

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Οικονομικός τρόπος κατασκευής ηλεκτροκίνητης σανίδας τύπου *Longboard*



ΜΕΤΑΞΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

A.M. 6032

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2021

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα.....	2
Περίληψη	4
Κεφάλαιο 1	5
Σανίδες Longboard.....	5
1.1 Εισαγωγή	5
1.2 Ιστορική αναδρομή	6
1.3 Στοιχεία εξαρτημάτων longboard	8
1.3.1 Σανίδα (deck)	8
1.3.2 Οδηγοί (trucks)	12
1.3.3 Τροχοί (wheels).....	14
1.3.4 Έδρανα(bearings).....	15
1.4 Στοιχεία ηλεκτρικών εξαρτημάτων	16
1.4.1 Ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος (Direct Current Electrical Motor)	17
1.4.2 Μπαταρίες (batteries).....	18
1.4.3. Ηλεκτρονικό χειριστήριο ταχύτητας (Electronic speed controller (ESC)	19
1.4.4 Πομπός και δέκτης (transmitter & receiver).....	20
Κεφάλαιο 2	21
Υλικά κατασκευής και διαδικασία επιλογής.....	21
2.1 Εισαγωγή	21
2.2 Υλικά κατασκευής σανίδων	22
2.2.1 Κόντρα πλακέ θαλάσσης (marine plywood).....	22
2.2.2 Κοντά πλακέ μπαμπού (bamboo plywood)	23
2.2.3 Σύγχρονα υλικά κατασκευής	24
2.2.4 Επιλογή υλικού	24
2.3 Υλικά κατασκευής οδηγών	25
2.3.1 Αλουμίνιο.....	25
2.3.2 Χάλυβας.....	26
2.3.3 Επιλογή οδηγών	26
2.4 Υλικά κατασκευής και επιλογή τροχών και εδράνων	27
2.5 Επιλογή ηλεκτρικών στοιχείων.....	28
2.5.1 Ηλεκτρικός Κινητήρας.....	28
2.5.2 Λίθιο - Μπαταρίες λιθίου.....	30
2.5.4 Ηλεκτρονικό Χειριστήριο Ταχύτητας (ESC)	33

2.5.5 Πομπός και δέκτης (Τηλεχειριστήριο).....	34
2.6 Μέθοδος πεπερασμένων στοιχείων	35
Κεφάλαιο 3	37
Κατασκευή	37
3.1 Κατασκευή σανίδας.	37
3.2 Πρόσθεση των οδηγών.	38
3.3 Προετοιμασία τροχών.....	39
3.3 Προετοιμασία κινητήριου οδοντοτροχού	39
3.3 Προετοιμασία οδηγού	42
3.4 Σύνδεση – αποθήκευση ηλεκτρικών εξαρτημάτων	44
3.5 Έλεγχος ασφαλής κατασκευής σανίδας.....	45
Κεφάλαιο 4	46
Υπολογισμοί κατασκευής	46
4.1 Υπολογισμός μέγιστου βάρους αναβάτη	47
4.1.1 Προσέγγιση μέγιστου βάρους μέσω του διαγράμματος ελεύθερου σώματος.....	47
4.2 Υπολογισμός μέγιστης ταχύτητας σανίδας.....	49
4.3 Υπολογισμός αντοχής μπαταρίας	49
Κεφάλαιο 5	51
Αποτελέσματα – συμπεράσματα κατασκευής	51
5.1 Αποτελέσματα εργασίας	52
5.2 Συμπεράσματα εργασίας.....	52
Κεφάλαιο 6	53
Μελέτη επένδυσης σε λιανικό εμπόριο	53
Βιβλιογραφία	57

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η κατασκευή σανίδας τύπου long board με ηλεκτρικό μηχανισμό. Πρόκειται για τον σχεδιασμό μιας μοντέρνας σανίδας δρόμου, στην οποία η μετάδοση κίνησης δεν θα γίνεται μέσω της μυικής δύναμης του αναβάτη αλλά με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στόχος της εργασίας είναι η φθηνή, αλλά και με τις μέγιστες δυνατότητες για την τιμή της, κατασκευή ηλεκτροκίνητης σανίδας, η οποία θα απαιτεί την ελάχιστη μηχανική κατεργασία ώστε να είναι δυνατή ακόμα και από έναν ερασιτέχνη, χωρίς να χρειάζεται να απευθυνθεί σε γνωστές βιομηχανίες για την αγορά της (Ο λόγος που αναφέρονται φίρμες είναι για να υπάρχει διαχωρισμός ανάμεσα στην υπερβολικά μεγάλη επιλογή (γκάμα) του κάθε τύπου εξαρτήματος. Τα παρακάτω εξαρτήματα επιλέχθηκαν μετά από πολύωρη αναζήτηση και αποτελούν τις οικονομικότερες δυνατές λύσεις για ένα αποτέλεσμα συγκρίσιμο με ακριβότερες κατασκευές λιανικής).

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται μια σύντομη ανδρομή στην ιστορία του longboard και αναλύονται οι κατηγορίες που διατείνονται σήμερα στο εμπόριο. Έπειτα γίνεται περιγραφή και επεξήγηση των επιμέρους στοιχείων του (μηχανικών και ηλεκτρικών). Στη συνέχεια, αναφέρονται τα υλικά που χρησιμοποιούνται στη σημερινή εποχή για την κατασκευή ηλεκτρικού longboard και η διαδικασία επιλογής τους.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας αφορά την περιγραφή της κατασκευής με τα υλικά και τα στοιχεία που έχουν επιλεγεί, μέσω σχεδίων, οδηγιών και φωτογραφικού υλικού.

Στο τρίτο μέρος της εργασίας γίνεται η στατική ανάλυση της κατασκευής, η εύρεση του μέγιστου φορτίου αναβάτη και ο έλεγχος αντοχής της σανίδας.

Στη συνέχεια εξάγοντα τα αποτελέσματα και τα τελικά χαρακτηριστικά της σανίδας και γίνεται λόγος για τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις διαδικασίες κατασκευής.

Η εργασία ολοκληρώνεται με μία σύντομη μελέτη επένδυσης στην κατασκευή σανίδων με παρόμοια χαρακτηριστικά και το αν η ίδρυση μιας εταιρείας πώλησης της θα ήταν βιώσιμη.

Κεφάλαιο 1

Σανίδες Longboard

1.1 Εισαγωγή

Το Long board είναι ένα τετράτροχο μέσο μεταφοράς και ψυχαγωγίας, παρόμοιο με το skateboard αλλά μεγαλύτερου μήκους. Αν και σε πολλές χώρες και πόλεις (Χαβάη, Νέα Ζηλανδία, Λος Άντζελας) έχει γίνει πλέον ένα πολύ διαδεδομένο μέσο μεταφοράς, στην Ελλάδα πρόσφατα ξεκίνησε να κάνει τις πρώτες του εμφανίσεις.

Στην κλασική μορφή του αποτελείται από μια σανίδα η οποία συνδέεται στο κάτω μέρος της με 2 οδηγούς, 8 τριβείς ολίσθησης που τοποθετούνται, ένα σε κάθε πλευρά των τεσσάρων τροχών και φυσικά τους κοχλίες σύνδεσης που συγκρατούν την σανίδα με τους οδηγούς.

Στην ηλεκτρική του μορφή υπάρχουν ορισμένες αλλαγές στον μπροστά οδηγό για την συγκράτηση του ηλεκτρικού κινητήρα που μεταφέρει την κίνηση μέσω ιμάντα στους τροχούς και γίνεται προσθήκη ενός κιβωτίου που αποθηκεύει και προστατεύει όλα τα ηλεκτρικά μέρη της σανιδάς.

1.2 Ιστορική αναδρομή

Γεγονός είναι πως δεν γνωρίζουμε την συγκεκριμένη ημερομηνία στην οποία αποδίδεται η εφεύρεση του long board, επομένως ούτε και τον εφευρέτη αυτού. Οι πρώτες του εμφανίσεις σημειώθηκαν στην Χαβάη την δεκαετία του 1950 και πιο συγκεκριμένα στο Οάχου, από surfers οι όποιοι το ονόμαζαν σερφ του πεζοδρομίου (sidewalk surfing)[1] και το χρησιμοποιούσαν ως ένα μέσο προπόνησης τις ημέρες που δεν υπήρχαν κύματα για υδάτινο σερφ. Όπως ήταν φυσικό οι σανίδες που χρησιμοποιήθηκαν από τους τότε surfers για το sidewalk surfing είχαν πολύ μεγαλύτερο μήκος από αυτές των skateboard εξού και το τωρινό του όνομα long board, που σημαίνει μακριά σανίδα.

Το 1959 έχουμε την πρώτη μαζική παραγωγή και διάθεση σανίδων στην αγορά από

την makaha-longboard company η οποία μετονομάζει το sidewalk surfing στο τωρινό του όνομα, longboarding. Για την κατασκευή των πρώτων σανίδων τους η αμερικανική εταιρεία makaha company χρησιμοποιούσε κομμάτια ξύλων των 20mm πάχους, τα οποία έδιναν το κλασσικό σχήμα των σανίδων του σερφ και συνδεόταν με οδηγούς συμβατικού πείρου, ίδιους με αυτούς των skateboards. Όσο για την σύσταση των τροχών, η Cadillac ήταν η πρώτη εταιρία που ανακάλυψε την φόρμουλα με ουράνιο που χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα[2].



Εικόνα 1.1 Makaha Longboards

Μετά από μερικά χρόνια απουσίας εξαιτίας μη επαρκής και ασφαλούς εξοπλισμού, το long board επιστρέφει το 1970 με εταιρίες πλέον να δημιουργούν οδηγούς(trucks) και εξοπλισμό αποκλειστικά για αυτό. Ανακηρύσσεται ως ένα extreme sport και γίνεται ένα άθλημα με πολλούς κλάδους όπως είναι, το slalom, το freestyle, downhill και racing.



Εικόνα 1.2 Αγώνες Downhill

Το καλοκαίρι του 1975 κατασκευάζεται και το πρώτο βενζινοκίνητο skateboard από την εταιρεία Motoboard, και χρησιμοποιεί ένα 2χρονο βενζινοκινητήρα για την μεταφορά κίνησης στους τροχούς[3]. Αν και πολλά υποσχόμενο δεν αργεί πολύ μέχρι το Motorboard να αποσυρθεί εξαιτίας προβλημάτων εντόνου θορύβου και μεγάλων εκπομπών καυσαερίων. Το ηλεκτρικό long board, το οποίο θεωρείται ο απόγονος του βενζινοκίνητου skateboard εμφανίζεται στις αρχές του 2014 και συνεχίζει μέχρι και σήμερα να κερδίζει εντυπώσεις παγκοσμίως.

1.3 Στοιχεία εξαρτημάτων longboard

Το κυριότερο στοιχείο ενός long board είναι φυσικά η σανίδα, στο κάτω μέρος της οποίας τοποθετούνται οι οδηγοί (trucks), οι τροχοί και όλα τα ηλεκτρικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την κίνηση της. Πιο συγκεκριμένα η σανίδα συνδέεται με τους οδηγούς πάνω στους οποίους ενσωματώνονται οι τροχοί και στερεώνεται το ηλεκτρικό μας μοτέρ, το οποίο με την σειρά του συνδέεται με το esc, στο οποίο συνδέονται οι μπαταρίες και ο δέκτης (receiver) και δίνει κίνηση στον μπροστά δεξί τροχό μέσω οδοντωτού ιμάντα.

1.3.1 Σανίδα (deck)

Η σανίδα είναι το κάθισμα και το τιμόνι του αναβατή ενός long board. Οι σανίδες κατασκευάζονται από 2 έως 11 φύλλα κόντρα πλακέ θαλάσσης ή μπαμπού (πάχους από 2mm έως 8mm) , κολλημένα μεταξύ τους και συνδεδεμένα με τους οδηγούς μέσω 8 κοχλιών (4 σε κάθε οδηγό)[4].

Υπάρχει μια τεραστία ποικιλία σχημάτων και διαστάσεων σανίδων στο εμπόριο ανάλογα με την τεχνική την οποία επρόκειτο να χρησιμοποιηθεί ή τις προσωπικές προτιμήσεις του αναβάτη.

Τα κύρια είδη στα οποία διαχωρίζονται είναι δύο, οι σανίδες cruisers και οι σανίδες downhill[5].

Η πλειοψηφία των ανθρώπων που χρησιμοποιούν το long board ως ένα μέσο μεταφοράς ή ψυχαγωγίας μέσα στην πόλη χρησιμοποιεί σανίδες cruisers. Είναι σανίδες που έχουν μεγάλη επιτάχυνση αλλά μικρή ταχύτητα κύλισης, είναι εύκαμπτες και έχουν χαμηλό κόστος αγοράς,

Από την άλλη οι σανίδες downhill χρησιμοποιούνται κυρίως σε αγώνες downhill και racing αλλά και από αναβάτες που επιθυμούν μεγαλύτερες ταχύτητες κύλισης. Οι κατασκευαστές και σχεδιαστές αυτών των σανίδων χρησιμοποιούν σαφώς πιο ποιοτικά υλικά λόγω της ανάγκης για μεγαλύτερη ταχύτητα, αντοχή σε όλα τα είδη εδάφους και μεγαλύτερο εύρος χειρισμού. Στόχος είναι η δημιουργία μιας σανίδας όσο το δυνατόν άκαμπτης αλλά και ελαφριάς γίνετε[6].

Συνηθέστεροι τύποι σανίδων cruiser:

Σανίδα Drop-Throw:

Τέτοιου είδους σανίδες έχουν χαμηλότερο κέντρο βάρους που τις κάνει πιο σταθερές και ευκολότερες στο σπρώξιμο. Αρκετά καλή λύση για μεγάλες διαδρομές όπου δεν υπάρχει ανάγκη συχνών και άμεσων στροφών καθώς θεωρούνται πολύ άνετες και εύκολες στον χειρισμό τους[7].



Εικόνα 1.3 Drop Through Cruiser

Σανίδα Top Mounted:

Ο παραδοσιακός τύπος σανίδων cruisers, top mounted κρατεί μέχρι και σήμερα το

παραδοσιακό σχήμα των σανίδων long board αλλά και την ειδικά σχηματισμένη “ουρά”. Είναι πιο ευέλικτες σανίδες από τις drop throw cruiser αλλά λιγότερο σταθερές. Απευθύνονται σε αναβάτες που απαιτούν μεγαλύτερη ευελιξία[8].



Εικόνα 1.4 Top Mounted Cruiser

Συνηθέστεροι τύποι σανίδων downhill:

Σανίδα Drop-Throw

Είδος που χρησιμοποιείται περισσότερο από αρχάριους για το λόγο ότι ο τύπος κατασκευής του προσφέρει στον αναβάτη χαμηλό(πιο σταθερό) κέντρο βάρους κάτι που είναι μεγάλο πλεονέκτημα για αρχάριους αναβάτες. Λόγω όμως του τρόπου σύνδεσης των οδηγών στη σανίδα δεν επιτρέπει μεγάλη γωνία στροφής, πράγμα που πολλές φορές αποτελεί μειονέκτημα.



Εικόνα 1.5 Drop Through Downhill

Σανίδα Top-Mounted

Όπως προαναφέρθηκε οι οδηγοί είναι προσαρμοσμένοι απ' ευθείας στη σανίδα. Αυτός ο τρόπος κατασκευής προσφέρει στον αναβάτη μεγάλη ευελιξία ειδικότερα σε αγώνες μετ' εμποδίων. Η σταθερότητα της είναι σαφώς μικρότερη και ο χειρισμός της εξαρτάται κατά πολύ από την ικανότητα και την εμπειρία του αναβάτη.



Εικόνα 1.6 Top Mounted Downhill

Επίσης στις σανίδες Downhill ανήκει ακόμα ένα είδος σχήματος, η σανίδα Double Drop. Το είδος αυτό είναι σανίδα τύπου Top Mounted με τους οδηγούς εφαρμοσμένους απ' ευθείας στη σανίδα αλλά με τη διαφορά ότι το μέσο της σανίδας είναι χαμηλωμένο για ακόμα χαμηλότερο κέντρο βάρους για καλύτερο έλεγχο αλλά είναι σπάνιο καθώς υφίσταται δυσκολότερης κατασκευή και είναι πιο ακριβό με τιμές που ξεπερνάνε τα 400 €. Χρησιμοποιείτε κυρίως από επαγγελματίες αθλητές.



Εικόνα 1.7 Σανίδα Double Drop

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό το επόμενο μέσο διαχωρισμού είναι ο τρόπος

σύνδεσης με τους οδηγούς. Ο διαχωρισμός σε αυτόν τον τομέα γίνεται σε σανίδες **Top Mounted** και σανίδες **Drop Through**.

