



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Τμήμα Μηχανικών Σχεδίασης Προϊόντων και Συστημάτων

Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Σχεδίαση ηλεκτρικού οχήματος για καθημερινή μετακίνηση
σε μεγάλες πόλεις



Χριστόδουλος-Μάριος Σκορλέτος

511/2012088

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλης Μουλιανίτης

Τριμελής Επιτροπή: Βασίλης Μουλιανίτης, Ευγένιος Σκουρμπούτης,

Φίλιππος Αζαριάδης

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η διπλωματική εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και κανένα μέρος της δεν είναι αντιγραμμένο από έντυπες ή ηλεκτρονικές πηγές, μετάφραση από ξενόγλωσσες πηγές και αναπαραγωγή από εργασίες άλλων ερευνητών ή φοιτητών. Όπου έχω βασιστεί σε ιδέες ή κείμενα άλλων, έχω προσπαθήσει, όσο είναι δυνατόν, να το προσδιορίσω σαφώς μέσα από την χρήση αναφορών, ακολουθώντας την ακαδημαϊκή δεοντολογία.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου η οποία ήταν και θα είναι πάντα δίπλα μου να με στηρίζει με κάθε τρόπο. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου (Γιώργο, Κώστα, Άρη) που ήταν πάντα εκεί για μένα στις δύσκολες στιγμές. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Μουλιανίτη, για όλο τον χρόνο που αφιέρωσε ώστε να πραγματοποιηθεί αυτή η διπλωματική.

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία είχε ως σκοπό τον σχεδιασμό ενός ηλεκτρικού οχήματος που θα διευκολύνει τις καθημερινές μετακινήσεις την πόλη. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού, έγινε μια ανάπτυξη μεθοδολογιών όπως έρευνα απευθυνόμενου κοινού, πλαισίου χρήσης, ανταγωνιστών και ερωτηματολόγιο. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τις παραπάνω μεθοδολογίες, βοήθησαν στην κατανόηση των απαιτήσεων χρηστών και μεταφράστηκαν σε σχεδιαστικές προδιαγραφές.

Στην συνέχεια, στο κομμάτι της σχεδίασης έγινε η ανάπτυξη τριών προκαταρκτικών σχεδίων. Μετά από μια σύντομη έρευνα με το απευθυνόμενο κοινό, επιλέχθηκε το σχέδιο 2 για λεπτομερή σχεδίαση. Εφόσον τελείωσε το σχέδιο CAD, έγιναν κάποιες αναλύσεις για την επιλογή υλικών της σανίδας. Οι ίνες άνθρακα, κρίθηκαν περισσότερο κατάλληλες για την κατασκευή της σανίδας. Αφού επιλέχθηκαν όλα τα υλικά προχωρήσαμε στο κομμάτι των φωτορεαλιστικών απεικονίσεων. Τέλος για την καλύτερη κατανόηση του τελικού αντικειμένου από το κοινό, πραγματοποιήθηκαν animation με πλάνα «έκρηξης» και περιστροφής γύρω από το αντικείμενο.

Abstract

This thesis is focused on the designing of an electric vehicle which would facilitate the daily commute in the city. In order to achieve this goal, I carried out a series of methodologies such as research of target group, frame of use, competitor analysis and questionnaire. All the information collected through the above methodologies, led to the comprehension of the users' needs and were translated in design guidelines.

Consequently, three concepts were designed. After a brief research on the target group, the concept 2 was selected for a detailed design. After the CAD was finished, an analysis was carried out in order to select the materials of the deck. Carbon fibers seems to be more suitable. After having selected all the materials, we moved forward with rendering. Finally, in order, for the target group, to achieve a better understanding of the product, I created animation with exploded and rotational view of the product.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	11
2. Στρατηγική ανάπτυξης εργασίας	11
3. Έρευνα	15
3.1. Προσδιορισμός ευκαιρίας.....	15
3.2. Απευθυνόμενο κοινό.....	15
3.3. Πλαίσιο χρήσης	16
3.4. Διαθέσιμες τεχνολογίες	19
3.4.1.Μπαταρίες	19
3.4.2.Κινητήρες	19
3.4.3.Decks	22
3.4.4.Drivetrain.....	27
3.5. Ανταγωνιστές.....	28
3.5.1.City Birds, Eagle	28
3.5.2.Scooterboard.....	29
3.5.3.Kiwano ko1	30
3.5.4.Onewheel.....	31
3.5.5.Boosted Board	32
3.5.6.Meepo board (30").....	34
3.5.7.Acton blink quarto	35
3.5.8.Συγκριτικός πίνακας ανταγωνιστών	37
3.6. Προβληματικός χώρος.....	38
3.7. Τάσεις στον σχεδιασμό προϊόντων	38
3.8. Ερωτηματολόγιο	46
3.9. Συμπεράσματα έρευνας	52
4. Οριστική περιγραφή έργου	54
4.1. Απαιτήσεις χρηστών	54
4.2. Σχεδιαστικές προδιαγραφές.....	54
4.3. Quality function deployment	55
4.4. Brief	57
4.5. Εννοιολογικός χάρτης (Mind mapping)	58
5. Προκαταρκτικός σχεδιασμός	59
5.1. Mood boards	59
5.2. Αναλύσεις χρηστών	65

5.3. Προκαταρκτικά σχέδια	68
5.4. Αξιολόγηση σχεδίων.....	74
6. Τελικό concept	75
6.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά.....	75
6.1.1.Κινητήρες (rear hub motors)	75
6.1.2.Μπαταρίες	75
6.1.3.Κεντρικός επεξεργαστής	76
6.1.4.Τηλεχειριστήριο (remote control)	76
6.2. Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις	77
6.3. Exploded view	80
6.4. Ανάλυση δυνάμεων	82
6.5. Τεχνικά σχέδια.....	93
6.6. Κατασκευασιμότητα	95
7. Συμπεράσματα	106
8. Βιβλιογραφία	107

Περιεχόμενα σχεδίων

Σχήμα 1: Το σχεδιάγραμμα της θετικής σχεδίασης.....	39
Σχήμα 2: What is your sex?	47
Σχήμα 3: What is your age?	48
Σχήμα 4: Where do you live?.....	48
Σχήμα 5: What is your current status?	49
Σχήμα 6: How much time do you spend for your daily transportation?	49
Σχήμα 7: What is the average distance you travel daily?	50
Σχήμα 8: How big is your house/apartment?	51
Σχήμα 9: On which floor do you live?.....	51
Σχήμα 10: Which of the following means of transport do you usually use?	52
Σχήμα 11: House of quality	57
Σχήμα 12: Εννοιολογικός χάρτης	58

