ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΡΙΤΡΟΧΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ, ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ CAD/CAE»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΚΟΚΚΙΝΕΛΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ, Α.Μ.: 40586

ΛΟΓΟΘΕΤΗΣ ΖΗΣΗΣ, Α.Μ.: 42936

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΙΟΣ, Α.Μ.: 42232

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Δρ. ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2018

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους Δρ. Κωνσταντίνο Στεργίου, Σαγιά Βασίλειο και Κυριάκο Ρώσση για την πολύτιμη και χρήσιμη βοήθεια τους στην συγγραφή και επεξεργασία της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

Εν συνεχεία, ο κάθε ένας από εμάς θα ήθελε να ευχαριστήσει την οικογένειά του ξεχωριστά, για την στήριξη που μας παρείχανε κατά την διάρκεια των σπουδών μας αλλά για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακή εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 6
ABSTRACT 7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο 8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8
1.1 Δομή της εργασίας 8
1.2 Βασικές πληροφορίες 9
1.2.1 Ιστορική αναδρομή τρίκυκλου 9
1.2.2 Αυτόνομη κίνηση οχημάτων 14
1.2.3 Μελλοντικές μετακινήσεις 17
1.3 Νομικό πλαίσιο 18
1.4 Λογισμικά CAD-CAE 19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2Ο 21
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ 21
2.1 Πίνακας προδιαγραφών 21
2.2 Ολική λειτουργία-δομή λειτουργίας 28
2.3 Brainstorming για την εύρεση λύσεων 30
2.4 Μήτρες ταξινόμησης κύριων δομών λειτουργίας 35
2.4.1 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης 37
2.4.2 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης 58
2.4.3 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη 76
2.5 Πίνακες λύσεων κύριων λειτουργιών 83
2.5.1 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα μετάδοσης κίνησης 84
2.5.2 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα διεύθυνσης 87
2.5.3 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα στήριξης του αναβάτη 89
2.6 Πίνακας Zwicky 90
2.7 Πίνακες αξιολόγησης 95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3Ο 98
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΛΥΣΗΣ 98
3.1 Σκελετός 98
3.1.1 Υλικό κατασκευής 98
3.1.2 Μέθοδος συγκόλλησης 98
3.2 Ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης 100

3.2.1 Μοτέρ.....100
3.2.2 Μπαταρία.....100
3.3 Κατασκευαστικό σχέδιο τελικής λύσης στο CAD.....102
3.4 Υπολογιστική ανάλυση σκελετού της τελική λύσης σε σύστημα CAE.....108
3.4.1 Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογιστικής ανάλυσης σκελετού.....108
3.5 Οικονομική μελέτη κατασκευής.....114
3.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής.....115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο}.....116
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....116
4.1 Συμπεράσματα της διαδικασίας μελέτης και σχεδιασμού.....116
4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{Ο}.....118
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....118

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ανέκαθεν ο άνθρωπος είχε την ανάγκη να εφευρίσκει τρόπους για την επίλυση των εκάστοτε προβλημάτων του. Έτσι και από την ανακάλυψη του τροχού, πριν από περίπου 4000 χρόνια, προσπαθούσε να διευκολύνει τις εργασίες του εφαρμόζοντας αυτή του την εφεύρεση στην καθημερινότητά του. Ένα από τα προβλήματα που έπρεπε να αντιμετωπίσει, ήταν η εύκολη μεταφορά τόσο του ίδιου, όσο και φορτίων με όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση ανθρώπινης ενέργειας. Κατά συνέπεια οδηγήθηκε στην ανακάλυψη διαφόρων μέσων μεταφοράς, όπου ένα από αυτά είναι το ποδήλατο και κατ' επέκταση ενός συγκεκριμένου είδος, το τρίκυκλο ή τρίτροχο ποδήλατο. Με το πέρασμα των χρόνων η κίνηση του υποβοηθήθηκε με πολλούς και διαφορετικούς εξωτερικούς μηχανισμούς, με σκοπό την ελαχιστοποίηση της προσφοράς ενέργειας του ανθρωπίνου παράγοντα.

Η πτυχιακή εργασία αυτή πραγματεύεται την μελέτη και τον σχεδιασμό ενός τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου βάσει των αρχών του μαθήματος «Σχεδιασμός Κατασκευών», έχοντας ως γνώμονα την εύκολη και ασφαλή μετακίνηση του αναβάτη-χειριστή. Μέσω της εργασίας αυτής αναδεικνύονται μέθοδοι ανάπτυξης μίας μελέτης αλλά και του σχεδιασμού τόσο των εξαρτημάτων όσο και της μορφολογίας του τελικού σχεδίου, μέσω της χρήσης λογισμικών σχεδίασης CAD-CAE. Τέλος, βασικός παράγοντας της μελέτης και της κατασκευής του συγκεκριμένου οχήματος είναι η διατύπωση των ιδεών, των σκέψεων καθώς και η αντιμετώπιση και η επίλυση των προβλημάτων που απορρέουν από την διαδικασία της έρευνας.

ABSTRACT

Since the beginning of time, human has always had to invent ways, in order to solve his problems. And when he invented the wheel, almost 4.000 years ago, he was constantly trying to ease his daily work, by applying this invention of his to his everyday life. One of the main problems he had to deal with was the effortless transport of both him and the carrying loads, with less possible effort. As a result, he was led to discover different means of transportation, one of which being the bicycle, and, by extension, a specific type of bicycle, the tricycle or the three-wheeled bicycle. Throughout the years, many different external mechanisms were used to assist the ability to move from one place to another.

This specific diploma thesis deals with the study and design of an electric tricycle based on the principle of course «Engineering Design» having in mind the easy, yet safe, transport of the rider. The thesis suggests methods of developing a study, as well as the design, of both the components and the form of the final draft, with the use of CAD-CAE software. To conclude, the key factor in the study and construction of this specific vehicle is the formulation of ideas, thoughts, as well as addressing and solving problems, which are arising from the research process.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^{ο}

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Δομή της εργασίας

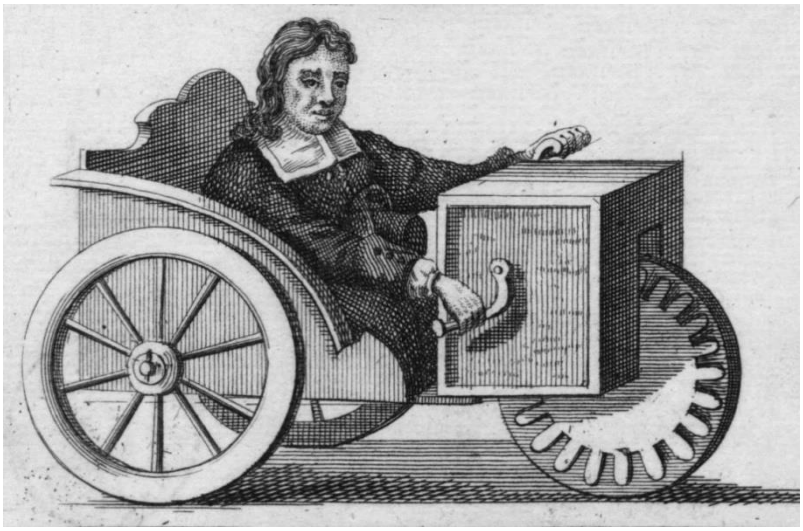
Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια, μέσα από τα οποία θα αναδειχθεί η τελική λύση, για τον σχεδιασμό ενός τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου. Πιο συγκεκριμένα, η δομής της εργασίας είναι η εξής:

- **Κεφάλαιο 1^{ο}:** όπου παρουσιάζεται η δομή εργασίας της. Επιπλέον, γίνεται μία σύντομη περιγραφή στην ιστορική αναδρομή του τρίτροχου, στην αυτόνομη κίνηση και στις μελλοντικές μετακινήσεις καθώς και επεξήγηση των μέσων (λογισμικά CAD-CAE) εκείνων θα χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση της διπλωματικής. Τέλος, επεξηγείται το νομικό πλαίσιο, στο οποίο θα πρέπει να εναρμονιστούν τα χαρακτηριστικά της τελικής λύσης.
- **Κεφάλαιο 2^{ο}:** όπου θα χρησιμοποιηθούν συγκεκριμένοι μέθοδοι σύλληψης και επεξεργασίας των νέων ιδεών, με στόχο την εύρεση της καλύτερης δυνατής λύσης για την σχεδίαση του τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου.
- **Κεφάλαιο 3^{ο}:** όπου η τελική λύση θα σχεδιαστεί σε τρισδιάστατη απεικόνιση και θα εξεταστεί υπό συγκεκριμένες συνθήκες μέσων λογισμικών CAD-CAE. Τέλος, θα παρουσιαστεί μια συνοπτική οικονομική μελέτη των υλικών που θα χρειαστούν για την κατασκευή του εν λόγω μέσου μεταφοράς.
- **Κεφάλαιο 4^{ο}:** όπου θα υπάρξει εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το αποτέλεσμα που βγήκε από την όλη διαδικασία μελέτης και σχεδιασμού, καθώς και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.
- **Κεφάλαιο 5^{ο}:** παρουσίαση βιβλιογραφιών, διαδικτυακών και κυβερνητικών πηγών που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφής της εν λόγω πτυχιακής.

1.2 Βασικές πληροφορίες

1.2.1 Ιστορική αναδρομή τρίκυκλου

Η πρώτη εμφάνιση και χρήση τρίκυκλου ποδηλάτου χρονολογείται μεταξύ 1655-1680 όταν για πρώτη φορά ο Γερμανός Stephan Farffler δημιούργησε ένα τέτοιο όχημα με σκοπό την μετακίνηση του όντας ανάπηρος στα κάτω άκρα. Το ποδήλατο διέθετε πετάλια τα οποία κινούμενα με τα χέρια έδιναν κίνηση στους τροχούς .



Εικόνα 1.1 Stephan Farffler.

Δύο Γάλλοι μηχανικοί αργότερα το 1789, ο **Blanchard και ο Maguier** εφηύραν ένα τρίκυκλο το οποίο ώθησε στην διατύπωση των όρων "ποδήλατο" και "τρίκυκλο" από ένα δημοσιογραφικό περιοδικό του Παρισιού. Με την παραπάνω δημοσιοποίηση διαφοροποιήθηκαν οι δύο αυτοί τύποι μηχανών.

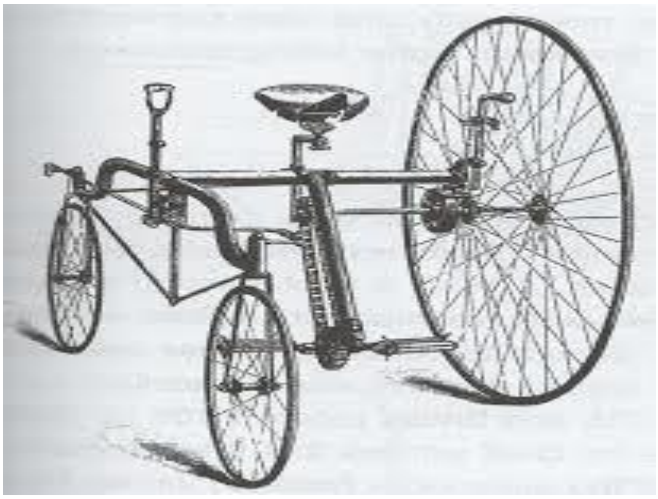
Ύστερα ο **Denis Johnson** με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας κατοχύρωσε ένα τρίκυκλο το 1818 στην Αγγλία και το 1819 παρουσίασε το Swiftwalker.

Το **1876** ο **James Starley** εισήγαγε ένα μηχανοκίνητο όχημα, το Coventry Lever Tricycle. Το παραπάνω όχημα είχε 2 μικρούς τροχούς στη δεξιά πλευρά, που στρίβανε ταυτόχρονα. Ένας μεγάλος τροχός κίνησης ήταν στην αριστερή πλευρά. Αργότερα το **1877** εισήγαγε ένα από τα πρώτα τρίκυκλα με περιστροφική αλυσίδα, το Coventry Rotary.

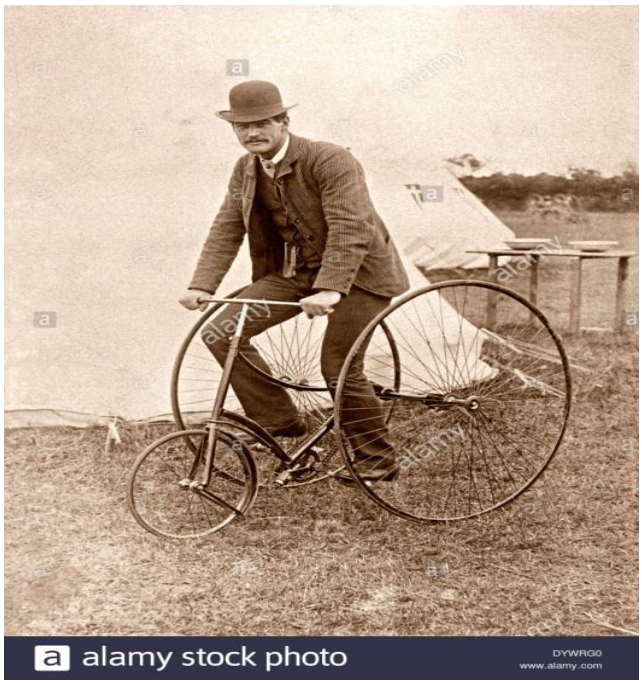
Μέχρι το **1885** είχε εμφανιστεί η δεύτερη γενιά τρίκυκλων ποδηλάτων. Ένα τυπικό παράδειγμα ήταν το Humber Cripps το οποίο ονομάστηκε έτσι προς τιμή του δρομέα Robert Cripps. Είχε το καινοτόμο μοτίβο των δύο πίσω τροχών με έναν εμπρόσθιο να διασταυρώνει την τροχιά τους. Οι δύο πίσω τροχοί ήταν μεγαλύτεροι σε σχέση με τον μπροστινό.

Τέλος, η τρίτη γενιά των τρίκυκλων είναι σαν την σημερινή και ένα από τα πρώτα αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτής της γενιάς είναι το **Starley Psycho** του 1892. Όλοι οι

τροχοί ήταν ίσων διαστάσεων και αν εξαιρέσουμε τις μετέπειτα προσθήκες σύγχρονων εξαρτημάτων, το τρίκυκλο ποδήλατο δεν εξελίχθηκε ουσιαστικά από την αρχή του 19ου αιώνα.



Εικόνα 1.2 Coventry Rotary.



Εικόνα 1.3 Humber Cripps.

Είδη Τρίκυκλου Ποδηλάτου

Τα είδη του τρίκυκλου ποδηλάτου καθορίζονται κυρίως από την κατανομή των τροχών. Έτσι σύμφωνα με αυτό το κριτήριο χωρίζονται στις 3 μεγάλες κατηγορίες.

- **Delta Tricycle**: 1 τροχός μπροστά και άλλοι 2 στο πίσω μέρος του ποδηλάτου
- **Tadpole Tricycle**: 2 τροχοί μπροστά και 1 στο πίσω μέρος
- **Sidecar**: στην διάταξη του πλευρικού οχήματος οι 2 τροχοί ευθυγραμμίζονται μεταξύ τους σαν ένα ποδήλατο. Ο 3 τροχός είναι παράλληλος με τους άλλους 2 αλλά είναι μετατοπισμένος από την κεντρική γραμμή.

Επιπλέον κατηγορίες συναντάμε σε παραλλαγές των παραπάνω, δηλαδή:

- **Recumbent Tricycles**: έχουν κατασκευαστεί σε παραλλαγές τόσο του Delta όσο και του Tadpole Tricycle. Σε αυτή την κατηγορία ο χειριστής κάθεται σε πολύ χαμηλή σχεδόν ξαπλωμένη θέση.
- **Convertible**: είναι τα τρίκυκλα τα οποία μπορούν να μετασχηματιστούν μεταξύ των σχηματισμών Delta και Tadpole.

Ένα ακόμα κριτήριο διαχωρισμού των τρίκυκλων ποδηλάτων είναι και ο τρόπος λειτουργίας τους. Έτσι έχουμε τα Manual Tricycles (χειροκίνητα) και τα Motorized Tricycles (μηχανοκίνητα).

- **Manual Tricycles (χειροκίνητα)**: τρίκυκλα τροφοδοτούμενα από τον άνθρωπο με τα χέρια ή τα πόδια.
- **Motorized Tricycles (μηχανοκίνητα)**: τρίκυκλα τροφοδοτούμενα από καύσιμο ή ηλεκτρικό κινητήρα.



Εικόνα 1.4 Delta Tricycle.



Εικόνα 1.5 Tadpole Tricycle.



Εικόνα 1.6 Sidecar.



Εικόνα 1.7 Recumbent Tricycle.

1.2.2 Αυτόνομη κίνηση οχημάτων

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς και με την αυξημένη ανάγκη του ανθρώπου για γρήγορη και ασφαλή μεταφορά, πολλοί εφευρέτες προσπάθησαν να δημιουργήσουν ένα μηχανισμό για την αυτόνομη κίνηση των οχημάτων. Έτσι αυτή τους η επιθυμία ικανοποιήθηκε με την ανακάλυψη της Μηχανής Εσωτερικής Καύσης (Μ.Ε.Κ) το 1858, από τον Βέλγο μηχανικό Jean Joseph Etienne Lenoir. Ύστερα από αυτόν ακολούθησαν και άλλοι μηχανικοί - εφευρέτες δημιουργώντας ένα κινητήρα διαφορετικό από τους υπολοίπους, τον ηλεκτροκινητήρα. Ο οποίος για πολλά χρόνια αποτελούσε μια διαδεδομένη αρχή λειτουργίας για πολλά οχήματα μέχρι το 1909, όπου η παραγωγή του μειώθηκε χαρακτηριστικά. Ο λόγος για τον οποίον τα ατμοκίνητα και ηλεκτροκίνητα οχήματα μειώθηκαν, δεν ήταν άλλος από τον Henry Ford, όπου ξεκίνησε την μαζική βιομηχανική παραγωγή του κινητήρα Ford T. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την μείωση τιμής πώλησης του οχήματος κάνοντας το πιο εύκολα προσιτό σε σχέση με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα, όπου η τιμή τους παρέμεινε σταθερή σε σχέση με την ζήτηση τους.

Ηλεκτροκίνητο Όχημα

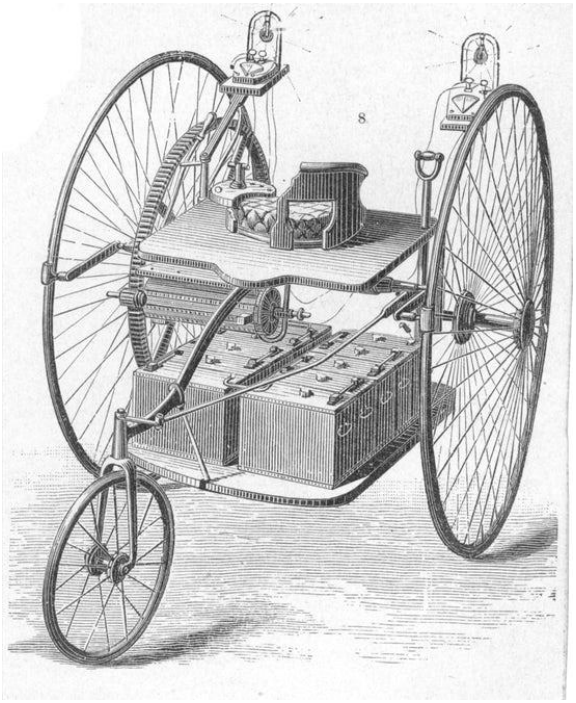
Η πρώτη ουσιαστική προσπάθεια για την κατασκευή ηλεκτροκίνητου οχήματος, πραγματοποιήθηκε το 1881 από τον Γάλλο μηχανικό Gustave Trouve. Ο Trouve χρησιμοποίησε ένα Βρετανικό τρίκυκλο το οποίο ονομαζόταν Starley Cotry Lever Tricycle, του οποίου η κίνηση πλέον πραγματοποιούνταν με την χρήση ενός ηλεκτροκινητήρα και μιας αλυσίδας στον έναν από τους τρεις τροχούς.



Fig. 133. — Tricycle de M. Trouvé.

Εικόνα 1.8 M. Trouve Tricycle.

Το πρώτο λειτουργικό όχημα δημιουργήθηκε το 1881 από τους William Ayton και John Perry, το οποίο έμοιαζε με αυτό του Trouve μόνο που δεν διέθετε πετάλια, και η κίνηση μεταδιδόταν μέσω οδοντωτών τροχών στην μια από τις δύο μπροστινές ρόδες, από ένα ηλεκτροκινητήρα κάτω από την θέση του οδηγού-αναβάτη.



Εικόνα 1.9 Όχημα W. Ayton-G. Perry. (1)



Εικόνα 1.10 Όχημα W. Ayton-G. Perry. (1)

Με την ραγδαία μείωση των αποθεμάτων του πετρελαίου, σε συνδυασμό με την αντιστρόφως ανάλογη αύξηση της τιμής του, καθώς και λαμβάνοντας υπόψη την αυξημένη μόλυνση του περιβάλλοντος, η ανάγκη για εύρεση εναλλακτικών μορφών κίνησης για τα οχήματα ήταν αναπόφευκτη. Γι' αυτό τον λόγο ερευνητές ανέπτυξαν τον ηλεκτροκινητήρα και κατ' επέκταση τα ηλεκτροκίνητα οχήματα. Με τον παραπάνω όρο χαρακτηρίζονται τα οχήματα που κινούνται με την χρήση ηλεκτρικού ρεύματος. Η αποθήκευση της ενέργειας πραγματοποιείται σε μπαταρίες τοποθετημένες στο όχημα και ο ανεφοδιασμός αν και χρονοβόρος μπορεί να γίνει εφικτός ακόμα και σε οικιακά δίκτυα.

Πλεονεκτήματα Ηλεκτροκινητήρα

Τα πλεονεκτήματα του ηλεκτροκινητήρα σε σχέση με τους βενζινοκινητήρες , πετρελαιοκινητήρες είναι αρκετά και ικανά σε λίγα χρόνια να μειώσουν την χρήση των προαναφερθέντων. Κάποια από αυτά είναι τα εξής:

- μηδενική παραγωγή ρύπων εξάτμισης
- συμβολή στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς και στην διατήρηση των αποθεμάτων του πετρελαίου .
- χαμηλότερος θόρυβος λειτουργίας σε σχέση με τα οχήματα που διαθέτουν κινητήρα εσωτερικής καύσης
- επιτυγχάνουν σχεδόν σταθερή ροπή από την ακινησία στο μέγιστο όριο στροφών λειτουργίας
- ευχέρεια λειτουργίας σε υψηλότερες στροφές σε σχέση με ένα βενζινοκινητήρα
- δεν απαιτούν τακτική λίπανση
- δεν διαθέτουν κύκλωμα υγρών ψύξης
- δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας σε περίπτωση πέδησης
- δεν διατρέχουν κίνδυνο έκρηξης σε περίπτωση σύγκρουσης , ατυχήματος
- δεν καταναλώνει ενέργεια στο ρελαντί

Μειονεκτήματα Ηλεκτροκινητήρα

Αν και τα πλεονεκτήματα υπερτερούν σε σχέση με τα μειονεκτήματα αξίζει να αναφερθούν κάποια από αυτά που οφείλονται κυρίως σε ερευνητικούς παράγοντες.

- υψηλό κόστος κατασκευής και κατ' επέκταση υψηλή τιμή πώλησης
- σχετικά μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης
- περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών

1.2.3 Μελλοντικές μετακινήσεις

Ο τρόπος με τον οποίον οι άνθρωποι μετακινούνται από το ένα μέρος στο άλλο, συνεχώς εξελίσσεται. Αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες για χρόνια αποτελούν μέσα για την εύκολη και άμεση μετακίνηση εντός του αστικού τοπίου. Όμως η αναζήτηση για βιώσιμες λύσεις για την μετακίνηση, τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο, οδήγησε στην αξιοποίηση του ηλεκτρισμού και κατ 'επέκταση στην προσπάθεια για ένταξη του ηλεκτροκινητήρα στην καθημερινότητα μας. Ένα σημείο αναφοράς που δεν μπορεί να περάσει απαρατήρητο είναι το ηλεκτρικό ποδήλατο. Η χαμηλού κόστους αποδοτικότητα του σε συνδυασμό με την προσαρμοστικότητά του στις ανάγκες του εκάστοτε αναβάτη, αποτελεί την βάση και το έναυσμα για έρευνα και προσπάθεια για μελλοντικές του βελτιώσεις. Αρχικά σε περιβαλλοντικό επίπεδο η ύπαρξη ηλεκτροκινητήρα στην τωρινή του μορφή συμβάλει κατά πολύ στην μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων των ήδη επιβαρυμένων κατά πολύ πόλεων. Με αυτά τα στοιχεία οι ερευνητές προσπαθούν να εξελίξουν την αποδοτικότητα του, με προοπτική την σταδιακή αντικατάσταση των βενζινοκίνητων μηχανών μικρού κυβισμού, με ηλεκτροκίνητα ποδήλατα. Ένα τέτοιο επίτευγμα θα επέφερε μεγάλες αλλαγές σε παγκόσμιο επίπεδο στο κόσμο των μετακινήσεων, καθώς θα αποτελούσε τη σπίθα για τη στροφή των μεγάλων αυτοκινητοβιομηχανιών σε εναλλακτικές μορφές μετακίνησης. Αν εστιάσουμε στη καθημερινότητα του αναβάτη θα παρατηρήσουμε πως η εργονομία / ευκολία στις μετακινήσεις αποτελεί βασικό του μέλημα. Γι ' αυτό το λόγο ο σκελετός έχει γίνει ελαφρύτερος και πιο ανθεκτικός και η δυνατότητα δημιουργίας ένας ηλεκτρικά υποβοηθούμενου ποδηλάτου στο ήδη υπάρχον αποτελεί ένα τεράστιο πλεονεκτήματα του. Για να έχουμε ένα πιο μεγάλο πλάνο θα πρέπει να παρατηρήσουμε την πόλη από ψηλά. Χιλιάδες αυτοκίνητα και μηχανές προκαλούν μια αποπνικτική ατμόσφαιρα καθώς και ένα τεράστιο κυκλοφοριακό πρόβλημα. Η ένταξη του ηλεκτρικού ποδηλάτου στις μετακινήσεις θα αποτελέσει την λύση στα παραπάνω προβλήματα καθώς κατέχει μικρό όγκο και σε μερικές περιπτώσεις μικρό βάρος, κάνοντας έτσι εφικτό να μεταφερθεί εντός των μέσων μαζικής μεταφοράς, δίνοντας έτσι ένα τέλος στις ατέλειωτες ουρές αυτοκινήτων.

1.3 Νομικό πλαίσιο

Για τον σχεδιασμό ενός νέου οχήματος, απαιτείται από τον εκάστοτε κατασκευαστή η εναρμόνιση των τεχνικών χαρακτηριστικών του οχήματος με τους κανονισμούς που του επιβάλει η Ευρωπαϊκή Ένωση και η χώρα στην οποία θα πωλείται και θα κινείται, πιο συγκεκριμένα η Ελλάδα.

Όσον αφορά τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός τρίκυκλου ηλεκτρικά υποβοηθούμενου οχήματος, οι νόμοι, περιορισμοί και πρότυπα ποιότητας αναφέρουν τα εξής:

1. ο κανονισμός **168/2013** της Ε. Ε. [Κεφάλαιο 1^{ο}, Άρθρο 2, Παράγραφος 2.η], που αφορά το πεδίο εφαρμογής της συγκεκριμένης απόφασης, αναφέρει ότι:

   «2. Ο παρών κανονισμός δεν εφαρμόζεται στα ακόλουθα οχήματα:

   η) Ποδήλατα με υποβοηθούμενη ποδηλάτηση, εξοπλισμένα με βοηθητικό ηλεκτροκινητήρα μέγιστης συνεχούς ονομαστικής ισχύος μικρότερης ή ίσης με 250 (Watt) στα οποία η ισχύς του κινητήρα διακόπτεται όταν σταματήσει η ποδηλάτηση, ή αλλιώς, μειώνεται σταδιακά και τελικά μηδενίζεται πριν η ταχύτητα του οχήματος φθάσει τα 25 (Km/h).»

2. ο **Ελληνικός Κ.Ο.Κ. 2012** (Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας) [Κεφάλαιο Α', Άρθρο 2], αναφέρει τον ορισμό του όρου *Ποδήλατο* ως:

   «Ποδήλατο: Το όχημα δύο τουλάχιστον τροχών το οποίο κινείται με τη μυϊκή δύναμη εκείνων που επιβαίνουν μπορεί να υποβοηθείται με βοηθητικό ηλεκτροκινητήρα μέγιστης συνεχούς ονομαστικής ισχύος 0,25 (KWatt) και ισχύς του οποίου μειώνεται σταδιακά και τελικά μηδενίζεται όταν η ταχύτητα του οχήματος φθάσει τα 25 (Km/h) ή νωρίτερα, εάν σταματήσει η ποδηλάτηση.»

3. το πρότυπο ασφαλείας **EN 15194:2009**, το οποίο δημιουργήθηκε για να παρέχει αξιολόγηση των ηλεκτρικών υποβοηθούμενων ποδηλάτων, τα οποία εξαιρούνται από την απόφαση **2002/24/EC**. Στην ουσία αυτή η κατηγορία αυτή δεν μπορούσε να υπαχθεί στην κατηγορία L (ποδηλάτων, μοτοποδηλάτων κλπ.).

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, τα ηλεκτρικά υποβοηθούμενα ποδήλατα που συμμορφώνονται με τον ισχύοντα Κ.Ο.Κ. και το Ευρωπαϊκό πρότυπο ασφαλείας **EN 15194:2009** είναι καθόλα ισόνομα με συμβατικά ποδήλατα

Επομένως, για την κατασκευή ενός τρίκυκλου ποδήλατου με ηλεκτρική υποβοήθηση θα πρέπει:

- το μοτέρ πρέπει να έχει ισχύ μέχρι 250 (W),
- αν ο ποδηλάτης δεν κάνει πετάλι, το μοτέρ επιτρέπεται να κινεί το ποδήλατο με μέγιστη ταχύτητα 6 (Km/h) (για υποβοήθηση κατά την εκκίνηση) και,
- αν ο ποδηλάτης κάνει πετάλι, το μοτέρ επιτρέπεται να υποβοηθά το ποδήλατο μέχρι ταχύτητα 25 (Km/h).

Συνεπώς για να μπορεί κάποιος να κινείται ελεύθερα στην πόλη με αυτό δεν απαιτείται:

- άδεια οδήγησης,
- άδεια κυκλοφορίας και,
- ασφαλιστική κάλυψη.

1.4 Λογισμικά CAD-CAE

Τα συστήματα CAD-CAM-CAE είναι προϊόντα τα οποία έχουν σαν κύριο αντικείμενο την σύνθεση, ανάλυση και επεξεργασία εικονικών παραστάσεων. Κύριος σκοπός των εν λόγω συστημάτων είναι η ανάπτυξη ενός προϊόντος, ελαχιστοποιώντας τον χρόνο και το κόστος σχεδίασης, με γνώμονα την υψηλότερη δυνατή ποιότητα.

Οι κυριότερες χρήσεις των εν λόγω συστημάτων είναι οι εξής:

- Παρουσίαση του προϊόντος στον πελάτη μέσω τρισδιάστατων απεικονίσεων
- Προγραμματισμός των παραγωγικών διαδικασιών
- Ανάλυση και βελτιστοποίηση μορφής και λειτουργίας
- Ταχεία παραγωγή πρωτοτύπου και παραγωγή του προϊόντος
- Ανάλυση της λειτουργικότητας του πρωτοτύπου με την χρήση τεχνικών εικονικής πραγματικότητας

Παρακάτω, παρατίθενται οι ορισμοί για τα λογισμικά CAD-CAE:

<u>CAD-Computer Aided Design</u>

Computer Aided Design (CAD) είναι η ψηφιακή σχεδίαση ενός προϊόντος, εξαρτήματος ή συναρμολογήματος με την βοήθεια Η/Υ.

CAE-Computer Aided Engineering

Computer Aided Engineering (CAE) είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει την προσομοίωση, την επαλήθευση και την ανάλυση που πραγματοποιείται σε ένα ψηφιακό μοντέλο, προϊόν ή συναρμολόγημα, με την βοήθεια Η/Υ.

Το σύστημα CAD-CAE το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τον σχεδιασμό του τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου, είναι το Inventor της Autodesk.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^{Ο}

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

2.1 Πίνακας προδιαγραφών

Αρχικό στάδιο της μεθοδολογίας είναι η κατασκευή πίνακα προδιαγραφών με τα απαραίτητά κριτήρια που πρέπει να πληροί η διάταξη του οχήματος ώστε να είναι αποδεκτές οι λύσεις που θα προκύψουν. Στον πίνακα περιλαμβάνονται επιθυμητά κριτήρια και απαραίτητα.. Τα απαραίτητα κριτήρια συμβολίζονται με (Α) και τα επιθυμητά με (Ε).

Χρήστης:		***ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ*** ***για:* Τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο**	***Σελίδα 1***
Μεταβολή	***Α/Ε***	***Προδιαγραφές***	***Υπεύθυνος***
	    Α **Α** **Α** **Α**	**1. <u>Γεωμετρία</u>** • Μήκος ≤ 180 (cm) • Πλάτος ≤ 90 (cm) • Ύψος ≤ 130 (cm) • Διάμετρος ρόδας ≤ 30 (inch) = 76,20 (cm)	
	  Α **Α** **Α** **Α** **Α**	**2. <u>Κινηματική</u>** • Μηχανισμός πέδησης • Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης • Μηχανισμός αλλαγής διεύθυνσης • Μηχανισμός απορρόφησης κραδασμών • Μηχανισμός αποθήκευσης ενέργειας	
	  Α **Α** **Α**	**3. <u>Δυνάμεις</u>** • Βάρος τρίκυκλου ≤ 35 (Kg) • Επιτρεπόμενο βάρος μεταφοράς αναβάτη και λοιπών αντικειμένων ≤ 120 (Kg) • Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης: ➢ Βάρος μπαταρίας ≤ 3,5 (Kg)	

Χρήσης:		*ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ* *για:* **Τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο**	*Σελίδα 2*
Μεταβολή	***Α/Ε***	***Προδιαγραφές***	***Υπεύθυνος***
	Α	**4. <u>Ενέργεια</u>** • Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης: ➢ Ισχύς μοτέρ ≤ 250 (Watt) ➢ Τάση μοτέρ ≤ 36 (Volt)	
	Α	**5. <u>Υλικό</u>** • Κατασκευή από ανθεκτικά υλικά για δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας (καιρικά φαινόμενα…)	
	Α **Α**	**6. <u>Σήμα</u>** • Ένδειξη ποσοστού υπολειπόμενης ενέργειας της μπαταρίας • Ένδειξη ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης	
	Ε **Ε** **Ε**	**7. <u>Ασφάλεια</u>** • Προστασία του αναβάτη από λάσπες, νερά κλπ • Χρήση ανακλαστήρων-φωτάκια • Προστασία από το σύστημα μετάδοσης κίνησης	
	Α **Α** **Α** **Α**	**8. <u>Εργονομία</u>** • Εργονομικός σχεδιασμός (σύστημα μετάδοσης κίνησης, σέλας κλπ) • Εύκολη προσαρμογή του τρίκυκλου σε μεγάλο εύρος ανάλογα με το σωματότυπο του αναβάτη • Απλή χρήση • Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης: ➢ Αυτονομία μπαταρίας με μία φόρτιση ≤ 70 (Km)	

Χρήστης:		*ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ* *για:* **Τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο**	*Σελίδα 3*
Μεταβολή	***Α/Ε***	***Προδιαγραφές***	***Υπεύθυνος***
	Ε	• Εύκολη αποθήκευση	
	Α **Ε** **Ε** **Ε**	**9. <u>Κατασκευή</u>** • Κατασκευή με διάταξη τριών τροχών • Κατασκευή από ανακυκλώσιμα υλικά • Κατασκευή σασί μέσω συγκόλλησης • Κατασκευή εξαρτημάτων με χρήση 3D printing	
	Α	**10. <u>Έλεγχος</u>** • Δήλωση πιστοποίησης σύμφωνα με το πρότυπο ασφαλείας EN 15194:2009 (σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο της Ε.Ε. και της Ελλάδας) για την κατασκευή όλου του συστήματος	
	Ε **Ε** **Α** **Α** **Α**	**11. <u>Συντήρηση</u>** • Εύκολη εύρεση και γρήγορη αντικατάσταση ανταλλακτικών • Σύστημα αποκατάστασης βλάβης τροχού ή ρόδας (τρόμπα, μπουκάλα με πεπιεσμένο αέρα) • Διάρκεια ζωής όλου του συστήματος $\geq$ 30 έτη • Εγγύηση αντισκωρικές προστασίας $\geq$ 5 έτη* • Εγγύηση κατασκευής και παροχής ανταλλακτικών $\geq$ 10 έτη*	
	Α	**12. <u>Ανακύκλωση</u>** • Τα υλικά ολόκληρης της κατασκευής (εξαρτήματα, ανταλλακτικά κλπ.) να έχουν την δυνατότητα ανακύκλωσης (επαναχρησιμοποίηση, επαναξιοποίηση)	

Χρήστης:		*ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ* *για:* **Τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο**	*Σελίδα 4*
Μεταβολή	***Α/Ε***	***Προδιαγραφές***	***Υπεύθυνος***
	Α **Ε**	**13. <u>Κόστος</u>** • Το κόστος κατασκευής να μην υπερβαίνει τα 3.000 € • Το κόστος συντήρησης να είναι προσιτό	

Διατύπωση του προβλήματος

Η μεθοδολογία αφαίρεσης στοιχείων από τον πίνακα προδιαγραφών για την διατύπωση του προβλήματος είναι η εξής:

- $1^{ο}$ βήμα: νοερή αφαίρεση των επιθυμιών,
- $2^{ο}$ βήμα: αφαίρεση των απαιτήσεων που δεν έχουν άμεσο αντίκτυπο στην λειτουργία και τους βασικούς όρους,
- $3^{ο}$ βήμα: μεταποίηση των ποσοτικών δεδομένων σε ποιοτικά και παράλληλη σύμπτυξη στις σημαντικότερες έννοιες,
- $4^{ο}$ βήμα: διεύρυνση όσων προέκυψαν,
- $5^{ο}$ βήμα: γενική διατύπωση του προβλήματος.