Σανίδες Σχήματος Top Mounted

Οι σανίδες Top Mounted είναι το πιο συνηθισμένο σχήμα σανίδων αλλά και το οικονομικότερο.

Η σανίδα εφάπτεται ακριβώς πάνω από τους οδηγούς με αποτέλεσμα το κέντρο βάρους να είναι ψηλότερο από τις άλλες σανίδες. Είναι λιγότερο σταθερή αλλά και πιο ευέλικτη καθώς η γωνία στροφής είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μεγαλύτερη από αυτή των drop through. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλά είδη όπως πορεία(cruising), ελεύθερο στυλ (freestyle) κ.α.



Εικόνα 1.8 Σανίδα Top Mounted

Σανίδες Σχήματος Drop Through:

Σ' αυτόν τον τύπο σανίδας οι οδηγοί είναι προσαρμοσμένοι ενδιάμεσα από την σανίδα, αυτός ο τρόπος σύνδεσης των οδηγών προσφέρει χαμηλότερο κέντρο βάρους άρα και μεγαλύτερη ταχύτητα και σταθερότητα. Πλεονέκτημα επίσης είναι ότι ο συγκεκριμένος τύπος είναι πιο ξεκούραστος λόγω μικρής προσπάθειας σπρωξίματος/φρεναρίσματος από τον αναβάτη. Το συγκεκριμένο σχήμα είναι ιδανικό για μεγάλες αποστάσεις ευθείας η κατηφορικής πορείας. Η τιμή του είναι αυξημένη σε σχέση με τις σανίδες top mounted και χρησιμοποιείται για πορεία (cruising) , ελεύθερο στυλ (freestyle) αλλά και για κατάβαση (downhill).



1.3.2 Οδηγοί (trucks)

Εικόνα 1.9 Σανίδα Drop Through

Οδηγοί ονομάζονται τα μεταλλικά περιστρεφόμενα εξαρτήματα που ενώνουν τη σανίδα με τους τροχούς. Η βασική χρήση τους είναι να επιτρέπουν στον αναβάτη να στρίβει τη σανίδα χρησιμοποιώντας τη κίνηση του σώματος και των ποδιών του. Η κίνηση μεταφέρεται από τον αναβάτη στην σανίδα και από την σανίδα στην περιστρεφόμενη άρθρωση η οποία βρίσκεται στη μέση του οδηγού και ελέγχει το κινητό του μέρος.

Το μήκος τους και η γωνία της πλάκας-βάσης είναι οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την σταθερότητα και το εύρος στροφής ενός οδηγού, πιο συγκεκριμένα όσο μικρότερη είναι η γωνία της πλακάς βάσης τόσο πιο σταθερός είναι ο οδηγός και όσο μεγαλύτερο μήκος έχουν οι οδηγοί τόσο μεγαλύτερη είναι και η επιτρεπόμενη στροφή που μπορούν να πάρουν.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία οδηγών στο εμπόριο, αλλά στις σανίδες Longboard χρησιμοποιούνται κυρίως δύο είδη οδηγών: Οδηγοί με συμβατικό πείρο(κάθετος πείρος), και οδηγοί αντεστραμμένου πείρου(πλάγιος πείρος) των οποίων το μήκος κυμαίνεται στα 150mm με 230mm[9].

Οι οδηγοί με συμβατικό πείρο αν και ήταν οι πρώτοι οδηγοί που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση ενός long board πλέον χρησιμοποιούνται από την μειονότητα των αναβατών καθώς έχουν πολύ μικρότερη ευτηξία και εύρος στροφής σε σχέση με αυτή του αντεστραμμένου πείρου. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι επειδή ο πείρος είναι κουμπωμένος πίσω από τους τριβείς δεν επηρεάζει τον αναβάτη σε δεξιότητες όπως το grinding κ.α.

Οι οδηγοί με αντεστραμμένο πείρο είναι το πιο συνηθισμένο είδος οδηγών. Οι οδηγοί τέτοιου τύπου εφαρμόζονται ψηλότερα και ο πείρος 'βλέπει' προς τα έξω προς τη μεριά της ουράς της σανίδας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ανταποκρίνονται καλύτερα στις μικρές ταχύτητες και να είναι πιο σταθεροί στις μεγαλύτερες.



Εικόνα 1.10 Οδηγοί (Trucks)

Μέρη των οδηγών:

Άξονας(Hunger και Axle):

Ο άξονας συγκρατεί τους τροχούς και είναι υπεύθυνος για τη γωνία στροφής της σανίδας.

Πείρος(Kingpin)

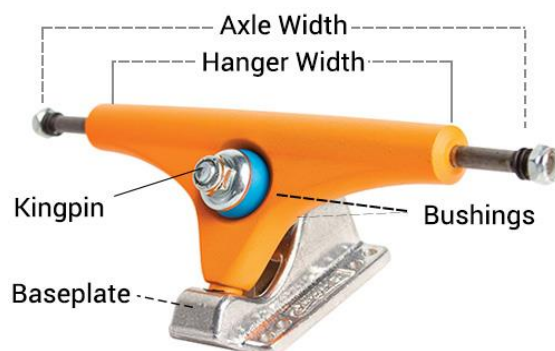
Ο πείρος ενώνει τον άξονα με την βάση και συγκρατεί τους τρίβεις.

Βάση(Baseplate):

Η βάση είναι το μέρος που ενώνει τους οδηγούς με τη σανίδα μέσω τεσσάρων κοχλιών. Έχει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία του longboard καθώς είναι υπεύθυνη για την γωνία στροφής του. Οι πιο συνηθισμένες βάσεις στο εμπόριο είναι με ικανότητα στροφής 50 μοίρες και 42 μοίρες. Οι βάσεις 50 μοιρών απευθύνονται σε οδηγούς που απαιτούν μεγάλη ευελιξία καθώς ανταποκρίνονται στη κίνηση του αναβάτη πολύ εύκολα ακόμα και σε μικρές ταχύτητες. Οι βάσεις 42 μοιρών προτιμώνται περισσότερο από αθλητές downhill καθώς επιτρέπουν τον αναβάτη να στρίψει το σώμα του περισσότερο στρίβοντας τη σανίδα λιγότερο. Οι βάσεις 42 μοιρών στρίβουν πολύ λιγότερο από τις βάσεις 50 μοιρών χρησιμοποιώντας την ίδια πίεση στη πλευρά της σανίδας[10]. Επίσης είναι πιο βολικές και ασφαλής σε πολύ μεγάλες ταχύτητες όπου η παραμικρή άσκηση πίεσης μπορεί να στρίψει τη σανίδα περισσότερο από ότι χρειάζεται.

Τριβείς(Bushings):

Οι τριβείς κατασκευάζονται από ουρεθάνη και βρίσκονται ανάμεσα στον άξονα (hanger) και τον πείρο(kingpin). Υπάρχουν δύο τριβείς σε κάθε οδηγό. Η σκληρότητα των τριβέων παίζει μεγάλο ρόλο στο είδος της ανάβασης. Όσο σκληρότεροι οι τριβείς τόσο μικρότερη η γωνία στροφής αλλά μεγαλύτερη η σταθερότητα [11].



Εικόνα 1.11 Μέρη οδηγών

1.3.3 Τροχοί (wheels)

Οι τροχοί που χρησιμοποιούνται στα long board κατασκευάζονται από ουρεθάνη ή πολυουρεθάνη. Η απόδοση των τροχών καθορίζεται από 5 βασικά χαρακτηριστικά, την διάμετρο τους, το σχήμα χειλιών, την σκληρότητα, την επιφάνεια επαφής και τον πυρήνα.

Οι κλασσικοί τροχοί long board κυμαίνονται στα 65mm έως 107mm διάμετρο (diameter), όσο μεγαλύτερη είναι η διάμετρος του τροχού τόσο πιο αργή η επιτάχυνση του και τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα κύλισης, οι τροχοί μικρότερης διαμέτρου έχουν ακριβώς τα αντίθετα αποτελέσματα.

Το σχήμα των χειλιών (lip profile) παίζει σημαντικό ρόλο στην αλλαγή πορείας και στα κρατήματα του long board καθώς τα στρογγυλεμένα χείλη χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερη ευελιξία στον δρόμο ενώ τα τετραγωνισμένα χείλη για καλύτερα κρατήματα.

Η σκληρότητα του τροχού (texture) εξαρτάται από το ποσό σκληρή ουρεθάνη θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του, οι μαλακοί τροχοί παρουσιάζουν καλύτερη απορρόφηση κραδασμών αλλά μικρότερη ανάπτυξη ταχύτητας, αντιθέτως οι σκληροί τροχοί αναπτύξουν μεγάλες ταχύτητες και είναι πιο σταθεροί αλλά δεν έχουν καλή απορρόφηση κραδασμών.

Η επιφάνεια επαφής (contact patch) είναι το τμήμα του τροχού που έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Το πλάτος της μπορεί να κυμαίνεται από 50mm έως 100mm[12].

Τέλος ο πυρήνας (core) είναι το κεντρικό τμήμα του τροχού, όπου γίνεται η συγκράτηση των εδράνων. Κατασκευάζεται κυρίως από πλαστικό αλλά και από αλουμίνιο.



Εικόνα 1.12 Χαρακτηριστικά τροχού

1.3.4 Έδρανα(bearings)

Τα έδρανα συνδέονται με τους τροχούς και χρησιμοποιούνται για την μείωση των τριβών που σημειώνονται στην περιοχή ανάμεσα στους οδηγούς και του τροχού.

Κατασκευάζονται από χάλυβα ή τιτάνιο και αποτελούνται από 5 βασικά μέρη. Τον εξωτερικό δακτύλιο (outer race), στο εσωτερικό του οποίου τοποθετούνται με σφιχτή συναρμογή οι σφαίρες (balls) μαζί με τον συγκρατητή τους (retainer) και ενώνονται με τον εσωτερικό δακτύλιο (inner race). Αλλά και από τα προστατευτικά φύλλα (shields) που τοποθετούνται στην περιοχή ανάμεσα του εξωτερικού και εσωτερικού δακτυλίου όπου βρίσκεται ο συγκρατητής σφαιρών.

Ένα προαιρετικό βήμα το οποίο όμως συνιστάται ανεπιφύλακτα είναι η τοποθέτηση αποστατών μεταξύ των εδράνων και του τροχού. Οι αποστάτες επιτρέπουν στον άξονα των οδηγών να συσφίγγεται προς τα κάτω με αποτέλεσμα την μείωση ταλαντώσεων υψηλής συχνότητας και την αύξηση της διάρκειας ζωής των εδράνων[13].



Εικόνα 1.13 Μέρη Εδράνων

1.4 Στοιχεία ηλεκτρικών εξαρτημάτων

Η προτιμότερη ενέργεια για την κίνηση της σανίδας Longboard είναι προφανώς η ηλεκτρική.

Οι ηλεκτρικές μηχανές παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα όπως χαμηλό βάρος κατασκευής, είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον καθώς δεν παράγουν κανενός είδους ρύπο εξάτμισης, η ανανέωση τους είναι πιο συμβατή και εργονομική, παράγουν χαμηλού επιπέδου θόρυβο και είναι πιο οικονομικές καθώς δεν επηρεάζονται από τις τιμές των χημικών καυσίμων(πετρέλαιο, βενζίνη) και χρήζουν ανανέωσης (σέρβις) αρκετά πιο σπάνια.

1.4.1 Ηλεκτρικός κινητήρας συνεχούς ρεύματος (Direct Current Electrical Motor)

Ο ηλεκτρικός κινητήρας είναι το θεμελιώδες εξάρτημα για την κίνηση του ηλεκτροκίνητου longboard. Μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες σε κινητική, την οποία μεταδίδει με τη βοήθεια ιμάντα- οδοντοτροχού στον μπροστά τροχό του longboard και το αναγκάζει να κινηθεί.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος τροφοδοτούνται από κάποια πηγή συνεχούς τάσης και από κατασκευαστικής απόψεως, δεν παρουσιάζουν καμία διαφορά σε σχέση με τις γεννήτριες Συνεχούς Ρεύματος. Συγκεκριμένα η μόνη διαφορά είναι ότι οι ψήκτρες μέσα στην ηλεκτρογεννήτρια αποτελούν τους ρευματοδότες, ενώ στον ηλεκτροκινητήρα τους ρευματολήπτες. Έτσι καθώς ένας κινητήρας αυξάνει τις στροφές λειτουργίας του, δημιουργείται στον αγωγό μία ηλεκτρεγερτική δύναμη η οποία αντιτίθεται στην ηλεκτρεγερτική δύναμη που τροφοδοτεί τον αγωγό. Δηλαδή ο κινητήρας λειτουργεί και σαν γεννήτρια που τροφοδοτεί αντίθετα τον αγωγό, μειώνοντας το ρεύμα που τον διαρρέει.

Τα μέρη ενός κινητήρα Σ.Ρ. είναι:

- α) Δρομέας: Ο Δρομέας αποτελείται από τον ηλεκτροφόρο αγωγό ο οποίος είναι τοποθετημένος σε πυκνές περιελίξεις (σπείρες) ώστε να περιέχει όσο μεγαλύτερο μήκος αγωγού γίνεται για δεδομένο όγκο.
- β) Στάτης: Ο Στάτης αποτελείται από μόνιμους ή τεχνητούς μαγνήτες οι οποίοι δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.
- γ) Ψήκτρες: Οι Ψήκτρες έρχονται σε επαφή με τον δρομέα τροφοδοτώντας τον με ρεύμα.

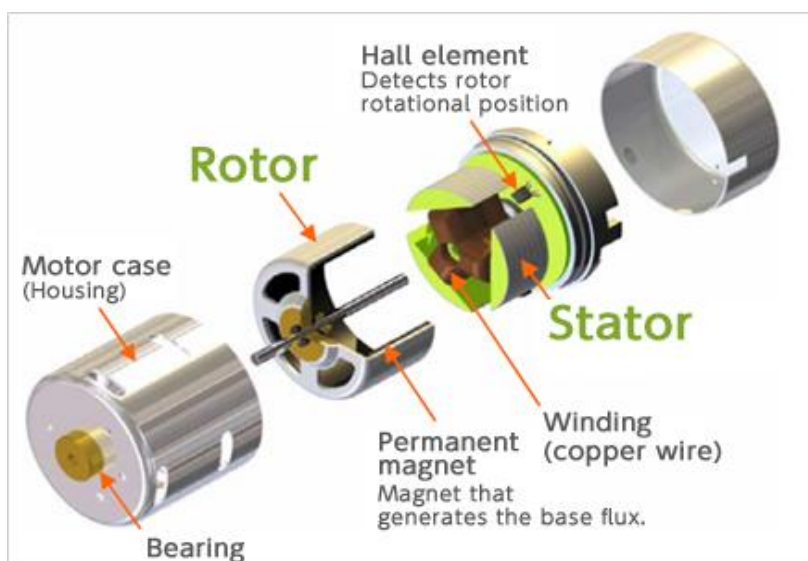
Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και προσδιορίζουν αυτόν εμπορικά είναι:

- α) Η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του σε βολτ (V).
- β) Το είδος της απαιτούμενης τάσης, συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα (DC ή AC) και στη 2η περίπτωση, μονοφασικό (1PH) ή τριφασικό (3PH). (PH = φάση (phase)).
- γ) Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, εφόσον πρόκειται για ηλεκτροκινητήρα AC και προφανώς σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (c/s) ή Χερτζ (Hertz).
- δ) Η ισχύς του κινητήρα σε Βατ ή ίππους (W ή HP).
- ε) Η ένταση του ρεύματος σε αμπέρ που διαρρέει τον κινητήρα.
- στ) Η αποκτώμενη ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (rpm ή RPM) [13].

Το βασικό πλεονέκτημα που παρουσιάζουν οι κινητήρες Συνεχούς Ρεύματος είναι η ευκολία ελέγχου της ροπής και της ταχύτητας τους σε μεγάλο εύρος τιμών.

Όπως και στις γεννήτριες υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος:

- α) Ανεξάρτητης διέγερσης όπου το κύκλωμα διέγερσης τροφοδοτείται από μια ανεξάρτητη πηγή συνεχούς τάσης.
- β) Παράλληλης διέγερσης όπου το κύκλωμα διέγερσης τροφοδοτείται από το κύκλωμα σπλισμού του κινητήρα.
- γ) Διέγερσης σειράς όπου τα τυλίγματα διέγερσης των κινητήρων διαθέτουν σχετικά λίγες σπείρες και είναι συνδεδεμένα σε σειρά με το κύκλωμα σπλισμού με αποτέλεσμα τα ρεύματα σπλισμού διέγερσης και εισόδου να έχουν ίδια τιμή.Φ
- δ) Σύνθετης διέγερσης όπου χρησιμοποιείται ένα τύλιγμα σειράς και ένα παράλληλο τύλιγμα.