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1: Τα 6 στάδια σχεδιαστικής προετοιμασίας (Morris Asimow).....	11
Εικόνα 2: Δρόμος ταχείας κυκλοφορίας στη Νέα Υόρκη	17
Εικόνα 3: Πεζόδρομος στο κέντρο μεγάλης πόλης	17
Εικόνα 4: Ποδηλατοδρόμος ενσωματωμένος σε αυτοκινητόδρομο.....	18
Εικόνα 5: Στάση ηλεκτρικού στον Πειραιά.....	18
Εικόνα 6: Πακέτο μπαταριών Samsung sdi σχεδιασμένο για ηλεκτρικά ποδήλατα ...	19
Εικόνα 7: Hub motor (exploded view)	21
Εικόνα 8: Belt drive motor (exploded view)	22
Εικόνα 9: 1.Deck width, 2.Wheelbase, 3.Nose, 4.Tail	23
Εικόνα 10: Types of concave.....	24
Εικόνα 11: Low, medium and high concave.....	24
Εικόνα 12: Η εύκαμπτη σανίδα του boosted board	25
Εικόνα 13: Durable sensor design από την εταιρία inmotion:.....	26
Εικόνα 14: Onewheel foot pads	27
Εικόνα 15: Τρόπος διπλώματος / τελική μορφή	28
Εικόνα 16: Προτεινόμενοι τρόποι μεταφοράς	29
Εικόνα 17: Γενική εμφάνιση όταν είναι ανοιχτό / διπλωμένο.....	29
Εικόνα 18: Μηχανισμός lean to steer για στροφή δεξιά/αριστερά	30
Εικόνα 19: Γενική εμφάνιση.....	30
Εικόνα 20: Αριστερά: custom made hub motor, Δεξιά: στέγαση των μπαταριών στον σωλήνα του τιμονιού.....	31
Εικόνα 21: Γενική εμφάνιση και στάση αναβάτη.....	32
Εικόνα 22: Μεταφορά και αποθήκευση	32
Εικόνα 23: Γενική εμφάνιση.....	33
Εικόνα 24: Belt drive motors 1000W each.....	33
Εικόνα 25: Αποθήκευση σε ειδικά διαμορφωμένη τσάντα και μεταφορά	34
Εικόνα 26: Γενική εμφάνιση.....	34
Εικόνα 27: Επάνω και κάτω όψη - ασύρματο χειριστήριο	35
Εικόνα 28: Γενική εμφάνιση.....	35
Εικόνα 29: Exploded view	36
Εικόνα 30: Μέγεθος σε σχέση με τον αναβάτη	36

Εικόνα 31: Fitbit smartwatch	42
Εικόνα 32: Google nest.....	43
Εικόνα 33: Amazon echo smart assistant	43
Εικόνα 34: Επαυξημένη πραγματικότητα στον σχεδιασμό προϊόντων	44
Εικόνα 35: Adidas 3d printed sole	45
Εικόνα 36: Απλοποιημένη αναπαράσταση house of quality	56
Εικόνα 37: Equipment, hardware, tools.....	60
Εικόνα 38:Architecture	61
Εικόνα 39:Consumer electronics	61
Εικόνα 40:Soft goods, footwear.....	62
Εικόνα 41:CMF, detail.....	62
Εικόνα 42:Transportation, vehicle	63
Εικόνα 43:Thematic, sensitive, touching.....	63
Εικόνα 44:Articulation, joints.....	64
Εικόνα 45:Electric vehicle references.....	64
Εικόνα 46: mood board χρήστη 1	65
Εικόνα 47:mood board χρήστη 2	66
Εικόνα 48: mood board χρήστη 3	67
Εικόνα 49: Γενική εμφάνιση.....	68
Εικόνα 50: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη).....	68
Εικόνα 51: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (κάτοψη).....	69
Εικόνα 52: Hub motors/steering system	69
Εικόνα 53: Μπροστά όψη	69
Εικόνα 54: Γενική εμφάνιση.....	70
Εικόνα 55: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη).....	70
Εικόνα 56: Γενική εμφάνιση.....	71
Εικόνα 57: Κάτω όψη	71
Εικόνα 58: Γενική εμφάνιση.....	72
Εικόνα 59: Γενική εμφάνιση.....	72
Εικόνα 60: Πίσω όψη.....	73
Εικόνα 61: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη).....	73
Εικόνα 62: Εξαρτήματα hub motor	75
Εικόνα 63: Αλλαγή μπαταρίας.....	76
Εικόνα 64: Βασικές λειτουργίες επεξεργαστή	76
Εικόνα 65: Τηλεχειριστήριο	77
Εικόνα 66: Εμπρός όψη	77
Εικόνα 67: Κάτοψη.....	78
Εικόνα 68: Κάλυμα μπαταριών	78
Εικόνα 69: Κοντινό (εμπρός).....	79
Εικόνα 70: Κοντινό (πίσω)	79
Εικόνα 71: Πλάγια όψη.....	80
Εικόνα 72: Πίσω όψη.....	80
Εικόνα 73: Exploded view	81
Εικόνα 74: Exploded view (κοντινό).....	81
Εικόνα 75: Safety factor (7,6).....	82
Εικόνα 76: Max stress (36,18MPa).....	83

Εικόνα 77: Max displacement (0,078mm).....	83
Εικόνα 78: Max reaction force (40.99N)	83
Εικόνα 79: Max strain.....	84
Εικόνα 80: Safety factor (8,6).....	84
Εικόνα 81: Max stress (34,84MPa).....	84
Εικόνα 82: Max displacement (0,04mm).....	85
Εικόνα 83: Max reaction force (40,55N)	85
Εικόνα 84: Max strain.....	85
Εικόνα 85: Safety factor (1,66).....	86
Εικόνα 86: Max stress (34,84MPa).....	86
Εικόνα 87: Max displacement (0,38mm).....	87
Εικόνα 88: Max reaction force (40,55N)	87
Εικόνα 89: Max strain.....	87
Εικόνα 90: Safety factor (5,9).....	88
Εικόνα 91: Max stress (34,59MPa).....	88
Εικόνα 92: Max displacement (0,42mm).....	89
Εικόνα 93: Max reaction force (40,52N)	89
Εικόνα 94: Max strain.....	89
Εικόνα 95: Safety factor (2,9).....	90
Εικόνα 96: Max stress (34,03MPa).....	90
Εικόνα 97: Max displacement (4,8mm).....	91
Εικόνα 98: Max reaction force (42,23N)	91
Εικόνα 99: Max strain.....	91
Εικόνα 100: Τηλεχειριστήριο	93
Εικόνα 101: Skateboard deck	94
Εικόνα 102: Γενικές διαστάσεις του προϊόντος.....	94
Εικόνα 103: Γενικές διαστάσεις του προϊόντος (2)	95
Εικόνα 104: Σανίδα κατασκευασμένη από ανθρακόνημα.....	95
Εικόνα 105: Καλούπι από fiberglass.....	96
Εικόνα 106: Αλείφουμε την επιφάνεια με κερί	96
Εικόνα 107: Αλείφουμε το καλούπι με ρητίνη	97
Εικόνα 108: Τοποθετούμε το πρώτο ινώδες ύφασμα	98
Εικόνα 109: Προσεκτική τοποθέτηση στις γωνίες	98
Εικόνα 110: εφαρμόζουμε επόμενη στρώση ρητίνης.....	99
Εικόνα 111: Θερμαίνουμε για σκλήρυνση του υλικού.....	100
Εικόνα 112: Προσθέτουμε το επόμενο στρώμα ινών άνθρακα	100
Εικόνα 113: Το κομμάτι μας είναι έτοιμο για χρήση	101
Εικόνα 114: Κομμάτι αποθήκευσης μπαταριών και κεντρικού επεξεργαστή.....	102
Εικόνα 115: χώρος αποθήκευσης μπαταριών	102
Εικόνα 116: Βήμα 1	103
Εικόνα 117: Βήμα 2	104
Εικόνα 118: Βήμα 3	104
Εικόνα 119: Βήμα 4	105
Εικόνα 120: Βήμα 5	105

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, έρευνες έχουν αποδείξει ότι στο σύντομο μέλλον θα αυξηθεί ο αστικός πληθυσμός του πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, αναμένεται το 60% του πληθυσμού να κατοικεί σε μεγαλουπόλεις (mega-cities) οι οποίες θα αυξηθούν όχι μόνο σε έκταση και πληθυσμό αλλά και σε αριθμό, κυρίως στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Οι μεγαλουπόλεις αυτές, θα δημιουργηθούν είτε με την συγχώνευση δύο ή περισσότερων πόλεων, είτε με την απορρόφηση μικρών γειτονικών πόλεων (Kotkin, 2011).