Αποτέλεσμα $1^{ου}$ βήματος:

- Μήκος ≤ 180 (cm)
- Πλάτος ≤ 90 (cm)
- Ύψος ≤ 130 (cm)
- Διάμετρος ρόδας ≤ 30 (inch) = 76,20 (cm)
- Μηχανισμός πέδησης
- Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης
- Μηχανισμός αλλαγής διεύθυνσης
- Μηχανισμός απορρόφησης κραδασμών
- Μηχανισμός αποθήκευσης ενέργειας
- Βάρος ποδηλάτου ≤ 35 (Kg)
- Επιτρεπόμενο βάρος μεταφοράς αναβάτη και λοιπών αντικειμένων ≤ 120 (Kg)
- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Βάρος μπαταρίας ≤ 3,5 (Kg)
- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Ισχύς μοτέρ ≤ 250 (Watt)
    - Τάση μοτέρ ≤ 36 (Volt)
- Κατασκευή από ανθεκτικά υλικά για δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας (καιρικά φαινόμενα…)

- Ένδειξη ποσοστού υπολειπόμενης ενέργειας της μπαταρίας
- Ένδειξη ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης
- Εργονομικός σχεδιασμός (σύστημα μετάδοσης κίνησης, σέλας κλπ)
- Εύκολη προσαρμογή του τρίκυκλου σε μεγάλο εύρος ανάλογα με το σωματότυπο του αναβάτη
- Απλή χρήση
- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Αυτονομία μπαταρίας με μία φόρτιση ≤ 70 (Km)
- Κατασκευή με διάταξη τριών τροχών
- Δήλωση πιστοποίησης σύμφωνα με το πρότυπο ασφαλείας EN 15194:2009 (σύμφωνα με το νομικό πλαίσιο της Ε.Ε. και της Ελλάδας) για την κατασκευή όλου του συστήματος
- Διάρκεια ζωής όλου του συστήματος ≥ 30 έτη
- Εγγύηση αντισκωρικές προστασίας ≥ 5 έτη*
- Εγγύηση κατασκευής και παροχής ανταλλακτικών ≥ 10 έτη*
- Τα υλικά ολόκληρης της κατασκευής (εξαρτήματα, ανταλλακτικά κλπ.) να έχουν την δυνατότητα ανακύκλωσης (επαναχρησιμοποίηση, επαναξιοποίηση)
- Το κόστος κατασκευής να μην υπερβαίνει τα 3.000 €

<u>Αποτέλεσμα 2^{ου} βήματος:</u>

- Μήκος ≤ 180 (cm)
- Πλάτος ≤ 90 (cm)
- Ύψος ≤ 130 (cm)
- Βάρος ποδηλάτου ≤ 35 (Kg)
- Επιτρεπόμενο βάρος μεταφοράς αναβάτη και λοιπών αντικειμένων ≤ 120 (Kg)
- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Βάρος μπαταρίας ≤ 3 (Kg)
- Διάμετρος ρόδας ≤ 30 (inch) = 76,20 (cm)
- Μηχανισμός πέδησης
- Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης
- Μηχανισμός αλλαγής διεύθυνσης
- Μηχανισμός απορρόφησης κραδασμών
- Μηχανισμός αποθήκευσης ενέργειας

- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Ισχύς μοτέρ ≤ 250 (Watt)
    - Τάση μοτέρ ≤ 36 (Volt)
- Ηλεκτρικό σύστημα υποβοήθησης:
    - Αυτονομία μπαταρίας με μία φόρτιση ≤ 70 (Km)
- Κατασκευή με διάταξη τριών τροχών
- Ένδειξη ποσοστού υπολειπόμενης ενέργειας της μπαταρίας
- Ένδειξη ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης

Αποτέλεσμα 3ου βήματος:

- Διαφορετικές διαστάσεις και σχήματα κατασκευής
- Διαφορετικοί μηχανισμοί της κατασκευής (πέδησης, αλλαγής διεύθυνσης κλπ.)
- Ένδειξη ποσοστού υπολειπόμενης ενέργειας της μπαταρίας
- Ένδειξη ταχύτητας και χιλιομετρικής απόστασης
- Κατασκευή με διάταξη τριών τροχών
- Μεγάλη αυτονομία μπαταρίας χωρίς την χρήση ενέργειας του αναβάτη

Αποτέλεσμα 4ου βήματος:

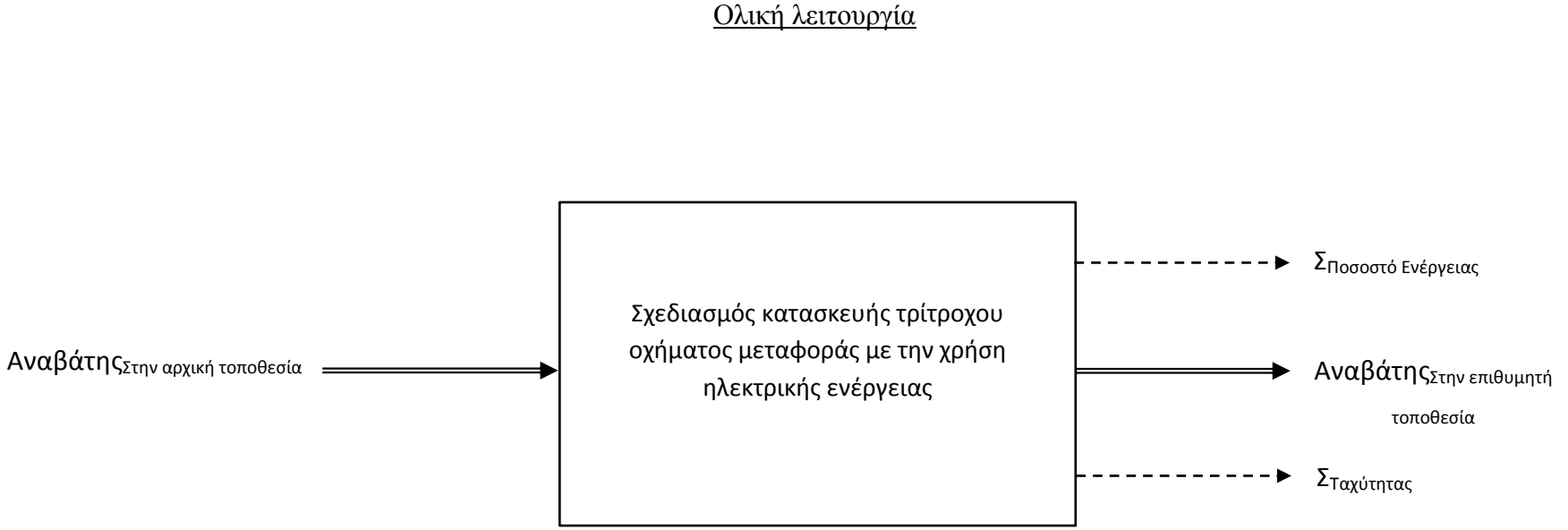
- Διαφορετικές διαστάσεις, σχήματα κατασκευής
- Κατασκευή με διάταξη τριών τροχών
- Χρήση βοηθητικού μηχανισμού ηλεκτρικής ενέργειας

Αποτέλεσμα 5ου βήματος:

Διατύπωση του προβλήματος

Σχεδιασμός κατασκευής τρίτροχου οχήματος μεταφοράς με την χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

2.2 Ολική λειτουργία-δομή λειτουργίας

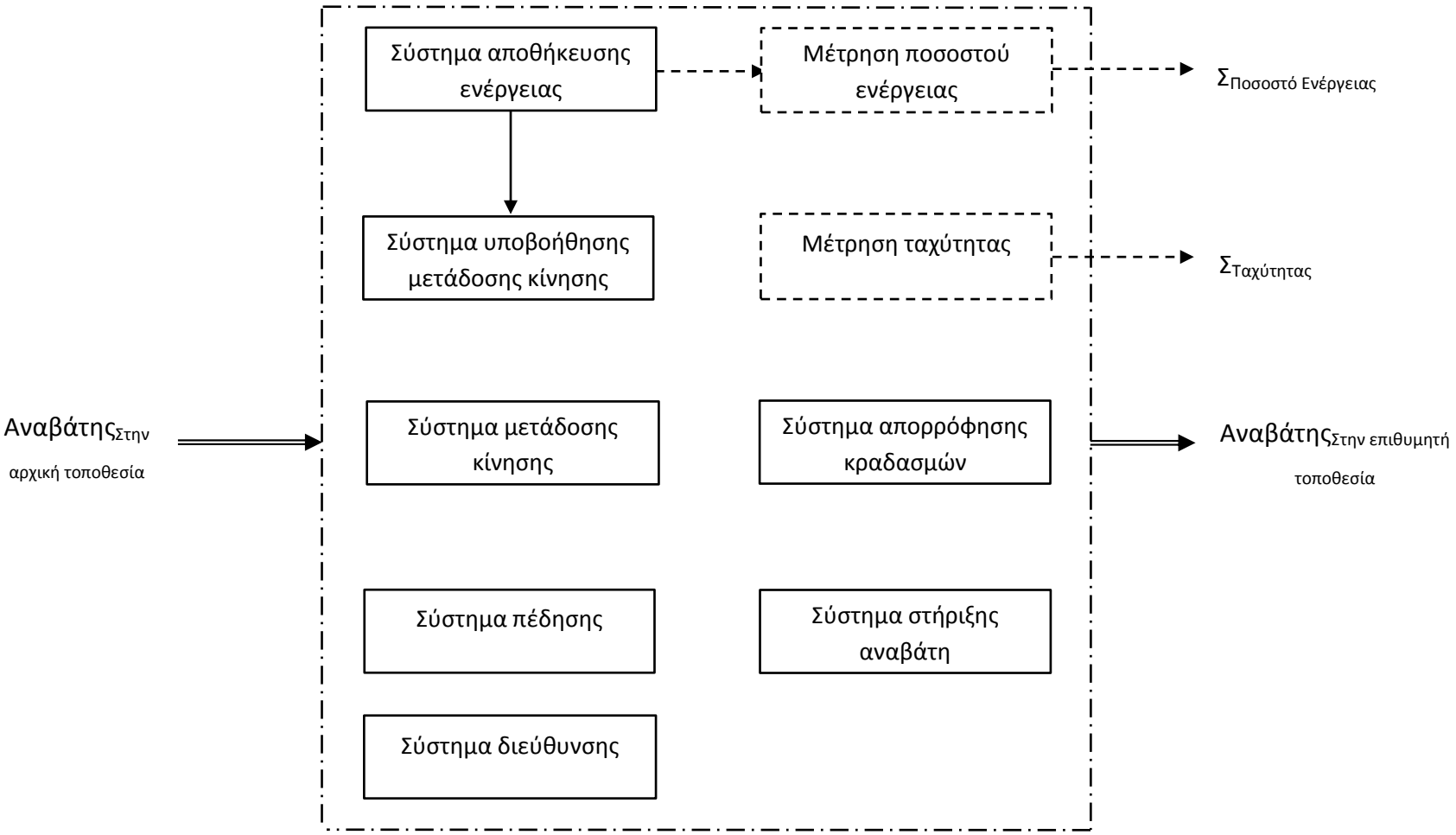


Σχήμα 2.1 Διάγραμμα ολικής λειτουργίας.

Στο παραπάνω πλαίσιο (**Σχήμα 2.1**) περιγράφεται το γενικό «πρόβλημα» στο οποίο αναζητείται λύση, που προέκυψε από το προηγούμενο κεφάλαιο Διατύπωση του Προβλήματος. Στα αριστερά υποδεικνύει την αρχική κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο αναβάτης, ενώ στα δεξιά το αποτέλεσμα της ολικής λειτουργίας πάνω σε αυτόν. Επιπλέον, μέσα από όλη αυτή την λειτουργία προκύπτουν χρήσιμες ενδείξεις που αφορούν κρίσιμα χαρακτηριστικά για το όλο σύστημα, όπου «Ε» είναι η ενέργεια που ασκεί ο αναβάτης και «Σ» είναι το σήμα που παρέχει ενδείξεις στον αναβάτη.

Στο παρακάτω πλαίσιο (**Σχήμα 2.2**) περιγράφονται οι επιμέρους λειτουργίες της ολική λειτουργίας, κύριες και δευτερεύοντες. Από αυτές τις λειτουργίες εκείνες οι οποίες θα αναλυθούν περαιτέρω μέσω των μητρών ταξινόμησης είναι τα συστήματα **μετάδοσης κίνησης**, **διεύθυνσης** και **στήριξης του αναβάτη**.

Επιμέρους Λειτουργίες

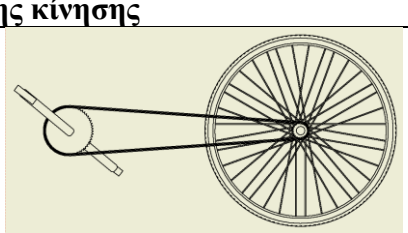
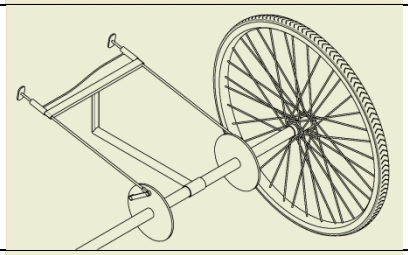
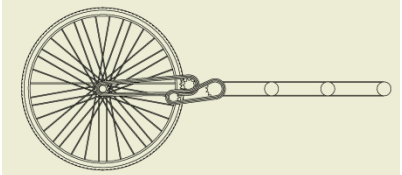
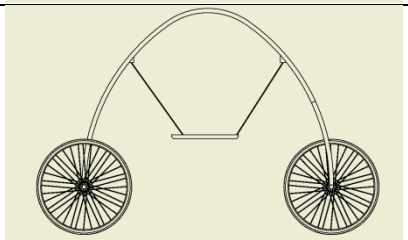
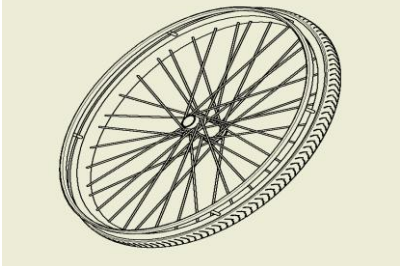


Σχήμα 2.2 Διάγραμμα επιμέρους λειτουργιών.

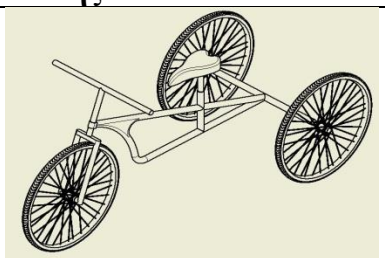
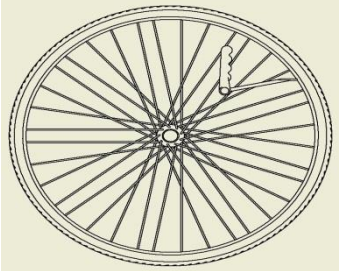
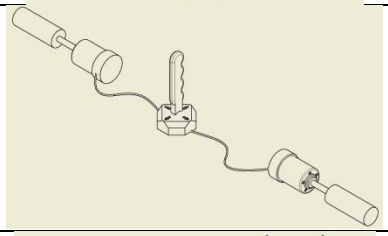
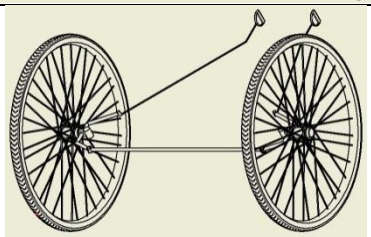
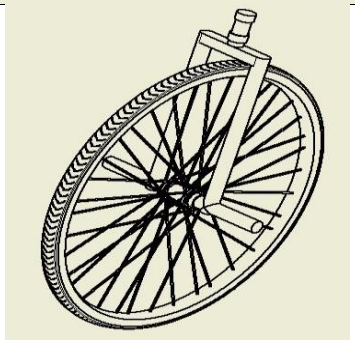
2.3 Brainstorming για την εύρεση λύσεων

Η διαδικασία Brainstorming (καταιγισμός ιδεών) αφορά την σύλληψη νέων ιδεών από μια ομάδα ατόμων με ανοιχτή σκέψη, με σκοπό την παραγωγή ιδεών χωρίς να διαπνέονται από προκαταλήψεις.

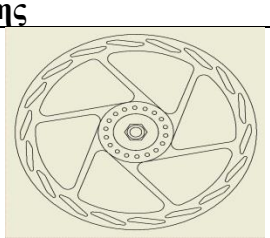
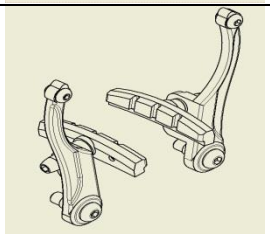
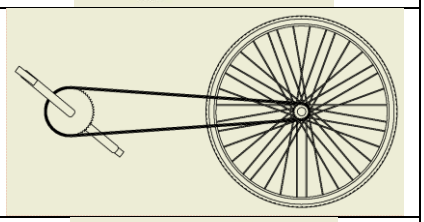
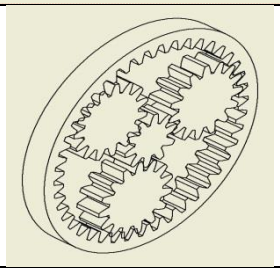
Πίνακας 2.1 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Σύστημα μετάδοσης κίνησης	
Πετάλι	
Εγκάρσια παλινδρομική κίνηση	
Με διάδρομο	
Με επαφή ποδιών στο οδόστρωμα	
Περιστροφική κίνηση με τα χέρια	

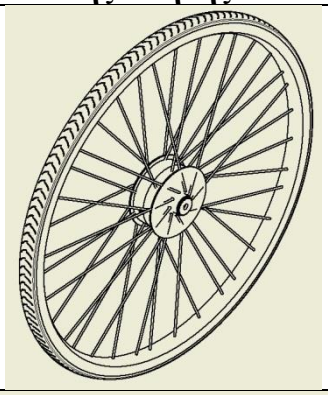
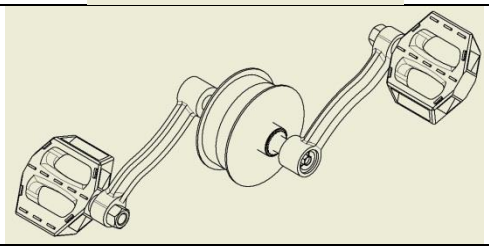
Πίνακας 2.2 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα διεύθυνσης.

Σύστημα διεύθυνσης	
Τιμόνι	
Μοχλός	
Joystick	
Χαλινάρι-συρματόσχοινο	
Με τα πόδια	

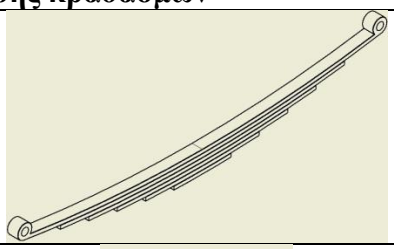
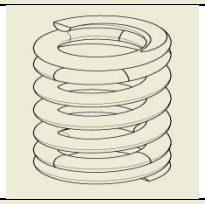
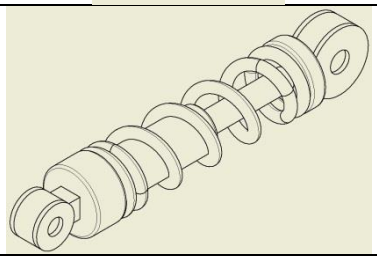
Πίνακας 2.3 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα πέδησης.

Σύστημα πέδησης	
Δισκόφρενα	
Δαγκάνες-τακάκια	
Κόντρα-αντίθετη κίνηση πεταλιού	
Εμπλοκή γραναζιών-μειωτήρας	

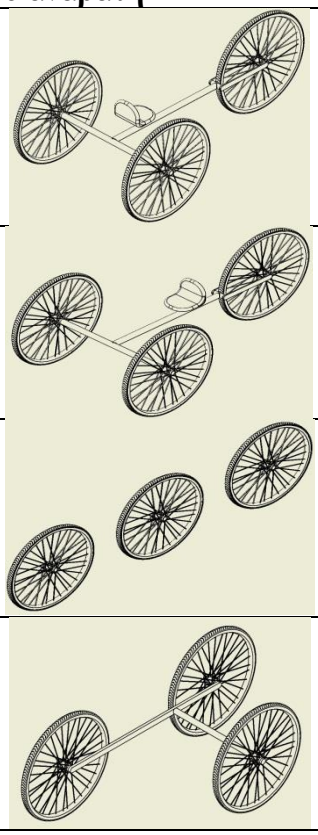
Πίνακας 2.4 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα υποβοήθησης μετάδοσης κίνησης.

Σύστημα υποβοήθησης μετάδοσης κίνησης	
Μοτέρ ενσωματωμένο στο κέντρο του τροχού	
Μοτέρ ενσωματωμένο στο μηχανισμό του πεταλιού	

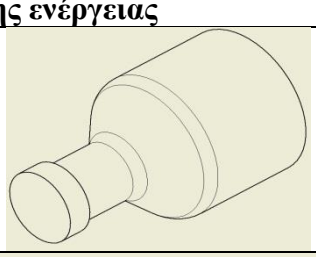
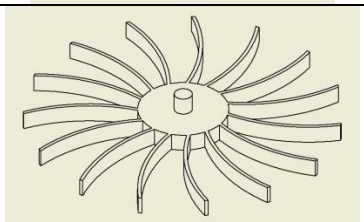
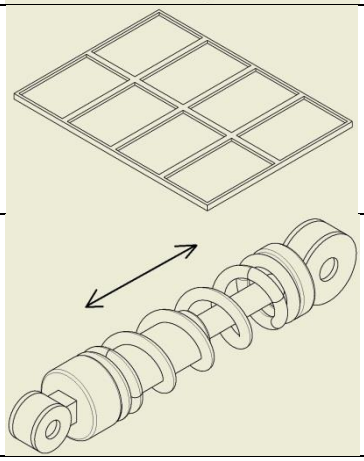
Πίνακας 2.5 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα απορρόφησης κραδασμών.

Σύστημα απορρόφησης κραδασμών	
Σούστα-έλασμα	
Ελατήριο	
Ανάρτηση	

Πίνακας 2.6 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα στήριξης του αναβάτη.

Σύστημα στήριξης του αναβάτη	
Μία μπροστά-δύο πίσω	
Δύο μπροστά-μία πίσω	
1-1-1 σε σειρά	
1-1-1 στο πλάι	

Πίνακας 2.7 Λύσεις Brainstorming για το σύστημα αποθήκευσης ενέργειας.

Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας	
Δυναμό	
Μέσω της ροής του αέρα-ανεμογεννήτρια	
Ηλιακό πάνελ	
Μέσω της παλινδρόμησης των αναρτήσεων	

2.4 Μήτρες ταξινόμησης κύριων δομών λειτουργίας

Μήτρα ταξινόμησης στον Σχεδιασμό Κατασκευών καλείται ο πίνακας που έχει ως παραμέτρους στήλες και γραμμές με διαφορετική άποψη ταξινόμησης το κάθε ένα, ανάλογα με την φύση και την διατύπωση του προβλήματός μας. Σκοπός της είναι η εύρεση νέων λύσεων, ακόμα και μη πρακτικών, για την επιμέρους λειτουργία που καλούμαστε να επιλύσουμε, όπου κατά την διάρκεια του Brainstorming δεν μπορούμε να συλλάβουμε. Επίσης, κατά την διάρκεια αναζήτησης λύσεων στην μήτρα ταξινόμησης, μπορούν να προκύψουν λύσεις από την διαδικασία του Brainstorming ή ακόμα και από υπάρχουσες γνωστές λύσεις.

Όσον αφορά τον σχεδιασμό ενός τρίκυκλου ποδηλάτου επιλέγουμε να δημιουργήσουμε τρεις διαφορετικές μήτρες ταξινόμησης για τις σημαντικότερες λειτουργίες της δομής λειτουργίας του οχήματος, το **σύστημα μετάδοσης κίνησης**, το **σύστημα διεύθυνσης** και το σύστημα στήριξης του αναβάτη. Οι απόψεις ταξινόμησης για τα δύο πρώτα συστήματα είναι οι εξής:

- **Είδος ενέργειας:** ποιο είδος ενέργειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί (π.χ. μηχανική, πνευματική)
- **Μηχανισμός ενίσχυσης μετάδοσης ενέργειας:** με ποιους μηχανισμούς επιτυγχάνεται η ενίσχυση της δύναμης (π.χ. αλυσίδα, ιμάντας, έμβολο)
- **Εφαρμογή δύναμης:** με ποια σημεία του ανθρώπινου σώματος μπορεί να παραχθεί δύναμη (π.χ. χέρια, πόδια, κέντρο βάρους)
- **Κίνηση εφαρμογής της δύναμης:** η κίνηση που διαγράφει στο χώρο εφαρμοζόμενη δύναμη (π.χ. αξονική, ακτινική)
- **Είδος κίνησης:** ο τρόπος με τον οποίο ο αναβάτης ασκεί δύναμη (π.χ. συνεχής, παλινδρομική)

Οι δύο μήτρες ταξινόμησης είναι ίδιες με την διαφορά ότι στο **σύστημα διεύθυνσης** δεν υπάρχει η κατηγορία **Είδος Κίνησης**, λόγω του ότι είναι δύσκολο να επιτευχθεί σταθερό στρίψιμο του οχήματος με παλινδρομική κίνηση. Οπότε, επειδή θεωρείται περιττό, ο συγκεκριμένος πίνακας απλοποιείται.

Οι απόψεις ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη είναι οι εξής:

- **Θέση αναβάτη:** η θέση σώματος στην οποία βρίσκεται το σώμα του αναβάτη (π.χ. καθήμενος, ανάσκελα)
- **Διάταξη τροχών:** σχεδιαστική διάταξη των ροδών με βάση ποια ή ποιες θα είναι μπροστά και πίσω (π.χ. 1-1-1 σε σειρά, 1-2, 2-1)
- **Υλικό κατασκευής σκελετού:** με βάση την μοριακή δομή και χημική σύσταση του υλικού του σκελετού (π.χ. ξύλο, ανθρακονήματα, χάλυβας)
- **Είδος συγκόλλησης/σύνδεσης σκελετού:** αν βασίζεται σε κάποιο είδος σύνδεσης-συγκόλλησης ή αν θα είναι ενιαίο (π.χ. TIG, MIG-MAG)

Ανακεφαλαιώνοντας, οι παραπάνω απόψεις ταξινόμησης για τις συγκεκριμένες λειτουργίες βοηθούν σε μεγάλο ποσοστό στην εύρεση νέων αλλά και συνδυαστικών λύσεων, χωρίς να υπάρχει δυσκολία στην κατανόηση και σύλληψη της ιδέας.

2.4.1 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης

Στον παρακάτω **Πίνακα 2.8** παρατίθενται οι λύσεις που προήλθαν από την μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης. Επίσης, εμφανίζονται και οι λύσεις από την διαδικασία του Brainstorming, με έντονα μαύρα γράμματα.

Πίνακας 2.8 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης

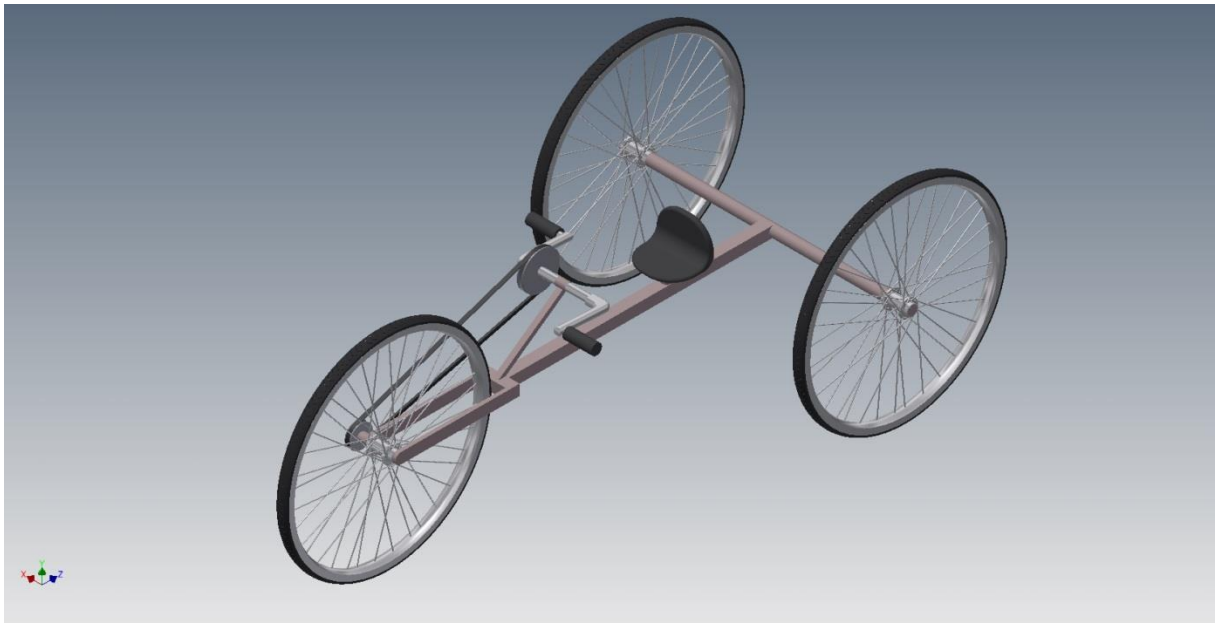
Είδος ενέργειας				Μηχανική						Υδραυλική		Πνευματική	
Μηχανισμός ενίσχυσης μετάδοσης ενέργειας στους τροχούς				Ιμάντας-Τροχαλία	Σχοινί	Αλυσίδα	Άξονας	Γρανάζια-Οδοντωτοί Τροχοί	Άνθρωπος	Φτερωτή	Έμβολο	Φτερωτή	Έμβολο
Εφαρμογή δύναμης με	**Κίνηση εφαρμοζόμενης δύναμης**	**Είσοδος κίνησης**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Χέρια	Ακτινική	Συνεχής	Α	Α.1		Α.3	Α.4	Α.5 (1,2)	**Α.6**				
		Παλινδρομική	Β										
	Αξονική	Συνεχής	Γ										
		Παλινδρομική	Δ										
	Ελλειπτική	Συνεχής	Ε										
		Παλινδρομική	Ζ		Ζ.2								
Πόδια	Ακτινική	Συνεχής	Η	Η.1	Η.2	**Η.3**	Η.4	Η.5 (1,2)		Η.7		Η.9	
		Παλινδρομική	Θ										
	Αξονική	Συνεχής	Ι	**Ι.1**					**Ι.6**				
		Παλινδρομική	Κ								**Κ.8**		**Κ.10**
	Ελλειπτική	Συνεχής	Λ			Λ.3							
		Παλινδρομική	Μ										

Λύσεις μήτρας ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης

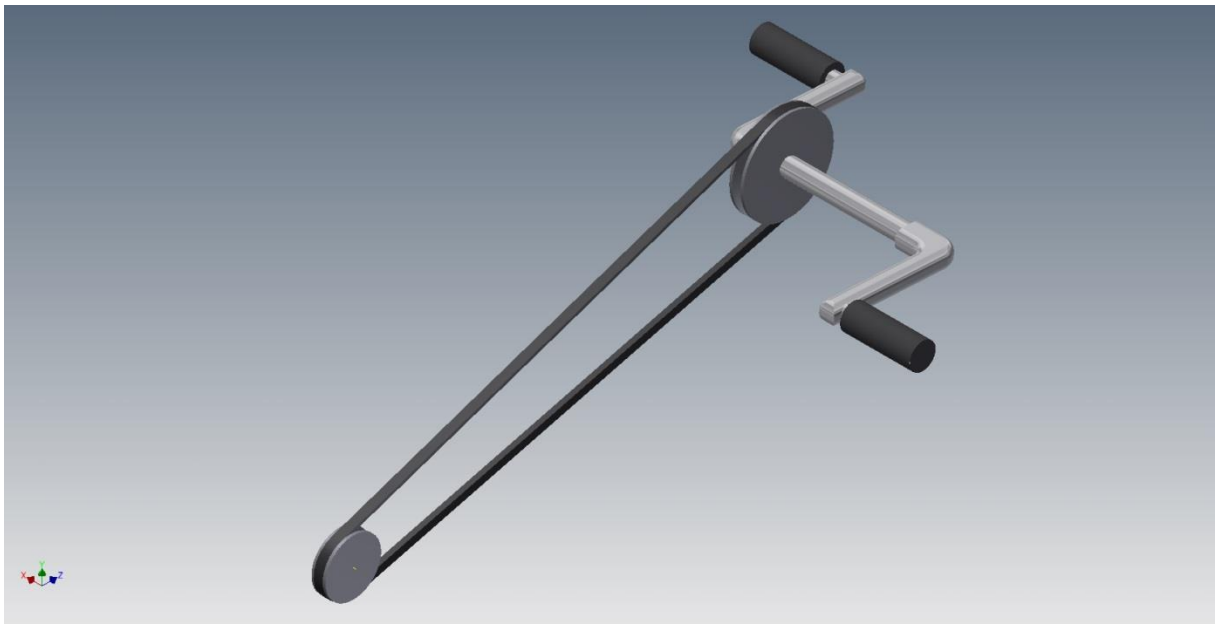
Παρακάτω περιγράφονται οι παραπάνω λύσεις που προέκυψαν από τον Πίνακα 1. με την βοήθεια του συστήματος CAD, και πιο συγκεκριμένα το Inventor της Autodesk. Οι λύσεις αυτές σχεδιαστήκαν έτσι ώστε, να παρουσιάσουμε μία γενική εικόνα για το πώς θα μπορούσανε στην πραγματικότητα να εφαρμοστούν, παραβλέποντας βασικές και δευτερεύουσες λειτουργίες, όπως το σύστημα διεύθυνσης, σύστημα πέδησης κλπ.

Λύση Α.1:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού ιμάντα-τροχαλία, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στην μπροστινή ρόδα.



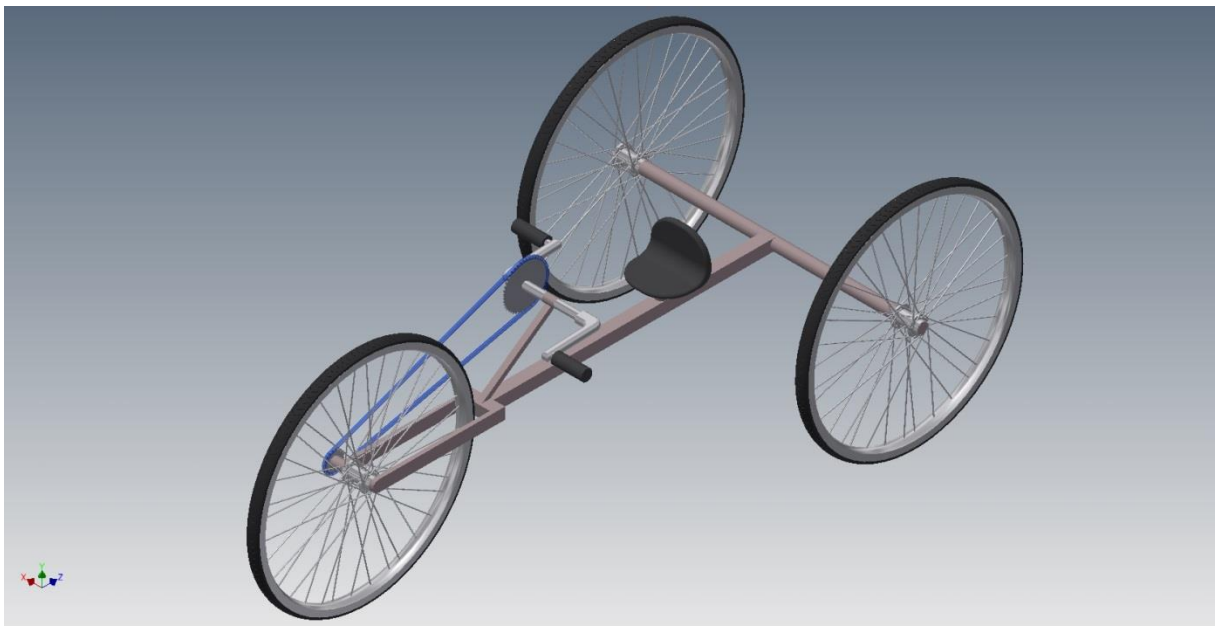
Εικόνα 2.1 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.1. (1)



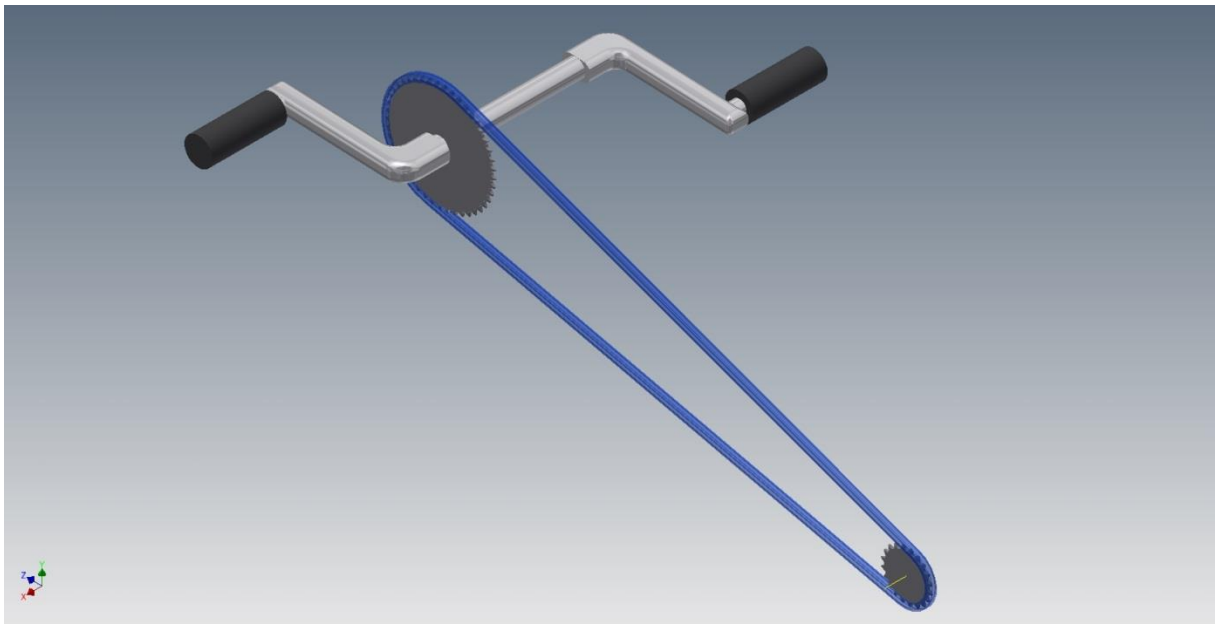
Εικόνα 2.2 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.1 .(2)

Λύση Α.3:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενένεργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού γραναζιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στην μπροστινή ρόδα.



Εικόνα 2.3 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3. (1)



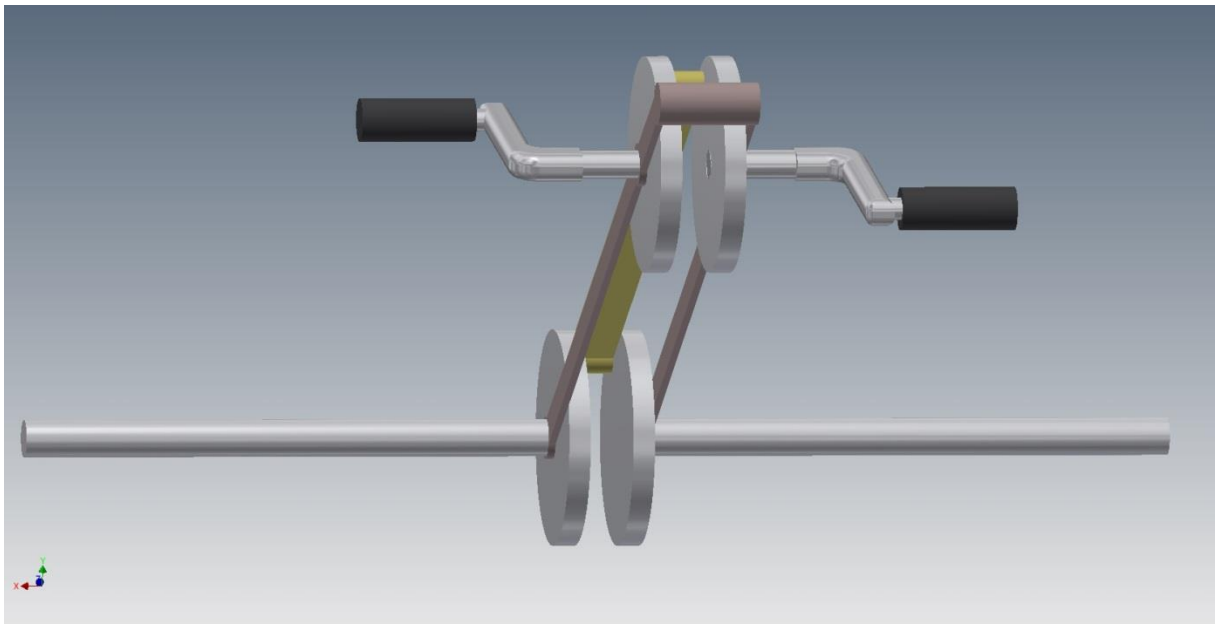
Εικόνα 2.4 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3. (2)

Λύση Α.4:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού δίσκων-άξονα, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις μπροστινές ρόδες, έχοντας βάση την λειτουργία των σιδηροτροχιών ενός τρένου.



Εικόνα 2.5 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.4. (1)



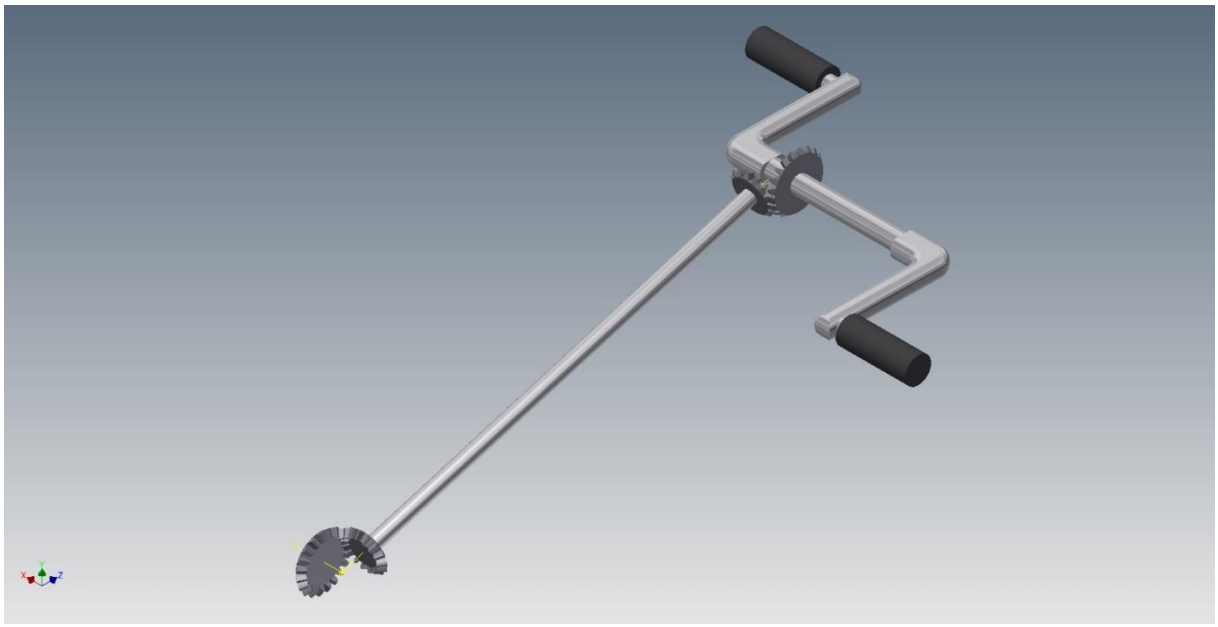
Εικόνα 2.6 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.4. (2)

Λύση Α.5.1:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού κωνικών οδοντωτών τροχών-άξονα, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στην μπροστινή ρόδα.



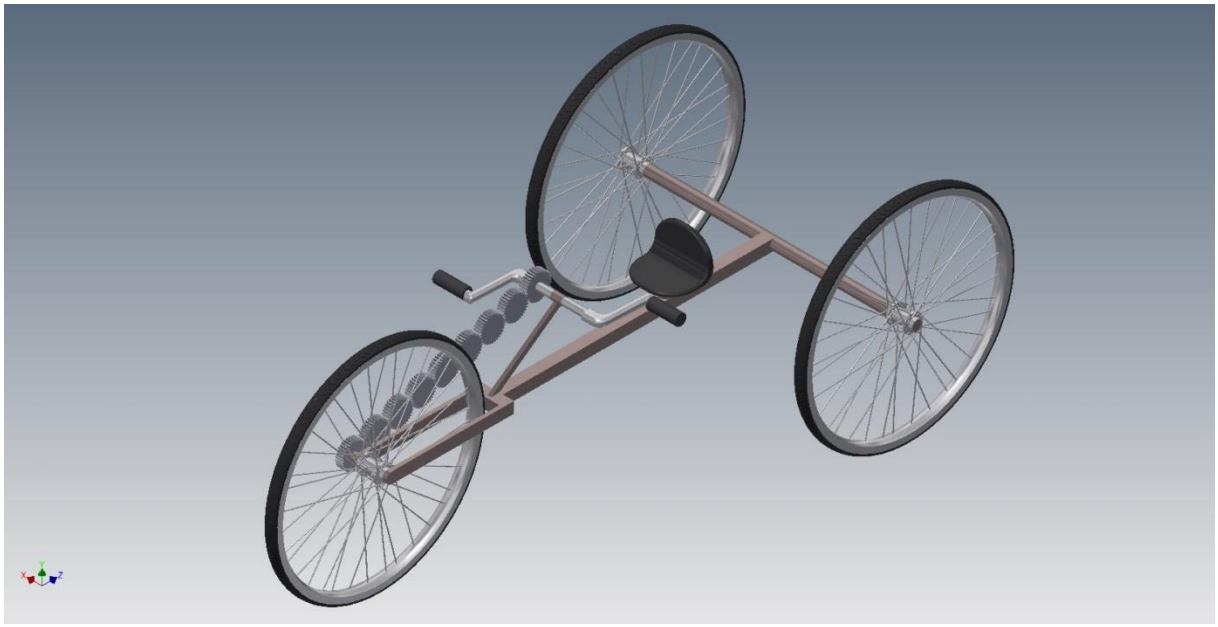
Εικόνα 2.7 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5.1. (1)



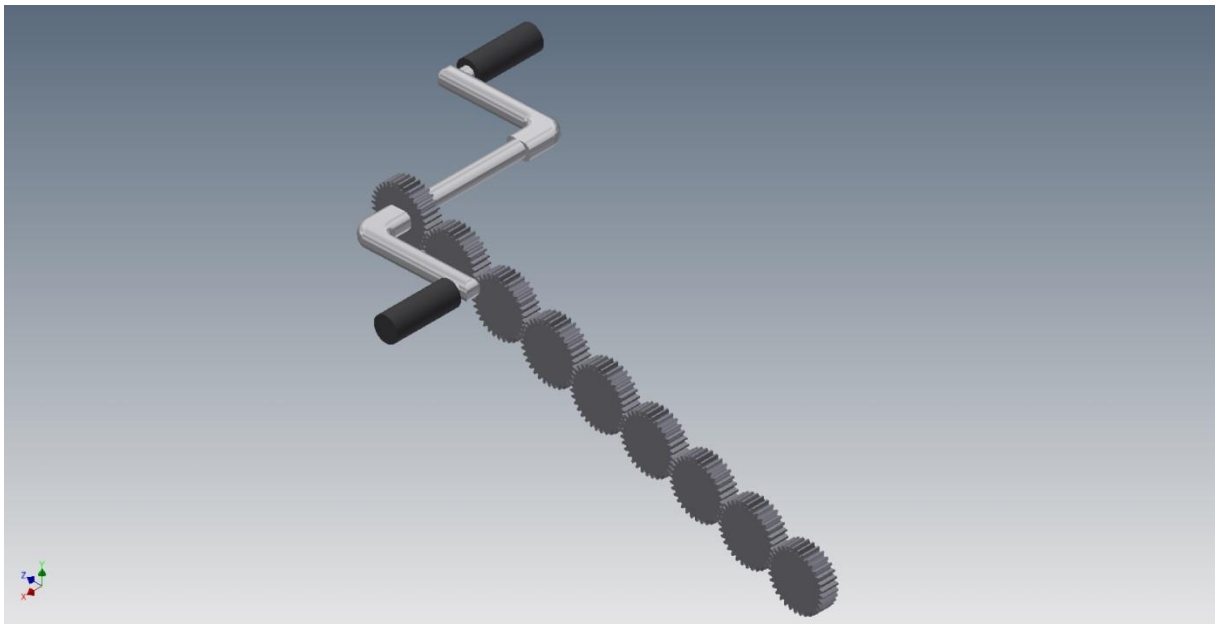
Εικόνα 2.8 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5.1. (2)

Λύση Α.5.2:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού οδοντωτών τροχών σε σειρά, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στην μπροστινή ρόδα.



