερη των 250 Watt ισχύ και υποβοηθά το πεταλάρισμα του αναβάτη για ταχύτητες άνω των 25km/h. Για αυτούς τους λόγους σε μερικές χώρες ταξινομούνται σαν ηλεκτρικά μοτοποδήλατα ή ηλεκτρικές μοτοσυκλέτες. [145][146][147][148]

Τα εξαρτήματα ενός ποδηλάτου με ηλεκτρική υποβοήθηση pedelec είναι, όπως προαναφέρθηκε ένας ηλεκτροκινητήρας, μία μπαταρία, καθώς και το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του κινητήρα, όπως επίσης και οι αισθητήρες κίνησης του δισκοβραχίονα.



Εικόνα 157. Ηλεκτροκινητήρας τοποθετημένος απευθείας στον οπίσθιο τροχό.

τον τροχό), οπότε επενεργεί άμεσα στον τροχό, και συνήθως έχει δυνατότητα αναγεννητικής πέδησης για φόρτιση της μπαταρίας.

Ο ηλεκτροκινητήρας μπορεί να είναι τοποθετημένος είτε στο κέλυφος μεσαίας τριβής, οπότε επενεργεί στον δισκοβραχίονα είτε στο κέντρο ενός εκ των δύο τροχών(με τον κινητήρα να είναι εδρασμένος στο κέλυφος του τροχού, ο στάτορας στον άξονα του τροχού και οι μαγνήτες περιστρεφόμενοι μαζί με



Εικόνα 158. Ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση pedelec, με ηλεκτροκινητήρα τοποθετημένο στο κέλυφος μεσαίας τριβής.

Καθώς σε αυτού του είδους τα ποδήλατα ο έλεγχος του ηλεκτροκινητήρα δεν εξαρτάται από τον αναβάτη, ένας controller, στα ελληνικά θα τον ονομάζαμε διαχειριστή ή εγκέφαλο, λαμβάνει σήματα από διάφορους αισθητήρες, τα επεξεργάζεται και αναλόγως ρυθμίζει τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα. Οι controllers για κινητήρες με ψήκτες αν και όχι τόσο συνηθισμένοι, συνήθως είναι πιο απλοί και είναι τύπου ανοιχτού βρόγχου (open - loop) . Οι controllers όμως για κινητήρες δίχως ψήκτες συνήθως λαμβάνουν σήμα με ένα αισθητήρα Hall ή ένα ποτενσιόμετρο, είναι τύπου κλειστού βρόγχου (closed - loop) για ακριβή προσδιορισμό της ταχύτητα, έχουν προστασία για υπερβολική τάση καθώς και θερμική προστασία.[149]

Ο controller μπορεί να λάβει σήμα από αισθητήρα που μετρά τη δύναμη ή τη ροπή που ασκείται στα πετάλια, τον δισκοβραχίονα, από την αλυσίδα ή και από τον τροχό. Μπορεί να το επιτύχει μετρώντας τις περιστροφές στο δισκοβραχίονα ή σε άλλη κατάλληλη θέση, ή μετρώντας συνδυαστικά την δύναμη και την ταχύτητα, ακόμα και την επιτάχυνση. Όλες αυτές οι πληροφορίες μπορούν να επεξεργαστούν από τον controller ώστε ο ηλεκτροκινητήρας να αποδώσει το επιθυμητό επίπεδο υποβοήθησης, αλλά και να διακόψουν την λειτουργία του όταν επιτευχθούν ορισμένες συνθήκες, όπως το όριο των 25km/h.[150]

Στην αντίπερα όχθη των ποδηλάτων με ηλεκτρική υποβοήθηση βρίσκονται τα ποδήλατα power -on - demand, στα οποία ο αναβάτης ελέγχει τον ηλεκτροκινητήρα μέσω ενός χειριστηρίου επιτάχυνσης ακριβώς όπως μία μοτοσυκλέτα. Σε αυτού του είδους τα ποδήλατα ο αναβάτης έχει τη δυνατότητα να κινεί το ποδήλατο αμιγώς με την μυϊκή του ενέργεια, αμιγώς με ηλεκτρική ενέργεια ή με συνδυασμό και των δύο. Για τον λόγο ότι αυτά τα ποδήλατα μπορούν να κινηθούν αμιγώς και μόνο με ηλεκτρική ενέργεια και βάση του γεγονότος ότι συνήθως έχουν ισχυρότερους ηλεκτροκινητήρες από τα ποδήλατα pedelecs, της περισσότερες φορές, αντιμετωπίζονται ως ηλεκτρικά μοτοποδήλατα.[151]

Και αυτού του είδους τα ποδήλατα μπορούν να έχουν τον ηλεκτροκινητήρα είτε στο κέλυφος μεσαίας τριβής είτε στο κέντρο ενός εκ των δύο τροχών. Λόγω του γεγονότος ότι ο ηλεκτροκινητήρας ελέγχεται πλέον από τον αναβάτη μέσω χειριστηρίου, είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλεκτρικής υποβοήθησης που εγκαθίσταται σε ποδήλατα που δεν κατασκευάστηκαν εξ αρχής με ηλεκτρική υποβοήθηση. Κυκλοφορούν στο εμπόριο έτοιμα kit που μετατρέπουν ένα συμβατικό ποδήλατο σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση

power - on - demand, αλλάζοντας τον ένα τροχό με τροχό που έχει ενσωματωμένο στο κέντρο του τον ηλεκτροκινητήρα, την μπαταρία με την θήκη της το χειριστήριο ελέγχου και τις καλωδιώσεις.



Εικόνα 159. Συμβατικό ποδήλατο που με την προσθήκη ειδικού κιτ, μετατράπηκε σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση, τύπου power - on - demand.

Επίσης υπάρχει και ο τύπος ποδηλάτου με ηλεκτρική υποβοήθηση που μπορεί να συνδυάζει τόσο την υποβοήθηση στο πεταλάρισμα, αλλά και να έχει και ανεξάρτητη κίνηση power - on - demand. Ένα εκπληκτικό παράδειγμα αυτού του τύπου αποτελεί το ποδήλατο Footloose και Footloose IM της εταιρίας Mando.[152][153] Πρόκειται για ποδήλατα με αμιγώς ηλεκτρική κίνηση, καθώς έχουν καταργήσει πλήρως οποιαδήποτε μορφή μηχανικής μετάδοσης της ισχύος από τα πετάλια προς τον οπίσθιο τροχό. Ένας εναλλάκτης - γεννήτρια ο οποίος βρίσκεται στο κέλυφος μεσαίας τριβής, παράγει ηλεκτρική ενέργεια από το πεταλάρισμα του αναβάτη και επίσης προσομοιάζει την αντίσταση που θα είχε υπό κανονικές συνθήκες το πεταλάρισμα. Αυτή η ενέργεια στη συνέχεια αποθηκεύεται και χρησιμοποιείται από τον ηλεκτροκινητήρα (των 250Watt) στον οπίσθιο τροχό του ποδηλάτου. Η αποθηκευμένη ενέργεια μπορεί ωστόσο να χρησιμοποιηθεί ακόμα και όταν δεν πεταλάρει ο αναβάτης. Η μέθοδος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από το δισκοβραχίονα και η μετάδοσή της στον ηλεκτροκινητήρα του τροχού, με πλήρης απουσία οποιασδήποτε μηχανικής μετάδοσης κίνησης (αλυσίδες, μάντες) έχει χρησιμοποιηθεί και από την εταιρία Canyon στο ποδήλατό της Orbiter που έχει παρουσιαστεί στο προηγούμενο υποκεφάλαιο Οπίσθια ανάρτηση.[127]



Εικόνα 160. Το ηλεκτρικό ποδήλατο Footlosse IM της εταιρίας Mando.



Εικόνα 161. Η ηλεκτρική γεννήτρια που βρίσκεται στο κέλυφος μεσαίας τριβής του ποδηλάτου Orbiter της Canyon και μετατρέπει την μυική ισχύ από τα πετάλια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η ηλεκτρική υποβοήθηση ενσωματώνεται κάθε μέρα και περισσότερο στην ποδηλατοκίνηση, καθώς συναντιέται στους περισσότερους τύπους ποδηλάτων. Ιδιαίτερη χρήση παρατηρείται στα ποδήλατα πόλης, μεταφοράς περισσοτέρων του ενός ατόμων, μεταφοράς φορτίων, καθώς και από άτομα με κινητικές δυσκολίες. Το οικολογικό τους αντίκτυπο σε σύγκριση με ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι κατά πολύ μικρότερο, κάτι που οδηγεί αυτή την τεχνολογία σε συνεχή ανάπτυξη.

5.4.3. Μικρού κυβισμού μηχανές εσωτερικής καύσης

Μία άλλη μορφή υποβοήθησης στην ποδηλατοκίνηση, υπάρχει με την μορφή μικρού κυβισμού Μηχανής Εσωτερικής Καύσης. Αν και σήμερα δεν είναι τόσο διαδεδομένη λόγω της ηλεκτρικής ανάπτυξης και της διάδοσης της ηλεκτρικής υποβοήθησης, πριν μερικές δεκαετίες συναντιόταν συχνά υπό την μορφή μοτοποδηλάτων και για αυτό αξίζει να γίνει μία αναφορά.

Πρόκειται για ποδήλατα που ενσωματώνουν κινητήρα εσωτερικής καύση μικρού κυβισμού, συνήθως κάτω των 49cc, βενζίνης δίχρονης ή τετράχρονης, ντεπόζιτο καυσίμου και χειριστήριο επιτάχυνσης. Η υποβοήθηση που παρέχουν είναι τύπου power - on - demand, καθώς ο αναβάτης ελέγχει τη Μ.Ε.Κ. με το χειριστήριο επιτάχυνσης όποτε το επιθυμεί. Στην Ελλάδα ποδήλατα αυτού του είδους με Μ.Ε.Κ. κάτω των 49cc θεωρούνται μοτοποδήλατα και η επιτρεπόμενη ηλικία οδήγησης ανέρχεται στα 16 έτη.[154]

Η κίνηση μπορεί να μεταδίδεται από την Μ.Ε.Κ. στον κινητήριο τροχό με τους εξής τρόπους.

Ο εμπρόσθιος ή ο οπίσθιος τροχός μπορούν να κινούνται απευθείας από Μ.Ε.Κ. ενσωματωμένη στο κέντρο του τροχού, γεγονός που συνεπάγεται ειδική κατασκευή τροχού σχεδιασμένη να χωράει την Μ.Ε.Κ. εσωτερικά.



Εικόνα 162. Ποδήλατο *Gent's Motor Bicycle* με Μ.Ε.Κ. μικρού κυβισμού, στο κέντρο του οπίσθιου τροχού του.

Η Μ.Ε.Κ. τοποθετημένη στο σκελετό να κινεί μέσω ενός γραναζιού την αλυσίδα ή τον μάντα του ποδηλάτου, ή ακόμα να επενεργεί απευθείας στον δισκοβραχίονα.



Εικόνα 163. Ποδήλατο με Μ.Ε.Κ. τοποθετημένη στον σκελετό του, που κινεί τον οπίσθιο τροχό μέσω αλυσίδας και γραναζιού.

Και τέλος ο πιο απλός τρόπος είναι η Μ.Ε.Κ. να είναι τοποθετημένη επάνω από έναν από τους δύο τροχούς και μέσω ενός ελαστικού κυλίνδρου και της τριβής να μεταφέρει την παραγόμενη ισχύ απευθείας στο ελαστικό του τροχού. Λόγω της απλοϊκότητας του ως



Εικόνα 164. Ποδήλατο με Μ.Ε.Κ. τοποθετημένη άνω του οπίσθιου τροχού του, η οποία κινεί τον τροχό μέσω τριβής του ελαστικού.

προς τη μετατροπή ενός συμβατικού ποδηλάτου σε μηχανοκίνητα υποβοηθούμενο, τα πιο πολλά έτοιμα κιτ που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι αυτού του τύπου, αλλά όχι αποκλειστικά.[155]

5.5. Συστήματα μετάδοσης κίνησης και εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης

Από την πιο απλή μορφή της μεταφοράς της κινητήριας ισχύος από τα πόδια του αναβάτη και τα πετάλ στον κινητήριο τροχό με αλυσίδα και γρανάτζι, μέχρι την ύπαρξη πολλαπλών γραναζιών για επιλογή κατάλληλης σχέσης μετάδοσης και αλλαγής αυτής με ηλεκτρονικό τρόπο, ακόμη και μέχρι την ύπαρξη κιβωτίου ταχυτήτων, πολλαπλές είναι οι μέθοδοι που έχουν εξελιχθεί στον τομέα της ποδηλατοκίνησης σχετικά με την μετάδοση κίνησης και αλλαγής ταχυτήτων, δηλαδή σχέσης μετάδοσης. Στη συνέχεια των παρακάτω υποκεφαλαίων θα παρουσιαστούν οι εξελίξεις στους τομείς της μετάδοσης κίνησης και αλλαγής σχέσης μετάδοσης.

5.5.1. Μετάδοση κίνησης

5.5.1.1. Με χρήση αλυσίδας

Ο πιο απλός τρόπος μετάδοσης κίνησης από τα πετάλια προς τον οπίσθιο τροχό είναι ο εμπρόσθιος οδοντωτός τροχός που είναι ενσωματωμένος με τους βραχίονες των πεταλιών και τα πετάλια, ο ονομαζόμενος δισκοβραχίονας, και ένα γρανάτζι στον οπίσθιο τροχό, συνδεδεμένα μεταξύ τους με αλυσίδα. Φυσικό και επόμενο είναι όμως εάν το γρανάτζι στον οπίσθιο τροχό είναι σταθερά συνδεδεμένο, όταν ο αναβάτης θελήσει να σταματήσει το πεταλάρισμα, τα πετάλια να συνεχίσουν να γυρίζουν λόγω της ορμής που έχει αποκτήσει το ποδήλατο, γεγονός δυσάρεστο για τον αναβάτη που είτε θα πρέπει να συνεχίσει να πεταλάρει, είτε να απομακρύνει τα πόδια του από τα πετάλ. Για τον λόγο αυτό τα κέντρα των οπίσθιων τροχών έχουν την δυνατότητα να εξοπλίζονται με μηχανισμούς καστανιάς, ώστε να έχουν την δυνατότητα ελεύθερης περιστροφής προς μία κατεύθυνση. Η μετάδοση κίνησης με αλυσίδα είναι από τους πιο διαδεδομένους τρόπους μετάδοσης κίνησης λόγω της αποδοτικότητας του που αγγίζει το ποσοστό του 98,6%[156] και απαιτεί ελαχίστη συντήρηση η οποία περιλαμβάνει περιοδική λίπανση, σωστή τάνυση και έλεγχο για φθορά και αντικατάσταση. Η αλυσοκίνηση χρησιμοποιείται συχνά σε συστήματα αλλαγής ταχυτήτων πολλαπλών οδοντωτών τροχών, δίχως αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί και με άλλες μεθόδους.



Εικόνα 165. Ποδήλατο με μετάδοση κίνησης μέσω αλυσίδας, οδοντωτού δισκοβραχίονα και γραναζιού, σταθερής σχέσης μετάδοσης.

5.5.1.2. Με χρήση ιμάντα



Εικόνα 166. Ποδήλατο με ιμαντοκίνηση.

Μία άλλη πρόταση μετάδοσης κίνησης από τα πετάλια προς τον οπίσθιο τροχό είναι με οδοντωτό δισκοβραχίονα και γρανάτζι κινούμενα με οδοντωτό ιμάντα. Συνήθως

κατασκευάζονται από νήματα άνθρακα με επικάλυψη nylon και οδοντώσεις από πολυουρεθάνη. Ένα σημαντικό πλεονέκτημά τους είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής τους και η μηδενική τους συντήρηση, καθώς είναι ένα ενιαίο κομμάτι και δεν αποτελείται από πολλά μικρά κομμάτια όπως μία αλυσίδα. Επίσης λόγω των υλικών από τα οποία ένας μάντας είναι κατασκευασμένος, δεν σκουριάζει και δεν απαιτεί λίπανση, όπως επίσης είναι και πιο ελαφρύς από μία αλυσίδα.

Σε αντίθεση όμως με τις αλυσίδες που μπορούν να διαιρεθούν για να τοποθετηθούν στο ποδήλατο, να περάσουν δηλαδή μέσω των κάτω ψαλιδιών, οι μάντες λόγω τις κατασκευής τους δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα και χρησιμοποιούνται κυρίως σε σκελετούς που κατασκευάζονται εξ αρχής για κίνηση με μάντα. Λόγω της ιδιότητας που έχουν να μην μπορούν να διαχειριστούν πλάγιες τάσεις απαιτούν πλήρη ευθυγράμμιση μεταξύ οδοντωτού δισκοβραχίονα και πίσω γραναζιού κάτι που τους περιορίζει σε χρήση μόνο με ποδήλατα μίας σταθερής σχέσης μετάδοσης, ή εσωτερικού συστήματος ταχυτήτων.[157]

5.5.1.3 Με χρήση άξονα



Εικόνα 167. Ποδήλατο με μετάδοση κίνηση μέσω άξονα.

Μία ακόμα πρόταση μετάδοσης κίνησης αποτελεί η μετάδοση με άξονα. Πρόκειται για ένα κλειστό σύστημα μετάδοσης το οποίο αντικαθιστά τον οδοντωτό δισκοβραχίονα και το πίσω γρανάτζι με κωνικά γρανάτζια συνδεδεμένα μεταξύ τους με άξονα διαμορφωμένο με

κωνικά γρανάζια στις άκρες. Όπως προαναφέρθηκε πρόκειται για κλειστό σύστημα μέσα στο οποίο υπάρχει ειδικό λιπαντικό, για αυτό το λόγο απαιτεί ελάχιστη συντήρηση και είναι λιγότερο θορυβώδες. Λόγω της λειτουργίας του όμως δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν συστήματα εξωτερικής αλλαγής ταχυτήτων, παρά μόνο συστήματα εσωτερικής αλλαγής ταχυτήτων. Ο τρόπος της μετάδοσης κίνησης με άξονα μπορεί είτε να επιλεγεί εξ' αρχής κατά την κατασκευή ενός ποδηλάτου είτε μετέπειτα με την προσθήκη ειδικού κιτ. Λόγω της ανθεκτικής κλειστής κατασκευής του, το κλειστό κέλυφος που εμπεριέχει το άξονα μπορεί στον σκελετό να αντικαταστήσει το κάτω ψαλίδι της κινητήριας πλευράς.[158][159]

5.5.1.4. Με χρήση καλωδίων

Μία πραγματικά πρωτότυπη και εναλλακτική πρόταση αποτελεί η κίνηση μέσω καλωδίων, που βρίσκει χρήση στα ποδήλατα όπως το Stringbike. Πρόκειται για μία μορφή μετάδοσης κίνησης από τα πετάλια προς τον οπίσθιο τροχό, χρησιμοποιώντας καλώδια και τροχαλίες αντί για συμβατικά γρανάζια και αλυσίδα. Τα πετάλια με τους βραχίονες τους εξακολουθούν να υπάρχουν με τη διαφορά ότι η βραχίονες στη μέση τους περίπου έχουν από μία τροχαλία η οποία κυλιέται πάνω στους ειδικά διαμορφωμένους με ελλειπτική τροχιά βραχίονες, έναν για κάθε πλευρά, οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στο σκελετό του ποδηλάτου πίσω από το κέλυφος μεσαίας τριβής και έχουν ελευθερία περιστροφής. Εκτός από την πλευρά που εφάπτεται με τους βραχίονες των πετάλ, τούτοι οι βραχίονες έχουν τριγωνική κατασκευή, με την απέναντι υποτείνουσα πλευρά τους να φιλοξενεί τις τροχαλίες που εφάπτονται με τα καλώδια κίνησης. Τα καλώδια, ένα για κάθε πλευρά, είναι κατασκευασμένα από HDPE (High Density Polyethylene - Πολυαιθυλένιο Υψηλής Πυκνότητας) και η μία τους άκρη είναι στερεωμένη στα κάτω ψαλίδια του ποδηλάτου. Αφού τα καλώδια περάσουν από τις τροχαλίες που βρίσκονται στους τριγωνικούς βραχίονες κίνησης, οι άλλες τους άκρες τυλίγονται γύρω από ειδικές υποδοχές που βρίσκονται στα πλάγια του κέντρου του οπίσθιου τροχού. Εσωτερικά τους εμπεριέχουν μηχανισμό καστάνιας και είναι προφορτισμένες με ελατήριο ώστε να επιτρέπουν την περιστροφή μόνο προς μία κατεύθυνση. Έτσι κάθε φορά που ο αναβάτης κάνει πετάλ κινεί με των βραχίονα των πετάλ των τριγωνικό βραχίονα κίνησης, ο οποίος με τη σειρά του μέσω της τροχαλίας τραβάει τα καλώδια, τα οποία εν συνεχεία περιστρέφουν τον οπίσθιο τροχό και επιστρεφόμενα ξανά τυλίγονται σε αυτόν. Το σύστημα ταχυτήτων αυτού του ποδηλάτου έγκειται σε εγκοπές που έχει εσωτερικά στην πλευρά της τροχαλίας, ο τριγωνικός βραχίονας κίνησης. Μετακινώντας προς τις εξωτερικές εγκοπές την τροχαλία,

απομακρύνοντας της δηλαδή από το κέντρο του άξονα περιστροφής του βραχίονα, μεγαλώνει η ροπή και το εν δυνάμει μήκος καλωδίου που θα τραβήξει με το πεταλάρισμα ο αναβάτης, άρα συνεπώς και η ταχύτητα. Αν και πρωτοποριακή πρόταση, βρίσκει περιορισμένη εφαρμογή από ελάχιστες εταιρίες.[160][161]



Εικόνα 168. Το ποδήλατο Stringbike, κίνησης μέσω καλωδίων.

5.5.1.5. Με χρήση υδραυλικού κυκλώματος

Πρόκειται για μία μέθοδο μετάδοσης κίνησης η οποία βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό και πειραματικό στάδιο. Η μέθοδος αυτή ενσωματώνει την αρχή λειτουργία ενός κλειστού υδραυλικού κυκλώματος, με μία αντλία, η οποία λαμβάνει κίνηση από τα πετάλ, να μεταφέρει την κίνηση μέσω σωλήνων που περιέχουν υδραυλικό λάδι, στον υδραυλικό κινητήρα που περιστρέφει τον πίσω τροχό. Ελέγχοντας την πίεση του λαδιού, ελέγχεται και η συνεχής ροή γεγονός που οδηγεί πρακτικά σε απεριόριστες σχέσης μετάδοσης. Λόγω της κλειστής φύσης του κυκλώματος και της ύπαρξης υδραυλικού λαδιού τείνει να είναι πιο αθόρυβο, να απαιτεί λιγότερη συντήρηση, καθώς επίσης να έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει και ως υδραυλικό φρένο. Ιδιαίτερη μέριμνα ωστόσο αρμόζει να λαμβάνεται για την αποφυγή διαρροών.[162] Αρκετές εταιρίες, επιστημονικοί και εκπαιδευτικοί φορείς έχουν πειραματιστεί με την υδραυλική μετάδοση και μάλιστα υπάρχει και

διαγωνισμός Chainless Bicycle Challenge από την εταιρία Parker Hannifin, όπου οι συμμετέχοντες διαγωνίζονται με πειραματικά οχήματα υδραυλικής μετάδοσης.[163][164]



Εικόνα 169. Ποδήλατο CHAINFREE με κλειστό κύκλωμα υδραυλικής αντλίας και υδραυλικού κινητήρα.

5.5.1.6. Με χρήση ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους γεννήτριας - κινητήρα

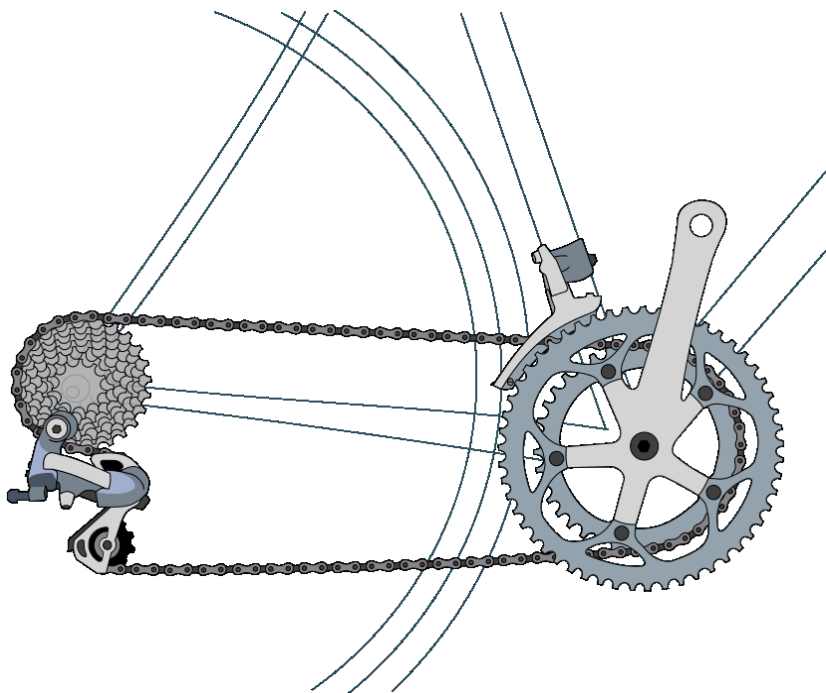
Πρόκειται για μία μέθοδο μεταφοράς κίνησης που βασίζεται στην ύπαρξη ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους γεννήτριας - κινητήρα για να μεταφέρει την παραγόμενη κίνηση από τα πόδια του αναβάτη στον οπίσθιο τροχό. Αναλυτικότερα με την κίνηση των ποδιών του ο αναβάτης περιστρέφει τους βραχίονες των πετάλ στον οποίων το κέντρο και συγκεκριμένα στο κέλυφος μεσαίας τριβής βρίσκεται μία ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία μετασχηματίζει την μηχανική ισχύ σε ηλεκτρική ενέργεια και την αποθηκεύει σε μία μπαταρία. Εν συνεχεία αυτή η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για την κίνηση ηλεκτροκινητήρα στο κέντρο του κινητήριου τροχού.[127][152][153]

5.5.2. Συστήματα εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης

Ο αναβάτης ενός ποδηλάτου έχει την δυνατότητα να κινεί τα πόδια του για να παράγει κινητήρια ισχύ, σε κάποια συγκεκριμένα φυσιολογικά όρια, όπως ακριβώς ένας κινητήρας περιστρέφεται μέχρι ένα όριο στροφών. Αυτό το περιορισμένο όριο στροφών που μπορεί να παράγει με τα πόδια του ο αναβάτης, δύναται να δώσει συγκεκριμένη ταχύτητα στο ποδήλατο. Για να ξεπεραστεί αυτός ο περιορισμός έχουν αναπτυχθεί και εξελιχθεί διάφορα συστήματα εναλλαγής ταχυτήτων τα οποία θα παρουσιαστούν στην συνέχεια του υποκεφαλαίου.

5.5.2.1. Με χρήση πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών

Πρόκειται για το πιο γνωστό σύστημα εναλλαγής ταχυτήτων που απαντάται στην ποδηλατοκίνηση. Αποτελείται από οδοντωτούς δίσκους, έως και έντεκα στον οπίσθιο τροχό, διαφορετικών αριθμών δοντιών ο κάθε ένας, που ονομάζονται σαν σύνολο κασέτα και τοποθετούνται στην υποδοχή του οπίσθιου τροχού που ονομάζεται ομφαλός και εμπεριέχει εσωτερικά μηχανισμό καστάνιας για περιστροφή προς μία κατεύθυνση. Εμπρός υπάρχει ο δισκοβραχίονας ο οποίος συνήθως έχει δύο, τρεις, σπανίως και έναν οδοντωτούς δίσκους οι οποίοι ονομάζονται φύλλα δισκοβραχίονα, οι οποίοι ενώνονται με την κασέτα μέσω αλυσίδας.



Η βασική αρχή πίσω από αυτό το σύστημα εναλλαγής ταχυτήτων είναι πως κάθε διαφορετικός συνδυασμός εμπρός με πίσω οδοντωτού δίσκου προσφέρει και μία σχέση μετάδοσης, με τον αριθμό των πιθανών σχέσεων να προκύπτει από το γινόμενο των μπροστά και πίσω οδοντωτών

Εικόνα 170. Σύστημα εναλλαγής ταχυτήτων πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών.

δίσκων. Αν για παράδειγμα το σύστημά μας έχει δισκοβραχίονα με δύο φύλλα και κασέτα με δέκα δίσκους, το γινόμενο των σχέσεων μετάδοσης είναι είκοσι. Αυτό ωστόσο μερικές φορές μπορεί να μην ανταποκρίνεται πλήρως, καθώς ενδεχομένως κάποια σχέση μετάδοσης ενός συνδυασμού δίσκου στην κασέτα με το φύλλο στο δισκοβραχίονα των λίγων οδόντων, μπορεί να είναι πανομοιότυπη με μια άλλη σχέση μετάδοσης κάποιου άλλου συνδυασμού δίσκου στην κασέτα με το φύλλο στον δισκοβραχίονα των πολλών οδόντων. Η εναλλαγή των ταχυτήτων γίνεται μέσω εκτροχιαστών που αλλάζουν θέση στην αλυσίδα μετακινούμενοι δεξιά και αριστερά, εκτροχιάζοντας την δηλαδή από τον ένα οδοντωτό δίσκο σε κάποιο άλλο. Οι εκτροχιαστές ελέγχονται μέσω χειριστηρίων τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα στο τιμόνι του ποδηλάτου.[165]



Εικόνα 171. Κασέτα έντεκα οδοντωτών δίσκων σειράς Ultegra, της εταιρίας Shimano.



Εικόνα 172. Ένα συμβατικό κυκλικό φύλλο δισκοβραχίονα δίπλα σε ένα οβάλ - ελλειπτικό Q RINGS της εταιρίας ROTOR.

Οι κασέτες και τα φύλλα του δισκοβραχίονα κατασκευάζονται συνήθως από ατσάλι ενώ ακόμα και από άλλα μέταλλα όπως τιτάνιο. Σε πιο αγωνιστικές εφαρμογές για μείωση βάρους κατασκευάζονται ακόμα και φύλλα δισκοβραχίονα από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Οι οδοντώσεις των δίσκων έχουν ειδική μηχανουργική επεξεργασία ώστε να είναι όσο το δυνατό πιο ομαλή η κύλιση και ο εκτροχιασμός της αλυσίδας από τον ένα οδοντωτό δίσκο σε κάποιον

άλλο, όπως ο σχεδιασμός Hyperglide της εταιρίας Shimano.[166] Ενδιαφέρουσα είναι επίσης η προσέγγιση μερικών κατασκευαστών σχετικά με τους δισκοβραχίονες και πιο συγκεκριμένα με τα φύλλα τους, τα οποία δεν είναι κυκλικά αλλά οβάλ - ελλειπτικά, με σκοπό να παρέχουν τη δυνατότητα στον αναβάτη να παράγει μεγαλύτερο έργο σε συγκεκριμένες μοίρες της περιστροφής που ονομάζονται "φάση παραγωγής έργου" και να περιστρέφουν ταχύτερα των δισκοβραχίονα κατά τις "νεκρές φάσεις". Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στο γεγονός ότι λόγω του ελλειπτικού σχήματος τους, τα σημεία που βρίσκονται μακρύτερα από το κέντρο περιστροφής του δισκοβραχίονα με την ίδια δεδομένη δύναμη από τα πόδια του αναβάτη θα παράγουν μεγαλύτερη ροπή περιστροφής.[167]



Εικόνα 173. Διαφορετικών ειδών κουμπωτά πετάλια με τα ανάλογα σχαράκια τους.

επικίνδυνο. Ο αναβάτης κουμπώνει τα υποδήματα του κάθετα στα πετάλια όποτε το επιθυμεί και περιστρέφοντας τα ξεκουμπώνουν όταν χρειαστεί. Τα υποδήματα είναι ειδικά κατασκευασμένα με υποδοχές για να τοποθετηθούν τα σχαράκια. Υπάρχουν πολλών ειδών κουμπωτά πετάλια με τα ανάλογα σχαράκια, για κάθε διαφορετικό είδος ποδηλασίας και ανάλογα τις απαιτήσεις του αναβάτη, όπως βάρος, βαθμός ελευθερίας κτλ.[168][169]

Στο μοτίβο της πλήρους εκμετάλλευσης της παραγόμενης ενέργειας από τα πόδια του αναβάτη έχουν αναπτυχθεί πετάλια (clipless pedals) τα οποία ενώνονται - κουμπώνουν με τα υποδήματα του αναβάτη μέσω ειδικών υποδοχών τα οποία ονομάζονται σχαράκια (cleats). Αυτού του είδους τα κουμπωτά πετάλια λόγω του γεγονότος ότι ενώνονται με τα υποδήματα του αναβάτη μεταδίδουν την ισχύ από τα πόδια του αναβάτη ακόμα και κατά την ανοδική κίνηση του ποδιού. Τα πετάλια αυτά δεν μένουν μονίμως κουμπωμένα στα υποδήματα του αναβάτη, κάτι τέτοιο θα ήταν άβολο και



Εικόνα 174. Κομπωτά πετάλια σε ποδήλατο δρόμου. Διακρίνονται οι υποδοχές - σχαράκια με τις οποίες ενώνονται, που είναι τοποθετημένες στα υποδήματα του αναβάτη.

Οι δύο μηχανισμοί που αναλαμβάνουν τον εκτροχιασμό της αλυσίδας από οδοντωτό δίσκο σε οδοντωτό δίσκο, και άρα την εναλλαγή σχέσης μετάδοσης, ονομάζονται εκτροχιαστές,



Εικόνα 175. Εμπρόσθιος εκτροχιαστής μάρκας SRAM, σειράς RIVAL.

στα αγγλικά *dérailleurs* με την ετυμολογία να προέρχεται από την γαλλική. Ο εμπρόσθιος εκτροχιαστής, ο πιο απλός εκ των δύο, τοποθετείται συνήθως στον κάθετο σωλήνα του ποδηλάτου και μέσω ενός δύο παράλληλων πλακών (*cage plate*) επάνω σε ένα βραχίονα εκτροχιάζει την αλυσίδα δεξιά ή αριστερά.

Οι οπίσθιοι εκτροχιαστές έχουν διπλή λειτουργία. Πρώτη τους λειτουργία είναι να μετακινούνται δεξιά και αριστερά εκτροχιάζοντας την αλυσίδα και αλλάζοντας την σχέση μετάδοσης. Η άλλη τους λειτουργία είναι να συντελούν στην ορθή τάνυση της αλυσίδας κάθε φορά που αλλάζει η σχέση μετάδοσης. Αυτό το κάνουν ακόμα και όταν μετακινηθεί μόνο ο εμπρόσθιος εκτροχιαστής. Τοποθετούνται σε ειδική υποδοχή στο σημείο που ενώνονται τα άνω και κάτω ψαλίδια, η οποία ονομάζεται *νύχι*. Εκτός από τον βραχίονα

που έχουν για να εκτροχιάζουν την αλυσίδα, έχουν και έναν δεύτερο προφορτισμένο με ελατήριο για την τάνυση της, καθώς και δύο οδοντωτές τροχαλίες για την διέλευση της αλυσίδας.



Εικόνα 176. Οπίσθιος εκτροχιαστής.

Οι εκτροχιαστές είναι προφορτισμένοι σε μία θέση μέσω ενός ελατηρίου, και ελέγχονται μέσω καλωδίου και συρμάτινης ντίζας από χειριστήρια στο τιμόνι. Μετακινώντας το χειριστήριο προς μία θέση μετακινείται και ο εκτροχιαστής μέσω της ντίζας. Επιστρέφοντας τον θέση ή θέσεις προς τα πίσω, το ελατήριο του εκάστοτε εκτροχιαστή μετακινεί τον εκτροχιαστή σε άλλη θέση και επιστρέφει και την ντίζα.[170][171]

GEAR SHIFTERS



* above shifter types are from Shimano.