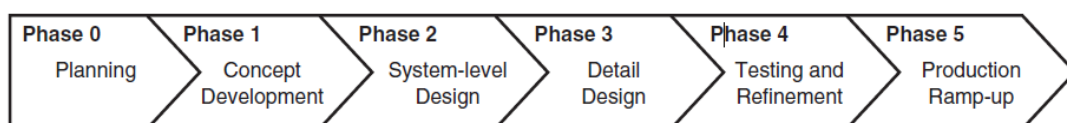
Παράλληλα, αναμένεται να αναπτυχθεί και να επεκταθεί και το δίκτυο μεταφορών από την μία μεγαλούπολη στην άλλη αλλά και στο εσωτερικό της ίδιας της μεγαλούπολης. Οι μεγαλουπόλεις αυτές λόγω της μεγάλης έκρηξης του πληθυσμού, θα πρέπει να είναι έξυπνες (smart-cities) σε πολλούς τομείς όπως της οικονομίας, των υποδομών, της ενέργειας και της διακυβέρνησης (Pervez, 2016).

Όμως, συμβαίνει το εξής παράδοξο. Ενώ τα αστικά κέντρα κατέχουν το 5% της παγκόσμιας έκτασης, καταναλώνουν το 70% της παγκόσμιας ενέργειας. Συνεπώς, οι μεγαλουπόλεις του μέλλοντος θα πρέπει να συμμορφωθούν πάνω σε ορισμένα πρότυπα κοινωνικής ισότητας, μετακίνησης και ενεργειακής απόδοσης για να μη επιβαρύνουν τον πλανήτη με επιπλέον εκπομπές CO₂ μιας και η αστική κλιμάκωση που παρατηρείται τις πρώτες δεκαετίες του 21^{ου} αιώνα είναι το κλειδί για την αειφόρο ανάπτυξη αλλά και για τις μη αναστρέψιμες βλάβες του πλανήτη (Zhao, Guo, Li, & Smith, 2017).

Ο τρόπος αυτός ανάπτυξης των συγχρόνων πόλεων, δημιουργεί την ανάγκη κάλυψης μεγάλων αποστάσεων σε μικρό χρονικό διάστημα με μέσα μεταφοράς που θα είναι τόσο οικονομικά όσο και οικολογικά. Οι βιομηχανίες, κυρίως αυτές που ασχολούνται με τα μέσα μεταφοράς, θα πρέπει να εστιάσουν σε μια νέα μορφή μετακίνησης περισσότερο οικολογική και λιγότερο ενεργοβόρα. Ο ηλεκτρισμός έχει σημειώσει ραγδαία ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια σε σχέση με τα υγρά καύσιμα. Παρουσιάζεται συνεπώς η ανάγκη για τον σχεδιασμό ενός οχήματος που θα καθιστά εύκολη και οικονομική την μετακίνηση μέσα στην πόλη.

Στρατηγική ανάπτυξης εργασίας

Ο προγραμματισμός της συγκεκριμένης εργασίας, στηρίχθηκε στην βασική ιδέα της διαδικασίας σχεδίασης που αναπτύχθηκε από τον Morris Asimow το 1962 (Dieter & Schmidt, n.d.). Η διαδικασία αυτή χωρίζεται σε έξι βασικά στάδια (Εικόνα 1). Η συγκεκριμένη εργασία, καλύπτει τα τέσσερα πρώτα στάδια μέχρι το κομμάτι της κατασκευασιμότητας (“Design in Process Episode 2: Design History - YouTube,” n.d.).



Εικόνα 1: Τα 6 στάδια σχεδιαστικής προετοιμασίας (Morris Asimow)

Η συγκεκριμένη διαδικασία ανάπτυξης, χρησιμοποιείται προκειμένου να ενθαρρύνει την ταχεία ανάπτυξη προϊόντων και να εξαλείψει τα λιγότερο ελπιδοφόρα έργα πριν από τη δέσμευση μεγάλων ποσών. Το ποσό των χρημάτων για την ανάπτυξη ενός έργου αυξάνεται εκθετικά από τη φάση 0 έως την φάση 5. Ωστόσο, τα χρήματα που δαπανώνται για την ανάπτυξη προϊόντων είναι μικρά σε σύγκριση με αυτά που θα κοστίσει ένα «βυθισμένο» κεφάλαιο και η χαμένη φήμη της εταιρίας εάν παρουσιαστεί ένα ελαττωματικό προϊόν στην αγορά. Έτσι, ένας σημαντικός λόγος για τη χρήση της διαδικασίας αυτής είναι: να κάνεις γρήγορα το «σωστό».

Η φάση 0 είναι ο σχεδιασμός (Planning) που πρέπει να γίνει πριν από την έγκριση της ανάπτυξης του προϊόντος. Ο σχεδιασμός των προϊόντων γίνεται συνήθως σε δύο στάδια. Το πρώτο βήμα είναι μια γρήγορη διερεύνηση και ο προσδιορισμός του πεδίου εφαρμογής του έργου, για τον προσδιορισμό των πιθανών αγορών και εάν το προϊόν ευθυγραμμίζεται με το εταιρικό στρατηγικό σχέδιο. Επίσης περιλαμβάνει μια προκαταρκτική μηχανική αξιολόγηση για τον προσδιορισμό της τεχνικής και της κατασκευαστικής σκοπιμότητας. Αυτή η προκαταρκτική αξιολόγηση συνήθως ολοκληρώνεται σε ένα μήνα. Αν τα πράγματα φαίνονται πολλά υποσχόμενα μετά από αυτή τη γρήγορη εξέταση, η διαδικασία σχεδιασμού μπαίνει μια λεπτομερή έρευνα για την κατασκευή της επιχειρησιακής υπόθεσης για το έργο. Αυτό θα μπορούσε να πάρει αρκετούς μήνες για να ολοκληρωθεί και περιλαμβάνει το προσωπικό της ομάδας μάρκετινγκ, σχεδιασμού, κατασκευής, οικονομικών, και ενδεχομένως τη νομική. Κατά την εκπόνηση της επιχειρηματικής υπόθεσης, το μάρκετινγκ ολοκληρώνει μια λεπτομερή ανάλυση που περιλαμβάνει την κατάτμηση της αγοράς για τον προσδιορισμό του στόχου την αγορά, την τοποθέτηση του προϊόντος και τα πλεονεκτήματα του προϊόντος. Η σχεδιαστική ομάδα, ερευνά πιο βαθιά αξιολογεί την τεχνική ικανότητα, συμπεριλαμβάνοντας πιθανώς κάποια επικύρωση ορισμένων πολύ προκαταρκτικών σχεδιαστικών εννοιών. Η κατασκευαστική ομάδα εντοπίζει πιθανούς περιορισμούς παραγωγής, κόστος και σκέφτεται για μια στρατηγική γραμμής παραγωγής. Ένα κρίσιμο μέρος της επιχειρηματικής περίπτωσης είναι η οικονομική ανάλυση, η οποία χρησιμοποιεί τις προβλέψεις των πωλήσεων και το κόστος για την ανάλυση του προφίλ του έργου. Τυπικά αυτό συνεπάγεται μια ανάλυση προϋπολογισμού καθώς και ανάλυση ευαισθησίας για την προβολή των επιπτώσεων των πιθανών κινδύνων. Στο τέλος της φάσης 0 παίρνεται η κρίσιμη απόφαση για το κατά πόσο θα πρέπει να προχωρήσει η ιδέα τελικά. Το διοικητικό συμβούλιο διασφαλίζει ότι ακολουθούνται οι εταιρικές πολιτικές και ότι όλα πληρούν τα απαραίτητα κριτήρια. Εάν η απόφαση πρόκειται να προχωρήσει, τότε δημιουργείται μια πολυλειτουργική ομάδα με καθορισμένο ηγέτη. Τέλος, το πλάνο σχεδιασμού προϊόντος είναι επίσημα καθ' οδόν.