Εικόνα 1.14 Μέρη Κινητήρα Συνεχούς Ρεύματος

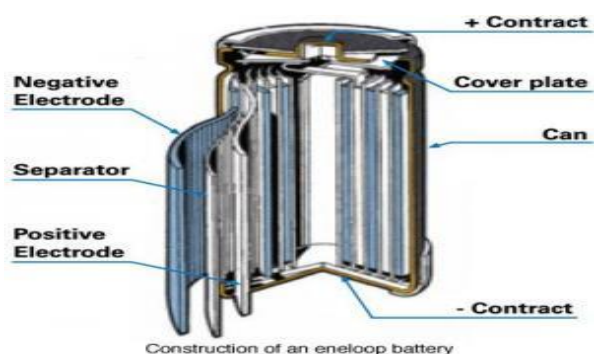
1.4.2 Μπαταρίες (batteries)

Μπαταρία ή ηλεκτρικός συσσωρευτής ονομάζεται η συσκευή η οποία είναι ικανή να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια σε μορφή χημικής και να την αποδεσμεύει σε εξωτερικό κύκλωμα.

Αποτελείται από δοχείο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό (εβονίτη, πλαστικό, γυαλί) με ηλεκτρολύτη (οξύ ή αλκάλιο), στο οποίο βυθίζονται τα ηλεκτρόδια. Η σύνδεσή τους σε εξωτερικό κύκλωμα προκαλεί σε αυτό διέλευση ρεύματος (εκφόρτιση του ηλεκτρικού συσσωρευτή). Έτσι, στον ηλεκτρικό συσσωρευτή γίνονται χημικές διεργασίες, που έχουν σχέση με τη μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Ο εκφορτισμένος ηλεκτρικός συσσωρευτής φορτίζεται όταν περάσει από αυτόν συνεχές ρεύμα από άλλη πηγή, ενώ ταυτόχρονα στον ηλεκτρικό συσσωρευτή γίνονται αντίστροφες χημικές διεργασίες, με τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική. Ο ηλεκτρικός συσσωρευτής χαρακτηρίζεται από τη χωρητικότητα, δηλ. την ποσότητα του ηλεκτρισμού σε αμπερώρια, που μπορεί ο συσσωρευτής να δώσει στο κύκλωμα που τροφοδοτεί, από τη μέση τάση σε Volt κατά το χρόνο της φόρτισης και εκφόρτισης, από την ειδική ενέργεια κατά βάρος και όγκο, δηλ. την ενέργεια σε βατώρια που παρέχεται κατά την εκφόρτιση από 1 κιλό βάρους ή 1 δεκατόμετρο του όγκου του ηλεκτρικού συσσωρευτή, από την απόδοση κατά χωρητικότητα, δηλ. τον λόγο της ποσότητας των αμπερωρίων που αποδίδεται κατά την εκφόρτιση προς την ποσότητα των αμπερωρίων που απορροφάται κατά τη φόρτιση, από την απόδοση κατά ενέργεια (ή βαθμό απόδοσης), δηλ. το λόγο της ενέργειας που αποδίδεται κατά την εκφόρτιση προς την ενέργεια που απορροφάται κατά τη φόρτιση [14].

Υπάρχουν ηλεκτρικοί συσσωρευτές σε μόνιμη εγκατάσταση (για τις ανάγκες των ηλεκτρικών σταθμών, των τηλεφωνικών και τηλεγραφικών σταθμών, των ραδιοσταθμών κ.ά.) και φορητοί (για τροφοδότηση κινητών ραδιοσυσκευών και συσκευών ενσύρματης επικοινωνίας, αυτοκινήτων, αεροπλάνων κ.ά.).



Εικόνα 1.15 Σύσταση μπαταρία

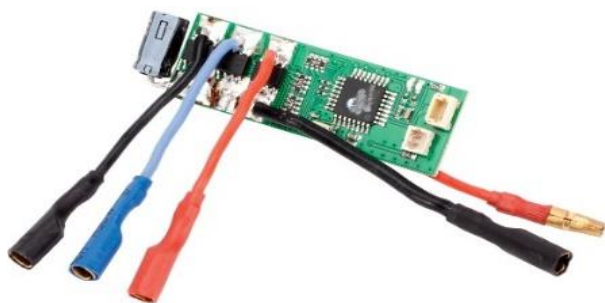
1.4.3. Ηλεκτρονικό χειριστήριο ταχύτητας (Electronic speed controller (ESC))

Το ηλεκτρονικό χειριστήριο ταχύτητας είναι συσκευή που περιέχει κύκλωμα το οποίο είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο και την αυξομείωση της ταχύτητας του κινητήρα. Η συσκευή δέχεται σήμα αναφοράς ταχύτητας από κάποια πηγή όπως μοχλό γκαζιού, ασύρματο τηλεχειριστήριο ή κάποια χειροκίνητη πηγή. Προσαρμόζοντας τους παλμούς των σημάτων ή αλλάζοντας τη συχνότητα των τρανζίστορς η ταχύτητα του κινητήρα αλλάζει[15].

Υπάρχουν δύο είδη ESC, αυτά που χειρίζονται κινητήρες συνεχούς ρεύματος με ψήκτρες και αυτά που χειρίζονται κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίς ψήκτρες. Στους κινητήρες Σ.Ρ. με ψήκτρες η ταχύτητα αυξομειώνεται αλλάζοντας την τάση στον οπλισμό τους ενώ στους κινητήρες Σ.Ρ. χωρίς ψήκτρες η ταχύτητα ελέγχεται μέσω προσαρμογής των χρόνων άσκησης παλμών του ρεύματος που μεταφέρεται στα διάφορα τυλίγματα του κινητήρα.

Για τον ακριβή χειρισμό του κινητήρα οι συσκευές ESC χρησιμοποιούν αισθητήρες είτε μαγνητικούς είτε οπτικούς. Οι σημερινές συσκευές ESC έχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού από τον ίδιο το χρήστη όπου μπορεί να ελέγξει την επιτάχυνση, την επιβράδυνση, τη φορά περιστροφής κ.α.

Ο κυριότερος διαχωρισμός των συσκευών ESC είναι σύμφωνα με το μέγιστο ρεύμα(π.χ. 25 A ESC). Όσο μεγαλύτερη η τιμή του ρεύματος τόσο μεγαλύτερη και βαρύτερη η συσκευή, παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψιν, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε αυτοκίνητες κατασκευές.



Εικόνα 1.16 Συσκευή ESC

1.4.4 Πομπός και δέκτης (transmitter & receiver)

Ο πομπός αποτελεί μέρος ενός συστήματος τηλεπικοινωνίας. Είναι συσκευή όπου με τη βοήθεια κεραίας εκπέμπει σήματα που περιέχουν πληροφορίες. Δέχεται κάποια δεδομένα τα οποία μετασχηματίζει ή κωδικοποιεί για να μεταδοθούν σε κάποιο κανάλι ή μέσο μετάδοσης. Ως μέσα μετάδοσης μπορούν να θεωρηθούν ο κενός χώρος, δισύρματα καλώδια, οπτικές ίνες κ.α.

Για να έχει νόημα η αποστολή δεδομένων πρέπει να υπάρχει κάποιος παραλήπτης-δέκτης ο οποίος κάνει την αντίστροφη εργασία, δηλαδή μετατρέπει τα δεδομένα του καναλιού μετάδοσης στα πρωτογενή που έλαβε ο πομπός. Με έναν ψηφιακό δέκτη πολυμέσων γίνεται λήψη ασύρματα ή μέσω καλωδίου δεδομένα πολυμέσων όπως για παράδειγμα εικόνα, ήχο κ.α. Ορισμένοι δέκτες μπορούν να αναπαράγουν οι ίδιοι τα ληφθέντα αρχεία, ενώ άλλοι απαιτούν σύνδεση σε κάποια τερματική συσκευή.



Εικόνα 1.17 Τηλεχειριστήριο(πομπός) και δέκτης

Κεφάλαιο 2

Υλικά κατασκευής και διαδικασία επιλογής

2.1 Εισαγωγή

Ένα απ τα μεγαλύτερα θέματα μελέτης και έρευνας τα τελευταία χρόνια είναι τα υλικά. Οι επιστήμονες μελετητές προσπαθούν να κατανοήσουν τη σύσταση τους αλλά και να τα εκμεταλευτούν στο έπακρο για την αύξηση του βιοτικού επιπέδου. Αποτέλεσμα των ερευνών είναι, σήμερα να είναι γνωστές πολλές υποκατηγορίες με τις ιδιότητές τους. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία υλικών, από την οποία θα πρέπει να γίνει η πιο στοχευμένη επιλογή.

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα παρουσιαστούν όλα τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός Long Board, οι ιδιότητες και ιδιαιτερότητες του καθενός ξεχωριστά, καθώς και η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της συγκεκριμένης εργασίας.

2.2 Υλικά κατασκευής σανίδων

Οι σανίδες Long Board κατασκευάζονται κυρίως από ξύλο, την πιο σημαντική ανανεώσιμη ύλη, και πιο συγκεκριμένα από ξύλο κόντρα πλακέ θαλάσσης ή μπαμπού, σε μορφή συγκολλημένων φύλλων από δύο ως και έντεκα στρώσεων. Σήμερα, με την πάροδο του χρόνου έχουν τεθεί σε χρήση και άλλα πολλά "ανωτέρα" υλικά, εκτός του ξύλου. Το αλουμίνιο, τα ανθρακονήματα, τα υαλονήματα και οι ίνες άνθρακα που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση ξύλινων σανίδων, είναι μόνο μερικά από αυτά τα νέα υλικά.

2.2.1 Κόντρα πλακέ θαλάσσης (marine plywood)

Το κόντρα πλακέ θαλάσσης (Marine) είναι κατασκευασμένο από ανθεκτική εμφανή επιφάνεια και πυρήνα καπλαμά, με λίγα ελαττώματα, ώστε να είναι αρκετά ανθεκτικό σε υγρές συνθήκες και να αντιστέκεται στους μύκητες. Κάθε καπλαμάς είναι κατασκευασμένος από σκληρή τροπική ξυλεία και έχει αμελητέο κενό στον πυρήνα περιορίζοντας την πιθανότητα παγίδευσης νερού στο εσωτερικό του.

Η κατασκευή του είναι τέτοια ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρό κλίμα για μεγάλες χρονικές περιόδους. Εξαιτίας αυτής της αδιάβροχης ιδιαιτερότητας του εκτός από την χρήση του στην κατασκευή σανίδων χρησιμοποιείται συχνά και για την κατασκευή αποβάθρων, βαρκών και επίπλων.

Το κόντρα πλακέ θαλάσσης κατασκευάζεται από λεπτά φύλλα ξύλου τα οποία συγκολλούνται μαζί, με αντίθετη φορά για περισσότερη αντοχή. Ο αριθμός των φύλλων αυτών συνήθως είναι μονός έτσι ώστε τα εξωτερικά φύλλα να έχουν την ίδια κατεύθυνση. Η συγκόλληση μεταξύ των φύλλων αυτών γίνεται κάτω από υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Χρησιμοποιούνται ισχυρές κόλλες (φαινολικές ρητίνες)[16] με αποτέλεσμα το κόντρα πλακέ που παράγεται να δείχνει σαν ενιαίο υλικό ξυλείας. Μέσω της διαδικασίας παραγωγής του το κόντρα πλακέ θαλάσσης αποκτά ιδιότητες όπως είναι η ανθεκτικότητα στο ράγισμα, την στρέβλωση και την συρρίκνωση που το κάνουν κατάλληλο για την κατασκευή σανίδων.



Εικόνα 2.1 Κόντρα πλακέ θαλάσσης

Διακρίνεται σε κόντρα πλακέ εσωτερικών και εξωτερικών χρήσεων, ανάλογα με τις κόλλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του, και με συνηθέστερα πάχη στα 2mm, 4mm, 6,5mm, 8mm, 10mm, 12,5mm, 15mm, 20mm, 25mm, 30mm, 40mm και οι συνηθισμένες διαστάσεις φύλλων να είναι στα 1220 x 2440, 1220 x 2500 και 1250 x 2500 (mm x mm).

2.2.2 Κοντά πλακέ μπαμπού (bamboo plywood)

Το κόντρα πλακέ μπαμπού κατασκευάζεται με τον ίδιο τρόπο με το κόντρα πλακέ θαλάσσης, μόνο που τα φύλλα που χρησιμοποιούνται είναι κατασκευασμένα από ξύλο μπαμπού.

Η βασικά διαφορά του κόντρα πλακέ θαλάσσης με το μπαμπού, είναι ότι το μπαμπού είναι αρκετά πιο ελαστικό, άρα μπορεί να υποστεί μεγάλες καμπτικές δυνάμεις χωρίς να σπάσει, αλλά και να επιστέψει στην αρχική του μορφή μετά την αφαίρεση αυτών των δυνάμεων, σε αντίθεση με το κόντρα πλακέ θαλάσσης το οποίο παρουσιάζει ένα κατά πολύ μικρότερο όριο θραύσης. Έχει μεγαλύτερη σκληρότητα από το κόντρα πλακέ θαλάσσης και μικρότερο βάρος. Για αυτό και θεωρείται ως το πλέον κορυφαίο υλικό κατασκευής σανίδων.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ποικιλία εφαρμογών συμπεριλαμβανομένης της κατασκευής σανίδων, δαπέδων και επίπλων[17].



Εικόνα 2.2 Κόντρα πλακέ *Bamboo*

τα συνηθέστερα πάχη φύλλων κόντρα πλακέ μπαμπού στο εμπόριο είναι: 4mm , 5mm , 6.5mm , 12mm , 25mm , 30mm , 40mm , 90 mm και συνηθισμένες διατάσεις φύλλων στα 620 x 200 , 1200 x 244 , 1200 x 300 , 1200 x 400 (mm x mm)

2.2.3 Σύγχρονα υλικά κατασκευής

Αν και οι σανίδες δρόμου κατασκευάζονταν αποκλειστικά από ξύλο, πλέον σύγχρονα υλικά όπως είναι το αλουμίνιο και τα ανθρακονήματα, χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση ή και την πλήρη αντικατάσταση του ξύλου από τις σανίδες.

Μερικά από τα πολλά πλεονεκτήματα αυτών των υλικών κατασκευής είναι το μειωμένο βάρος, η καλύτερη αντοχή τους σε αναλογίες βάρους αλλά και η δυνατότητα επεξεργασίας μέσω των μηχανών αριθμητικού ελέγχου (CNC), δίνοντας τους λεπτομερειακά

σχήματα και με ακρίβεια στις επιθυμητές κλήσεις.



Εικόνα 2.3 Σανίδα αλουμίνιου

2.2.4 Επιλογή υλικού

Για την κατασκευή της συγκεκριμένης εργασίας θα χρησιμοποιηθεί κόντρα πλακέ θαλάσσης σε μορφή φύλλου, διαστάσεων 1220 x 244 (mm x mm) και πάχους 6,5mm. Η επιλογή αυτού του υλικού ανάμεσα στο κόντρα πλακέ μπαμπού και των σύγχρονων υλικών έγινε λόγω της μεγάλης του αντοχής, της εύκολης μορφοποίησης και κατεργασιμότητας του με πιο συνηθισμένους και οικονομικότερους τρόπους απ' ότι απαιτούνται στην κατασκευή με χρήση πιο σύγχρονων και πολύπλοκων υλικών.

2.3 Υλικά κατασκευής οδηγών

Το κύριο υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των οδηγών είναι το αλουμίνιο και ενίοτε ο χάλυβας. Και τα 2 μέρη από τα οποία αποτελείται ένας οδηγός κατασκευάζονται μέσω χύτευσης σε μήτρες και ενώνονται με 2 τριβείς (bushings) οι οποίοι κατασκευάζονται από ουρεθάνη.