Εικόνα 177. Διάφοροι τύποι χειριστηρίων εκτροχιαστών της εταιρίας Shimano.

Τόσο οι εκτροχιαστές όσο και τα χειριστήριά τους εξειδικεύονται ανάλογα τον τύπο του ποδηλάτου στο οποίο θα τοποθετηθούν. Διαφορετικού τύπου χειριστήρια υπάρχουν για παράδειγμα σε ένα ποδήλατο εκτός δρόμου, διαφορετικοί σε ένα αγώνων δρόμου και διαφορετικοί σε ένα ποδήλατο πόλης. Τα πρώτα χειριστήρια εκτροχιαστών ήταν υπό μορφή λεβιέδων και τοποθετούνταν στον κάτω σωλήνα ενός ποδηλάτου. Εν συνεχεία, μεταφέρθηκαν στο τιμόνι σε εργονομικότερη θέση κοντά στα χέρια του αναβάτη και στα χειριστήρια πέδησης. Μία σημαντική εξέλιξη αποτελεί το γεγονός ότι αρκετοί κατασκευαστές κατάφεραν να ενσωματώσουν σε ένα ενιαίο μηχανισμό τόσο τα

χειριστήρια αλλαγής ταχυτήτων όσο και τα χειριστήρια πέδησης, μειώνοντας τον όγκο των εξαρτημάτων και αυξάνοντας την χρηστικότητα. Παράδειγμα αποτελούν τα συστήματα STI (Shimano Total Integration) της Shimano, τα ErgoPower της Campagnolo και η Double Tap της SRAM.[172][173][174][175]



Εικόνα 178. Χειριστήριο εκτροχιαστή ποδηλάτου πόλης, με ενσωματωμένο χειριστήριο πέδησης, της εταιρίας Shimano.



Εικόνα 179. Χειριστήριο εκτροχιαστή ποδηλάτου αγώνων δρόμου, με ενσωματωμένο χειριστήριο πέδησης, της εταιρίας SRAM.

Μία σημαντική εξέλιξη στην εναλλαγή ταχυτήτων αποτελεί το πέρασμα της σύνδεσης και λειτουργίας μεταξύ εκτροχιαστή και χειριστηρίου με μηχανικό τρόπο και πιο συγκεκριμένα μέσω ντίζας, σε ηλεκτρονικό. Τα χειριστήρια και οι εκτροχιαστές τροφοδοτούνται με μπαταρία και συνδέονται μεταξύ του είτε μέσω καλωδίου, όπως για παράδειγμα στην σειρά Shimano Dura-Ace 7970[176], είτε ασύρματα, όπως για παράδειγμα στο σύστημα eTap της SRAM μέσω του ασύρματου πρωτοκόλλου της με όνομα Airlea[177], με το χειριστήριο να είναι πομπός και τον εκτροχιαστή να είναι δέκτης. Οι εκτροχιαστές ενσωματώνουν μικρούς ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τον εκτροχιασμό της αλυσίδας και άρα την αλλαγή σχέσεως μετάδοσης. Η αλλαγή ταχυτήτων συμβαίνει πιο γρήγορα ακριβώς επειδή ενεργούν άμεσα από το σήμα του αναβάτη, χωρίς να επενεργούν πάνω τους η τριβή μεταξύ ντίζας - καλωδίου. Επειδή δεν χρησιμοποιούν ντίζες, επίσης, με την πάροδο του χρόνου δεν χάνουν το καλιμπράρισμά τους και λειτουργούν πιο ομαλά. Από την αντίθετη πλευρά, όντας ηλεκτρονικοί μηχανισμοί, σε περίπτωση που εξαντληθεί η μπαταρία δεν δίνουν στον αναβάτη εναλλακτική μορφή ελέγχου της σχέσης μετάδοσης, με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιήσει μόνο μία. Επίσης λόγω του γεγονότος ότι προσανατολίζονται περισσότερο αγωνιστικά, δεν είναι τόσο στιβαρά και αξιόπιστα όσο τα συμβατικά συστήματα σε δυσμενείς συνθήκες, όπως για παράδειγμα σε βροχή. Το υψηλό κόστος τους επίσης αντικατοπτρίζει τις καθαρά αγωνιστικές καταβολές αυτών των συστημάτων.[178][179]



Εικόνα 180. Ασύρματος οπίσθιος εκτροχιαστής της εταιρίας SRAM.

Μία πρωτοποριακή εξέλιξη αποτελεί η πρόταση της εταιρίας Acros με τη λειτουργία και των έλεγχο των εκτροχιαστών της, μοντέλου A-GE MT, μέσω κλειστού υδραυλικού κυκλώματος. Οι εκτροχιαστές αντί για έλεγχο μέσω ντίζας από τα χειριστήρια, ενώνονται σε κλειστό υδραυλικό κύκλωμα με έμβολα στις άκρες του, τόσο στους εκτροχιαστές όσο



και στα χειριστήρια. Η κίνηση του χεριού του αναβάτη κινεί το υδραυλικό έμβολο του χειριστηρίου, και αυτή η κίνηση μεταφέρεται στο υδραυλικό έμβολο του εκτροχιαστή. [180]

Εικόνα 181. Οπίσθιος υδραυλικός εκτροχιαστής Acros A-GE MT. Διακρίνεται το υδραυλικό έμβολο.



Εικόνα 182. Χειριστήριο υδραυλικού εκτροχιαστή Acros A-GE MT.

5.5.2.2. Με χρήση κελύφους εσωτερικών ταχυτήτων στον κινητήριο τροχό

Μία εναλλακτική πρόταση που χρησιμοποιείται σήμερα στην ποδηλατοκίνηση για εναλλαγή σχέσεων μετάδοσης είναι οι εσωτερικές ταχύτητες. Πρόκειται για ένα κλειστό κέλυφος στο κέντρο του οπίσθιου κινητήριου τροχού το οποίο εσωτερικά του περικλείει πλανητικό σύστημα επικυκλικών γραναζιών, το οποίο περιλούζεται από υδραυλικό λάδι. Αυτό το κλειστό σύστημα εσωτερικών ταχυτήτων ελέγχεται από τον αναβάτη με χειριστήρια μέσω καλωδίου και συρμάτινης ντίζας και λαμβάνει κίνηση εξωτερικά μέσω ενός γραναζιού (είτε μέσω αλυσίδας είτε μέσω μάντα) από τα πετάλ και άρα από τα πόδια του αναβάτη. Για ακόμα μεγαλύτερο εύρος σχέσεων μετάδοσης υπάρχει η δυνατότητα



Εικόνα 183. Χειριστήριο αλλαγής σχέση μετάδοσης, εσωτερικών ταχυτήτων, της εταιρίας SRAM.

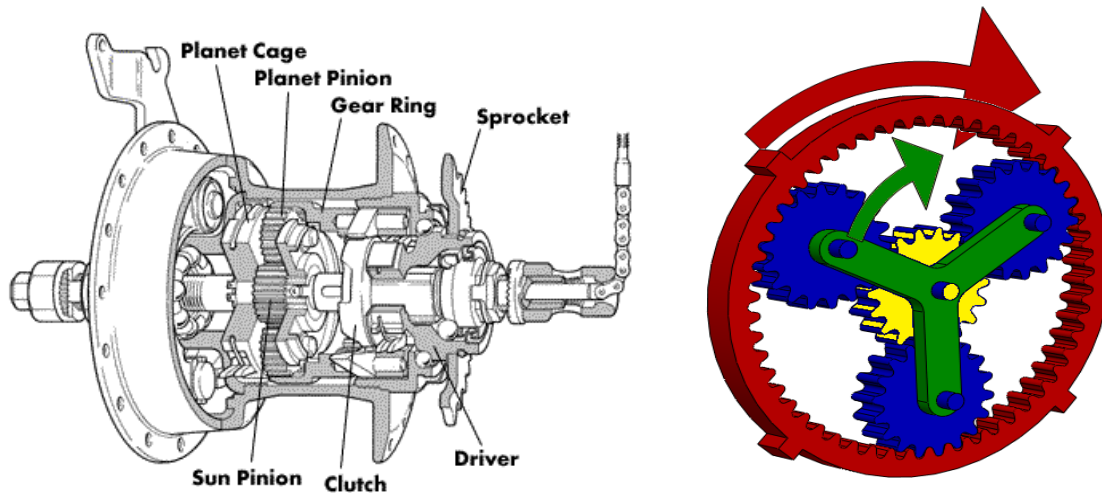


Εικόνα 184. Σύστημα εσωτερικών ταχυτήτων, το οποίο λαμβάνει κίνηση από ιμάντα.



Εικόνα 185. Σύστημα SRAM Dual Drive, εσωτερικών ταχυτήτων, συζευγμένο με πολλαπλούς οδοντωτούς δίσκους και εκτροχιαστή. Διακρίνεται τόσο το καλώδιο έλεγχου του εκτροχιαστή, όσο και του εσωτερικού συστήματος αλλαγής σχέσης μετάδοσης.

Τα πιο απλά συστήματα εσωτερικών ταχυτήτων συνήθως έχουν τρεις σχέσεις μετάδοσης, ενώ τα πιο πολύπλοκα μπορούν να φτάσουν και τις δώδεκα ή και περισσότερες σχέσεις μετάδοσης (δίχως να υπολογίσουμε την πιθανή ύπαρξη σύζευξης και εξωτερικών ταχυτήτων με εκτροχιαστή).



Εικόνα 186. Τομή σε σχηματική αναπαράσταση συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων.

Εικόνα 187. Απλοϊκή αναπαράσταση εσωτερικού συστήματος τριών ταχυτήτων.

Όπως προαναφέρθηκε η λειτουργία αυτών των συστημάτων βασίζεται στην ύπαρξη πλανητικής διάταξης γραναζιών. Σε ένα απλό σύστημα τριών σχέσεων μετάδοσης υπάρχει στο κέντρο του συστήματος, σταθερά συνδεδεμένο με τον κεντρικό άξονα, ένα πινιόν - γρανάζι "ήλιος" (sun pinion), χρωματισμένο με κίτρινο στην Εικόνα 187. Περιμετρικά αυτού υπάρχουν τρία ή τέσσερα όμοια γρανάζια - "πλανήτες" (planet pinion) ενωμένα μεταξύ τους με τον φορέα πλανητών (planet carrier ή planet cage), χρωματισμένο με πράσινο στην Εικόνα 187. Τα γρανάζια "πλανήτες" περιστρέφονται γύρω από το γρανάζι "ήλιο" και εσωτερικά την οδοντωτή στεφάνη (gear ring ή annulus), χρωματισμένη με κόκκινο στην Εικόνα 187. Όταν περιστρέφονται τα γρανάζια "πλανήτες", καθώς αυτά είναι ενωμένα στον φορέα πλανητών, συνήθως για κάθε τρεις περιστροφές του φορέα πλανητών, η οδοντωτή στεφάνη περιστρέφεται τέσσερις φορές, 1,33 φορές δηλαδή ταχύτερα. Ο αριθμός αυτός δεν είναι σταθερός για κάθε κατασκευαστή και κάθε εφαρμογή. Η κίνηση λαμβάνεται από το εξωτερικό γρανάζι (sprocket) και μεταδίδεται εσωτερικά του συστήματος με τον οδηγό (driver). Η κίνηση μεταδίδεται στον τροχό από το κέλυφος (hub) του συστήματος ταχυτήτων.

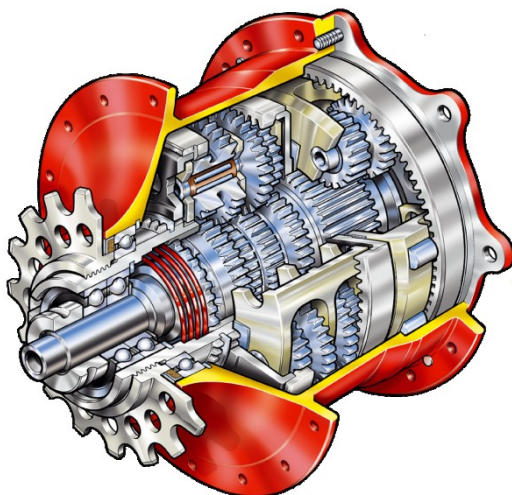
Στην πρώτη ή "χαμηλή" σχέση μετάδοσης το εξωτερικό γρανάζι κινεί την οδοντωτή στεφάνη και ο φορέας πλανητών κινεί το κέλυφος, με τον τροχό να γυρνά τρεις φορές για κάθε τέσσερις περιστροφές του εξωτερικού γραναζιού, μειώνοντας την ταχύτητα κατά

25%, η σχέση μετάδοσης δηλαδή αυξάνεται της μονάδας είναι $i=n_a$ (στροφές κινητήριου γραναζιού)/ n_b (στροφές κινούμενου τροχού) = $4/3 = 1,33 > 1$.

Στην δεύτερη ή "μεσαία" σχέση μετάδοσης το εξωτερικό γρανάζι και πάλι κινεί την οδοντωτή στεφάνη, αλλά αυτή τη φορά η οδοντωτή στεφάνη κινεί το κέλυφος. Παρόλο που τα εσωτερικά γρανάζια πλανήτες περιστρέφονται με την κίνηση του εξωτερικού γραναζιού, η κίνηση τους σε αυτή την περίπτωση δεν έχει κάποιο αντίκτυπο στην κίνηση του τροχού, για αυτό η σχέση μετάδοσης σε αυτή την περίπτωση είναι άμεση, δηλαδή είναι $i=n_a / n_b = 1/1 = 1$.

Στην τρίτη ή "μεγάλη" σχέση μετάδοσης η κίνηση του εξωτερικού γραναζιού μεταφέρεται πλέον στον φορέα πλανητών, ενώ η οδοντωτή στεφάνη εξακολουθεί να κινεί το κέλυφος. Με αυτόν τον τρόπο για κάθε τρεις περιστροφές του εξωτερικού γραναζιού ο τροχός περιστρέφεται τέσσερις φορές, επιτυγχάνεται δηλαδή αύξηση της ταχύτητας κατά 33%, με την σχέση μετάδοσης μειώνεται της μονάδας, οπότε $i=n_a / n_b = 3 / 4 = 0,75 < 1$. Συστήματα με περισσότερες από τρεις σχέσεις μετάδοσης χρησιμοποιούν δύο ή τρία πλανητικά στάδια.

Λόγω της κλειστής φύσης του συστήματος είναι προστατευμένο απέναντι σε βροχή και χώματα, και για αυτό χρειάζεται λιγότερη συντήρηση. Σε αυτό συμβάλει και το γεγονός ότι τα εξαρτήματα εσωτερικά λιπαίνονται. Επίσης έχουν το πλεονέκτημα πως μπορούν να αλλάξουν σχέση μετάδοσης και σε στάση, σε αντίθεση με τους εκτροχιαστές όπου πρέπει



Εικόνα 188. Σχηματική παράσταση σε τομή συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων 14 σχέσεων μετάδοσης.

να περιστρέφεται η αλυσίδα. Στα μειονεκτήματα εντάσσονται η πολυπλοκότητα της κατασκευής και το υψηλό κόστος. Επίσης είναι πιο δύσκολη η διαδικασία αφαίρεσής τους από τον σκελετό του ποδηλάτου για επισκευή, και λόγω του γεγονότος ότι ο τροχός είναι "πλεγμένος" επάνω στο κέλυφος του συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων, δεν δύναται να αφαιρεθεί ο τροχός μόνος του δίχως το σύστημα εναλλαγής ταχυτήτων.[181][182][183]

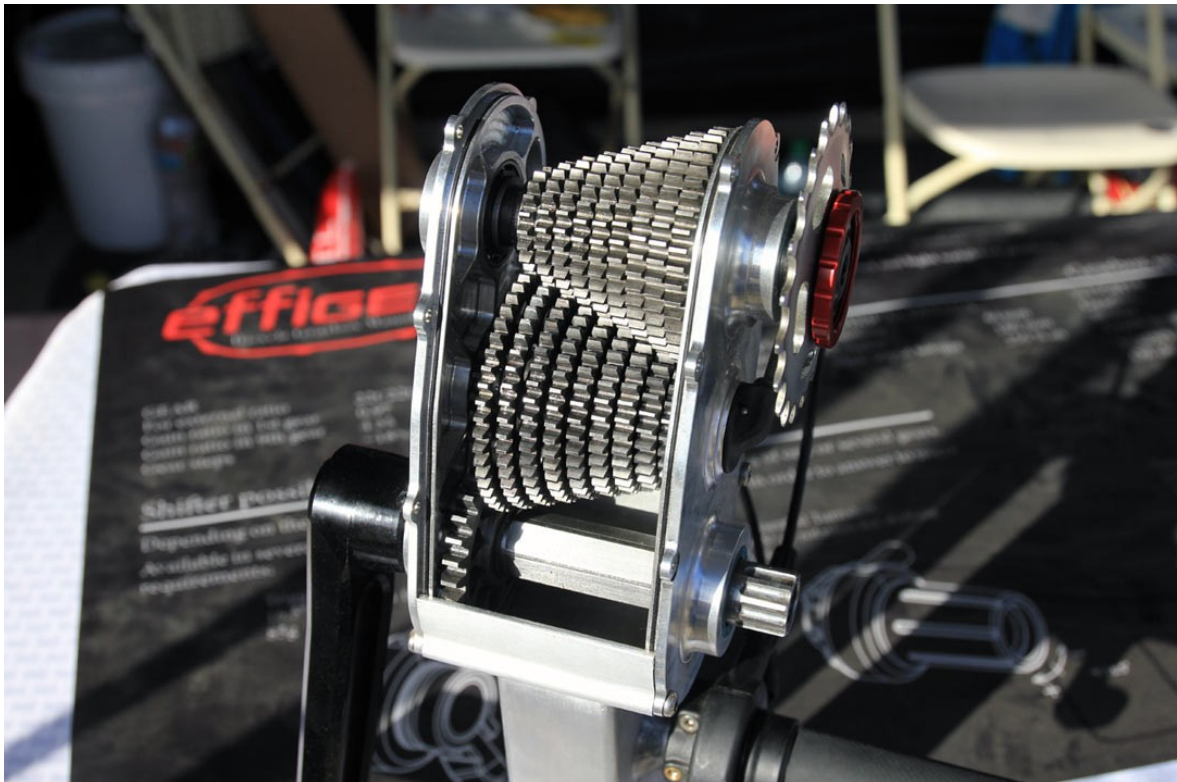
5.5.2.3. Με χρήση κιβωτίου ταχυτήτων στο κέλυφος μεσαίας τριβής

Μία από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στον χώρο της εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης αντικατοπτρίζεται στο κιβώτιο ταχυτήτων εσωτερικά του κελύφους μεσαίας τριβής. Πρόκειται για ένα κλειστό κιβώτιο ταχυτήτων, εμβαπτισμένο σε λιπαντικό, το οποίο λαμβάνει κίνηση από τους βραχίονες των πετάλ και άρα από τα πόδια του αναβάτη, και την μεταφέρει, ανάλογα πάντα με την σχέση που είναι επιλεγμένη, στον άξονα εξόδου και στο γρανάζι εξόδου. Από εκεί μεταφέρεται μέσω αλυσίδας ή μάντα στον οπίσθιο κινητήριο τροχό.



Εικόνα 189. Σύστημα εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης μέσω κιβωτίου ταχυτήτων, της εταιρίας Pinion.

Παραδείγματα αποτελούν τα κιβώτια ταχυτήτων των εταιριών pinion και effigear. Αυτά τα κιβώτια ταχυτήτων τοποθετούνται σε ειδικά σχεδιασμένους σκελετούς ακριβώς για σύζευξη με αυτά. Ελέγχονται με χειριστήρια στο τιμόνι, ακριβώς όπως και τα υπόλοιπα συστήματα. Οι σχέσεις μετάδοσης τους μπορούν να φτάσουν έως και τις δεκαοκτώ. Λόγω της κλειστής φύσης αυτών των συστημάτων είναι ανθεκτικότερα απέναντι σε δυσμενείς συνθήκες, με μόνη έγνοια από τη μεριά του αναβάτη η αλλαγή του λιπαντικού σε δεδομένες διανυθείσες αποστάσεις. Λόγω της πολυπλοκότητας αυτών των συστημάτων είναι πιο δύσκολα στην επισκευή και έχουν υψηλότερο κόστος από τα συμβατικά συστήματα. Εξίσου υψηλότερο είναι και το βάρος του, με θετικό στοιχείο ότι επικεντρώνει το κέντρο βάρους του ποδηλάτου χαμηλά και στο κέντρο του. Μερικές εταιρίες έχουν κατασκευάσει πρωτότυπα ποδήλατα που χρησιμοποιούν αυτού του είδους τα κιβώτια ταχυτήτων με σκοπό να παρουσιαστούν στο ποδηλατικό κοινό.[186][187][188]



Εικόνα 190. Το εσωτερικό ενός κιβωτίου ταχυτήτων της effigear.

5.6. Τροχοί - Ελαστικά

Αδιαμφισβήτητα ο τροχός αποτέλεσε ένα από τα μεγαλύτερα ορόσημα στην πορεία της ανθρώπινης μετακίνησης. Αποτέλεσε τη βάση πάνω στην οποία εξελίχθηκε σχεδόν κάθε είδους όχημα, δίχως το ποδήλατο να αποτελεί την εξαίρεση. Από τα πρώτα ποδήλατα όπου ο τροχός ήταν κατασκευασμένος από ξύλο μέχρι τις μέρες μας όπου κατασκευάζεται ακόμα και από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, και από τα πρώτα επιθέματα από καουτσούκ που τοποθετήθηκαν πάνω του μέχρι τα σύγχρονα ελαστικά, στα επόμενα υποκεφάλαια θα παρουσιαστούν οι εξελίξεις πάνω στους τροχούς και τα ελαστικά.

5.6.1. Τροχοί

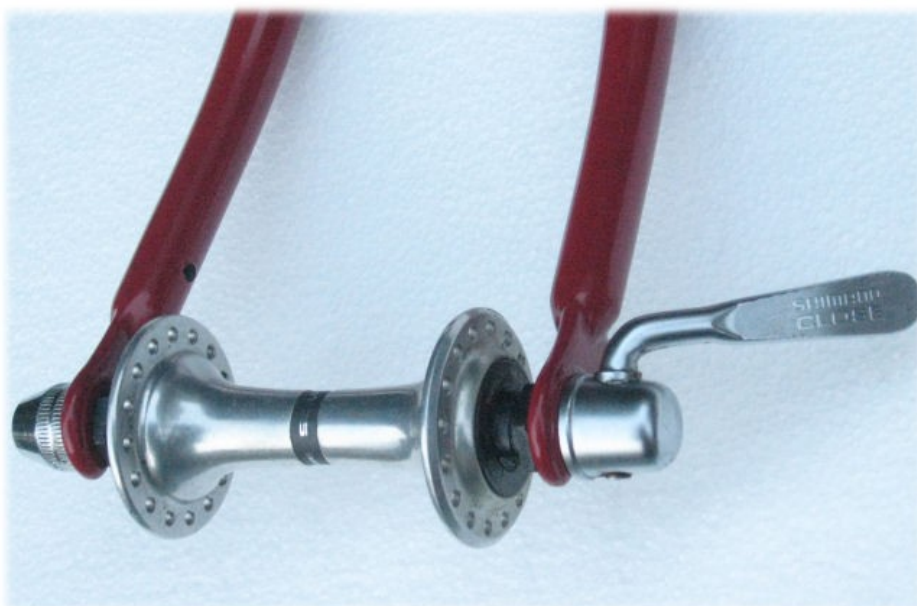
Οι πρώτοι τροχοί ήταν κατασκευασμένοι από ξύλο, ακολούθησε το ατσάλι, το οποίο σήμερα τείνει στην αφάνεια λόγω των νέων υλικών που επικρατούν όπως το αλουμίνιο, τα θερμοπλαστικά και τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Ένας τροχός ποδηλάτου κατασκευάζεται ανάλογα το είδος του ποδηλάτου με το οποίο θα χρησιμοποιηθεί (αγώνων ταχύτητας δρόμου, εκτός δρόμου, πόλης κ.τ.λ.), έχει τυποποιημένες διαστάσεις σχετικά με τον σκελετό του ποδηλάτου στο οποίο θα τοποθετηθεί, όπως και επίσης, στο ποδήλατο στο οποίο θα τοποθετηθεί δέχεται διαφορετικά κέντρα με άξονες για μετάδοση κίνησης, πληθώρα ελαστικών και διαφέρει ανάλογα στον τρόπο πέδησης ο οποίος εφαρμόζεται.



Εικόνα 191. Κέντρο τροχού με υποδοχή για 11 οδοντωτούς δίσκους, καθώς και υποδοχή για έδραση πλάκας δισκοφρένου (διακρίνεται), μάρκας ZIPP. Επίσης διακρίνεται ο μηχανισμός ένωσης με το πιρούνι (μπλοκάζ), ταχείας απελευθέρωσης (quick release).

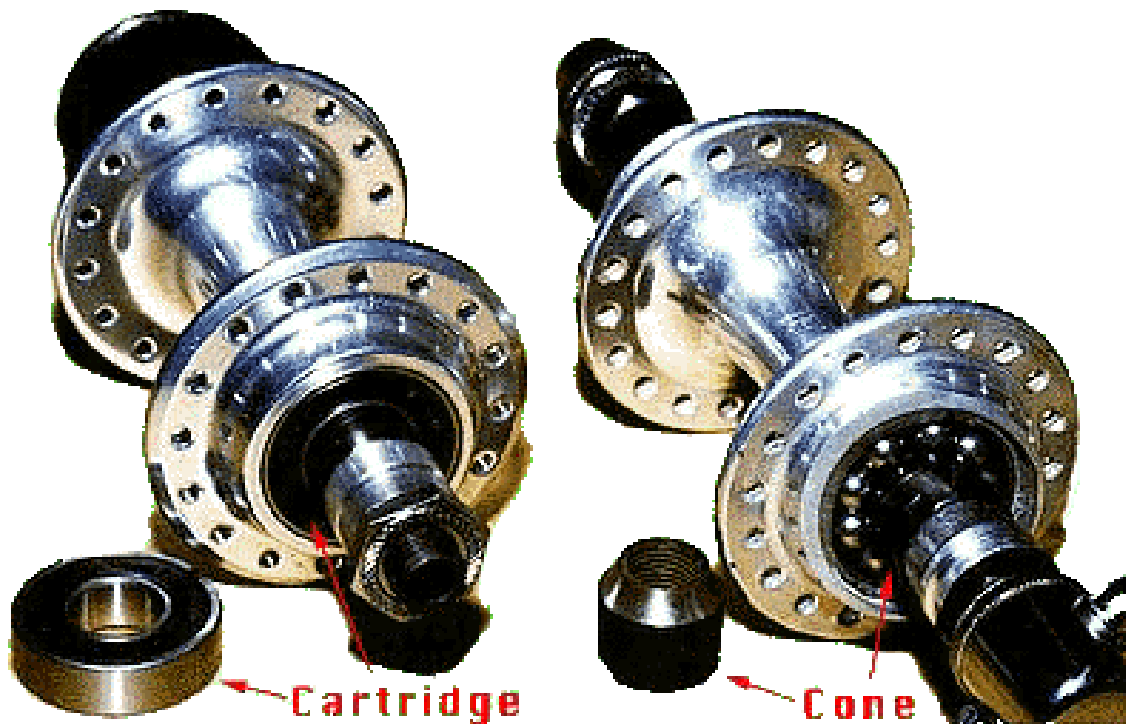
Ξεκινώντας από έσω προς τα έξω συναντάται το κέντρο του τροχού. Το κέντρο του τροχού περιλαμβάνει τον άξονα, τους κυλινδρικούς και το κέλυφος. Αν πρόκειται για κινητήριο τροχό περιλαμβάνει και την ανάλογη υποδοχή για μετάδοση κίνησης, ανάλογα το σύστημα μετάδοσης κίνησης που έχει επιλεγεί. Το κέλυφος του κέντρου έχει σε κάθε άκρη του υποδοχές για να περαστούν οι ακτίνες του τροχού, εκτός αν ο τροχός είναι κατασκευή monoplace από θερμοπλαστικά ή πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, οπότε οι

ακτίνες είναι ενιαία κατασκευή στον τροχό. Επίσης στο κέλυφος του άξονα υπάρχουν ειδικές υποδοχές για την έδραση πλάκας δισκοφρένου, εφόσον το ποδήλατο είναι εξοπλισμένο με αυτό το σύστημα πέδησης. Στο κέντρο του τροχού βρίσκεται ο άξονας πάνω στον οποίο κυλιέται ο τροχός, με τον ίδιο να εδράζεται στις ανάλογες υποδοχές επάνω στο ποδήλατο, και να ασφαλίζεται με παξιμάδια. Μία εναλλακτική σε αυτού του τύπου άξονα αποτελεί η διάσπαση του άξονα σε δύο άξονες, θηλυκό και αρσενικό, θα μπορούσαν να ονομαστούν. Ο θηλυκός άξονας, ο οποίος είναι κοίλος εσωτερικά εξακολουθεί να παραμένει στο κέντρο του τροχού, και εσωτερικά του περνά ένας μικρότερος άξονας, ο οποίος στην μία άκρη του έχει λεβιέ με έκκεντρο και στην άλλη σπείρωμα και είναι αυτός που σφίγγει για να ασφαλίσει ο τροχός στην θέση του. Το σύστημα αυτό αντικαθιστά το σφίξιμο με γερμανικά κλειδιά καθώς είναι αρκετό το σφίξιμο με το χέρι, για αυτό και ονομάστηκε μπλοκάζ ταχείας απελευθέρωσης, quick release skewer. Οι διαστάσεις του είναι τυποποιημένες ανάλογα στο είδος ποδηλάτου που θα χρησιμοποιηθούν, με τυπικά μεγέθη για εμπρός θηλυκούς άξονες D= 20mm, 15mm, 12mm, 9mm και για πίσω 10mm ή 12mm, ενώ η συνήθης διάμετρος του μπλοκάζ ταχείας απελευθέρωσης είναι 5mm, με τα ποδήλατα που έχουν αναρτήσεις και προορίζονται για χρήση εκτός δρόμου να υιοθετούν μπλοκάζ ταχείας απελευθέρωσης διαμέτρου 9mm εμπρός και 10mm πίσω. Το μήκος είναι και αυτό τυποποιημένο με συνήθης τιμή για εμπρός τροχούς L=100mm, ενώ για οπίσθιους που ενσωματώνουν μηχανισμούς εναλλαγής ταχυτήτων συνήθης τιμή είναι L=130mm. Επίσης για ποδήλατα εκτός δρόμου συνήθης τιμή είναι L=135mm, ακόμα και 142mm και 150mm. [189][190]



Εικόνα 192. Κέντρο τροχού ασφαλισμένο σε πιρούνι ποδηλάτου μέσω μπλοκάζ ταχείας απελευθέρωσης, της SHIMANO.

Μεταξύ του άξονα και του κελύφους παρεμβάλλονται οι κυλίσιοτριβείς. Αυτοί μπορεί να είναι είτε ανοιχτού τύπου κωνικά με σφαιρίδια που όμως ανά διαστήματα χρειάζονται επιθεώρηση και επανατοποθέτηση ειδικού γράσου, είτε κλειστού τύπου που απλά αντικαθιστούνται όταν φθαρούν. Συνήθως είναι κατασκευασμένα από ατσάλι υπάρχει όμως και η δυνατότητα πλέον να είναι με κεραμική επίστρωση, καθώς είναι πιο ανθεκτικά απέναντι σε υψηλές ταχύτητες, φορτία και θερμοκρασίες.[191][192]

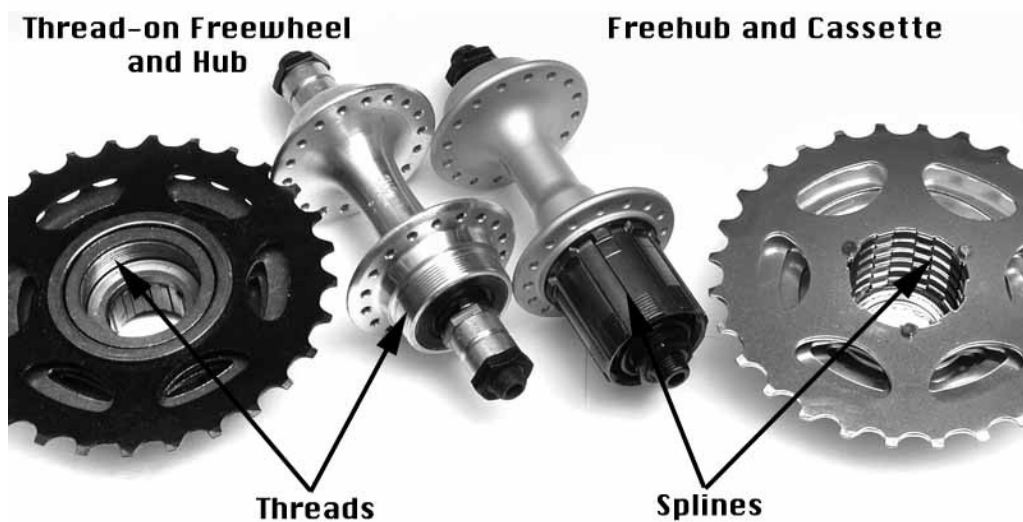


Εικόνα 193. Δύο τύποι κυλίσιοτριβέων, κλειστού τύπου (cartridge) και ανοιχτού τύπου κωνικά (cone).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αν πρόκειται για κινητήριο τροχό φέρει στο κέλυφος του και την ανάλογη υποδοχή για τον εκάστοτε μηχανισμό μετάδοσης κίνησης. Σε περιπτώσεις μονής ταχύτητας μπορεί να έχει υποδοχή για ένα γρανάζι, είτε πρόκειται για αλυσοκίνηση ή μαντοκίνηση. Όταν πρόκειται ο κινητήριος τροχός να φέρει περισσότερους του ενός οδοντωτούς τροχούς, αυτοί ενώνονται στο κέντρο του κινητήριου τροχού με δύο τρόπους, είτε με freehub και cassette, είτε με thread - on freewheel και hub. Στην πρώτη μέθοδο στο κέλυφος του κέντρου και εξωτερικά του άξονα υπάρχει ειδική υποδοχή με εγκοπές, που ονομάζεται "ομφαλός" στην οποία εισέρχονται ένας ένας οι οδοντωτοί τροχοί (όλοι μαζί ονομάζονται κασέτα) του συστήματος εναλλαγής ταχυτήτων. Εσωτερικά του υπάρχει μηχανισμός καστανίας που επιτρέπει την ελεύθερη περιστροφή προς μία κατεύθυνση. Στην άλλη μέθοδο το σύμπλεγμα των οδοντωτών τροχών (το οποίο

ονομάζεται ελεύθερο ν- ταχυτήτων ή ν-πλέτα, π.χ. οχταπλέτα, και δεν διαιρείται) εισάγεται στο κέντρο και βιδώνεται πάνω στο κέλυφος του, και το ίδιο το ελεύθερο σε αυτή τη περίπτωση έχει εσωτερικά του το μηχανισμό καστάνιας, για ελεύθερη περιστροφή προς μία κατεύθυνση.[193]

Πέραν αυτού του συστήματος εναλλαγής ταχυτήτων με πολλαπλούς οδοντωτούς δίσκους, το κέλυφος του κινητήριου τροχού, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο υποκεφάλαιο, μπορεί και να φιλοξενεί σύστημα εσωτερικών ταχυτήτων, να φιλοξενεί τον ηλεκτροκινητήρα σε ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση, ή τον υδραυλικό κινητήρα σε ποδήλατα με κλειστό υδραυλικό κύκλωμα μετάδοσης κίνησης.



Εικόνα 194. Οι δύο τρόποι τοποθέτησης πολλαπλών οδοντωτών δίσκων σε κέντρο τροχού.