Στη φάση 1, ανάπτυξη προκαταρκτικών σχεδίων (Concept Development), εξετάζει τους διαφορετικούς τρόπους που μπορεί να σχεδιαστεί το προϊόν και το κάθε υποσύστημά του. Η σχεδιαστική ομάδα παίρνει ό, τι είναι γνωστό για το απευθυνόμενο κοινό από τη Φάση 0, προσθέτει τις δικές της γνώσεις και καταλήγει σε μια προδιαγραφή σχεδιασμού προϊόντος (PDS). Αυτή η διαδικασία προσδιορισμού των αναγκών και των επιθυμιών του πελάτη είναι πιο λεπτομερείς από την αρχική έρευνα αγοράς που έγινε στη φάση 0. Βοηθάει στη χρήση εργαλείων όπως ανάλυση απευθυνόμενου κοινού, η συγκριτική αξιολόγηση, και την ανάπτυξη διαγράμματος

λειτουργίας - ποιότητας (QFD). Ακολουθεί η ανάπτυξη ενός αριθμού προκαταρκτικών σχεδίων. Τα ένστικτα των σχεδιαστών, πρέπει να βρίσκονται σε διέγερση, αλλά και πάλι χρησιμοποιούνται εργαλεία για να βοηθήσουν στην ανάπτυξη υποσχόμενων σχεδίων. Τώρα, έχοντας φτάσει σε ένα μικρό σύνολο εφικτών σχεδίων, το τελικό σχέδιο για ανάπτυξη σε προϊόν θα προκύψει με τη χρήση μεθόδων επιλογής. Η προκαταρκτική σχεδίαση είναι η καρδιά της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντος, διότι χωρίς μια εξαιρετική ιδέα δεν μπορεί να υπάρξει ένα επιτυχημένο προϊόν.

Στη φάση 2, σχεδιασμός σε συστημικό επίπεδο (System-Level Design), είναι όπου εξετάζονται οι λειτουργίες του προϊόντος, οδηγώντας στη κατάτμηση του προϊόντος σε διάφορα υποσυστήματα. Επίσης εξετάζεται η αρχιτεκτονική καθώς και οι εναλλακτικοί τρόποι οργάνωσης των υποσυστημάτων μέσα σε ένα προϊόν. Ακόμη, αναγνωρίζονται και μελετώνται οι διεπαφές μεταξύ των υποσυστημάτων. Η επιτυχής λειτουργία ολόκληρου του συστήματος, βασίζεται στην προσεκτική κατανόηση των διεπαφών μεταξύ κάθε υποσυστήματος. Η φάση 2 είναι εκεί όπου η μορφή και τα χαρακτηριστικά του προϊόντος αρχίζουν να διαμορφώνονται και για αυτό το λόγο ονομάζεται συχνά ενσωματωμένη σχεδίαση. Επιλέγονται τα υλικά, οι διαδικασίες κατασκευής, καθώς και η διαμόρφωση και οι διαστάσεις των σχεδίων. Αναγνωρίζονται τα τμήματα των οποίων η λειτουργία είναι ζωτικής σημασίας για την ποιότητα και γίνεται ειδική ανάλυση για την εξασφάλιση της ευρωστίας του σχεδιασμού. Τέλος, πραγματοποιούνται τελικές πινελιές στο στυλ που εισάγουν οι βιομηχανικοί σχεδιαστές. Εκτός από ένα πλήρες γεωμετρικό μοντέλο του προϊόντος, τα κρίσιμα κομμάτια μπορούν να κατασκευαστούν με μεθόδους ταχείας προτυποποίησης και να δοκιμαστούν φυσικά. Σε αυτό το στάδιο ανάπτυξης, το μάρκετινγκ θα έχει κατά πάσα πιθανότητα αρκετές πληροφορίες για να καθορίσει ένα εύρος τιμών για το προϊόν. Σε αυτό το σημείο, η εταιρία θα αρχίσει να συνάπτει συμβάσεις για εργαλεία μακρόχρονης παράδοσης και θα αρχίσει να καθορίζει τη διαδικασία συναρμολόγησης.

Η φάση 3, Λεπτομερής Σχεδιασμός (Detail Design), είναι η φάση όπου το σχέδιο φτάνει στην κατάσταση ενός μηχανικά ολοκληρωμένου, δοκιμασμένου και παραγόμενου προϊόντος. Ελλιπείς πληροφορίες προστίθεται στη διάταξη, τη μορφή, τις διαστάσεις, τις ανοχές, τις ιδιότητες επιφάνειας και των υλικών κατασκευής του προϊόντος. Την ίδια στιγμή που οι μηχανικοί σχεδίασης ολοκληρώνουν όλες αυτές τις λεπτομέρειες, οι μηχανικοί κατασκευής καταγράφουν ένα σχέδιο διεργασίας για κάθε κομμάτι, καθώς και το σχεδιασμό των εργαλείων για να κατασκευαστούν αυτά τα κομμάτια. Συνεργάζονται επίσης με τους μηχανικούς σχεδιασμού για να καταγράψουν κάθε ζήτημα προϊόντος και τον ορισμό των διαδικασιών για την εύρεση των ποιοτικών προδιαγραφών που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του τελικού προϊόντος. Το αποτέλεσμα της φάσης του λεπτομερούς σχεδιασμού είναι η τεκμηρίωση ελέγχου του προϊόντος. Αυτό παίρνει τη μορφή αρχείων CAD για τη συναρμολόγηση του προϊόντος και για το κάθε μέρος και τα εργαλεία του. Περιλαμβάνει επίσης λεπτομερή σχέδια για παραγωγή, την διασφάλιση ποιότητας καθώς και πολλά νομικά έγγραφα υπό μορφή συμβάσεων και εγγράφων που προστατεύουν την πνευματική ιδιοκτησία. Στο τέλος της Φάσης 3, πραγματοποιείται

μια σημαντική ανασκόπηση για να καθοριστεί αν είναι σκόπιμο να επιτρέπονται οι συμβάσεις για την κατασκευή εργαλείων παραγωγής.