2.3.1 Αλουμίνιο

Το αλουμίνιο η αλλιώς αργίλιο είναι το χημικό στοιχείο με σύμβολο Al, είναι ένα αργυρόλευκο μέταλλο το οποίο βρίσκεται άφθονο στον φλοιό της γης και χρησιμοποιείται σε πάρα πολλούς κλάδους. Πέρα της κατασκευής οδηγών το αλουμίνιο και τα κράματα του

χρησιμοποιούνται επίσης στην αυτοκινητοβιομηχανία, στην κατασκευή κουτιών, μαγειρικών σκευών, κουφωμάτων αλλά και για την κατασκευή γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ιδιότητες που κάνουν το αλουμίνιο τόσο εύχρηστο και κατάλληλο για την κατασκευή οδηγών είναι:

Το χαμηλό ειδικό βάρος. Μόλις το 1/3 εκείνου του σιδήρου. Η ικανότητα του να διαμορφώνεται, ελάσσεται, εξελάσσεται, διελάσσεται και να συγκολλάται. Το μέτρο ελαστικότητας του είναι (70.000 Μρα), 3 φορές χαμηλότερο από εκείνο του σιδήρου. Σε δεδομένη κατάσταση φόρτισης, μία κατασκευή από αλουμίνιο παρουσιάζει 3 φορές μεγαλύτερη ελαστική επιμήκυνση απ' ό,τι μία σιδερένια. Το αλουμίνιο και τα περισσότερα κράματά του είναι ανθεκτικά έως πολύ ανθεκτικά σε πολλές μορφές διάβρωσης. Λόγω της μεγάλης χημικής συνάφειας με το οξυγόνο, η φυσική επιφάνεια του μετάλλου είναι μόνιμα καλυμμένη με στρώμα οξειδίου του αργιλίου, που αποτελεί ένα πολύ αποτελεσματικό εμπόδιο εξάπλωσης της διάβρωσης. Το μειωμένο έως μηδενικό κόστος συντηρήσεως σε συνδυασμό με το χαμηλό ειδικό βάρος επηρεάζουν θετικά την επιλογή του αλουμινίου. Το αλουμίνιο είναι πολύ καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Δεν μαγνητίζεται και δεν καίγεται, ιδιότητες που θεωρούνται πολύ ουσιώδεις για ειδικές εφαρμογές όπως κατασκευές θαλάσσης (πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου). Δεν είναι τοξικό, είναι αδιαπέραστο για διάφορα περιβάλλοντα μέσα. Υψηλή ανακλαστικότητα, πολύ καλή θερμική αγωγιμότητα (σχεδόν διπλάσια του σιδήρου). Ιδιότητες πολύ χρήσιμες για τις μονώσεις και γενικότερα τη δόμηση[18].

2.3.2 Χάλυβας

Ο χάλυβας είναι ένα κράμα σιδήρου-άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα, λιγότερο από 1,0% μαγγάνιο και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου, φωσφόρου, θείου και οξυγόνου[19]. Αν και είναι ένα από το πιο διαδεδομένο κατασκευαστικό υλικό, που χρησιμοποιείται από την αρχιτεκτονική και τη ναυπηγική μέχρι την κατασκευή χειρουργικών εργαλείων, μετά την παραγωγή οδηγών αλουμινίου δεν θεωρείται πλέον κατάλληλο για την κατασκευή οδηγών. Οι ιδιότητες του χάλυβα ποικίλουν αναλόγως της επεξεργασίας του. Ενδεικτικά όμως παρουσιάζουν:

- Μεγάλη μηχανική αντοχή
- Υψηλό σημείο τήξης
- Αρκετά μεγάλη πλαστικότητα
- Μεγάλο ειδικό βάρος
- Σχετικά χαμηλό κόστος

2.3.3 Επιλογή οδηγών

Στη συγκεκριμένη κατασκευή long board θα χρησιμοποιηθούν οδηγοί φτιαγμένοι από αλουμίνιο με αντεστραμμένο πείρο. Με μήκος άξονα 180mm και ύψος βάσης-άξονα 65mm. Η επιλογή των συγκεκριμένων οδηγών έγινε με βάση των προτύπων που χρησιμοποιούνται μεγάλες εταιρείες κατασκευής ηλεκτρικών long board όπως είναι η enolve και η marbel, πιο συγκεκριμένα οι οδηγοί που θα χρησιμοποιηθούν είναι **Apollo Long board (Boston)**.



Εικόνα 2.4 Apollo (Boston) long board trucks

2.4 Υλικά κατασκευής και επιλογή τροχών και εδράνων

Το μεγαλύτερο μέρος των τροχών, το οποίο καταλαμβάνει από το 60% ως και 80% ενός τροχού κατασκευάζεται κυρίως από πολυουρεθάνη ή άλλους συνδυασμούς ουρεθάνης. Η πολυουρεθάνη είναι η ένωση δύο στοιχείων, της πολυόλης και του ισοκυανικού, ανήκει στην ευρύτερη οικογένεια των πλαστικών και θεωρείται ως ένα πολύ εύχρηστο υλικό καθώς χρησιμοποιείται από την κατασκευή τροχών μέχρι και ως μονωτικό υλικό ή και κατασκευαστικό υλικό επίπλων[20]. Μερικά από τα πολλά χαρακτηριστικά που κάνουν την πολυουρεθάνη κύριο υλικό κατασκευής τροχών είναι η ανθεκτικότητα που παρουσιάζει καθώς και λόγω της απορρόφησης κραδασμών που παρέχει. Τέλος ο πυρήνας ο οποίος μπορεί να καλύπτει από το 20% ως και το 40% ενός τροχού κατασκευάζεται από πλαστικό ή αλουμίνιο. Οι τροχοί που θα χρησιμοποιηθούν για αυτή τη κατασκευή είναι τροχοί πολυουρεθάνης **90mm Blanck Longboard**.



Εικόνα 2.5 Blanck longboard wheels

Τα έδρανα κατασκευάζονται από χάλυβα ή τιτάνιο, υλικά που παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα και μηχανική αντοχή σε κραδασμούς και τριβές. Στη συγκεκριμένη κατασκευή επιλέγοντα έδρανα χάλυβα μάρκας **Amphetamine (Abec 7)**.



Εικόνα 2.6 Amphetamine (Abec 7) bearings

2.5 Επιλογή ηλεκτρικών στοιχείων

Η επιλογή των ηλεκτρικών στοιχείων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία καθώς είναι απαραίτητο να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ τους π.χ. συνδεσμολογία και ονομαστική τάση, να είναι λειτουργικά για της απαιτήσεις του αναβάτη(ροπή κινητήρα, διάρκεια ζωής της μπαταρίας) και να υπάρχει επιλογή προγραμματισμού του κινητήρα όσον αφορά την ασφαλής αύξηση στροφών στην εκκίνηση και τη μείωση των στροφών στο φρενάρισμα. Παρακάτω αναλύεται για ποιους λόγους επιλεχθηκαν τα παρακάτω στοιχεία.

2.5.1 Ηλεκτρικός Κινητήρας

Η πρώτη και ίσως σημαντικότερη επιλογή είναι ο ηλεκτρικός κινητήρας. Υπάρχει μεγάλο εύρος ηλεκτρικών κινητήρων στην αγορά με αποτέλεσμα η τελική του επιλογή να μην είναι εύκολη διαδικασία. Τα βασικά στοιχεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι τα παρακάτω:

- Ποσοστά KV

KV είναι ο αριθμός στροφών το λεπτό (rpm) που αποδίδει ο κινητήρας όταν δέχεται τάση 1 volt χωρίς όμως να εφαρμόζεται φορτίο σ' αυτόν. Όσο μεγαλύτερα τα KV τόσο γρηγορότερα περιστρέφεται ο κινητήρας. Παρόλα αυτά, ανάλογα τις συνθήκες, τις περισσότερες φορές μεγαλύτερα KV σημαίνει μικρότερη στρεπτική ροπή. Τα συνήθη ποσοστά KV που συναντώνται στα ηλεκτρικά longboards ποικίλουν από 180KV – 340KV.

- Ισχύς

Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του κινητήρα τόσο μεγαλύτερη τάση ή/και ένταση μπορεί να δεχτεί. Στα ηλεκτρικά longboard το εύρος της ισχύς του κινητήρα ανέρχεται από 1000 W ως 4000 W με ποιο συνηθισμένη, την τιμή των 1500 W.

- Μέγιστη ένταση ρεύματος

Επιβάλεται η ένταση ρεύματος που δέχεται ο κινητήρας να είναι μικρότερη από τη μέγιστη απόδοση εξόδου του ESC για να μην υπάρξει βλάβη στο ESC.

- Τάση

Οι κινητήρες υποστηρίζουν ένα μεγάλο εύρος τάσης 3s με 12s (4.8V – 43.2V) η οποία πρέπει να είναι συμβατή με την τάση της πηγής δηλαδή της μπαταρίας.

- Αισθητήρες

Οι αισθητήρες επιτρέπουν στον κινητήρα να ανιχνεύει τη θέση του συνεχώς, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα ομαλότερη εκκίνηση. Όμως οι κινητήρες με αισθητήρες είναι σημαντικά ακριβότεροι.

Για την παρούσα κατασκευή επιλέγεται ο κινητήρας **Turnigy Aerodrive SK3 - 5055-280KV** **Brushless Outrunner Motor** με κύρια χαρακτηριστικά:

α)	Τυλίγματα:	18T
β)	Τάση:	6-10S
γ)	Στρ. ανά λεπτό/V :	280KV
δ)	Εσωτερική αντίσταση	0.031 Ohm
ε)	Μέγιστο φορτίο	60 A
στ	Μέγιστη ισχύς	1510W
ζ)	Διάμετρος άξονα:	6.0mm
η)	Οπές βιδών:	25mm
θ)	Σπείρωμα βιδών	M4
ι)	Συνδεσιμότητα	4mm Bullet Connector
κ)	Βάρος:	1.1 kg

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ο συγκεκριμένος ηλεκτρικός κινητήρας είναι πρώτον η εύκολη ενσωμάτωση του στην κατασκευή, η μεγάλη ισχύς η οποία είναι ανάλογη με την επιτάχυνση και την τελική ταχύτητα του longboard, η περιστροφική του ταχύτητα, η οποία είναι κατάλληλη για την ροπή του longboard στην συγκεκριμένη τάση, το μικρό του βάρος, και οι μικρές διαστάσεις του που είναι απαραίτητες στη συγκεκριμένη κατασκευή καθώς ο χώρος ανάμεσα στη σανίδα και το έδαφος είτε όταν αυτή βρίσκεται σε ευθεία πορεία είτε όταν στρίβει είναι περιορισμένος. Επίσης, σύμφωνα με τα τυλίγματά του και τον αριθμό KV, υπολογίζεται ο βαθμός απόδοσής του σε (70%) [21], ποσοστό αρκετά υψηλό για την τιμή του.

Στα αρνητικά περιλαμβάνονται η έλλειψη αισθητήρων και τα σχετικά μεγάλα KV, τα οποία όμως θα έφταναν το κόστος του κινητήρα σχεδόν στο διπλάσιο.



Εικόνα 2.7 Turnigy Aerodrive SK3 - 5055-280KV Brushless Outrunner Motor

2.5.2 Λίθιο - Μπαταρίες λιθίου

Το λίθιο (λατινικά: lithium, από την ελληνική λέξη «λίθος») είναι το χημικό στοιχείο με χημικό σύμβολο Li. Το χημικά καθαρό λίθιο, στις «κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος», είναι ένα μαλακό στερεό αργυρόλευκο μέταλλο με κανονική θερμοκρασία τήξης 180,50 °C και κανονική θερμοκρασία βρασμού 1330 °C. Ανήκει στα αλκαλιμέταλλα, δηλαδή στην ομάδα 1 (πρώην IA) του περιοδικού πίνακα. Είναι, ακόμη, το ελαφρύτερο μέταλλο, αλλά και το ελαφρύτερο στερεό χημικό στοιχείο γενικότερα. Όπως και τα υπόλοιπα αλκαλιμέταλλα, το λίθιο είναι πολύ δραστικό και εύφλεκτο. Για το λόγο αυτό, τυπικά φυλάσσεται κάτω από στρώμα πετρελαίου. Ακριβώς εξαιτίας της μεγάλης χημικής δραστηριότητάς του, το λίθιο δεν έχει βρεθεί στη φύση στη στοιχειακή του κατάσταση, παρά μόνο με τη μορφή ενώσεών του, συνήθως ιονικών[22].

Οι μπαταρίες λιθίου χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τον τελευταίο καιρό επειδή παρουσιάζουν περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παλιότερες μπαταρίες νικελίου. Μικρότερο βάρος και μέγεθος. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου είναι μέχρι και 40 % πιο ελαφριές από τις μπαταρίες νικελίου αφού το λίθιο είναι το πιο ελαφρύ μέταλλο. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη διαφορετική δομή των μπαταριών λιθίου σε σχέση με τις συμβατικές, τις καθιστά ταυτόχρονα πιο ελαφριές και πιο συμπαγείς. Η δομή των μπαταριών λιθίου είναι Τύπου Slide-on (παράλληλης τοποθέτησης των κελιών), ενώ των μπαταριών νικελίου είναι Τύπου Cluster (κάθετης τοποθέτησης των κελιών). Ο διαφορετικός τύπος δομής των μπαταριών λιθίου αλλά και συγκράτησής τους πάνω στο εργαλείο έχει σαν αποτέλεσμα όχι μόνο το μειωμένο βάρος και το πιο συμπαγές μέγεθος αλλά και την καλύτερη ισορροπία του εργαλείου. Επιτυγχάνεται καλύτερος καταμερισμός του βάρους και συγκέντρωσή του γύρω από τη χειρολαβή, εκεί ακριβώς που πρέπει. Αμελητέα αποφόρτιση. Για τις μπαταρίες ιόντων λιθίου το ποσοστό αποφόρτισής τους (περίπου 1% / μήνα) είναι πραγματικά αμελητέο αν αναλογιστεί κανείς ότι στις **μπαταρίες Ni-Cd** το αντίστοιχο ποσοστό ανέρχεται σε 1% ημερησίως. Εξάλειψη του φαινομένου «μνήμης». Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου δεν παρουσιάζουν το φαινόμενο «μνήμης». Αυτό σημαίνει πρακτικά ότι μπορούν να επαναφορτιστούν χωρίς να καταστρέφεται η χωρητικότητα της **μπαταρίας**. Επίσης, δεν απαιτείται κάθε φορά πλήρης αποφόρτιση και έπειτα φόρτιση όπως στις μπαταρίες νικελίου προκειμένου να μη δημιουργηθούν κρύσταλλοι στη **μπαταρία**, οι οποίοι εμποδίζουν την πλήρη φόρτιση και εν τέλει μειώνουν την αυτονομία και την απόδοση της μπαταρίας. Το γεγονός ότι η μπαταρία δε «θυμάται», άρα δεν επηρεάζεται από

προηγούμενες χρήσεις που έχει υποστεί εξασφαλίζει ότι θα παρέχεται κάθε φορά η μέγιστη δυνατή απόδοση.

Όσον αφορά τις ανάγκες του ηλεκτρικού longboard τα βασικότερα κριτήρια επιλογής μπαταρίας είναι:

- Voltage Sag – Το φαινόμενο όπου η απόδοση του κινητήρα (ροπή – τελική ταχύτητα) μειώνεται όταν η μπαταρία πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο ποσοστό. Αυτό το φαινόμενο δεν μπορεί να αποφευχθεί πλήρως αλλά όσο καλύτερη είναι η ποιότητα της μπαταρίας τόσο μικρότερη και η μείωση απόδοσης.
- Τάση – Η ροπή που δίνεται στην σανίδα. Αν η τάση είναι πολύ μικρή, η σανίδα δεν θα δέχεται μεγάλη ροπή. Αν όμως είναι πολύ μεγάλη ο κινητήρας και το ESC δεν θα μπορεί να την διαχειριστεί.
- Ρεύμα – Το ποσό του ρεύματος που μπορεί να δώσει η μπαταρία, το οποίο επηρεάζει άμεσα την τελική ταχύτητα.
- Ρεύμα συνεχόμενης αποφόρτισης – Το ρεύμα που μπορεί να διαθέτει η μπαταρία συνεχόμενα χωρίς να υπερθερμανθεί.
- Αμπερώρια – Το ποσό της αποθηκευμένης ποσότητας στην μπαταρία. Όσο μεγαλύτερο το νούμερο, τόσο μεγαλύτερη η διάρκεια λειτουργίας της μέχρι την πλήρη αποφόρτωση.