Εξωτερικά του τροχού συναντάται η στεφάνη ή το στεφάνι του τροχού, στα αγγλικά ονομάζεται rim. Είναι το εξάρτημα αυτό που δέχεται το ελαστικό και τον αεροθάλαμο εξωτερικά του, και συνδέεται μέσω ακτινών ή και μονοκόμματα με το κέντρο του τροχού. Ιστορικά κατασκευάστηκε από ξύλο, μετά από ατσάλι, το οποίο χρησιμοποιείται όλο και λιγότερο πλέον, θερμοπλαστικά, με τα κράματα αλουμινίου να κυριαρχούν πλέον, και τα



πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα να ανέρχονται στο προσκήνιο. Το χείλος τους εσωτερικά κατασκευάζεται ανάλογα με το είδος και τις διαστάσεις ελαστικού που πρόκειται να δεχτεί. Η πιο συνηθισμένη διάταξη εσωτερικά είναι η clincher, για κανονικά ελαστικά που

Εικόνα 195. Ηλεκτροκινητήρας ενσωματωμένος στο κέλυφος κινητήριου τροχού.

απαιτούν επιπλέον εσωτερικό αεροθάλαμο. Χαρακτηριστικά είναι τα περιμετρικά χείλη στα οποία "πιάνει" εσωτερικά το ελαστικό και βασίζεται στην πίεση και την τριβή για να παραμείνει το ελαστικό στη θέση του. Εάν αυτού του είδους η στεφάνη είναι αεροστεγής



από την πλευρά των θηλών ακτινών και βαλβίδας, μπορεί να δεχτεί και ελαστικά χωρίς αεροθάλαμο, tubeless. Μία άλλη διάταξη που χρησιμοποιείται κυρίως σε ποδήλατα αγώνων ταχύτητας είναι για ελαστικά tubular. Τα ελαστικά αυτά είναι πλήρης, υπό μορφή σωλήνα και φέρουν εσωτερικά τους τον αεροθάλαμο του ελαστικού. Για αυτό το λόγο κολλιούνται στη στεφάνη με ειδική κόλλα.

Εικόνα 196. Εσωτερικά προφίλ στεφάνης τροχού.

Οι εξωτερικές διαστάσεις του είναι τυποποιημένες και είναι αυτές με τις οποίες ταξινομείται ο τροχός. Συνήθως αποκαλούνται με δύο τρόπους, που αναφέρονται στην ονομαστική διάμετρο του τροχού. Την ονοματολογία σε ίντσες, για παράδειγμα 26 ιντσών, που είναι μια διάσταση τροχού που προτιμάται κυρίως σε ποδήλατα εκτός δρόμου, και την ονοματολογία σε χιλιοστά, για παράδειγμα 700 χιλιοστά, που είναι η πιο διαδεδομένη διάσταση τροχού σε ποδήλατα δρόμου, πόλεως, και υβριδικά. Μετά το πρώτο νούμερο συνήθως ακολουθεί και δεύτερο νούμερο στην περίπτωση των ιντσών, ή ένα κεφαλαίο γράμμα του λατινικού αλφαβήτου στην περίπτωση των χιλιοστών, που μεταφράζεται στο εσωτερικό πλάτος της ζάντας, και ανάλογα του ελαστικού που δύναται να χωρέσει. Επίσης μπορεί να ακολουθεί και ειδικός χαρακτηρισμός για το είδος της ζάντας, όπως clincher ή tubular. Πολλές φορές η ονοματολογία σε ίντσες μπορεί να εκφράζει μία διάσταση που υπάρχει και με την ονοματολογία των χιλιοστών, για παράδειγμα 700C και 28 x 1 5/8 είναι ο ίδιος τροχός. Να τονιστεί πως υπάρχει και η ονοματολογία κατά ISO η οποία μετρά την διάμετρο του εσωτερικού χείλους της στεφάνης, για αυτό και εμφανίζονται μικρότερα τα ανάλογα νούμερα (π.χ. στην προκειμένη περίπτωση 622mm).[194]

Οι γενικές διαστάσεις και η μορφοποίηση μίας στεφάνης εξαρτώνται από το είδος ποδηλάτου που θα χρησιμοποιηθεί, και άρα ανάλογα το ελαστικό που θα χρησιμοποιηθεί. Εξωτερικά της στεφάνης στο άνω μέρος της υπάρχει η επιφάνεια όπου επενεργούν τα τακάκια, εφόσον το ποδήλατο είναι εξοπλισμένο με αυτή την μορφή πέδησης. Τροχοί που ενδείκνυνται για ποδηλασία εκτός δρόμου έχουν συνήθως φαρδύτερη και ανθεκτικότερη σε κρούσεις στεφάνη που μπορεί να δεχτεί φαρδύτερα ελαστικά για περισσότερη πρόσφυση. Τροχοί που χρησιμοποιούνται για αγώνες ταχύτητας δρόμου είναι λεπτοί και ανάλαφροι και δέχονται τα λεπτότερα από τα ελαστικά που ενδείκνυνται για ποδήλατα, με σκοπό την ελαχιστοποίηση την αντίστασης κύλισης. Μία ιδιαίτερη κατηγορία αυτών των τροχών (aero wheels) έχει στεφάνη ιδιαίτερα μεγάλου βάθους, ώστε να είναι όσο το δυνατόν αεροδυναμικά αποτελεσματικότερη.



Εικόνα 197. Αεροδυναμικός τροχός με στεφάνη υψηλού προφίλ, για ποδήλατο αγώνων ταχύτητας, υποβάλλεται σε δοκιμές σε αεροσήραγγα.

Η στεφάνη και το κέντρο του τροχού ενώνονται μέσω ακτινών οι οποίες βρίσκονται υπό τάση, η οποία πρέπει να είναι όμοια σε όλες τις ακτίνες, καθώς έχει άμεσο αντίκτυπο στην ευθυγράμμιση της στεφάνης. Αυτές κατασκευάζονται από ατσάλι, αλουμίνιο, τιτάνιο, ακόμα και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, ανάλογα με τη χρήση. Λόγω των τάσεων και της χρήσης που υπόκεινται, χαλαρώνουν με αποτέλεσμα ανά χρονικά διαστήματα να χρειάζονται ρύθμιση, ώστε να ευθυγραμμιστεί ο τροχός. Ακόμα και εδώ μπορούν πέρα από τις συμβατικές ακτίνες να συναντηθούν αεροδυναμικές ακτίνες, στην αναζήτηση και του παραμικρού πλεονεκτήματος.



Εικόνα 198. Αεροδυναμικές ακτίνες τροχού.

Οι ακτίνες του τροχού μπορούν επίσης να είναι ενιαίο μέρος αυτού όταν η κατασκευή του τροχού είναι μονοκόμματη (monocoque), συνήθως υπό την μορφή τριών τεσσάρων ή και πέντε βραχιόνων - "μπράτσων". Τέτοιοι τροχοί συνήθως είναι κατασκευασμένοι από θερμοπλαστικά, για ποδήλατα ακροβατικών επιδείξεων, ενώ από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα για ποδήλατα αγώνων δρόμου. Για να μειωθεί ακόμα περισσότερο η αεροδυναμική αντίσταση υπάρχει η εναλλακτική των κλειστών τροχών. Πρόκειται για τροχούς που είτε αντιμετωπίζουν την αεροδυναμική αντίσταση των ακτινών καλύπτοντας τις με δύο δίσκους, είτε κατασκευάζοντας τις από την αρχή κλειστούς monocoque. Οι τροχοί αυτοί ωστόσο είναι πιο βαρείς και πιο επιρρεπείς σε πλευρικούς ανέμους.

Συμβιβασμός μεταξύ απλού τροχού και του πλήρως κλειστού τροχού, από άποψη βάρους και συμπεριφοράς στους πλευρικούς ανέμους αποτελεί ο monopocoque τροχός με βραχίονες, ή ο τροχός με ακτίνες αλλά υψηλό προφίλ στεφάνης.[195][196][197][198]



Εικόνα 199. Αριστερά ένας πλήρως κλειστός τροχός και δεξιά ένα τροχός τριών βραχιόνων, κατασκευασμένοι από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, αεροδυναμικής σχεδίασης, της εταιρίας HED.

Μία πρωτοποριακή ιδέα πάνω στις ακτίνες του τροχού αποτελεί η πρόταση της εταιρίας Loopwheels, σύμφωνα με την οποία "επαναφευρείται ο τροχός για μία πιο άνετη οδήγηση". Συγκεκριμένα οι τροχοί της εταιρίας Loopwheels αντικαθιστούν τις ακτίνες από μακρόστενα φύλλα κατασκευασμένα από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, σε διάταξη τέτοια ώστε να λειτουργούν σαν αποσβεστήρες κραδασμών εντός των τροχών. Το κέντρο του τροχού δύναται να μετακινηθεί σε συνάρτηση με την στεφάνη του τροχού έως και 70 χιλιοστά. Μόνος περιορισμός στη χρήση αυτών των τροχών είναι ο σκελετός του



ποδηλάτου να έχει αρκετό ελεύθερο χώρο για τη κίνηση του τροχού και να είναι εξοπλισμένος με σύστημα δισκοφρένων, λόγω του γεγονότος ότι αυτού του είδους ο τροχός δεν είναι συμβατός με κλασικά φρένα ποδηλάτου.[199]

Εικόνα 200. Ποδήλατο εξοπλισμένο με τροχούς της εταιρίας Loopwheels.

5.6.2. Ελαστικά

Το ελαστικό είναι το εξάρτημα εκείνο του ποδηλάτου που παρεμβάλλεται μεταξύ τροχού και οδοστρώματος και είναι ο τελικός παράγοντας που μεταφέρει την κινητήρια ισχύ στο οδόστρωμα, καθώς και την ισχύ πέδης. Σε μικρό βαθμό απορροφά και κραδασμούς του οδοστρώματος. Από τα πρώτα ελαστικά που ήταν επιθέματα καουτσούκ αδιαμφισβήτητα από τις μεγαλύτερες εξελίξεις στον χώρο των ελαστικών ήταν τα ελαστικά με αεροθάλαμο. Το ελαστικό επιλέγεται ανάλογα το είδος της ποδηλασίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και διαστασιολογικά, στον τροχό που πρόκειται να τοποθετηθεί. Η διάμετρος του τροχού με του ελαστικού πρέπει να είναι η ίδια, ενώ στο φάρδος στεφάνης και ελαστικού υπάρχει περιθώριο εύρους.

European Tire and Rim Technical Organization Standards Manual - 2007

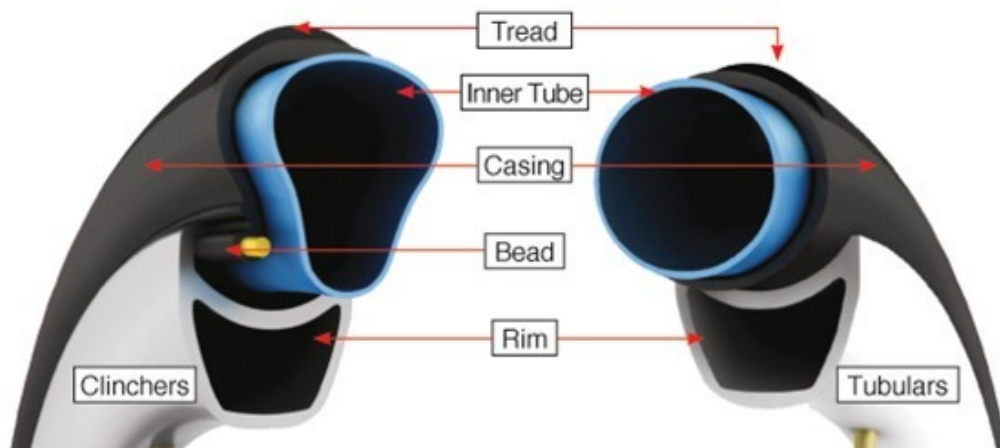
Rim width (mm)	Tire section width															
	18	20	23	25	28	32	35	37	40	44	47	50	54	57	60	62
13c	x	x	x	x												
15c			x	x	x	x										
17c				x	x	x	x	x	x	x	x	x				
19c					x	x	x	x	x	x	x	x				
21c							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
23c								x	x	x	x	x	x	x	x	x
25c									x	x	x	x	x	x	x	x
27c										x	x	x	x	x	x	x
29c													x	x	x	x

Εικόνα 201. Πίνακας συμβατότητας πλάτους ελαστικού σε συνάρτηση με το πλάτος στεφάνης του τροχού, σύμφωνα με το Τεχνικό Εγχειρίδιο του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Ελαστικών και Ζαντών.

Τα ελαστικά με αέρα, ανάλογα με τον τρόπο που ενσωματώνονται στον τροχό διαχωρίζονται σε clincher και tubular.

Τα ελαστικά clincher είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος ελαστικού που απαντάται σήμερα. Έχει στα χείλη του εσωτερικά σύρμα, το οποίο μπορεί να είναι ατσάλινο ακόμα και από ίνες Kevlar, ώστε να "πιάνει" εσωτερικά του χείλους της στεφάνης του τροχού. Μεταξύ ελαστικού παρεμβάλλεται ο αεροθάλαμος. Αν η στεφάνη είναι αεροστεγής έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει και ελαστικό clincher tubeless το οποίο δεν χρειάζεται εσωτερικό αεροθάλαμο. Χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον σήμερα λόγω της χαμηλής τιμής του, ευκολίας επισκευής και αντικατάσταση, καθώς σε πιθανή απώλεια αέρα λόγω τρυπήματος, αντικαθίσταται απλά ο εσωτερικός αεροθάλαμος.[200]

Τα tubular είναι ελαστικά πλήρους διατομής τα οποία περιβάλλουν εσωτερικά τους τον αεροθάλαμο. Λόγω της φύσης του πρέπει να κολληθούν με ειδική κόλλα στη στεφάνη του τροχού και είναι συμβατά μόνο με τις ανάλογες στεφάνες. Έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να λειτουργήσουν με υψηλότερες πιέσεις (έως και 200psi) γεγονός που τους προσδίδει μικρότερη αντίσταση κύλισης, για αυτό το λόγο και βρίσκουν χρήση ως επί το πλείστον σε αγώνες ταχύτητας. Μειονεκτήματά τους το υψηλότερο κόστος και η δυσκολία στην επισκευή και αντικατάσταση.[201]



Εικόνα 202. Συγκριτική εικόνα διατομών μεταξύ ελαστικών clincher και tubular.

Διαφέρει μεταξύ ελαστικών επίσης, ο τρόπος με τον οποίο εγκλωβίζουν εσωτερικά ή όχι τον αέρα. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι ο εσωτερικός αεροθάλαμος για τα ελαστικά clincher. Εφόσον το επιτρέπει η στεφάνη του τροχού από άποψη στεγανότητας, το ίδιο το ελαστικό μπορεί να εγκλωβίζει τον αέρα, αν πρόκειται για ελαστικό tubeless. Είναι ιδιαίτερα δημοφιλή στα ποδήλατα εκτός δρόμου, καθώς μπορούν να λειτουργούν με χαμηλές πιέσεις με ασφάλεια, προσφέροντας μεγαλύτερη επιφάνεια πρόσφυσης και καλύτερη απορρόφηση κραδασμών.[202]

Μία ακόμα επιλογή είναι τα συμπαγή ελαστικά δίχως αέρα, στα αγγλικά airless solid. Αυτά είναι κατασκευασμένα από πολυμερική ρητίνη σε σταθερή πορώδες μορφή. Έχουν το πλεονέκτημα ότι απαιτούν μηδενική συντήρηση καθώς δεν είναι επιρρεπή σε απώλεια αέρα. Είναι όμως βαριά ελαστικά και κατά συνέπεια αργά και δύσκολα στην αντικατάσταση.[203]



Εικόνα 203. Διατομή συμπαγούς ελαστικού ποδηλάτου.

Μία ακόμα εξέλιξη αποτελούν τα "ελαστικά δίχως αέρα", στα αγγλικά *airless tires*, που δεν είναι όμως συμπαγή. Πρόκειται για ελαστικά που είναι εξολοκλήρου κατασκευασμένα από μίγματα πολυμερών υλικών προσφέροντας ανθεκτικότητα και απόσβεση κραδασμών και μηδενική συντήρηση. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα ελαστικά της εταιρίας Nexo, σύμφωνα με την οποία τα ελαστικά έχουν απροβλημάτιστη διάρκεια ζωής 3100 έως και 5000 μίλια, ή περίπου 5000 έως 8000 χιλιόμετρα.[204]



Εικόνα 204. Ελαστικό δίχως αέρα.

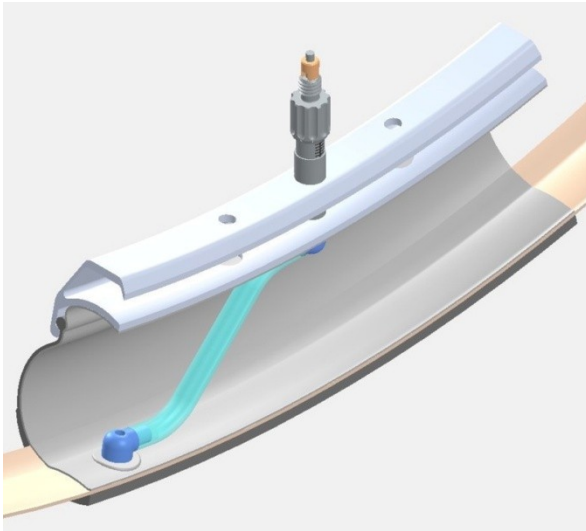
Το πέλμα του ελαστικού σχεδιάζεται ανάλογα με τη χρήση που πρόκειται να υποβληθεί. Για παράδειγμα ελαστικά εκτός δρόμου τείνουν να έχουν φαρδύ πέλμα με εξογκώματα, ενώ τα ελαστικά για αγώνες δρόμου να είναι πιο λεπτά με μικρά αυλάκια. Τα ελαστικά για ποδήλατα πόλης και τουρισμού αποτελούν μία ενδιάμεση κατασκευαστική λύση.



Εικόνα 205. Διάφορα πέλματα ελαστικών ανάλογα με τη χρήση.

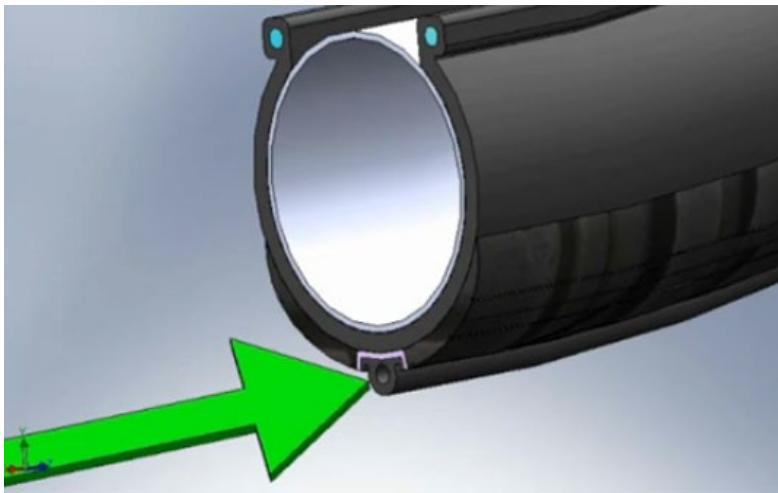
Ιδιαίτερη μέριμνα δίνεται και στην πρόληψη απώλειας αέρα του ελαστικού. Υπάρχουν ελαστικά που προσφέρονται ως ανθεκτικά (puncture resistant) έναντι στα τρυπήματα, τα οποία έχουν περισσότερες στρώσεις στο πέλμα τους ή μεγαλύτερο πάχος. Ωστόσο κυκλοφορούν στο εμπόριο ειδικά υγρά τα οποία τοποθετούνται εσωτερικά του ελαστικού ή του αεροθαλάμου και προστατεύουν το ελαστικό σε περίπτωση τρυπήματος. Συνήθως τα υγρά αυτά είναι ειδικά διαλύματα που εμπεριέχουν μικροσκοπικές ίνες. Όταν βρίσκονται εσωτερικά του ελαστικού η φυγόκεντρος που ασκείται τα εξωθεί να απλωθούν εσωτερικά ομοιόμορφα. Όταν το ελαστικό τρυπηθεί η εσωτερική πίεση τα ωθεί να φράξουν την οπή.[205]

Μία εκπληκτική καινοτομία αποτελεί το ελαστικό το οποίο φουσκώνει μόνο του. Πρόκειται για ένα πρωτότυπο ελαστικό το οποίο εφευρέθηκε από τον Benjamin Krempel, με την ονομασία PumpTire. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην ιδιότητα του ελαστικού να συμπιέζεται καθώς περιστρέφεται σε συνάρτηση με το έδαφος. Αυτή την ιδιότητα εκμεταλλεύεται η ειδική μονής κατεύθυνσης εξωτερική βαλβίδα του. Ο αέρας αντί να πηγαίνει απευθείας στον αεροθάλαμο, πηγαίνει πρώτα σε έναν μικρό αεροθάλαμο εξωτερικά στο κέντρο του ελαστικού. Καθώς το ελαστικό περιστρέφεται στο έδαφος ο



δεύτερος μικρός αεροθάλαμος συμπιέζεται πιέζοντας αέρα σε μια βαλβίδα στον εσωτερικό αεροθάλαμο. Η απώλεια αέρα στον μικρό αεροθάλαμο δημιουργεί συνθήκες αναρρόφησης τραβώντας όλο και περισσότερο αέρα από την εξωτερική βαλβίδα, η οποία έχει την δυνατότητα διαίσθησης της ορθής πίεσης του αέρα και ανακοπής αναρρόφησης, όταν αυτή φτάσει τα επιθυμητά επίπεδα.[206]

Εικόνα 206. Σχεδιαγραμματική διατομή του ελαστικού PumpTire.



Εικόνα 207. Διατομή του ελαστικού PumpTire, όπου φαίνεται ο μικρός αεροθάλαμος εξωτερικά στο κέντρο του τροχού.



Εικόνα 208. Η ειδική εξωτερική βαλβίδα μονής κατεύθυνσης, του ελαστικού PumpTire.

5.7. Πέδηση

Με τον όρο πέδηση εννοούμε τη μείωση της ταχύτητας του οχήματος, στην συγκεκριμένη περίπτωση του ποδηλάτου, μέσω διάφορων εξαρτημάτων και μηχανισμών οι οποίοι ελέγχονται από τον αναβάτη του οχήματος. Στη συνέχεια του υποκεφαλαίου θα παρουσιαστούν οι διάφοροι τύποι φρένων που έχουν εξελιχθεί και οι διάφοροι τρόποι πέδησης.

5.7.1. Φρένα στεφάνης

Ο πιο γνωστός και διαδεδομένος τρόπος πέδησης σήμερα είναι τα φρένα στεφάνης. Ονομάζονται έτσι γιατί επενεργούν μέσω τριβής στην εξωτερική επιφάνεια της στεφάνης του τροχού. Αποτελούνται από τους βραχίονες που φέρουν τα "τακάκια", κατασκευασμένα συνήθως από ελαστικό υλικό που επενεργούν επάνω στην στεφάνη δημιουργώντας τριβή ώστε να μειωθεί η ταχύτητα του ποδηλάτου. Είναι τα πιο διαδεδομένα λόγω της απλής και αποδοτικής κατασκευής τους, απαιτώντας ελάχιστη συντήρηση, με μόνη μέριμνα την αντικατάσταση των φθαρμένων τακακίων. Τα φρένα αυτά εδράζονται στον σκελετό εάν πρόκειται για τον οπίσθιο τροχό και στο πιρούνι για τον εμπρόσθιο. Σύμφωνα με τον τρόπο που εδράζονται και λειτουργούν, κατηγοριοποιούνται ανάλογα.

5.7.1.1. Σύνδεσης ενός σημείου

Τα φρένα αυτά, ονομαζόμενα και caliper είναι μονού σημείου σύνδεσης ως προς τον σκελετό του ποδηλάτου. Αυτό το σημείο είναι ο άξονα σύνδεσης και σε μερικά εξ' αυτών και ο άξονας περιστροφής τους. Είναι ελεγχόμενα μέσω καλωδίου με εσωτερική συρμάτινη ντίζα, το οποίο καταλήγει σε χειριστήριο στο τιμόνι και ελέγχεται από τον αναβάτη.

Ένας τύπος φρένου caliper είναι τα φρένα μονού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, στα αγγλικά single pivot sidepulls. Οι δύο βραχίονες του συστήματος αυτού ενώνονται και περιστρέφονται μόνο στο σημείο του άξονα περιστροφής με τον οποίο συνδέονται στο ποδήλατο. Στις κάτω άκρες των βραχιόνων εδράζονται τα τακάκια που εφαρμόζουν την δύναμη πέδης μέσω τριβής στην στεφάνη του τροχού. Στο πλάι και στις άκρες των βραχιόνων υπάρχουν τα σημεία επαφής με το καλώδιο και τη συρμάτινη ντίζα. Στον επάνω βραχίονα σταματά το καλώδιο και περνάει από μέσα του η συρμάτινη ντίζα, η οποία πακτώνεται στον κάτω βραχίονα. Κάθε φορά που τραβιέται η ντίζα σε συνάρτηση

με το καλώδιο, κλείνουν οι βραχίονες και η κίνηση αυτή μεταφέρεται και στα τακάκια. Η επαναφορά τους επιτυγχάνεται μέσω ελατηρίου.



Εικόνα 209. Φρένα caliper μονού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, RIVAL της εταιρίας SRAM.

Μία εξέλιξη αυτών των φρένων αποτελούν τα φρένα caliper δύο αξόνων περιστροφής, πλάγιας έλξης, στα αγγλικά dual pivot sidepulls. Είναι όμοια με τα φρένα caliper μονού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, με μόνη διαφορά πως έχουνε δύο άξονες περιστροφής. Επίσης έχουν τρεις βραχίονες. Ο ένας βραχίονας εδράζεται στον κεντρικό άξονα περιστροφής και στην άνω άκρη του φιλοξενεί το καλώδιο του φρεναρίσματος που επιτρέπει μόνο τη διέλευση της ντίζας και στην άλλη φέρνει το ένα εκ των δύο τακακίων. Ένας δεύτερος βραχίονας, συνδέει τους δύο βραχίονες πέδης. Στην μία άκρη του είναι συνδεδεμένος στον κεντρικό άξονα περιστροφής, μαζί με τον πρώτο βραχίονα πέδης και στην άλλη έχει έναν δεύτερο άξονα περιστροφής για τον δεύτερο βραχίονα πέδης. Ο δεύτερος βραχίονας πέδης φέρει το δεύτερο τακάκι στην μία άκρη του και ενώνεται με την ντίζα στο άλλο. Η όμοια κίνησή των δύο βραχιόνων πέδης εξασφαλίζεται μέσω ειδικού εσωτερικού έκκεντρου. Λόγω της κατασκευής του έχει έμφυτο μηχανικό πλεονέκτημα απέναντι στο φρένο μονού άξονα περιστροφής και για αυτό είναι αποτελεσματικότερο.



Εικόνα 210. Φρένα caliper διπλού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, QUARTZ της εταιρίας TEKTRO.

Μία παραλλαγή των φρένων caliper, αποτελούν τα φρένα κεντρικής έλξης, στα αγγλικά caliper centerpulls. Ένας κεντρικός βραχίονας, ο οποίος ενώνεται με το ποδήλατο, φέρει



στα άκρα του δύο άξονες περιστροφής, πάνω στους οποίους εδράζονται οι δύο συμμετρικοί βραχίονες πέδησης. Αυτοί στα κάτω άκρα τους φέρουν τα τακάκια και στα άνωθεν ενώνονται μεταξύ τους μέσω μίας συρμάτινης ντίζας. Η ντίζα πέδησης έλκει την ντίζα των βραχιόνων με ίση δύναμη ώστε αυτοί να κινηθούν.[207]

Εικόνα 211. Φρένα caliper κεντρικής έλξης, της DIA - COMPE

5.7.1.2. Σύνδεσης δύο σημείων

Τα φρένα αυτά, ονομαζόμενα και cantilever συνδέονται με τον σκελετό του ποδηλάτου σε δύο σημεία. Ένα για κάθε πλευρά της στεφάνης, για αυτό και έχουν και δύο ξεχωριστούς βραχίονες πέδης. Είναι εξίσου ελεγχόμενα μέσω καλωδίου με εσωτερική συρμάτινη ντίζα, το οποίο καταλήγει σε χειριστήριο στο τιμόνι και ελέγχεται από τον αναβάτη.



Ένα σύστημα πέδης τύπου cantilever είναι το cantilever κεντρικής έλξης, στα αγγλικά cantilever centerpulls. Εμφανισιακά μοιάζει με το σύστημα caliper κεντρικής έλξης, με την διαφορά ότι η βραχίονες εδράζονται και περιστρέφονται σε δύο ξεχωριστά σημεία στα πλαϊνά της στεφάνης του τροχού και ενώνονται μεταξύ τους μόνο με μία συρμάτινη ντίζα. Όταν έλκεται η ντίζα πέδησης κινούνται και οι βραχίονες. Και πάλι οι δύο βραχίονες φέρουν τα τακάκια και η επαναφορά τους γίνεται μέσω εσωτερικού ελατηρίου.[208]

Εικόνα 212. Σύστημα φρένου τύπου cantilever κεντρικής έλξης.



Μία παραλλαγή των φρένων cantilever, είναι τα cantilever άμεσης έλξης, στα αγγλικά cantilever direct pull. Ο πιο γνωστός τύπος αυτών είναι το V - Brake της Shimano. Σε αυτού του είδους το σύστημα πέδησης, στον ένα βραχίονα σταματά το καλώδιο σε μία ειδική υποδοχή και περνάει από μέσα του η συρμάτινη ντίζα, η οποία πακτώνεται στον άλλο βραχίονα. Με την έλξη της συρμάτινης ντίζας κλείνουν προς τα μέσα οι βραχίονες του συστήματος πέδησης.[209][210]

Εικόνα 213. Σύστημα πέδησης cantilever άμεσης έλξης.



Εικόνα 214. Σύστημα πέδησης U - brake cantilever.

Ένας ακόμα τύπος συστήματος πέδησης cantilever, είναι το σύστημα U - brake cantilever. Ονομάζονται έτσι γιατί η διάταξη των βραχιόνων τους σχηματίζει οπτικά το ανάποδο κεφαλαίο γράμμα U του λατινικού αλφαβήτου. Η αρχή λειτουργίας είναι ίδια με αυτή των cantilever άμεσης έλξης.[211]



Εικόνα 215. Υδραυλικό σύστημα πέδησης στεφάνης, σύνδεσης μονού σημείου, σειράς RED της εταιρίας SRAM. Διακρίνεται το υδραυλικό έμβολο, που επενεργεί στους βραχιόνες πέδησης.

Ενδιαφέρον προκαλούν οι πρωτότυπες εξελίξεις μερικών κατασκευαστών στην δημιουργία συστημάτων πέδησης στεφάνης, τόσο σύνδεσης μονού όσο και δύο σημείων, τα οποία χειρίζονται και ελέγχονται μέσω κλειστού υδραυλικού κυκλώματος εμβόλων. Ένα παράδειγμα υδραυλικού συστήματος πέδησης στεφάνης, σύνδεσης μονού σημείου αποτελούν τα υδραυτικά φρένα της σειράς RED της εταιρίας SRAM, τα οποία χρησιμοποιούν υδραυλικό έμβολο για να μεταφέρει την κίνηση μεταξύ των δύο βραχιόνων πέδησης.[212]

Ένα παράδειγμα υδραυλικού συστήματος πέδησης στεφάνης, σύνδεσης δύο σημείων, αποτελούν τα υδραυλικά φρένα HS11 της εταιρίας MAGURA, τα οποία χρησιμοποιούν δύο υδραυλικά έμβολα, ένα για κάθε τακάκι, ώστε να επιτευχθεί η κίνησή τους.[213]



Εικόνα 216. Υδραυλικό σύστημα πέδησης στεφάνης, σύνδεσης δύο σημείων, σειράς HS11 της εταιρίας Magura. Διακρίνονται τα υδραυλικά έμβολα, που επενεργούν στα τακάκια.

5.7.2. Δισκόφρενα

Μία κατηγορία μηχανισμών πέδησης που κερδίζει συνεχώς έδαφος είναι τα δισκόφρενα. Πρόκειται για ένα σύστημα πέδησης αποτελούμενο από δύο κύρια εξαρτήματα, την δισκόπλακα που εδράζεται στο κέλυφος του κέντρου του τροχού και τον μηχανισμό πέδησης "δαγκάνας" ο οποίος φέρει τα τακάκια που μεταφέρουν την δύναμη πέδησης στην δισκόπλακα, και ο οποίος εδράζεται σε ειδικές υποδοχές τόσο στο κάτω μέρος του πιρουνιού στον εμπρόσθιο τροχό, όσο και στα ανάλογα σημεία έδρασης του οπίσθιου τροχού.

Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους απέναντι στα φρένα στεφάνης είναι πως είναι πιο αποδοτικά σε υγρά περιβάλλοντα και δεν επηρεάζονται τόσο από λάσπες. Το πιο συχνό αναλώσιμο ανταλλακτικό τους είναι τα τακάκια με την δισκόπλακα (η οποία κατασκευάζεται συνήθως από ανοξείδωτο ατσάλι) να έρχεται δεύτερη, εφόσον αυτή φθαρεί σε υπερβολικό βαθμό. Συνήθως μία δισκόπλακα είναι πιο οικονομική στην

αντικατάσταση της από ότι μία στεφάνη τροχού σε περίπτωση φθοράς λόγω τριβής. Στα μειονεκτήματα ανήκει το γεγονός του υψηλότερου αρχικού κόστους απόκτησης λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος απέναντι στα φρένα στεφάνης. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί και το γεγονός ότι μπορούν να εγκατασταθούν σε ειδικά σχεδιασμένους σκελετούς και πιρούνια και δεν είναι τόσο καθολικά όπως τα πιο απλά φρένα στεφάνης. Η δισκόπλακα χρειάζεται συχνό έλεγχο στο πάχος της, ώστε αυτό να μην υπερβεί τα ελάχιστα όρια ασφαλείας.

Ο αναβάτης μπορεί να ελέγχει και να χειρίζεται τη λειτουργία των δισκοφρένων από τα χειριστήριά του, είτε μηχανικά, μέσω καλωδίου και συρμάτινης ντίζας είτε υδραυλικά, μέσω κλειστού υδραυλικού κυκλώματος εμβόλων. Τα πλεονεκτήματα του μηχανικού χειρισμού είναι η απλότητα του συστήματος, το χαμηλότερο κόστος και βάρος και η αραιότερη συντήρηση, ενώ του υδραυλικού η υψηλότερη ισχύς πέδησης.

Τα μηχανικά δισκόφρενα δουλεύουν μέσω καλωδίου και συρμάτινης ντίζας, η οποία έλκει τον βραχίονα μετακίνησης εμβόλου. Το έμβολο που έχει στην άκρη του το τακάκι, μετασχηματίζει την περιστροφική κίνηση του βραχίονα, μέσω σπειρώματος, σε παλινδρομική.

Από την άλλη πλευρά, τα υδραυλικά δισκόφρενα δουλεύουν βάση της αρχής λειτουργίας κλειστού υδραυλικού κυκλώματος και υδραυλικών εμβόλων.[214][215]



Εικόνα 217. Υδραυλικό δισκόφρενο εμπρόσθιου τροχού.



Εικόνα 218. Μηχανικό δισκόφρενο οπίσθιου τροχού.