Η φάση 4, Δοκιμή και βελτιστοποίηση (Testing and Refinement), ασχολείται με την κατασκευή και τον έλεγχο πολλών εκδόσεις προπαραγωγής του προϊόντος. Τα πρώτα πρωτότυπα (άλφα) κατασκευάζονται συνήθως με εξαρτήματα παραγωγής. Αυτά είναι μοντέλα εργασίας του προϊόντος που κατασκευάζονται από εξαρτήματα με τις ίδιες διαστάσεις χρησιμοποιώντας τα ίδια υλικά με την έκδοση παραγωγής του προϊόντος αλλά όχι απαραίτητα με τις πραγματικές διαδικασίες και εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν με την τελική έκδοση παραγωγής. Αυτό γίνεται για την ταχύτητα στην απόκτηση εξαρτημάτων και για την ελαχιστοποίηση του κόστους ανάπτυξης του προϊόντος. Ο σκοπός της δοκιμής άλφα είναι για να διαπιστωθεί αν το προϊόν θα λειτουργεί πραγματικά όπως έχει σχεδιαστεί και αν θα ικανοποιούνται οι πιο σημαντικές ανάγκες των πελατών. Οι δοκιμές beta πραγματοποιούνται σε προϊόντα που συναρμολογούνται από εξαρτήματα που παράγονται από τις πραγματικές διαδικασίες παραγωγής. Οι συγκεκριμένες δοκιμές, γίνονται σε κλειστό χώρο και αργότερα από επιλεγμένους πελάτες, στο περιβάλλον τους. Σκοπός αυτών των δοκιμών είναι να ικανοποιηθούν τυχόν αμφιβολίες σχετικά με την απόδοση και την αξιοπιστία του προϊόντος και να γίνουν οι απαραίτητες μηχανικές αλλαγές πριν το προϊόν απελευθερωθεί στη γενική αγορά. Κατά τη διάρκεια της φάσης 4 οι άνθρωποι μάρκετινγκ εργάζονται για την ανάπτυξη του διαφημιστικού υλικού για την παρουσίαση του προϊόντος. Η ομάδα της κατασκευής προσαρμόζει τις διαδικασίες κατασκευής και συναρμολόγησης και εκπαιδεύει το εργατικό δυναμικό. Τέλος, η ομάδα πωλήσεων βάζει τις τελευταίες πινελιές στο σχέδιο πωλήσεων. Στο τέλος της Φάσης 4 πραγματοποιείται μια σημαντική επανεξέταση για να προσδιοριστεί εάν η ολική δουλειά έχει γίνει με ποιοτικό τρόπο και αν το εξελιγμένο προϊόν είναι συνεπές με την αρχική πρόθεση. Επειδή πρέπει να δεσμευτούν μεγάλα χρηματικά ποσά, σημειώνεται προσεκτική ενημέρωση των δημοσιονομικών εκτιμήσεων και των προοπτικών της αγοράς πριν από τη διάθεση κεφαλαίων για παραγωγή.

Στη φάση 5, εντατικοποίηση παραγωγής (Production Ramp-Up), στη διαδικασία κατασκευής αρχίζει να συναρμολογείται το προϊόν χρησιμοποιώντας το προβλεπόμενο σύστημα παραγωγής. Τα πρώιμα προϊόντα που παράγονται κατά τη διάρκεια της εντατικοποίησης συχνά παρέχονται στους προτιμώμενους πελάτες και μελετώνται προσεκτικά για να εντοπιστούν τυχόν ελαττώματα. Η παραγωγή συνήθως αυξάνεται σταδιακά έως ότου επιτευχθεί η πλήρης παραγωγή και το προϊόν ξεκινήσει να διατίθεται γενικά. Περίπου 6 έως 12 μήνες μετά τη δρομολόγηση του προϊόντος θα υπάρξει μια τελική επανεξέταση. Οι τελευταίες οικονομικές πληροφορίες για τις πωλήσεις, το κόστος, το κέρδος, και ο χρόνος σχεδίασης θα επανεξεταστούν, αλλά το κύριο μέλημα της ανασκόπησης είναι να καθορίσει ποιες ήταν οι δυνάμεις και οι αδυναμίες της διαδικασίας ανάπτυξης του προϊόντος. Η έμφαση δίνεται στα διδάγματα που αντλήθηκαν έτσι ώστε το η επόμενη ομάδα ανάπτυξης προϊόντων μπορεί να κάνει ακόμα καλύτερα. (Dieter & Schmidt, n.d.)

Έρευνα

Στο κεφάλαιο αυτό ερευνώνται όλες τις διαθέσιμες μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την καλύτερη κατανόηση του θέματος και στην συνέχεια για την ανάπτυξη των σχεδιαστικών προδιαγραφών. Τα συμπεράσματα αυτά, αργότερα θα μας οδηγήσουν στις προδιαγραφές που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της σχεδιαστικής διαδικασίας. Πιο συγκεκριμένα, έγινε έρευνα για το απευθυνόμενο κοινό, το πλαίσιο χρήσης, τις διαθέσιμες τεχνολογίες που υπάρχουν σήμερα, τις ανταγωνιστικές εταιρίες, και ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν σε άτομα που ανήκουν στο απευθυνόμενο κοινό.

Προσδιορισμός ευκαιρίας

Στα πλαίσια της ανάπτυξης ενός προϊόντος, η ευκαιρία ορίζεται ως μία ιδέα για ένα νέο προϊόν. Μια ευκαιρία είναι μια περιγραφή του προϊόντος σε εμβρυακή μορφή, μια ανάγκη που προσδιορίστηκε πρόσφατα, μια πρόσφατα ανακαλυφθείσα τεχνολογία, μια ανεπεξέργαστη αντιστοιχία μεταξύ μιας ανάγκης και μιας πιθανής λύσης.

Τίτλος: Σχεδιασμός ηλεκτρικού οχήματος για καθημερινή μετακίνηση σε μεγάλες πόλεις.

Σύντομη αφήγηση: Το 1950 περίπου τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού ζούσαν σε αγροτικούς οικισμούς και το 1/3 σε αστικούς οικισμούς. Μέχρι το 2050, θα παρατηρήσουμε περίπου την αντίστροφη κατανομή, με περισσότερους από 6 δισεκατομμύρια ανθρώπους να ζουν στην ακατάστατη, αναπτυσσόμενη ατμόσφαιρα των αστικοποιημένων περιοχών. Αυτή η εξέλιξη, δημιουργεί την ανάγκη για ένα νέο μέσο μεταφοράς στο κέντρο της πόλης. Κάτι που θα είναι πιο βολικό από ένα αυτοκίνητο, με χαμηλότερη κατανάλωση από μια μηχανή και πιο άνετο από ένα ποδήλατο. Σε αυτό το σημείο έρχεται να δώσει λύση η ηλεκτρική ενέργεια. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα της ηλεκτροκίνησης καθώς μεγάλες εταιρίες κατασκευάζουν από ηλεκτρικά αυτοκίνητα μέχρι ηλεκτρικά πατίνια. Με αποτέλεσμα να έχουν αυξήσει την αποδοτικότητα των ηλεκτροκινητήρων, και να έχουν μειώσει το κόστος του. Συνεπώς μας δίνεται η ευκαιρία, με την βοήθεια της ηλεκτροκίνησης να σχεδιάσουμε ένα όχημα για να καλύψουμε την ανάγκη της μετακίνησης σε μεγάλες πόλεις που αστικοποιούνται ολοένα και περισσότερο.

Απευθυνόμενο κοινό

Το συγκεκριμένο προϊόν απευθύνεται σε άτομα ηλικίας από 15-30 ετών που ζούνε σε μεγάλες πόλεις. Τους αρέσουν οι γρήγοροι ρυθμοί ζωής και η ρουτίνα της μεγαλούπολης. Έχουν μια δύσκολη καθημερινότητα, και αυτό τους αναγκάζει να βρίσκονται συχνά εκτός σπιτιού. Πολλές φορές φεύγουν το πρωί από το σπίτι και γυρνάνε αργά το βράδυ. Συνεπώς σχεδόν πάντα κουβαλάνε μαζί τους μια τσάντα με τα απαραίτητα. Μέχρι τώρα η μετακίνησή τους στην πόλη γινόταν με τα μέσα

μαζικής μεταφοράς, ποδήλατο, μηχανάκι, και με τα πόδια. Μπορούμε να τους διαχωρίσουμε σε 3 κατηγορίες.