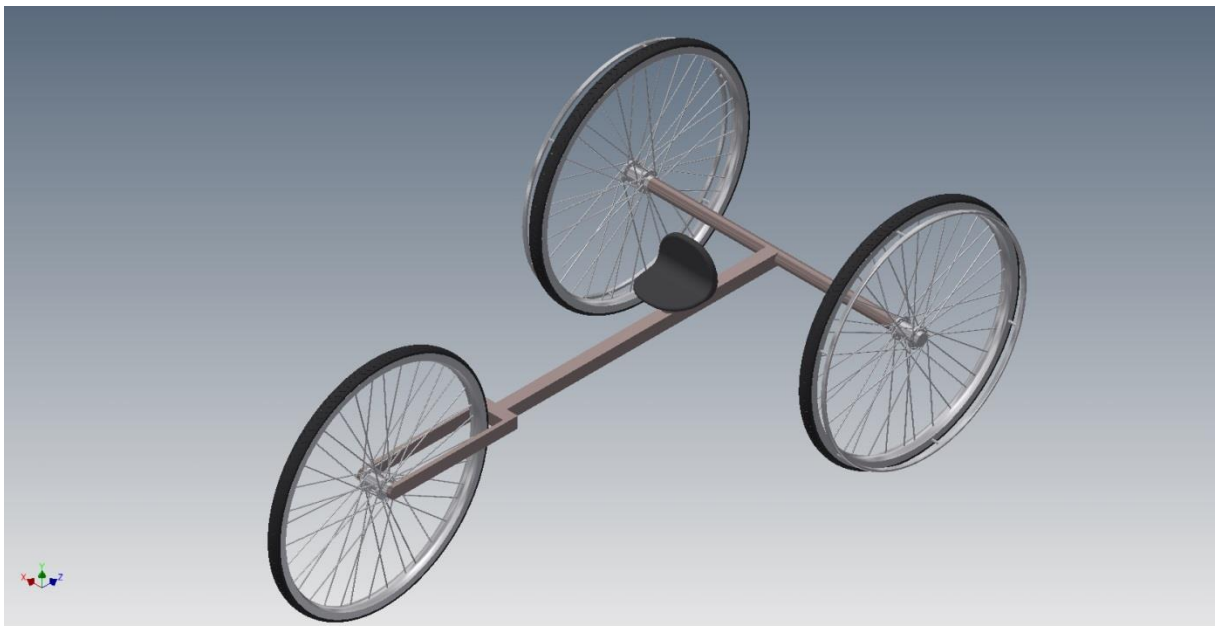
Εικόνα 2.9 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5.2. (1)



Εικόνα 2.10 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5.2. (2)

Λύση Α.6:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω δύο επιφανειών (κυκλικής μορφής) συνδεδεμένων στα πλάγια με τις πίσω ρόδες, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση).



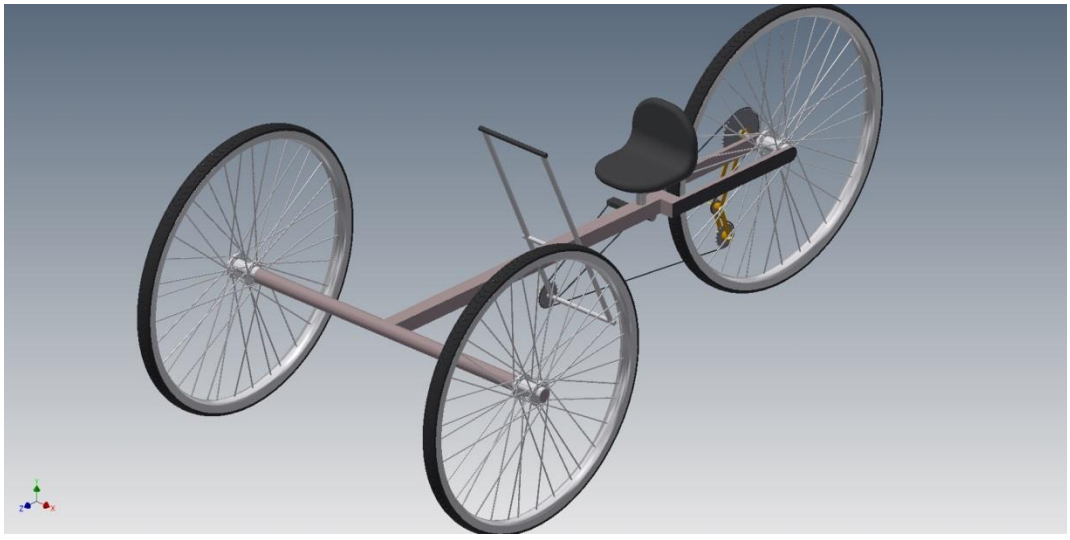
Εικόνα 2.11 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.6. (1)



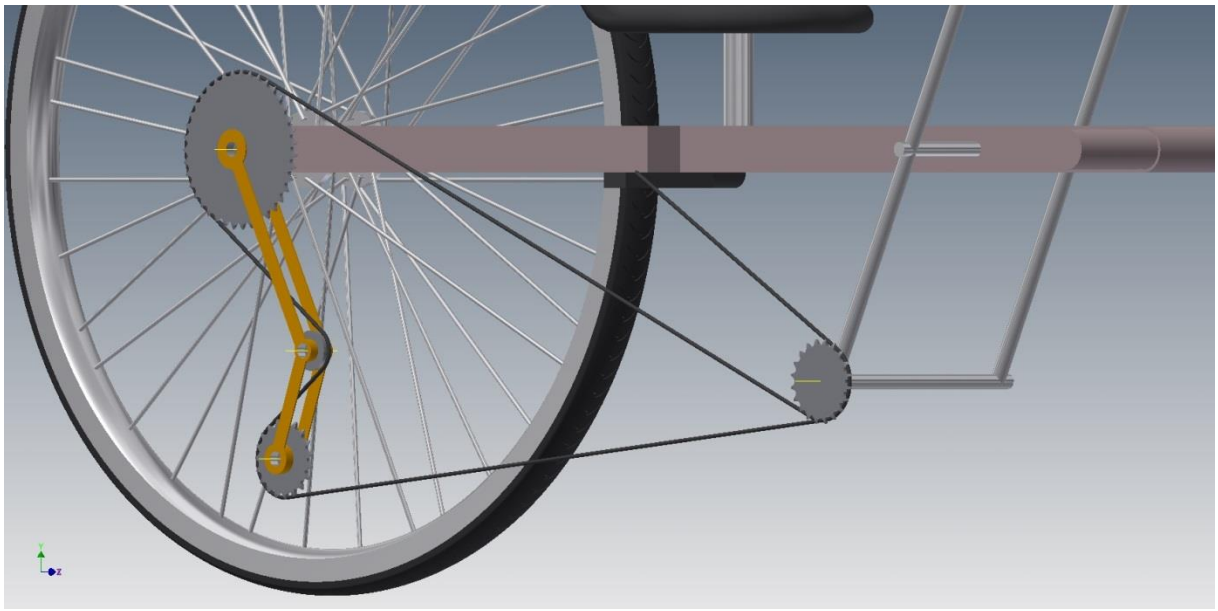
Εικόνα 2.12 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.6. (2)

Λύση Ζ.2:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού σχοινιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (παλινδρομική, ελλειπτική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με μοχλό χεριών, για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες, μέσω αλυσίδας η οποία στις άκρες έχει εφαρμοσμένα σχοινιά, για την επαναφορά του μηχανισμού στην αρχική του θέση. Ο μηχανισμός αυτός μοιάζει με τον κλασσικό τρόπο μετάδοσης κίνησης αλυσίδας-γραναζιών, με την διαφορά ότι δεν ολοκληρώνει πλήρη περιστροφή, κάνοντας στην ουσία μπρος πίσω με επιπλέον βοήθεια της καστάνιας που βρίσκεται στον πίσω άξονα.



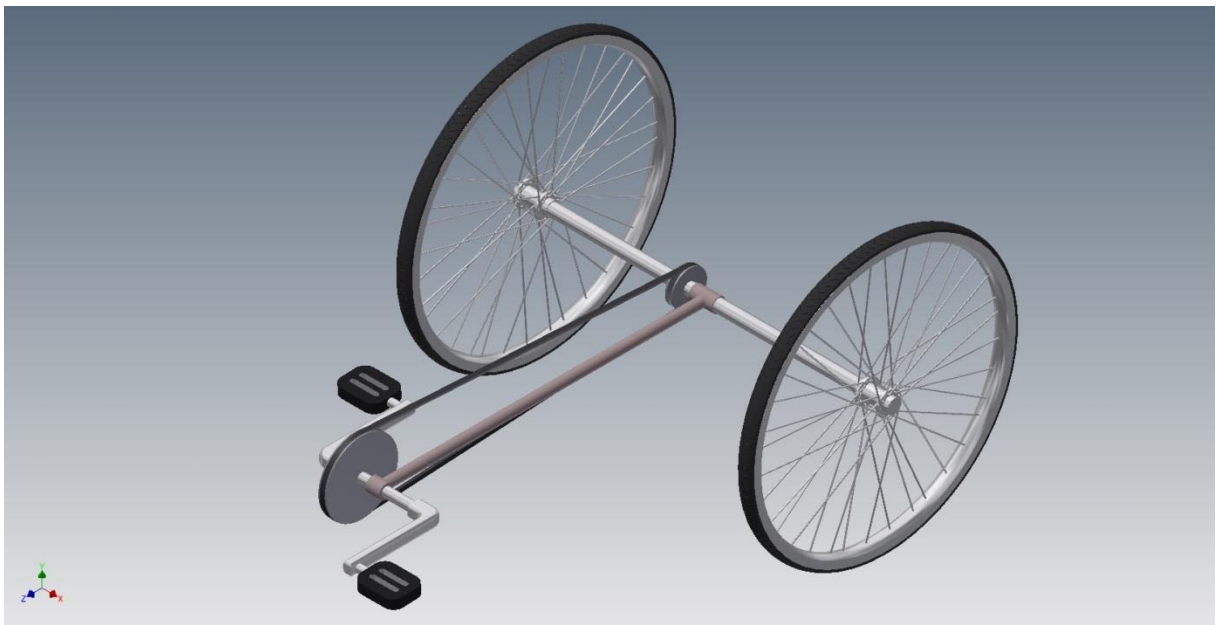
Εικόνα 2.13 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ζ.2. (1)



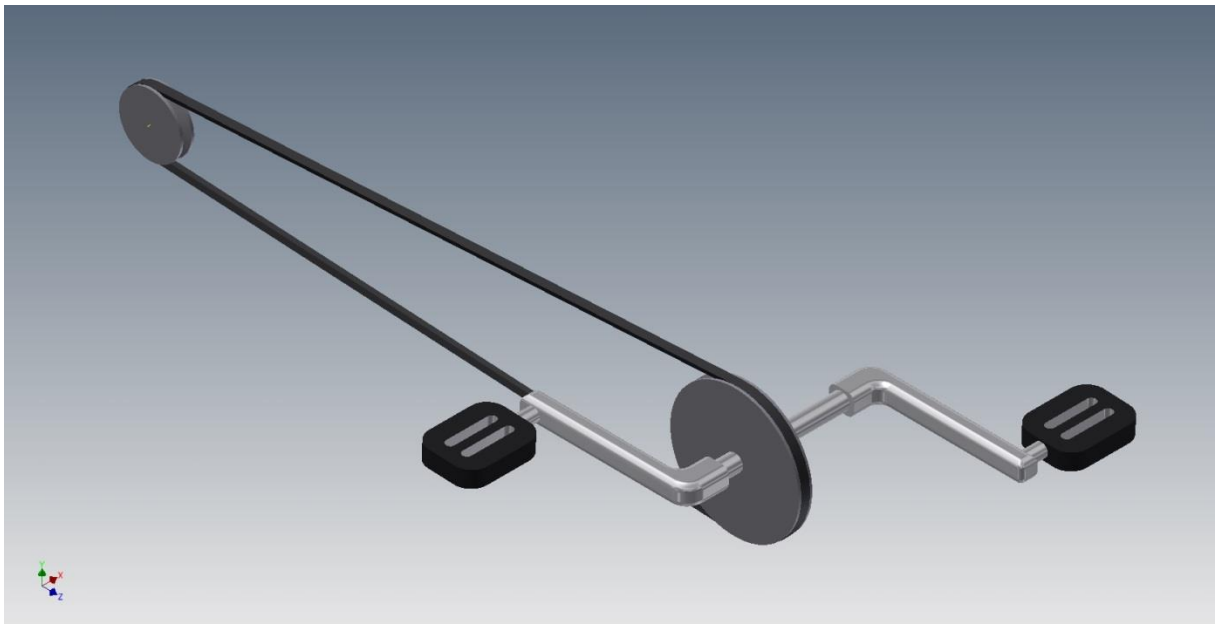
Εικόνα 2.14 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Z.2. (2)

Λύση Η.1:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού ιμάντα-τροχαλία, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια ποδιών για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες.



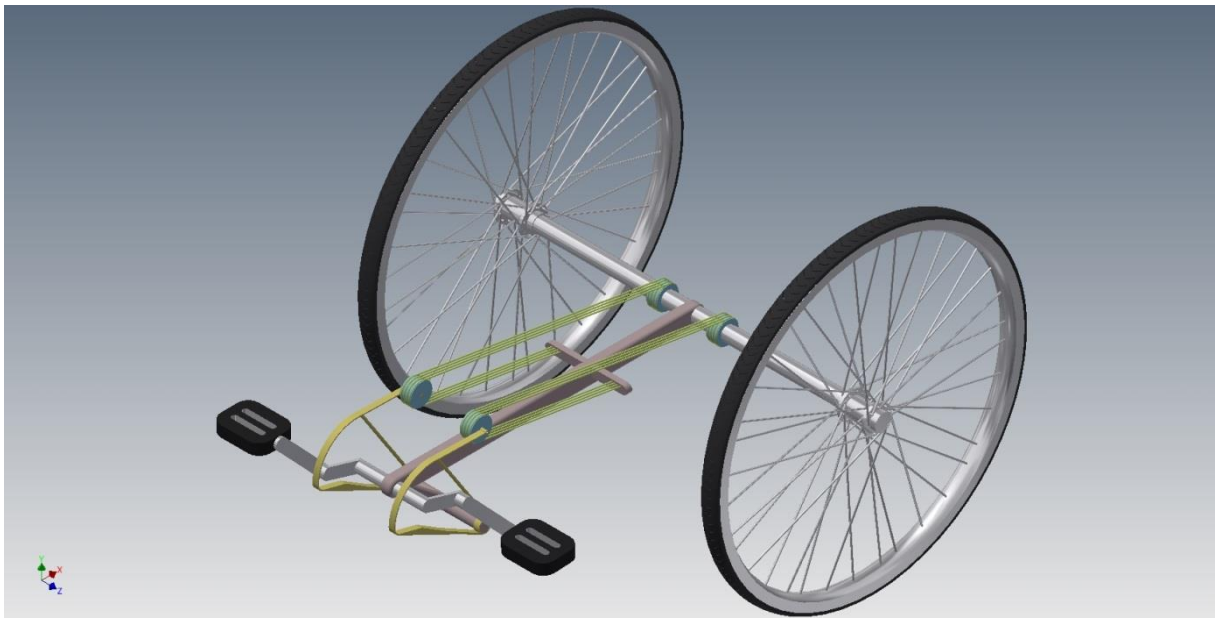
Εικόνα 2.15 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.1. (1)



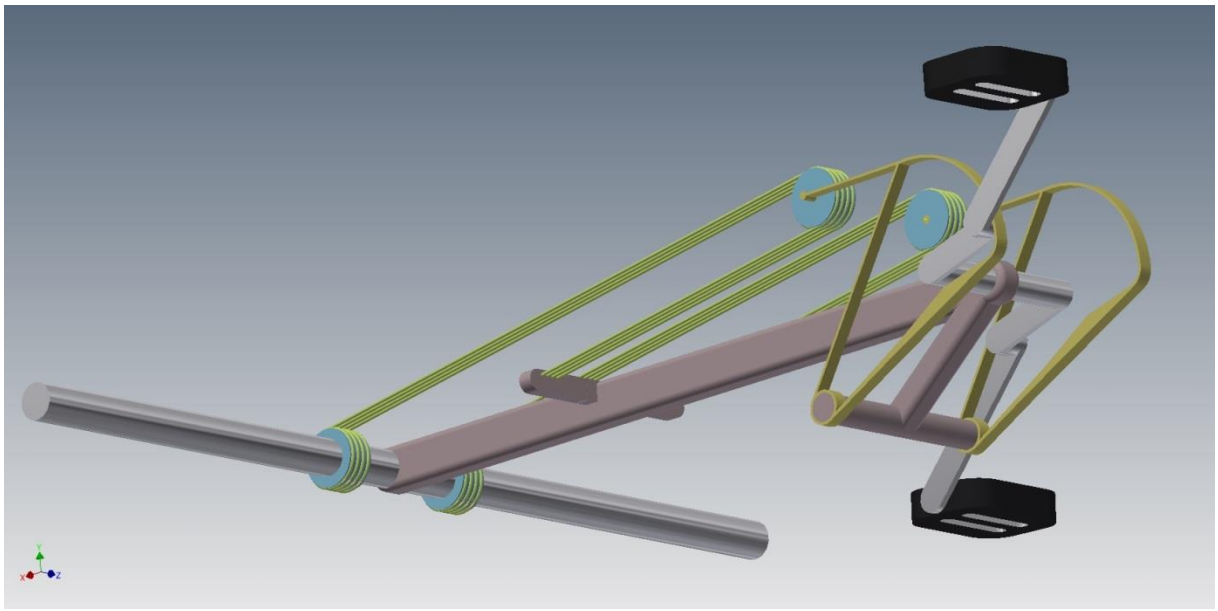
Εικόνα 2.16 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.1. (2)

Λύση Η.2:

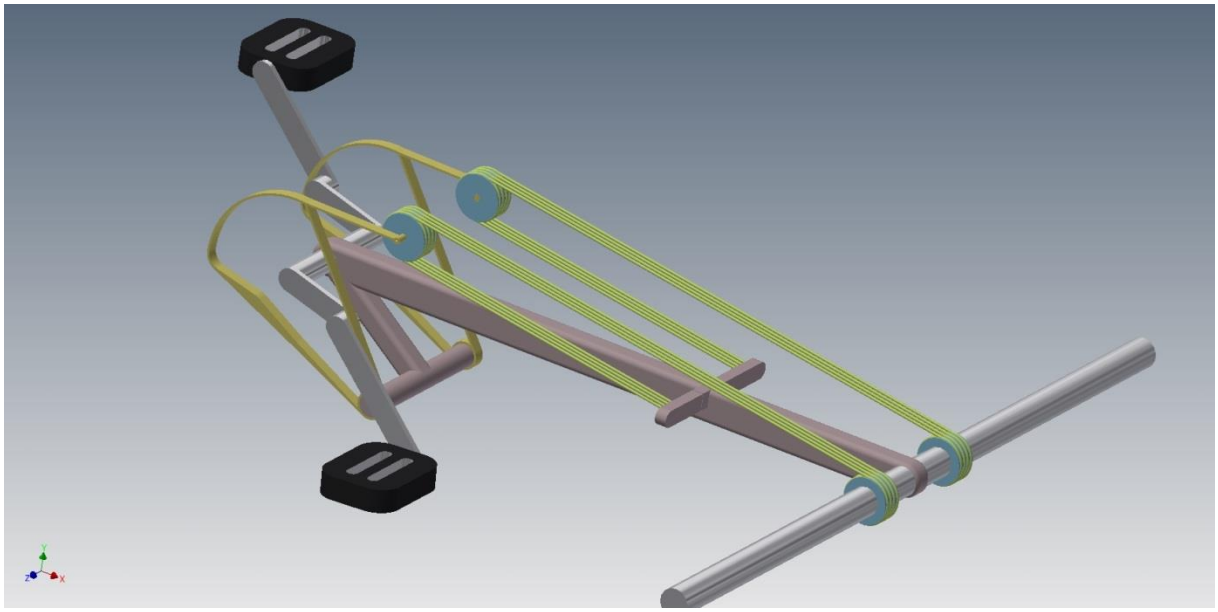
Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενένεργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού σχοινιών-ρόλλερ, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια. Πιο συγκεκριμένα, σε κάθε πλήρη κίνηση του πεταλιού το ένα σχοινί δίνει ροπή στον πίσω άξονα, ενώ το δεύτερο επαναφέρεται λόγω της ελαστικότητας του, στην αρχική του θέση, μεταφέροντας τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες



Εικόνα 2.17 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.2. (1)



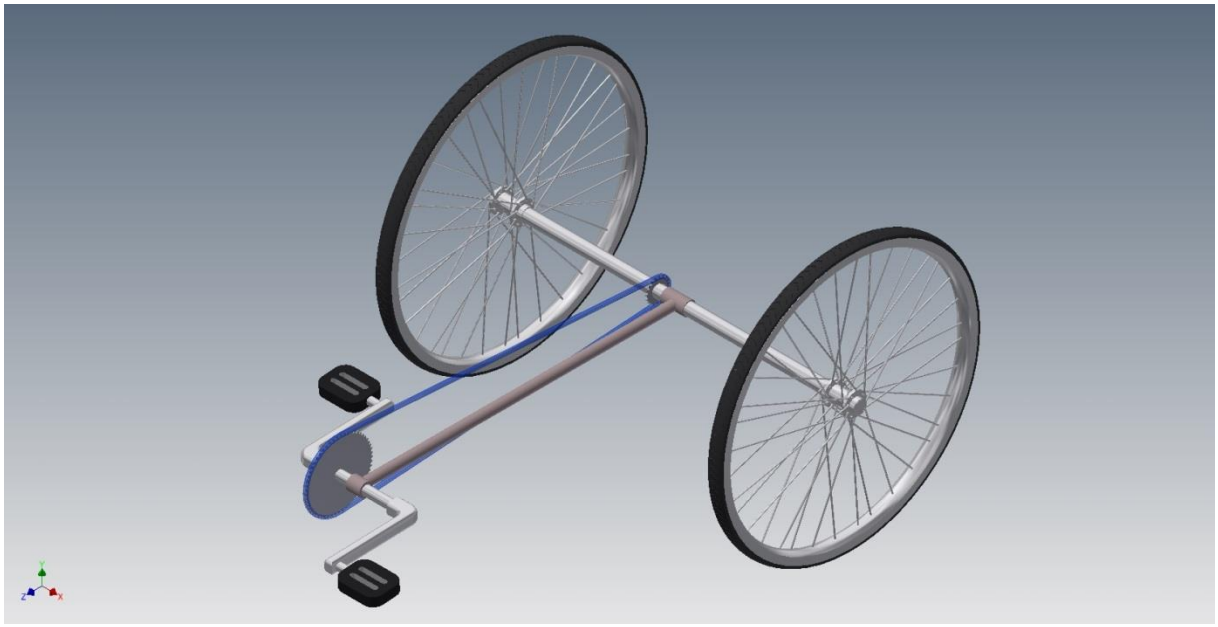
Εικόνα 2.18 Περιγραφή μηχανισμού ς της λύσης Η.2. (2)



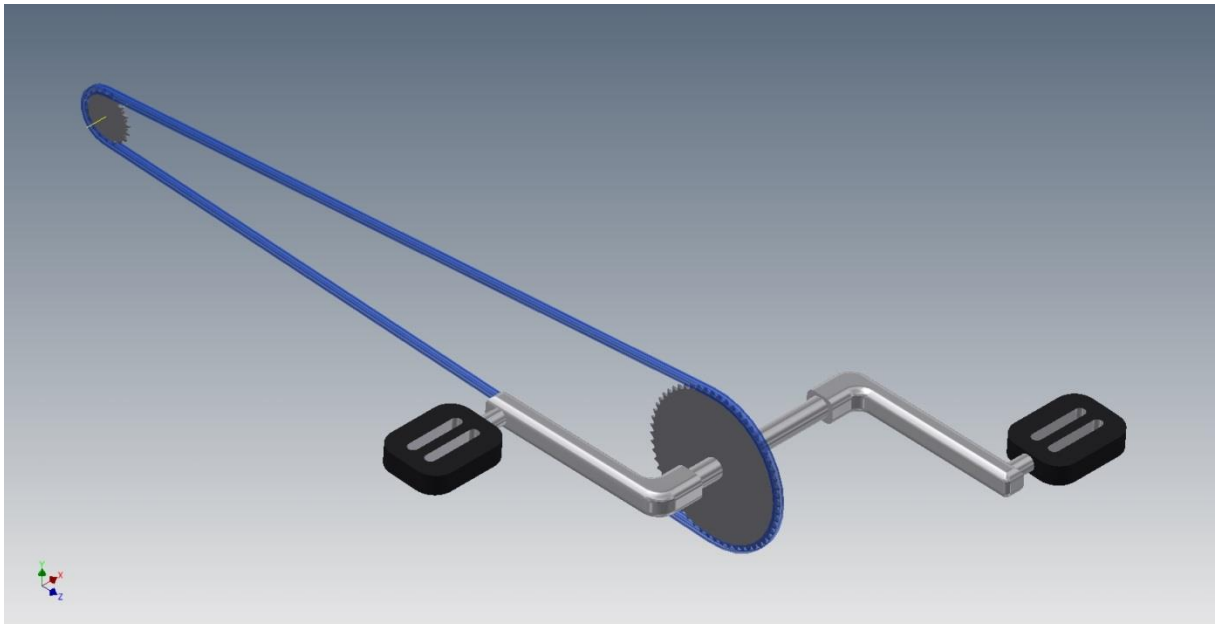
Εικόνα 2.19 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.2. (3)

Λύση Η.3:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού γραναζιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια ποδιών για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες.



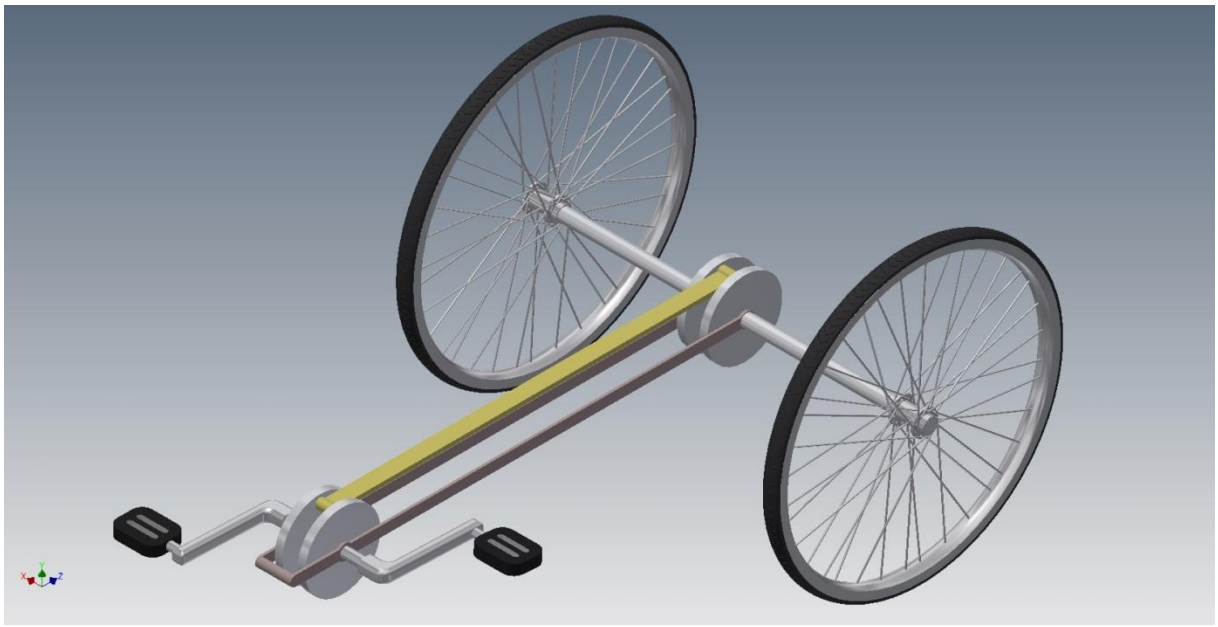
Εικόνα 2.20 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.3. (1)



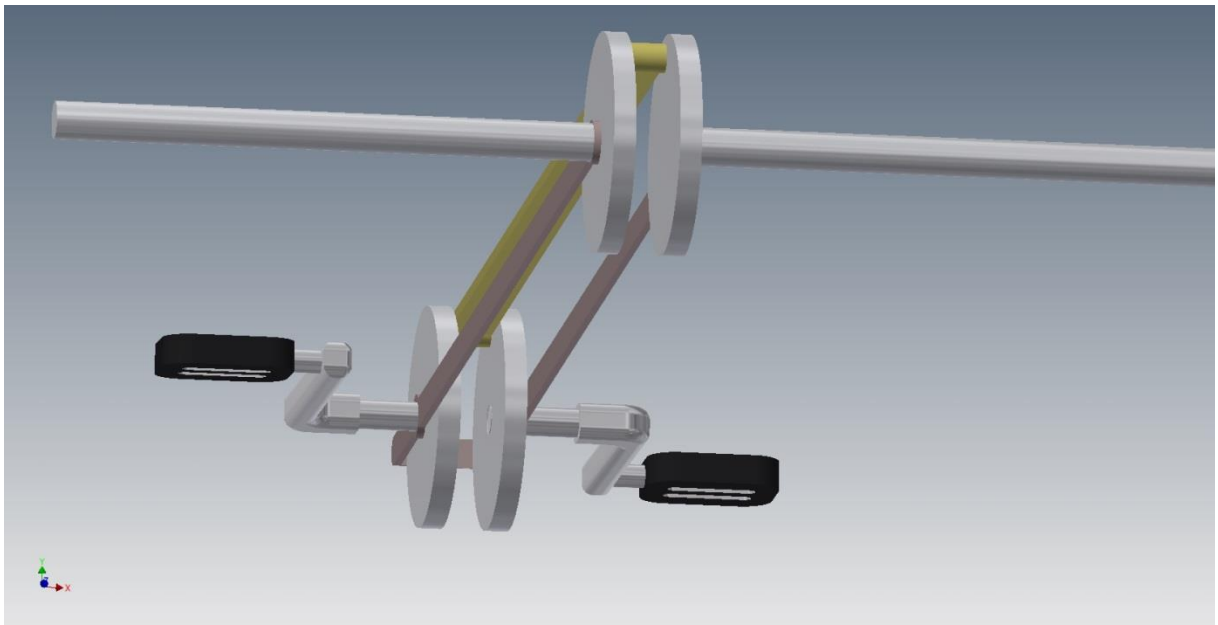
Εικόνα 2.21 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.3. (2)

Λύση Η.4:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού δίσκων-άξονα, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες, έχοντας βάση την λειτουργία των σιδηροτροχιών ενός τρένου.



Εικόνα 2.22 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.4. (1)



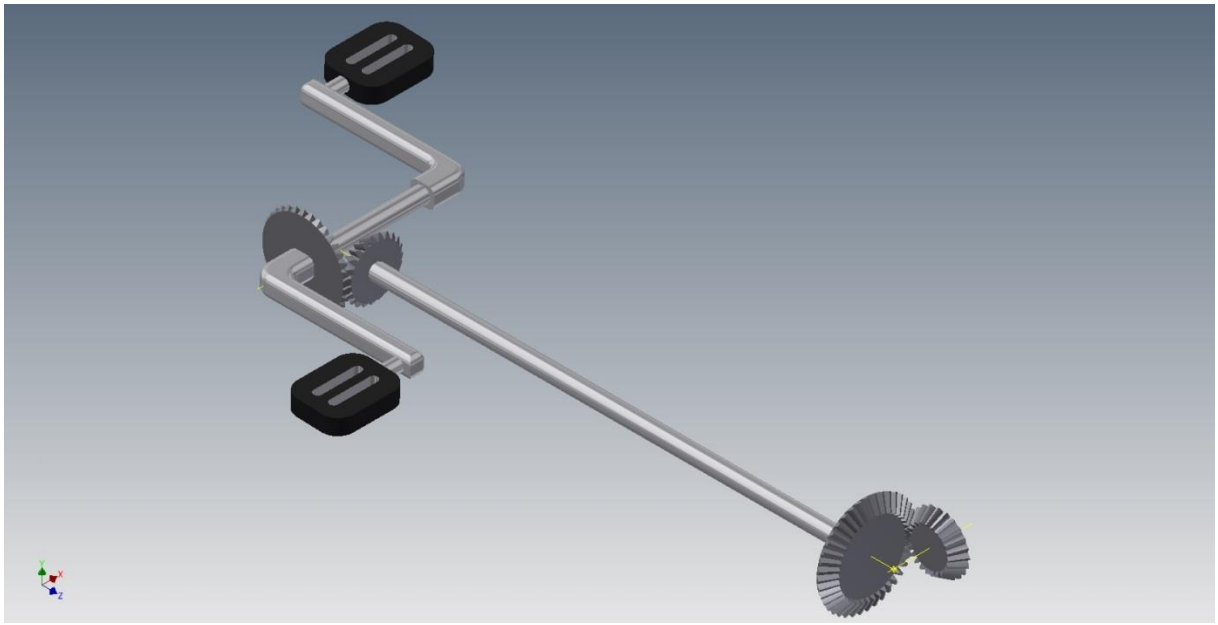
Εικόνα 2.23 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.4. (2)

Λύση Η.5.1:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού κωνικών οδοντωτών τροχών-άξονα, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες.



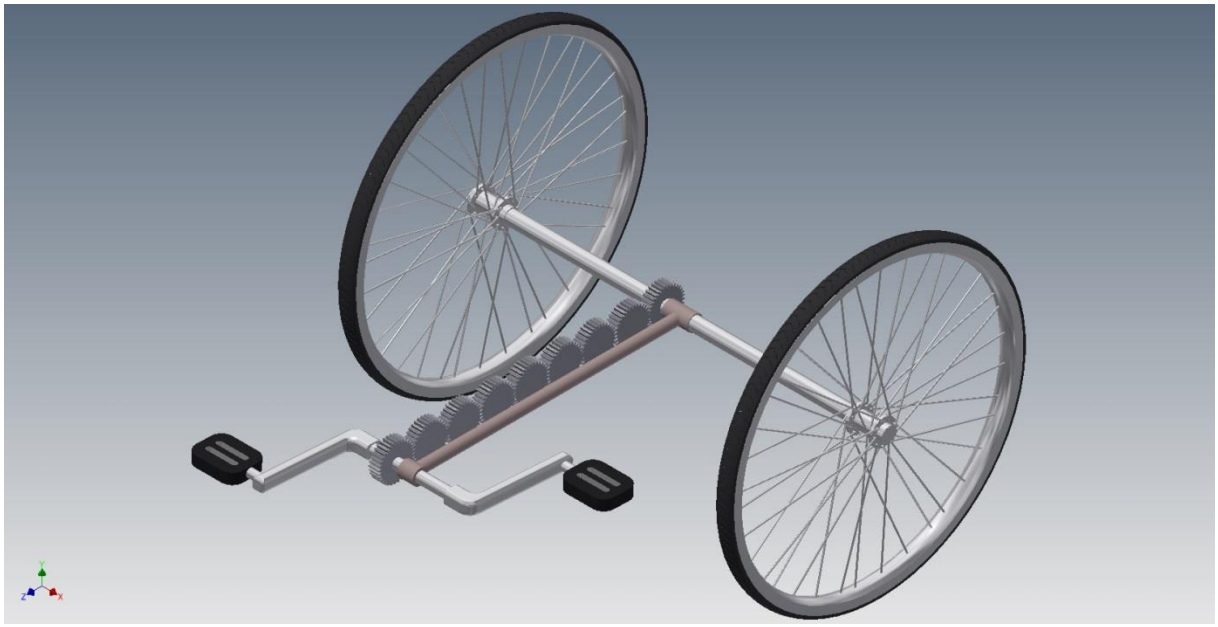
Εικόνα 2.24 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.5.1. (1)



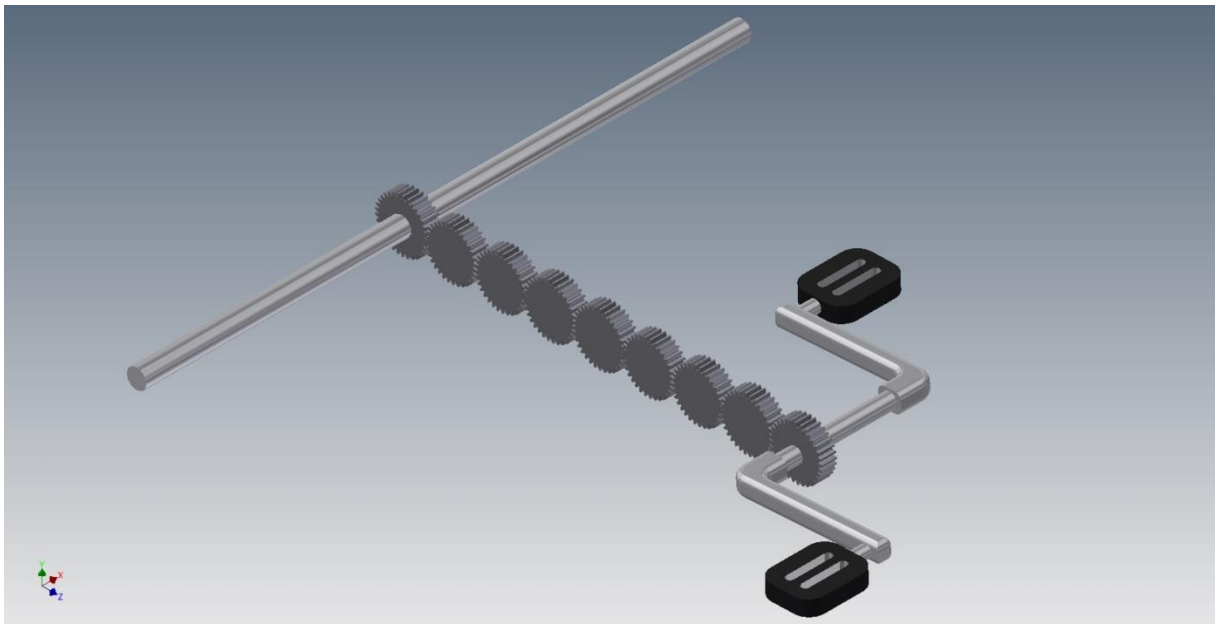
Εικόνα 2.25 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.5.1. (2)

Λύση Η.5.2:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού οδοντωτών τροχών σε σειρά, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια χειρός για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες.



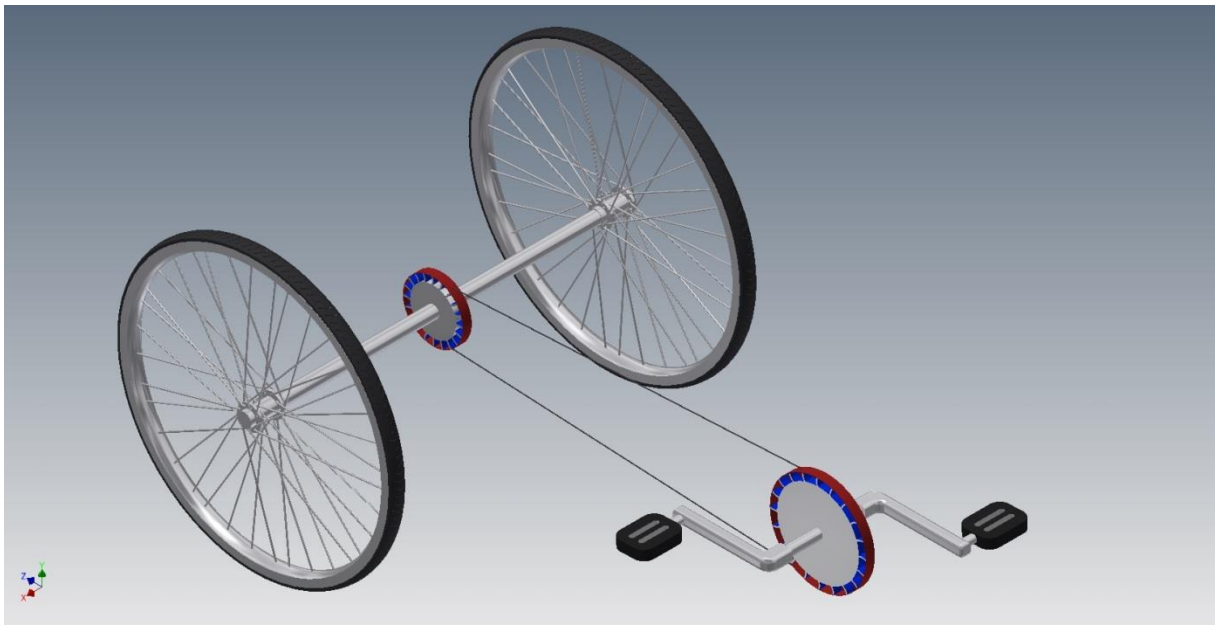
Εικόνα 2.26 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.5.2. (1)



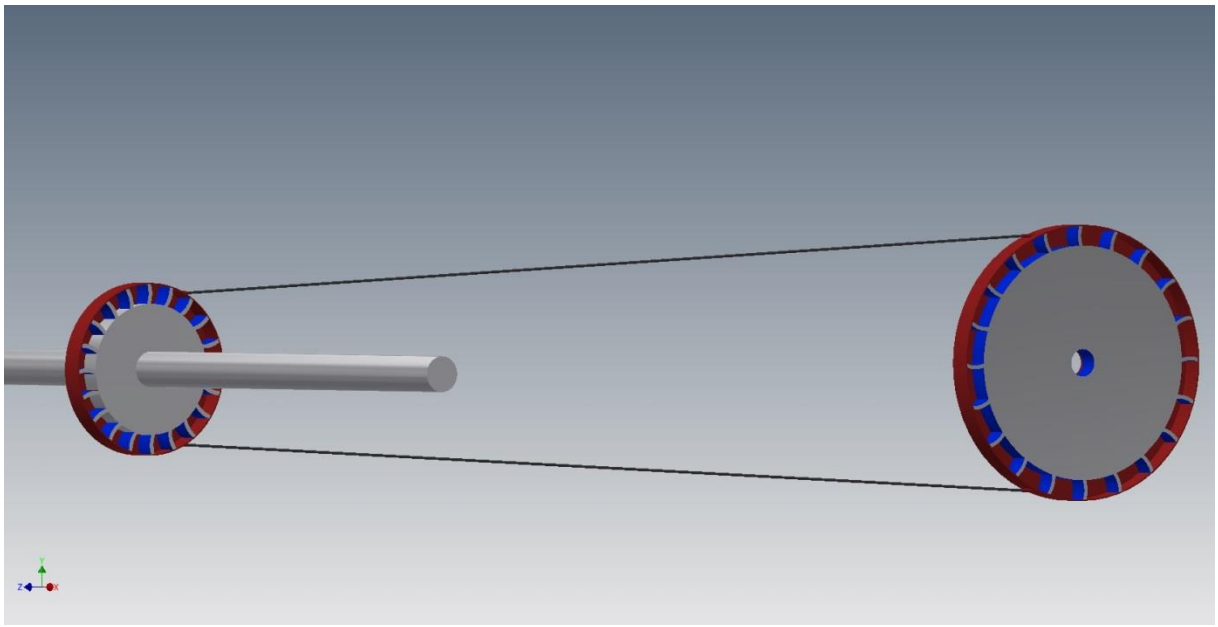
Εικόνα 2.27 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Η.5.2. (2)

Λύσεις Η.7 και Η.9:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται κυρίως με υδραυλική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός συστήματος δύο φτερωτών-σωληνώσεων, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ακτινική κίνηση). Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό με την κίνηση του πεταλιού προκαλείται ροή του υγρού ή πεπιεσμένου αέρα δίνοντας κίνηση στον πίσω άξονα.