Για την συγκεκριμένη εργασία επιλέχθηκαν οι μπαταρίες λιθίου **Turnigy 5000mAh 3S 20C Lipo Pack w/XT-60** με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

α)	Μέγιστη χωρητικότητα:	5000mAh
β)	Χαρακτηριστικά:	3S1P / 11.1 V / 3 Cell
γ)	Συνεχής αποφόρτιση:	20C
δ)	Μέγιστη αποφόρτιση:	30C
ε)	Συνδεσιμότητα φόρτισης:	JST-XH
στ)	Συνδεσιμότητα αποφόρτισης:	XT60
ζ)	διαστάσεις:	143mm x 51mm x 23mm
η)	Βάρος:	0.36Kg

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το συγκεκριμένο μοντέλο είναι:

- Χαμηλή τιμή
- Μικρή πτώση απόδοσης μετά από κάποιο επίπεδο της μπαταρίας
- Μικρό μέγεθος, καθοριστικός παράγοντας για την ευκολότερη κατασκευή ηλεκτροκίνητου longboard.



Εικόνα 2.8 Turnigy 5000mAh 3S 20C Lipo Pack w/XT-6

2.5.4 Ηλεκτρονικό Χειριστήριο Ταχύτητας (ESC)

Για την επιλογή ESC οι κύριοι παράγοντες επιλογής είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να τον διαπεράσει, η συνδεσιμότητα του και το εύρος επιλογής προγραμματισμού. Επειδή είναι το ακριβότερο και πολύ βασικό στοιχείο της κατασκευής, θα πρέπει να πληρεί τις παραπάνω προϋποθέσεις με τον οικονομικότερο τρόπο και την καλύτερη ποιότητα κατασκευής.

Για την εν λόγω κατασκευή επιλέχθηκε το *EZRun 150A Pro Sensorless Brushless ESC* με βασικά χαρακτηριστικά:

α) Έξοδος	Συνεχόμενο φορτίο 150 A / πλήρης φορτίο 1080 A ²
β) Είσοδος:	6-18 στοιχεία μπαταρίας νικελίου / 2-6 στοιχεία μπαταρίας λιθίου
γ) Εξαλείφω κύκλωμα μπαταρίας	5.75 V / 3 A
δ) Αντίσταση	0.0002 Ohm
ε) Υποστήριξη κινητήρα	Κινητήρες χωρίς ψήκτρες <=2500 KV
στ) Διαστάσεις	79 mm (L) * 52 mm (W) * 46.5 mm (H)
ζ) Βάρος:	150g (χωρίς καλώδια)

Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το εν λόγω ESC είναι:

- συμβατότητα του με τους περισσότερους κινητήρες της αγοράς,
- μεγάλο εύρος τάσης-ρεύματος που μπορεί να διαπεραστεί χωρίς την πρόκληση βλάβης του,
- δυνατότητα ποικιλίας προγραμματισμού ελέγχου του κινητήρα στον ρυθμό αυξομειώσης των στροφών για την ομαλότερη χρήση της κατασκευής
- δυνατότητα ενημέρωσης σε H/Y
- λειτουργίες προστασίας (υπερφόρτωση, θερμοκρασία, σήμα συνδεσιμότητας).



Εικόνα 2.9 EZRun 150A Pro Sensorless Brushless ESC

2.5.5 Πομπός και δέκτης (Τηλεχειριστήριο)

Στη συγκεκριμένη κατασκευή επιλέχθηκε το τηλεχειριστήριο **HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmitter and Receiver**, το οποίο είναι συμβατό με το χειριστήριο ESC, παρέχει τρία κανάλια για πληθώρα επιλογών και ρυθμίζεται εύκολα. Θετικό επίσης είναι ότι διατίθεται μαζί με τον δέκτη του (receiver), το οποίο αποτελεί οικονομικό και ρυθμιστικό πλεονέκτημα.

Με τη βοήθεια του τηλεχειριστηρίου ο αναβάτης θα δίνει εντολή για τη φορά περιστροφής του κινητήρα (θετική για την εκκίνηση και αρνητική για την επιβράδυνση) καθώς και για την ταχύτητα κύλισης της σανίδας.



Εικόνα 2.10 HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmitter and Receiver

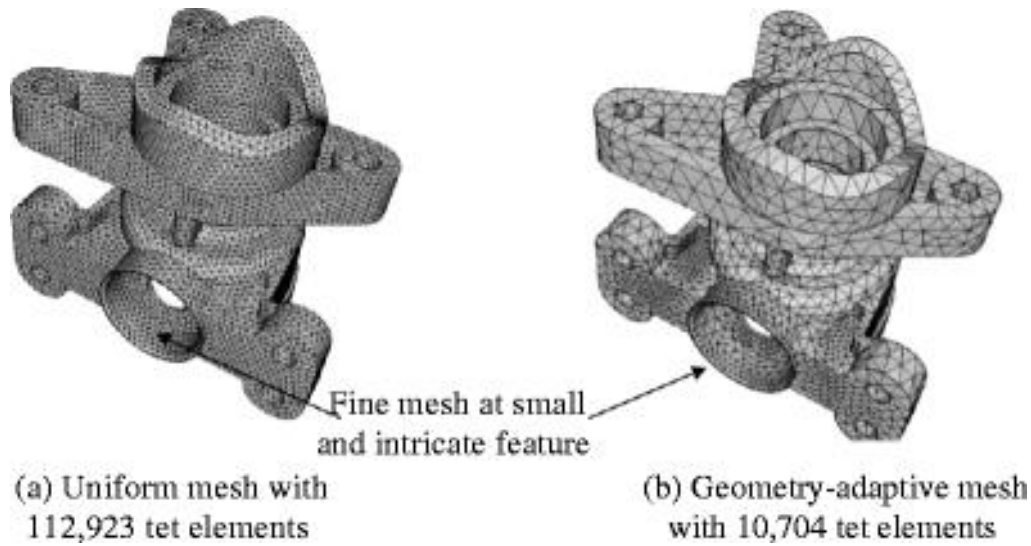
2.6 Μέθοδος πεπερασμένων στοιχείων

Οι παραπάνω υπολογισμοί γίνανε σύμφωνα με του κανόνες φυσικής – μηχανικής, οι οποίοι στον υλικό κόσμο για χάρην ευκολίας έχουν κάποιες παραδοχές. Για παράδειγμα οι δυνάμεις F και N φαίνονται σαν σημειακές δυνάμεις ενώ στην πραγματικότητα έχουν διαστάσεις. Μπορεί η σανίδα longboard να παρουσιάζει μια απλή γεωμετρία και να μην κρίνονται απαραίτητες τέτοιου είδους αναλύσεις αλλά γεωμετρίες όπως των οδηγών που είναι σαφώς πιο πολύπλοκες απαιτούν πιο λεπτομερειακούς υπολογισμούς. Άρα όπως γίνεται αντιληπτό το διάγραμμα ελευθέρου σώματος μπορεί μεν να αποδώσει τις εφαρμογές των δυνάμεων αλλά θέλει πολύ περισσότερους υπολογισμούς για να γίνει διακριτό πόσο ακριβώς καταπονείται η κατασκευή σε όλο το μήκος και πλάτος της.

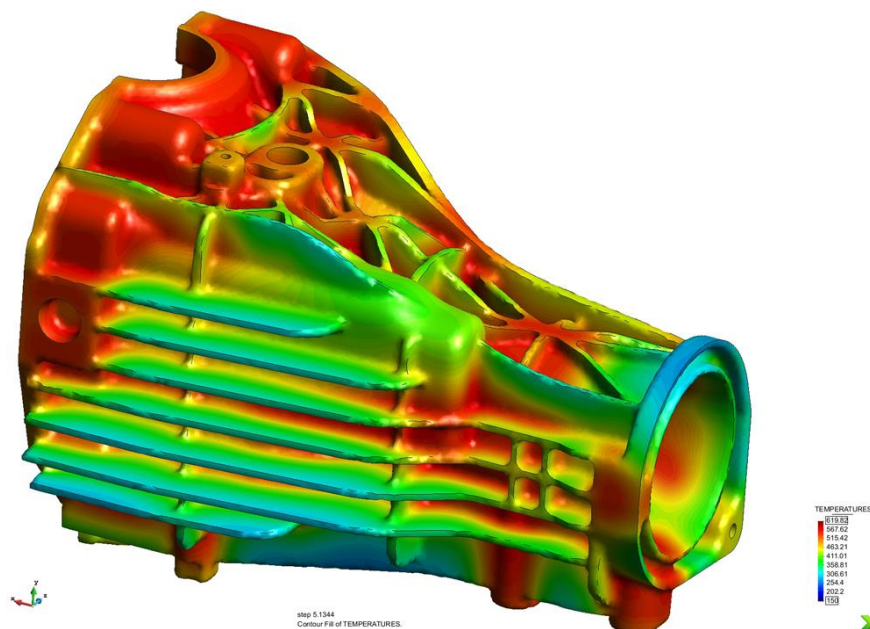
Το πρόβλημα αυτό λύνεται μέσω της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων. Σε αυτή τη μέθοδο ο H/Y αναλύοντας το σχέδιο της κατασκευής, τη χωρίζει σε πολλά μικρά μέρη και μελετάει το καθένα από αυτά ξεχωριστά. Έτσι, ενώ παλιότερα ήταν γνωστή η περιοχή μέγιστης καταπόνησης, πλέον μπορεί να μελετηθεί η κάθε υποπεριοχή με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. Παρόλα αυτά η μέθοδος αυτή είναι αρκετά ακριβή καθώς η τεχνολογία και οι απαιτήσεις του H/Y για να πραγματοποιηθούν τέτοιας ακρίβειας υπολογισμοί είναι πολύ

απαιτητικοί και δύσκολοι.

Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων είναι απαραίτητη στη σημερινή βιομηχανία για το λόγο ότι μπορεί να δείξει με μεγάλη ακρίβεια ποια είναι τα υπερενισχημένα και ποια τα υπερευαίσθητα σημεία, έτσι ώστε να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες για μια οικονομικότερη κατασκευή με τη μέγιστη δυνατή αντοχή.



Εικόνα 2.11 Διαχωρισμός περιοχών κατασκευής



Εικόνα 2.13 Αποτελέσματα ανάλυσης (περιοχές με κόκκινο: μεγαλύτερη καταπόνηση / περιοχές με μπλε: μικρότερη καταπόνηση)

Κεφάλαιο 3

Κατασκευή

Παρακάτω φαίνονται συνοπτικά όλα τα απαραίτητα για την κατασκευή της σανίδας υλικά - εξαρτήματα και το κόστος του καθενός (Οι τιμές ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με τις μεταβολές της αγοράς).

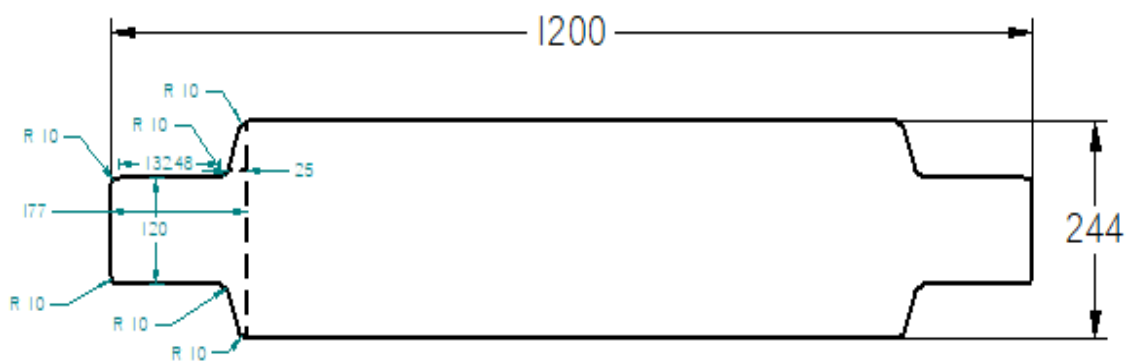
	Υλικά	Τύπος / Διαστάσεις	Ποσ/τα	Τιμή
1	Κόντρα πλακέ Μπαμπού	1200 x 244 (mm)	3	€ 14.00
2	Paris trucks	180 (mm)	2	€ 40.00
3	Apollo Long board (Boston)	90 x 52 (mm)	4	€ 19.00
4	Amphetamine (Abec 7) bearings x 8		1	€ 9.00
5	Turnigy Aerodrive SK3 - 5055-280KV Brushless Outrunner Mo	1510 W	1	€ 49.00
6	Turnigy 3S 20C Lipo Pack w/XT-6	5000mAh	2	€ 28.00
7	EZRun 150A Pro Sensorless Brushless ESC		1	€ 95.00
8	HK-GT2B 3CH 2.4GHz Transmitter and	3 channel	1	€ 27.00
9	Οδοντοτροχός	60mm 40 οδόντων 5mm	1	€ 4.00
10	Οδοντοτροχός	22mm 14 οδόντων 5mm	1	€ 3.50
11	Ιμάντας	5mm x 9mm 57 οδόντων	1	€ 8.00
1	Βίδα εξαγωνη	6 - 60mm	6	€ 1.40
2	παξιμάδι	Φ6	6	€ 0.80
3	βίδα	Φ4 x 12mm	4	€ 1.20
4	τριβέας	Φ4	4	€ 1.00
5	τριβέας	60mm	1	€ 1.30
6	τριβέας	55mm	1	€ 1.20
7	τεμάχιο αλουμινίου	120mm x 510mm x 6mm	1	€ 2.60
			Σύνολο:	€ 306.00

Σχήμα 3.1 Κατάλογος υλικών

3.1 Κατασκευή σανίδας.

Για την κατασκευή της σανίδας θα χρειαστούν 3 σανίδες μπαμπού διαστάσεων 1200mm μήκος x 244mm πλάτος x 4mm πάχος. Θα κολληθούν η μία πάνω στην άλλη με φαρόκολα και θα μπουν στην πρέσσα για 12 ώρες. (αν δεν υπάρχει πρέσσα η κόλληση μπορεί να γίνει εναποθέτοντας τις σανίδες σε λείο πάτωμα και βάζοντας από πάνω βαριά αντικείμενα που δεν θα τις χαράξουν (π.χ. πολλά βιβλία).

Θα κοπούν στο πριόνι σύμφωνα με το παρακάτω σχέδιο.

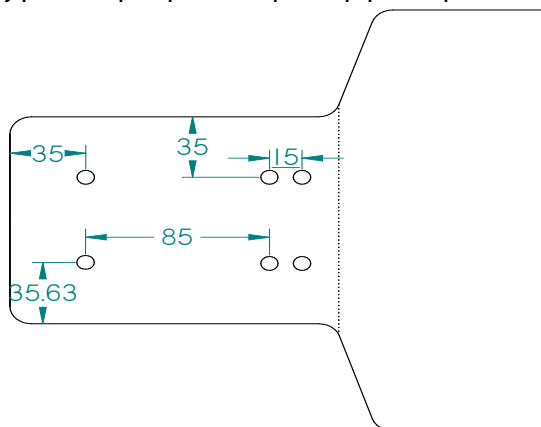


Σχέδιο 3.1 Σανίδα

Μετά την κοπή θα γίνει φινίρισμα με λύμμα σε όλες τις γωνίες και τις πλευρές που κατεργάστηκαν.

3.2 Πρόσθεση των οδηγών.

Θα γίνει διάνοιξη οπών με τρυπάνι φ9 σύμφωνα με το παρακάτω σχέδιο.