- 1) Μαθητής 15-18 ετών πηγαίνει λύκειο όπου και περνάει όλο του το πρωί. Το απόγευμά πηγαίνει σε φροντιστήρια και δραστηριότητες. Τέλος γυρνά σπίτι του αργά το βράδυ κυρίως για να ξεκουραστεί. Οι αποστάσεις που κάνει καθημερινά είναι μικρές, για αυτό και οι γονείς του τον εμπιστεύονται να κινηθεί μόνος. Βασικές μετακινήσεις: σπίτι-σχολείο, σχολείο-φροντιστήριο, φροντιστήριο-δραστηριότητα, δραστηριότητα-σπίτι. Μέχρι τώρα χρησιμοποιεί skateboard ή ποδήλατο.
- 2) Φοιτητής 18-25 ετών πηγαίνει καθημερινά στην σχολή του, βρίσκεται σε μια πόλη που δεν γνωρίζει, θέλει να εξερευνήσει νέες περιοχές της πόλης. Είναι ανοιχτός σε νέα πράγματα, δοκιμάζει νέες δραστηριότητες και προσπαθεί να βιώσει νέες εμπειρίες. Δεν έχει σταθερό πρόγραμμα, και περνά τις περισσότερες ώρες του εκτός σπιτιού. Επίσης, διαθέτει μικρό σε έκταση διαμέρισμα σε σχετικά ψηλούς ορόφους. Βασικές διαδρομές: σπίτι-σχολή, σχολή-σπίτι, διαδρομές σε διαφορετικές περιοχές. Μέχρι τώρα χρησιμοποιεί longboard, ποδήλατο ή μηχανάκι scooter.
- 3) Εργαζόμενος 25-30 ετών πηγαίνει κάθε πρωί στην δουλειά του, περνάει το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας του εκεί. Γυρνάει σπίτι αργά το μεσημέρι για ξεκούραση. Το απόγευμά του είναι αφιερωμένο στον εαυτό του και κάνει πράγματα για να χαλαρώσει από την δουλειά. Βγαίνει βόλτα με την παρέα του ή κάνει κάποια δραστηριότητα για δική του ευχαρίστηση. Έχει μια καθημερινή ρουτίνα, χωρίς ιδιαίτερες διαφοροποιήσεις από μέρα σε μέρα. Συνήθως, το πρόγραμμά του είναι αυστηρό με πολλά επαγγελματικά ραντεβού και καθόλου χρόνο για χάσιμο. Βασικές διαδρομές: σπίτι-δουλειά, δουλειά-σπίτι, σπίτι-κέντρο, σπίτι-δραστηριότητα. Μέχρι τώρα χρησιμοποιεί ποδήλατο city/trekking, μηχανή χαμηλού κυβισμού ή αυτοκίνητο.

Πλαίσιο χρήσης

Το πλαίσιο χρήσης στο οποίο αναφέρεται το σχεδιαζόμενο όχημα αφορά το αστικό περιβάλλον μεγάλης πόλης. Το περιβάλλον αυτό περιλαμβάνει χρήση σε δρόμους με κίνηση, πεζοδρόμια, ποδηλατοδρόμους καθώς και μέσα σε σταθμούς τραινών και μετρό. Ο κάθε ένας από τους χώρους αυτούς έχει τα δικά του προβλήματα και περιορισμούς.

Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας (Εικόνα 2): είναι οι δρόμοι μέσα σε κατοικημένες περιοχές είτε σε πόλη είτε σε χωριό. Τα όρια ταχύτητας είναι 50km/h και περιορίζεται στα 20km/h όταν συναντάμε περιοχή ήπιας κυκλοφορίας που θα έχει ειδική σήμανση. Είναι κατασκευασμένοι κατά κύριο λόγο από άσφαλτο και τα κυρίως εμπόδια/επικίνδυνα αντικείμενα που μπορούν να παρουσιαστούν είναι: αυτοκίνητα, μηχανάκια, ΜΜΜ (λεωφορεία, τραμ), αστοχίες/κακοτεχνίες οδοστρώματος, διάφορα σκουπίδια, αδέσποτα ζώα.



Εικόνα 2: Δρόμος ταχείας κυκλοφορίας στη Νέα Υόρκη

Πεζόδρομοι/πεζοδρόμια (Εικόνα 3): Είναι δρόμος μέσα στην πόλη που προορίζεται να περπατάνε αποκλειστικά οι πεζοί. Συνήθως, είναι πρώην δρόμος κυκλοφορίας οχημάτων και είναι υπερυψωμένος όπως το πεζοδρόμιο. Χρησιμοποιείται από φορτηγά οχήματα για τον εφοδιασμό των γύρω μαγαζιών. Το δάπεδο είναι πλακόστρωτο είτε από μικρές είτε από μεγάλες πλάκες. Τα κυρίως εμπόδια/επικίνδυνα αντικείμενα που μπορούν να παρουσιαστούν είναι: πεζοί, αδέσποτα ζώα, δέντρα, διάφορα κάγκελα/κολωνάκια, τραπέζια και καρέκλες από μαγαζιά, κάδοι απορριμμάτων, κακοτεχνίες.



Εικόνα 3: Πεζόδρομος στο κέντρο μεγάλης πόλης

Ποδηλατοδρόμοι: είναι μια λωρίδα κυκλοφορίας των ποδηλάτων και μόνο, πολλές φορές με ειδικό σήμα ή και διαφορετικό χρώμα στο δάπεδο. Έχουν δύο μορφές, κατά την 1^η είναι ενσωματωμένοι με τον δρόμο (Εικόνα 4) ή την λεωφόρο

και κατά την 2^η είναι ενσωματωμένοι με το πεζοδρόμιο. Αναλόγως με το που βρίσκονται (δρόμος ή πεζοδρόμιο) έχουν και το κατάλληλο δάπεδο. Τα κυρίως εμπόδια/επικίνδυνα αντικείμενα που μπορούν να παρουσιαστούν είναι: ποδηλάτες, αδέσποτα ζώα, κάδοι απορριμμάτων, κακοτεχνίες.



Εικόνα 4: Ποδηλατοδρόμος ενσωματωμένος σε αυτοκινητόδρομο

Μετρό/ηλεκτρικός (Εικόνα 5): είναι ένα σιδηροδρομικό σύστημα μαζικής μεταφοράς στις μεγαλουπόλεις. Τα κυρίως εμπόδια/επικίνδυνα αντικείμενα που μπορούν να παρουσιαστούν είναι: πεζοί, ποδηλάτες, σκάλες κυλιόμενες και μη, καθίσματα αναμονής, κάδοι απορριμμάτων, περιορισμένος χώρος στο βαγόνι.



Εικόνα 5: Στάση ηλεκτρικού στον Πειραιά

Διαθέσιμες τεχνολογίες

Οι τεχνολογίες που ερευνηθήκαν είναι οι εξής: (α) Μπαταρίες (β) Κινητήρες (γ) decks (δ) Συστήματα οδήγησης.

1. Μπαταρίες

Μπαταρίες λιθίου Li-Ion (τύπου 18650), (Εικόνα 6): γρήγορη φόρτιση (50% σε 30 min), πλήρης φόρτιση σε 150 min. Κύκλος ζωής 3 χρόνια, φιλικές προς το περιβάλλον, μπορούν να παραταχθούν σε πολλές διαφορετικές διατάξεις ανάλογα με το σχήμα που ταιριάζει. Η διάσταση μίας μπαταρίας είναι 18x65 mm. Οι χωρητικότητες ποικίλουν από 2.150-2.850 mAh και η ονομαστική τους τάση είναι στα 3.6 V. Ανάλογα με τις διατάξεις και τον αριθμό των μπαταριών, η χωρητικότητα ενός πακέτου μπορεί να φτάσει και έως 10.8 Ah (“E-bike(Electric Bicycle) Li-ion Battery Pack | Sasmsung SDI,” n.d.).