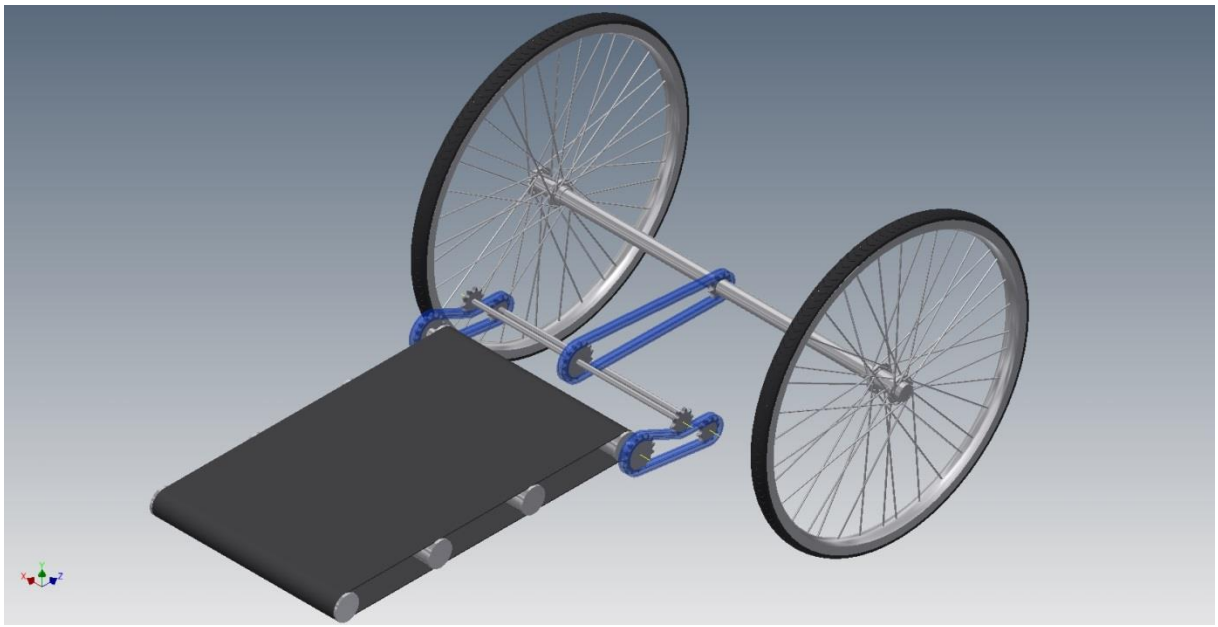
Εικόνα 2.28 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.7 και Η.9. (1)



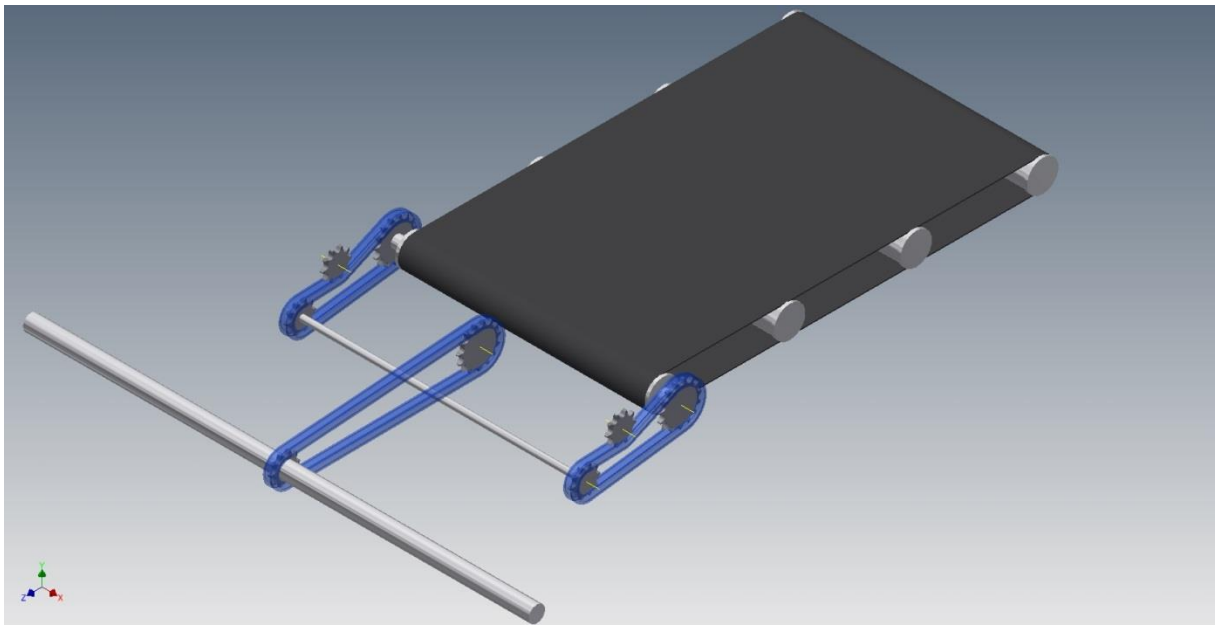
Εικόνα 2.29 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.7 και Η.9. (2)

Λύση Ι.1:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού κυλίνδρων-διαδρόμου, το οποίο συνδέεται με δεύτερο σύστημα αλυσίδων-γραναζιών και τις πίσω ρόδες, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, αξονική κίνηση). Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό έχει ως βάση την λειτουργία ενός διαδρόμου γυμναστικής.



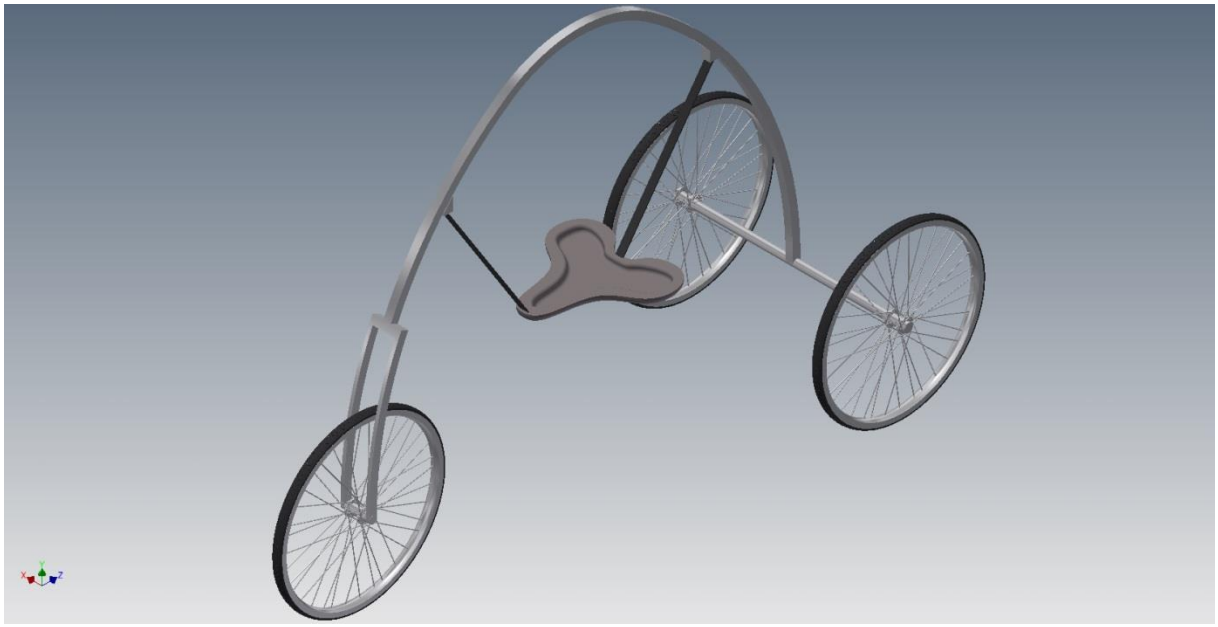
Εικόνα 2.30 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.1. (1)



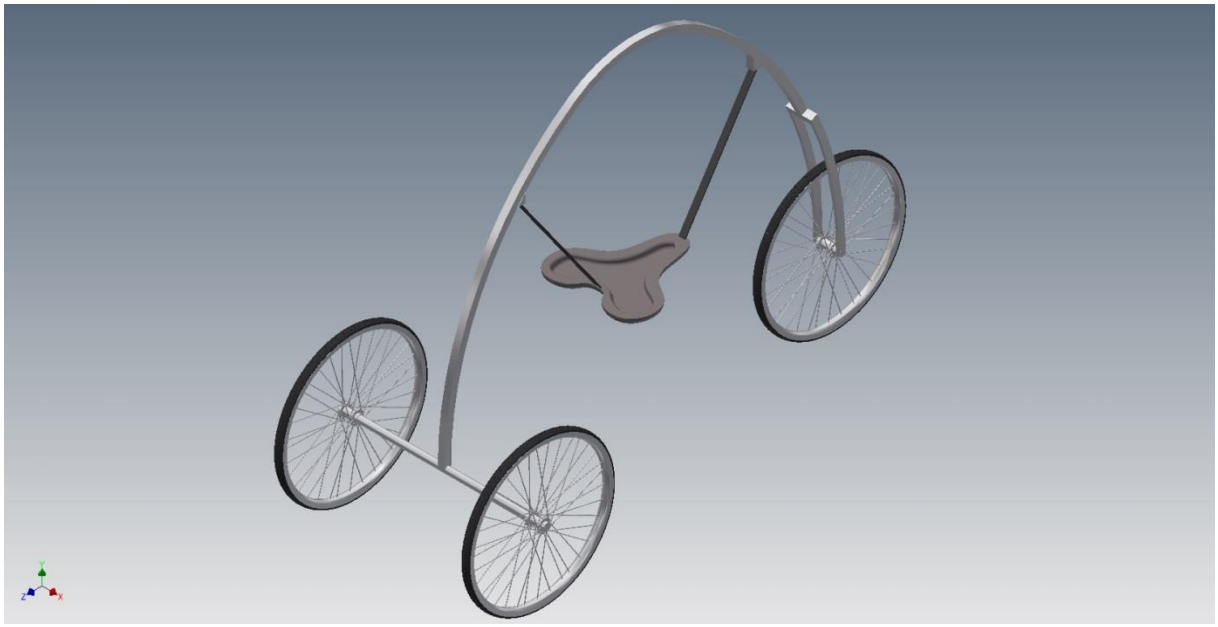
Εικόνα 2.31 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.1. (2)

Λύση Ι.6:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω του οδοστρώματος, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, αξονική κίνηση). Πιο συγκεκριμένα, ο αναβάτης «αιωρείται» μέσω της σέλας, η οποία συνδέεται μέσω των ζωνών με τον άξονα, δίνοντας έτσι κίνηση με τα πόδια.



Εικόνα 2.32 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.6. (1)



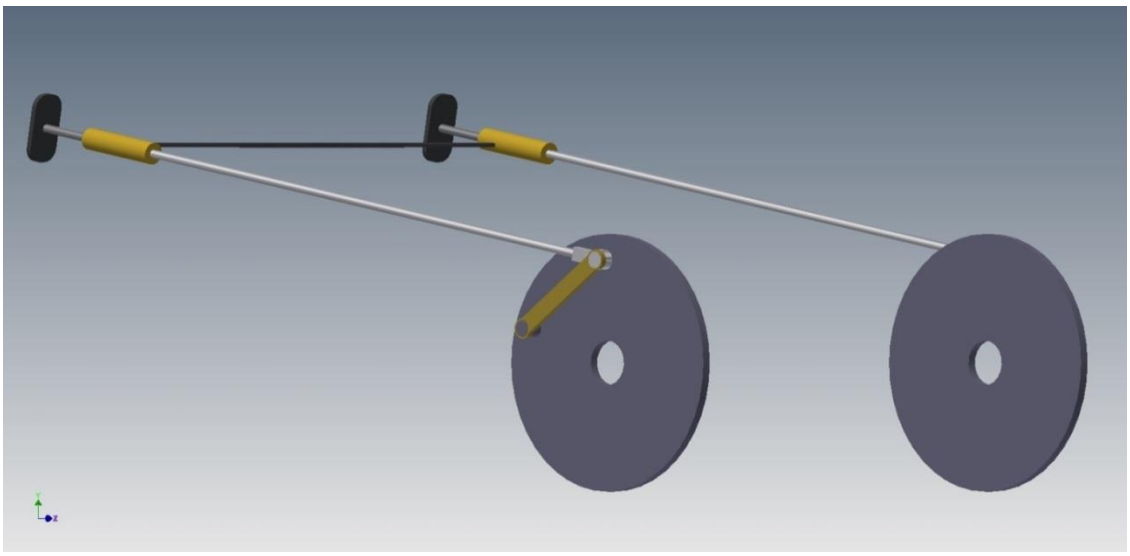
Εικόνα 2.33 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.6. (2)

Λύσεις Κ.8 και Κ.10:

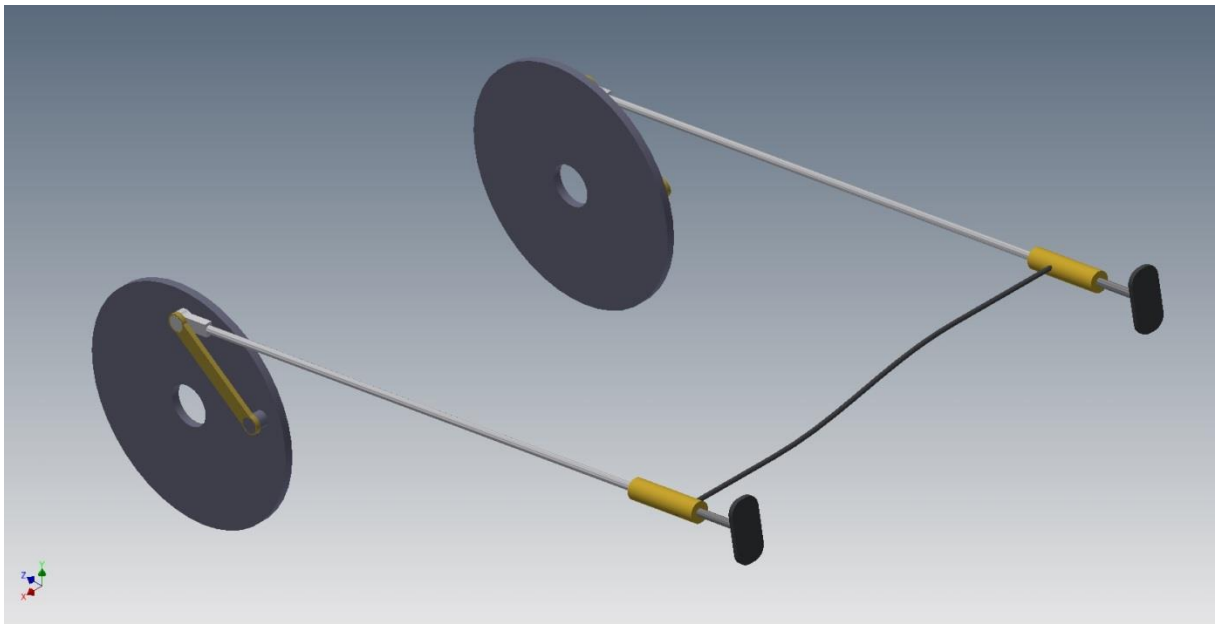
Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός κλειστού συστήματος δύο εμβόλων, το οποίο συνδέεται του δύο δίσκους και τις μπροστινές ρόδες, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (παλινδρομική, αξονική κίνηση). Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό με την κάθε παλινδρομική κίνηση του ενός εμβόλου, ο συνδεδεμένος δίσκος διαγράφει μερική ακτινική κίνηση (δίνοντας κίνηση στον άξονα), μέχρι ενός προκαθορισμένου σημείου, όπου ο δίσκος επαναφέρεται, μέσω συνδεδεμένης καστάνιας και λόγω της υποπίεσης που ασκείται.



Εικόνα 2.34 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Κ.8 και Κ.10. (1)



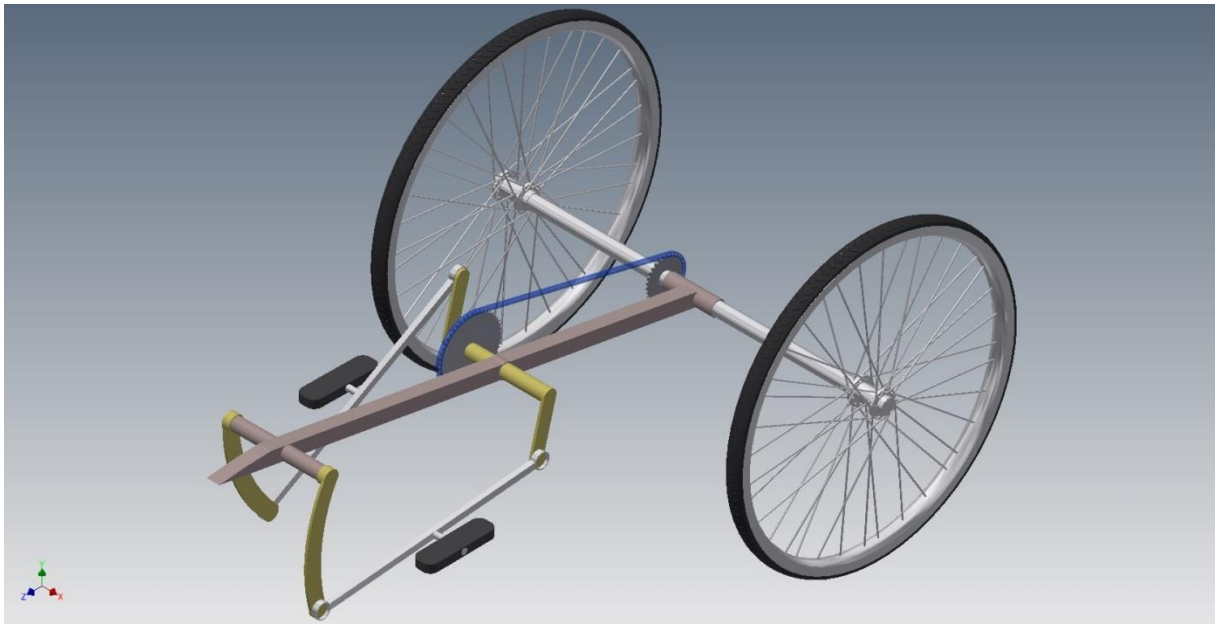
Εικόνα 2.35 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Κ.8 και Κ.10. (2)



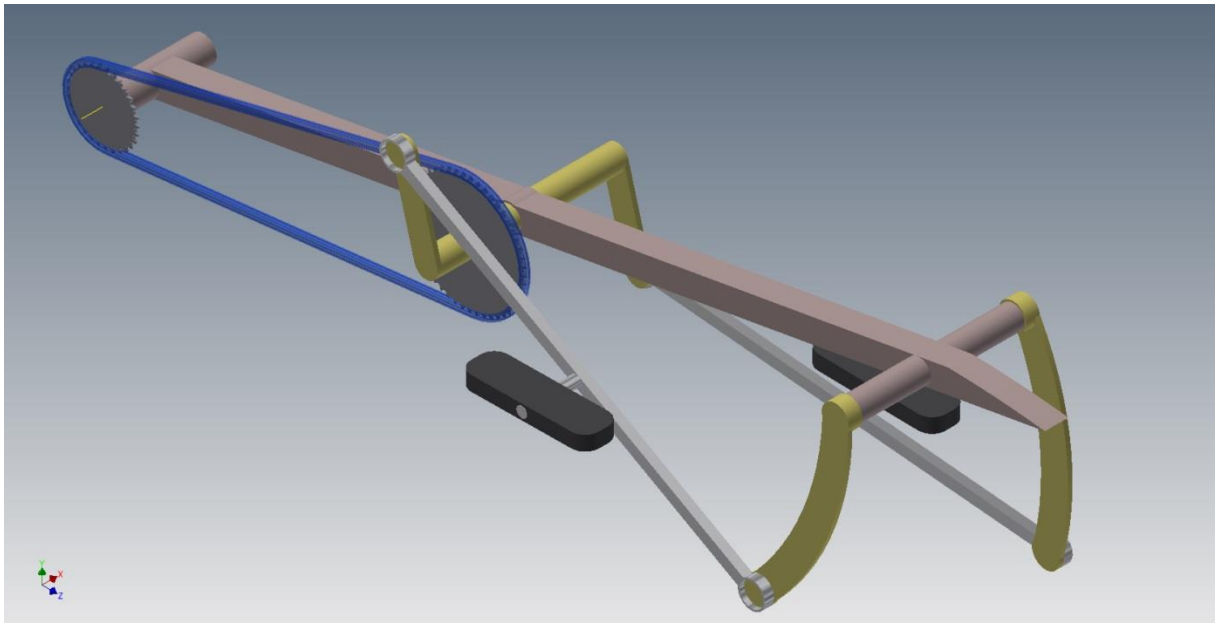
Εικόνα .36 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Κ.8 και Κ.10. (3)

Λύση Λ.3:

Πρόκειται για λύση όπου η μετάδοση κίνησης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού γραναζιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (συνεχόμενη, ελλειπτική κίνηση). Ο μηχανισμός αυτός αρχικά συνδέεται με τα πετάλια για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στις πίσω ρόδες.



Εικόνα 2.37 Περιγραφή μηχανισμού της λύση Λ.3. (1)



Εικόνα 2.38 Περιγραφή μηχανισμού της λύση Λ.3. (2)

2.4.2 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης

Στον παρακάτω **Πίνακα 2.9** παρατίθενται οι λύσεις που προήλθαν από την μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης. Επίσης, εμφανίζονται και οι λύσεις από την διαδικασία του Brainstorming, με έντονα μαύρα γράμματα.

Πίνακας 2.9 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης

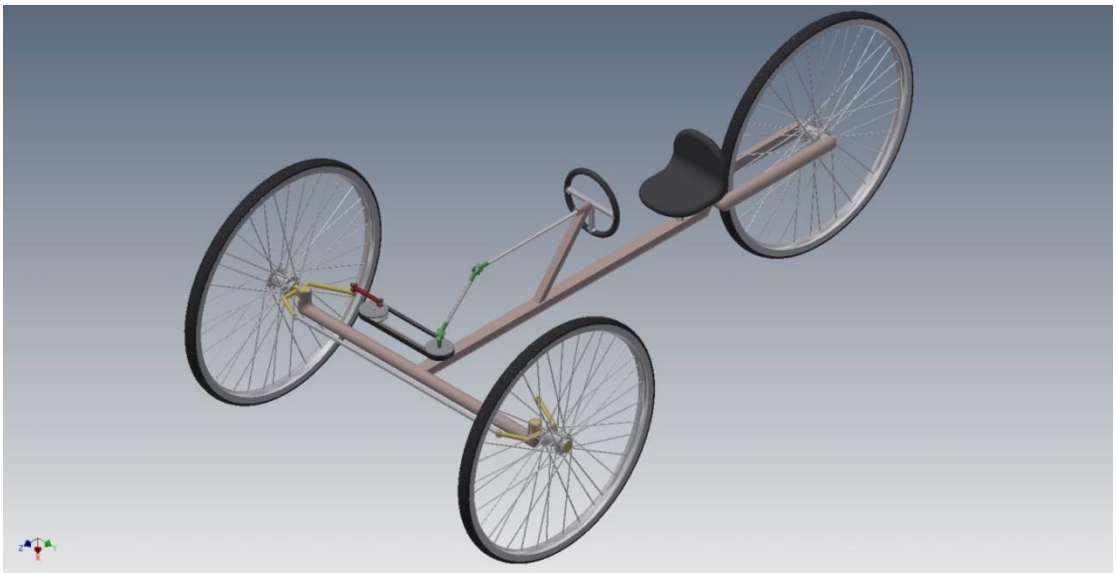
Είδος ενέργειας			Μηχανική					Υδραυλική	Πνευματική	Ηλεκτρική	
Μηχανισμός ενίσχυσης μετάδοσης ενέργειας στο σύστημα διεύθυνσης			Ιμάντας-Τροχαλία	Γρανάζια-Οδοντωτοί Τροχοί	Άξονας	Συρματόσχοινο	Αλυσίδα	Έμβολο	Έμβολο	Γυροσκόπιο	Μοτέρ
Εφαρμογή δύναμης με	**Κίνηση εφαρμοζόμενης δύναμης**		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Χέρια	Ακτινική	Α	Α.1	Α.2	Α.3(**1,2**)		Α.5				
	Αξονική	Β				**Β.4**					
	Ελλειπτική	Γ				Γ.4					**Γ.9**
Πόδια	Ακτινική	Δ									
	Αξονική	Ε	Ε.1	Ε.2	**Ε.3**		Ε.5				
	Ελλειπτική	Ζ									
Σώμα	Ακτινική	Η						Η.6	Η.7		
	Αξονική	Θ									
	Ελλειπτική	Ι		Ι.2						Ι.8	

Λύσεις μήτρας ταξινόμησης για το σύστημα διεύθυνσης

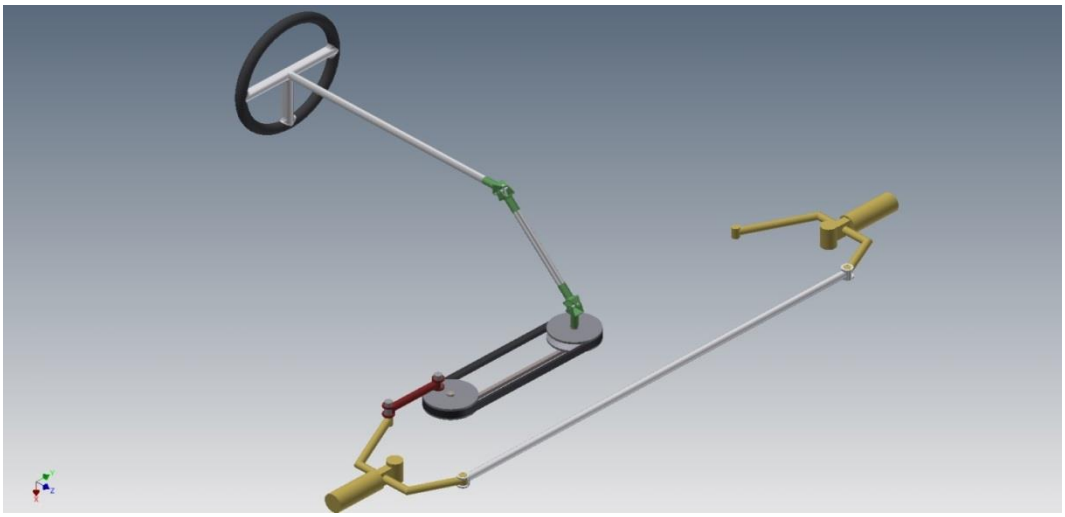
Παρακάτω περιγράφονται οι παραπάνω λύσεις που προέκυψαν από τον Πίνακα 2. με την βοήθεια του συστήματος CAD, και πιο συγκεκριμένα το Inventor της Autodesk. Οι λύσεις αυτές σχεδιαστήκαν έτσι ώστε, να παρουσιάσουμε μία γενική εικόνα για το πώς θα μπορούσανε στην πραγματικότητα να εφαρμοστούν, παραβλέποντας βασικές και δευτερεύουσες λειτουργίες, όπως το σύστημα μετάδοσης κίνησης, σύστημα πέδησης κλπ.

Λύση Α.1:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού ιμάντα-τροχαλία, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ακτινική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με το τιμόνι χεριού για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε δεξιά περιστροφή του τιμονιού, το ποδήλατο εκτελεί δεξιά κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αριστερή περιστροφή του τιμονιού.



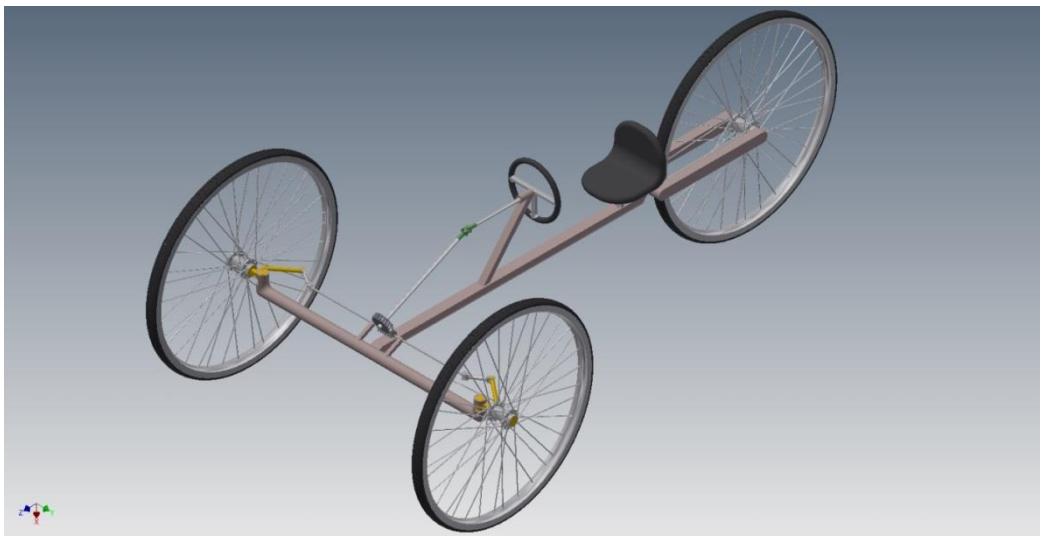
Εικόνα 2.39 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.1. (1)



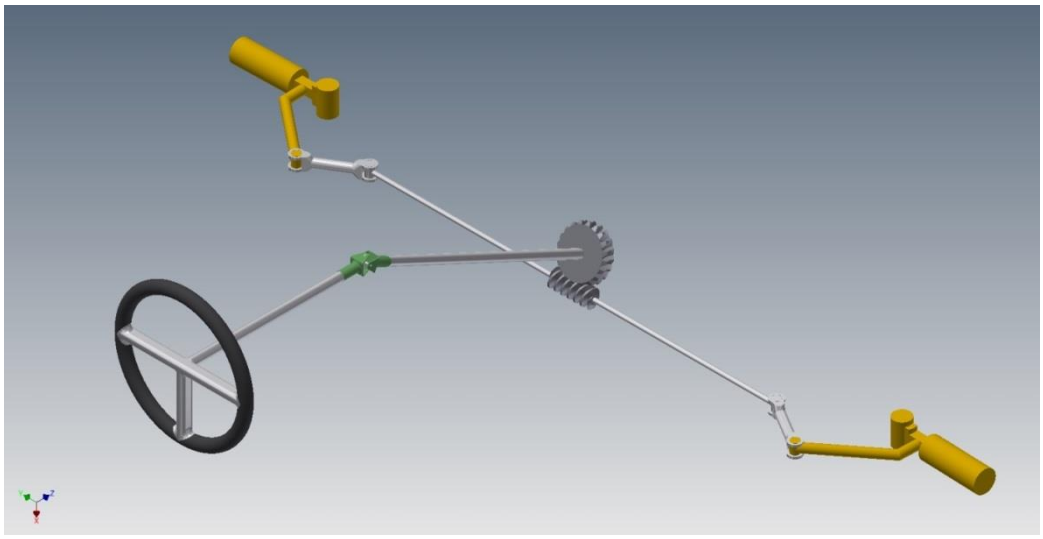
Εικόνα 2.40 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.1. (2)

Λύση Α.2.:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού ατέρμονος κοχλία-κεκλιμένου οδοντωτού τροχού, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ακτινική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με το τιμόνι για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε δεξιά περιστροφή του τιμονιού, το ποδήλατο εκτελεί δεξιά κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αριστερή κίνηση του τιμονιού.



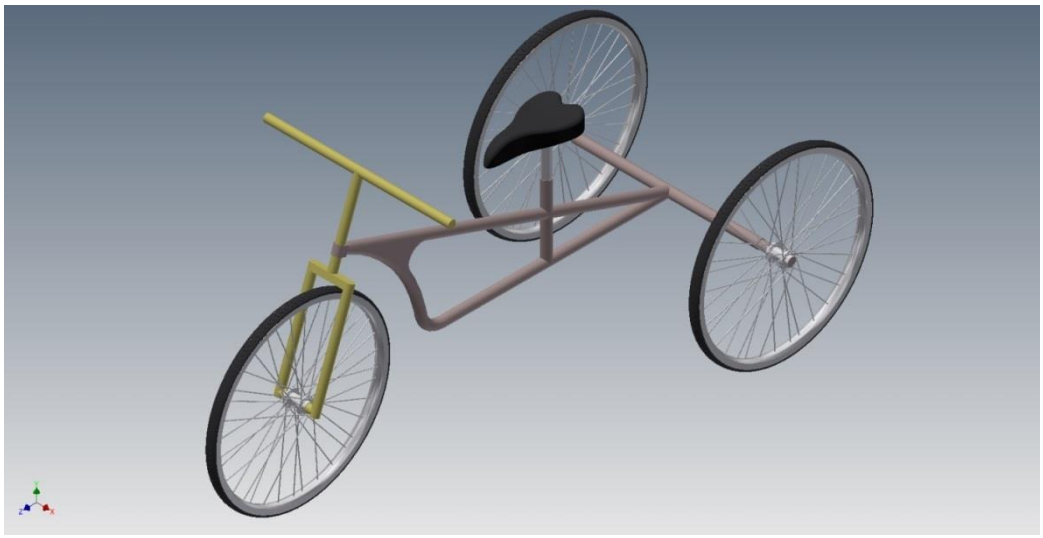
Εικόνα 2.41 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.2. (1)



Εικόνα 2.42 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.2. (2)

Λύση Α.3.1:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού δύο αξόνων, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ακτινική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με το τιμόνι για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε άξονα, ο οποίος συνδέεται με την ρόδα. Με κάθε δεξιά περιστροφή του τιμονιού, το ποδήλατο εκτελεί δεξιά κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αριστερή κίνηση του τιμονιού.



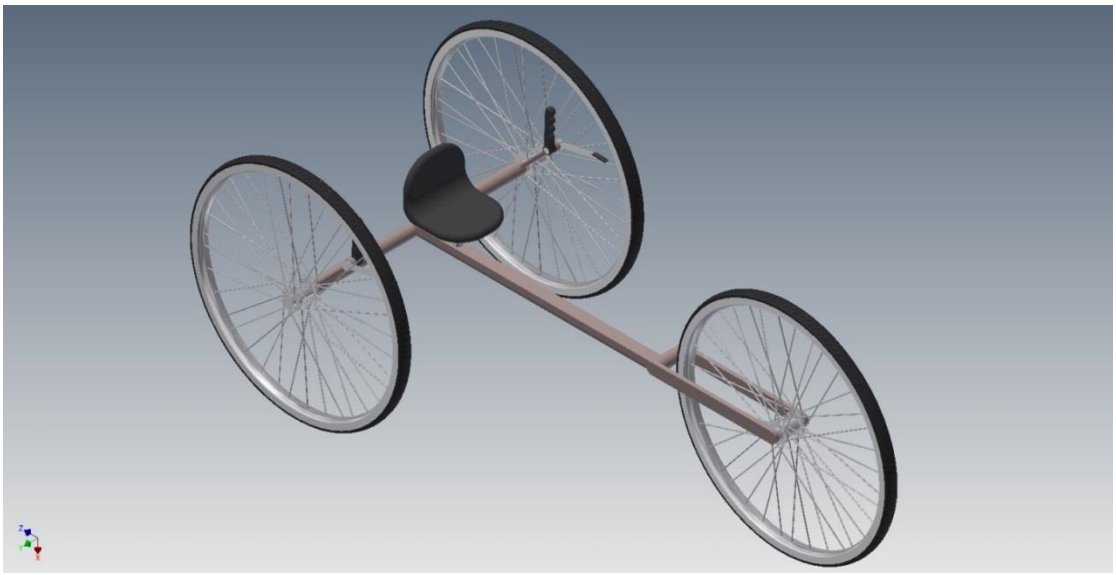
Εικόνα 2.43 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3.1. (1)



Εικόνα 2.44 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3.1. (2)

Λύση Α.3.2:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού δύο μοχλών, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ακτινική κίνηση). Οι συγκεκριμένοι μοχλοί έχουν ενσωματωμένα τακάκια, τα οποία έρχονται σε επαφή με τις πλάγιες επιφάνειες των ροδών προκαλώντας τριβή μεταξύ τους. Με κάθε ανύψωση του αριστερού μοχλού το ποδήλατο κάνει κίνηση προς αριστερά, λόγω διαφοράς τα γωνιακής ταχύτητας μεταξύ των δύο τροχών. Αντίθετη κίνηση πραγματοποιεί σε ανύψωση του δεξιού μοχλού.



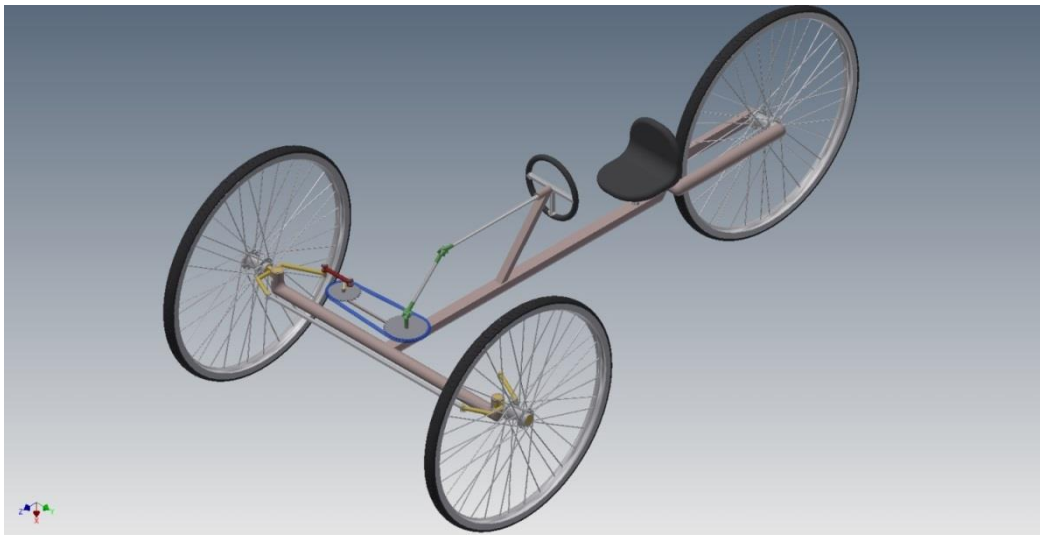
Εικόνα 2.45 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3.2. (1)



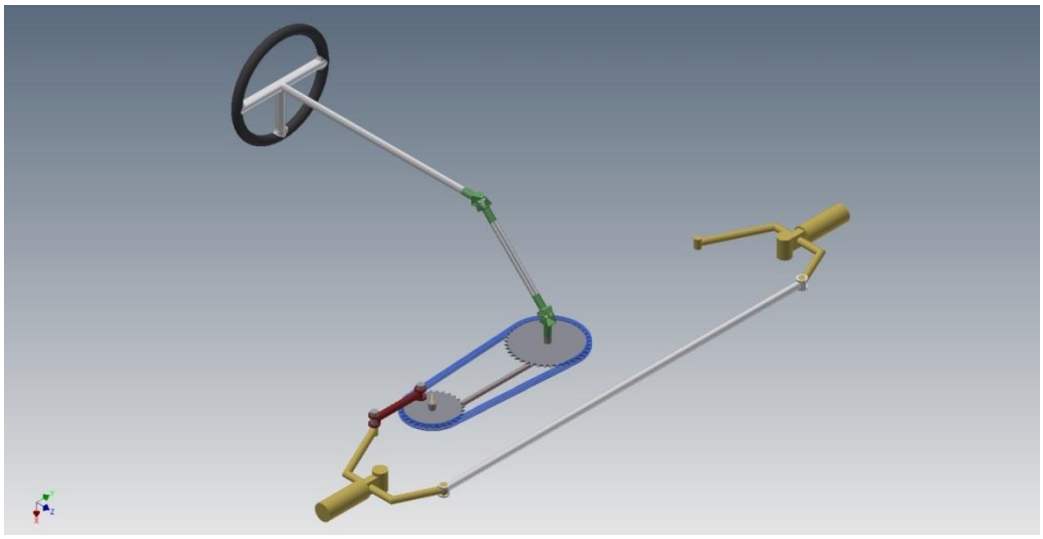
Εικόνα 2.46 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.3.2. (2)

Λύση Α.5:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού γραναζιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ακτινική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με τιμόνι για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε δεξιά περιστροφή του τιμονιού, το ποδήλατο εκτελεί δεξιά κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αριστερή κίνηση του τιμονιού.