Σχέδιο 3.2 Οπές οδηγών

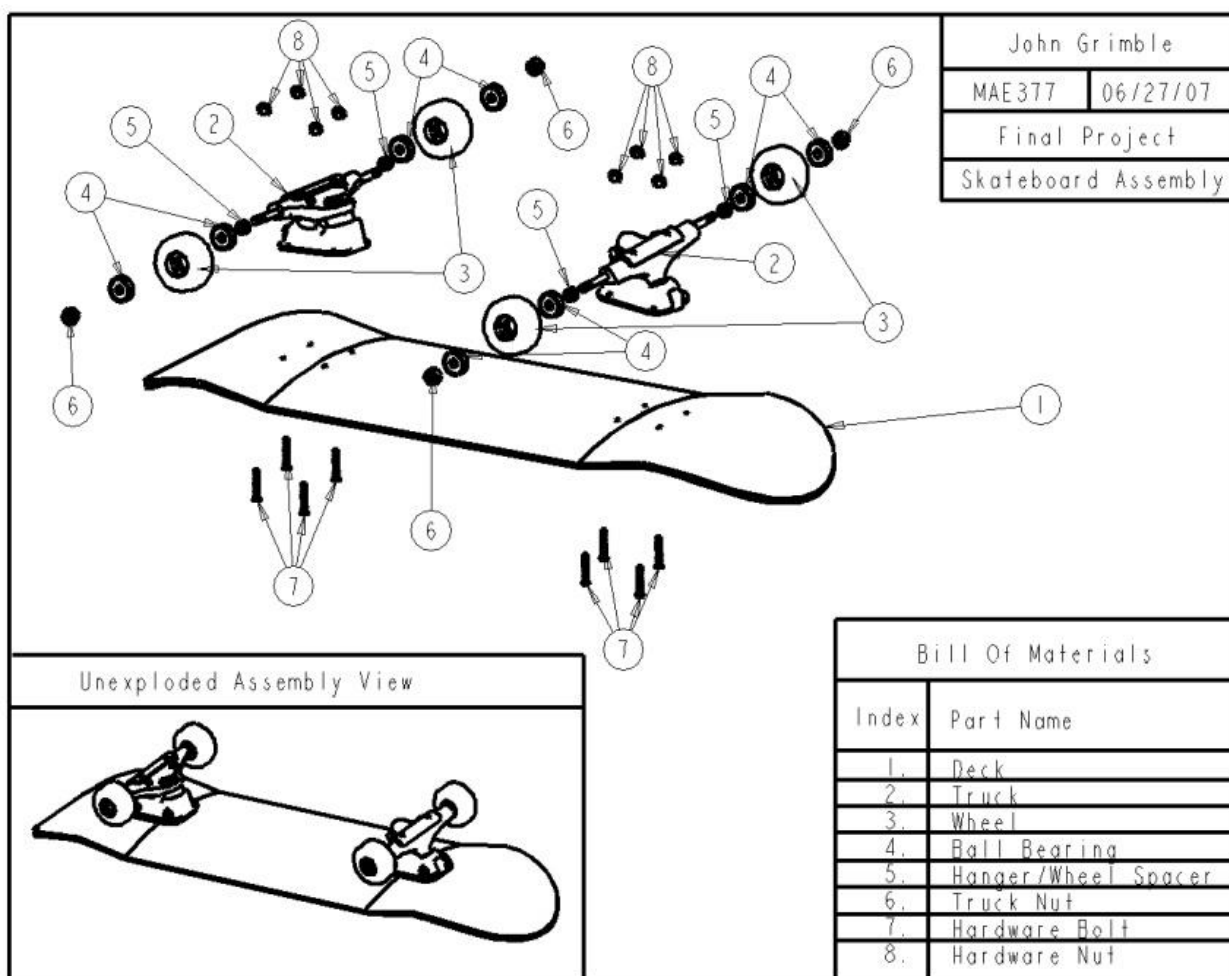
Θα χρησιμοποιηθούν οι βίδες και παξιμάδια Φ6 για την σύνδεση των 2 εξαρτημάτων.

Η κεφαλή της βίδας θα είναι από την πάνω πλευρά (πλευρά αναβάτη) για την αποφυγή μη ασφαλούς επαφής βίδας – αναβάτη.

3.3 Προετοιμασία τροχών.

Τοποθετείται το ένα έδρανο μέσα στον πυρήνα του τροχού, από τη μία πλευρά, πιέζοντας το μέχρι να σιγουρευτούμε ότι επαφίζεται εντελώς. Το ίδιο γίνεται και για την άλλη μεριά.

Αφαιρούμε τα παξιμάδια από τους οδηγούς. Τοποθετούμε τον τροχό με τα έδρανα στον άξονα του οδηγού, έπειτα το μικρό έδρανο και στη συνέχεια βιδώνουμε με μια καστάνια το παξιμάδι του οδηγού. Κάνουμε δοκιμή για την ομαλή περιστροφή των τροχών. Εκτελούμε την ίδια διαδικασία και με τους υπόλοιπους δύο αφήνοντας κενό τον δεξιό άξονα του μπροστινού οδηγού.



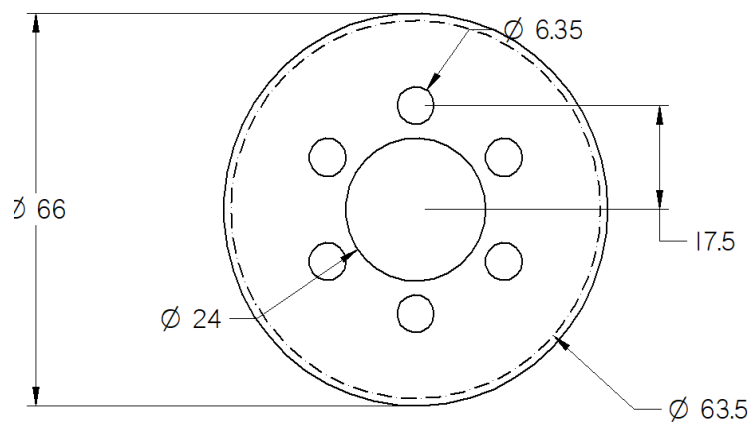
Εικόνα 3.1 Σύνδεση οδηγών – εδράνων – τροχών [23]

3.3 Προετοιμασία κινητήριου οδοντοτροχού

Στον οδοντοτροχό που θα συνδεθεί ο κινητήρας θα πρέπει να γίνουν οι εξής ενέργειες:

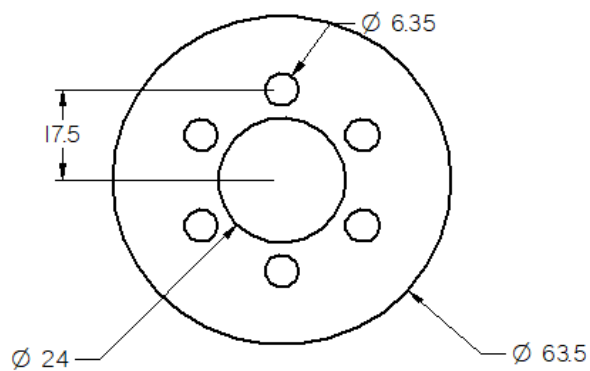
- 1) Γίνεται διάνοιξη οπών σύμφωνα με το παρακάτω σχέδιο για τους τριβείς των 63.5mm, 57.1mm και τον οδοντοτροχό.

A) Οδοντοτροχός



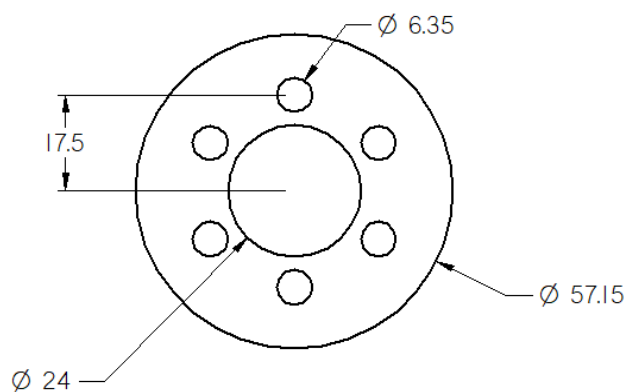
Σχέδιο 3.3 Οπές μεγάλου οδοντοτροχού

B) Μεγάλος τριβέας



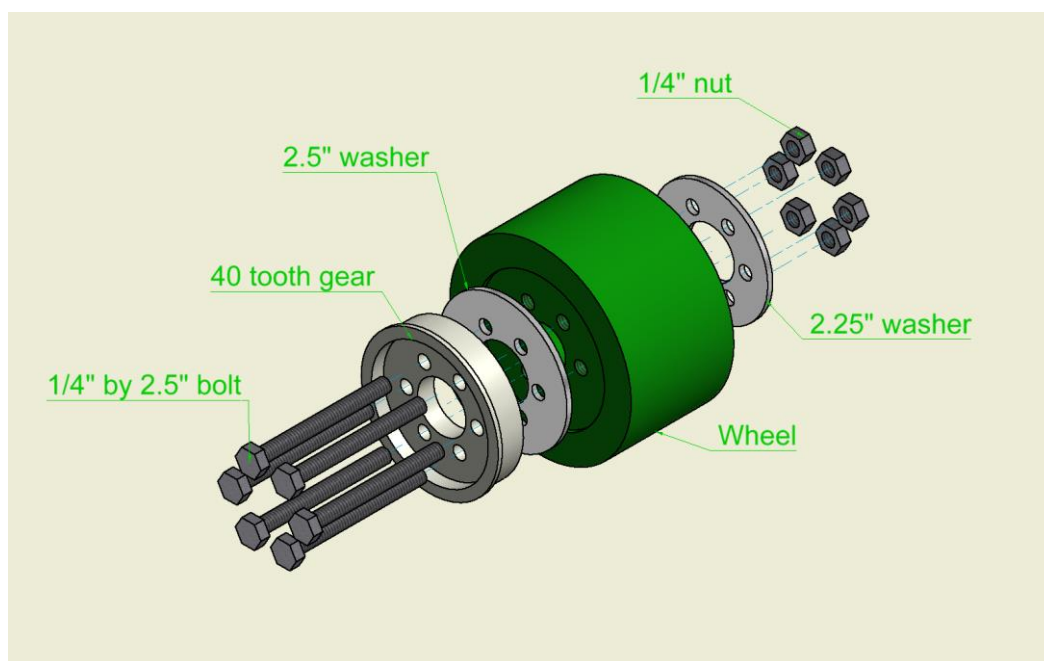
Σχέδιο 3.4 Οπές μεγάλου τριβέα

Γ) Μικρός τριβέας



Σχέδιο 3.4 Οπές μικρού τριβέα

2) Συναρμολογούμε τα παραπάνω εξαρτήματα με βάση το παρακάτω σχέδιο.

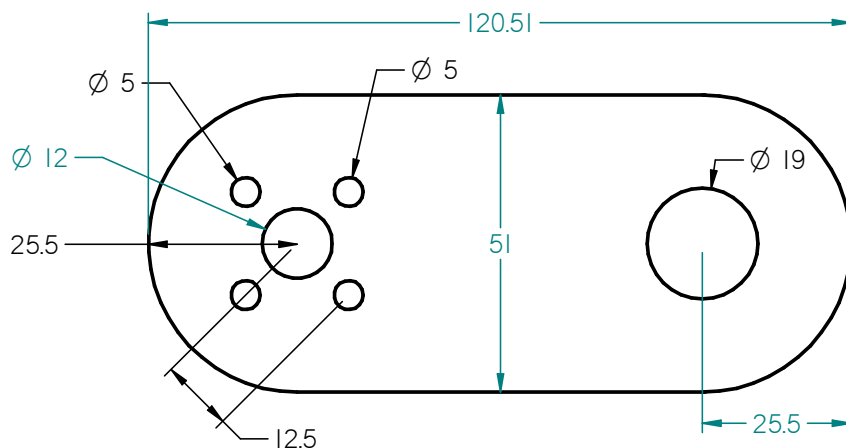


Σχέδιο 3.5

Ο τροχός θα πρέπει να μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα στους οδηγούς χωρίς καμιά επιβράδυνση λόγω συναρμογής με τον οδοντοτροχό.

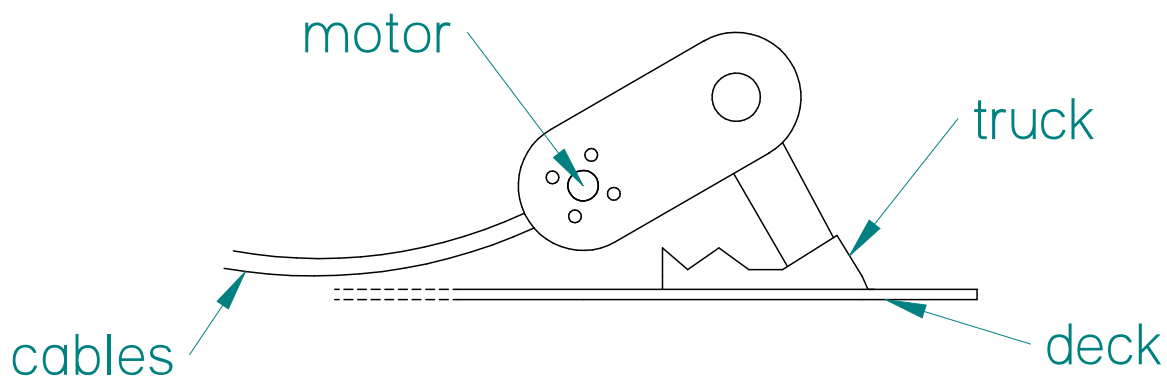
3.3 Προετοιμασία οδηγού

Αρχικά θα χρειαστεί να διαμορφωθεί το αλουμίνιο σύμφωνα με το παρακάτω σχέδιο.



Σχέδιο 3.6 Κατεργασία τεμαχίου αλουμινίου

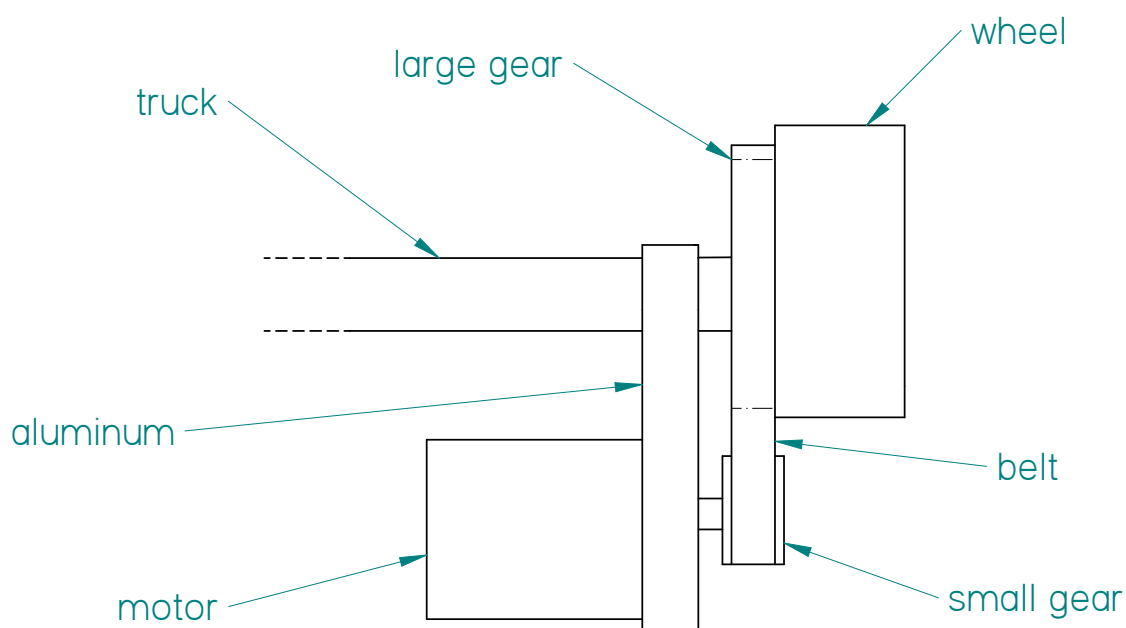
Περνάμε τον άξονα του κινητήρα από την οπή ($\varnothing 12$). Βιδώνουμε τις τέσσερις βίδες ($\varnothing 5$) στον κινητήρα με την κατεύθυνση των καλωδίων να είναι προς το κέντρο της σανίδας.



Σκαρίφημα 3.1 Σύνδεση κινητήρα – τεμαχίου – οδηγού (πλάγια όψη)

Τοποθετούμε τον μικρό οδοντοτροχό στον άξονα του κινητήρα και βιδώνουμε τον μικρό οδοντοτροχό με το εξάρτημα που βρίσκεται στη συσκευασία του κινητήρα.

Με την οπή $\phi 19$ διαπερνάμε τον οδηγό και βιδώνουμε τη ρόδα στον οδηγό. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να προσέξουμε, είναι να ευθυγραμμίζονται ο μεγάλος οδοντοτροχός του τροχού με τον μικρό οδοντοτροχό του κινητήρα. Αφού τοποθετήσουμε τον ιμάντα στους δύο οδοντοτροχούς, βιδώνουμε τον τροχό στον οδηγό και μετακινούμε το μεταλικό τεμάχιο κατά μήκος του οδηγού μέχρι να βρούμε το σημείο ευθυγράμμισης, έπειτα το σηματοδένουμε με μαρκαδόρο.