Εικόνα 6: Πακέτο μπαταριών Samsung sdi σχεδιασμένο για ηλεκτρικά ποδήλατα

2. Κινητήρες

Είναι το μέρος του ηλεκτρικού skateboard που κατά πάσα πιθανότητα, διαφέρει μεταξύ των κατασκευαστών. Οι διαφορές αυτές αφορούν τον αριθμό των κινητήρων που χρησιμοποιούνται και τον τύπο τους που διακρίνεται σε κινητήρες κέντρου (hub motors) και κινητήρες με ιμάντα (belt drive motors).

Hub motors (Εικόνα 7):

Τα θετικά των κινητήρων τύπου hub είναι τα εξής:

Έχουν χαμηλό βάρος και μεγάλη απόδοση: οι κινητήρες hub, είναι αρκετά μικροκαμωμένοι και συμπαγείς στον σχεδιασμό τους. Παρότι, έχουν εμφανιστεί πιο πρόσφατα στην αγορά της ηλεκτροκίνησης απ’ ότι οι κινητήρες με ιμάντα (belt drive motors), υπάρχει σημαντική ανάπτυξη και βελτίωση τόσο στην ισχύ όσο και στην αποδοτικότητά τους.

Αντοχή και απλότητα στον σχεδιασμό: επειδή δεν υπάρχουν ιμάντες, γρανάζια και βάσεις για το μοτέρ, οι κινητήρες hub είναι πολύ δύσκολο να πάθουν κάποια

βλάβη. Όντας τοποθετημένοι σε ασφαλές σημείο στο κέντρο της ρόδας, οι κινητήρες hub αντέχουν στον χρόνο και χρειάζονται συντήρηση πολύ σπάνια. Ίσως να χρειαστούν αλλαγή τα εξωτερικά καουτσούκ μετά από σκληρή χρήση.

Είναι πολύ διακριτικοί: σε σύγκριση με τους κινητήρες belt drive, οι κινητήρες hub κάνουν πολύ χαμηλό έως καθόλου θόρυβο. Αυτό συμβαίνει διότι δεν έχουν εξωτερικά γρανάζια και ιμάντες να κινούνται και η συμπαγής και εσώκλειστη κατασκευή τους περιορίζει μέρος του θορύβου.

Εύκολη χειροκίνητη χρήση: αν εξαντληθεί ξαφνικά η μπαταρία και το ηλεκτρικό skateboard είναι εξοπλισμένο με κινητήρες τύπου hub, τότε η μικρή αντίσταση μεταξύ κινητήρα και ρόδας επιτρέπει την κύλιση με μια μικρή ώθηση του ποδιού

Τα φρένα έχουν πιο γρήγορη αντίδραση: οι περισσότεροι hub κινητήρες είναι άμεσης μετάδοσης δηλαδή για κάθε στροφή του κινητήρα, γίνεται μια στροφή της ρόδας χωρίς ιμάντες να μεταφέρουν την κίνηση και να προκαλούν περισσότερες τριβές. Συνεπώς προσφέρεται μια πιο γρήγορη αντίδραση στο σύστημα πέδησης.

Τα αρνητικά των κινητήρων τύπου hub είναι τα παρακάτω:

Χαμηλή ροπή: χωρίς την έξτρα ροπή από την περιστροφή του ιμάντα, οι κινητήρες hub χρειάζονται περισσότερη ισχύ από την μπαταρία για περισσότερες στροφές κινητήρα, συνεπώς έχουν μεγαλύτερη κατανάλωση

Κακή μετάδοση θερμότητας: οι στροφές στο εσωτερικό ενός κινητήρα hub ανεβάζουν πολύ γρήγορα την θερμοκρασία. Χωρίς τις απαιτούμενες τρύπες για αεραγωγούς, οι κινητήρες θα υπερθερμαίνονται εύκολα κατά την διάρκεια μεγάλων διαδρομών.

Οι αεραγωγοί εκθέτουν το εσωτερικό του κινητήρα: όσο πιο δυνατοί είναι σε ισχύ οι κινητήρες hub, τόσο περισσότερες τρύπες θα χρειάζεται για την απομάκρυνση της θερμότητας. Επειδή όμως είναι τοποθετημένοι πιο χαμηλά από τους κινητήρες με ιμάντα (belt drive motors), αυτό εκθέτει το εσωτερικό του μοτέρ σε διάφορα στοιχεία όπως το νερό και η σκόνη.

Περιορισμένη εξατομίκευση στις ρόδες: δεν είναι δυνατή η χρήση οποιουδήποτε λάστιχου ή ρόδας θέλει ο χρήστης. Θα πρέπει να αρκεστεί στις ρόδες που έχει ήδη το πατίνι του και στο μικρό εύρος που παρέχει η εταιρία από την οποία το αγόρασε.

Είναι νέα τεχνολογία: οι κινητήρες hub ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά πατίνια το 2015. Συνεπώς 3 χρόνια είναι λίγος χρόνος για να αναπτυχθεί μια νέα τεχνολογία και να προσαρμοστεί στις ανάγκες των χρηστών. Παρόλα αυτά με την πάροδο του χρόνου θα βελτιωθούν σε μεγάλο βαθμό (Flentge, 2017).



Εικόνα 7: Hub motor (exploded view)

Belt drive motors (Εικόνα 8)

Τα θετικά των κινητήρων με μάντα (belt drive motors) (“Power at Every Turn - Boosted Boards,” 2018) είναι τα εξής:

Μεταδίδουν περισσότερη ισχύ: οι κινητήρες με μάντα, μεταδίδουν περίπου την τριπλάσια ισχύ από τους κινητήρες hub. Συνεπώς έχουν πιο γρήγορη επιτάχυνση και αυτό κάνει μεγάλη διαφορά όταν ξεκινάς από μηδενική ταχύτητα.

Οι κινητήρες προστατεύονται: συνήθως είναι τοποθετημένοι λίγο πιο ψηλά απ’ ότι οι κινητήρες hub και έτσι κατά κάποιο τρόπο αποφεύγεται η επαφή με την σκόνη και το νερό.

Ανεβαίνει πιο ευκολά ανηφόρες: εξαιτίας της έξτρα ροπής που παρέχει ο κινητήρας μάντα, το πατίνι ανεβαίνει πιο εύκολα τις ανηφόρες.

Καλή διέλευση της θερμότητας: κατά την διάρκεια μεγάλων διαδρομών με το ηλεκτρικό πατίνι, οι κινητήρες θερμαίνονται. Λόγω της διάταξής τους, διαχέουν πιο εύκολα την θερμότητα στο περιβάλλον σε σχέση με τους κινητήρες hub.

Τα αρνητικά των κινητήρων με μάντα (belt drive motors) είναι τα παρακάτω:

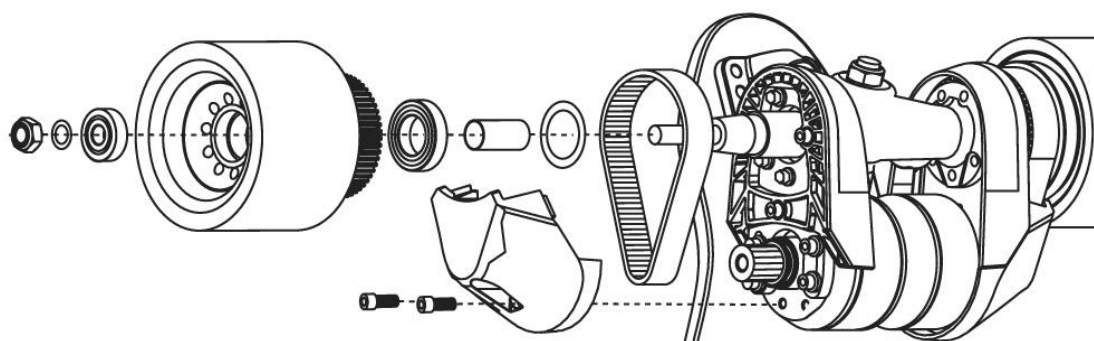
Έχουν μεγαλύτερο βάρος: οι κινητήρες με μάντα συνήθως είναι μεγαλύτεροι σε όγκο και σε βάρος.