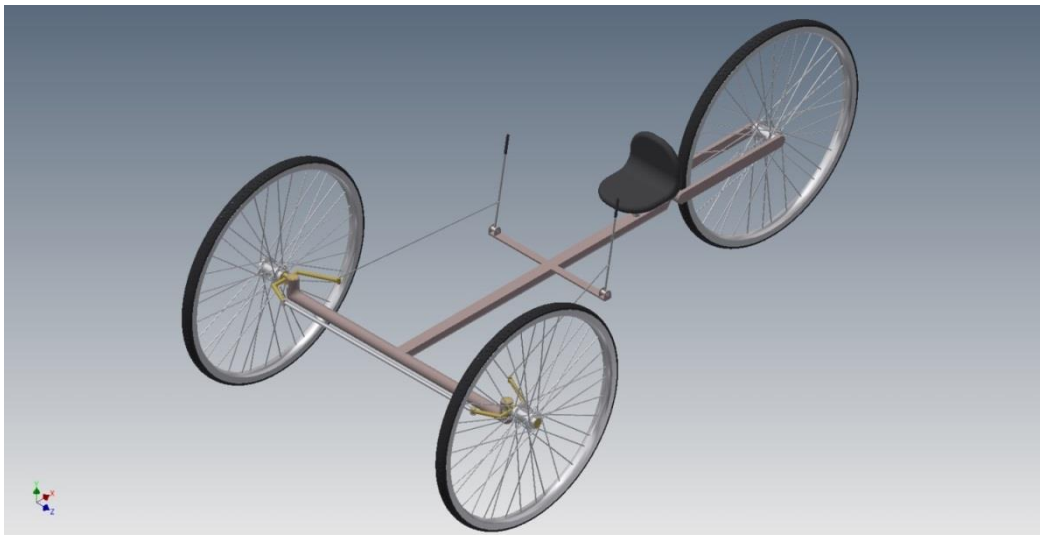
Εικόνα 2.47 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5. (1)



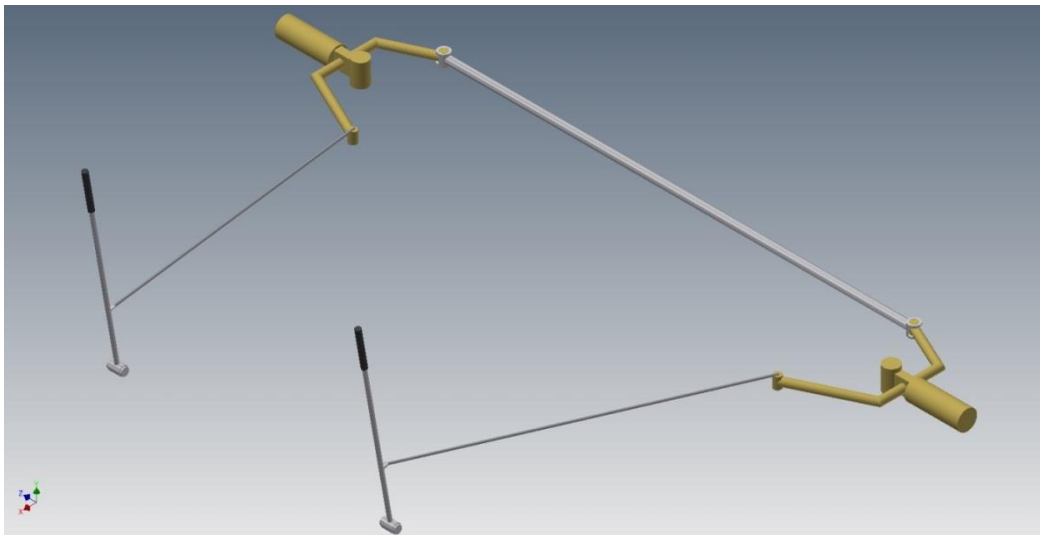
Εικόνα 2.48 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Α.5. (2)

Λύση Β.4:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού μοχλών-συρματόσχοινων, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (αξονική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με τους μοχλούς για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια, μέσω συρματόσχοινων, σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε τράβηγμα του δεξιού μοχλού το ποδήλατο κάνει κίνηση προς δεξιά. Αντίθετη κίνηση πραγματοποιεί σε αντίστοιχο τράβηγμα του αριστερού μοχλού.



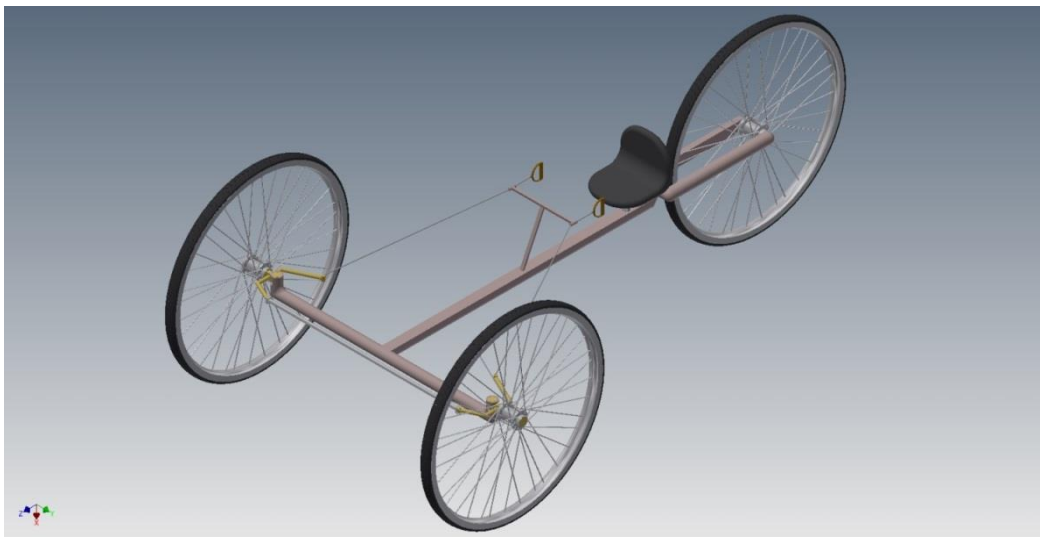
Εικόνα 2.49 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Β.4. (1)



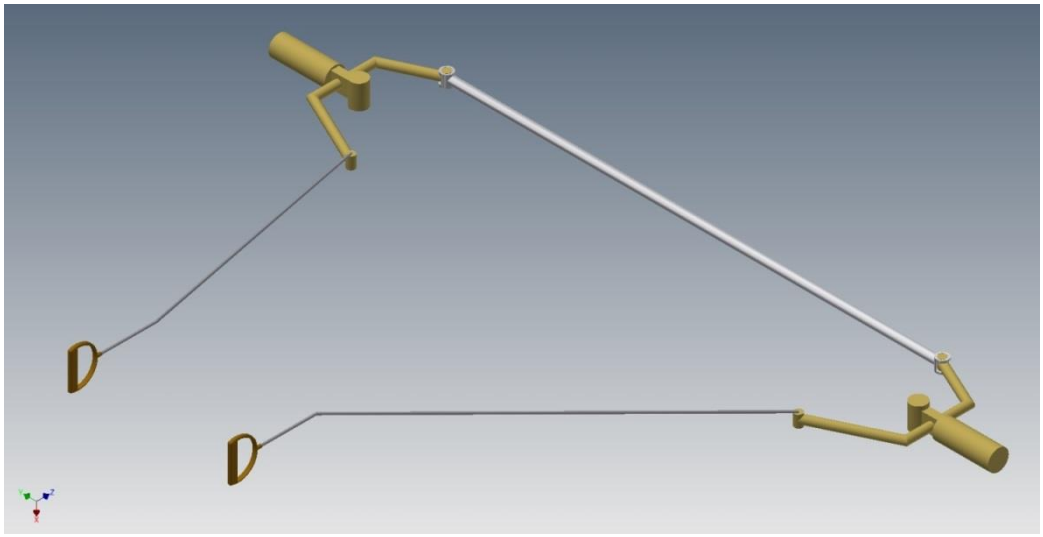
Εικόνα 2.50 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Β.4. (2)

Λύση Γ.4:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού λαβών-συρματόσχοινων, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ελλειπτική-σύνθετη κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με τις λαβές για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια, μέσω συρματόσχοινων, σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε τράβηγμα της δεξιάς λαβής το ποδήλατο κάνει κίνηση προς δεξιά. Αντίθετη κίνηση πραγματοποιεί σε αντίστοιχο τράβηγμα αριστερής λαβής.



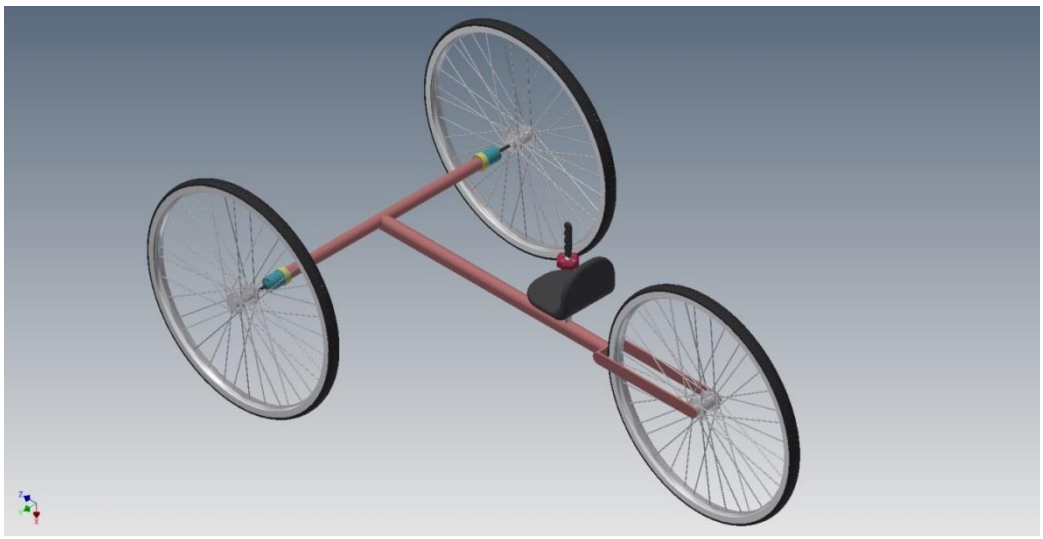
Εικόνα 2.51 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Γ.4. (1)



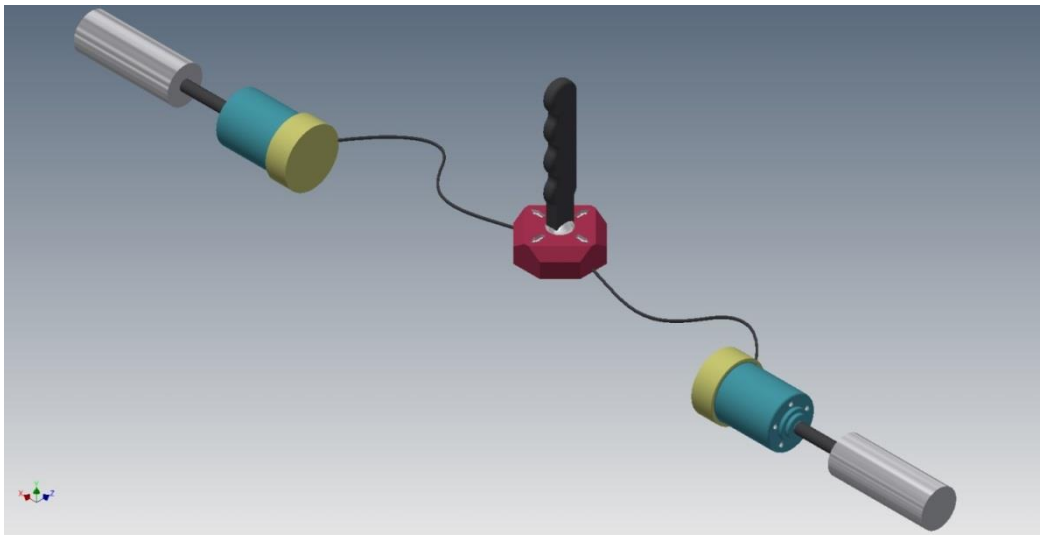
Εικόνα 2.52 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Γ.4. (2)

Λύση Γ.9:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται κυρίως με ηλεκτρική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού joystick-μοτέρ, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα χέρια (ελλειπτική-σύνθετη κίνηση). Το σύστημα αυτό, μέσω του joystick, μεταφέρει την ενέργεια μέσω καλωδίων σε δύο μοτέρ, τα οποία συνδέονται με τις ρόδες. Με κάθε κίνηση του joystick προς τα δεξιά, το ποδήλατο εκτελεί δεξιά κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στα αριστερά.



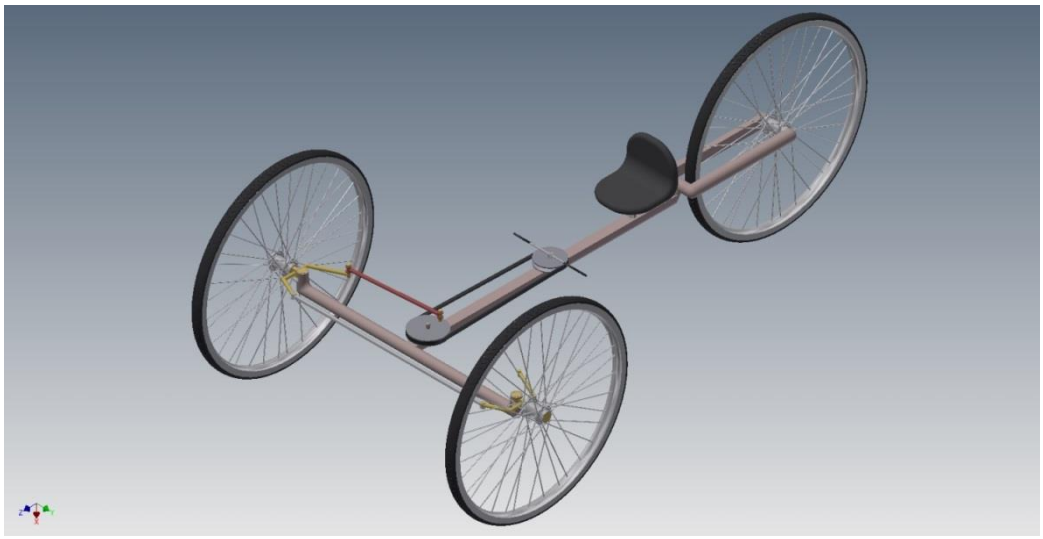
Εικόνα 2.53 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Γ.9. (1)



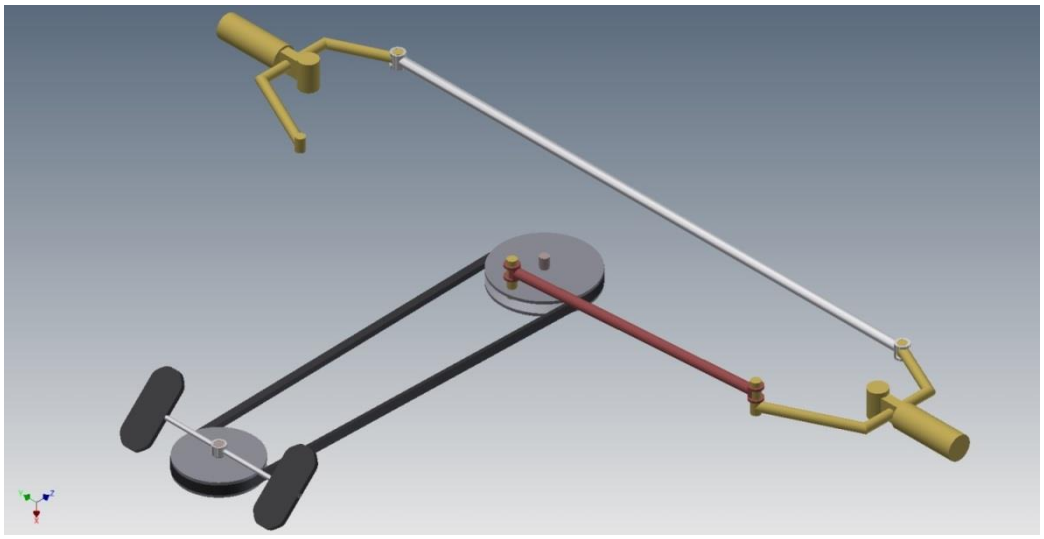
Εικόνα 2.54 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Γ.9. (2)

Λύση Ε.1:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού ιμάντα-τροχαλία, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (αξόνικη κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με δύο πετάλια για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε σπρώξιμο του δεξιού πεταλιού, το ποδήλατο εκτελεί αριστερή κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στο αριστερό πετάλι.



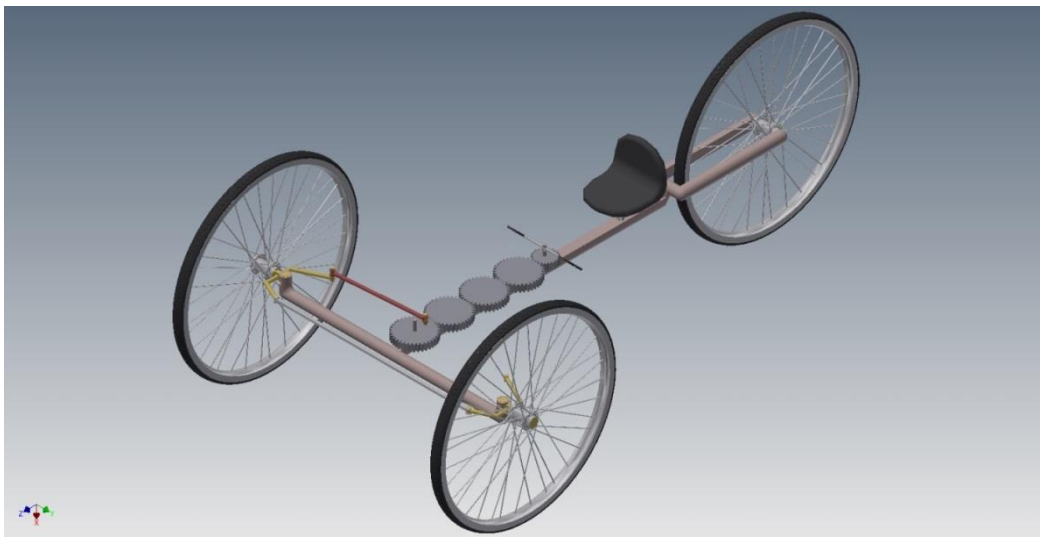
Εικόνα 2.55 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.1. (1)



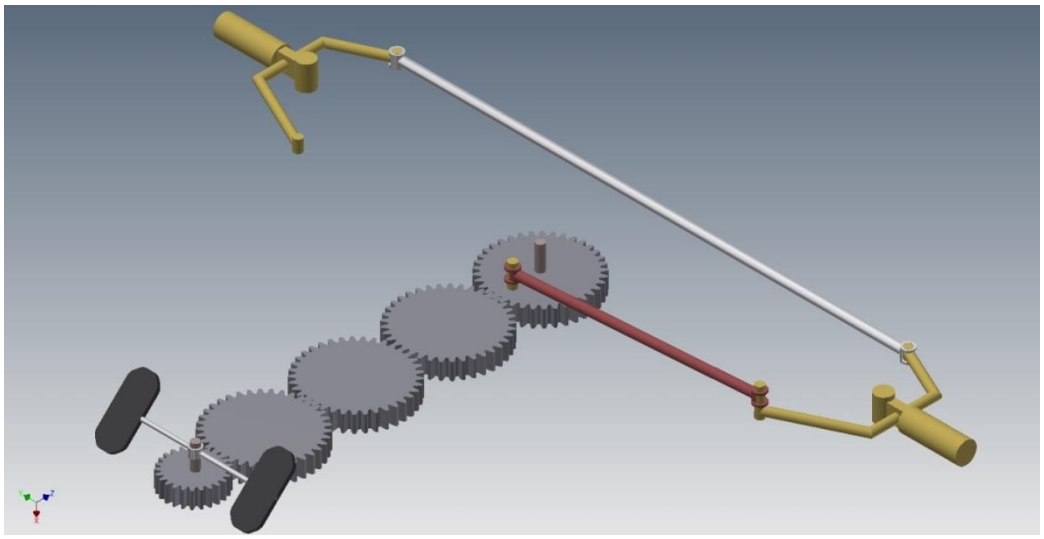
Εικόνα 2.56 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.1. (2)

Λύση Ε.2:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού οδοντωτών τροχών σε σειρά, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (αξόνικη κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με δύο πετάλια για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε περιστροφή του τιμονιού προς τα αριστερά το ποδήλατο κάνει κίνηση προς δεξιά. Αντίθετη κίνηση πραγματοποιεί σε αντίστοιχη περιστροφή προς τα αριστερά.



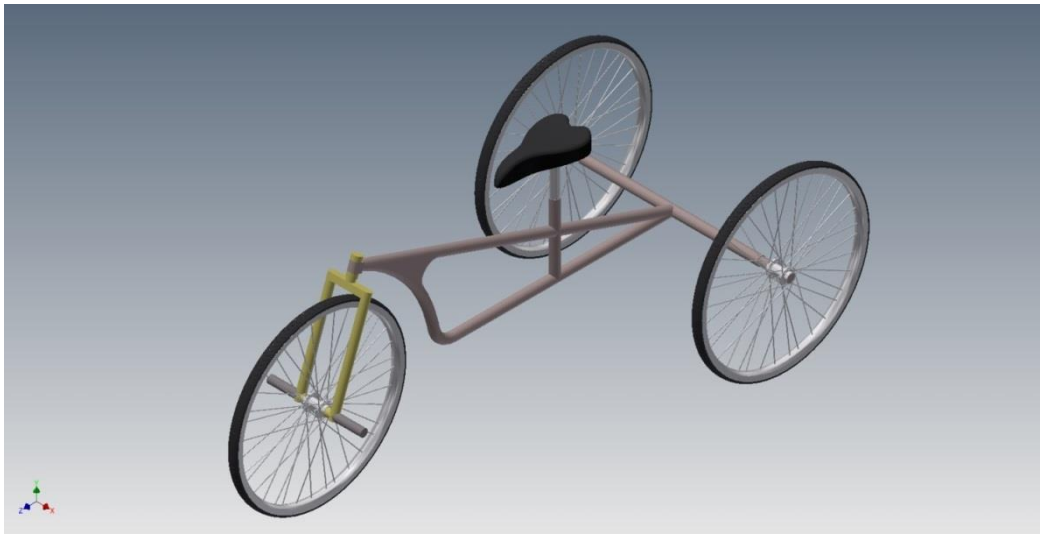
Εικόνα 2.57 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.2. (1)



Εικόνα 2.58 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.2. (2)

Λύση Ε.3:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού δύο αξόνων-βατήρων, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (αξόνικη κίνηση). Το σύστημα αυτό συνδέεται άμεσα με την ρόδα μέσω των βατήρων. Με κάθε σπρώξιμο του δεξιού βατήρα το ποδήλατο κάνει κίνηση προς αριστερά. Αντίθετη κίνηση πραγματοποιεί σε αντίστοιχη κίνηση στον αριστερό βατήρα.



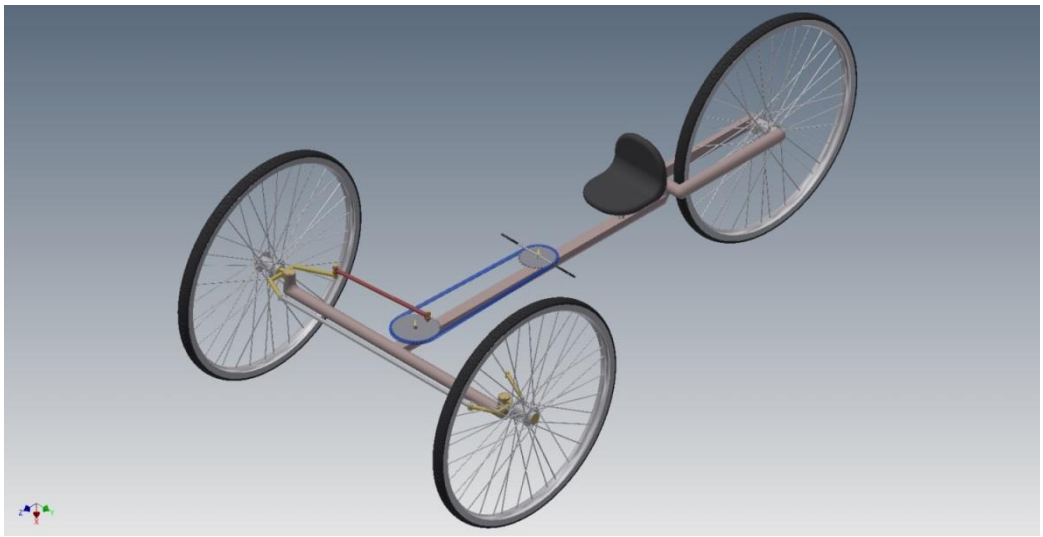
Εικόνα 2.59 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.3. (1)



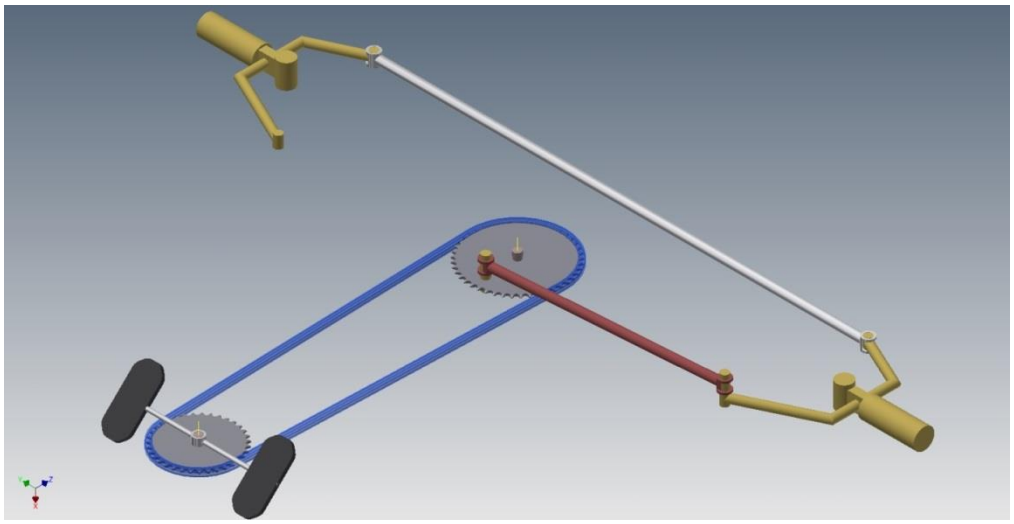
Εικόνα 2.60 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.3. (2)

Λύση Ε.5:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού γραναζιών-αλυσίδας, με εφαρμοζόμενη δύναμη τα πόδια (αξονική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με δύο πετάλια για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε σπρώξιμο του δεξιού πεταλιού, το ποδήλατο εκτελεί αριστερή κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στο αριστερό πετάλι.



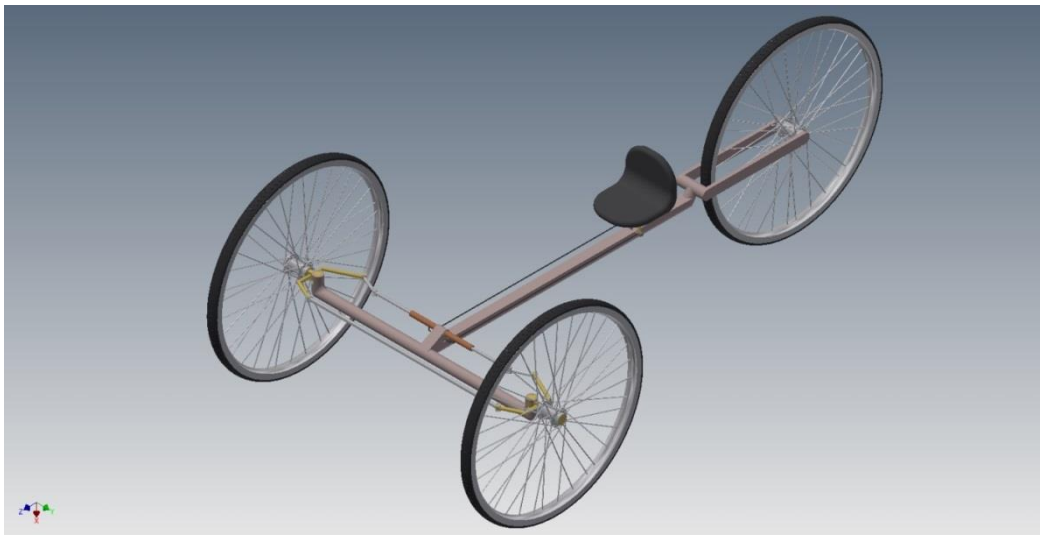
Εικόνα 2.61 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.5. (1)



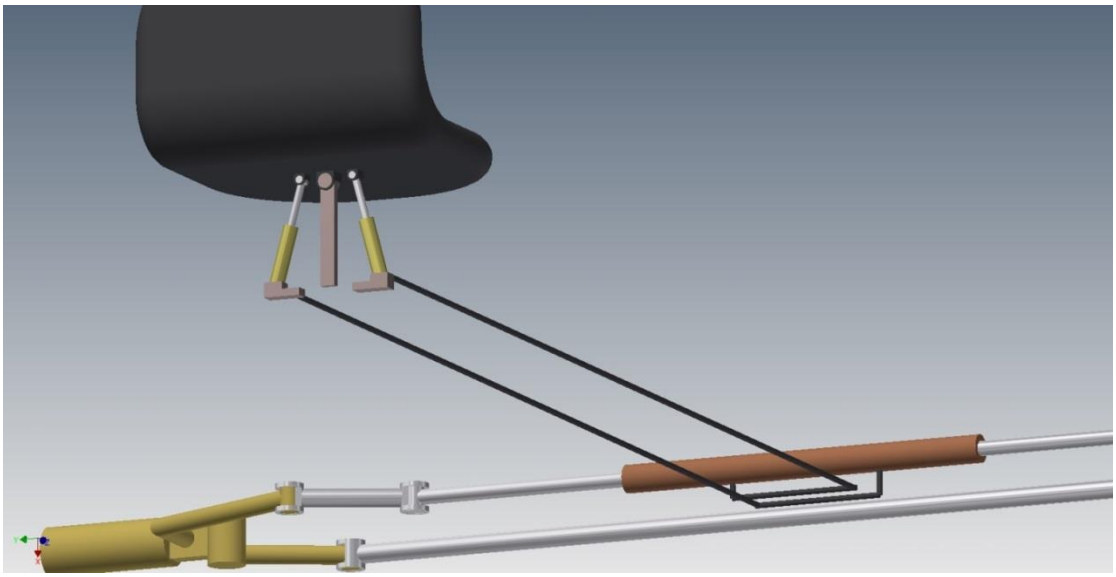
Εικόνα 2.62 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ε.5. (2)

Λύση Η.6 και Η.7:

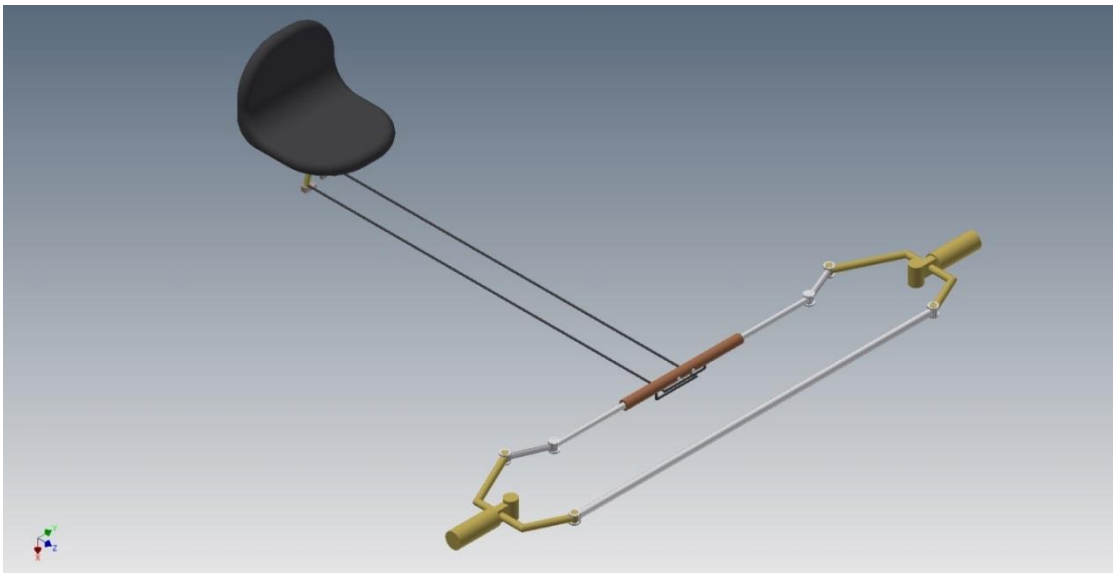
Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται κυρίως με υδραυλική ή πνευματική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού τεσσάρων εμβόλων, με εφαρμοζόμενη δύναμη το βάρος του σώματος (ακτινική κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με το κάθισμα του αναβάτη προσαρμοζόμενο πάνω σε δύο έμβολα, το οποίο μπορεί να κάνει ακτινική κίνηση πιέζοντας το δεξί έμβολο ή το αριστερό. Τα δύο αυτά έμβολα συνδέονται με άλλα δυο οριζόντια (αριστερό κάθετο με δεξί οριζόντιο και αντίστοιχα), μέσω μικρών σωληνώσεων. Με κάθε αριστερή κίνηση του σώματος, το ποδήλατο εκτελεί αριστερή κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στα δεξιά.



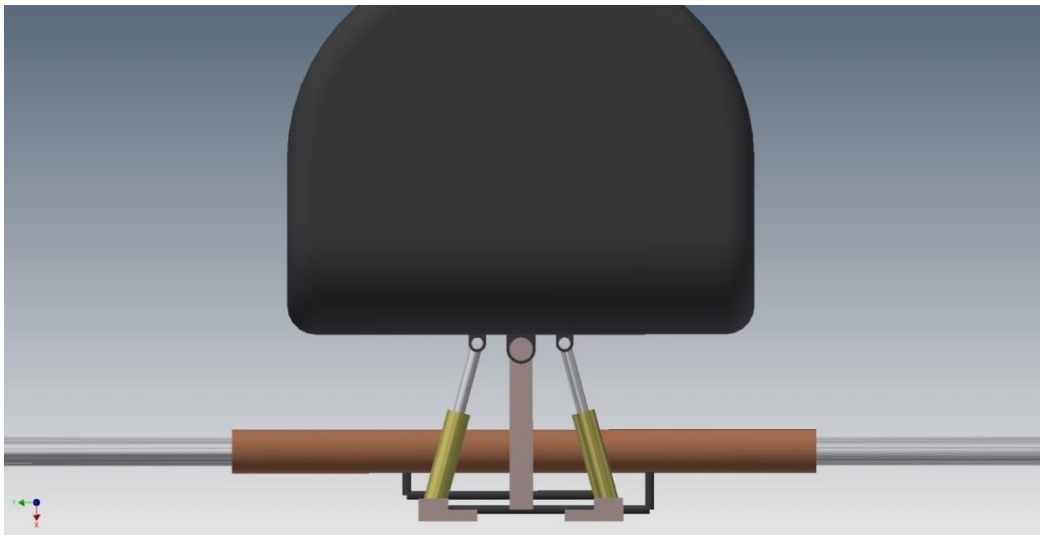
Εικόνα 2.63 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.6 και Η.7. (1)



Εικόνα 2.64 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.6 και Η.7. (2)



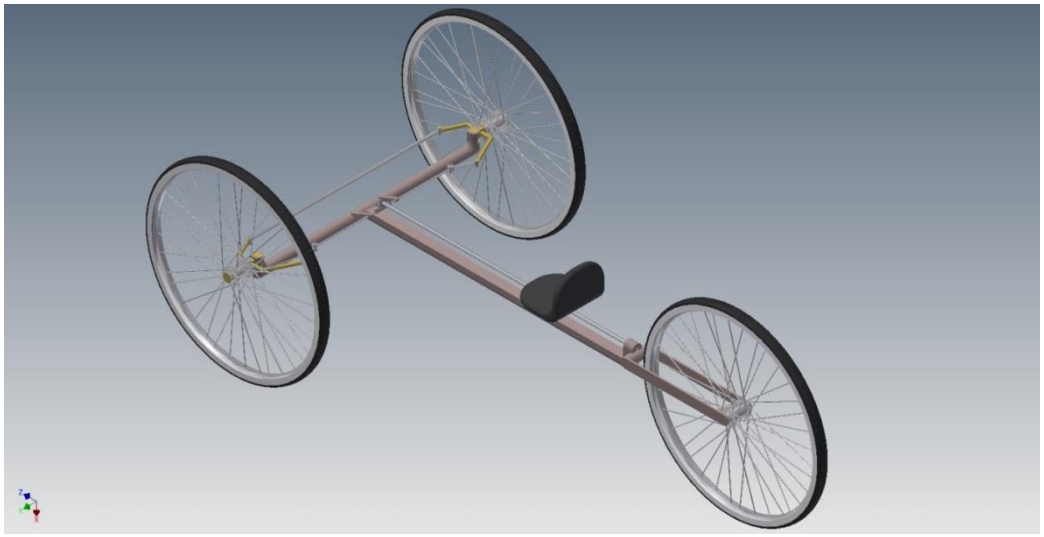
Εικόνα 2.65 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.6 και Η.7. (3)



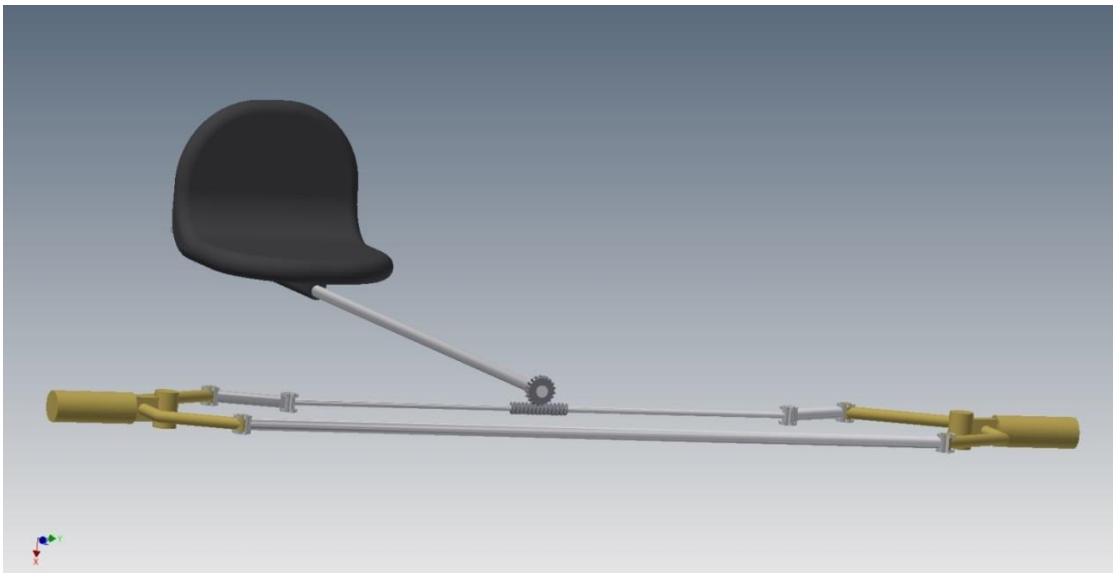
Εικόνα 2.66 Περιγραφή μηχανισμού των λύσεων Η.6 και Η.7. (4)

Λύση Ι.2:

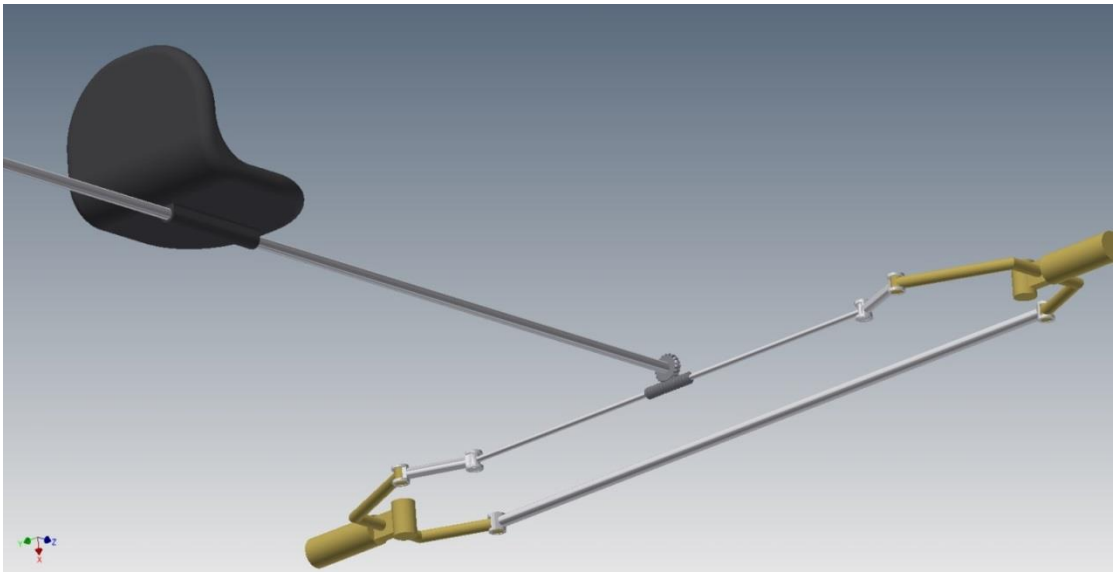
Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται με μηχανική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα μέσω ενός μηχανισμού ατέρμονος κοχλία-κεκλιμένου οδοντωτού τροχού, με εφαρμοζόμενη δύναμη το σώμα (ελλειπτική-σύνθετη κίνηση). Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με ένα άξονα, ο οποίος έχει προσαρμοσμένο πάνω του το κάθισμα του αναβάτη και μπορεί να εκτελέσει ακτινική κίνηση, για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια σε ένα σύστημα αξόνων, το οποίο συνδέεται με τις ρόδες. Με κάθε αριστερή κίνηση του σώματος, το ποδήλατο εκτελεί αριστερή κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στα δεξιά.