Τα χειριστήρια ελέγχου πέδησης αποτελούνται από ειδικούς λεβιέδες τοποθετημένους στο τιμόνι, σχεδιασμένους ώστε με τη μυϊκή ισχύ του αναβάτη να έλκουν την ντίτσα, εάν πρόκειται για μηχανικό σύστημα, ή είναι λίγο πιο περίπλοκοι στην περίπτωση του υδραυλικού συστήματος και περιέχουν υδραυλικά έμβολα που μεταφέρουν την κίνηση μέσω κλειστού υδραυλικού κυκλώματος στο υδραυλικό έμβολο του φρένου. Η σχεδίαση τους είναι η βέλτιστη ανατομικά ανάλογα με τον τύπο του ποδηλάτου που πρόκειται να εγκατασταθούν και το είδος της ποδηλασίας που θα ασκηθεί. Όπως αναφέρθηκε και στο υποκεφάλαιο των συστημάτων εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης, υπάρχει και η δυνατότητα ενσωμάτωσης του χειριστηρίου πέδησης και του χειριστηρίου αλλαγής σχέσης μετάδοσης σε μία ενιαία μονάδα.



Εικόνα 219. Σε αυτή την εικόνα διακρίνονται τόσο ένα απλό χειριστήριο πέδησης ίσιου τιμονιού, που χρησιμοποιείται στα περισσότερα ποδήλατα, όσο και δύο χειριστήρια ποδηλάτου δρόμου (ανοξείδωτα), τα οποία τοποθετούνται στην καμπυλωτή πλευρά του τιμονιού. Διακρίνεται ωστόσο ακόμα ένα είδος χειριστηρίου πέδησης το οποίο έχει ενσωματωμένο και τον χειρισμό της εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης. Στην εικόνα διακρίνεται κάτω δεξιά. Τα εικονιζόμενα χειριστήρια είναι όλα μηχανικά.



Εικόνα 220. Χειριστήριο υδραυλικού συστήματος πέδησης. Διακρίνεται ο ειδικός σχεδιασμός λόγω της φιλοξενίας υδραυλικού εμβόλου.

Ενδιαφέρον αποτελεί η δημιουργία ενός πειραματικού ηλεκτρονικού και ασύρματου συστήματος πέδησης δισκοφρένου, από την ομάδα ερευνητών με επικεφαλή τον Δρ Holgar Hermanns του Γερμανικού Πανεπιστημίου του Saarland. Το συγκεκριμένο σύστημα δεν έχει χειριστήριο, αλλά αισθητήρα πίεσης κάτω από το δεξί κάλυμμα του τιμονιού, το οποίο μετατρέπει την πίεση σε ψηφιακό, ασύρματο σήμα. Η μονάδα στο πιρούνι λαμβάνει το σήμα λειτουργώντας μέσω ενός ενεργοποιητή (actuator), ανάλογα με την έντασή του σήματος, τις δαγκάνες του δισκοφρένου. Ο χρόνος απόκρισης κυμαίνεται στα 250 millisecond. Για να είναι το σήμα αξιόπιστο, υπάρχουν πολλαπλοί πομποί, με την αξιοπιστία του συστήματος, σύμφωνα με την ομάδα να αγγίζει το 99.999999999997%. Επίσης υπάρχουν σχέδια για το μέλλον ώστε να εγκατασταθεί σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών, το γνωστό A.B.S. (Anti - Lock Braking System), καθώς και συστήματος ελέγχου πρόσφυσης (traction control).[216]

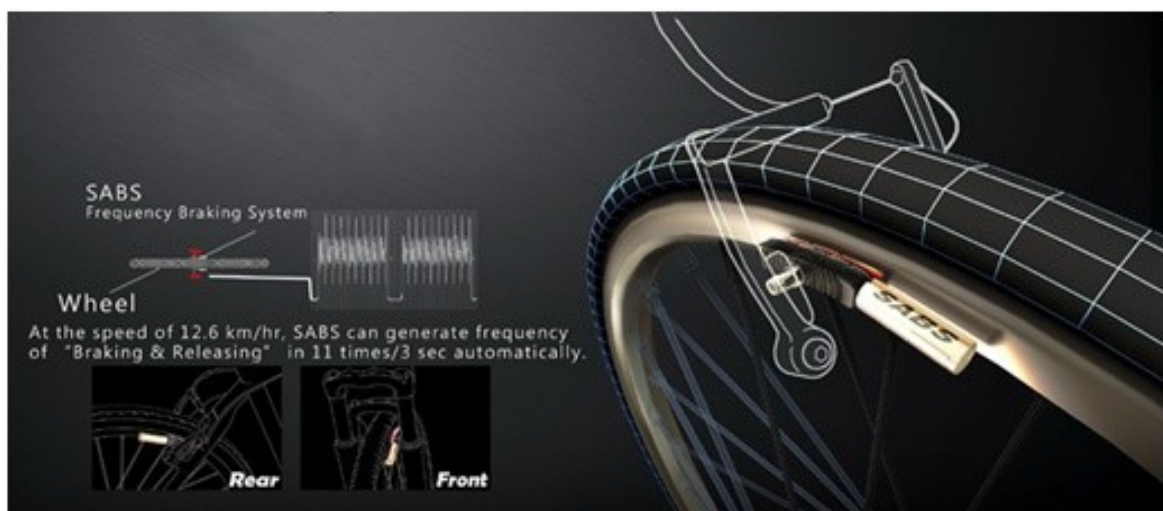


Εικόνα 221. Το πειραματικό ηλεκτρονικό και ασύρματο σύστημα πέδησης δισκοφρένου, από την ομάδα ερευνητών με επικεφαλή τον Δρ Holgar Hermanns του Γερμανικού Πανεπιστημίου του Saarland.

5.7.3. Συστήματα αντιμπλοκαρίσματος τροχών - A.B.S.

Κάτω υπό ισχυρές δυνάμεις πέδησης ένας τροχός έχει την δυνατότητα να μπλοκάρει, να ακινητοποιηθεί δηλαδή. Αυτό το φαινόμενο είναι πιο έντονο όταν η κατάσταση του ελαστικού είναι κακή, όταν η ολισθηρότητα του οδοστρώματος είναι μεγάλη, και γενικά όταν επικρατεί ελάχιστη τριβή μεταξύ ελαστικού - οδοστρώματος. Το κλείδωμα του τροχού είναι μία κατάσταση άκρως επικίνδυνη η οποία μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια ελέγχου του ποδηλάτου και σοβαρά ατυχήματα. Αν εδώ και αρκετά χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνολογίες και συστήματα αντιμπλοκαρίσματος τροχών - A.B.S. (Anti - Lock Braking System) για τα αυτοκίνητα δυστυχώς ανάλογες τεχνολογίες έχουν αρχίσει να κάνουν τα βήματα τους στον τομέα της ποδηλατοκίνησης τα τελευταία χρόνια, με λίγα συστήματα να κυκλοφορούν στο εμπόριο.

Ένα παράδειγμα συστήματος A.B.S. για συστήματα πέδησης στεφάνης αποτελούν τα τακάκια μία Καναδικής εταιρίας, της King Industries INC., με την ονομασία SABS (Safe A.B.S.) Frequency Braking System. Σε έκαστο από τα τακάκια φρένων υπάρχει μία ειδική κυλινδρικής μορφής προσθήκη, η οποία κατά την πέδηση, λόγω τριβής δημιουργεί μία συχνότητα παλμών - δονήσεων με εντελώς μηχανικό τρόπο, δίχως να χρειάζεται κάποια ηλεκτρική, πνευματική ή υδραυλική ισχύ. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα περιστροφής του τροχού, τόσο υψηλότερη είναι και η παραγόμενη συχνότητα. Αυτή η παραγόμενη συχνότητα σε ισχυρή πίεση πέδησης δεν επιτρέπει στα τακάκια να ακινητοποιήσουν τον τροχό, κάνοντας το φρενάρισμα πιο ασφαλές. Αυτό το σύστημα μάλιστα έχει λάβει έγκριση από την SGS και την CHC, καθώς και αρκετά βραβεία.[217][218]



Εικόνα 222. Το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών SABS Frequency Brake System, της King Industry INC. Ενδεικτικά στην ταχύτητα των 12,6 km/hr, το σύστημα SABS μπορεί να παράγει αυτόματα συχνότητα "Πέδησης & Απελευθέρωσης" της τάξεως των 11 φορές / 3 δευτερόλεπτα.



Εικόνα 223. Τα ειδικά τακάκια με το ενσωματωμένο σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών SABS.

Συστήματα αντιμπλοκαρίσματος τροχών έχουν εξελιχθεί και για τα δισκόφρενα των ποδηλάτων. Ένα τέτοια παράδειγμα αποτελεί το σύστημα A.B.S. που έχει εξελίξει η γερμανική εταιρία Brake Force One για ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση και υδραυλικά δισκόφρενα. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα ταχύτητας σε κάθε "δαγκάνα" φρένου. Εάν ο αισθητήρας αντιληφθεί αλλαγή στην ταχύτητα του τροχού η οποία κριθεί ως προβληματική ή επικίνδυνη, ένας ενεργοποιητής ο οποίος



Εικόνα 224. Το ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση στο οποίο η εταιρία Brake Force One ενσωμάτωσε σύστημα A.B.S. στα υδραυλικά δισκόφρενά του.

παρεμβάλλεται στο κλειστό υδραυλικό κύκλωμα μεταξύ του χειριστηρίου πέδησης και της "δαγκάνας" - μονάδας πέδησης, περιορίζει την ροή από το χειριστήριο προς τη δαγκάνα, απελευθερώνοντας τη δισκόπλακα. Καθώς όπως προαναφέρθηκε, το σύστημα αυτό εγκαθίσταται σε ποδήλατα με ηλεκτρική υποβοήθηση, λαμβάνει την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια από την μπαταρία του ποδηλάτου, με τους ενεργοποιητές να έχουν τη δυνατότητα να δουλεύουν σε συνεργασία με τον ηλεκτροκινητήρα. Η επικοινωνία μεταξύ ενεργοποιητών, αισθητήρων και κεντρικής μονάδας του συστήματος γίνεται μέσω του πρωτοκόλλου CAN - bus. Μία ενδιαφέρουσα προοπτική που παρουσιάζει το συγκεκριμένο σύστημα για τους μηχανικούς της εταιρίας, είναι εξέλιξη ενός συστήματος ελέγχου πρόσφυσης - traction control, λόγω της σύζευξης του συστήματος A.B.S. με τον ηλεκτροκινητήρα του ποδηλάτου, αποκόπτοντας την παροχή ρεύματος στον ηλεκτροκινητήρα όταν διαγνωσθεί απώλεια πρόσφυσης, επιτρέποντας στον τροχό να αποκτήσει πρόσφυση.[219][220]



Εικόνα 225. Ο ενεργοποιητής του συστήματος A.B.S. της εταιρίας Brake Force One.

5.7.4. Αναγεννητική πέδηση

Ως αναγεννητική πέδηση ονομάζεται η διαδικασία στην οποία επέρχεται ένα όχημα εξοπλισμένο με ηλεκτροκινητήρα, όταν κατά τη διάρκεια της πέδησης χρησιμοποιεί την εναπομένονσα ορμή, και κατά συνέπεια κινητική ενέργειά του, και μέσω ειδικού κυκλώματος αντιστρέφει την ροή της ενέργειας. Αντί δηλαδή η ηλεκτρική ενέργεια να

πηγαίνει από την μπαταρία στον ηλεκτροκινητήρα και να μετασχηματίζεται σε κινητική, η εναπομένουσα κινητική ενέργεια που έχει το όχημα τη στιγμή που διακόπτεται η επιτάχυνση και αρχίζει η πέδηση, κινεί τον ηλεκτροκινητήρα ο οποίος παράγει εκείνη τη στιγμή ηλεκτρική ενέργεια η οποία αποθηκεύεται στην μπαταρία του οχήματος. Εκείνη τη στιγμή δηλαδή ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί ως ηλεκτρική γεννήτρια. Παράλληλα κατά το μετασχηματισμό της ενέργειας, αυτή εξαντλείται και στην πέδηση του οχήματος, σε συνάρτηση πάντα με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα πέδησης του οχήματος.

Η αναγεννητική πέδηση συναντάται σήμερα αρκετά στα αυτοκίνητα και τα οχήματα σταθερής τροχιά (τρένα), αλλά δυστυχώς δεν έχει μεγάλη απήχηση ακόμα στην ποδηλατοκίνηση, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν υφίσταται.

MagicPie 3 -- Third Generation of Electric Bike Conversion Kits

Self-Upgradable
From 250W to 1000W
Brushless & Gearless

Key Features: Power: 24V-48V, 250W-1000W, 20-50 Km/h
30% Higher Climbing Torque (max: >70 Nm)
No More Messy Wiring with Built-in Controller
Better Heat Dissipating with Self-Cooling Fan
Dual Control Mode for Sensor and Sensorless
Water-proof Integral Wiring for Easy Connection

PC Programmable
Easy Replaceable
Internal Controller

Self-cooling Fan
Removing 60% Heat

Build for all modern ordinary bicycle frames:
front (100mm) or rear wheel (135mm)

Power: 24V-60V/250W-1500W
Brushless Gearless Hub Motor
High Efficiency/High Torque
Super Slim for Bicycle Frames

24V/36V/48V Versatile Voltages
Max 35A Continuous
Sensor/Sensorless Dual Mode
Regenerative Braking
Easy Replaceable by Plug
PC Programmable
Forward/Reverse

Built-in Self-Cooling Fan
Improved Heat Dissipating by 60%
Easy Disc-Brake Mounting

Εικόνα 226. Τροχός MagicPie 3 μετατροπής συμβατικού ποδηλάτου σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση, με δυνατότητα αναγεννητικής πέδησης.

Η αποδοτικότητα ενός συστήματος αναγεννητικής πέδησης μπορεί να είναι της τάξης μεγέθους του 5% με 20%, με μια συνηθισμένη τιμή να είναι το 10% αναγεννώμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μία πλήρης εκφόρτιση της μπαταρίας. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες ποδηλάτων που είναι καταλληλότεροι να υιοθετήσουν σύστημα αναγεννητικής πέδησης είναι οι κινητήρες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο κέλυφος του τροχού, ενώ στους ηλεκτρικούς κινητήρες οι οποίοι βρίσκονται στο κέλυφος μεσαίας τριβής είναι πιο δύσκολο, λόγω της πολυπλοκότητας αυτής της διάταξης. Η υιοθέτηση αναγεννητικής

πέδησης απαιτεί απλά την προσθήκη ενός επιπλέον κυκλώματος στον controller του ηλεκτροκινητήρα, ώστε να επιτρέπει την αντιστροφή της ροής της ενέργειας και την αποθήκευσή της στην μπαταρία. Εκτός από το όφελος της επιστρεφόμενης ενέργειας ένα ακόμη όφελος είναι η μειωμένη φθορά του συμβατικού συστήματος πέδησης του ποδηλάτου και η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του. Εκτός από τα παραγόμενα μοντέλα ποδηλάτων με ηλεκτρική υποβοήθηση και αναγεννητική πέδηση που υπάρχουν, υπάρχει και η δυνατότητα για απόκτηση και kit μετατροπής συμβατικού ποδηλάτου σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση, με δυνατότητα αναγεννητικής πέδησης.[221][222]

5.7.5. Ασύρματα ελεγχόμενη προληπτική πέδηση

Ενδιαφέρον προκαλεί η προσέγγιση της εταιρίας MINIBRAKE στη δημιουργία ενός προληπτικού συστήματος πέδησης για ποδήλατα αναβατών παιδικής ηλικίας, ελεγχόμενο ασύρματα από χειριστήριο. Πρόκειται για μια συσκευή η οποία τοποθετείται κάτω από τη σέλα του παιδικού ποδηλάτου και διαθέτει μία προεκτεινόμενη επιφάνεια, η οποία όποτε ο επιβλέπων ενήλικας το κρίνει αναγκαίο, με το πάτημα ενός κουμπιού, προεκτείνεται, επενεργεί στο οπίσθιο ελαστικό και μέσω τριβής ακινητοποιεί το ποδήλατο σε απόσταση μισού μέτρου. Η συσκευή, όταν τελειώσουν οι μπαταρίες, χαθεί η σύνδεση ή απομακρυνθεί ο νεαρός αναβάτης πέραν των 50 μέτρων, σηματοδοτεί το χειριστήριο. Πρόκειται για μία πρωτότυπη σύλληψη στην πρόληψη ατυχημάτων των νεαρών ποδηλατών.[223]



Εικόνα 227. Το πρωτότυπο ασύρματα ελεγχόμενο σύστημα προληπτικής πέδησης, της εταιρίας MINIBRAKE.

5.8. Παρελκόμενα

Με τον όρο παρελκόμενα στην ποδηλατοκίνηση ορίζονται όλα εκείνα τα εξαρτήματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε συνάρτηση με το ποδήλατο ή τον αναβάτη για ασφάλεια, αναψυχή, πλοήγηση ή για να αυξήσουν τον πολυμορφικό χαρακτήρα του ποδηλάτου.

5.8.1. Ασφάλεια

Για την ασφάλεια του αναβάτη του αναβάτη δίνεται στις μέρες μας ιδιαίτερη μέριμνα, τόσο άμεσα μέσω εξοπλισμού ασφαλείας όπως κράνος, όσο και έμμεσα μέσω προειδοποιητικού εξοπλισμού, όπως φώτα ασφαλείας, καθώς η σωματική ακεραιότητα είναι υψίστης σημασίας.

5.8.1.1. Κράνη

Το κράνος είναι το εξάρτημα εκείνο το οποίο φοράει ο αναβάτης στο κεφάλι του και τον προστατεύει σε πιθανή πτώση από τραυματισμούς. Σήμερα τα περισσότερα κράνη κατασκευάζονται εσωτερικά συνήθως από σκληρό πλαστικό, ενώ πιο εξωτικές επιλογές αποτελούν υλικά όπως το Kevlar και πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, και εσωτερικά έχουν επένδυση πολυστυρόλιου (polystyrene), ενώ κατασκευάζονται σε διάφορες εκδοχές ανάλογα το είδος ποδηλασίας.



Εικόνα 228. Αεροδυναμικά σχεδιασμένο κράνος ποδηλασίας αγώνων ταχύτητας.

Τα κράνη ποδηλασίας πλέον έχουν τη δυνατότητα να φέρουν προειδοποιητικό φωτισμό, ο οποίος πολλές φορές έχει και την δυνατότητα ένδειξης πορείας καθώς και φωτισμού πέδης, συνδεδεμένο ασύρματα με ειδικό χειριστήριο στο τιμόνι.



Εικόνα 229. Κράνος ποδηλάτου της εταιρίας LUMOS, με ενσωματωμένο, ελεγχόμενο ασύρματα, προειδοποιητικό φωτισμό.

Ενδιαφέρουσα εξέλιξη στα κράνη αποτελεί η πρωτότυπη πρόταση της εταιρίας ecouterre, η οποία εφεύρε το πρώτο "αόρατο" κράνος, όπως η ίδια το αποκαλεί. Πρόκειται για ένα κολάρο εν ονόματι Hovding το οποίο φοριέται γύρω από το λαιμό του αναβάτη και περιέχει εσωτερικά έναν αερόσακο ο οποίος όταν φουσκώσει παίρνει τη μορφή κράνους



γύρω από το κεφάλι του αναβάτη. Το κολάρο χρησιμοποιεί εσωτερικά γυροσκόπια και επιταχυνσιόμετρα, τα οποία όταν ανιληφθούν απότομες κινήσεις όπως αυτές των ατυχημάτων, δίνουν σήμα και ο αερόσακος φουσκώνει με ήλιο σε ένα δέκατο του δευτερολέπτου. [224]

Εικόνα 230. Το "αόρατο" κράνος με ενσωματωμένο αερόσακο, της εταιρίας

5.8.1.2. Φωτισμός

Με τον όρο φωτισμό στην ποδηλατοκίνηση εννοούμε τις λυχνίες εκείνες με τις οποίες είναι εξοπλισμένο ένα ποδήλατο, τόσο στο εμπρός όσο και πίσω μέρος του, και χρησιμεύουν στην ένδειξη της θέσης του προς τους άλλους οδηγούς, τον φωτισμό του εμπρός οδοστρώματος του ακόμα και την ένδειξη αλλαγής πορείας και πέδης. Τα πρώτα φώτα ποδηλάτου ήταν λυχνίες οι οποίες τροφοδοτούνταν από δυναμό ενσωματωμένο στο πιρούνι του ποδηλάτου, το οποίο έπαιρνε κίνηση από το ελαστικό του τροχού. Σήμερα ωστόσο με την εξέλιξη της τεχνολογίας, όχι μόνο λειτουργούν με μπαταρίες αλλά έχουν και ενδιαφέρουσες ικανότητες. Τα πιο συνηθισμένα φώτα ενός ποδηλάτου σήμερα περιλαμβάνουν ένα λευκό φως για τον φωτισμό του οδοστρώματος εμπρός του αναβάτη, το οποίο συνήθως τοποθετείται στο τιμόνι, και ένα κόκκινο φως το οποίο συνήθως τοποθετείται κάτω από τη σέλα ή στην ντίζα σέλας και προειδοποιεί για την θέση του ποδηλάτου. Συνήθως έχει τη δυνατότητα να αναβοσβήνει ή να λειτουργεί και ως λυχνία πέδης λαμβάνοντας σήμα από τα φρένα. Υπάρχουν ακόμα φώτα τα οποία τοποθετούνται στις βαλβίδες του ποδηλάτου και ενεργοποιούνται με την φυγόκεντρο δύναμη όταν το ποδήλατο κινείται, ώστε να υπάρχει και προειδοποιητικός πλάγιος φωτισμός.



Εικόνα 231. Παράδειγμα εμπρόσθιας λυχνίας πορείας.

Ωστόσο έχουν δημιουργηθεί φώτα τα οποία όχι απλά δίνουν τη θέση του αναβάτη προς του άλλους οδηγούς, αλλά έχουν τη δυνατότητα να προβάλουν πλαγίως του ποδηλάτου από την οπίσθια λυχνία, φωτεινές γραμμές οριοθετώντας τα όρια ασφαλείας του ποδηλάτου και του αναβάτη του.



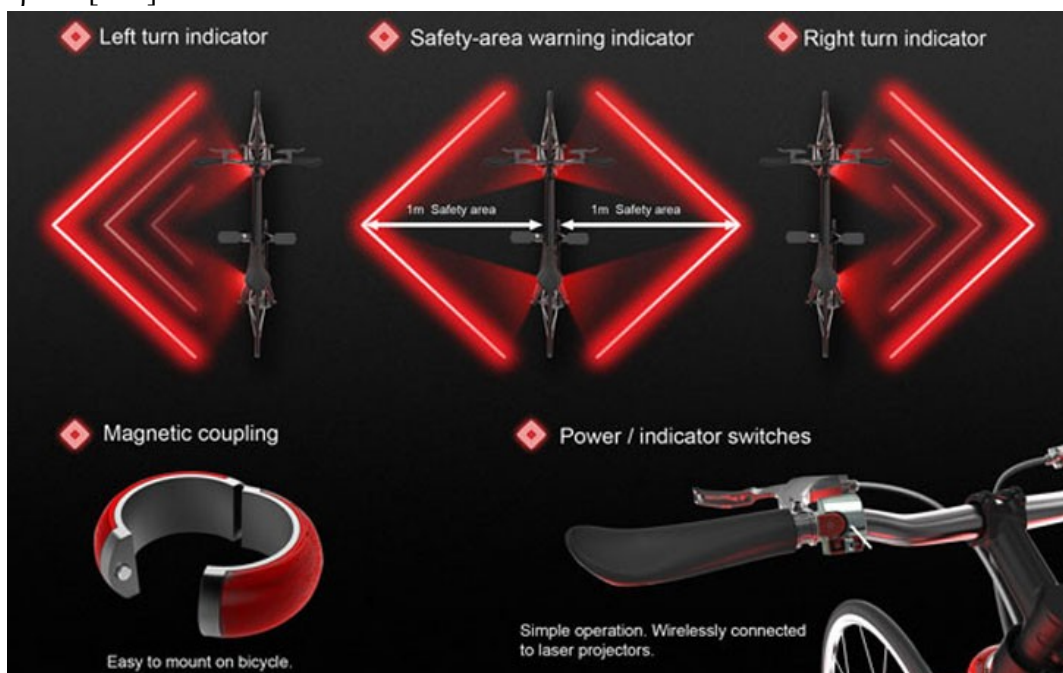
Εικόνα 232. Προειδοποιητική οπίσθια λυχνία φωτισμού με δυνατότητα φωτισμού ορίων ασφαλείας, της Victgoal.

Ένα παράδειγμα ανάλογου εμπρόσθιου φωτισμού αποτελεί το Laserlight της εταιρίας BLAZE, το οποίο εκτός από την 300 lumen λυχνία LED που διαθέτει για τον φωτισμό εμπρός του ποδηλάτου, έχει ενσωματωμένο δείκτη laser, ο οποίος προβάλλει σε απόσταση 6 μέτρων εμπρός του ποδηλάτου ένα ομοίωμα ποδηλάτου, ώστε να προειδοποιήσει τους υπόλοιπους οδηγούς για την ύπαρξη ποδηλάτου εν κινήσει.[225]



Εικόνα 233. Το σύστημα φωτισμού Laserlight, της BLAZE.

Ανάλογο σύστημα προβολής laser στο οδόστρωμα, αυτή την φορά όμως για ένδειξη αλλαγής πορείας, αποτελεί το σύστημα Bike Zone, το οποίο είναι υπό μορφή δακτυλίου και τοποθετείται στην ντίζα της σέλας, ελεγχόμενο από χειριστήριο στο τιμόνι. Έχει τη δυνατότητα προβολής με laser ενδείξεων αλλαγής πορείας και ένδειξης ασφαλών ορίων.[226]



Εικόνα 234. Το σύστημα φωτισμού Bike Zone.

5.8.2. Υπολογιστές ποδηλάτου

Με τον όρο υπολογιστές ποδηλάτου, στα αγγλικά *cyclocomputers*, ορίζονται όλες εκείνες οι συσκευές οι οποίες συνδέονται επάνω στο ποδήλατο (συνήθως στο τιμόνι του) και παρέχουν στον αναβάτη του χρήσιμες πληροφορίες, όπως στιγμιαία ταχύτητα, μέση ωριαία ταχύτητα, ώρα, συνολικά διανυθείσα απόσταση, κ.τ.λ.. Τα πιο εξελιγμένα έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν ενδείξεις όπως θερμοκρασία, υψόμετρο, καρδιακούς παλμούς, παραγόμενα watt από τον αναβάτη, ταχύτητα περιστροφής δισκοβραχίονα (*cadence*), όπως επίσης μπορεί να έχουν και την δυνατότητα πλοήγησης μέσω του Παγκοσμίου Συστήματος Στιγματοθέτησης ή Θεσηθεσίας, πιο γνωστό με την αγγλική του ορολογία G.P.S. (Global Positioning System).[227]



Εικόνα 235. Ένα παράδειγμα από τα πιο απλά μοντέλα *cyclocomputers* που κυκλοφορούν, X1DW μάρκας VDO.



Εικόνα 236. Ένα παράδειγμα πιο εξελιγμένου μοντέλου *cyclocomputer*, με δυνατότητα πλοήγησης, μάρκας GARMIN.

Συνεχώς προστίθενται νέες δυνατότητες στα *cyclocomputers*, με μερικές από αυτές να περιλαμβάνουν την δυνατότητα ένδειξης επιλεγμένης σχέσης μετάδοσης, όπως για παράδειγμα το Flight Deck της Shimano και το Ergo Brain της Campagnolo (σε σύζευξη με τα ανάλογα χειριστήρια), ενώ πλέον υπάρχουν και μονάδες *cyclocomputer* προεγκατεστημένες και ενσωματωμένες σε ποδήλατα, μετατρέποντας τα σε "έξυπνα" ποδήλατα. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το ποδήλατο "Le Synrac" της κινέζικης εταιρίας LeEco, το οποίο φέρει ενσωματωμένο *cyclocomputer*, λογισμικού λειτουργίας Android, το οποίο πέρα από τις συνηθισμένες λειτουργίες μπορεί να ενημερώσει τον κάτοχο του σε περίπτωση κλοπή και να δώσει το στίγμα της τοποθεσίας του στο κινητό του τηλέφωνο, όπως επίσης διαθέτει και ενσωματωμένο ηχείο για αναπαραγωγή μουσικής.[80] Επίσης πολλά εξειδικευμένα αθλητικά ρολόγια χειρός έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν ως *cyclocomputers*.



Εικόνα 237. Το ποδήλατο Le Synrac, της LeEco, με τον ενσωματωμένο cyclocomputer.

Οι ενδείξεις που εμφανίζει ο cyclocomputer, λαμβάνονται από διάφορους αισθητήρες τοποθετημένους σε διάφορα μέρη του ποδηλάτου. Οι αισθητήρες μπορούν να επικοινωνούν με τον cyclocomputer είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Για παράδειγμα ο πιο απλός τρόπος μέτρησης ταχύτητας, αποτελείται από έναν αισθητήρα τοποθετημένο στο πιρούνι ή το ψαλίδι του ποδηλάτου και ένα μικρό μαγνήτη τοποθετημένο σε μία εκ των ακτινών του τροχού. Κάθε φορά που περνά ο μαγνήτης (ανά μία περιστροφή του τροχού)



από τον αισθητήρα δίνει ένα σήμα, και βάση αυτού του σήματος και της διαμέτρου του τροχού, μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα του ποδηλάτου. Μία εναλλακτική είναι η τοποθέτηση αισθητήρα στο κέντρο του τροχού που μετράει περιστροφές.

Εικόνα 238. Αισθητήρας περιστροφής τροχού, της wahoo speed.

Ο αισθητήρας ταχύτητας περιστροφής δισκοβραχίονα (cadence meter) βασίζεται στην ίδια αρχή με τον αισθητήρα ταχύτητας ποδηλάτου, απλά έχει τοποθετημένο τον μαγνήτη σε έναν από τους βραχίονες του πετάλ, σε συνάρτηση με το μήκος βραχίονα. Μερικοί αισθητήρες, τοποθετημένοι στο ψαλίδι του τροχού, έχουν τη δυνατότητα τόσο μέτρησης της ταχύτητας του ποδηλάτου, όσο και της περιστροφής του δισκοβραχίονα.



Εικόνα 239. Αισθητήρας μέτρησης τόσο ταχύτητας ποδηλάτου από μαγνήτη σε ακτίνα, όσο και ταχύτητας περιστροφής δισκοβραχίονα, από μαγνήτη στο βραχίονα του πετάλ, της GARMIN.

Ο αισθητήρας καρδιακών παλμών φοριέται στο στήθος του αναβάτη ή στον καρπό, όπου μπορεί να πάρει ένδειξη και να την προβάλλει στον cyclocomputer. Τόσο οι καρδιακοί παλμοί, όσο η ταχύτητα περιστροφής δισκοβραχίονα αλλά και η παραγόμενη ισχύς του αναβάτη είναι παράμετροι οι οποίες χρησιμεύουν ως επί το πλείστον σε αθλητές.

Για να μετρηθεί η παραγόμενη ισχύς του αναβάτη σε watt, υπάρχουν ποικίλοι τρόποι που μπορεί να επιτευχθεί αυτό. Οι περισσότεροι αισθητήρες οι οποίοι ονομάζονται και "βατόμετρα" μετρούν την ροπή που ασκεί ο αναβάτης και σε συνάρτηση με την γωνιακή ταχύτητα, υπολογίζεται η παραχθείσα ενέργεια.

Ένας τύπος βατόμετρου είναι το βατόμετρο δισκοβραχίονα. Αυτό χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα παραμόρφωσης μεταξύ του βραχίονα του πετάλ και των δίσκων του δισκοβραχίονα. Ο υπολογισμός της ισχύος γίνεται μέσω της μετρούμενης παραμόρφωσης σε συνάρτηση με την ταχύτητα περιστροφής των πετάλ.



Εικόνα 240. Βατόμετρο δισκοβραχίονα της Pioneer.



Εικόνα 241. Πετάλ με ενσωματωμένο βατόμετρο, της bePRO.

Ένας άλλος τύπος βατόμετρου είναι τα βατόμετρα πεταλιών, τα οποία μετράνε την παραγόμενη ισχύ μέσω αισθητήρων στα πετάλ. Επειδή μπορούν να εφαρμοστούν και στα δύο πετάλ είναι ιδιαίτερα χρήσιμα όταν θέλουν να διορθωθούν διαφορές παραγόμενης ισχύος μεταξύ των δύο ποδιών του αναβάτη, καθώς μετρούν δύο τιμές ισχύος, μία για κάθε πετάλ, και όχι μία ενιαία τιμή. Έτσι είναι δυνατό να ανιχνευθεί μέσω των

διαφορετικών τιμών, απόκλιση μεταξύ των δύο παραγόμενων δυνάμεων από τα πόδια του αναβάτη.

Ακόμα ένας τύπος βατομέτρου είναι το βατόμετρο μεσαίας τριβής, το οποίο μετράει την στρεπτική κάμψη του άξονα μεσαίας τριβής, μέσω δύο δίσκων στα άκρα του άξονα οι οποίοι έχουν μικρές οπές στο κέντρο τους. Αυτές ανιχνεύονται χρησιμοποιώντας ανέπαφους φωτο-ηλεκτρικούς αισθητήρες.



Εικόνα 242. Βατόμετρο άξονα μεσαίας τριβής, της EASTON.

Υπάρχουν και τα βατόμετρα κινητήριου άξονα, τα οποία βασίζονται στην αρχή λειτουργίας των βατομέτρων δισκοβραχίονα, αλλά είναι τοποθετημένα στον κινητήριο άξονα. Θεωρητικά, επειδή μετρούν την παραγόμενη ισχύ μετά τον δισκοβραχίονα όπου παράγεται, θα αναδεικνύουν μικρότερη ένδειξη, λόγω των απωλειών κατά τη μετάδοση κίνησης.

Τα βατόμετρα αλυσίδας χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα τοποθετημένο στο ψαλίδι του ποδηλάτου, το οποίο μετρά τις δονήσεις - παλμούς της υπό τάση αλυσίδας, και σε συνάρτηση με την ταχύτητά της υπολογίζει την παραγόμενη ισχύ.

Ωστόσο υπάρχουν και βατόμετρα τα οποία υπολογίζουν έμμεσα την παραγόμενη ισχύ λαμβάνοντας παραμέτρους όπως γωνία οδοστρώματος (βαρύτητα), επιτάχυνση (αδράνεια) και την ταχύτητα.[228][229]

5.8.3. Στατική ποδηλασία

Η στατική ποδηλασία ή ποδηλασία κλειστού χώρου ασκείται από αθλητές ως προπόνηση και προετοιμασία πριν από αγώνες και από λοιπούς αναβάτες όταν οι εξωτερικές συνθήκες δεν επιτρέπουν την κανονική ποδηλασία. Η συσκευή που λειτουργεί συνδυαστικά με το ποδήλατο για να γίνει εφικτό αυτό είναι το προπονητήριο ποδηλάτου. Το προπονητήριο είναι μια σταθερή συσκευή πάνω στην οποία τοποθετείται το ποδήλατο και ο αναβάτης μπορεί να κάνει ποδήλατο στατικά, χωρίς να μετακινείται από την θέση του σε συνάρτηση με το πάτωμα. Ο τρόπος λειτουργίας τους, καθώς και ο τρόπος που προσομοιάζουν την αντίσταση του οδοστρώματος τα διαχωρίζουν σε διαφορετικές κατηγορίες.

Το πιο απλό προπονητήριο είναι το προπονητήριο κυλίνδρων, στα αγγλικά rollers. Πρόκειται για μία βάση με τρεις κυλίνδρους, ένα για τον εμπρόσθιο τροχό και δύο για τον οπίσθιο. Είναι ο μοναδικός τύπος προπονητηρίου που δεν στηρίζει το ποδήλατο και απαιτεί την ισορροπία του αναβάτη. Ο τροχός κινεί τον οπίσθιο κύλινδρο, ο οποίος μπορεί να έχει εσωτερικά βαρίδια για επιπλέον αντίσταση, και τον μεσαίο κύλινδρο. Ο μεσαίος κύλινδρος είναι ενωμένος με τον εμπρόσθιο μέσω μάντα για περιστροφή και του εμπρόσθιου τροχού.[230]



Εικόνα 243. Προπονητήριο κυλίνδρων.