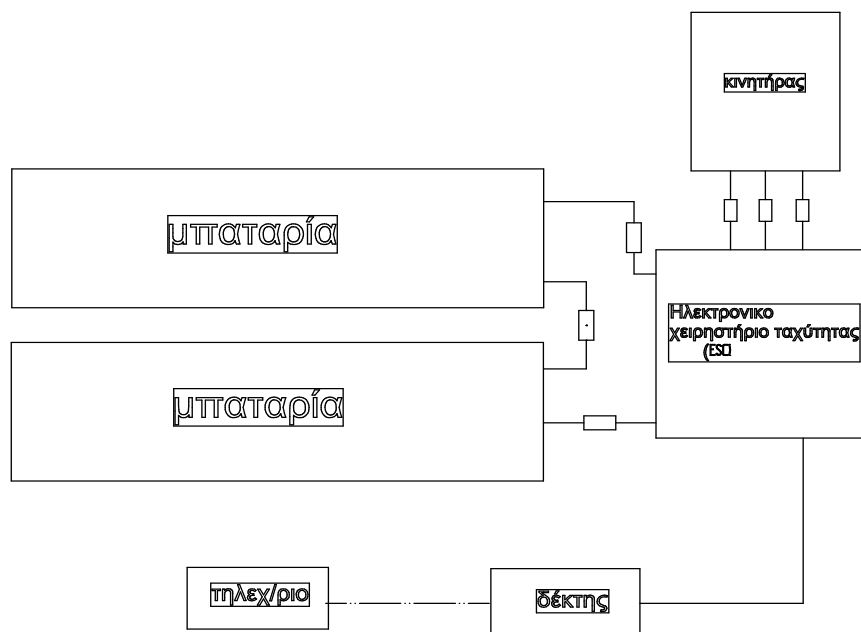
Σκαρίφημα 3.2 Σύνδεση κινητήρα – τεμαχίου – οδηγού (κάτωψη)

Το δεύτερο και πολύ σημαντικό, είναι να γίνει η συναρμολόγηση τεμαχίου – οδηγού με την κατάλληλη γωνία. Το τεμάχιο θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στη σανίδα για την αποφυγή ανεπιθύμητων επαφών με το έδαφος αλλά ταυτόχρονα να είναι δυνατή η μετακίνηση των οδηγών για τις στροφές χωρίς το τεμάχιο να έρχεται σε επαφή με τη σανίδα. Δοκιμάζουμε σε διάφορες γωνίες πιέζοντας τους οδηγούς στις 2 πλευρές του άξονα διαδοχικά μέχρι να μην έρχεται σε επαφή το τεμάχιο με τη σανίδα και με το έδαφος αντίστοιχα.

Αφού βρεθεί η κατάλληλη γωνία συγκοιούμε με ηλεκτροκόλληση 2 κυκλικές ραφές στις δύο μεριές του τεμαχίου με τον οδηγό και το αφήνουμε να κρυώσει.

3.4 Σύνδεση – αποθήκευση ηλεκτρικών εξαρτημάτων

Η σύνδεση των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων θα γίνει σύμφωνα με το παρακάτω σχέδιο.



Σκαρίφημα 3.3 Σύνδεση ηλεκτρικών εξαρτημάτων

Όπως φαίνεται στο σχήμα, ο δέκτης λαμβάνει την εντολή από τον αναβάτη μέσω του τηλεχειριστηρίου. Με τη σειρά του ο δέκτης μεταφέρει την πληροφορία στο ESC, το οποίο δίνει εντολή στον κινητήρα για τον τρόπο που θα λειτουργήσει. Οι μπαταρίες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους σε σειρά ώστε να υπάρχουν σαν μία πηγή τάσης 22.2 V, όση δηλαδή απαιτεί το ESC, το οποίο χρησιμοποιεί το ρεύμα για δική του λειτουργία αλλά και για να το μεταφέρει στον κινητήρα.

Αμέσως μετά τη σύνδεση ενεργοποιείται το ESC και με βάση το βιβλίο οδηγιών γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις. Το ίδιο ισχύει και για την ρύθμιση τηλεχειριστηρίου – δέκτη.

Στη συνέχεια, πρέπει να ληφθεί υπόψη η συγκράτηση των ηλεκτρικών στοιχείων κάτω από τη σανίδα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους όπως με αυτοκόλλητα τύπου "χρατς", με κολλητικές ταινίες διπλής όψευς αλλά και με την προσθήκη μεταλλικών εξαρτημάτων όπου θα βιδωθούν στη σανίδα.

Τελευταίο μέρος της κατασκευής αποτελεί η προσαρμογή κιβωτίου για την αποθήκευση και προστασία των ηλεκτρικών στοιχείων. Και αυτή η ανάγκη μπορεί να καλυφθεί με διάφορους τρόπους όπως: λαμαρίνα, σκληρό πλαστικό, ρnc κ.α. Κρίνεται αναγκαίο να υπάρχει οπή (ή και καπάκι καλύτερα) στο κιβώτιο έτσι ώστε να βγαίνουν οι μπαταρίες για τη φόρτιση.

3.5 Έλεγχος ασφαλής κατασκευής σανίδας

Επειδή οι κινήσεις που απαιτούνται για τη χρήση της κατασκευής είναι δύο, η μείωση και η αύξηση των στροφών, οι μόνες απαραίτητες ενέργειες που πρέπει να γίνουν είναι, αφενός ο έλεγχος της σωστής συναρμολόγησης όλων των στοιχείων και αφετέρου η ρύθμιση ομαλής αύξησης στροφών στην επιτάχυνση και μείωσης στο φρενάρισμα.

Πριν την ανάβαση, η σανίδα θα τοποθετηθεί ανάποδα για να γίνει έλεγχος ομαλής κύλισης των τροχών και ειδικότερα του τροχού όπου είναι προσαρμοσμένος ο κινητήρας. Έπειτα, αφού μπει σε λειτουργία το ηλεκτρονικό σύστημα, θα ελεγχθεί μέσω του τηλεχειριστηρίου η αναμενόμενη φορά και ταχύτητα λειτουργίας του κινητήρα. Οποιαδήποτε βίαιη εναλλαγή στην ταχύτητα ή στη φορά περιστροφής του κινητήρα μπορεί να αποβεί επικίνδυνη.

Τέλος θα πρέπει να ελεγχθεί η θερμοκρασία στα διάφορα στοιχεία της κατασκευής όπως κινητήρα και ESC. Μπορεί μεν τα στοιχεία και τα υλικά των στοιχείων που επιλέχθηκαν να παρουσιάζουν υψηλή αντοχή στην θερμότητα, παρόλα αυτά θα πρέπει να ελεγχθεί και στην πράξη δοκιμάζοντας διάφορους τύπους λειτουργίας του κινητήρα (μέγιστη λειτουργία στροφών, εναλλαγές διέυθυνσης λειτουργίας κ.α.).

Κεφάλαιο 4

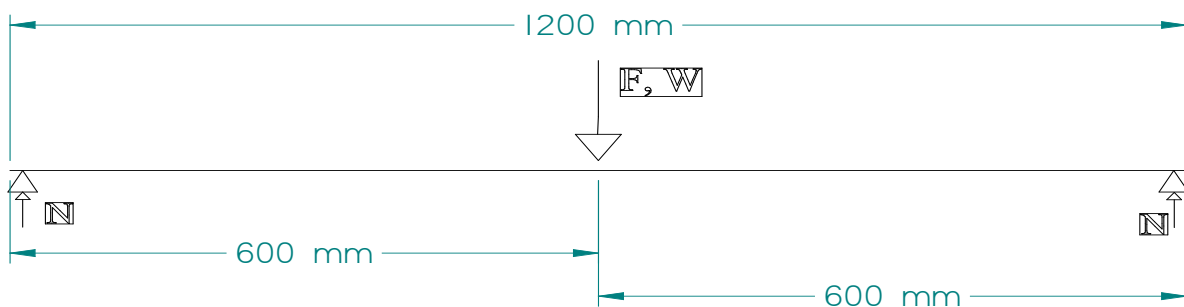
Υπολογισμοί κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετηθεί το μέγιστο δυνατό βάρος του αναβάτη σύμφωνα με το υλικό της σανίδας που έχει επιλεγεί, η μέγιστη δυνατή ταχύτητα της κατασκευής και η διάρκεια της μπαταρίας μέχρι την πλήρη αποφόρτιση. Επίσης θα γίνει μια πολύ σύντομη αναφορά στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων και γιατί αποτελούν την ακριβέστερη διαδικασία υπολογισμού στις μέρες μας.

4.1 Υπολογισμός μέγιστου βάρους αναβάτη

4.1.1 Προσέγγιση μέγιστου βάρους μέσω του διαγράμματος ελεύθερου σώματος.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται συνισταμένη F που ασκεί ο αναβάτης με το βάρος του, το βάρος της σανίδας καθώς και οι αντιδράσεις N από το σύστημα οδηγών τροχών. που ασκούνται στη σανίδα καθώς και οι μεταξύ τους αποστάσεις.



Σχέδιο 4.1 Φόρτιση σανίδας

Η μέγιστη ροπή ασκείται στο μέσο της σανίδας: $M = F \cdot \frac{L}{2}$ ($N \cdot mm^2$).

Στόχος είναι να βρεθεί η μέγιστη δύναμη F , δηλαδή το μέγιστο δυνατό βάρος του αναβάτη. Εφόσον είναι γνωστή η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση σ , η ροπή M μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο: $\sigma = \frac{M \cdot Y}{I}$ (σ =μέγιστη τάση αντοχής υλικού, M = καμπτική ροπή στο μέσο της σανίδας, Y = πλάτος σανίδας/2, I = ροπή αδράνειας σανίδας). Στο παρών πρόβλημα σανίδα θα συμπεριφερθεί σαν ράβδος, οπότε η ροπή αδράνειας θα υπολογιστεί από τον τύπο: $I = \frac{b \cdot h^3}{12} \Rightarrow I = \frac{b \cdot h^3}{12} \Rightarrow I = \frac{24,4 \cdot 1,2}{12} \Rightarrow I = 3,52 cm^4$ (b = πλάτος σανίδας, h = πάχος σανίδας). Η σανίδα καταπονείται σε κάμψη. Το μέγιστο όριο κάμψης του κόντρα πλακέ θαλάσσης ανέρχεται στα: $\sigma = 70 N/mm^2$.

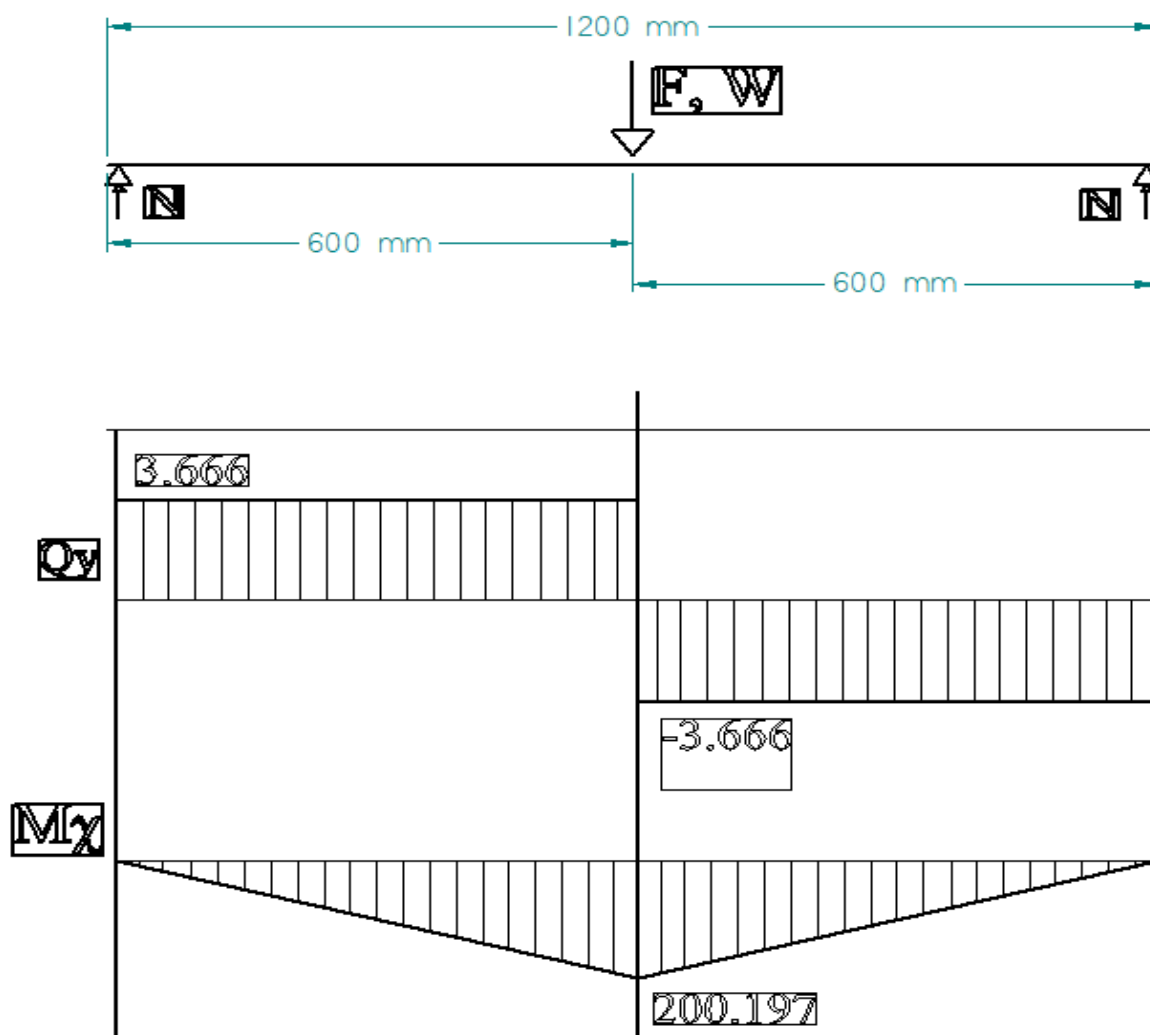
$$\text{Άρα: } \sigma = \frac{M \cdot Y}{I} \Rightarrow M = \frac{\sigma \cdot I}{Y} \Rightarrow M = \frac{70 \frac{N}{mm^2} \cdot 3,52 cm^4}{12,2 cm} \Rightarrow 200.197 N \cdot cm$$

Όντας γνωστή πλέον η τιμή της μέγιστης ροπής, η δύναμη θα υπολογιστεί από τον τύπο της ροπής: $M = (F+W) \cdot d \Rightarrow (F+W) = \frac{M}{L} \Rightarrow (F+W) = \frac{200.197 \text{ N} \cdot \text{cm}}{60 \text{ cm}} \Rightarrow (F+W) = 3.366 \text{ N}$
 $= 336 \text{ kg}$

Το βάρος της σανίδας ισούται περίπου με 4 kg, άρα $F = 336 \text{ kg} - 4 \text{ kg} \Rightarrow F_{\text{μέγιστο}} = 332 \text{ Kg}$.

Επειδή σε κάθε κατασκευή, ιδιαίτερα σε αυτές που βρίσκονται σε άμεση επαφή με ανθρώπους έχουμε ένα ποσοστό ασφαλείας 30% το μέγιστο βάρος ανέρχεται στα $F_{\text{μέγιστο}} = 332 \text{ kg} \cdot 0,7 = 232 \text{ kg}$.

Από το διάγραμμα ελεύθερου σώματος φαίνονται οι παρακάτω διακυμάνσεις της φόρτισης της σανίδας.



Σχέδιο 4.2 Διάγραμμα ελεύθερου σώματος

4.2 Υπολογισμός μέγιστης ταχύτητας σανίδας

Η τελική όπως λέγεται ταχύτητα που μπορεί να προσφέρει ο κινητήρας υπολογίζεται όπως παρακάτω:

Α) Γνωρίζοντας τον αριθμό δοντιών των οδοντοτροχών και τις στροφές/λεπτό, μπορεί εύκολα να υπολογιστούν οι στροφές στον τροχό κίνησης.

$$d1 = 22$$

$$d2 = 40$$

$$18T = 2200 \text{ RPM}$$

$$Nf = \frac{2200 \cdot 22}{40} = 1200 \text{ RPM}$$

$$\omega = \frac{1200 \cdot 2\pi}{60} = 126.64 \text{ rad/s}$$

$$u = \omega \cdot d_{\text{τροχού}} \Rightarrow u = 126.64 \cdot 0.09 \Rightarrow u = 12 \text{ m/s} \Rightarrow \mathbf{u = 41 \text{ km/h}}$$

Πρακτικά όμως, δουλεύοντας στη μέγιστη ισχύ, υπάρχει κίνδυνος υπερφόρτωσης για τον κινητήρα, το οποίο φαινόμενο κάνει την ανάβαση επικίνδυνη. Προτείνεται να δουλεύει στο 70-80% των δυνατοτήτων του άρα η ταχύτητά του θα κυμαίνεται στα 25-33 km/h.

Πειραματικά θα ελεγχθεί η ταχύτητα του longboard στα διάφορα είδη δρόμου όπως άσφαλτος, κυβόλιθοι, χύμα κ.α. αλλά και σε διάφορες κλίσεις.