Εικόνα 2.67 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.2. (1)



Εικόνα 2.68 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.2. (2)

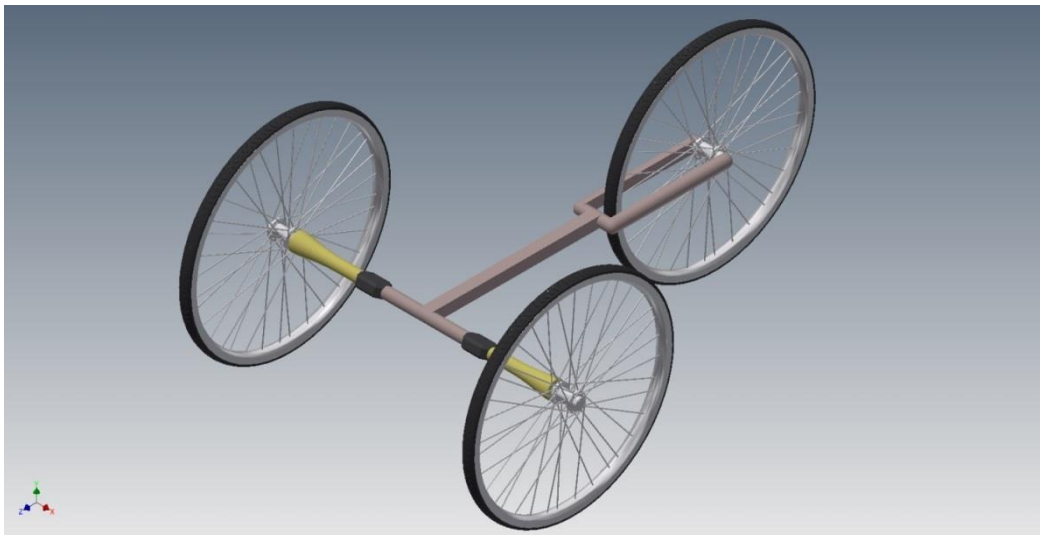


Εικόνα 2.69 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.2. (3)

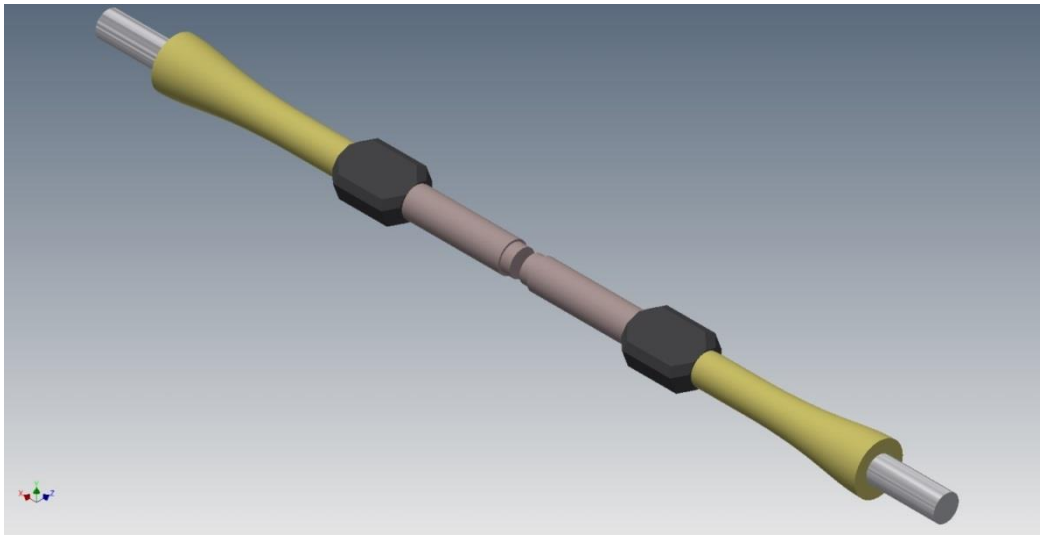
Λύση Ι.8:

Πρόκειται για λύση όπου η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται κυρίως με ηλεκτρική ενέργεια, πιο συγκεκριμένα κυρίως μέσω ενός μηχανισμού γυροσκοπίου, με εφαρμοζόμενη δύναμη το σώμα (ελλειπτική-σύνθετη κίνηση).. Το σύστημα αυτό αρχικά συνδέεται με δύο βάσεις ποδιών, που μπορούν να εκτελέσουν ακτινική κίνηση, για να μεταφέρει τελικά την ενέργεια στα δύο μοτέρ, τα οποία είναι τοποθετημένα στις ρόδες. Με κάθε δεξιά κίνηση του

σώματος και πάτημα της δεξιά βάσης (προς τα κάτω), το ποδήλατο εκτελεί αριστερή κίνηση. Αντίθετη κίνηση εκτελείται με αντίστοιχη κίνηση στα αριστερά.



Εικόνα 2.70 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.8. (1)



Εικόνα 2.71 Περιγραφή μηχανισμού της λύσης Ι.8. (2)

2.4.3 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη

Στον παρακάτω **Πίνακα 2.10** παρατίθενται οι λύσεις που προήλθαν από την μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη. Επίσης, εμφανίζονται και οι λύσεις από την διαδικασία του Brainstorming, με έντονα μαύρα γράμματα.

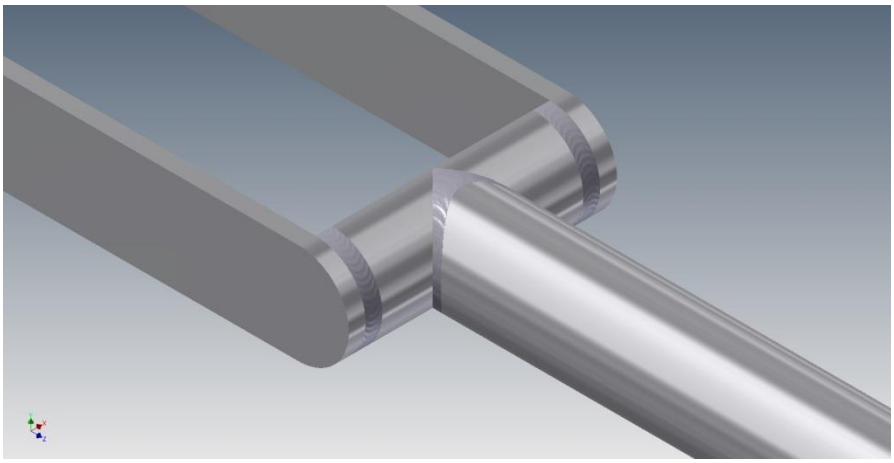
Πίνακας 2.10 Μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη

Θέση Αναβάτη			Ανάσκελα				Μπρούμυτα				Καθήμενος				Όρθιος			
Διάταξη Τροχών			1-2	2-1	1-1-1 σε σειρά	1-1-1 στο πλάι	1-2	2-1	1-1-1 σε σειρά	1-1-1 στο πλάι	1-2	2-1	1-1-1 σε σειρά	1-1-1 στο πλάι	1-2	2-1	1-1-1 σε σειρά	1-1-1 στο πλάι
Υλικό Κατασκευής Σκελετού	**Είδος Συγκόλλησης/ Σύνδεσης**		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Κράματα Αλουμινίου	TIG	Α	Α.1	Α.2		Α.4	Α.5	Α.6		Α.8	**Α.9**	**Α.10**		**Α.12**	Α.13	Α.14		
	MIG-MAG	Β	Β.1	Β.2		Β.4	Β.5	Β.6		Β.8	**Β.9**	**Β.10**		**Β.12**	Β.13	Β.14		
Χάλυβας	TIG	Γ	Δ.1	Δ.2		Δ.4	Δ.5	Δ.6		Δ.8	**Δ.9**	**Δ.10**		**Δ.12**	Δ.13	Δ.14		
	MIG-MAG	Δ	Ε.1	Ε.2		Ε.4	Ε.5	Ε.6		Ε.8	**Ε.9**	**Ε.10**		**Ε.12**	Ε.13	Ε.14		
	SMAW	Ε	Ζ.1	Ζ.2		Ζ.4	Ζ.5	Ζ.6		Ζ.8	**Ζ.9**	**Ζ.10**		**Ζ.12**	Ζ.13	Ζ.14		
Συνδυασμός Αλουμινίου και Χάλυβα	TIG	Ζ	Η.1	Η.2		Η.4	Η.5	Η.6		Η.8	**Η.9**	**Η.10**		**Η.12**	Η.13	Η.14		
	MIG-MAG	Η	Θ.1	Θ.2		Θ.4	Θ.5	Θ.6		Θ.8	**Θ.9**	**Θ.10**		**Θ.12**	Θ.13	Θ.14		
Ξύλο	Κόλλα	Θ	Ι.1	Ι.2		Ι.4	Ι.5	Ι.6		Ι.8	Ι.9	Ι.10		Ι.12	Ι.13	Ι.14		
Ανθρακονήματα	Κόλλα	Ι	Κ.1	Κ.2		Κ.4	Κ.5	Κ.6		Κ.8	**Κ.9**	**Κ.10**		**Κ.12**	Κ.13	Κ.14		
	Monocoque	Κ	Λ.1	Λ.2		Λ.4	Λ.5	Λ.6		Λ.8	**Λ.9**	**Λ.10**		**Λ.12**	Λ.13	Λ.14		

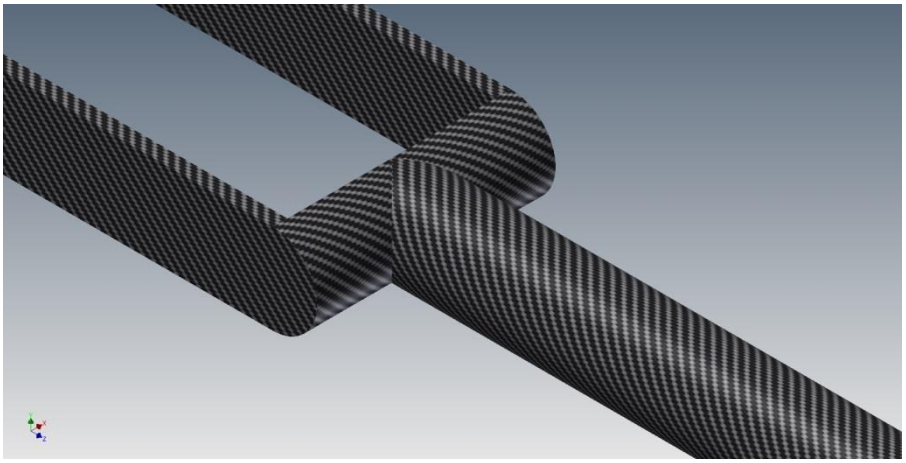
Λύσεις μήτρας ταξινόμησης για το σύστημα μετάδοσης κίνησης

Παρακάτω περιγράφονται οι παραπάνω λύσεις που προέκυψαν από τον Πίνακα 1. με την βοήθεια του συστήματος CAD, και πιο συγκεκριμένα το Inventor της Autodesk. Οι λύσεις αυτές σχεδιαστήκαν έτσι ώστε, να παρουσιάσουμε μία γενική εικόνα για το πώς θα μπορούσανε στην πραγματικότητα να εφαρμοστούν, παραβλέποντας βασικές και δευτερεύουσες λειτουργίες, όπως το σύστημα διεύθυνσης, σύστημα πέδησης κλπ. Επιπλέον, θα παρουσιαστούν κυρίως λύσεις καρμάτων αλουμινίου και κάποιες υποτυπώδεις συνδέσεις των υλικών, λόγω των πολλών και παρόμοιων (σχεδιαστικά) λύσεων.

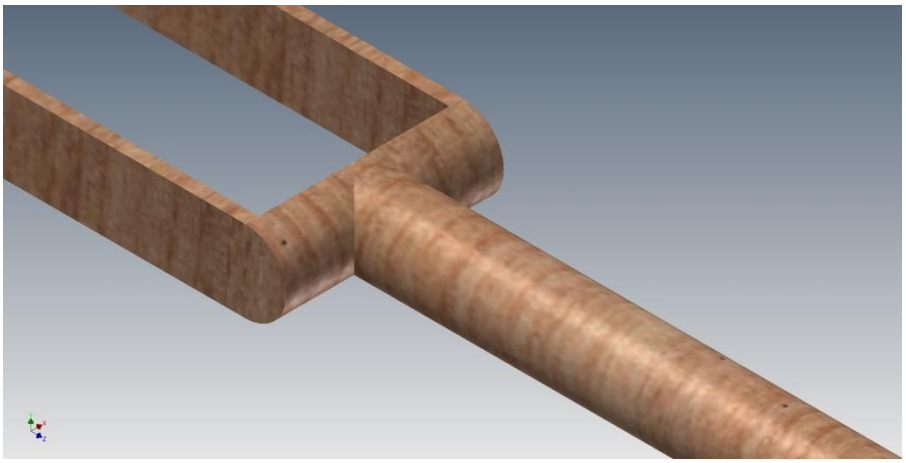
Είδος συγκόλλησης/σύνδεσης υλικών:



Εικόνα 2.72 Συγκόλληση σκελετού κραμάτων αλουμινίου και χάλυβα .

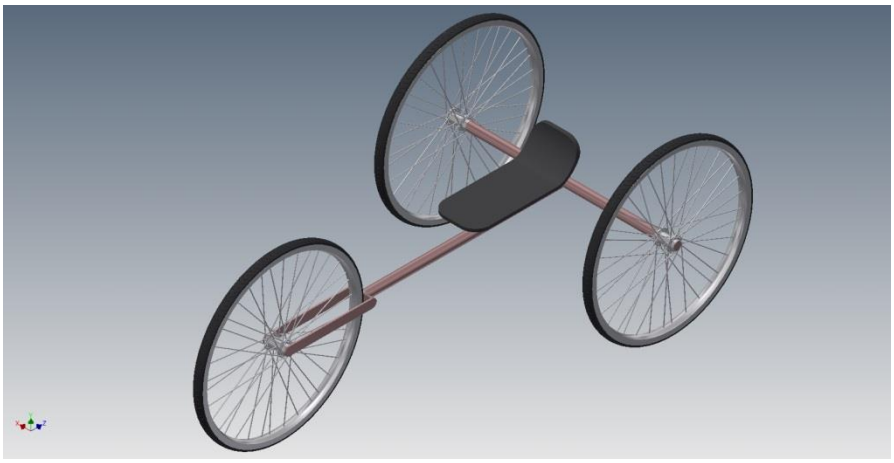


Εικόνα 2.73 Σύνδεση σκελετού ανθρακονημάτων μέσω ειδικής κόλλας.



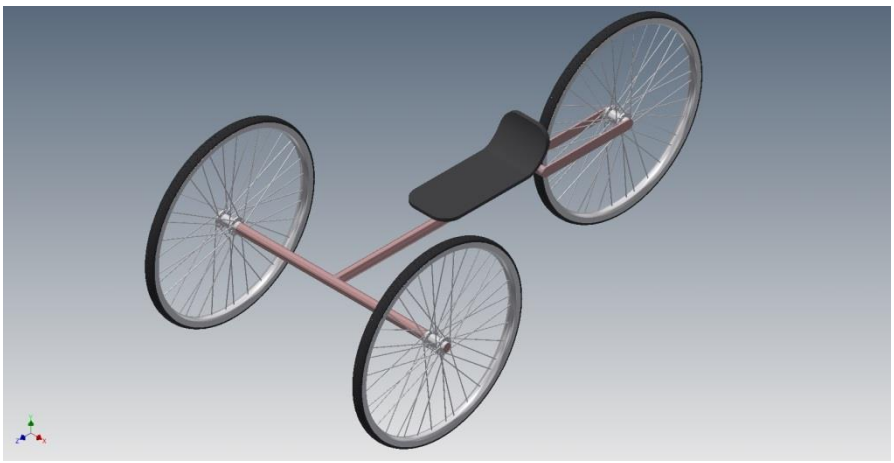
Εικόνα 2.74 Σύνδεση ξύλινου σκελετού.

Λύση Β.1:



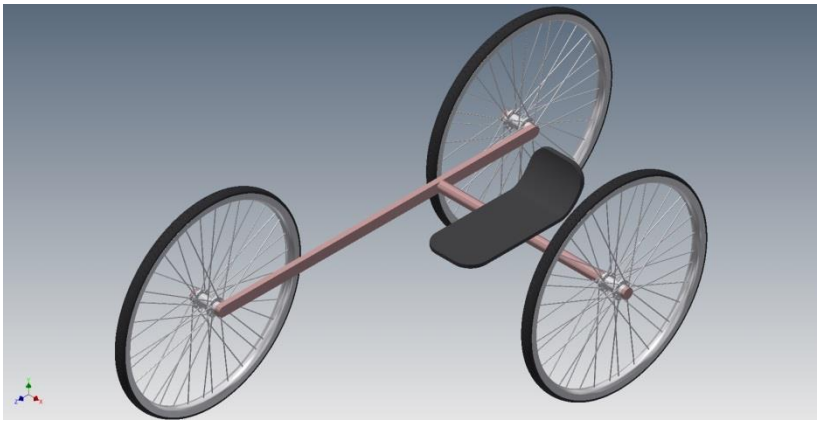
Εικόνα 2.75 Αναβάτης ανάσκελα σε διάταξη τροχών 1-2.

Λύση Β.2:



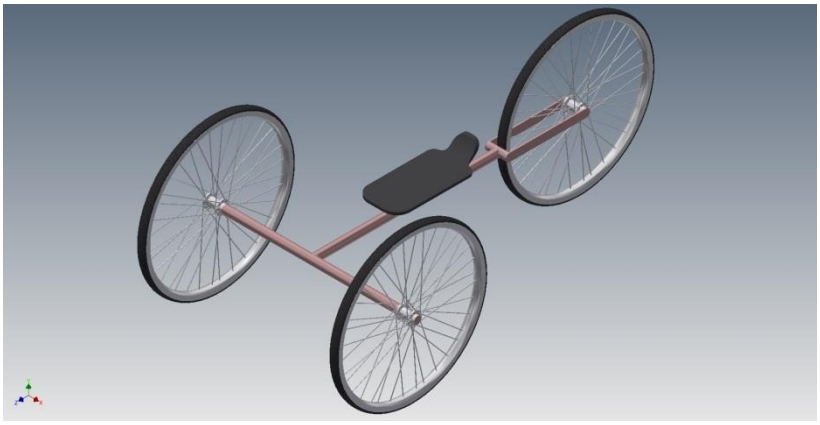
Εικόνα 2.76 Αναβάτης ανάσκελα σε διάταξη τροχών 2-1.

Λύση Β.4:



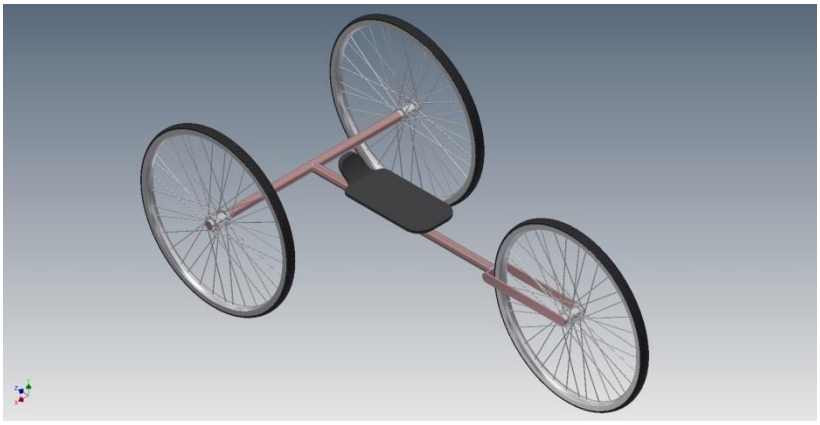
Εικόνα 2.77 Αναβάτης ανάσκελα σε διάταξη τροχών 1-1-1 στο πλάι.

Λύση Β.5:



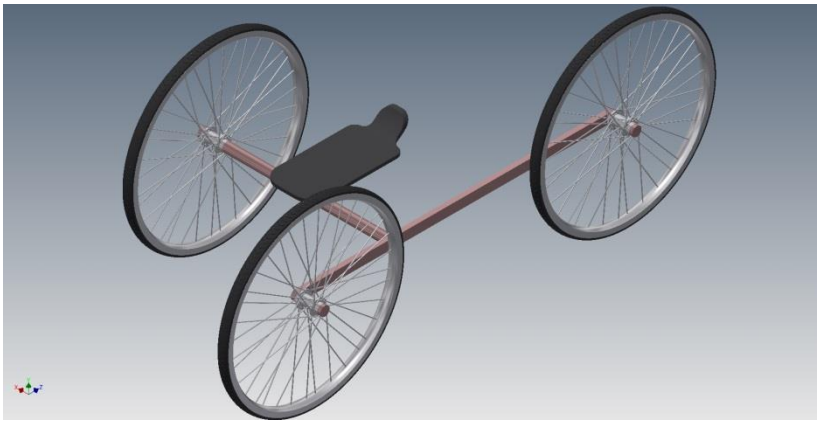
Εικόνα 2.78 Αναβάτης μπρούμυτα σε διάταξη τροχών 1-2.

Λύση Β.6:



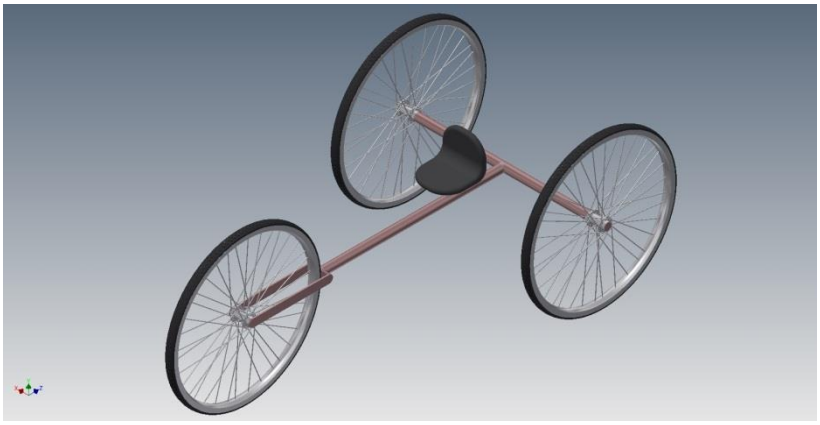
Εικόνα 2.79 Αναβάτης μπρούμυτα σε διάταξη τροχών 2-1.

Λύση Β.8:

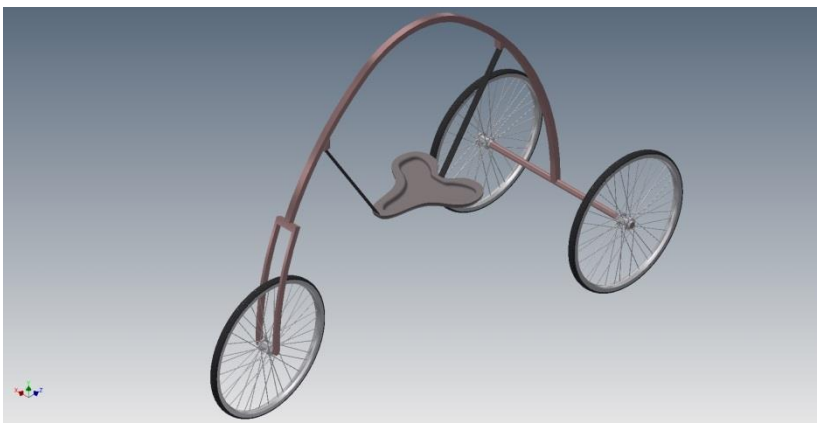


Εικόνα 2.80 Αναβάτης μπρούμυτα σε διάταξη τροχών 1-1-1 στο πλάι.

Λύση Β.9:

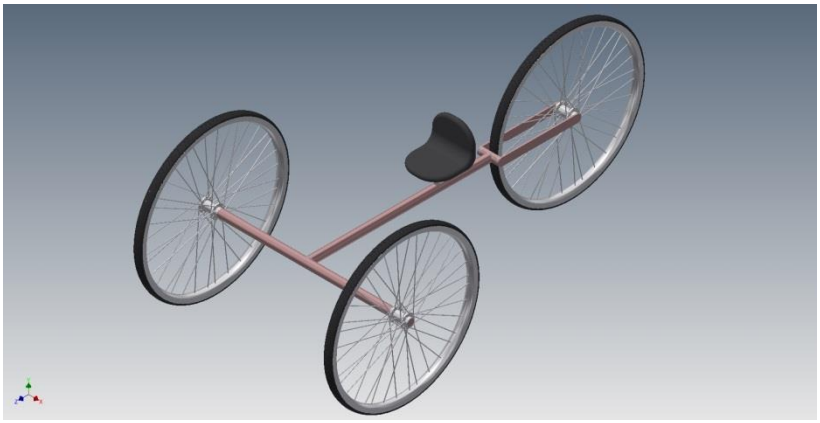


Εικόνα 2.81 Αναβάτης καθήμενος σε διάταξη τροχών 1-2.

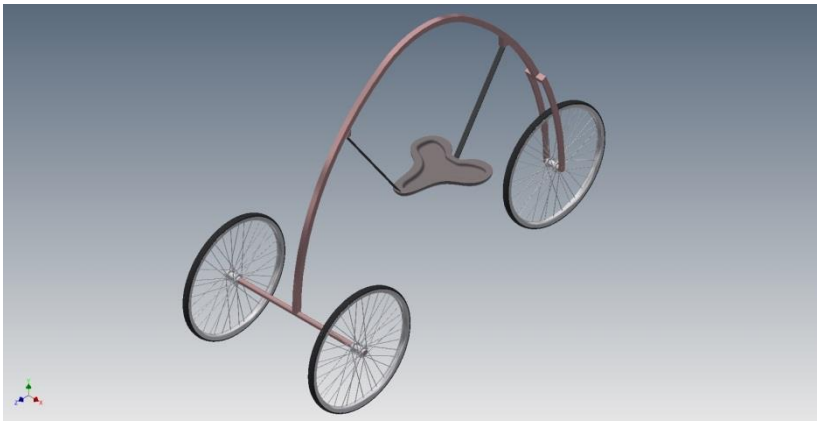


Εικόνα 2.82 Αναβάτης καθήμενος (μερικώς στον αέρα) σε διάταξη τροχών 1-2.

Λύση Β.10:

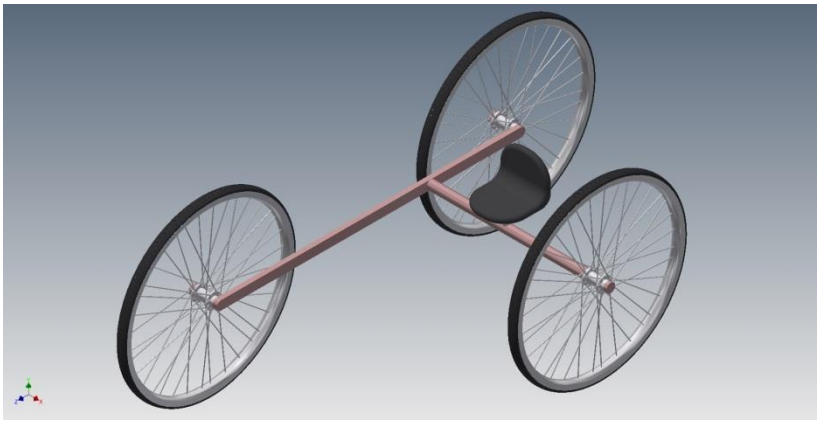


Εικόνα 2.83 Αναβάτης καθήμενος σε διάταξη τροχών 2-1.



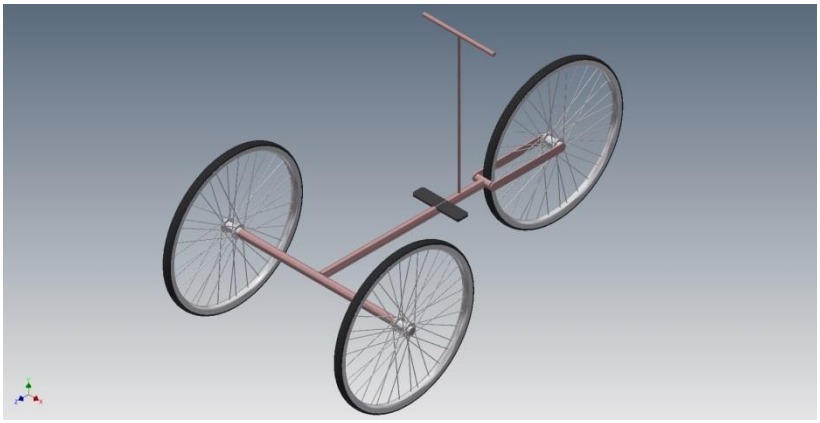
Εικόνα 2.84 Αναβάτης καθήμενος (μερικώς στον αέρα) σε διάταξη τροχών 2-1.

Λύση Β.12:



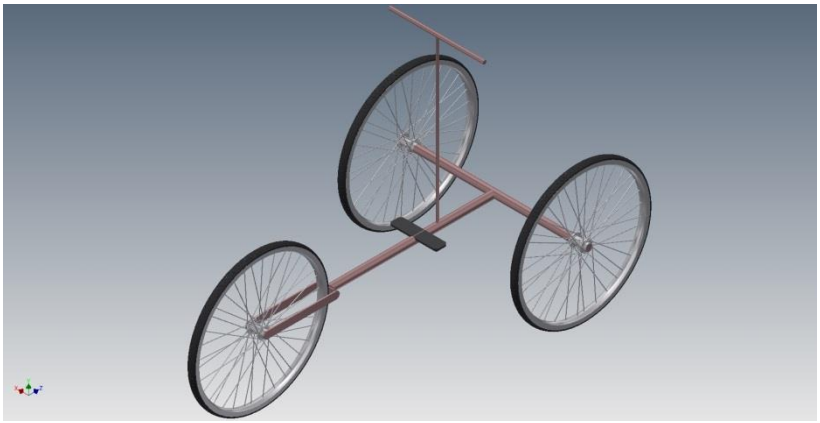
Εικόνα 2.85 Αναβάτης καθήμενος σε διάταξη τροχών 1-1-1 στο πλάι.

Λύση Β.13:



Εικόνα 2.86 Αναβάτης όρθιος σε διάταξη τροχών 1-2.

Λύση Β.14:



Εικόνα 2.87 Αναβάτης όρθιος σε διάταξη τροχών 1-2.

2.5 Πίνακες λύσεων κύριων λειτουργιών

Μετά από την εύρεση λύσεων / προτάσεων κατάλληλων για τη επίλυση του προβλήματος ακολουθεί η αξιολόγησή τους, με σκοπό την εύρεση και εντέλει επιλογή της καταλληλότερης. Αρχικά τοποθετούνται οι λύσεις στον πίνακα επιλογής, όπου ελέγχονται ξεχωριστά σε κάποια συγκεκριμένα κριτήρια τα οποία είναι: Α) αν η λύση είναι συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος Β) αν πληρούνται οι όροι του πίνακα προδιαγραφών Γ) αν υπάρχουν καταρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης Δ) αν αναμένεται επιτρεπτό κόστος Ε) αν η κατασκευή μας είναι ασφαλής Στ) αν η λύση προτιμάται στην περιοχή των κατασκευών μας. Οι λύσεις εκείνες που θα έχουν θετική απόφαση θα μπούνε στον Πίνακα Zwicky, ενώ οι υπόλοιπες θα απορριφθούν.

2.5.1 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα μετάδοσης κίνησης

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης							Σελίδα 1
Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών							ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών
	Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος							
	Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών							
	Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης							
	Αναμένεται επιτρεπτό κόστος							
	Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή							
	Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας							
L_v	A	B	C	D	E	F	G	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)
A.1	+	+	+	+	+			B: Κούραση και επιβάρυνση των χεριών
A.3	+	+	+	+	+			B: Κούραση και επιβάρυνση των χεριών
A.4	+	+	+	+	+			B: 1) Κούραση και επιβάρυνση των χεριών 2) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων
A.5.1	+	+	+	+	+			B: 1) Κούραση και επιβάρυνση των χεριών 2) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων
A.5.2	+	+	+	+	-			B: 1) Δύσκολη εύρεση ανταλλακτικών, οδοντωτών τροχών, στην αγορά 2) Κούραση και επιβάρυνση των χεριών 3) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων
A.6	+	+	+	+	+			B: Κούραση και επιβάρυνση των χεριών λόγω βαριάς κατασκευής
Z.2	+	+	+	+	+			
H.1	+	+	+	+	+			B: Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων
H.2	+	+	+	+	+			
H.3	+	+	+	+	+			
Ημερομηνία: 7/1/2018								Επεξεργαστής:

Απόφαση
-
-
-
-
-
+
-
+
+
+

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης	Σελίδα 2

Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών							ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	
	Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος								
		Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών							
			Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης						
				Αναμένεται επιτρεπτό κόστος					
					Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή				
						Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας			
L_v	A	B	C	D	E	F	G	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)	Απόφαση
H.4	+	+	+	+	+			B: Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων	-
H.5.1	+	-	+	+	+			B: Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων	-
H.5.2	+	+	+	+	-			B: 1) Δύσκολη εύρεση ανταλλακτικών, οδοντωτών τροχών, στην αγορά 2) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων	-
H.7	+	+	-	+	+			B: 1) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων 2) Ροή του ρευστού μπορεί να μην είναι ιδανική	-
H.9	+	+	-	+	+			B: 3) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων 4) Ροή του αέρα μπορεί να μην είναι ιδανική	-
I.1	+	+	+	+	+				+
I.6	+	+	+	+	+				+
K.8	+	+	-	+	+			B: 1) Αναμένεται μεγάλο βάρος 2) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων 3) Ροή του ρευστού μπορεί να μην είναι ιδανική	-
Ημερομηνία: 7/1/2018								Επεξεργαστής:	

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης	Σελίδα 3

Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	Απόφαση

L_v	A Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος	B Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών	C Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης	D Αναμένεται επιτρεπτό κόστος	E Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή	F Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας	G	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)
Κ.10	+	+	-	;	-			B: 4) Αναμένεται μεγάλο βάρος 5) Δυσκολία επίτευξης (κατασκευαστικά) αλλαγής ταχυτήτων 6) Ροή του ρευστού μπορεί να μην είναι ιδανική
Λ.3	+	+	+	+	+			B: Κούραση και επιβάρυνση των χεριών

Ημερομηνία: 7/1/2018	Επεξεργαστής:	

2.5.2 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα διεύθυνσης

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Διεύθυνσης							Σελίδα 1
Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών							ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών
	Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος							
	Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών							
	Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης							
	Αναμένεται επιτρεπτό κόστος							
	Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή							
	Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας							
L_v	A	B	C	D	E	F	G	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)	Απόφαση
A.1	+	+	+	+	-			E: Μη ασφαλές (σε περίπτωση θραύσης ή εξόδου ιμάντα κατά την διάρκεια κίνησης)	-
A.2	+	+	+	+	+				+
A.3.1	+	+	+	+	+				+
A.3.2	+	-	+	+	+			B: Κούραση και επιβάρυνση των χεριών	-
A.5	+	+	+	+	-			E: Μη ασφαλές (σε περίπτωση θραύσης ή εξόδου αλυσίδας κατά την διάρκεια κίνησης)	-
B.4	+	+	+	+	+				+
Γ.4	+	+	+	+	+				+
Γ.9	+	+	+	-	-			D: Αναμένεται υψηλό κόστος E: Μη ασφαλές (σε περίπτωση διακοπής παροχής ενέργειας κατά την διάρκεια κίνησης)	-
E.1	+	+	+	+	-			E: Μη ασφαλές (σε περίπτωση θραύσης ή εξόδου ιμάντα κατά την διάρκεια κίνησης)	-
E.2	+	-	+	+	+			B: 1) Αναμένεται μεγάλο βάρος λόγω οδοντωτών τροχών 2) Δύσκολη εύρεση ανταλλακτικών, οδοντωτών τροχών, στην αγορά	-
E.3	+	+	+	+	+				+
E.5	+	+	+	+	-			E: Μη ασφαλές (σε περίπτωση θραύσης ή εξόδου αλυσίδας κατά την διάρκεια κίνησης)	-
H.6	+	-	+	-	-			B: Αναμένεται μεγάλο βάρος λόγω της δεξαμενής τους πεπιεσμένου αέρα D: Αναμένεται υψηλό κόστος E: Μη ασφαλές λόγω θορύβου	-
Ημερομηνία: 7/1/2018								Επεξεργαστής:	

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Διεύθυνσης	Σελίδα 2

Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	Απόφαση

L_v	Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος	Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών	Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης	Αναμένεται επιτρεπτό κόστος	Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή	Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)	Απόφαση
	A	B	C	D	E	F	G	
H.7	+	-	+	-	-		B: Αναμένεται μεγάλο βάρος λόγω της δεξαμενής τους πεπιεσμένου αέρα D: Αναμένεται υψηλό κόστος E: Μη ασφαλές λόγω θορύβου	-
I.2	+	+	+	+	+			+
I.8	+	+	+	-	+		D: Αναμένεται υψηλό κόστος G: Περιορισμό στην ταχύτητα και την αλλαγή διεύθυνσης	-

Ημερομηνία: 7/1/2018	Επεξεργαστής:	

2.5.3 Πίνακας επιλογής λύσεων για το σύστημα στήριξης του αναβάτη

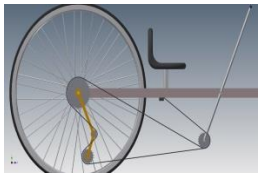
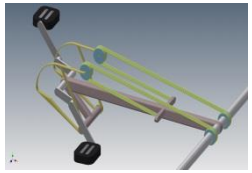
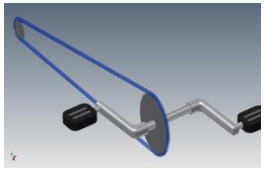
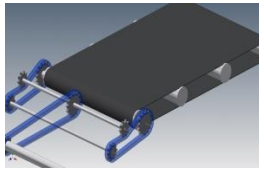
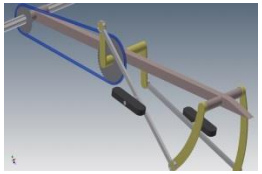
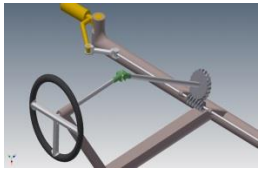
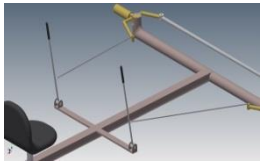
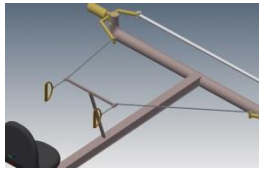
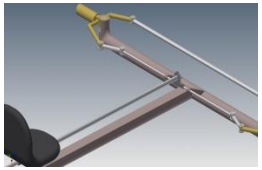
Από τις 110 συνολικά λύσεις από την μήτρα ταξινόμησης για το σύστημα στήριξης του αναβάτη, θα αναλυθούν στον πίνακα επιλογής λύσεων αυτές της γραμμής Β, του Πίνακα 3, λόγω των πολλών λύσεων που προέκυψαν.

				ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ Για Σύστημα Στήριξης Αναβάτη				Σελίδα 1	
Καταγραφή της παραλλαγής λύσης (L_v)	Κρίση των παραλλαγών λύσεων (L_v) σύμφωνα με ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ: (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών							ΑΠΟΦΑΣΗ Χαρακτηρισμός των παραλλαγών λύσεων (L_v): (+) ναι (-) όχι (;) έλλειψη πληροφόρησης (!) επανέλεγχος του πίνακα προδιαγραφών	Απόφαση
	Λύση συμβιβαστή με τη θέση του προβλήματος								
		Πληροί τους όρους του πίνακα προδιαγραφών							
			Υπάρχουν κατ' αρχήν πιθανότητες πραγματοποίησης						
				Αναμένεται επιτρεπτό κόστος					
					Υπάρχει άμεση ασφάλεια στην κατασκευή				
						Προτιμάται στην περιοχή κατασκευών μας			
L_v	A	B	C	D	E	F	G	Παρατηρήσεις (υποδείξεις αιτιολογίες)	
B.1	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.2	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.4	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.5	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.6	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.8	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.9	+	+	+	+	+				+
B.10	+	+	+	+	+				+
B.12	+	-	+	+	+			B: Μη εργονομικός σχεδιασμός	-
B.13	+	+	+	+	+				+
B.14	+	-	+	+	+				+
Ημερομηνία: 7/1/2018								Επεξεργαστής:	

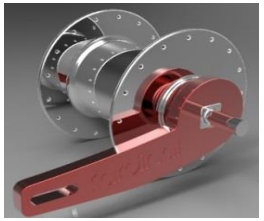
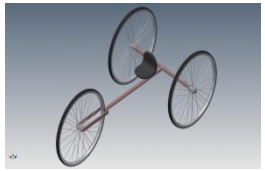
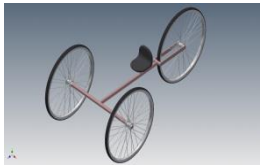
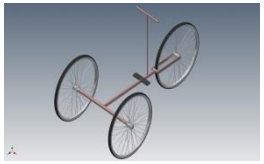
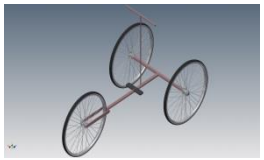
2.6 Πίνακας Zwicky

Ο παρακάτω πίνακας αποτελεί ένα είδος μήτρας ταξινόμησης που αποσκοπεί στην επεξεργασία και εύρεση των ολικών λύσεων ενός προβλήματος , καθώς εμπεριέχει τις επιμέρους λύσεις που προκύπτουν κατά σειρά από τη δομή λειτουργίας, ταξινομημένες κατά είδος και βαθμό πολυπλοκότητας .

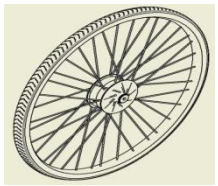
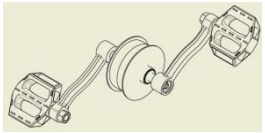
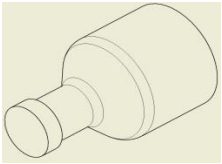
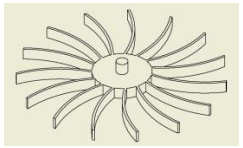
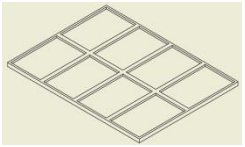
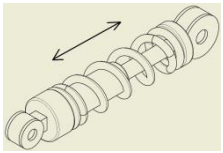
Πίνακας 2.11 Μορφολογικός πίνακας Zwicky (1)

Λύσεις / **Επιμέρους λειτουργίες**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Α	**Σύστημα μετάδοσης κίνησης**	Ζ.2 	Η.2 	Η.3 	Ι.1 	Ι.6 	Λ.3 
Β	**Σύστημα διεύθυνσης**	Α.2 	Α.3.1 	Β.4 	Γ.4 	Ε.3 	Ι.2 

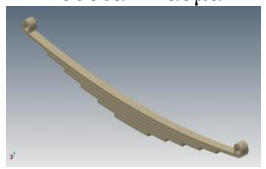
Πίνακας 2.11 Μορφολογικός πίνακας Zwicky (2)

Λύσεις / Επιμέρους λειτουργίες		1	2	3	4	5	6
Γ	**Σύστημα πέδησης**	Φρένα Τύπου V 	Μηχανικά Δισκόφρενα 	Μοχλοί 	Ταμπούρα 	Μειωτήρας 	
Δ	**Σύστημα στήριξης αναβάτη**	Β.9 	Β.10 	Β.13 	Β.14 		

Πίνακας 2.11 Μορφολογικός πίνακας Zwicky (3)

Επιμέρους λειτουργίες \ **Λύσεις**		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Ε	**Σύστημα υποβοήθησης μετάδοσης κίνησης**	Ηλεκτρικό μοτέρ στο κέντρο στης ρόδας 	Ηλεκτρικό μοτέρ ενσωματωμένο στην πεταλίερα 				
Ζ	**Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας**	Δυναμό 	Μέσω της ροής του αέρα-ανεμογεννήτρια 	Ηλιακό πάνελ 	Μέσω της παλινδρόμησης των αναρτήσεων 	Χωρίς	

Πίνακας 2.11 Μορφολογικός πίνακας Zwicky (4)

Λύσεις / Επιμέρους λειτουργίες		1	2	3	4	5	6
Η	**Σύστημα απορρόφησης κραδασμών**	Σούστα-Έλασμα 	Ελατήριο 	Ανάρτηση 	Χωρίς		
Θ	**Μέτρηση ποσοστού ενέργειας**	Ψηφιακή οθόνη Lcd					

Πίνακας 2.11 Μορφολογικός πίνακας Zwicky (5)

Λύσεις / Επιμέρους λειτουργίες		1	2	3	4	5	6
I	**Μέτρηση ταχύτητας**	Αισθητήρες στους τροχούς (με βάσει τις στροφές και ένδειξη ταχύτητας σε ψηφιακό καντράν)	Σωλήνας Pitot (μέσω της ροής του αέρα και ένδειξη ταχύτητας σε ψηφιακό καντράν)	Συσκευή εντοπισμού τοποθεσίας “GPS” (σύνδεση δορυφόρου και ποδηλάτου και ένδειξη ταχύτητας σε ψηφιακό καντράν)			

Πίνακας 2.12 Συνδυασμοί λύσεων κατά Zwicky

Επιμέρους λειτουργίες	**Επιμέρους λύσεις**			
	1	**2**	**3**	**4**
Α	Α.1	Α.2	Α.4	Α.3
Β	Β.2 & Β.4	Β.2	Β.2	Β.6
Γ	Γ.1	Γ.1	Γ.2	Γ.2
Δ	Β.9	Β.9	Β.13	Β.10
Ε	Ε.1	Ε.1	Ε.2	Ε.1
Ζ	Ζ.5	Ζ.5	Ζ.5	Ζ.5
Η	Η.3	Η.3	Η.4	Η.3
Θ	Θ.1	Θ.1	Θ.1	Θ.1
Ι	Ι.1	Ι.1	Ι.1	Ι.1

2.7 Πίνακες αξιολόγησης

Αφού καταλήξαμε στις 6 τελικές ολικές λύσεις θα πρέπει να αξιολογηθούνε σύμφωνα με τα τεχνικά και οικονομικά κριτήρια και να τοποθετηθούνε στους αντίστοιχους πίνακες , με σκοπό την επιλογή της τελικής λύσης. Γενικά κριτήρια για την αξιολόγηση των λύσεων θα πρέπει να είναι: 1) Απαιτήσεις του πίνακα προδιαγραφών (να πληρούνται οι απαιτήσεις και επιδίωξη υπέρβασης των ελαχίστων απαιτήσεων-επιθυμιών) και 2) Γενικές τεχνικές και οικονομικές ιδιότητες (πόσο ικανοποιητικές είναι και κατά πόσο πληρούνται). Γενικά ο αριθμός των κριτηρίων δεν θα πρέπει να είναι πολύ μεγάλος (6-15 κριτήρια). Η κλίμακα της βαθμολογίας των κριτηρίων κυμαίνεται από το 0 έως το 4.