Η επόμενη κατηγορία προπονητηρίων είναι τα σταθερά προπονητήρια στα οποία τοποθετείται το ποδήλατο και ασφαλίζει είτε μέσω του άξονα του οπίσθιου τροχού και φέρει κανονικά και τον οπίσθιο τροχό (έμμεσης κίνησης), είτε ασφαλίζει και πάλι μέσω του άξονα του οπίσθιου τροχού αλλά η κίνηση μεταφέρεται πάνω στην ενσωματωμένη "κασέτα" του προπονητηρίου, χωρίς να είναι απαραίτητος ο οπίσθιος τροχός (άμεσης κίνησης). Ο τροχός του ποδηλάτου εφάπτεται σε έναν κύλινδρο ο οποίος με τη σειρά του είναι συνδεδεμένος με τον μηχανισμό δημιουργίας και προσομοίωσης αντίστασης.



Εικόνα 244. Προπονητήριο άμεσης κίνησης.

Τα σταθερά προπονητήρια είτε άμεσης είτε έμμεσης κίνησης, διαχωρίζονται ανάλογα με τον τρόπο που δημιουργείται και προσομοιάζεται η αντίσταση.



Εικόνα 245. Προπονητήριο αέρος, έμμεσης κίνησης, της KINETIC.

Ο πιο απλός τύπος είναι το προπονητήριο αντίστασης αέρος. Σε αυτό ο μηχανισμός αντίστασης αποτελείται από μία ή δύο φτερωτές, οι οποίες παράγουν αντίσταση κατά της περιστροφή τους. Μειονέκτημά τους είναι ο θόρυβος και η περιορισμένη αντίσταση που παρέχουν.

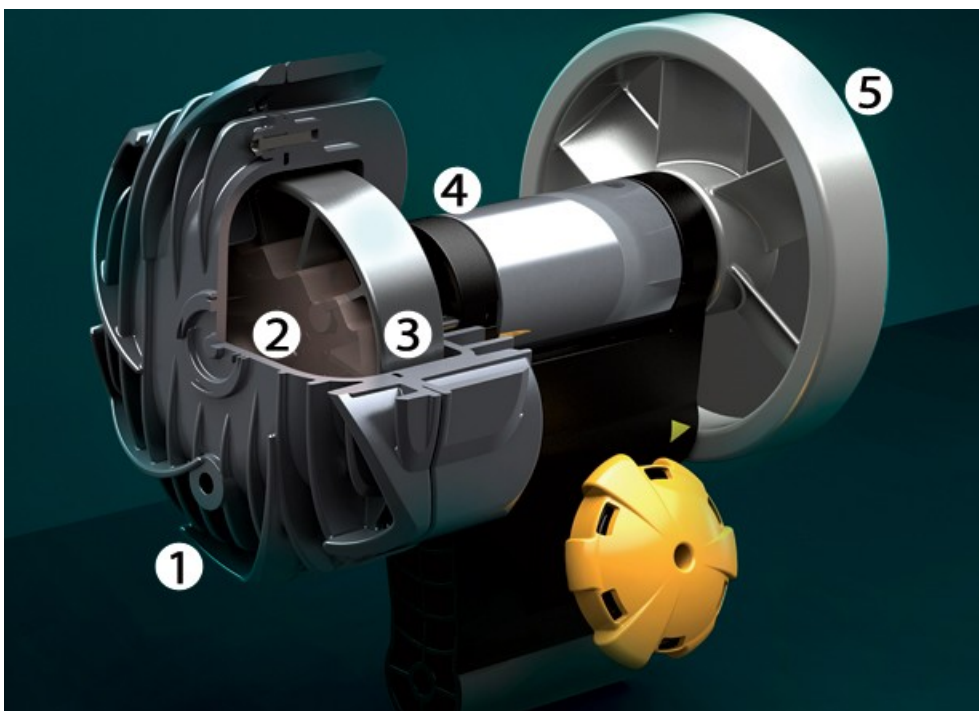
Επόμενη κατηγορία είναι τα μαγνητικά προπονητήρια, τα οποία έχουν ένα μαγνητικό βολάν το οποίο δημιουργεί μαγνητική αντίσταση καθώς περιστρέφεται. Σε μερικά προπονητήρια το ποσοστό της αντίστασης είναι ρυθμιζόμενο.

Λίγο πιο περίπλοκα είναι τα υδραυλικά προπονητήρια. Αυτά συνδυάζουν τα μαγνητικά ή τα αέρος προπονητήρια με ένα κλειστό θάλαμο ο οποίος εμπεριέχει ειδικό έλαιο και θαλάμους οι οποίοι προκαλούν αντίσταση κατά την περιστροφή. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών των προπονητηρίων είναι η προοδευτική αντίσταση όσο αυξάνεται η ταχύτητα



περιστροφής, με μειονέκτημα την πολυπλοκότητα του συστήματος, αυξημένη παραγωγή θερμότητας στο κλειστό κέλυφος με πιθανότητα διαρροής.

Εικόνα 246. Υδραυλικό προπονητήριο, έμμεσης κίνηση.



Εικόνα 247. Διατομή μονάδα παροχής αντίστασης υδραυλικού προπονητηρίου.

Τα πιο εξελιγμένα των προπονητηρίων εκτός του ότι έχουν τη δυνατότητα να αυξομειώσουν την αντίσταση από επιλογή του χρήστη, έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με ηλεκτρονικό υπολογιστή και μέσω ειδικού προγράμματος να πραγματοποιήσουν αγώνα εικονικής πραγματικότητας. Δηλαδή στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή προβάλλεται μία διαδρομή και το πρόγραμμα ελέγχει την αντίσταση στο προπονητήριο αυτόματα, βάση αυτής της διαδρομής. Συνήθως αυτά τα προπονητήρια έχουν και ηλεκτροκινητήρα ώστε να προσομοιάζει και τις συνθήκες κατηφόρας. Πλεονέκτημά τους είναι ότι παρέχουν την πιο ρεαλιστική προπόνηση με αρκετά όμως υψηλό χρηματικό αντίτιμο.[231][232][233]



Εικόνα 248. Προπονητήριο με ηλεκτροκινητήρα, εικονικής προπόνησης.

6.Βέλτιστος συνδυασμός εξαρτημάτων ποδηλάτου ανάλογα με τη χρήση

Στο επόμενο κεφάλαιο ακολουθεί μία συμπερασματική τεκμηριωμένη επιλογή του βέλτιστου ποδηλάτου ανάλογα με την χρήση του, συμπεριλαμβάνοντας παράγοντες όπως τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του εκάστοτε συστήματος, όπως επίσης και το κόστος.



Εικόνα 249. Παράδειγμα ποδηλάτου δρόμου, το εικονιζόμενο της εταιρίας STOEMPER.

Τα ποδήλατα δρόμου είναι σχεδιασμένα για να κινούνται σε ασφαλτοστρωμένο οδόστρωμα, στο οποίο μπορούν να αναπτύξουν σχετικά μεγάλη ταχύτητα δίχως να αντιμετωπίζουν ανωμαλίες. Ο σκελετός τύπου διαμάντι είναι η βέλτιστη επιλογή, καθώς είναι μία δοκιμασμένη λύση, η οποία στα τόσα χρόνια χρήσης της έχει αποδείξει την αντοχή της. Η κατασκευή του σκελετού θα ήταν ιδανικό να είναι από κράμα αλουμινίου, καθώς αποτελεί σαν υλικό μία αρκετά

ελαφριά και ανθεκτική πρόταση, για το κόστος του. Σαφώς και τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα αποτελούν μια ελαφρύτερη πρόταση, ωστόσο ανεβάζουν τόσο το αρχικό κόστος, όσο και το κόστος πιθανής επισκευής. Ένας σκελετός από κράμα αλουμινίου είναι πιο ανθεκτικός σε μία πιθανή πτώση, και οι πιθανές ζημιές είναι πιο εύκολο και οικονομικό να επισκευαστούν, ενώ ένας σκελετός από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα μπορεί καν να μην επιδέχεται επισκευής. Από κράμα αλουμινίου μπορούν να είναι κατασκευασμένα και τα περιφερειακά εξαρτήματα όπως το πιρούνι, το τιμόνι και οι τροχοί. Το τιμόνι ιδανικό είναι να είναι γυριστού τύπου λόγω της δυνατότητας που παρέχει για αεροδυναμική τοποθέτηση του αναβάτη. Σε πιο αγωνιστικές εφαρμογές μπορεί να αντικατασταθεί με τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, εάν το κόστος δεν είναι πρωταρχικό μέλημα. Στον τομέα της πέδησης, το σύστημα φρένων στεφάνης caliper δύο αξόνων περιστροφής κρίνονται ικανοποιητικά, χωρίς την ανάγκη υδραυλικού δισκοφρένου που θα ανέβαζε το κόστος. Το σύστημα κίνησης είναι η κλασική μυϊκή κίνηση από τα πόδια του αναβάτη μετάδοσης με χρήση αλυσίδας, και η χρήση

πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών, καθώς αποτελεί μια αποτελεσματική και αποδοτική λύση η οποία χρειάζεται ελάχιστη συντήρηση. Τα ελαστικά του ποδηλάτου θα ήταν ιδανικό να είναι με αεροθάλαμο ώστε να είναι εύκολη η αλλαγή του αεροθάλαμου μονάχα, σε πιθανή περίπτωση τρυπήματος του ελαστικού .



Εικόνα 250. Παράδειγμα ποδηλάτου εκτός δρόμου, το εικονιζόμενο είναι το Gruitr της Sinister.

Τα ποδήλατα εκτός δρόμου κινούνται συχνά σε ανώμαλο οδόστρωμα, γεγονός που κρίνει απαραίτητη την ύπαρξη κάποιας μεθόδου απόσβεσης κραδασμών και γενικά μεγαλύτερης

στιβαρότητας και αντοχής. Το ιδανικό

υλικό του σκελετού κρίνεται και σε αυτή την περίπτωση κάποιο κράμα αλουμινίου, λόγω της ιδανικής αναλογίας αντοχής / βάρους που παρέχει. Το εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησής του ιδανικά αποτελείται από τηλεσκοπικό πιρούνι, το οποίο θα έχει δυνατότητες ρύθμισης της συμπίεσης και της επαναφοράς. Ως οπίσθιος μηχανισμός ανάρτησης επιλέγεται αυτός του μονού πείρου (single pivot), λόγω της ικανοποιητικής απόσβεσης που παρουσιάζει, αλλά και της απλοϊκότητας του έναντι στα υπόλοιπα συστήματα, κάτι που του προσδίδει αξιοπιστία. Η στιβαρή κατασκευή των αλουμινένιων τροχών στην προκειμένη κατηγορία είναι προτιμότερη, και τα βέλτιστα ελαστικά που θα τους επενδύουν είναι φαρδιά με προφίλ εκτός δρόμου και με αεροθάλαμο λόγω των αρκετών ανωμαλιών και πληθώρας αντικειμένων, όπως σπασμένες αιχμηρές πέτρες, που συναντούνται σε ένα εκτός δρόμου οδόστρωμα. Η ιδανική επιλογή φρένων σε αυτή την περίπτωση είναι τα δισκόφρενα καθώς είναι πιο αποδοτικά σε υγρά και λασπώδη περιβάλλοντα, με τα μηχανικά να είναι προτιμότερα λόγω της οικονομικής του φύσης και της ευκολίας συντήρησης, σε σχέση με τα υδραυλικά. Την ιδανική επιλογή στο σύστημα μετάδοσης κίνησης θα αποτελούσε η κίνηση με την μυϊκή ισχύ του αναβάτη, η οποία μεταφέρεται μέσω ιμάντα σε κέλυφος εσωτερικών ταχυτήτων. Η ιμαντοκίνηση επιλέγεται λόγω του γεγονότος ότι ένας ιμάντας δεν διαβρώνεται και επηρεάζεται από υγρασία και λάσπη, και το κλειστό σύστημα εσωτερικών ταχυτήτων διότι λόγω του σχεδιασμού του είναι προστατευμένο απέναντι σε

λάσπες και χώματα. Το υψηλότερο κόστος όμως ενός τέτοιου συστήματος, και η πολυπλοκότητα στην επισκευή του, τείνουν να κάνουν την επιλογή των πολλαπλών οδοντωτών δίσκων με εκτροχιαστές μία πιο ευνοϊκή (και οικονομικότερη) εναλλακτική. Το τιμόνι καλό είναι να είναι ίσιο και σχετικά φαρδύ, καθώς θα αποτελέσει καλύτερο λεβιέ για χειρισμούς ως προς τον αναβάτη.



Εικόνα 251. Παράδειγμα ποδηλάτου cyclocross τουρισμού, το εικονιζόμενο της εταιρίας FORM.

Μία ενδιαμέση κατασκευαστική λύση μεταξύ των ποδηλάτων δρόμου και εκτός δρόμου αποτελεί το ποδήλατο τύπου cyclocross. Πρόκειται για ένα σκελετό τύπου διαμάντι, με χαρακτηριστικά ενός ποδηλάτου δρόμου, αλλά πιο ενισχυμένο, με την δυνατότητα τοποθέτησης φαρδύτερων ελαστικών για χρήση εκτός δρόμου. Αυτός

ο τύπος ποδηλάτου λόγω της δυνατότητας του να κινείται σχεδόν σε κάθε οδόστρωμα, αποτελεί ενδιαφέρουσα πρόταση και για ποδήλατο μικρών μετακινήσεων ακόμα και τουρισμού, με την προσθήκη κατάλληλων σχαρών και φωτισμού. Το ιδανικό υλικό σκελετού και σε αυτή την περίπτωση θα ήταν κράμα αλουμινίου. Ως βέλτιστος τύπος φρένων επιλέγεται το σύστημα δισκοφρένου, λόγω της υπεροχής του σε αντίξοες συνθήκες (νερά, λάσπες) που μπορεί να συναντηθούν σε αυτό το είδος ποδηλασίας. Λόγω της αξιοπιστίας του επίσης επιλέγεται και η μετάδοση κίνησης μέσω αλυσίδας και εκτροχιαστών. Επίσης, αν το συγκεκριμένο ποδήλατο χρησιμοποιηθεί και για τουρισμό, θα μπορούσε με την προσθήκη ηλεκτροκινητήρα στον εμπρόσθιο τροχό να μετατραπεί σε ηλεκτρικά υποβοηθούμενο τύπου power - on - demand, ώστε να μην κουράζεται ο οδηγός στην πολύωρη ποδηλασία. Ο λόγος που επιλέχθηκε ο ηλεκτροκινητήρας στον εμπρόσθιο τροχό, είναι λόγω της ευκολίας τοποθέτησής του, και μετατροπής του ποδηλάτου σε ηλεκτρικά υποβοηθούμενο, καθώς και το χαμηλότερο του κόστος σε σύγκριση με τα άλλα συστήματα. Επίσης στο πιρούνι θα μπορούσε να εφαρμοσθεί κάποια μορφής απόσβεση κραδασμών, μικρής διαδρομής, όπως το πιρούνι με ελάσματα της εταιρίας Lauf, ή

τηλεσκοπικό πιρούνι, για μεγαλύτερο εύρος διαδρομής ανάρτησης, δίχως να επηρεάσει ιδιαίτερα το συνολικό κόστος.



Εικόνα 252. Παράδειγμα αναδιπλούμενου ποδηλάτου πόλεως, το εικονιζόμενο της εταιρίας IZIP.

Ο βέλτιστος σκελετός ενός ποδηλάτου πόλεως ιδανικά είναι αναδιπλούμενος κράματος αλουμινίου, τόσο για τις μικρές του διαστάσεις, αλλά και το μικρό του βάρος, αλλά και αντοχή. Η επιλογή του συστήματος κίνησης με μάντα και εσωτερικό σύστημα ταχυτήτων αποτελεί σε αυτή την περίπτωση δελεαστική πρόταση λόγω της μηδενικής συντήρησης που απαιτεί ο μάντας και της δυνατότητας του συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων να αλλάζει σχέσεις δίχως το όχημα να κινείται, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο στην κυκλοφορία μίας πόλης. Αν το κόστος δεν είναι ιδιαίτερος παράγοντας, βέλτιστα η ύπαρξη ηλεκτρικής υποβοήθησης pedal - assist θα αποτελούσε λογική επιλογή ώστε να υποβοηθείται ο οδηγός. Ο κινητήρας τοποθετημένος στο κέντρο του ποδηλάτου, είναι μία σοφή επιλογή, καθώς κρατά το κέντρο βάρους περισσότερο κοντά στη μέση του ποδηλάτου, σε ένα ήδη μικρών διαστάσεων ποδήλατο, δίχως να επηρεάζει αρνητικά την ισορροπία λόγω κατανομής μαζών. Ένα αναδιπλούμενο ποδήλατο πόλεως θα μπορούσε να είναι εξοπλισμένο με συμπαγή ελαστικά χωρίς αέρα, τα οποία μεν είναι βαρύτερα από τα συμβατικά, αλλά θα προσφέρουν στον οδηγό μεγαλύτερη διάρκεια απροβλημάτιστης κυκλοφορίας μέσα στην πόλη.

Όσο αναφορά το βέλτιστο ποδήλατο για μεταφορά πολλαπλών αναβατών ή αντικειμένων, ίσως η σύμπτυξη αυτών των τύπων σε ένα πολυμορφικό ποδήλατο να αποτελούσε μία ενδιαφέρουσα πρόταση. Ενδεικτικά, ένα τρίκυκλο ποδήλατο, με έναν εμπρόσθιο διεθυντήριο τροχό και δύο οπίσθιους αποτελεί μία εύστοχη επιλογή λόγω της έμφυτης σταθερότητας που προσφέρει. Πίσω από τον οδηγό, ο χώρος θα μπορούσε να αξιοποιηθεί είτε τοποθετώντας ειδικές σχάρες για μεταφορά αντικειμένων, είτε τοποθετώντας καθίσματα για μεταφορά επιβατών, είτε συνδυαστικά. Λόγω του ιδιαίτερου όγκου του

ποδηλάτου, και του βάρους που καλείται να μεταφέρει, η κατασκευή του απαιτεί ιδιαίτερη στιβαρότητα, με το αλουμίνιο ή ακόμα και το ατσάλι να είναι τα πιο κατάλληλα υλικά. Η κίνηση με αλυσίδα και εκτροχιαστές αποτελεί την πιο αξιόπιστη επιλογή, ενώ η ηλεκτρική υποβοήθηση κρίνεται αναγκαία λόγω του όγκου και του βάρους του ποδηλάτου που καλείται να μετακινηθεί. Πέραν του οδηγού, θα μπορούσαν και οι υπόλοιποι αναβάτες να συμμετέχουν στην κίνηση του ποδηλάτου, με την τοποθέτηση και για αυτούς δισκοβραχίονα (σε σειρά με του οδηγού) στην γραμμή της αλυσοκίνησης. Ο αποδοτικότερος τύπος ηλεκτρικής υποβοήθησης στην προκειμένη περίπτωση κρίνεται ο τύπος power - on - demand, με ηλεκτροκινητήρα στον εμπρόσθιο τροχό, καθώς οι οπίσθιοι θα κινούνται από τον οδηγό. Από πλευράς πέδησης τα δισκόφρενα είναι επιθυμητά λόγω της αποδοτικότητάς τους και του μεγάλου βάρους που καλούνται να ακινητοποιήσουν. Οι θέσεις των αναβατών βέλτιστα είναι τύπου ανάκλησης διότι είναι πιο αναπαυτικές και επιτρέπουν ανετότερη άσκηση ποδηλασίας.



Εικόνα 253. Παράδειγμα τρίκυκλου ποδηλάτου μεταφοράς πολλαπλών αναβατών - φορτίων, το εικονιζόμενο της εταιρίας Atomic Zombie.

7. Επίλογος

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η ανάδειξη του σημείου εξέλιξης στο οποίο βρίσκεται σήμερα η ποδηλατοκίνηση σε όλους τους τομείς της, τόσο στο ίδιο το ποδήλατο και τα υποσυστήματά του, όσο και εξαρτήματα που περιβάλλουν το ποδήλατο.

Πράγματι η εξέλιξη στον τομέα της ποδηλατοκίνησης ήταν ραγδαία, με τα νέα υλικά και τις νέες τεχνολογίες να παίζουν σημαντικό ρόλο σε αυτό. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε το ξύλο και έπειτα το ατσάλι το οποίο αποτέλεσε τη ραχοκοκαλιά τη ποδηλατοκίνησης, και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα λόγω της οικονομικής και στιβαρής φύσης του. Ωστόσο το βάρος του είναι σχετικά μεγάλο. Το υλικό που αντικατέστησε σε μεγάλο βαθμό το ατσάλι είναι τα διάφορα κράματα αλουμινίου. Έχουν ικανοποιητική αντοχή, χαμηλό κόστος και χαμηλότερο βάρος. Καλύτερες μηχανικές ιδιότητες, όπως χαμηλότερο βάρος, παρουσιάζουν υλικά όπως το τιτάνιο και το μαγνήσιο, με μεγαλύτερο όμως κόστος. Η κορυφή των μοντέρνων υλικών από άποψη ελάχιστου βάρους είναι τα θερμοπλαστικά και συγκεκριμένα ενισχυμένα με ανθρακονήματα. Επίσης χρειάζεται ιδιαίτερη μελέτη και σχεδιασμός ώστε να είναι ανθεκτικά, και το γεγονός της ακριβής φύσης τους τα περιορίζει κυρίως σε αγωνιστικές εφαρμογές. Πειραματισμοί μικρής ή μεγαλύτερης κλίμακας έχουν γίνει και με άλλα υλικά όπως το μπαμπού, το χαρτόνι και σε προσμίξεις τα σκάνδιο, βηρύλλιο και καρβίδιο του βορίου, ώστε να βελτιωθούν οι μηχανικές ιδιότητες των κραμάτων στα οποία προστίθενται.

Αυτό που βοήθησε σε μεγάλο βαθμό την εξάπλωση των νέων υλικών, όπως για παράδειγμα τα πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, είναι τα υπολογιστικά και σχεδιαστικά εργαλεία, όπως για παράδειγμα το AutoCad, τα οποία έδωσαν στους σχεδιαστές την δυνατότητα να σχεδιάσουν ψηφιακά ένα μοντέλο και να το υποβάλουν σε εικονικές δοκιμές, παραδείγματος χάρη με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, πριν προβούν στην παραγωγή τους, εξοικονομώντας έτσι πόρους όπως πρώτες ύλες, χρόνο και χρήμα.

Στον κατασκευαστικό τομέα, ένας παράγοντας που βοήθησε την εξάπλωση του ποδηλάτου είναι η αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής, που παράγει περισσότερες μονάδες σε δεδομένο χρόνο, σε αντίθεση με το ανθρώπινο δυναμικό. Οι νέες μέθοδοι επεξεργασίας όπως η αυτοματοποιημένη μηχανουργική κατεργασία, βοήθησαν αρκετά στην αυτοματοποιημένη παραγωγή. Ενδιαφέρον προκαλεί η εξέλιξη της τρισδιάστατης

εκτύπωσης, καθώς με αυτή τη μέθοδο μπορούν να κατασκευαστούν αρκετά πρωτότυπα δοκίμια με ποικίλες πρώτες ύλες, ακόμα και ανακυκλώσιμης φύσεως.

Στους επιμέρους τομείς του ποδηλάτου, και συγκεκριμένα στον σκελετό, η πιο συχνή μορφή του είναι αυτή του σκελετού διαμάντι. Χρησιμοποιείται στους περισσότερους τύπους ποδηλάτων σήμερα, με παραλλαγές ανάλογα τη χρήση του. Πάνω του βασίστηκαν πολλές εξελίξεις και πειραματισμοί παραλλαγών από διάφορους κατασκευαστές, οι οποίοι επιδίωξαν να του προσδώσουν τα βέλτιστα χαρακτηριστικά αφαιρώντας ή προσθέτοντας, ανάλογα την περίπτωση, χαρακτηριστικά της γεωμετρίας του από πάνω του (ψαλίδια, δοκούς), και χρησιμοποιώντας διαφορετικά υλικά. Εκτός όμως από τον σκελετό διαμάντι και τις παραλλαγές του, εξελίχθηκαν τύποι ποδηλάτων οι οποίοι επιχείρησαν να φέρουν τον αναβάτη σε περισσότερο ανατομική και ξεκούραστη θέση, πολλές φορές δε και πιο αεροδυναμική, είτε πρηνηδόν είτε σε θέση ανάκλισης. Ιδιαίτερα τα ποδήλατα με θέση ανάκλισης είδαν μεγάλη εξέλιξη, σε ποικίλες μορφές τόσο για έναν αναβάτη, αλλά και περισσότερους, όσο και σε δίκυκλες, τρίκυκλες και τετράκυκλες εφαρμογές, ακόμα και σε ποδήλατα μεταφοράς φορτίων.

Τα πιρούνια των ποδηλάτων γνώρισαν επίσης εξέλιξη, ανάλογα με το είδος ποδηλασίας για την οποία προοριζόταν. Πιρούνια από ανάλαφρα υλικά, όπως πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, εξελίχθηκαν για ποδήλατα με κύριο σκοπό την ταχύτητα. Συχνά σε αυτά τα πιρούνια συναντάται αεροδυναμικό προφίλ, ακόμα και μία λεπίδα. Πιο στιβαρά και πολλές φορές με κάποιου είδους μηχανισμό απόσβεσης κραδασμών πιρούνια, εξελίχθηκαν για ποδήλατα τα οποία επρόκειτο να κινηθούν σε ανώμαλα εδάφη. Το ίδιο σκεπτικό ακολουθείται και στους λαιμούς και τα τιμόνια, το υλικό και το σχήμα των οποίων επιλέγεται ανάλογα με το είδος ποδηλάτου που χρησιμοποιούνται.

Λογικό και επόμενο ήταν, εφόσον εξελίχθηκαν σκελετοί ποδηλάτων οι οποίοι θα κινούνται σε ανώμαλο έδαφος, να εξελιχθούν και οι αντίστοιχοι μηχανισμοί ανάρτησης που θα τα εξοπλίζουν. Στο πιρούνι, η επικρατέστερη μέθοδος ανάρτησης είναι το τηλεσκοπικό πιρούνι, το οποίο έχει δυνατότητες ρυθμίσεων συμπίεσης και επαναφοράς. Εξέλιξή του αποτελεί το μονό τηλεσκοπικό πιρούνι, με τις μικρότερες του διαστάσεις. Παράλληλα έχουν κατασκευαστεί και άλλων ειδών πιρούνια με ανάρτηση, τόσο με ελάσματα όσο και με αρθρώσεις, με μικρό ή μεγαλύτερο εύρος απόσβεσης, τόσο από εταιρίες όσο και από εφευρέτες. Μικρό-μηχανισμοί απόσβεσης κραδασμών εξελίχθηκαν τόσο για τους λαιμούς των τιμονιών, όσο και για τις σέλες, για όσους επιθυμούν επιπλέον

επιλογές απόσβεσης. Στα οπίσθια συστήματα αναρτήσεων παρατηρείται η ύπαρξη υποπλαϊσίου επάνω στο σκελετό το οποίο σε συνδυασμό με τον αποσβεστήρα αποτελεί το οπίσθιο σύστημα ανάρτησης. Μία οπίσθια ανάρτηση αποκτά διαφορετικά χαρακτηριστικά λειτουργίας, όπως για παράδειγμα το εύρος ελευθερίας κίνησης, από τους εξής παράγοντες. Τη διάταξη που έχει το υποπλαίσιο ανάρτησης και τον τρόπο έδρασης επάνω στον κυρίως σκελετό του ποδηλάτου. Οι δύο κυριότεροι τύποι οπίσθιας ανάρτησης που έχουν εξελιχθεί είναι η ανάρτηση μονού πείρου (single pivot) και συνδέσμου τεσσάρων ράβδων (four bar linkage), με την κάθε μία να έχει τις παραλλαγές της. Την πιο εντυπωσιακή και πρόσφατη όμως εξέλιξη στον τομέα των αναρτήσεων αποτέλεσε η ανάπτυξη ηλεκτρομαγνητικά ελεγχόμενων αναρτήσεων, οι οποίες είναι πλήρως ελεγχόμενες μέσω μαγνητικής αντίστασης.

Στο τομέα της κίνησης του ποδηλάτου, μέχρι και σήμερα τον σημαντικότερο ρόλο παίζει η μυϊκή κίνηση του αναβάτη, και ως επί το πλείστον τα πόδια αυτού. Ωστόσο έχουν αναπτυχθεί ποδήλατα τα οποία εκμεταλλεύονται την κινητήρια ισχύ και από άλλα μέρη του σώματος, όπως τα χέρια και τη μέση. Σημαντική εξέλιξη αποτέλεσε η ανάπτυξη των ηλεκτρικών κινητήρων, καθώς αυτοί τοποθετήθηκαν σε διάφορες διατάξεις στα ποδήλατα, δημιουργώντας το ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο. Ένα ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον τρόπο που υποβοηθά την κίνηση του αναβάτη ο ηλεκτροκινητήρας, καθώς και την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα. Η αυτονομία και η ταχύτητα ενός ηλεκτρικά υποβοηθούμενου ποδηλάτου εξαρτώνται από τον τύπο ηλεκτροκινητήρα και μπαταρία που φέρει. Οι ηλεκτροκινητήρες πλέον έχουν την δυνατότητα αναγεννητικής πέδησης, αντιστρέφοντας την ροή της ισχύος. Σήμερα εγκαθίσταται σε αυξανόμενο αριθμό τύπων ποδηλάτων. Ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί και μικρού κυβισμού Μ.Ε.Κ., σήμερα όμως συναντώνται σπάνια σε εξειδικευμένα έτοιμα κιτ.

Οι τρόποι που μεταφέρεται η κινητήρια ισχύς στον κινητήριο τροχό περιλαμβάνουν την αλυσοκίνηση, που είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος, ιμαντοκίνηση, ενώ πιο πρόσφατες προτάσεις αποτελούν η κίνηση μέσω άξονα, η κίνηση μέσω καλωδίων και η κίνηση μέσω κλειστού υδραυλικού κυκλώματος, η οποία βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό και ερευνητικό στάδιο. Η πιο πρόσφατη εξέλιξη, η οποία χρησιμοποιείται σε αμιγώς ηλεκτρικά ποδήλατα, συμπεριλαμβάνει ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος γεννήτριας - ηλεκτροκινητήρα.

Ο πολλαπλασιασμός ή υποπολλαπλασιασμός της κινητήριας ροπής προς τον κινητήριο τροχό γίνεται μέσω των συστημάτων εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης. Ένας από τους πιο διαδεδομένους και αξιόπιστους τρόπους σήμερα είναι μέσω αλυσίδας, η χρήση πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών. Η λειτουργία των εκτροχιαστών μπορεί να γίνεται μηχανικά με τη χρήση εξωτερικού καλωδίου και εσωτερικής συρμάτινης ντίζας, υδραυλικά με τη χρήση υδραυλικών εμβόλων, ακόμα και ηλεκτρικά και ασύρματα. Μία άλλη πρόταση αποτελεί η εναλλαγή σχέσεων μέσω κελύφους εσωτερικών ταχυτήτων στον κινητήριο τροχό, του οποίου η λειτουργία βασίζεται στην πλανητική διάταξη των γραναζιών. Είναι σύστημα αξιόπιστο λόγω της κλειστής φύσης του και του γεγονότος ότι περιβάλλεται από λιπαντικό, ωστόσο είναι πιο περίπλοκο στην κατασκευή και επισκευή. Η πιο πρόσφατη εξέλιξη είναι η εναλλαγή σχέσεων μετάδοσης μέσω κιβωτίου ταχυτήτων στο κέλυφος μεσαίας τριβής. Πρόκειται για ένα κλειστό κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο λόγω του γεγονότος της τοποθέτησής του στο κέντρο του ποδηλάτου, προσδίδει καλύτερη κατανομή μαζών στο ποδήλατο σε σύγκριση με τις εσωτερικές ταχύτητες στον κινητήριο τροχό. Είναι επίσης πολύπλοκα στην κατασκευή και επισκευή συστήματα, με αρκετά μεγάλο κόστος.

Η εξέλιξη του τροχού αποτέλεσε μία από τις πιο σημαντικές εφευρέσεις τόσο στην ανθρώπινη μετακίνηση γενικά όσο και στην ποδηλατοκίνηση συγκεκριμένα. Ένας τροχός κατασκευάζεται ανάλογα με το είδος ποδηλάτου που επρόκειτο να τοποθετηθεί. Για παράδειγμα ένα τροχός για χρήση σε ανώμαλο έδαφος έχει στιβαρή κατασκευή με μεταλλικές ακτίνες, ενώ ένας τροχός για ποδήλατο αγώνων ταχύτητας μπορεί να ενσωματώνει αεροδυναμική κλειστή κατασκευή από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα για ελάχιστο βάρος. Ένας τροχός μπορεί με τις κατάλληλες μετατροπές στο κέντρο του να χρησιμοποιηθεί με όλων των ειδών τα συστήματα μετάδοσης κίνησης. Ενδιαφέρον έχουν κατασκευές τροχών οι οποίοι αντικαθιστούν τις ακτίνες με ελάσματα που λειτουργούν ως αποσβεστήρες. Αρκετές ήταν και οι εξελίξεις στα ελαστικά περιμετρικά των τροχών, τα οποία έχουν πέλμα και φάρδος ανάλογα με το είδος ποδηλάτου και τροχού που θα χρησιμοποιηθούν. Ελαστικά με αεροθάλαμο, δίχως αεροθάλαμο, ακόμα και συμπαγή χρησιμοποιούνται σήμερα στην ποδηλατοκίνηση. Ενδιαφέρον προκαλεί η εξέλιξη συστημάτων αποτροπής και πρόληψης απώλειας πίεσης αέρα, καθώς και αυτοπλήρωσης.

Στον τομέα της πέδησης, δύο είναι οι κύριοι μηχανισμοί φρένων ενός ποδηλάτου. Φρένα στεφάνης, που είναι τοποθετημένα στο πιρούνι του ποδηλάτου και επενεργούν στην

στεφάνη του τροχού, και δισκόφρενα, τα οποία επενεργούν σε δισκόπλακα ενωμένη με το κέντρο του τροχού. Και τα δύο συστήματα ελέγχονται τόσο μηχανικά με τη χρήση εξωτερικού καλωδίου και εσωτερικής συρμάτινης ντίζας, όσο και υδραυλικά, με υδραυλικά έμβολα, ακόμα και ασύρματα σε πειραματικό στάδιο. Τα φρένα στεφάνης έχουν το πλεονέκτημα της απλοϊκής κατασκευής και συντήρησης, ενώ τα δισκόφρενα είναι πιο αποδοτικά, κυρίως σε υγρά περιβάλλοντα. Πραγματική καινοτομία αποτελεί η εξέλιξη συστημάτων αντιμπλοκαρίσματος τροχών A.B.S., τόσο για τα φρένα στεφάνης όσο και για τα δισκόφρενα, αλλά και η ασύρματα ελεγχόμενη προληπτική πέδηση, κατά την οποία και ένας τρίτος επιβλέπων έχει την δυνατότητα επενέργειας πέδησης σε ένα ποδήλατο.