4.3 Υπολογισμός αντοχής μπαταρίας

Όσον αφορά το εύρος της μπαταρίας μέχρι την πλήρη αποφόρτιση, εξαρτάται από παράγοντες όπως οι αυξομειώσεις της ταχύτητας, συνθήκες εδάφους κ.α.. Θεωρητικά μπορεί να υπολογισθεί όπως παρακάτω:

- Υπολογισμός ρεύματος στο κύκλωμα με χρήση μέγιστης ισχύς Watt:

$$P = I * V \Rightarrow I = P/V \Rightarrow I = 1510/22.2 \Rightarrow I = 68 \text{ A}$$

Η χωρητικότητα της μπαταρίας είναι 10Ah και η ταχύτητα είναι 41 km/h, άρα:

Η μπαταρία θα αποφορτιστεί πλήρως σε 8 λεπτά ή 5.5 Km.

Πρακτικά όμως ο κινητήρας δεν θα δουλεύει σε πλήρη ισχύ αλλά περίπου στο 70-80% λόγω προβλημάτων υπερφόρτωσης και υπερθέρμανσης του ESC, οπότε αντίστοιχα υπολογίζεται:

$$P = I * V \Rightarrow I = P/V \Rightarrow I = 1130/22.2 \Rightarrow I = 52 \text{ A}$$

Η χωρητικότητα της μπαταρίας είναι 10Ah και ταχύτητα 31km/h, άρα:

Η μπαταρία θα αποφορτιστεί πλήρως σε **12 λεπτά ή 9 Km.**

Αναλόγως την απόδοση του κινητήρα η μπαταρία διαρκεί αναλογικά περισσότερο σε χαμηλότερα Watt. Όπως τονίσθηκε και παραπάνω η διάρκεια της μπαταρίας είναι απόρροια πολλών παραγόντων και μόνο πειραματικά μπορεί ο αναβάτης να αντιληφθεί το πραγματικό εύρος ανάβασης μέχρι την πλήρη αποφόρτιση.

Κεφάλαιο 5

Αποτελέσματα – συμπεράσματα κατασκευής

5.1 Αποτελέσματα εργασίας

Ο κύριος στόχος της εργασίας, να είναι οικονομική η κατασκευή, όπως θα δούμε και παρακάτω στα συμπεράσματα της εργασίας, πραγματοποιήθηκε καθώς με 300 € περίπου, το αποτέλεσμα είναι συγκρίσιμο με πολύ ακριβότερες σανίδες longboard του εμπορίου.

Ο δεύτερος στόχος, να πραγματοποιηθεί η κατασκευή με τη λιγότερη μηχανική υποστήριξη, επιτεύχθει, καθώς τα μοναδικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πριόνι, κασάνια και τρυπάνι, εργαλεία που είναι πολύ εύκολο να βρεθούν από οποιονδήποτε ερασιτέχνη. Η μόνη διαδικασία που δεν είχε τόσο εύκολη πρόσβαση ήταν η ηλεκτρο-συγκόλληση.

Αν και περιγραφικά, μπορεί να ειπωθεί με ασφάλεια ότι η κατασκευή είναι λειτουργική όπως αναλύεται στο Κεφάλαιο 3. Με την απαραίτητη προσοχή στην σωστή επεξεργασία και σύνδεση των ηλεκτρικών στοιχείων πάνω στη σανίδα, ο αναβάτης δεν θα αντιμετωπίσει κανένα πρόβλημα στην λειτουργία της.

Όσον αφορά την ασφάλεια λειτουργίας της κατασκευής, με τις δοκιμές που περιγράφηκαν παραπάνω και με την ασφαλή λειτουργία της κατασκευής ειδικότερα στην αρχή (χαμηλή ταχύτητα, ομαλοί ελιγμοί) ο αναβάτης θα είναι σε θέση να αντιληφθεί τα πρακτικά όρια της κατασκευής και να μην τα ξεπερνάει.

5.2 Συμπεράσματα εργασίας

Όπως είδαμε και στους υπολογισμούς του Κεφαλαίου 4, η παραπάνω κατασκευή με τα υλικά και τα στοιχεία που επιλέχθηκαν παρέχει αντοχή που φθάνει τα 230 kg, τελική ταχύτητα 30 km/h και εύρος μπαταρίας σε τελική ταχύτητα τα 10 km. Οι τιμές longboard παρομοίων χαρακτηριστικών στο εμπόριο κυμαίνονται μεταξύ 500-700 €. Όπως φαίνεται η μείωση στο κόστος έφτασε το ποσοστό της τάξης του 40% - 60%. Η μόνη αδυναμία της κατασκευής συγκριτικά με τις σανίδες του εμπορίου είναι η εμφάνιση της καθώς ένας ερασιτέχνης δεν μπορεί να έχει πρόσβαση σε τέτοιου είδους μηχανήματα διαμόρφωσης.

Εν κατακλείδη, αν η εμφάνιση δεν αποτελεί το κύριο μέλημα, η παρούσα εργασία είναι πολύ χρήσιμη σε όποιον θέλει να κατασκευάσει εύκολα ένα ηλεκτροκίνητο longboard οικονομικό, ανταγωνιστικό αλλά και να απολαύσει τη διαδικασία κατασκευής.

Κεφάλαιο 6

Μελέτη επένδυσης σε λιανικό εμπόριο

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μια σύντομη μελέτη του κεφαλαίου για την ίδρυση

επιχείρησης πώλησης ηλεκτροκίνητων longboard και τον απαραίτητο αριθμό πωλήσεων ώστε η επιχείρηση να είναι βιώσιμη.

Αρχικά τα έξοδα χωρίζονται στο αρχικό κεφάλαιο και τα πάγια μηνιαία έξοδα.

Το ποσό του κεφαλαίου επιμερίζεται στα παρακάτω:

- Μίσθωση χώρου στέγασης της επιχείρησης
- Εξοπλισμός επιχείρησης
- Αγορά πρώτων υλών

α) Μίσθωση χώρου στέγασης της επιχείρησης

Για το παρών είδος επιχείρησης απαιτείται χώρος περίπου 100 τ.μ. με δύο τουλάχιστον χώρους όπου στον ένα θα γίνεται η κατασκευή των σανιδών και στο δεύτερο θα είναι η έκθεση των σανιδών και ο χώρος υποδοχής των πελατών. Αυτό επιτυγχάνεται είτε με αγορά είτε με επικοινωνία του χώρου. Προτείνεται επικοινωνία καθώς μειώνετε κατά πολύ το αρχικό κεφάλαιο και κατ' επέκταση το ρίσκο, σε περίπτωση που η επιχείρηση δεν αποδειχθεί βιώσιμη.

Τα κριτήρια επιλογής είναι σαφώς οικονομικά, όμως τίθενται και ζητήματα τοποθεσίας όπως εύκολη πρόσβαση, μέση κίνηση της περιοχής κ.α. Τα κριτήρια αυτά είναι υποκειμενικά και υπάγονται στην ευχέρεια του επιχειρηματία. Για παράδειγμα ένα ακίνητο 100 τ.μ. με βιτρίνα, σε συνοικία της Θεσσαλονίκης με μέτρια κίνηση κοστίζει **500 €/ το μήνα**.

β) Εξοπλισμός επιχείρησης

Τα απαραίτητα μηχανήματα για την επεξεργασία της σανίδας είναι ένα δρόπανο κολωνάτο αξίας 600 € και πριονοκορδέλα αξίας 400 €. Το συνολικό ποσό των μηχανημάτων ανέρχεται στα 1100 €. Επίσης περιλαμβάνονται η αγορά γραφείων, σημείων στήριξης των προϊόντων, κ.α. Κρίνεται ασφαλής η πρόβλεψη του ποσού των 1500 €. Στο σύνολο λοιπόν ο εξοπλισμός της επιχείρησης θα κοστίζει **2600 €**.

γ) Αγορά πρώτων υλών

Η αγορά των πρώτων υλών εξαρτάται απευθείας από την ποσότητα του κάθε υλικού που θα αγοραστεί. Όσο μεγαλύτερη η ποσότητα τόσο μικρότερη η τιμή. Παρόλα αυτά επειδή στο πρώτο στάδιο δεν υπάρχει μεγάλη εμπιστοσύνη στην επιχείρηση, η ποσότητα δεν θα είναι τόσο μεγάλη όσο χρειάζεται για να μειωθεί η τιμή της μονάδας. Το κόστος των υλικών αναλύθηκε παρα-πάνω και εκτιμήθηκε στα 306 € (με Φ.Π.Α). Η αγορά θα γίνεται χωρίς Φ.Π.Α. δηλαδή το κόστος αυτομάτως μειώνεται στα $306 * 0.76 = 233$ €. Προσθέτονται επιπλέον 37 € στην κάθε σανίδα για υλικά διακόσμησης όπως σπρέι, αυτοκόλλητα, ταινίες κ.α. Το τελικό κόστος κατασκευής όσον αφορά τα υλικά ανάγεται στα **270 €**.

δ) Πάγια μηνιαία έξοδα

Στα πάγια μηνιαία έξοδα υπάγονται οι λογαριασμοί ΔΕΚΟ και ο μεικτός μισθός του προσωπικού. Όσον αφορά τους λογαριασμούς ΔΕΚΟ, θα είναι σαφώς προσαυξημένη λόγω της χρήσης των μηχανημάτων αλλά είναι ασφαλές να προβλεφθεί το ποσό κάλυψης των 200€. Η κάλυψη του προσωπικού είναι ανάλογη το πλήθος των εργαζομένων. Η παρούσα επιχείρηση έχει την ανάγκη ενός τουλάχιστον υπαλλήλου, η συνολική κάλυψη του οποίου ανέρχεται στα 1000 €. Επομένως τα πάγια μηνιαία έξοδα είναι περίπου **1200 €**.

Συνεπάγεται λοιπόν ότι με την προκατασκευή πέντε σανιδών στην έναρξη της επιχείρησης το αρχικό κεφάλαιο ανέρχεται περίπου στα **4.500 €**. Ενώ το μηνιαίο κόστος (προσωπικό – λογαριασμοί – αναλώσιμα) ανέρχεται στα **1500 €**.

- Στρατηγική της επιχείρησης

Όπως αναφέρθηκε η επιχείρηση θα ξεκινήσει με τουλάχιστον πέντε κατασκευασμένες σανίδες διαφορετικής εμφάνισης, ίδιων χαρακτηριστικών, οι οποίες θα αποτελούν τη βιτρίνα της. Εφόσον είναι γνωστοί οι τρόποι κατασκευής και η απόδοση χαρακτηριστικών όπως τελική ταχύτητα και διάρκεια μπαταρίας, η επιχείρηση θα έχει τη δυνατότητα να κατασκευάζει κατά παραγγελία όπου θα μπορεί να εξυπηρετεί καλύτερα και περισσότερους πελάτες.

- Κόστος προϊόντων

Για να είναι ανταγωνιστικό το προϊόν θα θεωρηθεί αποδεκτό το ποσοστό κέρδους 60%. Η κατασκευή σανιδών παρόμοιας με της εργασίας κοστίζει 270 € + (5%) απρόβλεπτα έξοδα = 285 €. Άρα, 285 € + (40%) = **459€**.

- Καθαρό κέρδος

Το καθαρό κέρδος προκύπτει από τη συνολική πώληση μείον το κόστος κατασκευής μείον το Φ.Π.Α. Συνεπάγεται, (459€) – (285€) – (111€) = **63 € ανά σανίδα**.

- Απόσβεση αρχικού κεφαλαίου και μηνιαίων εσόδων

Ορίζεται χρόνος απόσβεσης οι 12 μήνες, όπου και θα διαιρεθεί το αρχικό κεφάλαιο. $4500€ / 12 = 375 €$. Οπότε για τον πρώτο χρόνο τα πάγια μηνιαία έσοδα ορίζονται 1875 €. Για την απόσβεση τους θα πρέπει να πωλούνται **30 longboard / μήνα**.

- Βιωσιμότητα επιχείρησης – προσωπικό κέρδος

Ορίζεται αποδεκτό προσωπικό κέρδος τα 1200 € ανά μήνα. Άρα $1200 € / 63 € = 19$ **longboard / μήνα**.

Συμπεράσματα μελέτης

Η τιμή της σανίδας είναι αρκετά ανταγωνιστική σε σχέση με γνωστές φίρμες του εμπορίου καθώς είναι χαμηλότερη σε ποσοστό που φτάνει μέχρι και το 50%. Αυτό όμως

σημαίνει ταυτοχρόνως ότι η επιχείρηση βασίζεται κατά πολύ στην ποσότητα της παραγωγής. Τελικώς υπολογίσθηκε ότι για να είναι βιώσιμη η επιχείρηση το πρώτο έτος λειτουργίας της θα πρέπει να πωλούνται 50 περίπου προϊόντα ανά μήνα. Ο στόχος αυτός κρίνεται δύσκολος καθώς το τελικό αντίτιμο των 459€ θεωρείται αρκετά μεγάλο σε σχέση με το κατά κεφαλήν εισόδημα της Ελλάδας. Το μεγάλο πλεονέκτημα της επιχείρησης όμως, είναι ότι το αρχικό κεφάλαιο είναι μικρό, πράγμα που σημαίνει μικρότερο οικονομικό πλήγμα σε περίπτωση απόσυρσης της.

Βιβλιογραφία

[1] "History of Longboarding". longboardskateboard.org [Online]

Available: <https://web.archive.org/web/20170429224819/http://longboardskateboard.org/history-of-longboarding.php>

[2] Tony, Owen (2013-03-05). "The Evolution Of Skateboarding – A History From Sidewalk Surfing To Superstardom"

[3] The History of Skateboarding & The Evolution of The Electric Skateboard (transportationevolved.com) [Online]

Available: <https://transportationevolved.com/history-of-skateboarding-electric-skateboard/>

[4 & 13] Longboard (skateboard) - Wikipedia [Online]

Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Longboard_\(skateboard\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Longboard_(skateboard))

[5] Downhill Longboarding: Do You Have The Right Skills & Mindset? (ridingboards.com)
[Online]
Available: <https://www.ridingboards.com/downhill-longboarding/>

[6] Riding Boards - Boards Sports for Riders of All Levels and Ages [Online]
Available: <https://www.ridingboards.com/>

[7 &8] Drop Through Longboard vs Top Mount - Which One is Perfect for You ?
(skateshouse.com) [Online]
Available: <https://www.skateshouse.com/drop-through-longboard-vs-top-mount/>

[9&10] Contains a list of dimensions for popular longboard truck manufacturer "Archived copy"
[Online]
Available: <https://web.archive.org/web/20201226051743/https://skateboardidea.com/difference-between-longboard-trucks-and-skateboard-trucks/>

[11] Winter Fox, T. L. (2018). Design, fabrication, and characterization of split axle skateboard trucks (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

[12] Ducatt, Z. J. (2020). Next Generation Longboard Trucks NG-Trucks.

[13] Toliyat, H. A., & Kliman, G. B. (Eds.). (2018). Handbook of electric motors (Vol. 120). CRC press.

[14] Online:
Available:
<https://books.google.gr/books?id=QmVR7qiB5AUC&lpg=PA11&vq=battery%20one%20or%20more%20cells&hl=el&pg=SA1-PA3#v=snippet&q=battery%20one%20or%20more%20cells&f=false>

[15] Online:
Available: An Electronic Speed Control Primer (stefanv.com)
<http://www.stefanv.com/electronics/escprimer.html>

[16] Oliveira, L. A., & John, V. M. OSB and Marine Plywood: Performance Comparison for use with Light Steel Frame Walls in Brazil Max Junginger1, Maurício M. Resende2.

[17] Qi, J. Q., Xie, J. L., Huang, X. Y., Yu, W. J., & Chen, S. M. (2014). Influence of characteristic inhomogeneity of bamboo culm on mechanical properties of bamboo plywood: effect of culm height. Journal of wood science, 60(6), 396-402.

[18] Surappa, M. K. (2003). Aluminium matrix composites: Challenges and opportunities. *Sadhana*, 28(1-2), 319-334.

[19] Stodart, J., & Faraday, M. (1820). V. Experiments on the alloys of steel, made with a view to its improvement. *The Philosophical Magazine*, 56(267), 26-35.

[20] Khatri, C. A., Stansbury, J. W., Schultheisz, C. R., & Antonucci, J. M. (2003). Synthesis, characterization and evaluation of urethane derivatives of Bis-GMA. *Dental Materials*, 19(7), 584-588.

[21] Online: Esk8 Calculator

Available: <http://calc.esk8.it/>

[22] Discovery of the Elements by Mary Elvira Weeks | Sep 10, 2010 Kessinger Publishing, LLC (September 10, 2010)