Η Τεχνική Αξία W_t είναι ο λόγος της πραγματικής ολικής αξίας προς την αξία της ιδανικής κατασκευής, όπου εκφράζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\mathbf{W_t} = \frac{\mathbf{p1} + \mathbf{p2} + \cdots + \mathbf{p6}}{\boldsymbol{\Sigma pid}}$$

Πίνακας 2.13 Τεχνική αξιολόγηση λύσεων

Τεχνικά κριτήρια	**Επιμέρους λύσεις**			
	1	**2**	**3**	**4**
Εργονομικός σχεδιασμός	2	3	2	4
Μικρός θόρυβος	3	3	3	3
Μεγάλη διάρκεια ζωής	2	3	2	3
Μικρή φθορά	2	3	2	3
Ασφάλεια λειτουργίας	2	3	3	3
Ελαφρύ	3	3	2	3
Άθροισμα	14	18	14	19
$\mathbf{W_t} = \frac{\text{άθροισμα}}{\mathbf{24}}$	0,58	0,75	0,58	0,79

Η Οικονομική Αξία W_w είναι ο λόγος του ιδανικού κόστους προς το πραγματικό κόστος κατασκευής της εκάστοτε παραλλαγής, όπου εκφράζεται από τον παρακάτω τύπο:

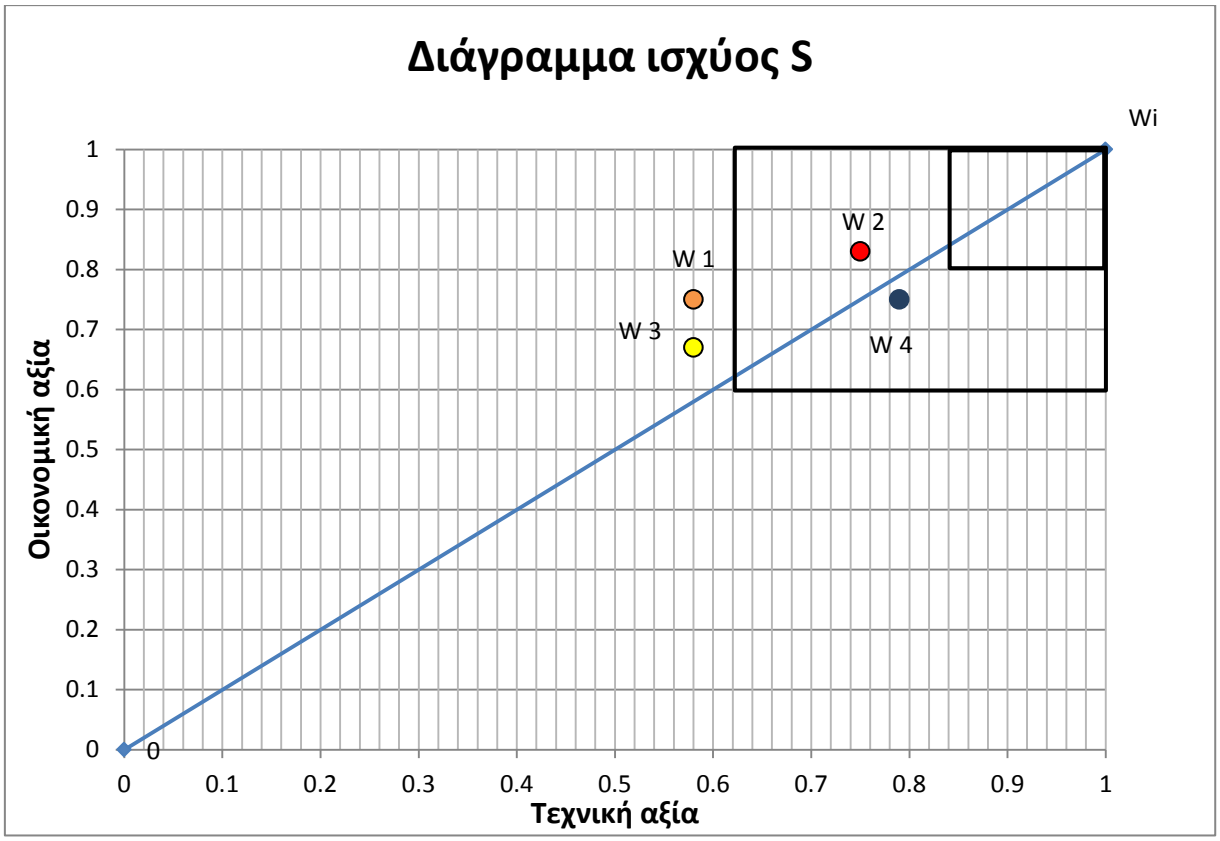
$$\mathbf{W_w = \frac{Hi}{Hk}}$$

Η Οικονομική Αξία W_w αποτελεί ένα συγκριτικό αριθμό που δηλώνει σε ποιο ύψος αναμένεται το κόστος κατασκευής H_k μιας συσκευής σε σύγκριση με το κόστος κατασκευής H_i μιας οικονομικά ιδανικής συσκευής. Ακόμα επιτρέπει μια γρήγορη επισκόπηση των προς σύγκριση εναλλακτικών λύσεων και της οικονομικής τους ωριμότητας, διαθέτει δε μία εξίσου ισχυρή επιρροή σε αποφάσεις όπως και η Τεχνική Αξία W_t.

Πίνακας 2.14 Οικονομική αξιολόγηση λύσεων

Οικονομικά κριτήρια	**Επιμέρους λύσεις**			
	1	**2**	**3**	**4**
Μικρό κόστος υλικών	3	3	2	2
Μικρό κόστος συντήρησης	3	4	3	4
Μικρό κόστος κατασκευής	3	3	3	3
Άθροισμα	9	10	8	9
$\mathbf{W_w = \frac{άθροισμα}{12}}$	0,75	0,83	0,67	0,75

Εφόσον βρήκαμε χωριστά την Τεχνική και Οικονομική Αξία , προσδιορίζουμε στην συνέχεια και από της δύο η Ολική Αξία της παραλλαγής που θα βοηθήσει στην απόφαση για την επιλογή. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε το Διάγραμμα Ισχύος S.



Σχήμα 2.3 Διάγραμμα ισχύος συναρτήσει της τεχνικής αξίας.

Η ιδανική λύση χαρακτηρίζεται από το σημείο W_i με συντεταγμένες W_t=1 και W_w=1. Μια ισορροπημένη λύση τόσο οικονομικά όσο και τεχνικά θα βρίσκεται πάνω στην ευθεία 0-W_i και θα έχει την ίδια Τεχνική και Οικονομική Αξία . Από το διάγραμμα ισχύος βλέπουμε ότι οι λύσεις W1 και W3 είναι εκτός του ικανοποιητικού πεδίου οπότε απορρίπτονται. Στην συνέχεια παρατηρούμε ότι η απόσταση της W4 είναι πιο κοντά στην ευθεία 0- W_i όπως και ότι είναι τεχνικά πιο ώριμη από την W2. Παρόλο που η W2 έχει πιο ευνοϊκό κόστος θα προτιμήσουμε την W4 επειδή είναι σαν λύση πιο ισορροπημένη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^{Ο}

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΛΥΣΗΣ

3.1 Σκελετός

3.1.1 Υλικό κατασκευής

Η επιλογή του υλικού κατασκευής του σκελετού που προέκυψε μέσω διαδικασίας αναζήτησης λύσεων του 2^{ου} Κεφαλαίου, είναι τα Κράματα Αλουμινίου. Το συγκεκριμένο υλικό επιλέχθηκε λόγω του ότι έχει καλύτερη αναλογία αντοχής-βάρους, παρόλη την χαμηλή του πυκνότητα και την ελαφρώς μικρότερη αντοχή του σε σύγκριση με τα κράματα χάλυβα. Εφόσον, το αλουμίνιο έχει μικρότερο μέτρο Ελαστικότητας, από το χάλυβα, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν σωλήνες με μεγαλύτερο πάχος τοιχώματος για να επιτευχθεί ακαμψία πλαισίου παρόμοια με ενός χαλύβδινου πλαισίου. Λόγω της χαμηλότερης πυκνότητας όμως το βάρος δεν αυξάνεται. Τα πιο δημοφιλή κράματα αλουμινίου για σκελετούς ποδηλάτων είναι τα 6061 και 7005, επομένως η κατηγορία η οποία επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί είναι το 6061.

3.1.2 Μέθοδος συγκόλλησης

Οι μέθοδοι που είχαν προταθεί στην μήτρα ταξινόμησης του συστήματος στήριξης αναβάτη για την συγκόλληση του σκελετού, υλικού κραμάτων αλουμινίου, είναι MIG-MAG και TIG. Μεταξύ των προαναφερθεισών τρόπων συγκολλήσεων, αποφασίσαμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο MIG, διότι:

- Είναι πιο οικονομική μέθοδος,
- Είναι πιο εύκολη μέθοδος,
- Είναι πιο γρήγορη,
- Είναι πιο παραγωγική.

Πίνακας 3.1 Σύγκριση υλικών κατασκευής σκελετού.

Χάλυβας		**Αλουμίνιο**		**Τιτάνιο**		**Ανθρακονήματα**	
Θετικά	**Αρνητικά**	**Θετικά**	**Αρνητικά**	**Θετικά**	**Αρνητικά**	**Θετικά**	**Αρνητικά**
Φθηνό	Βαρύ	Φθηνό	Δύσκολη επιδιόρθωση	Ελαφρύ	Ακριβό	Πολύ ελαφρύ	Ακριβά
Δυνατό	Διαβρώνεται εύκολα	Ελαφρύ	Αστοχία στις συνδέσεις	Δυνατό	Περιορισμός στον σχεδιασμό σε υπάρχοντα προφίλ	Πολύ δυνατά	Αναπτυσσόμενη τεχνολογία
Στιβαρό	Περιορισμός στον σχεδιασμό σε υπάρχοντα προφίλ	Σχετικά δυνατό	Δυσκολία στην συγκόλληση	Απόσβεση κραδασμών	Δύσκολη επιδιόρθωση	Καλύτερη απόσβεση	Αντοχή και ακαμψία εξαρτώνται από το σχεδιασμό τους
Εύκολο στην μορφοποίηση και στην επισκευή	Αδυναμία αντοχής στις ζώνες συγκόλλησης	Στιβαρό σε σχέση με το βάρος του		Μη διαβρωτικό	Κακή συγκόλληση (δεν φαίνεται)	Ευκολία σχεδιασμού	Περιορισμένα μεγέθη λόγω καλουπιών
		Μη διαβρωτικό				Μη διαβρωτικά	
						Ευκολία επιδιόρθωσης	

3.2 Ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης

3.2.1 Μοτέρ

Σημαντικό ρόλο έχει το σημείο το οποίο θα βρίσκεται το μοτέρ. Για αυτό τον λόγο, η τοποθέτηση του θα γίνει στο κέντρο της πίσω ρόδας, επειδή θα είναι σχετικά απομονωμένο από τα άλλα συστήματα και πιο εύκολα προσαρμόσιμο. Επίσης, είναι εύκολη η αντικατάσταση σε περίπτωση φθοράς λόγω της ενσωμάτωσης του στο κέντρο της ρόδας. Η υποβοήθηση θα γίνεται μέσω μηχανισμού πάνω στους μοχλούς ασχέτως αν ο αναβάτης κάνει πετάλι ή όχι. Τέλος, η ισχύς του θα είναι στα 250 Watt και στα 25 Km/h (τελική ταχύτητα) για του λόγους που προαναφέρθηκαν στο κεφάλαιο που αφορούσε το νομικό πλαίσιο χρήσης των ηλεκτροκίνητων τρίκυκλων.

3.2.2 Μπαταρία

Είδη μπαταριών

Για το ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης, κρίνεται αναγκαία η ύπαρξη μπαταρίας, η οποία καθορίζει το διαθέσιμο ποσοστό της αποθηκευμένης ενέργειας. Οι μπαταρίες διακρίνονται σε τρείς κύριες κατηγορίες, όπου έχουν να κάνουν με χημικούς ενώσεις-συνδυασμούς. Τα είδη είναι τα εξής:

- Lead Acid (PbA)
- Συνδυασμών Νικελίου (NiMH και NiCad)
- Συνδυασμών Λιθίου (LiPo, Mn και LiFePO4)

Υπολογισμός εκτιμώμενης διανυθείσας απόστασης

Μέσα από τον Πίνακα Zwicky, η επιλεγείσα μπαταρία για την τελική λύση είναι Νικελίου-Μεταλλικών Υδριδίων (NiMH), λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής (σε κύκλους φόρτισης), του μικρού όγκου που καταλαμβάνουν, της τιμής και την ευκολία ανακύκλωσης τους. Η μπαταρία έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- **Τάση**: 36 V
- **Χωρητικότητα**: 10,5 AH
- **Ενέργεια**: 380 WH
- **Ισχύς ηλεκτρικού ποδηλάτου**: 250 W
- **Βάρος μπαταρίας**: 3.5 Kg

Στην συνέχεια, για τον υπολογισμό της απόδοσης της μπαταρίας του ηλεκτρικού ποδηλάτου, θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι κατά μέσο όρο για κάθε 1 χιλιόμετρο το ποδήλατο χρειάζεται περίπου 12,5 Watt/hour. Επιπλέον, κρίσιμοι παράγοντες που παίζουν μεγάλο ρόλο είναι το βάρος αναβάτη, είδος δρόμου, κλίση και ταχύτητα.

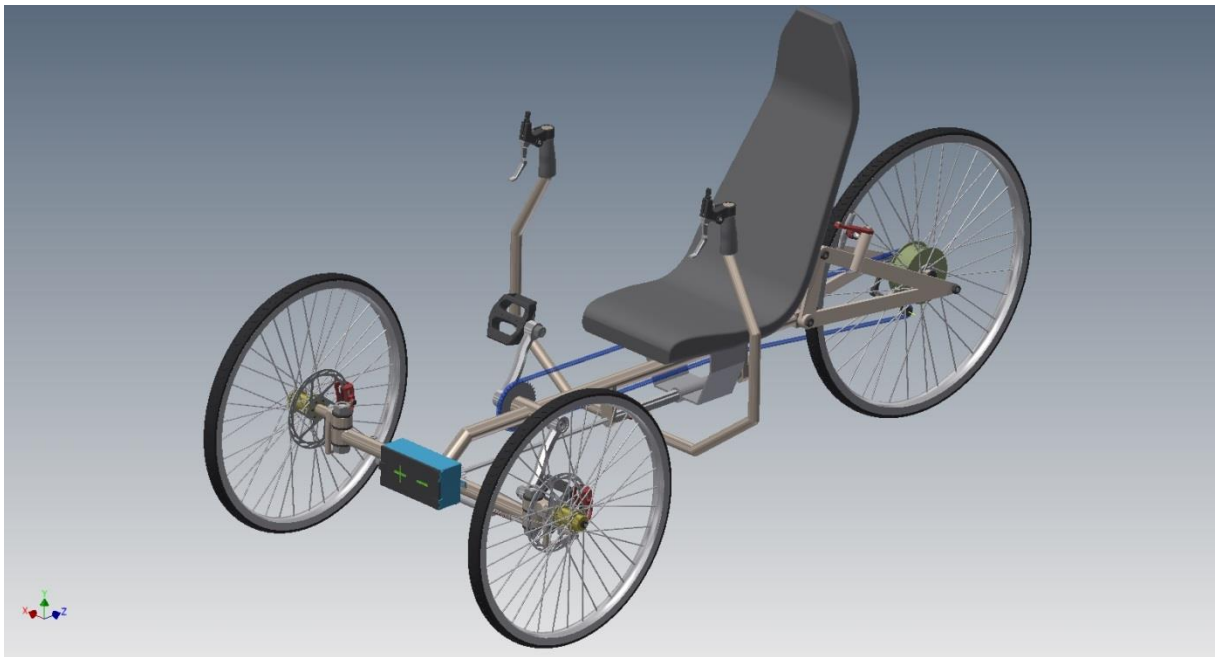
Επομένως ,για την μπαταρία που επιλέξαμε, η αυτονομία του τρίκυκλου θα κυμαίνεται από **60 με 90 χιλιόμετρα**.

3.3 Κατασκευαστικό σχέδιο τελικής λύσης στο CAD

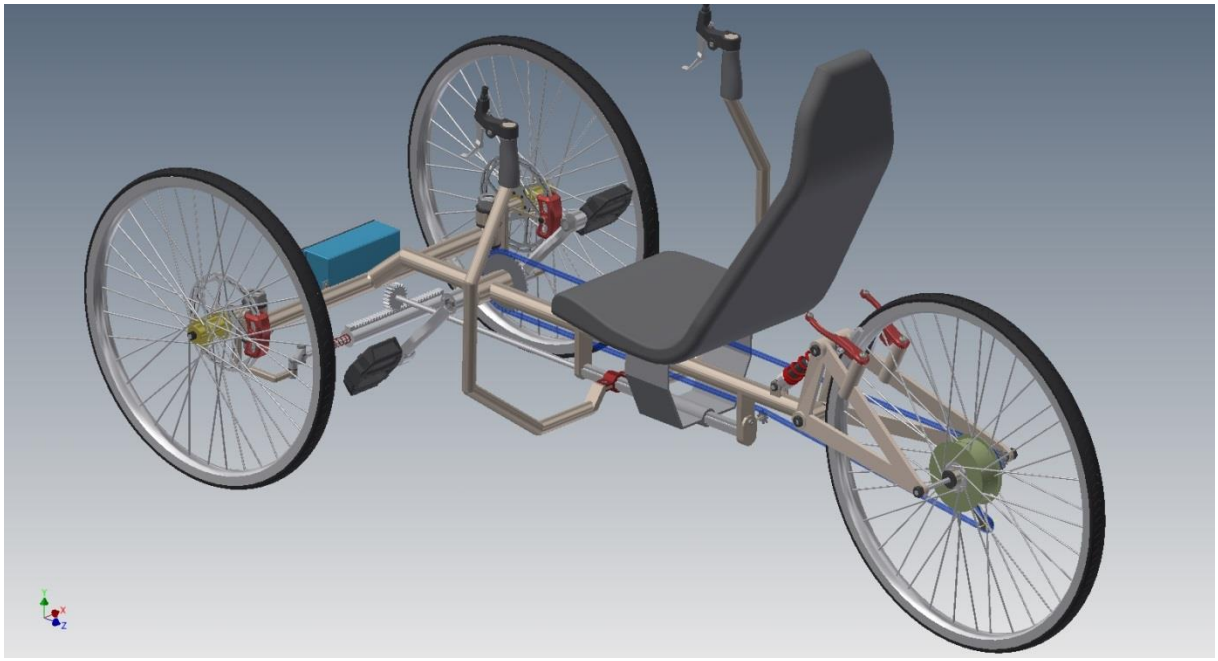
Στην τελική λύση παρουσιάζεται ένα τρίκυκλο ηλεκτρικό ποδήλατο έχοντας διάταξη τροχών 2-1 (δύο μπροστά και μία πίσω) πάνω σε σκελετό από κράματα αλουμινίου, με την μέθοδο συγκόλλησης MIG-MAG.

Η μετάδοση κίνησης πραγματοποιείται με κυκλική κίνηση των ποδιών, μέσω συστήματος αλυσίδας-πεταλιών, έχοντας και μηχανισμό ταχυτήτων για καλύτερη εργονομία. Επιπλέον, για το σύστημα ηλεκτρικής υποβοήθησης, το μοτέρ βρίσκεται ενσωματωμένο στο κέντρο της πίσω ρόδας.

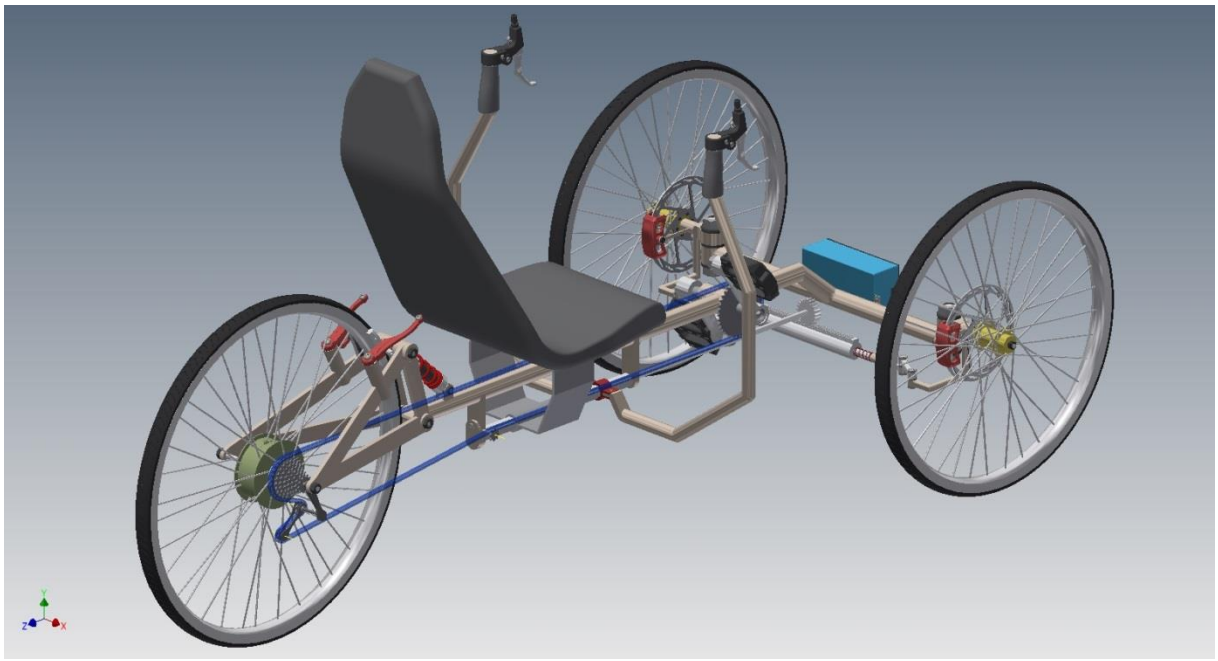
Η αλλαγή διεύθυνσης επιτυγχάνεται μέσω του βάρους του αναβάτη, έτσι ώστε σε κάθε ελαφριά κίνηση του σώματος προς τα δεξιά να υπάρξει δεξιά κίνηση των τροχών και του ποδηλάτου παράλληλα, και αντίθετη κίνηση για κάθε αντίστοιχη αριστερή κλίση του αναβάτη. Το κάθισμα του αναβάτη είναι τοποθετημένο πάνω σε μία ράβδο, η οποία στο μπροστινό της μέρος συνδέεται με μηχανισμό πηνίου-οδοντωτού κανόνα. Κατά συνέπεια, ο οδοντωτός κανόνας μεταφέρει την κίνηση στις βάσεις των μπροστινών τροχών. Τέλος, μέσα σε αυτόν το μηχανισμό υπάρχουν ελατήρια επαναφοράς του καθίσματος στην αρχική του θέση, στο κέντρο.



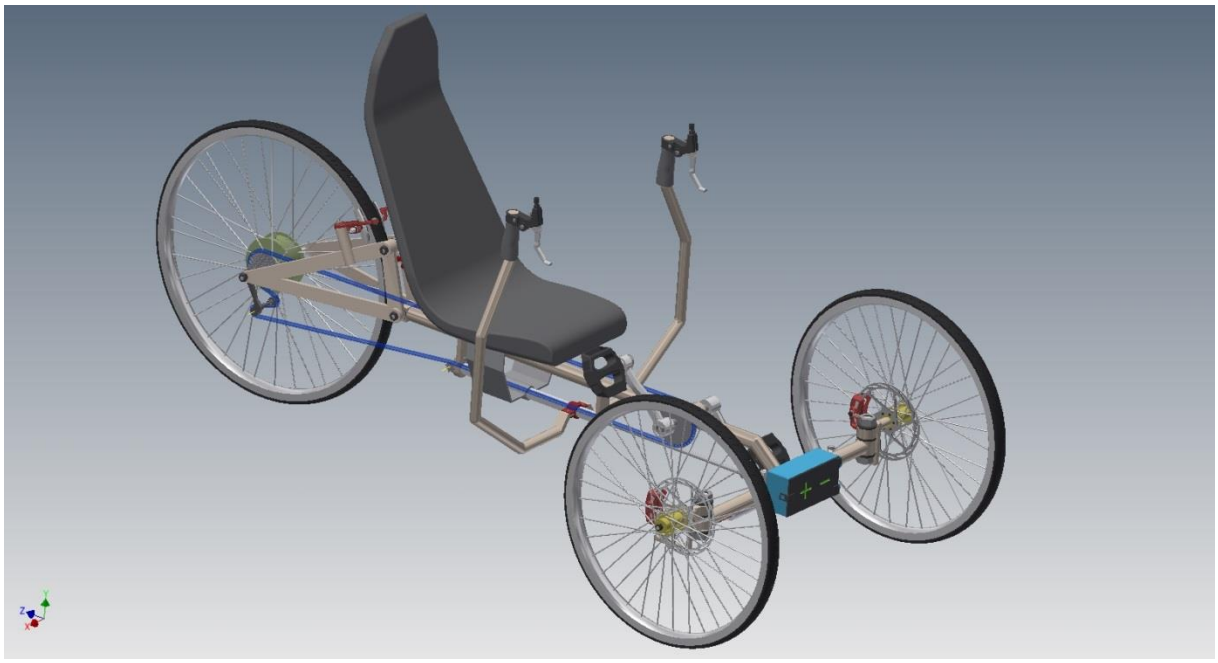
Εικόνα 3.1 Πλάγια όψη τελικού σχεδίου. (1)



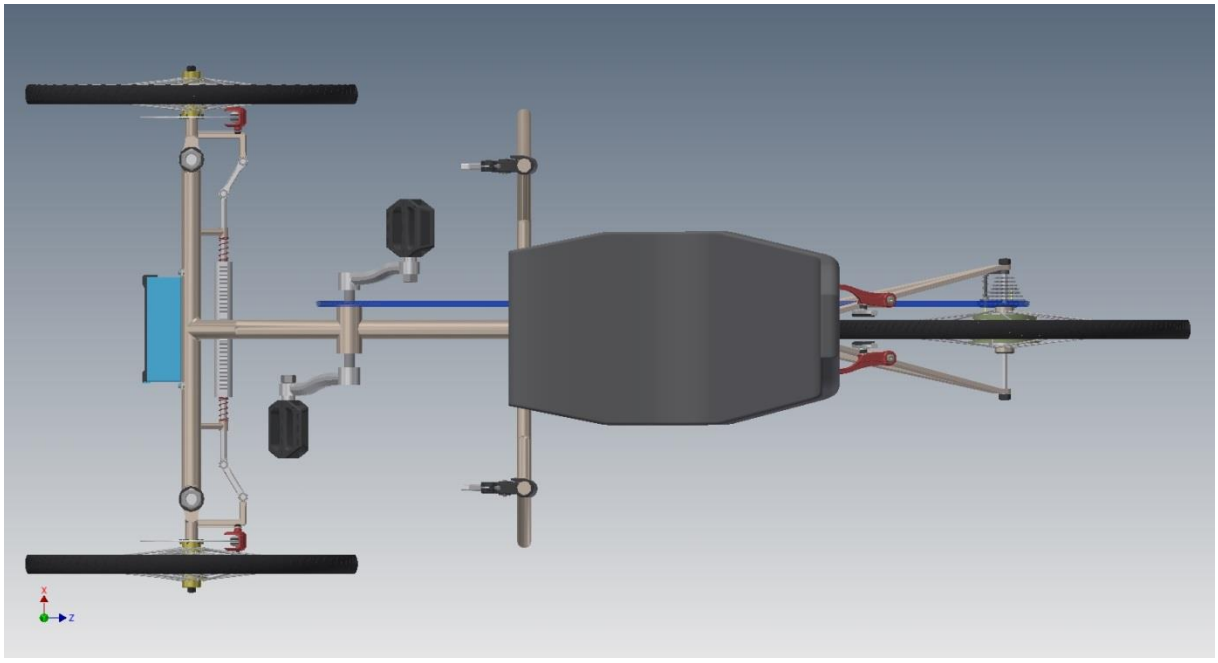
Εικόνα 3.2 Πλάγια όψη τελικού σχεδίου. (2)



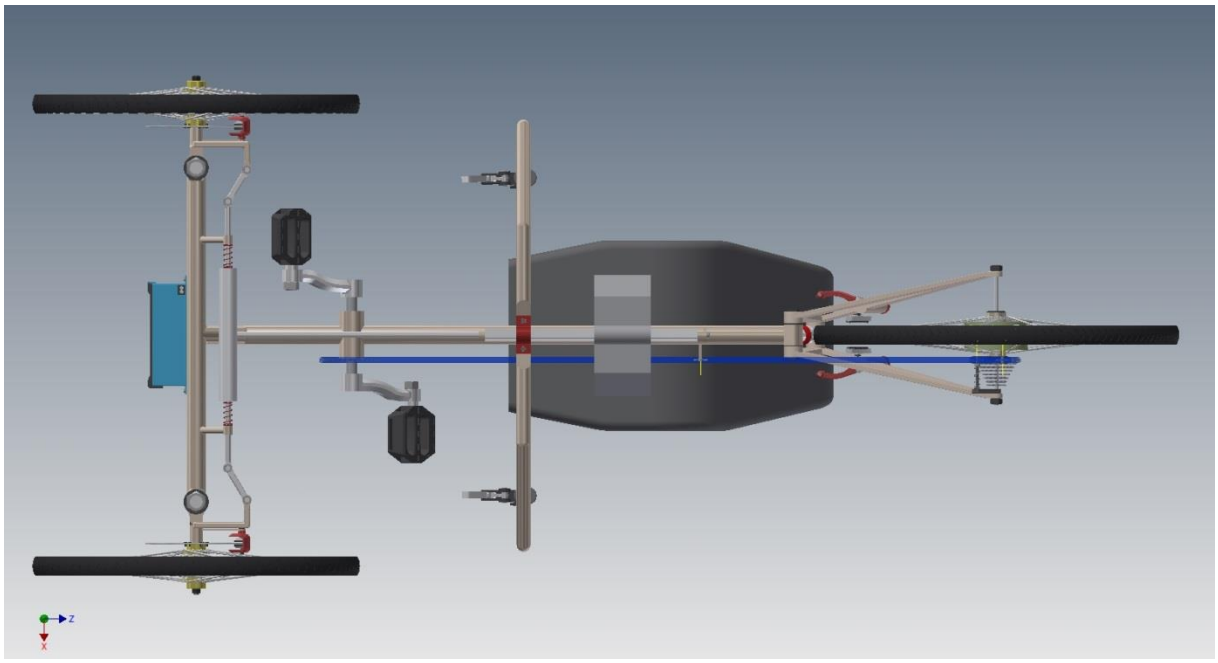
Εικόνα 3.3 Πλάγια όψη τελικού σχεδίου. (3)



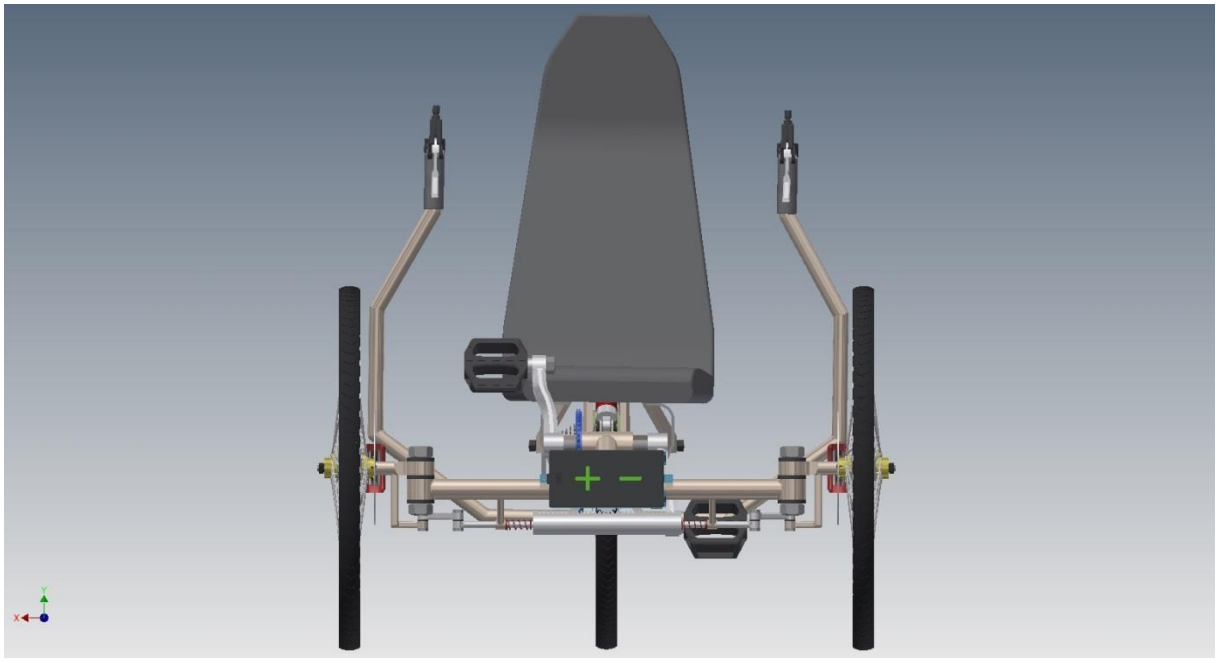
Εικόνα 3.4 Πλάγια όψη τελικού σχεδίου. (4)



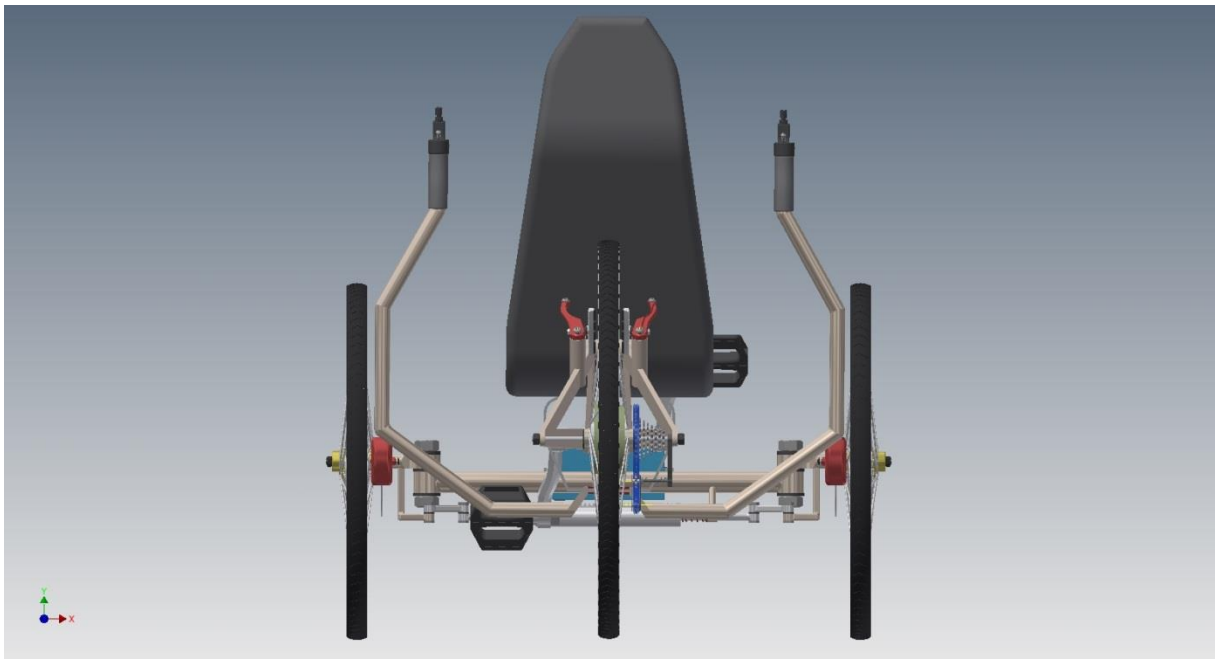
Εικόνα 3.5 Κάτοψη τελικού σχεδίου.



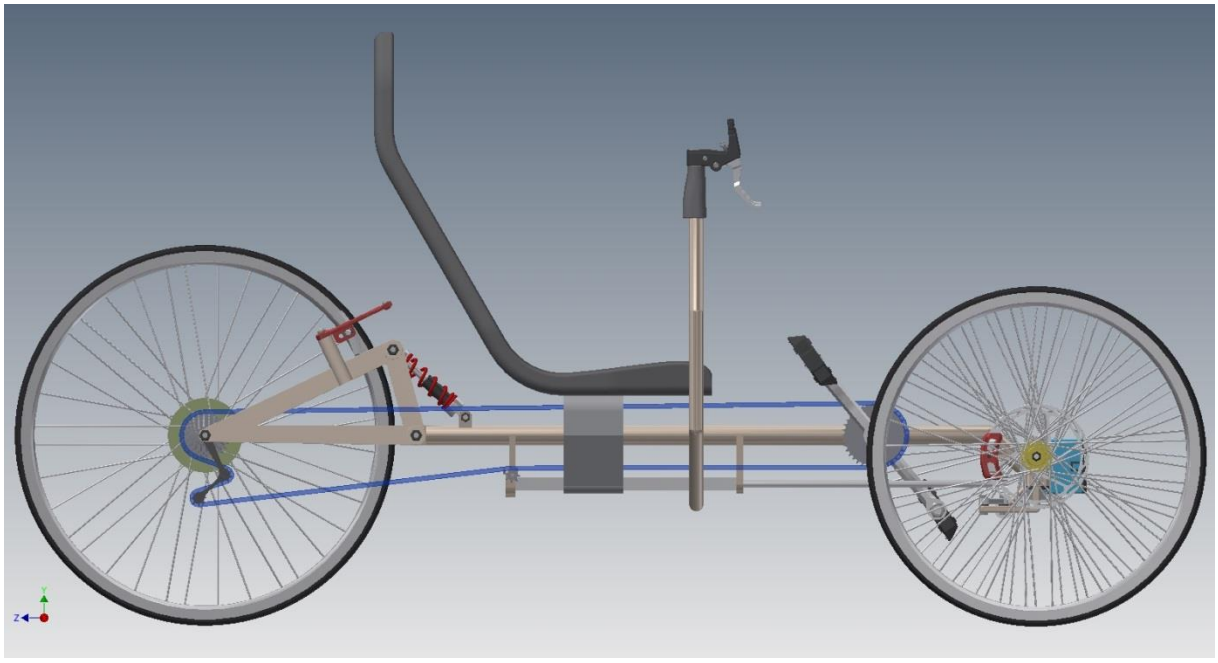
Εικόνα 3.6 Άνοψη τελικού σχεδίου.



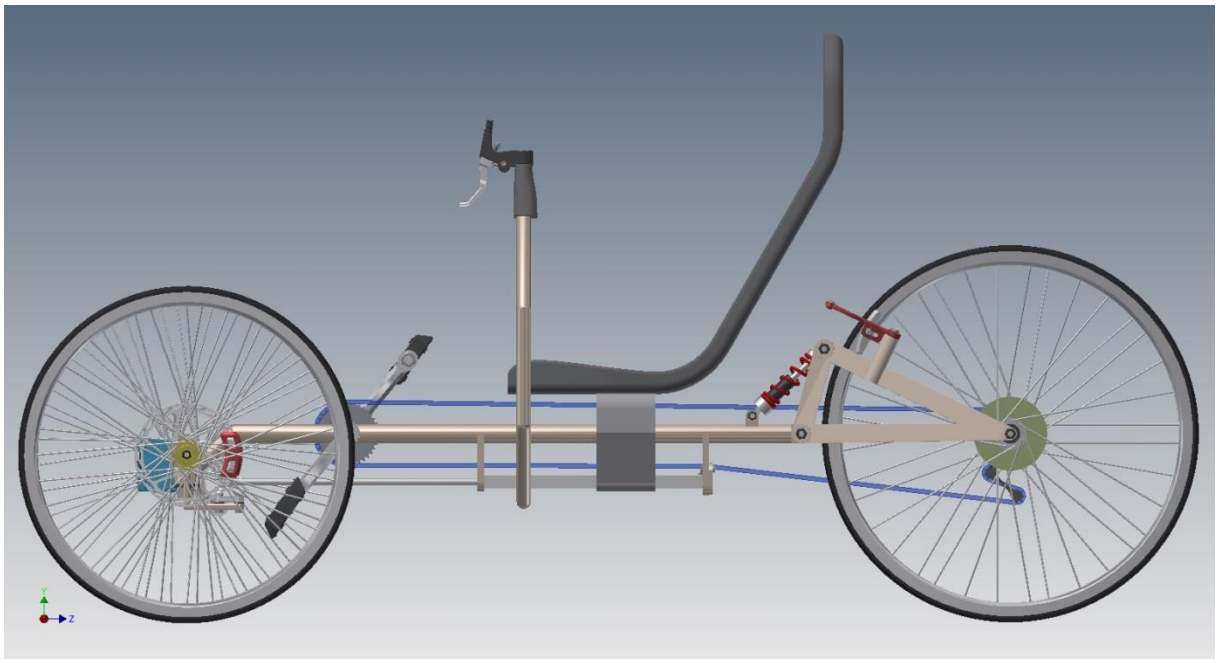
Εικόνα 3.7 Πρόοψη όψη τελικού σχεδίου.