Στον τομέα της ασφάλειας έχουν εξελιχθεί κράνη, σχεδιασμένα για όλους τους τύπους ποδηλασίας, τα οποία πλέον φέρουν και προειδοποιητικό ασύρματα ελεγχόμενο φωτισμό. Πρωτότυπη είναι η εξέλιξη ενός κολάρου για τον λαιμό του αναβάτη, το οποίο μέσω αισθητήρων αισθάνεται τις συνθήκες ατυχήματος και φουσκώνει περιμετρικά του κρανίου του αναβάτη, λειτουργώντας σαν αερόσακος. Ο φωτισμός εξελίχθηκε και περιμετρικά επάνω στο ποδήλατο, σε σημείο που πλέον έχει την δυνατότητα κατάδειξης ορίων ασφαλείας περιμετρικά του ποδηλάτου μέσω laser, σε λοιπούς οδηγούς. Όπως τα ταμπλό των αυτοκινήτων, έτσι και στα ποδήλατα εξελίχθηκαν οι υπολογιστές ποδηλάτου ή cyclocomputers, οι οποίοι έχουν δυνατότητα να παρέχουν ενδείξεις όπως ταχύτητα, διανυθείσα απόσταση, θερμοκρασία, υψόμετρο ακόμα και, σε συνδυασμό με βατόμετρα επάνω στο ποδήλατο, την παραγόμενη ισχύ του αναβάτη. Ο αναβάτης πλέον έχει τη δυνατότητα να προπονηθεί και εντός κλειστού χώρου με την βοήθεια προπονητηρίων. Τα προπονητήρια μπορούν να είναι τύπου κύλισης κυλίνδρων ή σταθερά, άμεσης ή έμμεσης κίνησης. Τα στατικά επίσης χωρίζονται σε αντίστασης αέρος, μαγνητικής αντίστασης, και υδραυλικής αντίστασης, με την κάθε διάταξη να προσφέρει διαφορετικού βαθμού αντίσταση. Η μεγαλύτερη εξέλιξη στον τομέα των προπονητηρίων είναι όσα διαθέτουν ηλεκτροκινητήρα και έχουν την δυνατότητα προσομοίωσης αντίστασης πραγματικών συνθηκών σε σύζευξη παράλληλα με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Λόγω όμως της εκλεπτυσμένης φύσης τους έχουν υψηλό χρηματικό αντίτιμο.

Το ποδήλατο αποτέλεσε και αποτελεί σημαντικό μέσο μετακίνησης, αναψυχής και άθλησης, αποτελώντας μία εναλλακτική μορφή μετακίνησης, ιδιαίτερα φιλική προς το περιβάλλον, καθώς δεν παράγει ρύπους, αλλά απεναντίας κρατά σε καλή φυσική κατάσταση τον αναβάτη του. Η μελλοντική του πορεία φαντάζει ιδιαίτερα υποσχόμενη, με

εξελίξεις και πρωτοτυπίες σε πειραματικό στάδιο να παρουσιάζονται συνεχώς, τόσο στον τομέα της αποδοτικότητας, της ασφάλειας, όσο και της πολυλειτουργικής ευχρηστίας. Ελπιδοφόρο είναι το γεγονός ότι οι νέες αυτές εξελίξεις, βελτιώνονται καθημερινά στον τομέα της αξιοπιστίας, ώστε να μπορούν να εφαρμόζονται περισσότερο σε σύγκριση με τα ήδη δοκιμασμένα και αποδεδειγμένα υπάρχοντα συστήματα.

Ευχαριστίες

Στη διάρκεια της φοίτησης μου στο Τμήμα Μηχανολόγων Οχημάτων του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης έλαβα γνώσεις και εφόδια που θα με βοηθήσουν στην μετέπειτα εξέλιξη του βίου μου. Δια τούτο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους μου τους καθηγητές, καθώς και τους συμφοιτητές μου που καλλιεργήσαμε μαζί το πνεύμα της συνεργασίας και της ομαδικότητας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω ξεχωριστά τον επιβλέποντα καθηγητή αυτής της πτυχιακής εργασίας, τον κύριο Μπάζιο Ιωάννη, για την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπο μου και μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ πάνω σε ένα θέμα που τόσο με ενδιαφέρει. Ιδιαίτερα τον ευχαριστώ για την συνεργασία μας πάνω σε αυτή την πτυχιακή και για την βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια της εκπόνησής της.

Το οικογενειακό μου περιβάλλον δεν υπάρχει τρόπος να το ευχαριστήσω αρκετά, καθώς καθ'όλη τη διάρκεια των σπουδών μου παρείχε την μεγαλύτερη μου συμπαράσταση, τόσο υλική όσο και ηθική, δίνοντας μου κουράγιο και στήριξη να φέρω εις πέρας τις σπουδές μου και να γίνω ένας ακαδημαϊκός πολίτης.

Αποποίηση Εμπορικών Ονομασιών

Οποιοσδήποτε προαναφερθέντες εμπορικές ονομασίες, μάρκες, ονόματα μοντέλων, λογισμικών και κατοχυρωμένων τεχνολογιών, χρησιμοποιήθηκαν καθαρά ως αναφορικά παραδείγματα για την συγγραφή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, και δίχως διαφημιστικούς ή κερδοσκοπικούς σκοπούς.

Ευρετήριο Εικόνων, Σχημάτων και Πινάκων

Εικόνα 1. Το σχέδιο ποδηλάτου που εικάζεται ότι συνέλαβε ο Λεονάρντο ντα Βίντσι.

<https://render.fineartamerica.com/images/rendered/default/metal-print/10.000/6.625/break/images/artworkimages/medium/1/da-vinci-inventions-first-bicycle-sketch-by-da-vinci-tony-rubino.jpg>

Εικόνα 2. Η μηχανή τρεξίματος του Karl Christian Ludwig Drais von Sauerbronn.

https://en.wikipedia.org/wiki/Dandy_horse#/media/File:Draisine1817.jpg

Εικόνα 3. Δείγμα ποδηλάτου με τροχούς διαφορετικής διαμέτρου.

https://en.wikipedia.org/wiki/Velocipede#/media/File:Boneshaker,_European,_circa_1868.JPG

Εικόνα 4. Σχηματική αναπαράσταση των βασικών μερών σε δύο διαφορετικούς τύπους ποδηλάτου.

Road	Bike:	Ποδήλατο	Δρόμου
Mountain	Bike:	Ποδήλατο	Βουνού (εκτός δρόμου)

<https://learn.performancebike.com/wps/wcm/connect/701261e7-8719-4553-a1c2-9ea1efdbf8f2/Anatomy-of-a-bike.jpg?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-701261e7-8719-4553-a1c2-9ea1efdbf8f2-kku--yH>

Εικόνα 5. Σύγχρονο ποδήλατο δρόμου μάρκας Cinelli, με ατσάλινο πλαίσιο Columbus XCr

<https://mulpix.com/post/1166885803023416863.html>

Εικόνα 6. Πλαίσιο ποδηλάτου εκτός δρόμου με τμήματα από επεξεργασμένο με τη μέθοδο του CNC αλουμινίου, συγκολλημένα και βιδωμένα ενιαία.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/CNC_machined_MTB_frame.JPG

Εικόνα 7. Δισκοβραχίονας αλουμινίου μάρκας SHIMANO, μοντέλο ULTEGRA

<http://www.roadbikereview.com/reviews/wp-content/uploads/2015/10/Shimano-110-BCD-2-1.jpg>

Εικόνα 8. Λεπτομέρεια ποδηλάτου με σκελετό από τιτάνιο, όπου φαίνονται και το τιμόνι με τον λαιμό, επίσης από τιτάνιο, μάρκας NEVI.

https://titaniumbicycles.files.wordpress.com/2013/10/serie-sterzoc_f_2559.jpg

Εικόνα 9. Ύφασμα κατασκευασμένο από πλεκτά ανθρακονήματα.
https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_fibers#/media/File:Kohlenstofffasermatte.jpg

Εικόνα 10. Ποδήλατο τριάθλου μοντέλο STRC1 μάρκας StepDragon, με ιδιαίτερα αεροδυναμικό σχεδιασμό, κατασκευασμένο σχεδόν εξ' ολοκλήρου από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
https://www.zopper.com/blog/wp-content/uploads/2013/08/STRC1_Carbon_Time_Trial_bicycles.jpg

Εικόνα 11. Δισκοβραχίονας με τα γρανάζια του κατασκευασμένα κατά παραγγελία, από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2010/04/newbury-park-carbon-si-crankset2.jpg>

Εικόνα 12. Οπίσθιος εκτροχιαστής μοντέλου SUPER RECORD 11, μάρκας CAMPAGNOLO, κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2011/02/The-matching-Super-Record-Rear-derailleur-all-carbon-fiber-155g.jpg>

Εικόνα 13. Το ποδήλατο YETI, με σκελετό κατασκευασμένο από θερμοπλαστικά.
http://teamcow.ca/wp-content/uploads/2015/01/tracy_prof_leftws.jpg

Εικόνα 14. Τροχός SPIN κατασκευασμένος από θερμοπλαστικά.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/8f/7b/59/8f7b593931925d6b989a7645b325921d.jpg>

Εικόνα 15. Κουμπωτά πετάλια EXUSTAR E-PR200 κατασκευασμένα από θερμοπλαστικά.

Διακρίνονται επίσης και τα σχαράκια με τα στοιχεία σύνδεσής τους, που βιδώνουν στα παπούτσια του αναβάτη.
<http://www.rockbrosbike.com/product-info.php?proid=532>

Εικόνα 16. Ποδήλατο με σκελετό μαγνησίου της Kirk Precision.
<http://classiccycleus.com/home/wp-content/uploads/2012/08/1987-Kirk-Precision-Magnesium.jpg>

Εικόνα 17. Σύγχρονο ποδήλατο με σκελετό μαγνησίου της Paketa.
https://mmta.co.uk/wp-content/uploads/2016/07/115119_crucible_june_2016_final_online-35.png

Εικόνα 18. Το ποδήλατο ECOFORCE 1, της εταιρίας GREENSTAR BIKES, με σκελετό από μπαμπού.
<https://static1.squarespace.com/static/5220f6c0e4b068fc05ebc43d/5227aabde4b041a33a9c9578/54107c5be4b06256da3b7310/1410369318000/ef1-green-2014-m1-900.jpg?format=1000w>

Εικόνα 19. Ξύλινο ποδήλατο ισοροπίας.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Balance_bicycle#/media/File:Kids_balance_bike_\(Kinderlauf_rad\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Balance_bicycle#/media/File:Kids_balance_bike_(Kinderlauf_rad).jpg)

Εικόνα 20. Ποδήλατο από χαρτόνι και ο εφευρέτης του.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2012/10/17/1350502331637-qa9gxk1yni2c-960-80.jpg>

Εικόνα 21. Σκελετός ποδηλάτου σχεδιασμένος με τη βοήθεια του Autodesk Inventor Professional 2013.
<https://i.ytimg.com/vi/fOZEIJZ6Bio/maxresdefault.jpg>

Εικόνα 22. Το πλέγμα μίας ανάλυσης χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη ενός βελτιστοποιημένου φύλλου laminate στην πλατφόρμα Madone 2010, της εταιρίας Trek.
<http://www.designworldonline.com/uploads/Imagegallery/Trek-mesh-of-analysis.jpg>

Εικόνα 23. "Το Catia και το Simulia μας βοηθούν να λαμβάνουμε καλύτερες αποφάσεις, οι οποίες μας δίνουν μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στην έκβαση των προϊόντων μας", αναφέρει χαρακτηριστικά σχετικά με την ανωτέρω εικόνα ο Mark Wilke, επικεφαλής μηχανικός διεργασίας, της Trek Bikes.
<http://www.designworldonline.com/catia-helps-trek-design-green-bikes/>

Εικόνα 24. Το ποδήλατο Mokumono, που κατασκευάζεται σε αυτοματοποιημένη γραμμή παραγωγής.
<http://www.mokumonocycles.com/images/mokumono%20studio%205%20copy.jpg>

Εικόνα 25. Τα κομμάτια του σκελετού του "Aenimal Bhulk".
https://www.novascientia.net/project_images/aenimal-bhulk-9.jpg

Εικόνα 26. Ο ολοκληρωμένος σκελετός "Aenimal Bhulk".
https://www.novascientia.net/project_images/aenimal-bhulk-7.jpg

Εικόνα 27. Όλα τα κομμάτια του σκελετού του ποδηλάτου των Empire / Renishaw που εκτυπώθηκαν σε ένα ενιαίο μπλοκ και μετά ενώθηκαν.
<https://ep1.pinkbike.org/p4pb10612593/p4pb10612593.jpg>

Εικόνα 28. Το ποδήλατο των Empire / Renishaw συναρμολογημένο στην τελική του μορφή.
<https://ep1.pinkbike.org/p4pb10612559/p4pb10612559.jpg>

Εικόνα 36. Λαιμός τιμονιού επεξεργάζεται σε φρέζα με την μέθοδο C.N.C..
<https://i.ytimg.com/vi/eeBwyztc91c/maxresdefault.jpg>

Εικόνα 30. Σχηματική αναπαράσταση σκελετού ποδηλάτου με αριθμημένα τα στοιχεία που του αποτελούν.
<https://learn.performancebike.com/wps/wcm/connect/325d219f-c6c4-4c85-b746-45797f639756/Anatomy-of-a-bike-frame.jpg?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-325d219f-c6c4-4c85-b746-45797f639756-kku.b02>

Εικόνα 31. Ποδηλάτης με ποδήλατο BMX ακροβατικών επιδείξεων.
[http://i.ebayimg.com/00/s/NTY2WDg0OQ==/z/ir4AAOSw7aBVIPvt/\\$ 32.JPG?set_id=880000500F](http://i.ebayimg.com/00/s/NTY2WDg0OQ==/z/ir4AAOSw7aBVIPvt/$ 32.JPG?set_id=880000500F)

Εικόνα 32. Ποδήλατο δρόμου μάρκας COLNAGO.
https://guides.wiggle.co.uk/sites/default/files/resize/guides/advanced_level_road_bike-800x575.jpg

Εικόνα 33. Ποδήλατο πίστας της PINARELLO, με το οποίο ο Bradley Wiggins έσπασε το ωριαίο ρεκόρ ταχύτητας τον Ιούνιο του 2015.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Track_bicycle#/media/File:World_Hour_Record_Pinarello_\(19657953744\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Track_bicycle#/media/File:World_Hour_Record_Pinarello_(19657953744).jpg)

Εικόνα 34. Αεροδυναμική μελέτη με το πρόγραμμα Computational Fluid Dynamics.
https://trek.scene7.com/is/image/TrekBicycleProducts/CFD_Image_16x9?wid=1140&hei=641&fmt=jpg&q=50,1&op_usm=0,0,0,0&iccEmbed=0&cache=on,on

Εικόνα 35. Δοκιμή σε αεροσήραγγα.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/5e/93/1c/5e931c115cb564c6e092c35115fec4a4.jpg>

Εικόνα 36. Ποδήλατο τουρισμού της FUJI.
<http://www.cyclingabout.com/wp-content/uploads/2016/02/2017-Fuji-Touring-bike-1000x596.jpg>

Εικόνα 37. Ποδήλατο εκτός δρόμου hardtail της Giant.
https://www.tredz.co.uk/prodimg/97577_1_Zoom.jpg

Εικόνα 38. Ποδήλατο cyclocross.
<http://www.bicycling.com/sites/bicycling.com/files/styles/slideshow-desktop/public/17-raleigh-stuntman.jpg?itok=SjTuIZRd>

Εικόνα 39. Υβριδικό ποδήλατο trekking της Stevens.
<http://cyclingabout.com/wp-content/uploads/2014/01/2016-Stevens-Soverign-SX-R14-1000x592.jpg>

Εικόνα 40. Γυναικείο ποδήλατο step through.
<http://cyclingabout.com/wp-content/uploads/2016/01/Norwid-Oland-Womens-Touring-Bike-1000x579.jpg>

Εικόνα 41. Το ποδήλατο δρόμου YERKA, που ενσωματώνει και αντικλεπτικό σύστημα.
<http://static.dudeiwantthat.com/img/entertainment/sporting-goods/yerka-unstealable-bike-16399.jpg>

Εικόνα 42. Διαιρούμενο ποδήλατο της Montague που διπλώνει στο πλάι.
<https://www.montaguebikes.com/wp-content/uploads/2016/02/FIT-DC-Open-1500.jpg>

Εικόνα 43. Το ανωτέρω ποδήλατο σε διπλωμένη κατάσταση.
<https://www.montaguebikes.com/wp-content/uploads/2016/02/FIT-DC-Folded-1200.jpg>

Εικόνα 44. Ποδήλατο με σκελετό monocoque της Lotus.
https://www.cyclechat.net/attachments/t_1994_42_01_s-jpg.321060/

Εικόνα 45. Ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο με αλουμινένιο σκελετό monocoque της ΕΗ LINE.
<http://newatlas.com/the-street-racer-aims-to-be-the-ferrari-of-ebikes/21893/#p160834>

Εικόνα 46. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Trek Y Foil, από τα πρώτα ποδήλατα με σκελετό beam. Διακρίνονται τα άνω ψαλίδια και ο σωλήνας για τοποθέτηση ντίζας σέλας.
<http://johnno.myiglou.com/images/yfoil.jpg>

Εικόνα 47. Ποδήλατο δρόμου της εταιρίας Softride, που ενσωματώνει στοιχεία από τους σκελετούς τύπου διαμάντι και τύπου beam.
http://fecund.org/bd/bikes/Norwester_side2.jpg

Εικόνα 48. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Zipp 2001, με σκελετό τύπου beam. Διακρίνεται το σημείο ένωσης του οριζόντιου σωλήνα με τον κάτω σωλήνα που χρησιμεύει και για την αυξομείωση του ύψους σέλας. Επίσης αυτός ο σκελετός διαθέτει μόνο κάτω ψαλίδια.
https://www.pedalroom.com/p/zip-2001-full-custom-build-31442_2.jpg

Εικόνα 49. Ποδήλατο αγώνων δρόμου μάρκας DIMOND, μοντέλου MARQUISE.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2016/10/06/dimondmarquise-1475749858975-1y2n5un58w8k-630-354.jpg>

Εικόνα 50. Ποδήλατο αγώνων δρόμου Kestrel Airfoil δίχως κάθετο σωλήνα, κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
http://americancycle.com/images/library/Zoom/kestrel_airfoil_pro_sl_11_z.jpg

Εικόνα 51. Ποδήλατο δρόμου με ασάλινο σκελετό δίχως κάθετο σωλήνα εν ονόματι Leviathan του σχεδιαστή Ian Sutton, της Icarus.
http://payload.cargocollective.com/1/0/1900/289211/Icarus_6911.jpg

Εικόνα 52. Πρωτότυπο ποδήλατο με ασάλινο σκελετό δίχως κάθετο σωλήνα εν ονόματι Viks, ιδιαίτερου σχεδιασμού, του Indrek Nasuk της Velonia Bicycles.
http://www.velonia.com/img/VIKS_1.jpg

Εικόνα 53. Το ποδήλατο Avrak του στούντιο Keim, με ξύλινο monocoque σκελετό, δίχως κάθετο σωλήνα.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/736x/b1/e3/5c/b1e35cf751a5820d039f25f4425da8e2--bicycle-stand-wood-bike.jpg>

Εικόνα 54. Ποδήλατο εκτός δρόμου της εταιρείας Slingshot, σειράς fold-teck. Διακρίνονται τα καλώδια που αντικαθιστούν τον κάτω σωλήνα.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/26/29/f3/2629f3b4aad67993f69a8f138935b6c7.jpg>

Εικόνα 55. Το ποδήλατο Wire 2009 της Viva.
https://linustechtips.com/main/uploads/monthly_08_2013/post-15534-0-61310100-1376169936.jpg

Εικόνα 56. Το ποδήλατο Wire Bike του σχεδιαστή Ionut Predescu.
http://s3images.coroflot.com/user_files/individual_files/168463_cb43u7abBjc5JueZLXINebuGJ.jpg

Εικόνα 57. Ο Lou Tortola με ποδήλατο δρόμου, σκελετού roundtail.
[http://tu9srvbirvvtmjekd3btzwrpys53aw5kc29yc3rhcj5jb200.g00.windsorstar.com/g00/2_d2luZHNvcnN0YXluY29t/TU9SRVBIRVVTMjEkaHR0cDovL3dwbWVkaWEud2luZHNvcnN0YXluY29tLzlwMTIvMDYvMXJvdW5kXzAwMS5qcGc%2FeXVhbGl0eT01NSZzdHJpcD1hbGwmdz04NDAmAD02MzAmY3JvcD0xJmkxMGMubWFyay5pbWFnZS50eXB1_\\$/\\$/\\$/](http://tu9srvbirvvtmjekd3btzwrpys53aw5kc29yc3rhcj5jb200.g00.windsorstar.com/g00/2_d2luZHNvcnN0YXluY29t/TU9SRVBIRVVTMjEkaHR0cDovL3dwbWVkaWEud2luZHNvcnN0YXluY29tLzlwMTIvMDYvMXJvdW5kXzAwMS5qcGc%2FeXVhbGl0eT01NSZzdHJpcD1hbGwmdz04NDAmAD02MzAmY3JvcD0xJmkxMGMubWFyay5pbWFnZS50eXB1_$/$/$/)

Εικόνα 58. Ποδήλατο unicycle εκτός δρόμου, με φρένο και τιμόνι.
http://www.cyclerepairs.com.au/wp-content/gallery/unis/dsc_5896.jpg

Εικόνα 59. Το ποδήλατο που κατασκεύασαν οι μαθητές του Milwaukee School of Engineering.
https://en.wikipedia.org/wiki/Prone_bicycle#/media/File:Prone_bike_at_MSOE.jpg

Εικόνα 60. Το ποδήλατο Bird of Prey του John Aldridge.
http://images.mentalfloss.com/sites/default/files/12002621_1018877198131220_7433414828028807577_o.jpg?resize=1100x740

Εικόνα 61. Ποδήλατο με σκελετό recumbent, μακριού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

https://en.wikipedia.org/wiki/Recumbent_bicycle#/media/File:LWB_Lowrider_Recumbent.jpg

Εικόνα 62. Ποδήλατο Rans F5 High Racer με σκελετό recumbent, κοντού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

<http://bicyclepatents.com/wp-content/uploads/2013/06/DSC03813.22.jpg>

Εικόνα 63. Ποδήλατο bike Εμε σκελετό recumbent, συμπαγούς μακριού μεταξονίου, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.

<http://www.recumbentriders.org/forums/imgcache/6534.jpg>

Εικόνα 64. Ποδήλατο με σκελετό recumbent, κεντρικής διεύθυνσης, εμπρόσθιας κίνησης.

https://en.wikipedia.org/wiki/Recumbent_bicycle#/media/File:0x-flevo-1.jpg

Εικόνα 65. Ποδήλατο Cruzbike Silvio με σκελετό recumbent, διεύθυνσης άνω του καθίσματος, εμπρόσθιας κίνησης.

https://en.wikipedia.org/wiki/Recumbent_bicycle#/media/File:CruzbikeSilvio_2009.jpg

Εικόνα 66. Τρίτροχο ποδήλατο Sun EZ-3 USX, με σκελετό recumbent τύπου delta, μακριού μεταξονίου και διεύθυνση κάτω του καθίσματος.

<http://adulttricyclereview.com/wp-content/uploads/2013/09/Sun-USX.jpg>

Εικόνα 67. Τρίτροχο ποδήλατο ICE VORTEX, με σκελετό recumbent τύπου tadpole, κοντού μεταξονίου, και διεύθυνση κάτω του καθίσματος.

<http://www.bicycleman.com/wp-content/uploads/ice-vortex-lg.jpg>

Εικόνα 68. Τρίτροχο ποδήλατο velomobile με σκελετό recumbent τύπου tadpole και full fairing.

<https://tadpolerider2.files.wordpress.com/2016/02/marvelo-8.jpg?w=604&h=377>

Εικόνα 69. Αεροδυναμική μελέτη σε τρίτροχο ποδήλατο velomobile.

<http://www.velocivelo.com/uploads/3/6/4/5/3645535/1417078695.png>

Εικόνα 70. Ποδήλατο με σκελετό τύπου tandem δύο αναβατών, με αναβάτες τις Karissa Whitsell και Mackenzie Woodring (πιλότος) που συμμετείχαν στους θερινούς Παρα - Ολυμπιακούς αγώνες του Πεκίνου, στις 7 Σεπτεμβρίου 2008.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Tandem_\(UCD\)#/media/File:2008_Summer_Paralympics_Tandem.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Tandem_(UCD)#/media/File:2008_Summer_Paralympics_Tandem.jpg)

Εικόνα 71. Ποδήλατο δύο αναβατών με τον εμπρόσθιο αναβάτη να είναι σε θέση ανάκλιση, ενώ τον δεύτερο σε κλασική.

<http://rbr.info/wp-content/uploads/2014/12/performer-family-tandem-02.jpg>

Εικόνα 72. Συζευγμένο συρόμενο ποδήλατο. Στην εικόνα φαίνεται η αρθρωτή σύνδεση με το προπορευόμενο συζευγμένο ποδήλατο.

https://en.wikipedia.org/wiki/Trailer_bike#/media/File:Half_Wheeler_-_bike.JPG

Εικόνα 73. Συζευγμένο συρόμενο ποδήλατο τύπου recumbent με δύο οπίσθιους τροχούς, σε προπορευόμενο ποδήλατο tandem.

https://en.wikipedia.org/wiki/Trailer_bike#/media/File:Recumbent_trailer_bike.jpg

Εικόνα 74. Τρίτροχο ποδήλατο ταξί, με σκελετό τύπου recumbent.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/Human-powered_taxicab_in_Mexico_City%2C_March_2010.jpg

Εικόνα 75. Τετράτροχο ποδήλατο δύο αναβατών Rhodes Car.
<http://web.ncf.ca/fn352/quadracycle/Quadracycling9005A.JPG>

Εικόνα 76. Τετράτροχο ποδήλατο Party Bike, δέκα αναβατών και ενός οδηγού.
https://en.wikipedia.org/wiki/Party_bike#/media/File:A_beer_bike_by_The_Party_Bike_at_Atek_Customs.jpg

Εικόνα 77. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη.
<http://krisdedecker.typepad.com/.a/6a00e0099229e88833017ee3b3d119970d-500wi>

Εικόνα 78. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη, διασκευασμένο σε ασθενοφόρο πρώτων βοηθειών.
<http://anywhere.berlin/contentExp/rsmry02.jpg>

Εικόνα 79 Τρίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων εμπρός του αναβάτη.
<http://www.sixtyfiveford.com/wp-content/uploads/2013/11/MonsterCargo.jpg>

Εικόνα 80. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη.
<http://krisdedecker.typepad.com/.a/6a00e0099229e88833017c320fea69970b-500wi>

Εικόνα 81. Δίτροχο ποδήλατο με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, ο οποίος έχει δεχθεί μετατροπή για μεταφορά παιδιών.
<https://brooklynspoke.files.wordpress.com/2014/07/screen-shot-2014-07-14-at-8-40-39-pm.png>

Εικόνα 82 Το υποπλαίσιο μεταφοράς φορτίων LEAP της Xtracycle, συζευγμένο με ένα ποδήλατο "δότη".
<https://secure.mrsitestore.com/usersitesv38/130928.mrsite.com/wwwroot/images/thumbs/000000878686.jpeg>

Εικόνα 83. Μοντέρνο τρίκυκλο ποδήλατο, με σκελετό μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, με ηλεκτρική υποβοήθηση και προστατευτικό κέλυφος, που χρησιμοποιείται στο Λονδίνο.
https://en.wikipedia.org/wiki/Freight_bicycle#/media/File:Modern_Cargo_Trike_In_London.jpg

Εικόνα 84. Τρίκυκλο ποδήλατο με σκελετό τύπου recumbent, μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη, διεύθυνσης κάτω του καθίσματος και κίνησης στον εμπρός τροχό. Στην εικόνα φαίνεται η ράβδος που μεταφέρει την κίνηση από το τιμόνι στο πιρούνι για τον έλεγχο της διεύθυνσης.
http://www.toxy.de/photos/de/produkte/trimobil/trimobil-dreirad_cargo-trike.jpg

Εικόνα 85. Τετράτροχο ποδήλατο με σκελετό τύπου recumbent, μεταφοράς φορτίων πίσω από τον αναβάτη.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/2a/16/49/2a16496de9b8b72a110605a68a2c5dd9.jpg>

Εικόνα 86. Σχηματική αναπαράσταση ενός πιρουνιού ποδηλάτου.
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_fork#/media/File:Bicycle_fork_labeled.svg

Εικόνα 87. Λαιμός πιρουνιού με βιδωτό headset.
<https://www.sheldonbrown.com/images/headset-threaded-small.jpg>

Εικόνα 88. Λαιμός πιρουνιού χωρίς βιδωτό headset.
<https://www.sheldonbrown.com/images/headset-threadless-small.jpg>

Εικόνα 89. Frameset δρόμου αγώνων ταχύτητας μάρκας Seraph. Χαρακτηριστικός είναι ο αεροδυναμικός σχεδιασμός όλου του συνόλου και ιδιαίτερα του πιρουνιού, που δημιουργεί άρτιο σύνολο χωρίς κενά με τον υπόλοιπο σκελετό.
<https://image.dhgate.com/0x0/f2/albu/g4/M01/7E/13/rBVaEFb410qAVIqHAAE-a1GGIwo373.jpg>

Εικόνα 90. Πιρούνι ποδηλάτου δρόμου αγώνων ταχύτητα Ridley Noah FB, με ενσωματωμένο φρένα.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2011/07/2012-ridley-noah-FB-aero-road-bike-front-brake01.jpg>

Εικόνα 91. Πιρούνι μονής λεπίδας στο ποδήλατο Old Faithful, του Graeme Obree.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Graeme_obree.jpg

Εικόνα 92. Το ποδήλατο Project: Right της English Cycles.
<http://www.englishcycles.com/wp-content/uploads/2012/03/right21.jpg>

Εικόνα 93. Πιρούνι ποδηλάτου εκτός δρόμου, μάρκας Syncros. Διακρίνονται οι υποδοχές για δισκόφρενα.
<https://static.evanscycles.com/production/components/forks/product-image/969-638/syncros-xr1-0-carbon-rigid-29er-mountain-bike-fork-black-EV184613-8500-1.jpg>

Εικόνα 94. Πιρούνι εκτός δρόμου μονής λεπίδας, με σύστημα ανάρτησης..
<https://ep1.pinkbike.org/p4pb9608552/p4pb9608552.jpg>

Εικόνα 95. Λαιμός για βιδωτά headset.
https://store.velo-orange.com/media/catalog/product/cache/1/image/750x750/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/v/o/vo_quill_rise.jpg

Εικόνα 96. Λαιμός τιμονιού κατασκευασμένος από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1OqsBJXXXXXXGxpXXq6xXFXXXq/FCFB-FW-green-alloy-3k-carbon-fiber-road-bicycle-font-b-stem-b-font-mountain-bike.jpg>

Εικόνα 97. Λαιμός ποδηλάτου τύπου integrated, άρτια ενσωματωμένος στον σκελετό.
<http://cdn.coresites.factorymedia.com/rcuk/wp-content/uploads/2012/06/3.jpg>

Εικόνα 98. Ο ενσωματωμένος cyclocomputer με οθόνη στο λαιμό του ποδηλάτου "Le Synrac".
https://i2m.tudocdn.net/img/max_width1000/id164063_1.jpg

Εικόνα 99. Ίσιο τιμόνι με bar ends στις άκρες του.
<http://oi44.tinypic.com/9k88eg.jpg>

Εικόνα 100. Τιμόνι trekking. Διακρίνεται επίσης ο λαιμός τιμονιού, ο οποίος είναι με ρυθμιζόμενη κλίση.

<https://www.cyclingabout.com/wp-content/uploads/2011/10/Butterfly-Trekking-Handlebar-for-Bicycle-Touring.jpg>

Εικόνα 101. Τιμόνι ποδηλάτου ακροβατικών επιδείξεων (BMX), κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα.
<http://www.jensonusa.com/images/Default-Image/Zoom/2/HB409C21.jpg>

Εικόνα 102. Τιμόνι ποδηλάτου δρόμου - αγώνων ταχύτητας, μάρκας Cervelo. Είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα και είναι χαρακτηριστικός ο αεροδυναμικός σχεδιασμός του, σαν πτερύγιο.
https://racycles.azureedge.net/assets/standard/58418/Cervelo_All-Carbon_Handlebar.jpg

Εικόνα 103. Τιμόνι ποδηλάτου δρόμου - αγώνων ταχύτητας, μάρκας Vision. Είναι κατασκευασμένο από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα και είναι χαρακτηριστικός ο αεροδυναμικός σχεδιασμός του, σαν πτερύγιο, καθώς και το γεγονός ότι έχει ενσωματωμένο λαιμό.
https://cdn2.bigcommerce.com/server4400/ox79uhj/images/stencil/1280x1280/products/38267/96897/Capture_67118.1499284602.JPG?c=2

Εικόνα 104. Τιμόνι bullhorn της Cinelli.
http://www.chariandconyc.net/blog/wp-content/uploads/2013/05/DSC_0032.jpg

Εικόνα 105. Τιμόνι bullhorn αεροδυναμικής σχεδίασης, εξοπλισμένο με aero bars, της 3T.
http://road.cc/sites/default/files/cropped/preview_500/images/Tour%20of%20Belgium%20TT%20tech/IMG_5212.JPG

Εικόνα 106. Τιμόνι με αρκετή κλίση προς τα πίσω, σε ποδήλατο recumbent, διεύθυνσης άνω του καθίσματος.
https://en.wikipedia.org/wiki/Recumbent_bicycle#/media/File:Challenge_Hurricane_recumbent.jpg

Εικόνα 107. Τιμόνι με κλίση προς τα πίσω σε ποδήλατο recumbent. διεύθυνσης κάτω του καθίσματος.
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#/media/File:Under_seat_steering.JPG

Εικόνα 108. Τρίτροχο ποδήλατο recumbent, διεύθυνσης κάτω του καθίσματος. Στην εικόνα φαίνεται το τιμόνι με κλίση προς τα επάνω.
<https://getcycling.org.uk/images/shop/products/img1470-lrg.jpg>

Εικόνα 109. Σχηματική αναπαράσταση ενός τηλεσκοπικού προυιού.
<http://www.technical-illustrations.co.uk/img/Bike-project/sprung-front-fotks.jpg>

Εικόνα 110. Σχηματική αναπαράσταση εμπρόσθιου συστήματος ανάρτησης FOX Racing Shox 32 F-Series, αερίου - ελατηρίου, με υδραυλικό αποσβεστήρα FIT damping cartridge.
<https://s-media-cache-ak0.pinimg.com/originals/71/ab/50/71ab5009e068099ad9a9965422d94a50.jpg>

Εικόνα 111. Εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης RockShox BoXXer, που εδράζεται σε δύο στέμματα. Στη εικόνα φαίνονται και οι μηχανισμοί ρύθμισης της ανάρτησης.
https://thumbor-static.factorymedia.com/MPPPVArlEsnaS1EwGqZM0VJwHUw=/680x453/smart/http%3A%2F%2Fcoresites-cdn.factorymedia.com%2Fdirty_new%2Fwp-

[content%2Fuploads%2F2016%2F01%2FMG_3086-Rockshox-Boxxer-World-Cup-680x453.jpg](#)

Εικόνα 112. Το εμπρόσθιο μονό σύστημα ανάρτησης LEFTY της Cannondale.
http://cf-prd.cannondale.com/~media/Images/Dorel/Cannondale/Global/Innovation/Innovation-0005_Lefty.ashx?vs=1&d=20170418T132637Z

Εικόνα 113. Ποδήλατο cyclocross Cannondale Slate, με εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης LEFTY, της ίδιας εταιρίας.
https://www.cxmagazine.com/wp-content/uploads/2016/03/cropped_result.jpg

Εικόνα 114. Το πιρούνι με το σύστημα ανάρτησης της εταιρίας Lauf.
http://reviews.mtbr.com/wp-content/uploads/2014/03/Lauf_Fork_Lauf2.jpg

Εικόνα 115. Το πιρούνι Swing Shock με το ειδικό σύστημα εμπρόσθιας ανάρτησης, της SR SUNTOUR.
<https://img.newatlas.com/swingshock-0.jpg?auto=format%2Ccompress&ch=Width%2CDPR&fit=max&h=700&q=60&w=616&s=648a683a0222590cf5c783f3f4d206e8>

Εικόνα 116. Το εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης που εξελίχθηκε από τον Norman Hossack.
<http://thekneeslider.com/images/2013/08/hossack-mountain-bike-close.jpg>

Εικόνα 117. Ο μηχανισμός εμπρόσθιας ανάρτησης Without Teleskoping Fork, της εταιρίας Structure Cycleworks.
<http://structure.bike/wp-content/uploads/2017/08/item2-1.png>

Εικόνα 118. Λαιμός αλουμινίου με ενσωματωμένη ανάρτηση, της SOFTRIDE.
http://www.bikepro.com/products/stems/stems_jpg/a2a_softride_ahead.jpg

Εικόνα 119. Λαιμός chromoly με ενσωματωμένη ανάρτηση, της SOFTRIDE.
http://www.bikepro.com/products/stems/stems_jpg/b2b_softride_cro_mo.jpg

Εικόνα 120. Ο λαιμός με ενσωματωμένη ρυθμιζόμενη ανάρτηση αέρος, της Starfast.
https://www.cxmagazine.com/wp-content/uploads/2015/07/stafast-suspension-stem-cyclocross-img_4730-v2_1-768x512.jpg

Εικόνα 121. Η αυξομείωση της πίεσης του αέρα γίνεται μέσω βαλβίδας Schrader, με μέγιστο τα 275 psi.
https://www.cxmagazine.com/wp-content/uploads/2015/07/stafast-suspension-stem-cyclocross-img_4722-v2_1-768x462.jpg

Εικόνα 122. Τα πρόσθετα δαχτυλίδια (spacers), υπεύθυνα για την αυξομείωση της γωνίας κλίσης και άρα του ύψους του λαιμού.
https://www.cxmagazine.com/wp-content/uploads/2015/07/stafast-suspension-stem-cyclocross-img_4723-v2_1-768x542.jpg

Εικόνα 123. Σέλλα με ειδική εγκοπή για αποφυγή ερεθισμού του προστάτη σε άνδρες αναβάτες, της selle italia.
<https://alchemyrider.files.wordpress.com/2013/10/selle-italia-slr-superflow.jpg>

Εικόνα 124. Ο μηχανισμός απόσβεσης κραδασμών Spring, της εταιρίας Risten.
<https://d1e9pwwjye9ma4.cloudfront.net/images/RinstenSpring.WEB.jpg>

Εικόνα 125. Ντίζα σέλας CG-R της Specialised κατασκευασμένη από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, με ελαστομερή παρέμβυσμα Zert για την απόσβεση κραδασμών.