Εικόνα 3.8 Πίσω όψη τελικού σχεδίου.



Εικόνα 3.9 Πλάγια αριστερή όψη τελικού σχεδίου.



Εικόνα 3.10 Πλάγια δεξιά όψη τελικού σχεδίου.

3.4 Υπολογιστική ανάλυση σκελετού της τελική λύσης σε σύστημα CAE

Σε αυτό κεφάλαιο θα γίνει υπολογιστική ανάλυση του σκελετού, του τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου, μέσω συστήματος CAE, Inventor της Autodesk. Οι υπολογισμοί αυτοί επρόκειτο να γίνουν σε περιβάλλον «Stress Analysis» (Ανάλυσης Τάσεων) και θα μας υποδείξουν κάποια βασικά στοιχεία για το πώς συμπεριφέρεται ο σκελετός, κάτω από συγκεκριμένες παραμέτρους και δυνάμεις. Με λίγα λόγια θα μπορούμε να φτάσουμε στο συμπέρασμα, για το εάν ο σκελετός θα υποστεί θραύση ή παραμόρφωση και αν όχι πότε μπορεί να συμβεί, με βάσει τις συνθήκες που θέσαμε.

Οι παράμετροι τις οποίες θέτουμε είναι οι εξής:

- Υλικό κατασκευής σκελετού είναι το αλουμίνιο
- Βάρος αναβάτη 120 Kg (απαίτηση από τον πίνακα προδιαγραφών προηγούμενου κεφαλαίου)
- Σκελετός θα υπολογιστεί στατικά (χωρίς κίνηση, χωρίς επίδραση θερμοκρασίας κλπ)

Οι εφαρμοζόμενες δυνάμεις πάνω στον σκελετό είναι:

- Δύναμη βαρύτητας
- Δύναμη βάρους του αναβάτη 1.200,00 N

Πιο συγκεκριμένα, μέσω του προγράμματος, θα αναλύσουμε τρεις συγκεκριμένες εικόνες, οποίες μας παρέχουν αποτελέσματα για:

- Τάσεις Von Mises
- Συντελεστή Ασφαλείας

3.4.1 Αριθμητικά αποτελέσματα υπολογιστικής ανάλυσης σκελετού

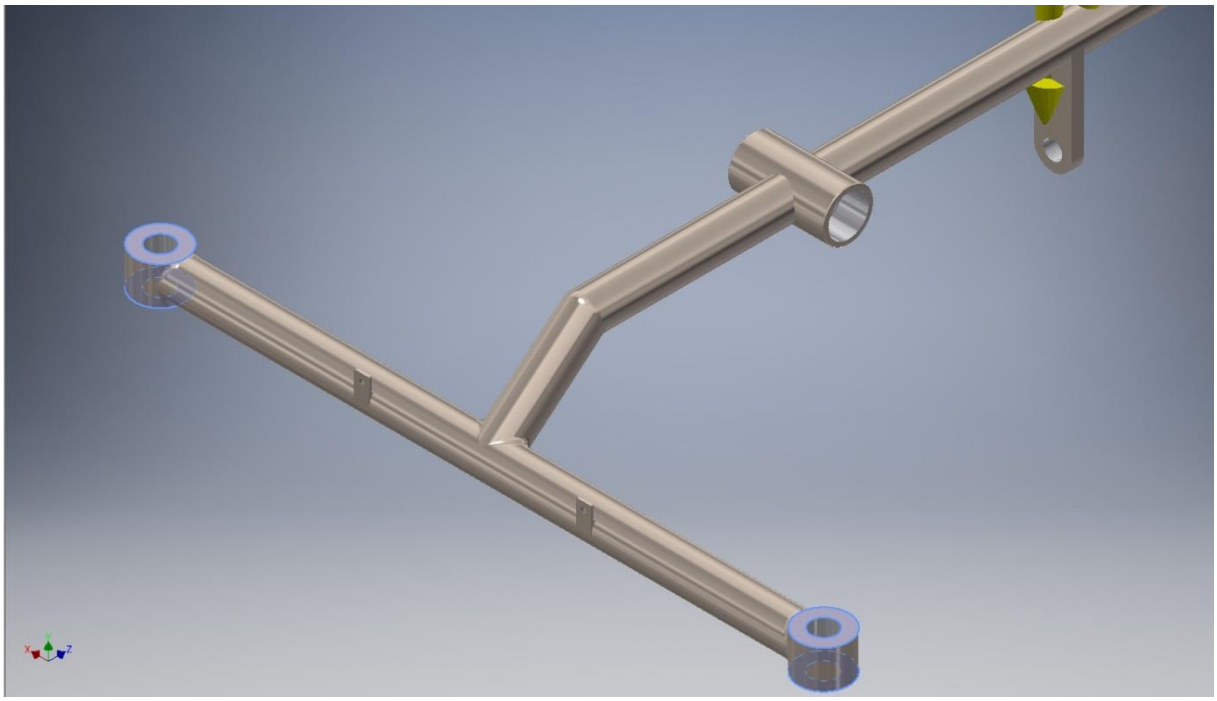
Αρχικά, από τους υπολογισμούς θα εξαιρεθεί ο μηχανισμός ανάρτησης, λόγω του ότι θέλουμε να παρατηρήσουμε αποτελέσματα χωρίς την επιρροή ενός μηχανισμού, του οποίου η ιδιότητα είναι να απορροφά κραδασμούς και κατά συνέπεια, να επηρεάζει την εκροή των δεδομένων που θα μας δοθούν.

Το υλικό το οποίο επιλέχτηκε μέσα από την βιβλιοθήκη του Inventor, είναι το Αλουμίνιο 6061. Αυτή η κατηγορία αλουμινίου έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

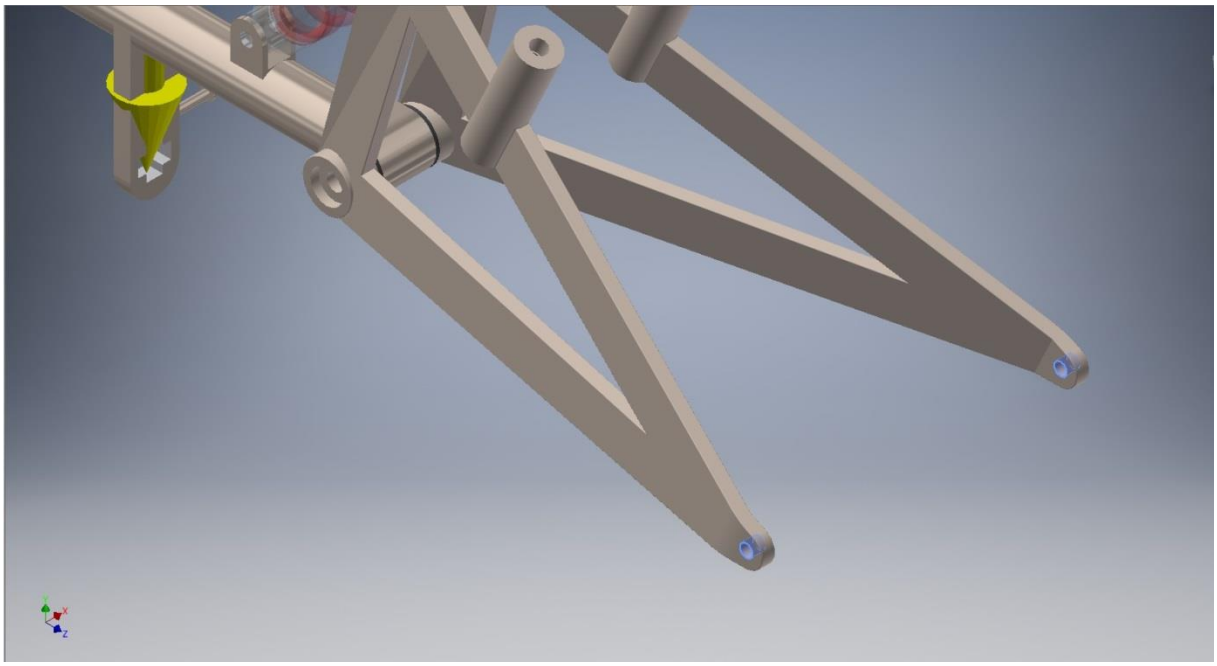
Πίνακας 3.2 Χαρακτηριστικά Αλουμινίου 6061.

Ονομασία	Aluminum 6061
Περιγραφή	Aluminum Magnesium, Silicon Alloy, 6061
Ειδικό βάρος	2.7 gr/cm^3
Μέτρο ελαστικότητας	68.900 GPa
Λόγος Poisson	0.33
Όριο διαρροής	275 MPa
Όριο θραύσης	310 MPa

Αρχικά μέσω των παρακάτω εικόνων (**Εικόνες 3.11** και **3.12**) παρουσιάζονται οι επιφάνειες στήριξης του σκελετού. Στην **Εικόνα 3.11** εμφανίζονται οι επιφάνειες όπου στηρίζονται οι μπροστινές ρόδες, ενώ στην **Εικόνα 3.12** εκείνες της πίσω ρόδας.

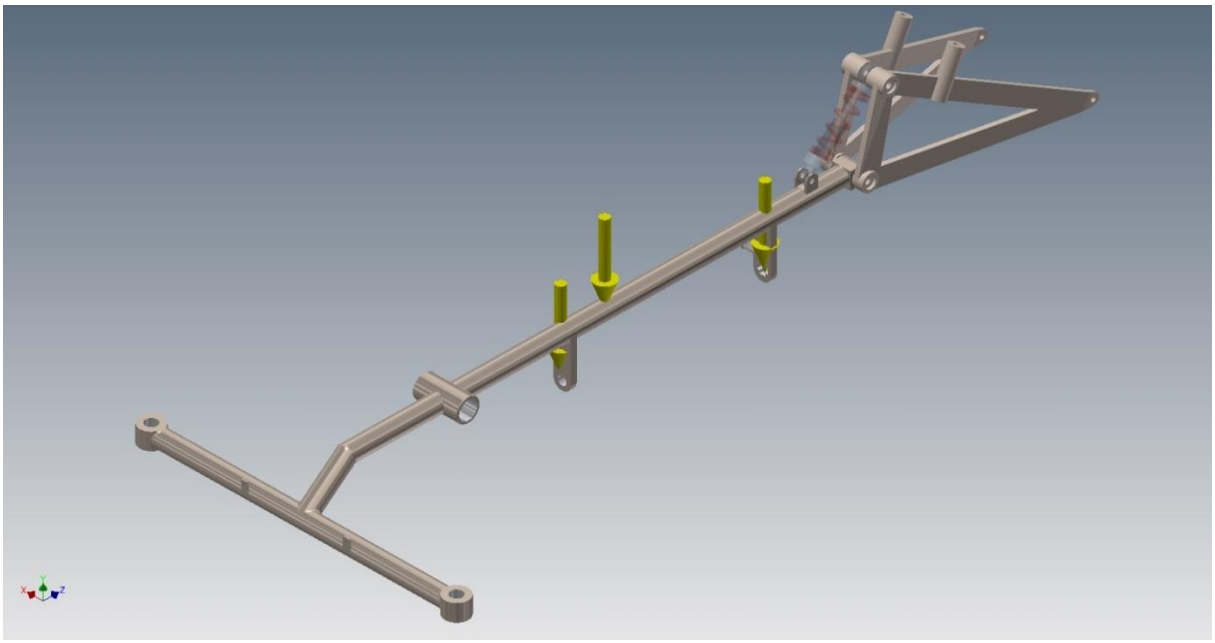


Εικόνα 3.11 Επιφάνειες στήριξης μπροστινών τροχών.



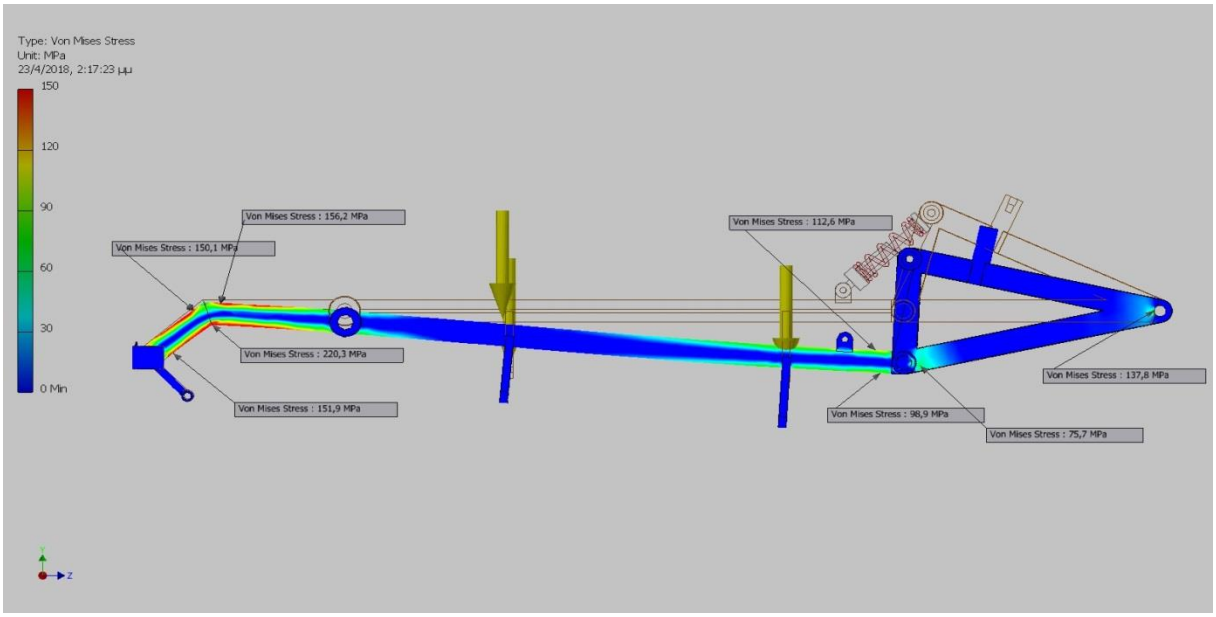
Εικόνα 3.12 Επιφάνειες στήριξης πίσω τροχού.

Στην **Εικόνα 3.13** παρουσιάζεται ο σκελετός που επρόκειτο να εξεταστεί, με τα δύο ακριανά βέλη να υποδεικνύουν τις επιφάνειες πάνω στις οποίες ασκείται η δύναμη βάρους του αναβάτη, ενώ το μεσαίο βέλος υποδεικνύει την δύναμη της βαρύτητας.

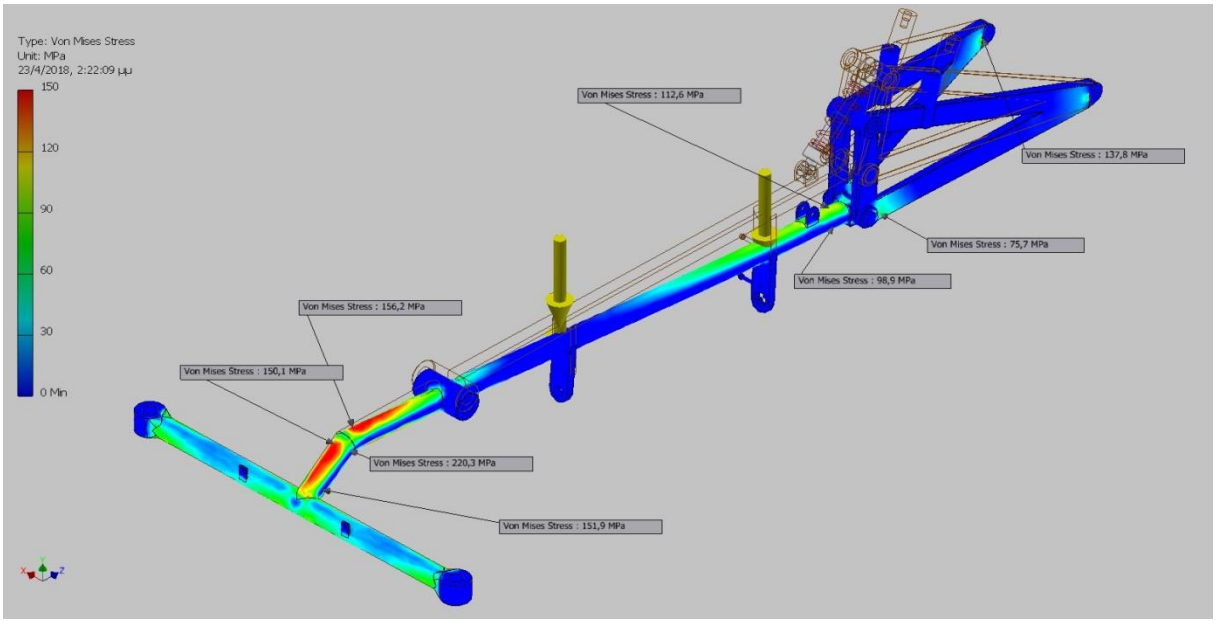


Εικόνα 3.13 Σκελετός τελικής λύσης.

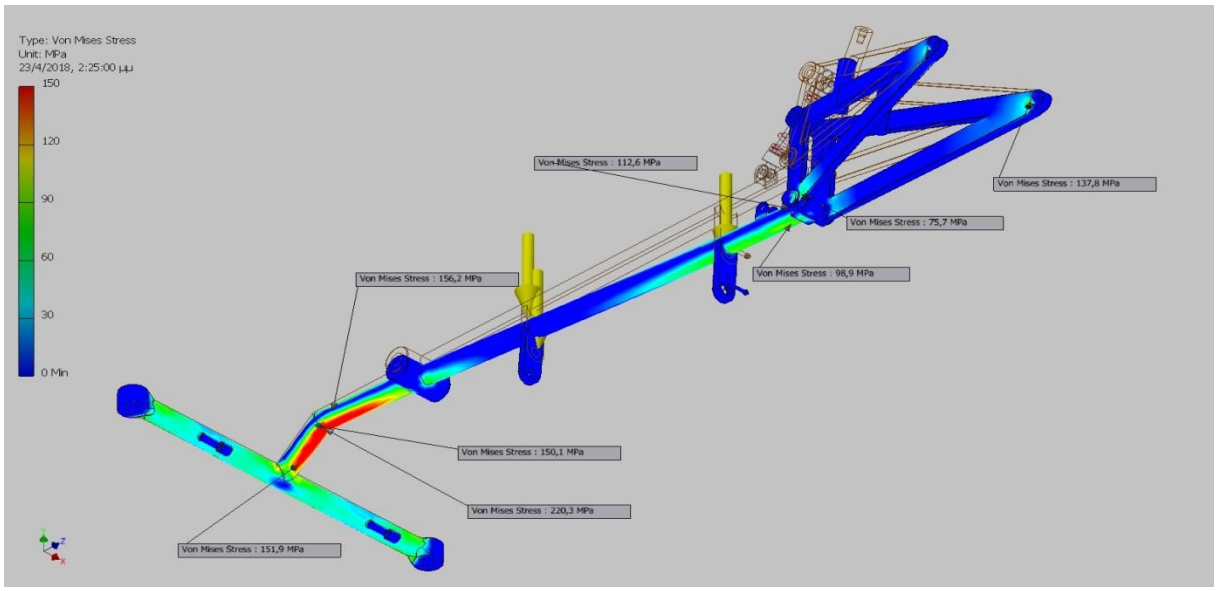
Στην **Εικόνα 3.14**, **3.15** και **3.16** παρουσιάζεται ο σκελετός χρωματισμένος έτσι ώστε να μας υποδεικνύει την διαβάθμιση των τάσεων Von Mises, που αναπτύσσονται σε αυτόν. Η μέγιστη τάση είναι 220,30 MPa και εμφανίζεται στην κάτω μεριά του σκελετού, στην ένωση του άξονα των μπροστινών ροδών με τον κεντρικό άξονα (**Εικόνα 3.15** και **3.16**). Με βάση την ανάλυση Von Mises Stress βλέπουμε ότι στην μεγαλύτερη δυνατή φόρτιση που μπορεί να επιβληθεί στον σκελετό η μέγιστη τάση βρίσκεται πριν το όριο διαρροής (276 MPa), δηλαδή παραμορφώνεται ελαστικά.



Εικόνα 3.14 Τάσεις Von Mises. (1)

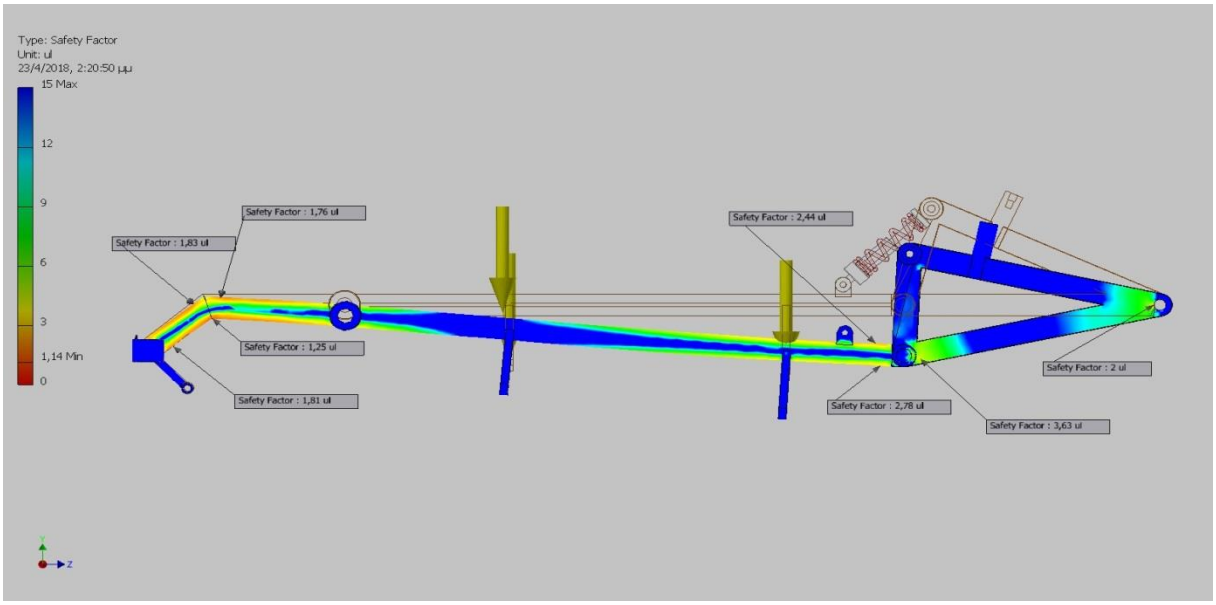


Εικόνα 3.15 Τάσεις Von Mises. (2)

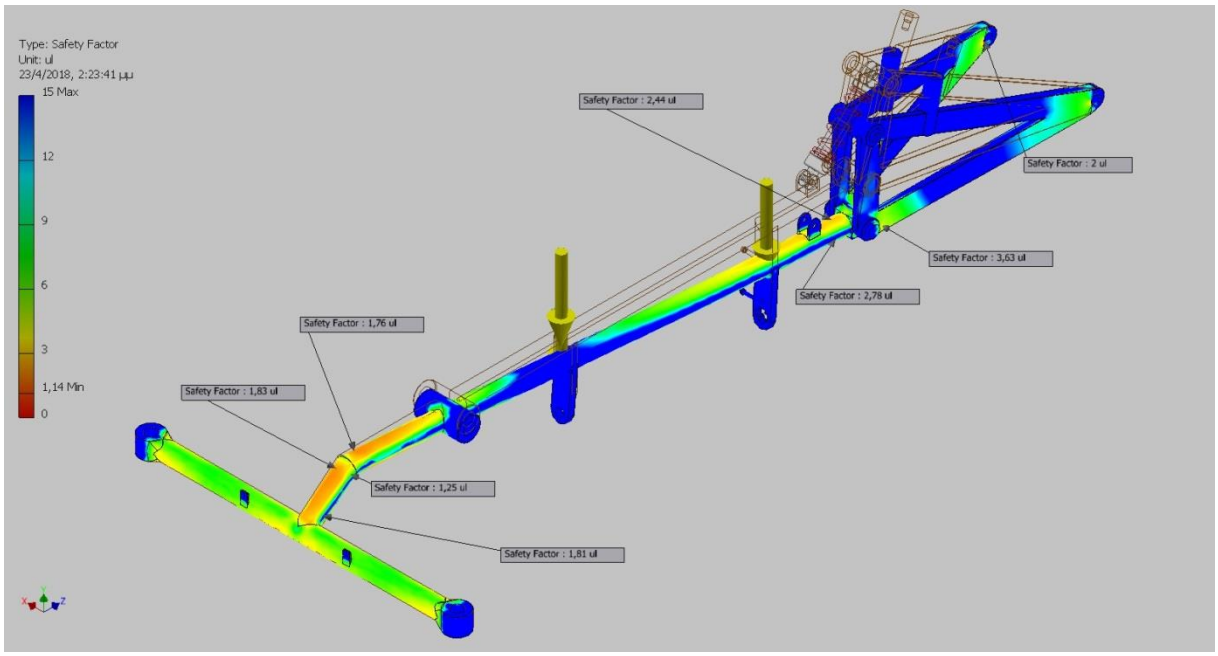


Εικόνα 3.16 Τάσεις Von Mises. (3)

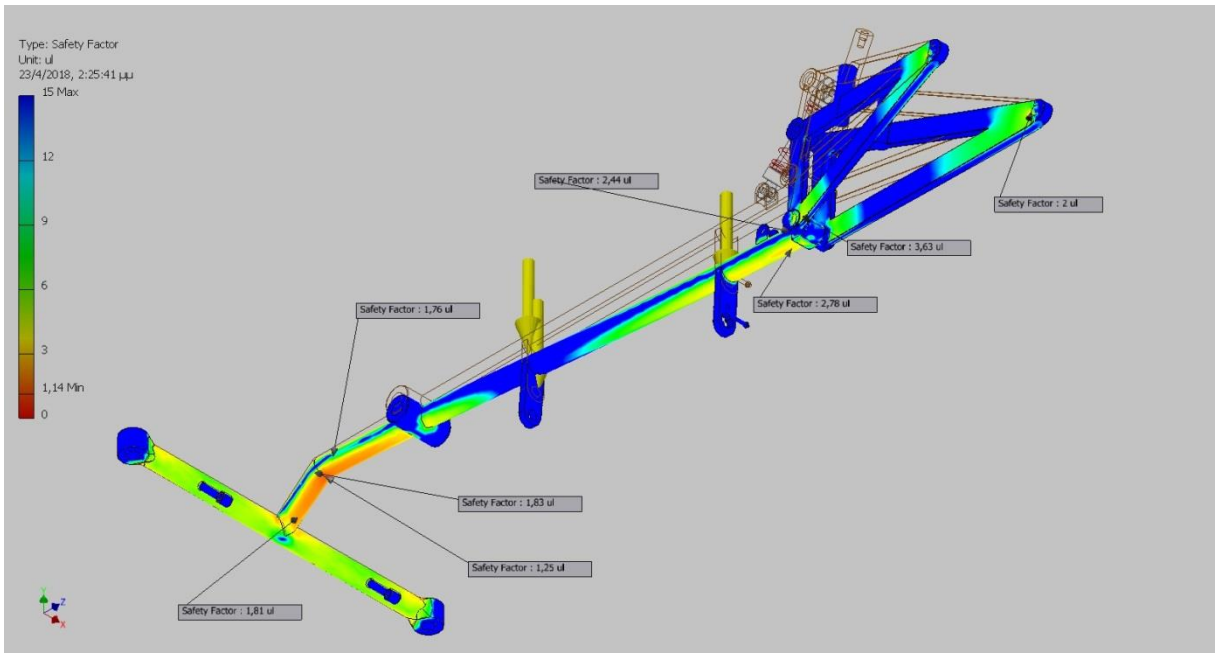
Ο συντελεστής ασφαλείας σε αυτήν την περίπτωση (**Εικόνες 3.17, 3.18** και **3.19**) μας παρέχει ενδείξεις για το πόσες φορές μικρότερη είναι η μέγιστη επιβαλλόμενη τάση από το όριο θραύσης.. Στον σκελετό ο μικρότερος συντελεστής ασφαλείας είναι 1,25, όπου εμφανίζεται στην κάτω μεριά του σκελετού, στην ένωση του άξονα των μπροστινών ροδών με τον κεντρικό άξονα. Δηλαδή, στο σημείο όπου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες τάσεις, είναι εκείνο το οποίο παράλληλα θα έχει τον χαμηλότερο συντελεστή ασφαλείας.



Εικόνα 3.17 Συντελεστής Ασφαλείας. (1)



Εικόνα 3.18 Συντελεστής Ασφαλείας. (2)



Εικόνα 3.19 Συντελεστής Ασφαλείας. (3)

3.5 Οικονομική μελέτη κατασκευής

Επιπροσθέτως, κρίνεται αναγκαίος και ο υπολογισμός της οικονομική πλευράς των εξαρτημάτων και των πρώτων υλών που επρόκειτο να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή του τελικού προϊόντος. Τέλος, οι τιμές είναι ενδεικτικές έχοντας ένα εύρος για επιλογή μεταξύ μίας σχετικά φθηνής λύσης σε σχέση με μία άλλη πιο ποιοτική κατασκευή.

Πίνακας 3.3 Υπολογισμός κόστους κύριων μερών ποδηλάτου.

Βασικά μέρη / εξαρτήματα ποδηλάτου	**Κόστος σε ευρώ**		
	Ελάχιστο	**Μέγιστο**	**Προτεινόμενο**
Πλαίσιο – Σκελετός	15	30	26
Συγκολλήσεις	30	70	50
Τροχοί	80	280	90
Μπαταρία – μοτέρ	170	498	498
Κάθισμα	107,5	250	108
Μετρητής ταχύτητας	7	270	50
Λαβές	3,4	9,5	6
Συρματόσχοινο (ντίζα)	1,2	19	3,5
V brakes	8	20	13
Δισκόφρενα	60	280	80
Δισκοβραχίονες	5	250	100
Μηχανισμός ταχυτήτων	6	180	13
Αλυσίδα	5	93	10
Αθροιστικό σύνολο	498,1	2.249,5	1.047,5

3.6 Τεχνικά χαρακτηριστικά κατασκευής

Στον παρακάτω **Πίνακα 3.4** παρουσιάζονται τα τελικά τεχνικά χαρακτηριστικά του τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου, δίνοντας έτσι μια ολοκληρωμένη λύση στο πλαίσιο μιας μέσης-προσιτής τιμής.

Πίνακας 3.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά τρίκυκλου ηλεκτρικού ποδηλάτου

Διαστάσεις	Μήκος: 1.840 (mm) Πλάτος: 818 (mm) Ύψος: 700 (mm)
Διαστάσεις τροχών	Μπροστά: 20 (inches) Πίσω: 23 (inches)
Υλικό κατασκευή σκελετού	Κράματα αλουμινίου
Βάρος τρίκυκλου	Περίπου 20 (Kg)
Μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος αναβάτη και λοιπών αντικειμένων	≤ 120 (Kg)
Ισχύς ηλεκτροκινητήρα	250 (Watt)
Ηλεκτρική υποβοήθηση	Κίνηση με πεντάλ ή με χειρόγκαζο
Μεταφορά κίνησης	Ηλεκτροκινητήρα: πίσω ρόδα Πετάλι: πίσω ρόδα
Μέγιστη ταχύτητα	25 (Km/H)
Μπαταρία	Είδος: Νικελίου-Μεταλλικών Υδριδίων (NiMH) Τάση: 36 (V) Χωρητικότητα: 10,5 (Ah) Χρόνος φόρτισης: (H) Αυτονομία: 60-90 (Km) Βάρος: 3,5 (Kg)
Σύστημα πέδησης	Εμπρός: 2 δισκόφρενα Πίσω: 1 V-Brake
Τιμή	1.047,50 ευρώ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^{Ο}

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 Συμπεράσματα της διαδικασίας μελέτης και σχεδιασμού

Στην εν λόγω πτυχιακή εξετάστηκαν σε βάθος τα συστήματα (κύριες λειτουργίες) μετάδοσης κίνησης, διεύθυνσης αλλά και στήριξης του αναβάτη. Πάνω σε αυτά εφαρμόστηκε η όλη διαδικασία μελέτης και σχεδιασμού πού μπορεί να υπάρξει σε μια σχεδίαση ενός νέου προϊόντος.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της διαδικασίας του Brainstorming προέκυψαν αρκετές λύσεις οι οποίες εφαρμόστηκαν στο τελικό σχέδιο, όπως το σύστημα πέδησης μέσω δισκοφρένων και το σύστημα μετάδοσης κίνησης μέσω αλυσίδας και πεταλιού.

Εν συνεχεία, οι μήτρες ταξινόμησης είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία νέων ιδεών όπως το σύστημα διεύθυνσης με την βοήθεια του βάρους του αναβάτη.

Συνεπώς, η διαδικασία μελέτης και σχεδιασμού μας οδήγησε σε μία νέα λύση για το πώς θα μπορούσε να είναι τρίκυκλο ηλεκτρικά υποβοηθούμενο ποδήλατο, εμφανώς διαφορετική από εκείνες που υπάρχουν στην αγορά ή από εκείνες τις οποίες είχαμε αρχικά σκεφτεί μέσω του Brainstorming.

Τέλος, μέσω του CAE, έγιναν αρκετές τροποποιήσεις στην σχεδίαση του σκελετού όπως αύξηση του πάχους της κατασκευής ή ακόμα και μεγέθυνση οπών, διότι στις αρχικές μετρήσεις ο σκελετός παρουσίαζε μόνιμη παραμόρφωση. Επομένως, μέσω αυτών των αλλαγών τα αποτελέσματα της υπολογιστικής ανάλυσης του σκελετού της τελικής λύσης (CAE), παρείχαν ενδείξεις οι οποίες μας εξασφάλισαν ότι ο σκελετός στις συνθήκες που τέθηκαν δεν θα παρουσιάσει κάποια πλαστική παραμόρφωση αλλά και ούτε θα υποστεί θραύση.

4.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Το ηλεκτρικό ποδήλατο παράλληλα με το τρίκυκλο, σαν μέσα μεταφοράς, έχουν μεγάλη ζήτηση και χρησιμοποιούνται πλέον από μεγάλος μέρος πληθυσμού ανά τον κόσμο. Συνεπώς έχοντας ως γνώμονα την εργονομία, την ποιότητα, την διάρκεια και το περιβάλλον, το συγκεκριμένο αντικείμενο μπορεί να ερευνηθεί περαιτέρω σε αρκετούς τομείς.

Ένας από αυτούς τους τομείς είναι η κατασκευή-σχεδιασμός νέων μπαταριών εύκολα ανακυκλώσιμων με υλικά φιλικά προς το περιβάλλον, με μεγαλύτερη χωρητικότητα και διάρκεια ζωής.

Μετέπειτα, στο πως μπορεί να επιτευχθεί η επαναφόρτιση της μπαταρίας με την προσαρμογή διαφόρων μέσων στα κινούμενα μέρη του τρίκυκλου, όπως την ανάκτηση ενέργειας κατά την πέδηση, την παλινδρόμηση των αναρτήσεων, την ροή του αέρα και την συλλογή ενέργειας από τον ήλιο.

Τέλος, παρατηρώντας την ραγδαία ανάπτυξη των αυτόνομων οχημάτων παγκοσμίως, οι κατασκευαστές ποδηλάτων θα μπορούσαν να προσαρμόσουν τεχνολογίες παρόμοιες με αυτές των αυτοκινητοβιομηχανιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^{Ο}

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία:

1. Δρ Π. Α. Βουθούνης, *Τεχνική Μηχανική, Αντοχή των Υλικών*. Αθήνα, 2007.
2. Νικόλαος Μπιλάλης, Εμμανουήλ Μαραβελάκης, *Συστήματα CAD/CAM & Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση*, 2^{η} Έκδοση, Εκδόσεις Κριτική, 2014.
3. Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου, *Σχεδιασμός των Κατασκευών*, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα, 2004.
4. Γιάννης Δ. Χρυσουλάκης, Δημήτρης Ι. Παντελής, *Επιστήμη και Τεχνολογία των Μεταλλικών Υλικών*, 2^{η} Έκδοση, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2008.
5. Γρηγόρης Ν. Χαϊδεμενόπουλος, *Εισαγωγή στις Συγκολλήσεις*, Εκδόσεις Τζιόλα, 2010.

Κυβερνητικές Δημοσιεύσεις:

1. Κώδικας Οδικής Κυκλοφορίας, 2007, Υπουργείο Μεταφορών & Επικοινωνιών.
2. Κανονισμός (Ε. Ε.) αριθ. 168/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου.
3. Ευρωπαϊκό πρότυπο ασφαλείας EN 15194:2009.

Διαδικτυακές πηγές:

Ιστορικά στοιχεία

1. http://cargocycling.org/2007/03/types-of-tricycles.html
2. http://www.voiceavenue.gr/index.php/archives/1007
3. https://www.activesustainability.com/sustainable-life/advantages-of-the-electrical-bicycle/
4. https://www.electricbike.com/e-bike-patents-from-the-1800s/
5. https://tricyclemuseum.wordpress.com/2-history-of-tricycles/
6. https://newatlas.com/autovision-museum-recreates-ayrton-and-perry-electric-car/20528/#p147908
7. https://www.google.gr/search?q=tadpole-trike-recumbent&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=CzcjLYUiri0CFM%253A%252CxQS

UiDjzHvl2hM%252C_&usg=____FeV6uX2O410REslBXIg1YrGcU%3D&sa=X&ved=0ahUKEwjTkKOj6MHaAhWI8ywKHWcCDVAQ9QEIMDAE#imgrc=CzcjLYUiri0CFM

8. https://www.google.gr/search?q=tadpole+trike&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHiPCQ6MHaAhXClSwKHeKIBVsQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=qWTnhri3bV-aCM:
9. https://www.google.gr/search?q=sidecar+trike+bicycle&sa=X&biw=1366&bih=662&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=qPsCGLvehT2VAM%253A%252CsW4GCKd6LPA97M%252C_&usg=__0Mdb6S_v5nmHmEYwIQYIB3QYKco%3D&ved=0ahUKEwjY4rXQ5sHaAhWG1iwKHd4EAuEQ9QEILjAD#imgrc=qPsCGLvehT2VAM:
10. https://www.google.gr/search?q=Rollstuhl_Farfler_1655&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwin7cWt5cHaAhUDDywKHafgA2QQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=O34Pf-1wn2hHGM:
11. https://www.google.gr/search?q=recumbent&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwja7vmH5cHaAhVBKywKHUKEAYkQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=ZQLT_wcouhoKzM:
12. https://www.google.gr/search?q=delta+trike&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi868zk5MHaAhWMXCwKHa4HBGgQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=-pTT4twJLRXZaM:
13. https://www.google.gr/search?q=coventry+rotary&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjshqzI48HaAhUhJJoKHYFzDoYQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=AcVVW4jlM7PuyM:
14. https://www.google.gr/search?q=a-humber-cripper-tricycle-ridden-by-british-professional-racing-cyclist-DYWRG0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjS3uuO48HaAhXhFJoKHSxnDssQ_AUICigB#imgrc=YEIJj-AjfP30EM:
15. https://newatlas.com/autovision-museum-recreates-ayrton-and-perry-electric-car/20528/#p147908

Ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης

1. http://www.greenenergyparts.com/electricbicycle.html
2. http://sela.gr/vivax-assist-kryfo-hlektriko-moter-gia-road-bikes/

3. https://www.ebay.com/itm/EU-NO-taxes-48V-750W-8fun-bafang-motor-BBS02B-crank-Motor-eletric-ebike-kits/253185498296?hash=item3af3081cb8:m:m7uk8hHnN_2cML6Nx2h9RYg
4. https://www.ebay.com/itm/TSDZ2-36V-500W-42T-Central-Mid-Motor-With-Torque-Sensor-Conversion-Ebike-Kit/253217398757?hash=item3af4eedfe5:m:mG0Jt0BGhNSqXcmMlaQCeWg
5. https://www.ebay.com/itm/ebike-kit-motor-bike-conversion-kit-all-most-bicycles-Electric-Bicycle/192045080486?hash=item2cb6c75fa6:g:Vx4AAOSwCU1YxIMz

Μπαταρίες

1. http://sela.gr/ebike-batteries-what-to-know/
2. http://www.greenenergyparts.com/sinotec-battery-li-ion-10ah-36v.html
3. http://www.all-battery.com/
4. https://0497855326109438fada-869f30a49ddc9fde219928cc358ba5a0.ssl.cf2.rackcdn.com/12v10nibapaf-2.jpg#jmui=f%3A1426%3A305419896%3AYV*FuSFEQ*h%2CCkU%40AQRS%25HsQ

Σύστημα πέδησης

1. https://grabcad.com/library/bike-v-brake
2. https://grabcad.com/library/7-inch-hydraulic-brake-1
3. http://s3images.coroflot.com/user_files/individual_files/230815_mkfqbe4xdiz9uskswnxogyuhh.jpg
4. https://www.google.gr/search?q=bicycle+disc+brakes+solidworks&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjI4pL5spTYAhUMGZoKHdQiCukQ_AUICigB&biw=1920&bih=974#imgdii=Xb-oPgPSScG-kM:&imgrc=q22NyB_A2hjifM:

Συγκολλήσεις

1. http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/L2_%CE%9C%CE%AD%CE%B8%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CE%B9%CE%A3%CF%85%CE%B3%CE%BA%CF%8C%CE%BB%CE%BB%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%82.pdf
2. http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/2071/1/012014128.pdf
3. https://www.scribd.com/doc/90638453/%CE%A4%CE%95%CE%A7%CE%9D%CE%9F%CE%9B%CE%9F%CE%93%CE%99%CE%91-

%CE%9A%CE%91%CE%A4%CE%91%CE%A3%CE%9A%CE%95%CE%A5%CE%A9%CE%9D-%CE%99%CE%99-%CE%A3%CE%A5%CE%93%CE%9A%CE%9F%CE%9B%CE%9B%CE%97%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3

4. http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2014/AnninosPanagiotis/attached-document-1422344431-978426-21320/AnninosPanagiotis2014.pdf

Υπολογιστική ανάλυση σκελετού της τελική λύσης σε σύστημα CAE

1. http://www.amesweb.info/Materials/Aluminum-Yield-Tensile-Strength.aspx
2. http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/mhx_symp_ylik_IV.pdf
3. https://eclass.teilar.gr/modules/document/file.php/EY106/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%87%CE%AE%20%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20-%20%CE%94%CF%81.%20%CE%A6%CE%B9%CE%BB%CF%8C%CE%B8%CE%B5%CE%BF%CF%82%20%CE%9B%CF%8C%CE%BA%CE%BA%CE%B1%CF%82/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%87%CE%AE%20%CE%A5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%20-%20%CE%A6.%20%CE%9B%CF%8C%CE%BA%CE%BA%CE%B1%CF%82.pdf