<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/bikes-and-gear/components/seat-post-or-seat-pin/1405419567688-1gj20rezdxck-960-80.jpg>

Εικόνα 126. Ντίζα σέλας με μηχανισμό ανάρτησης, Body Float, της Cirrus Cycles.
<http://www.roadbikereview.com/reviews/wp-content/uploads/2015/04/Cirrus-Cycles-BodyFloat-2.jpg>

Εικόνα 127. Ντίζα σέλας με μηχανισμό ανάρτησης, G.1 Urban parallel, της By Schulz.
<https://eurocycles.com.au/media/catalog/category/byschulz-page.jpg>

Εικόνα 128. Ντίζα σέλας με ρυθμιζόμενη ανάρτηση αέρος, υδραυλικής απόσβεσης, HQS-R, της DNM.
<http://www.dnmshock.com/uploads/products/20160306022941420.jpg>

Εικόνα 129. Το χειριστήριο κλειδώματος της ανάρτησης.
<http://www.dnmshock.com/uploads/products/20160306022944077.jpg>

Εικόνα 130. Ντίζα σέλας τύπου dropper, εγκατεστημένη σε ποδήλατο εκτός δρόμου.
<http://myoutdoorslife.com/wp-content/uploads/2016/11/Best-dropper-seatpost-810x540.jpg>

Εικόνα 131. Σκελετός ποδηλάτου εκτός δρόμου Unicoi, με οπίσθιο σύστημα ανάρτησης soft tail, της Litespeed.
https://www.google.gr/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEw_itw-_rg_zVAhVlrxoKHdaqCBAQjBwIBA&url=http%3A%2F%2Fauctionsound.s3.amazonaws.com%2Fclients%252Ftheproscloset%252Fphoto_sets%252F573437%252FReturns_6.15.15_Litespeed_Mtb_Frame_EH-4

Εικόνα 132. Σχηματική αναπαράσταση οπίσθιας ανάρτησης FOX Racing Shox FLOAT RP23 Boost Valve, με ελατήριο αέρος και υδραυλικό αποσβεστήρα λαδιού.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/bikes-and-gear/components/forks-suspension/1290525006961-1c10ib67xbhw2-630-354.jpg>

Εικόνα 133. Οπίσθια ανάρτηση με εξωτερικό μεταλλικό ελατήριο και υδραυλικό αποσβεστήρα.

https://thumbor-static.factorymedia.com/hEOcf4aI5bbfGtqSr9J0CDzIYbo=/680x453/smart/http%3A%2F%2Fcoresites-cdn.factorymedia.com%2Fdirt_new%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F01%2FMG_3191-Fox-DHX2-Coil-1-680x453.jpg

Εικόνα 134. Οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου, σε ποδήλατο Cannondale.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2010/11/16/1289905570661-1347hml6oaw9x-630-354.jpg>

Εικόνα 135. Οπίσθια ανάρτηση μονού πείρου με ζύγωθρο.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2010/11/16/1289905570662-1v8krl0pzfmej-630-354.jpg>

Εικόνα 136. Οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2010/11/16/1289905871746-fwlj3viv0opq-630-354.jpg>

Εικόνα 137. Οπίσθια ανάρτηση συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Horst link.
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#/media/File:MtbFrameGeometry_FSR.png

Εικόνα 138. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Virtual Pivot Point.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2010/11/16/1289905871746-xpg6sxc9nxig-630-354.jpg>

Εικόνα 139. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων DW -link.
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#/media/File:IHsunday.jpg

Εικόνα 140. Οπίσθια ανάρτηση διπλού συνδέσμου τεσσάρων ράβδων Quad Link.
https://nsm.com/media/original_images/marin-3_hr3svwv.jpg

Εικόνα 141. Οπίσθια ανάρτηση τεσσάρων ράβδων Full Floater Active Braking Pivot.
http://trekmountain.typepad.com/photos/uncategorized/2007/08/14/full_floater_dualtuned.jpg

Εικόνα 142. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Floating Drivetrain, Ενιαίου Οπίσθιου Τριγώνου, σε σκελετό Trek.
http://forums.mtbr.com/attachments/trek/862422d1389730230-another-y11-question-8379296133_d3b6280695_z.jpg

Εικόνα 143. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Floating Drivetrain, Ενιαίου Οπίσθιου Τριγώνου.
http://cdn.coresites.factorymedia.com/bikemagic_new/wp-content/uploads/old_images/news/images/abs-Castellano-hi.jpg

Εικόνα 144. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Independent Drivetrain.
http://cdn.bikemag.com/uploads/2010/02/dpp1_0008-600x450.jpg

Εικόνα 145. Οπίσθια ανάρτηση με μηχανισμό Monolink.
<http://classiccycleus.com/home/wp-content/uploads/2017/04/Klein-Shock-e1491701860765.jpg>

Εικόνα 146. Σκελετός ποδηλάτου Lapierre X-FLOW, ανάρτησης μονού πείρου με ζύγωθρο και μηχανισμό Floating drivetrain, τύπου Pendbox.
http://www.lapierrebikes.ca/sites/default/files/upload/Technologies/XFlow/cadre_xflow.png

Εικόνα 147. Το πρωτότυπο ποδήλατο Orbiter της εταιρίας Canyon, με ηλεκτρομαγνητικές αναρτήσεις.
<http://sela.gr/selagr/wp-content/uploads/2017/05/canyon-orbiter-prototype-future-ebike-7.jpg>

Εικόνα 148. Ο σύνδεσμος CARBON FLEX, του ποδηλάτου Orbiter. Διακρίνεται και ο ηλεκτρικός κινητήρας για την κίνηση του ποδηλάτου.
<http://sela.gr/selagr/wp-content/uploads/2017/05/canyon-orbiter-prototype-future-ebike-6.jpg>

Εικόνα 149. Το τετράτροχο ποδήλατο Athos της Contes Engineering, με μηχανισμό ανεξάρτητων αναρτήσεων διπλών ψαλιδιών.
<https://gearjunkie.com/legacy/images/6703.jpg>

Εικόνα 150. Η μετατροπή της παλινδρομικής κίνησης σε περιστροφική, σε ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης και σε ένα ποδήλατο.
<http://www.angelfire.com/ia3/autocare/images/pistonsrodpedalsbike.gif>

Εικόνα 151. Ποδήλατο της εταιρίας ElliptiGO, που αντλεί κίνηση από την ελλειπτική κίνηση των ποδιών.
<http://static.dudeiwantthat.com//img/fitness/equipment/elliptigo-outdoor-elliptical-10044.jpg>

Εικόνα 152. Αθλήτρια ποδηλασίας στους Παραολυμπιακούς Αγώνες του 2012, με ποδήλατο που λαμβάνει κινητήρια ισχύς από τα χέρια του αναβάτη.
[https://en.wikipedia.org/wiki/Para-cycling#/media/File:Ursula_Schwaller_\(London2012\).JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/Para-cycling#/media/File:Ursula_Schwaller_(London2012).JPG)

Εικόνα 153. Ποδήλατο Rowbike που εκμεταλλεύεται την κωπηλατική έλξη του αναβάτη για την κίνησή του.
<https://media.treehugger.com/assets/images/2011/10/rowbike-1.jpg>

Εικόνα 154. Το ποδήλατο Risigo και αναπαράσταση της αρχής λειτουργίας του η οποία βασίζεται στην παροχή ισχύος από την συντονισμένη κίνηση των ποδιών και της λεκάνης του αναβάτη.
<http://www.sonic.net/~ckelly/Seekay/risigo02.jpg>

Εικόνα 155. Το ποδήλατο Exycle, που λαμβάνει κινητήρια ισχύς στον πίσω τροχό από τα πόδια του αναβάτη και στον εμπρόσθιο τροχό από τα χέρια.
<http://www.exycle.de/webyp-system/daten/320-1-im-Bild-5471.jpg>

Εικόνα 156. Το ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο PHB.
[https://en.wikipedia.org/wiki/PHB_\(bicycle\)#/media/File:Hydrogen_bicycle.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/PHB_(bicycle)#/media/File:Hydrogen_bicycle.jpg)

Εικόνα 157. Ηλεκτροκινητήρας τοποθετημένος απευθείας στον οπίσθιο τροχό.
https://en.wikipedia.org/wiki/Pedelec#/media/File:Smart_e-bike_motor.JPG

Εικόνα 158. Ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση pedelec, με ηλεκτροκινητήρα τοποθετημένο στο κέλυφος μεσαίας τριβής.
https://www.ebike-base.com/uploads/tx_sgebikebase/Schwabing_Pedelec_blau_05.jpg

Εικόνα 159. Συμβατικό ποδήλατο που με την προσθήκη ειδικού κιτ, μετατράπηκε σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση, τύπου power - on - demand.
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#/media/File:Electric_Bicycle_Diagram.jpg

Εικόνα 160. Το ηλεκτρικό ποδήλατο Footlosse IM της εταιρίας Mando.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2014/09/11/1410420003504-xayuh90I9hoa-960-80.jpg>

Εικόνα 161. Η ηλεκτρική γεννήτρια που βρίσκεται στο κέλυφος μεσαίας τριβής του ποδηλάτου Orbiter της Canyon και μετατρέπει την μηχανική ισχύ από τα πετάλια σε ηλεκτρική ενέργεια.
<http://sela.gr/selagr/wp-content/uploads/2017/05/canyon-orbiter-prototype-future-ebike-5.jpg>

Εικόνα 162. Ποδήλατο Gent's Motor Bicycle με Μ.Ε.Κ. μικρού κυβισμού, στο κέντρο του οπίσθιου τροχού του.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Bonhams_-
The Paris Sale 2012 - Singer Gent%27s Motor Bicycle - 1900-1901 - 018.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Bonhams_-_The_Paris_Sale_2012_-_Singer_Gent%27s_Motor_Bicycle_-_1900-1901_-_018.jpg)

Εικόνα 163. Ποδήλατο με Μ.Ε.Κ. τοποθετημένη στον σκελετό του, που κινεί τον οπίσθιο τροχό μέσω αλυσίδας και γραναζιού.

<http://www.zbox.com.au/images/damien%27s-bike.jpg>

Εικόνα 164. Ποδήλατο με Μ.Ε.Κ. τοποθετημένη άνω του οπίσθιου τροχού του, η οποία κινεί τον τροχό μέσω τριβής του ελαστικού.

<http://bikeberry.com/blog/wp-content/uploads/2015/09/P1020327.jpg>

Εικόνα 165. Ποδήλατο με μετάδοση κίνησης μέσω αλυσίδας, οδοντωτού δισκοβραχίονα και γραναζιού, σταθερής σχέσης μετάδοσης.

<https://www.ridemorebikes.com/wp-content/uploads/2014/12/single-speed-chain-tug.jpg>

Εικόνα 166. Ποδήλατο με ιμαντοκίνηση.

[http://1.bp.blogspot.com/-
mw_8KoLicmo/U6h6N5RHNqI/AAAAAAAAAEv0/XS5BbR5AWN0/s1600/Co-
Motion_Klatch_drivetrain_main.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-mw_8KoLicmo/U6h6N5RHNqI/AAAAAAAAAEv0/XS5BbR5AWN0/s1600/Co-Motion_Klatch_drivetrain_main.jpg)

Εικόνα 167. Ποδήλατο με μετάδοση κίνησης μέσω άξονα.

[https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/03/Brik-Brut_the-
chainless-bicycle_maintenance-free-shaft-drive-dutch-commuting-bike_driveshaft.jpg](https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/03/Brik-Brut_the-chainless-bicycle_maintenance-free-shaft-drive-dutch-commuting-bike_driveshaft.jpg)

Εικόνα 168. Το ποδήλατο Stringbike, κίνησης μέσω καλωδίων.

<https://media.betazeta.com/veoverde/2011/02/bici-sin-cadena-550x365.jpg>

Εικόνα 169. Ποδήλατο CHAINFREE με κλειστό κύκλωμα υδραυλικής αντλίας και υδραυλικό κινητήρα.

<https://www.headstart.co.il/images/public/blue%20bike.PNG>

Εικόνα 170. Σύστημα εναλλαγής ταχυτήτων πολλαπλών οδοντωτών δίσκων και εκτροχιαστών.

[https://en.wikipedia.org/wiki/Deraillieur_gears#/media/File:Deraillieur_Bicycle_Drivetrain.
svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Deraillieur_gears#/media/File:Deraillieur_Bicycle_Drivetrain.svg)

Εικόνα 171. Κασέτα έντεκα οδοντωτών δίσκων σειράς Ultegra, της εταιρίας Shimano.

[https://ae01.alicdn.com/kf/HTB12l2GMVXXXaJXpXXq6xXFXXb/shimano-Ultegra-
CS-6800-Road-Bike-Cassette-flywheel-11-Speed-11-23-11-25-11-28.jpg](https://ae01.alicdn.com/kf/HTB12l2GMVXXXaJXpXXq6xXFXXb/shimano-Ultegra-CS-6800-Road-Bike-Cassette-flywheel-11-Speed-11-23-11-25-11-28.jpg)

Εικόνα 172. Ένα συμβατικό κυκλικό φύλλο δισκοβραχίονα δίπλα σε ένα οβάλ - ελλειπτικό Q RINGS της εταιρίας ROTOR.

[https://s3.amazonaws.com/images.gearjunkie.com/uploads/2015/11/Screen-Shot-2015-11-
01-at-6.53.43-PM.png](https://s3.amazonaws.com/images.gearjunkie.com/uploads/2015/11/Screen-Shot-2015-11-01-at-6.53.43-PM.png)

Εικόνα 173. Διαφορετικών ειδών κουμπωτά πετάλια με τα ανάλογα σχαράκια τους.

<http://university.trisports.com/wp-content/uploads/2011/09/pedal10.jpg>

Εικόνα 174. Κουμπωτά πετάλια σε ποδήλατο δρόμου. Διακρίνονται οι υποδοχές - σχαράκια με τις οποίες ενώνονται, που είναι τοποθετημένες στα υποδήματα του αναβάτη.

[http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2014/04/28/1434012237164-
1hdo94sseui2a-1470217965447-gk9juug0gagf-960-80.jpg](http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2014/04/28/1434012237164-1hdo94sseui2a-1470217965447-gk9juug0gagf-960-80.jpg)

Εικόνα 175. Εμπρός εκτροχιαστής μάρκας SRAM, σειράς RIVAL.
<https://www.gravelbike.com/wp-content/uploads/2015/01/Rival-22-front-mech-e1421543302542.jpg>

Εικόνα 176. Οπίσθιος εκτροχιαστής.
https://static1.squarespace.com/static/5149f8b3e4b0dbe0bdef2192/52deefd8e4b076a2fa3ce549/52deefd8e4b076a2fa3ce548/1390342037378/sunxcd_rr_derONprivateer.jpg

Εικόνα 177. Διάφοροι τύποι χειριστηρίων εκτροχιαστών της εταιρίας Shimano.
<https://www.usjcycles.com/v3/wp-content/uploads/2013/03/type-of-bike-gear-shifters.gif?x15807>

Εικόνα 178. Χειριστήριο εκτροχιαστή ποδηλάτου πόλης, με ενσωματωμένο χειριστήριο πέδησης, της εταιρίας Shimano.
<https://i.ebayimg.com/images/g/VjMAAOSwXXxZSBBM/s-l300.jpg>

Εικόνα 179. Χειριστήριο εκτροχιαστή ποδηλάτου αγώνων δρόμου, με ενσωματωμένο χειριστήριο πέδησης, της εταιρίας SRAM.
<https://coresites-cdn.factorymedia.com/twc/wp-content/uploads/2015/03/SRAM.jpg>

Εικόνα 180. Ασύρματος οπίσθιος εκτροχιαστής της εταιρίας SRAM.
<http://www.roadbikereview.com/reviews/wp-content/uploads/2014/08/sram-ei2-RD2.jpg>

Εικόνα 181. Οπίσθιος υδραυλικός εκτροχιαστής Acros A-GE MT. Διακρίνεται το υδραυλικό έμβολο.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/09/prototype-acros-age-rda-hydraulic-road-bike-rear-derailleur05.jpg>

Εικόνα 182. Χειριστήριο υδραυλικού εκτροχιαστή Acros A-GE MT.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/09/prototype-acros-age-rda-hydraulic-road-bike-shifter-levers02-600x440.jpg>

Εικόνα 183. Χειριστήριο αλλαγής σχέση μετάδοσης, εσωτερικών ταχυτήτων, της εταιρίας SRAM.
https://en.wikipedia.org/wiki/Hub_gear#/media/File:Schaltgriff-sram-7.jpg

Εικόνα 184. Σύστημα εσωτερικών ταχυτήτων, το οποίο λαμβάνει κίνηση από ιμάντα.
<http://1d8piv1xedxt3k9gin22z4pqb30-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2012/12/NSC4252.jpg>

Εικόνα 185. Σύστημα SRAM Dual Drive, εσωτερικών ταχυτήτων, συζευγμένο με πολλαπλούς οδοντωτούς δίσκους και εκτροχιαστή. Διακρίνεται τόσο το καλώδιο έλεγχου του εκτροχιαστή, όσο και του εσωτερικού συστήματος αλλαγής σχέσης μετάδοσης.
<https://www.nazca-ligfietsen.nl/file/view/images/techniek/onderdeelgroepen/Dual-Drive.jpg>

Εικόνα 186. Τομή σε σχηματική αναπαράσταση συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων.
<https://www.sheldonbrown.com/s-a/sa-cutaway.gif>

Εικόνα 187. Απλοϊκή αναπαράσταση εσωτερικού συστήματος τριών ταχυτήτων.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/f/f4/Bicycle_hub_gear.png

Εικόνα 188. Σχηματική παράσταση σε τομή συστήματος εσωτερικών ταχυτήτων 14 σχέσεων
μετάδοσης.
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bb/Speed1c.png/1024px-Speed1c.png>

Εικόνα 189. Σύστημα εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης μέσω κιβωτίου ταχυτήτων, της εταιρίας Pinion.
<https://pinion.eu/wp-content/uploads/2017/06/pi2.jpg>

Εικόνα 190. Το εσωτερικό ενός κιβωτίου ταχυτήτων της effigear.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2014/04/Effigear-belt-drive-gearbox-bike-14.jpg>

Εικόνα 191. Κέντρο τροχού με υποδοχή για 11 οδοντωτούς δίσκους, καθώς και υποδοχή για έδραση πλάκας δισκοφρένου (διακρίνεται), μάρκας ZIPP. Επίσης διακρίνεται ο μηχανισμός ένωσης με το πιρούνι (μπλοκάτζ), ταχείας απελευθέρωσης (quick release).
http://road.cc/sites/default/files/cropped/preview_500/images/Zipp%20launches%20202%20and%20303%20Disc%20wheels%20with%20thru-axle%20compatible%20hubs/177D-Hero-2.jpg

Εικόνα 192. Κέντρο τροχού ασφαλισμένο σε πιρούνι ποδηλάτου μέσω μπλοκάτζ ταχείας απελευθέρωσης, της SHIMANO.
http://www.sheldonbrown.com/images/quick-release-halfIMG_6719.JPG

Εικόνα 193. Δύο τύποι κυλίσιοτριβέων, κλειστού τύπου (cartridge) και ανοιχτού τύπου κωνικά (cone).
https://www.sheldonbrown.com/images/bearing_types400-270.gif

Εικόνα 194. Οι δύο τρόποι τοποθέτησης πολλαπλών οδοντωτών δίσκων σε κέντρο τροχού.
<https://www.sheldonbrown.com/images/freewheel-vs-k7.jpg>

Εικόνα 195. Ηλεκτροκινητήρας ενσωματωμένος στο κέλυφος κινητήριου τροχού.
<https://blog.e-bikerig.com/wp-content/uploads/2016/04/gearless-bike-hub-motor.jpg>

Εικόνα 196. Εσωτερικά προφίλ στεφάνης τροχού.
<http://content.bikeroar.com/system/content/000/093/847/original/Rim-Profiles.jpg?1406866660>

Εικόνα 197. Αεροδυναμικός τροχός με στεφάνη υψηλού προφίλ, για ποδήλατο αγώνων ταχύτητας, υποβάλλεται σε δοκιμές σε αεροσήραγγα.
https://thumbor-static.factorymedia.com/sqvEESA0gdk9_B49Dv_RsoT-ykw=/864x577/smart/http%3A%2F%2Fcoresites-cdn.factorymedia.com%2Frcuk%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F05%2FWind_tunnel_rotational_drag_rig.jpeg

Εικόνα 198. Αεροδυναμικές ακτίνες τροχού.
http://www.slowlitch.com/articles/images/0/57740-largest_madfiber5.jpg

Εικόνα 199. Αριστερά ένας πλήρως κλειστός τροχός και δεξιά ένα τροχός τριών βραχιόνων, κατασκευασμένοι από πολυμερή ενισχυμένα με ανθρακονήματα, αεροδυναμικής σχεδίασης, της εταιρίας HED.
<https://www.dhresource.com/0x0s/f2-albu-g1-M01-08-BF-rBVaGVSKj1aARqW1AAE29XjNlpA065.jpg/fast-shipping-hed-disk-carbon-wheels-hed.jpg>

Εικόνα 200. Ποδήλατο εξοπλισμένο με τροχούς της εταιρίας Loopwheels.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/bikes-and-gear/accessories/creams-and-balms/1368452796299-1nvmm99ez9y4-630-354.jpg>

Εικόνα 201. Πίνακας συμβατότητας πλάτους ελαστικού σε συνάρτηση με το πλάτος στεφάνης του τροχού, σύμφωνα με το Τεχνικό Εγχειρίδιο του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Ελαστικών και Ζαντών.
<http://www.slowlitch.com/images/glinks/articles/WhatWeNoticed/ETRTOSchwalbe.jpg>

Εικόνα 202. Συγκριτική εικόνα διατομών μεταξύ ελαστικών clincher και tubular.
<https://i.stack.imgur.com/ZKHuQ.jpg>

Εικόνα 203. Διατομή συμπαγούς ελαστικού ποδηλάτου.
<http://keyassets.timeincuk.net/inspirewp/live/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/gallery08-copy-630x419.jpg>

Εικόνα 204. Ελαστικό δίχως αέρα.
http://lavinthelomommylife.com/wp-content/uploads/2015/11/IMG_7429.jpg

Εικόνα 205. Διάφορα πέλματα ελαστικών ανάλογα με τη χρήση.
<http://i2.wp.com/www.ebikeschool.com/wp-content/uploads/2014/09/tires-labeled.jpg?resize=400%2C210>

Εικόνα 206. Σχεδιαγραμματική διατομή του ελαστικού PumpTire.
<https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2015/12/PumpTire-Bike-Tube-Cutaway.jpg>

Εικόνα 207. Διατομή του ελαστικού PumpTire, όπου φαίνεται ο μικρός αεροθάλαμος εξωτερικά στο κέντρο του τροχού.
<https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2011/08/rsz-pump-tire-diagram.jpg>

Εικόνα 208. Η ειδική εξωτερική βαλβίδα μονής κατεύθυνσης, του ελαστικού PumpTire.
<https://img.newatlas.com/pumptire-2.jpg?auto=format%2Ccompress&ch=Width%2CDPR&fit=max&h=700&q=60&w=616&s=3698921282469c94b774acedd8425e45>

Εικόνα 209. Φρένα caliper μονού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, RIVAL της εταιρίας SRAM.
http://cycle-systems.co.uk/tutorial123/sites/default/files/styles/flexslider_full/public/csa_1311_3699.JPG?itok=rRH6_2s

Εικόνα 210. Φρένα caliper διπλού άξονα περιστροφής, πλάγιας έλξης, QUARTZ της εταιρίας TEKTRO.
http://urbanvelo.org/wordpress/wp-content/uploads/2011/07/DSC_2437-copy.jpg

Εικόνα 211. Φρένα caliper κεντρικής έλξης, της DIA - COMPE.
<http://www.sjscycles.com/supersize/18240.jpg>

Εικόνα 212. Σύστημα φρένου τύπου cantilever κεντρικής έλξης.
<https://i.ebayimg.com/thumbs/images/g/4REAAOSwLGtZsvw0/s-1225.jpg>

Εικόνα 213. Σύστημα πέδησης cantilever άμεσης έλξης.
http://img.weiku.com/waterpicture/2011/11/4/13/V_brake_shoes_for_bicycle_634577914308241011_2.jpg

Εικόνα 214. Σύστημα πέδησης U - brake cantilever.
https://www.parktool.com/assets/img/repairhelp/u-brake_001.jpg

Εικόνα 215. Υδραυλικό σύστημα πέδησης στεφάνης, σύνδεσης μονού σημείου, σειράς RED της εταιρίας SRAM. Διακρίνεται το υδραυλικό έμβολο, που επενεργεί στους βραχίονες πέδησης.
<https://roadbikeaction.com/wp-content/contentimages/2013/Neil/SRAM%2022/HRR.jpg>

Εικόνα 216. Υδραυλικό σύστημα πέδησης στεφάνης, σύνδεσης δύο σημείων, σειράς HS11 της εταιρίας Magura. Διακρίνονται τα υδραυτικά έμβολα, που επενεργούν στα τακάκια.
http://p.vitalmtb.com/photos/users/2/photos/109580/s600_Updated_Magura_HS11_Hydraulic_Rim_Brakes.jpg?1472934615

Εικόνα 217. Υδραυλικό δισκόφρενο εμπρόσθιου τροχού.
<http://images.singletracks.com/blog/wp-content/uploads/2009/04/picture-32.jpg>

Εικόνα 218. Μηχανικό δισκόφρενο οπίσθιου τροχού.
<https://blog.wheelies.co.uk/wp-content/uploads/2015/11/Avid-BB7.jpg>

Εικόνα 219. Σε αυτή την εικόνα διακρίνονται τόσο ένα απλό χειριστήριο πέδησης ίσιου τιμονιού, που χρησιμοποιείται στα περισσότερα ποδήλατα, όσο και δύο χειριστήρια ποδηλάτου δρόμου (ανοξείδωτα), τα οποία τοποθετούνται στην καμπυλωτή πλευρά του τιμονιού. Διακρίνεται ωστόσο ακόμα ένα είδος χειριστηρίου πέδησης το οποίο έχει ενσωματωμένο και τον χειρισμό της εναλλαγής σχέσεων μετάδοσης. Στην εικόνα διακρίνεται κάτω δεξιά. Τα εικονιζόμενα χειριστήρια είναι όλα μηχανικά.
<http://www.communitycyclingcenter.org/wp-content/uploads/2015/05/Road-Brakes-2.gif>

Εικόνα 220. Χειριστήριο υδραυλικού συστήματος πέδησης. Διακρίνεται ο ειδικός σχεδιασμός λόγω της φιλοξενίας υδραυλικού εμβόλου.
https://d20pus6fsezd3w.cloudfront.net/wp-content/uploads/2012/04/bicycle_disc_brake_leverwtmk.jpg

Εικόνα 221. Το πειραματικό ηλεκτρονικό και ασύρματο σύστημα πέδησης δισκοφρένου, από την ομάδα ερευνητών με επικεφαλή τον Δρ Holgar Hermanns του Γερμανικού Πανεπιστημίου του Saarland.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2011/10/14/1318608413791-q7b483onff21-960-80.jpg>

Εικόνα 222. Το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών SABS Frequency Brake System, της King Industry INC. Ενδεικτικά στην ταχύτητα των 12,6 km/hr, το σύστημα SABS μπορεί να παράγει αυτόματα συχνότητα "Πέδησης & Απελευθέρωσης" της τάξεως των 11 φορών / 3 δευτερόλεπτα.
<http://www.kingindustries.ca/images/SABS13.png>

Εικόνα 223. Τα ειδικά τακάκια με το ενσωματωμένο σύστημα αντιμπλοκαρίσματος τροχών SABS.
<https://gzmyu4ma9b-flywheel.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2012/02/SABS-Image-black.png>

Εικόνα 224. Το ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση στο οποίο η εταιρία Brake Force One ενσωμάτωσε σύστημα A.B.S. στα υδραυλικά δισκόφρενά του.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2016/08/31/dscf5095-1472643391276-ziiwydidzeug-960-80.jpg>

Εικόνα 225. Ο ενεργοποιητής του συστήματος A.B.S. της εταιρίας Brake Force One.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/news/2016/08/31/dscf5092-1472643519957-c4xbrtsp3z08-630-354.jpg>

Εικόνα 226. Τροχός MagicPie 3μετατροπής συμβατικού ποδηλάτου σε ποδήλατο με ηλεκτρική υποβοήθηση, με δυνατότητα αναγεννητικής πέδησης.
http://www.bikeberry.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/m/a/magicpie3g-golive_1_1.jpg

Εικόνα 227. Το πρωτότυπο ασύρματα ελεγχόμενο σύστημα προληπτικής πέδησης, της εταιρίας
MINIBRAKE.
<http://www.thecrowdfundnetwork.com/wp-content/uploads/2014/04/minibrake.jpg>

Εικόνα 228. Αεροδυναμικά σχεδιασμένο κράνος ποδηλασίας αγώνων ταχύτητας.
<https://static1.squarespace.com/static/542ce587e4b003527579fd2f/555a4c6ce4b0c492656bfa4f/555a4c6de4b06b408508cd38/1431981633289/helmet.jpg>

Εικόνα 229. Κράνος ποδηλάτου της εταιρίας LUMOS, με ενσωματωμένο, ελεγχόμενο ασύρματα, προειδοποιητικό φωτισμό.
<https://gadgetflowcdn.com/wp-content/uploads/2015/06/page-specs-flat.jpg>

Εικόνα 230. Το "αόρατο" κράνος με ενσωματωμένο αερόσακο, της εταιρίας ecouterre.
httpsshop.hovding.combilderartiklarzoom3315r_2.jpg

Εικόνα 231. Παράδειγμα εμπρόσθιας λυχνίας πορείας.
https://media.dcrainmaker.com/images/2017/04/DSC_1284.jpg

Εικόνα 232. Προειδοποιητική οπίσθια λυχνία φωτισμού με δυνατότητα φωτισμού ορίων ασφαλείας, της Victgoal.
<https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1B3RxPFXXXbkXXXXq6xXFXX2/VICTGOAL-font-b-Bicycle-b-font-font-b-Light-b-font-2-Lasers-Night-Cycling-Mountain.jpg>

Εικόνα 233. Το σύστημα φωτισμού Laserlight της BLAZE.
<http://static1.uk.businessinsider.com/image/564a04ba11231460008b5627/a-london-startups-laserlight-is-going-to-be-fitted-on-all-11500-boris-bikes.jpg>

Εικόνα 234. Το σύστημα φωτισμού Bike Zone.
<https://inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2012/11/bike-zone-lite-on-award-taiwan-frank-guo-hung-wang-stuart-morrow-design-5.jpg>

Εικόνα 235. Ένα παράδειγμα από τα πιο απλά μοντέλα cyclocomputers που κυκλοφορούν, X1DW μάρκας VDO.
http://www.petitebikefit.com/wp-content/uploads/2011/07/DSC_2482VDOX1DW-1024x678.jpg

Εικόνα 236. Ένα παράδειγμα πιο εξελιγμένου μοντέλου cyclocomputer, με δυνατότητα πλοήγησης, μάρκας GARMIN.
<http://cdn.mos.bikeradar.imdserve.com/images/bikes-and-gear/accessories/gadgets/gps-devices/1394455627272-q8xds0r6nldl-630-80.jpg>

Εικόνα 237. Το ποδήλατο Le Synrac, της LeEco, με τον ενσωματωμένο cyclocomputer.
https://www.androidcentral.com/sites/androidcentral.com/files/styles/xlarge_wm_brw/public/article_images/2016/04/LeEco-android-bike-2.jpg?itok=_y3-eoTH

Εικόνα 238. Αισθητήρας περιστροφής τροχού, της wahoo speed.
https://www.wahoofitness.com/media/catalog/product/w/a/wahoo_rpmmounted.png

Εικόνα 239. Αισθητήρας μέτρησης τόσο ταχύτητας ποδηλάτου από μαγνήτη σε ακτίνα, όσο και ταχύτητας περιστροφής δισκοβραχίονα, από μαγνήτη στο βραχίονα του πετάλ, της GARMIN.
<http://i.imgur.com/vLjCg.jpg>

Εικόνα 240. Βατόμετρο δισκοβραχίονα της Pioneer.
https://media.dcrainmaker.com/images/2016/09/DSC_0635.jpg

Εικόνα 241. Πετάλ με ενσωματωμένο βατόμετρο, της bePRO.
http://road.cc/sites/default/files/styles/main_width/public/images/News/bePRO%20pedal%20powermeter%20-%20-%204.jpg?itok=rVidQrSo

Εικόνα 242. Βατόμετρο άξονα μεσαίας τριβής, της EASTON.
http://road.cc/sites/default/files/styles/main_width/public/cinch-power-meter1.png?itok=18CkJLTc

Εικόνα 243. Προπονητήριο κυλίνδρων.
<https://bikenoob.com/wp-content/uploads/2010/01/don2.jpg>

Εικόνα 244. Προπονητήριο άμεσης κίνησης.
http://road.cc/sites/default/files/styles/main_width/public/images/Wahoo%20Kickr/wahoo%20main.jpg?itok=u86JQIXd

Εικόνα 245. Προπονητήριο αέρος, έμμεσης κίνησης, της KINETIC.
<http://www.cyclesportandfitness.com/images/kinetic-cyclone-wind-trainer.jpg>

Εικόνα 246. Υδραυλικό προπονητήριο, έμμεσης κίνησης.
<https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51IpSTQopnL.jpg>

Εικόνα 247. Διατομή μονάδα παροχής αντίστασης υδραυλικού προπονητηρίου.
<https://www.bicycling.com/sites/bicycling.com/files/articles/2014/09/round-and-round-trainer-resistance-unit.jpg>

Εικόνα 248. Προπονητήριο με ηλεκτροκινητήρα, εικονικής προπόνησης.
<https://techtiche.com/wp-content/uploads/2016/11/best-virtual-reality-bike-trainer-featured-image.jpg>

Εικόνα 249. Παράδειγμα ποδηλάτου δρόμου, το εικονιζόμενο της εταιρίας STOEMPER.
<https://stoemper.com/wp-content/uploads/2015/12/motfish-stoemper-darrell.jpg>

Εικόνα 250. Παράδειγμα ποδηλάτου εκτός δρόμου, το εικονιζόμενο είναι το Gruitr της Sinister.
<http://forums.mtbr.com/attachments/all-mountain/925695d1411433694-26in-wheels-single-pivot-frame-options-f%2A%2A%2A-all-new-suspension-bs-imgp0132.jpg>

Εικόνα 251. Παράδειγμα ποδηλάτου cyclocross τουρισμού, το εικονιζόμενο της εταιρίας FORM.

<https://i.pinimg.com/originals/59/56/a3/5956a376bc9e43b48efe2b12966d45cd.jpg>

Εικόνα 252. Παράδειγμα αναδιπλούμενου ποδηλάτου πόλεως, το εικονιζόμενο της εταιρίας IZIP.

<http://metaefficient.com/wp-content/uploads/izip-ezgo-folding-electric-bicycle.jpg>

Εικόνα 253. Παράδειγμα τρίκυκλου ποδηλάτου μεταφοράς πολλαπλών αναβατών - φορτίων, το εικονιζόμενο της εταιρίας Atomic Zombie.

<http://www.atomiczombie.com/plans/loderunner2/LodeRunner2%20Tandem%20Cargo%20Delta%20Trike%202.jpg>

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1] ΜΑΡΣΙΑ ΛΟΥΥ - ΠΟΔΗΛΑΤΟ ΟΧΗΜΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΜΙΚΡΟ ΠΛΑΝΗΤΗ (ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ) σελ.11-13, 22-35
- [2] HARRIET WILLIAMS - ΟΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ (ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΑΒΒΑΛΑΣ) σελ.28-33
- [3] The Leonardo da Vinci Bicycle Hoax [Online]
<http://www.cyclepublishing.com/history/leonardo%20da%20vinci%20bicycle.html>
- [4] Κυριάκος Ιωσηφίδης - ΤΟ ΠΟΔΗΛΑΤΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 1880 - 2012 (ΚΕΡΚΥΡΑ ΕΚΔΟΣΕΙΣ) σελ.10-11
- [5] Anatomy Of A Bicycle [Online]
<https://learn.performancebike.com/bikes/advice/buyers-guides/bikes-and-frames/anatomy-of-a-bicycle>
- [6] WIKIPEDIA, Bicycle frame, Frame materials [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_frame#Frame_materials
- [7] Metallurgy for Cyclists I: The Basics, by Scot Nicol [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/metal.htm>
- [8] Metallurgy for Cyclists II: Steel is Real, by Scot Nicol [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/steel.htm>
- [9] Trend spotting: Is there still a place for steel road bikes in the age of carbon fibre? [Online]
<http://road.cc/content/feature/159078-trend-spotting-there-still-place-steel-road-bikes-age-carbon-fibre>
- [10] Metallurgy for Cyclists III: Aluminum's Future is Bright and Shiny, by Scot Nicol [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/alumin.htm>
- [11] WIKIPEDIA, Bicycle frame, Frame materials, Aluminum alloys [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_frame#Aluminum_alloys
- [12] WIKIPEDIA, Bicycle frame, Frame materials, Titanium [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_frame#Titanium
- [13] Metallurgy for Cyclists IV: The Titanium Advantage, by Scot Nicol [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/titan.htm>

- [14] TI-3AL-2.5V TITANIUM TUBING [Online]
<https://www.twmetals.com/3al-2-5v-titanium-tubing.html>
- [15] Polymer Matrix Composites (introduction), Dr. Dmitri Kopeliovich [Online]
http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=polymer_matrix_composites_introduction
- [16] Metallurgy for Cyclists V: Carbon Fiber Boasts Tremendous Potential, by Scot Nicol [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/carbon.htm>
- [17] Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites, Dr. Dmitri Kopeliovich [Online]
http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=carbon_fiber_reinforced_polymer_composites
- [18] Metallurgy for Cyclists VI: Try something Exotic, by Scot Nicol, Thermoplastics [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/exotic.htm>
- [19] Thermoplastics in Rubber Grip Applications [Online]
<http://www.starthermoplastics.com/tpes-in-action/rubber-grips/>
- [20] Metallurgy for Cyclists VI: Try something Exotic, by Scot Nicol, Magnesium [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/exotic.htm>
- [21] WIKIPEDIA, Bicycle frame, Frame materials, Magnesium [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_frame#Magnesium
- [22] Properties of Bamboo, Bike Bamboo [Online]
http://www.bikebamboo.com/bamboo_properties.php

- [23] WIKIPEDIA, Wooden bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Wooden_bicycle
- [24] JAN, WOOD BIKES [Online]
<http://bikejan.com/en/wood-bike/>
- [25] The durable, \$9 cardboard bike, bikeradar [Online]
<http://www.bikeradar.com/news/article/the-durable-9-cardboard-bike-35545/>
- [26] WIKIPEDIA, Bicycle frame, Frame materials, Scandium [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_frame#Scandium
- [27] Metallurgy for Cyclists VII: The Final Chapter, by Scot Nicol, Beryllium [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/final.htm>
- [28] Metallurgy for Cyclists VII: The Final Chapter, by Scot Nicol, Two Carbides [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/final.htm>
- [29] MARIN MUSEUM OF BICYCLING, Gary Hellfrich [Online]
<https://mmbhof.org/gary-helfrich/>
- [30] Metallurgy for Cyclists VII: The Final Chapter, by Scot Nicol, A Mystery Metal [Online]
<http://www.63xc.com/scotn/final.htm>
- [31] AUTODESK, AUTOCAD [Online]
<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
- [32] AUTODESK, INVENTOR [Online]
<https://www.autodesk.com/products/inventor/overview>
- [33] what-when-how, FEM for Frames (Finite Element Method) Part 3, Case study: Finite Element Analysis of a Bicycle Frame [Online]

- <http://what-when-how.com/the-finite-element-method/fem-for-frames-finite-element-method-part-3/>
- [34] Inceptra, Why is it important for designers to run Analysis? [Online]
<http://www.inceptra.com/2015/07/19/why-is-it-important-for-designers-to-run-analysis/>
- [35] PlastiComp, Trek Bicycle Corporation Teams with PlastiComp to Lighten the Load on Future Bicycle Models [Online]
<http://www.plasticomp.com/trek-bicycle-corporation-teams-with-plasticomp-inc-to-lighten-the-load-on-future-bicycle-models/>
- [36] DASSAULT SYSTEMS, CATiA [Online]
<https://www.3ds.com/products-services/catia/>
- [37] DASSAULT SYSTEMS, ABAQUS [Online]
<https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/>
- [38] DASSAULT SYSTEMS, SOLIDWORKS SIMULATION [Online]
<http://www.solidworks.com/sw/products/simulation/finite-element-analysis.htm>
- [39] FASTCOMPANY, This Bike Frame Can Be Made In Just One Hour - By Bike-Building Robots, BY ADELE PETERS [Online]
<https://www.fastcompany.com/3058953/this-bike-frame-can-be-made-in-just-one-hour-by-bike-building-robots>
- [40] Novascientia Blog, An Italian 3D printed Bicycle made from plants [Online]
<https://www.novascientia.net/articles/277/An-Italian-3D-printed-Bicycle-made-from-plants>
- [41] Pinbike, World's First 3D Printed Bike, by Andy Waterman [Online]
<https://www.pinkbike.com/news/Worlds-first-3D-printed-bike-2014.html>

- [42] WIKIPEDIA, Triathlon equipment, Triathlon bicycles [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Triathlon_equipment#Triathlon_bicycles
- [43] WIKIPEDIA, Track bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Track_bicycle
- [44] Trek, Aerodynamics, Computational Fluid Dynamics [Online]
https://www.trekbikes.com/us/en_US/inside_trek/aerodynamics/
- [45] WIKIPEDIA, Touring bicycle, Frame [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Touring_bicycle#Frame
- [46] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Cn - Cz, Cross Bicycle [Online]
https://sheldonbrown.com/gloss_cn-z.html#cross
- [47] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Ho - Hy, Hybrid [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_ho-z.html#hybrid
- [48] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Tp - Tz, Trekking Bicycle [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_tp-z.html#trekking
- [49] YERKA [Online]
<http://yerkabikes.com/eu/>
- [50] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, M, Monocoque [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_m.html#monocoque
- [51] NEW ATLAS, EH Line's aluminum monocoque Streer Racer aims to become the Ferrari of e-bikes, by Mike Hanlon [Online]
<http://newatlas.com/the-street-racer-aims-to-be-the-ferrari-of-ebikes/21893/>

- [52] DIMOND [Online]
<https://www.dimondbikes.com>
- [53] inhabitat, Would you buy this wooden bicycle for \$11,000?, by Lucy Wang
[Online]
<http://inhabitat.com/would-you-buy-this-wooden-bicycle-for-11000/>
- [54] COOLMATERIAL, The Wire 2009 Viva Bike, by JC [Online]
<http://coolmaterial.com/rides/the-wire-2009-viva-bike/>
- [55] NEW ATLAS, URBAN TRANSPORT, Wire Bike uses carbon fiber and Kevlar cables, by Paul Evans [Online]
<http://newatlas.com/wire-frame-bike-carbon-fiber-kevlar-cables/11187/>
- [56] bikeradar, Tortola Roundtail - A bicycle frame with a twist, by BikeRadar UK
[Online]
<http://www.bikeradar.com/news/article/tortola-roundtail-a-bicycle-frame-with-a-twist-29859/>
- [57] Beyond the Triangle [Online]
<http://roundtail.ca>
- [58] NO LIMIT CYCLE REPAIRS. About Unicycling [Online]
<http://www.cyclerepairs.com.au/unicycles/about-unicycling/>
- [59] WIKIPEDIA, Unicycle [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Unicycle>
- [60] MENTAL FLOSS, Look Like Superman While You Ride This Prone Bicycle, by HANNAH KEYSER [Online]
<http://mentalfloss.com/article/69864/look-superman-while-you-ride-prone-bicycle>

- [61] WIKIPEDIA, Prone bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Prone_bicycle
- [62] WIKIPEDIA, Recumbent bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Recumbent_bicycle
- [63] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Ra - Re, Recumbent [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_ra-e.html#recumbent
- [64] WIKIPEDIA, Tricycle, Types, Recumbent delta [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Tricycle#Recumbent_delta
- [65] WIKIPEDIA, Tricycle, Types, Recumbent tadpole [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Tricycle#Recumbent_tadpole
- [66] WIKIPEDIA, Tandem (UCI) [Online]
[https://en.wikipedia.org/wiki/Tandem_\(UCI\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tandem_(UCI))
- [67] WIKIPEDIA, Trailer bike [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Trailer_bike
- [68] WIKIPEDIA, Cycle rickshaw [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Cycle_rickshaw
- [69] Quadracycling in Ottawa, About Quadracycles [Online]
<http://web.ncf.ca/fn352/quadracycle/quadracycles.html#Bicycle>
- [70] The Party Bike Home [Online]
<http://www.thepartybike.com>
- [71] LOW - TECK MAGAZINE, Cargo cyclists replace truck drivers on European city streets, by Kris De Decker [Online]
<http://www.lowtechmagazine.com/2012/09/jobs-of-the-future-cargo-cyclist.html>

- [72] ANYWHERE.berlin [Online]
<http://anywhere.berlin/path-ology.html>
- [73] XTRACYCLE, LEAP [Online]
<http://www.xtracycle.com/freeradical/>
- [74] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, St - Sz, Star Fangled ® Nut [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_st-z.html#starnut
- [75] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Ha - Hi, Headset [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_ha-i.html#headset
- [76] BIKERUMOR!, 2012 Ridley Noah FB - Closeup Look at Integrated Brakes, New Aero Features, by Tyler Benedict [Online]
<https://www.bikerumor.com/2011/07/04/2012-ridley-noah-fb-closeup-look-at-integrated-brakes-new-aero-features/>
- [77] Chain Reaction Cycles.com, FRAMES & FORKS, Forks buying guide, Learn more about: road forks [Online]
<http://hub.chainreactioncycles.com/buying-guides/frames-and-forks/forks-buying-guide/#roadforks>
- [78] Graeme Obree, The bike [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Graeme_Obree#The_bike
- [79] ENGLISHCYCLES, Project: Right [Online]
<http://www.englishcycles.com/custombikes/project-right/>
- [80] androidcentral, This LeEco mountain bike fuses exercise and your favorite mobile operating system, BY RICHARD DEVINE [Online]
<https://www.androidcentral.com/leeco-bicycle-fuses-exercise-and-your-favorite->

mobile-operating-system?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+androidcentral+%28Android+Central%29

- [81] HaRRIS cyclery, Sheldon Browns Bicycle Glossary, Ha - Hi, Handlebar [Online]
http://sheldonbrown.com/gloss_ha-i.html#handlebar
- [82] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Flat [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Flat
- [83] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Riser [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Riser
- [84] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Touring of trekking [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Touring_or_trekking
- [85] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Drop [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Drop
- [86] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Bullhorn [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Bullhorn
- [87] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Triathlon or aero bars [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Triathlon_or_aero_bars
- [88] WIKIPEDIA, Bicycle handlebar, Types of handlebar, Recumbent [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_handlebar#Recumbent
- [89] bikeradar, Buyer's guide to mountain bike suspension, part 3, How fork and shocks work, By Paul 'Supersonic' Hayes, Simon Young & Anrew Dodd [Online]

- <http://www.bikeradar.com/gear/article/buyers-guide-to-mountain-bike-suspension-part-3-28498/>
- [90] dirt20, A BUYER'S GUIDE TO MOUNTAIN BIKE SUSPENSION, How to choose your forks and rear shocks, by Sean White [Online]
<https://dirtmountainbike.com/features/buyers-guide-mountain-bike-suspension.html>
- [91] REI co-op, Bike Suspension Basics [Online]
<https://www.rei.com/learn/expert-advice/suspension.html>
- [92] cannondale, CANNONDALE - LEFTY [Online]
<http://www.cannondale.com/en/International/Innovation/lefty.aspx>
- [93] MOUNTAIN BIKE RIDER MBR, Cannondale's Lefty Fork explained, by James Smurthwaite [Online]
<http://www.mbr.co.uk/news/cannondale-lefty-fork-explained-330076>
- [94] lauf [Online]
<http://www.laufforks.com>
- [95] NEW ATLAS, BICYCLES, Suntour Swing Shock brings suspension to commuter bikes, by Ben Coxworth [Online]
<http://newatlas.com/suntour-swing-shock-suspension-fork-for-commuter-bikes/18607/>
- [96] SR SUNTOUR, COMPONENTS, SWINGSHOCK, Swing Shock 700 [Online]
<http://www.srsuntour-cycling.com/it/bike/forks/SwingShock-Swing-Shock-700-5404.html>
- [97] THE KNEESLIDER, Norman Hossack Builds a Mountain Bike Suspension, By Paul Crowe [Online]
<http://thekneeslider.com/norman-hossack-builds-a-mountain-bike-suspension/>

- [98] STRUCTURE CYCLE WORKS [Online]
<http://structure.bike/wp-content/uploads/2017/08/item2-1.png>
- [99] www.bikepro.com, SoftRide Stems [Online]
<http://www.bikepro.com/products/stems/soft.html>
- [100] CYCLOCROSS MAGAZINE, STARFAST BRINGS BACK THE
 SUSPENSION STEM, ADDS AIR SHOCK, ANGLE ADJUSTMENT [Online]
<http://www.cxmagazine.com/stafast-suspension-stem-air-shock-angle-adjustment-gravel>
- [101] ROAD BIKE RIDER, RISTEN SPRING ULTIMATE BICYCLE SHOCK
 ABSORBER, By Jim Langley [Online]
<https://www.roadbikerider.com/latest-rbr-newsletter-2017/273-issue-no-755/2760-rinsten-spring-ultimate-bicycle-shock-absorber>
- [102] bikeradar, Specialised CG-R seatpost review, By Paul Robson [Online]
<http://www.bikeradar.com/road/gear/category/components/seat-post-seat-pin/product/review-specialized-cg-r-seatpost-14-48630/>
- [103] roadbike review.com, Sea Otter: BodyFloat comfort seatpost by Cirrus Cycles,
 by Gregg Kato [Online]
<http://www.roadbikereview.com/reviews/sea-otter-bodyfloat-comfort-seatpost-by-cirrus-cycles>
- [104] eurocycles, by schulz [Online]
<https://eurocycles.com.au/brands/by-schulz.html?limit=all>
- [105] DNM, HQS-R [Online]
<http://www.dnmshock.com/products-single.php?id=19>

- [106] BikeRoar, Dropper Posts: How do they work and do i need one?, By Terence Giesbrecht
<http://www.bikeroar.com/articles/dropper-posts-how-do-they-work-and-do-i-need-one>
- [107] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Soft tail [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Soft_tail
- [108] bikeradar, Buyer's guide to mountain bike suspension, part 2, Which frame layout works the best?, By Paul 'Supersonic' Hayes, Simon Young & Anrew Dodd [Online]
<http://www.bikeradar.com/blog/article/buyers-guide-to-mountain-bike-suspension-part-2-28438/>
- [109] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Single pivot [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Single_pivot
- [110] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Single pivot, High single pivot [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#High_single_pivot
- [111] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Single pivot, Linkage driven single pivot [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Linkage_driven_single_pivot
- [112] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Split pivot [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Split_pivot
- [113] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Horst link [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Horst_link

- [114] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Short_link_four-bar
- [115] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar, Virtual Pivot Point [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Virtual_Pivot_Point
- [116] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar, DW - link [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#DW-link
- [117] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar, Giant Maestro [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Giant_Maestro
- [118] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar, Switch Maestro [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Switch_link
- [119] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Equilink [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Equilink
- [120] cyclingnews.com, Interbike show - Las Vegas, Nevada USA, September 25-29, 2006, Interbike Part 4 - Interbike On Dirt Demo, day two, Felt Equilink design offers another viable rear suspension alternative, by James Huang [Online]
<http://autobus.cyclingnews.com/tech/2006/shows/interbike06/?id=results/interbike064>
- [121] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Short link four - bar, Trek Full Floater [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Trek_Full_Floater

- [122] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Unified rear triangle
[Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Unified_rear_triangle
- [123] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Floating drivetrain,
Independent Drivetrain [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Independent_Drivetrain
- [124] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Floating drivetrain,
Monolink [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Monolink
- [125] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Rear suspension, Floating drivetrain, Pendbox
[Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Pendbox
- [126] pinkbike, PINKBIKE REVIEWS, Lapierre DH-720 Review, by Mike Levy
[Online]
<https://www.pinkbike.com/news/Lapierre-DH-720-2011-Tested.html>
- [127] sela.gr, Ποδήλατο από το μέλλον παρουσίασε η Canyon!, by Kioy [Online]
<http://sela.gr/ποδήλατο-από-το-μέλλον-παρουσίασε-η-canyon/>
- [128] WIKIPEDIA, Bicycle suspension, Recumbent bikes [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_suspension#Recumbent_bikes
- [129] GEARJUNKIE, Extreme! 4-Wheel Pedal Bike, By tcorley [Online]
<https://gearjunkie.com/four-wheel-pedal-bike>
- [130] WIKIPEDIA, Balance bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Balance_bicycle

- [131] ELLIPTIGO [Online]
<http://www.elliptigo.com>
- [132] WIKIPEDIA, ElliptiGO [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/ElliptiGO>
- [133] ELLIPTIGO, ELLIPTICAL CYCLING [Online]
<https://www.elliptigo.com/what-is-elliptical-cycling/>
- [134] WIKIPEDIA, Handcycle [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Handcycle>
- [135] WIKIPEDIA, Rowing cycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Rowing_cycle
- [136] WIKIPEDIA, Rowing cycle [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Rowbike>
- [137] CHARLIE KELLY'S WEBSITE, More Weird Bike Stuff [Online]
http://www.sonic.net/~ckelly/Seekay/weird_bike_stuff2.htm
- [138] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Technical, Motors and drivetrains [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Motors_and_drivetrains
- [139] WIKIPEDIA, Pedelec, Technical, Components, Motor types [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Pedelec#Motor_types
- [140] WIKIPEDIA, PHB(bicycle) [Online]
[https://en.wikipedia.org/wiki/PHB_\(bicycle\)](https://en.wikipedia.org/wiki/PHB_(bicycle))
- [141] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Technical, Batteries [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Batteries
- [142] WIKIPEDIA, Pedelec, Technical, Components, Battery [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Pedelec#Battery>

- [143] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Classes [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Classes
- [144] blix electric bikes, Electric Bike Buyer's Guide, Chapter 3: How do Electric Bikes Work? [Online]
<https://blixbike.com/blogs/electric-bike-buyers-guide/chapter-3-how-do-electric-bikes-work>
- [145] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Classes, Pedal - assist only, Pedelecs [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Pedelecs
- [146] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Classes, Pedal - assist only, S - Pedelecs [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#S-Pedelecs
- [147] WIKIPEDIA, Pedelec, Legal status of pedelecs worldwide, Europe [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Pedelec#Europe_2
- [148] Official Journal of the European Communities, DIRECTIVE 2002/24/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 18 March 2002 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles and repealing Council Directive 92/61/EEC [Online]
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0024>
- [149] WIKIPEDIA, Electric bicycle, Technical, Controllers [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Controllers
- [150] WIKIPEDIA, Pedelec, Technical, Components, Motor Control [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Pedelec#Motor_Control
- [151] WIKIPEDIA, Classes, Power - on - demand only [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_bicycle#Power-on-demand_only

- [152] bikeradar, The incredible Mando Footloose IM e-bike, Trading in a chain and gears for a motor and alternator, by James Huang [Online]
<http://www.bikeradar.com/us/commuting/news/article/the-incredible-mando-footloose-im-e-bike-42427/>
- [153] Electric Bike Report, No Chain?! Mando Footloose IM Series Hybrid Electric Bike [VIDEO & PICS], BY PETE [Online]
<https://electricbikereport.com/mando-footloose-im/>
- [154] WIKIPEDIA, Motorized bicycle, Legal status of internal combustion engine (ICE) powered bicycles, Greece [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Motorized_bicycle#Greece
- [155] WIKIPEDIA, Motorized bicycle, Power sources [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Motorized_bicycle#Power_sources
- [156] Hedlines@Hopkins, News Release, Pedal Power Probe Shows Bicycles Waste Little Energy [Online]
http://pages.jh.edu/~news_info/news/home99/aug99/bike.html
- [157] The monkey lab, tech talk: belt vs. chain drive [Online]
<http://cyclemonkeylab.blogspot.gr/2014/06/tech-talk-belt-vs-chain-drive.html>
- [158] WIKIPEDIA, Shaft - driven bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Shaft-driven_bicycle
- [159] BRIKBIKES, About the drive shaft [Online]
<http://brikbikes.com/about-the-drive-shaft/>
- [160] STRINGBIKE, how it works [Online]
http://www.stringbike.com/stringbike_asthemagicworks.html

- [161] WIKIPEDIA, Stringbike [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Stringbike>
- [162] WIKIPEDIA, Hydraulic bicycle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_bicycle
- [163] CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY, CASE SCHOOL OF ENGINEERING, DEPARTMENT OF MECHANICAL & AEROSPACE ENGINEERING, Chainless Challenge [Online]
<http://engineering.case.edu/emaec/chainless/challenge>
- [164] MOBILE HYDRAULIC TIPS, A deeper look at Parker's Chainless Challenge competitors, BY MARY GANNON [Online]
<http://www.mobilehydraulictips.com/a-deeper-look-at-parkers-chainless-challenge-competitors/>
- [165] WIKIPEDIA, Derailleur gears [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Derailleur_gears
- [166] WIKIPEDIA, Hyperglide [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperglide>
- [167] GEARJUNKIE, Unorthodox Gear: Would You Pedal An 'Oval' Chainring?, BY Tom Puzak [Online]
<https://gearjunkie.com/oval-bike-chainring-review>
- [168] bicycle habitat, All About Clipless Pedals [Online]
<http://bicyclehabitat.com/buyers-guides/all-about-clipless-pedals-pg451.htm>
- [169] bike radar, How to use clipless pedals, Don't be scare of making the switch to a more efficient pedal system, By Neil Pedoe & Cycling Plus [Online]
<http://www.bikeradar.com/beginners/gear/article/how-to-use-clipless-pedals-28408/>

- [170] WIKIPEDIA, Derailleur gears [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Derailleur_gears
- [171] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary, Da - Do, Derailer, Derailleur [Online]
http://www.sheldonbrown.com/gloss_da-o.html#derailer
- [172] WIKIPEDIA, Shifter (bicycle part) [Online]
[https://en.wikipedia.org/wiki/Shifter_\(bicycle_part\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Shifter_(bicycle_part))
- [173] WIKIPEDIA, Shimano Total Integration [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Shimano_Total_Integration
- [174] WIKIPEDIA, Campagnolo ErgoPower [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Campagnolo_ErgoPower
- [175] WIKIPEDIA, SRAM Double Tap [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/SRAM_Double_Tap
- [176] NEW ATLAS, Shimano's Dura - Ace Di2 electronic shifting to give road racers a time advantage, by Paul Best [Online]
<https://newatlas.com/shimano-dura-ace-di2-electronic-shift/11407/>
- [177] bikeradar, SRAM Red eTap ushers in wireless shifting era, by Warren Rossiter [Online]
<http://www.bikeradar.com/road/news/article/sram-red-etap-ushers-in-wireless-shifting-era-45095/>
- [178] WIKIPEDIA, electronic gear - shifting system [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_gear-shifting_system

- [179] The New York Times, Cycling Enters the Electronic Age With a New Gear - Shifting System, by IAN AUSTEN [Online]
<http://www.nytimes.com/2009/02/14/sports/cycling/14gears.html>
- [180] BIKERUMOR!, EB13:Prototype Road Bike Across A-GE RDA Hydraulic Shifters, Derailleurs w/ Formula RR1 Brakes, By Tyler Benedict [Online]
<https://www.bikerumor.com/2013/09/03/eb13-prototype-road-bike-across-a-ge-rda-hydraulic-shifters-derailleurs-w-formula-rr1-brakes/>
- [181] HaRRIS cyclery, Internal - Gear Hubs, by Sheldon "Numbers" Brown additional material by John "Fractions" Allen [Online]
<https://www.sheldonbrown.com/internal-gears.html>
- [182] cyclescheme.co.uk, How to: Understand hub gears [Online]
<https://www.cyclescheme.co.uk/community/how-to/how-to-understand-hub-gears>
- [183] WIKIPEDIA, Hub gear [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Hub_gear
- [184] pinion [Online]
<https://pinion.eu/en/>
- [185] effigear, THE GEARBOX [Online]
<https://www.effigear.com/gearbox>
- [186] BIKERUMOR, SOC 14: Effigear Calls in the Cavalerie for new Gear Box Bikes in the US, By Zach Overholt [Online]
<https://www.bikerumor.com/2014/04/23/soc-14-effigear-calls-in-the-cavalerie-for-new-gear-box-bikes-in-the-us/>
- [187] bike, german gearbox makes an nahbs splash on reeb mountain bike, by bike [Online]

- <http://www.bikemag.com/events/german-gearbox-makes-nahbs-splash-reeb-mountain-bike/>
- [188] NEW ATLAS, Pinion sealed gearbox offers an alternative to those darn derailleurs, by Ben Coxworth [Online]
<https://newatlas.com/pinion-pl18-sealed-gearbox/26640/>
- [189] HaRRIS cyclery, Bicycle Quick - Releases, by Sheldon Brown and John Allen [Online]
<http://www.sheldonbrown.com/skewers.html>
- [190] WIKIPEDIA, Bicycle wheel, Construction, Hub, Axle [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_wheel#Axle
- [191] ParkTool, CERAMIC BEARINGS [Online]
<https://www.parktool.com/blog/repair-help/ceramic-bearings>
- [192] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary Ba - Bn, Bearing [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_ba-n.html#bearing
- [193] HaRRIS cyclery, Freewheel or Cassette, by Sheldon "Kah Sept" Brown [Online]
<https://www.sheldonbrown.com/free-k7.html>
- [194] HaRRIS cyclery, Measuring Bicycle Rims for Tire Fit, by Sheldon "ISO/E.T.R.T.O." Brown and John "Measure Twice" Allen [Online]
<https://www.sheldonbrown.com/rim-sizing.html>
- [195] CyclingPowerLab, Aero Wheels - A Buyer's Guide [Online]
<https://www.cyclingpowerlab.com/AeroWheelBuyersGuide.aspx>
- [196] FLO, FLO Cycling - Aero Wheel Tutorial [Online]
<http://flocycling.blogspot.gr/2014/09/flo-cycling-aero-wheel-tutorial.html>

- [197] Cycling WEEKLY, Do you need deep section wheels? [Online]
<http://www.cyclingweekly.com/news/product-news/do-you-need-deep-section-wheels-190288>
- [198] RCUK, Buyer's guide: should you buy lightweight or aero wheels?, by Ashley Quinlan [Online]
<https://roadcyclinguk.com/gear/buying-guides/buy-lightweight-aero-wheels.html#bSuTv7w01JespAYR.97>
- [199] loopwheels, SHARACTERISTICS OF A LOOPWHEEL, What is a loopwheel? [Online]
<https://www.loopwheels.com/technical/characteristics-of-a-loopwheel/>
- [200] SCHWALBE, TECHNOLOGY, TIRE TYPES, What is a clincher tire? [Online]
<https://www.schwalbe.com/en/reifentypen.html>
- [201] WIKIPEDIA, Tubular tyre [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Tubular_tyre
- [202] bikemagazine, Are Tubeless Tires Worth It?, By Vernon Felton [Online]
https://web.archive.org/web/20100823054535/http://www.bikemag.com/features/onlineexclusive/040306_vernon/
- [203] Cycling Weekly, Are solid tyres worth a try? [Online]
<http://www.cyclingweekly.com/news/latest-news/are-solid-tyres-worth-a-try-204133>
- [204] boredpanda, New Airless Bike Tires That Will Never Get Flat, by Rokas L [Online]
<https://www.boredpanda.com/airless-flat-free-tire-bike-nexo/>

- [205] EbikeSchool.com, Review: Anti - Flat Bicycle Tire Sealants [Online]
<http://www.ebikeschool.com/review-anti-flat-bicycle-tire-sealants/>
- [206] NEW ATLAS, Self - inflating tire keeps the pressure up for cyclists, by Ben Coxworth [Online]
<https://newatlas.com/pumptire-self-inflating-bike-tire/19613/>
- [207] HaRRIS cyclery, Installing and Adjusting Caliper Brakes, by Sheldon "Reach!" Brown and Johnny "Two Shoes" Allen [Online]
<https://www.sheldonbrown.com/calipers.html>
- [208] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary, Ca - Ce, Cantilever Brake [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_ca-g.html#cantilever
- [209] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary, Da - Do, Direct-Pull cantilever [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_da-o.html#directpull
- [210] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary, U - V, V-Brake ® [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_u-v.html#vbrake
- [211] HaRRIS cyclery, Sheldon Brown's Bicycle Glossary, U - V, U-brake [Online]
https://www.sheldonbrown.com/gloss_u-v.html#ubrake
- [212] Bicycle Retailer, SRAM launches 11 - speed road, hydraulic disc and rim brakes, by BRAIN Staff [Online]
<http://www.bicycleretailer.com/product-tech/2013/04/15/sram-launches-11-speed-road-hydraulic-disc-and-rim-brakes#.Wf00QnG7Wpo>
- [213] VITALMTB, Updated Magura HS11 Hydraulic Rim Brakes, by Brandon Turman [Online]

<http://www.vitalmtb.com/photos/features/EUROBIKE-2017-Mountain-Bike-Components,10434/Updated-Magura-HS11-Hydraulic-Rim-Brakes,109580/sspomer,2#>

[214] HaRRIS cyclery, Disc Brakes, by John "Rotor" Allen [Online]
<https://www.sheldonbrown.com/disc-brakes.html>

[215] Cycling WEEKLY, Disc brakes: everything you need to know, by Henry Robertshaw [Online]
<http://www.cyclingweekly.com/news/product-news/everything-you-need-to-know-about-disc-brakes-202130>

[216] bikeradar, World's first wireless electronic bicycle brake, By Richard Peace [Online]
<http://www.bikeradar.com/news/article/worlds-first-wireless-electronic-bicycle-brake-32064/>

[217] king INDUSTRIES INC, SABS* Safe Anti -Locking Braking System (SABS) [Online]
<http://www.kingindustries.ca/SABS.htm>

[218] BIKERUMOR!, SABS Brake Pads Bring Anti - Lock Tech to your Bike, By Saris Mercanti [Online]
<https://www.bikerumor.com/2012/03/01/sabs-brake-pads-bring-antilock-tech-to-your-bike/>

[219] BRAKEFORCEONE, ABS for E - Bikes with rollover protection [Online]
<http://www.brakeforceone.de/en/e-bike-abs/>

[220] bikeradar, ABS brakes and traction control could soon be the norm for e - bikes, By Oli Woodman [Online]

- <http://www.bikeradar.com/road/gear/article/abs-bicycle-brakes-for-e-bikes-first-look-48000/>
- [221] electric bike, Regenerative Brakes on Ebikes, by Eric Hicks [Online]
<https://www.electricbike.com/regenerative-brakes/>
- [222] AUTOBIBLE, REGENARERATIVE BRAKING SYSTEM [Online]
<http://knowautobible.blogspot.gr/2011/02/regenerative-braking-system.html>
- [223] MINIBRAKE ONE PRESS TO STOP, Product info [Online]
<http://www.minibrake.com/product>
- [224] ecouterre, VIDEO: World's First "Invisible" Bike Helmet Goes on Sale [Online]
<http://www.ecouterre.com/worlds-first-invisible-bike-helmet-goes-on-sale-video/invisible-bicycle-helmet-3/>
- [225] BLAZE, Laserlight. Be more visible. [Online]
<https://blaze.cc/laserlight/>
- [226] recombu, Bike Zone laser system protects cyclists, By Rory Reid [Online]
<https://recombu.com/cars/article/bike-zone-laser-system-protects-cyclists#>
- [227] WIKIPEDIA, Cyclocomputer [Online]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Cyclocomputer>
- [228] Cycling WEEKLY, Power meters: everything you need to know, by Olkiver Bridgewood [Online]
<http://www.cyclingweekly.com/news/product-news/power-meters-everything-you-need-to-know-35563>
- [229] WIKIPEDIA, Cycling power meter [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Cycling_power_meter

- [230] WIKIPEDIA, Bicycle rollers [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_rollers
- [231] WIKIPEDIA, Bicycle trainer [Online]
https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle_trainer
- [232] BICYCLE TOURING PRO, The World's Best Bicycle Trainers: A Complete Guide, By Darren Alff [Online]
<http://bicycletouringpro.com/bicycle-trainers/>
- [233] road.cc, 15 of the best turbo trainers and rollers - smart and traditional home trainers to help keep your fit indoors, by David Arthur @davearthur [Online]
<http://road.cc/content/buyers-guide/217308-15-best-turbo-trainers-and-rollers---smart-and-traditional-home-trainers>