Η κίνηση με το πόδι είναι σχεδόν αδύνατη: εάν εξαντληθεί η μπαταρία, είναι προτιμότερο να κουβαλήσεις το πατίνι στα χέρια παρά να προσπαθήσεις να το κινήσεις με την βοήθεια του ποδιού. Ο κινητήρας και ο ιμάντας προβάλλουν μεγάλη αντίσταση αν δεν έχουν ηλεκτρική υποβοήθηση.

Χρειάζεται συντήρηση: με την πάροδο του χρόνου οι ιμάντες θα διαβρωθούν και τότε θα χρειαστούν αντικατάσταση. Δεν είναι μεγάλο πρόβλημα αλλά υπάρχει και ο κίνδυνος να κοπεί κάποιος ιμάντας εν κινήσει.

Είναι θορυβώδεις: και οι κινητήρες hub και οι κινητήρες με ιμάντα κάνουν θόρυβο κατά την λειτουργία τους, αλλά οι κινητήρες με ιμάντα είναι αρκετά πιο θορυβώδεις.

Είναι παλιά τεχνολογία: οι κινητήρες με ιμάντα βρίσκονται στο προσκήνιο πάρα πολλά χρόνια και ήδη έχουν βελτιωθεί πάρα πολύ με το πέρασμα του χρόνου. Συνεπώς δεν υπάρχουν τεράστια περιθώρια βελτίωσης.



Εικόνα 8: Belt drive motor (exploded view)

3. Decks

Συνήθως, ένα skateboard έχει μέγεθος (70-80) cm. Η σανίδα είναι χωρισμένη σε 4 διαφορετικά τμήματα 1) πλάτος σανίδας, 2) μεταξόνιο, η απόσταση μεταξύ των ροδών 3) «μύτη», το μπροστά μέρος της σανίδας, και 4) «ουρά», το πίσω μέρος (Εικόνα 9). Υπάρχουν πολλά σχέδια σανίδων στα οποία διαφοροποιούνται οι αναλογίες της μύτης και της ουράς καθώς και οι κλίσεις τους.



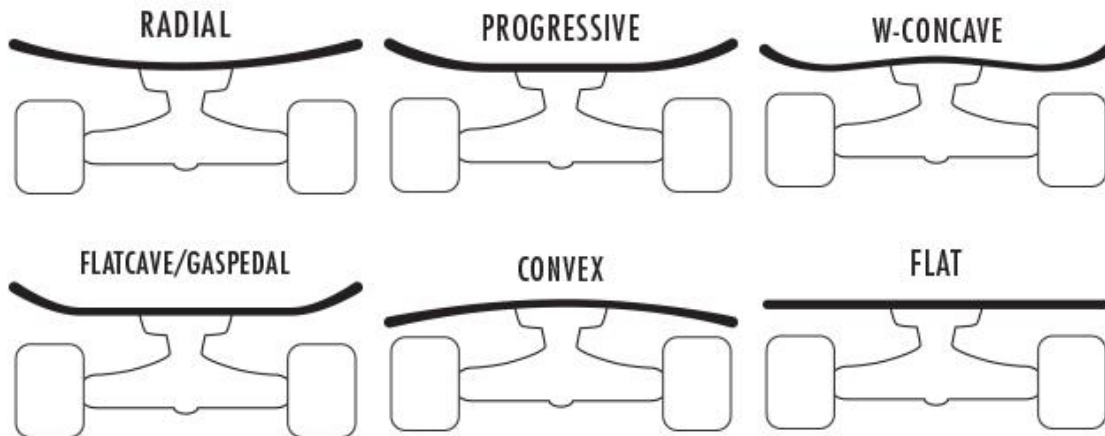
Εικόνα 9: 1.Deck width, 2.Wheelbase, 3.Nose, 4.Tail

Pop: είναι ένας βασικός όρος που χρησιμοποιείται συχνά στους κύκλους των skateboarders και είναι το φαινόμενο που ο αναβάτης πατάει με δύναμη το πίσω μέρος της σανίδας (ουρά) με σκοπό να περιστρέψει την σανίδα και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο στον αέρα. Με λίγα λόγια είναι η επαναφορά/αναπήδηση που έχει η σανίδα όταν χτυπά στο έδαφος. Στην συγκεκριμένη έννοια, σημαντικό ρόλο έχουν η ελαστικότητα του ξύλου από το οποίο είναι κατασκευασμένη η σανίδα, καθώς και η υγρασία που έχει απορροφήσει σε βάθος χρόνου.

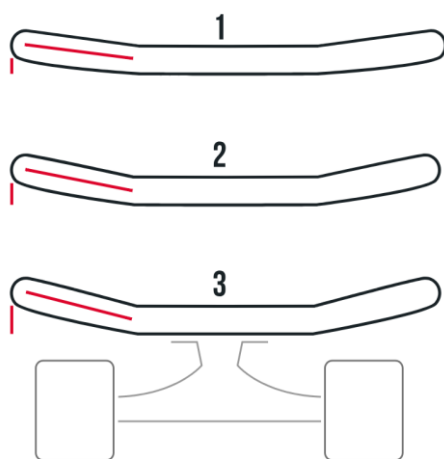
Το μεταξόνιο έχει μέγεθος (30-38) cm και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο χειρισμού του skateboard. Συνεπώς μια κοντή σανίδα είναι πιο ευκίνητη και ευέλικτη από μια μακριά σανίδα η οποία δίνει μια πιο ομαλή και σταθερή αίσθηση (“Everything about Skateboard Decks - Wiki | skatedeluxe Blog,” n.d.).

Κοιλότητα

Η κοιλότητα κατέχει σημαντικό ρόλο στην επιλογή μιας σανίδας. Όσο μεγαλύτερη είναι η κοιλότητα μιας σανίδας τόσο περισσότερη δύναμη μπορείς να βάλεις στα δύο άκρα και έχει μεγαλύτερη ευκινησία στις στροφές καθώς επίσης και στην περιστροφή της σανίδας γύρω από τον εαυτό της. Ανάλογα με το σχήμα της κοιλότητας, μπορούμε να διακρίνουμε πολλά διαφορετικά είδη σανίδας (Εικόνα 10). Τα skateboards διακρίνονται σε 3 διαφορετικές ομάδες ανάλογα με την κλίση της σανίδας, χαμηλή, μεσαία και ψηλή κοιλότητα (Εικόνα 11) (“Skateboard Deck Buying Guide - Warehouse Skateboards,” n.d.).



Εικόνα 10: Types of concave



Εικόνα 11: Low, medium and high concave

Χαμηλή κοιλότητα: παρέχει μια πιο σταθερή οδήγηση, αλλά κάνει το skateboard πιο δυσκίνητο. Επίσης τα skateboard με χαμηλή κοιλότητα είναι πιο δύσκολο να περιστραφούν.

Μεσαία κοιλότητα: είναι η μέση λύση και χρησιμοποιούνται πιο συχνά. Συνήθως είναι η εύκολη λύση για κάποιον που αγοράζει skateboard για πρώτη φορά.

Υψηλή κοιλότητα: κάνει τα skateboard πολύ πιο ευκίνητα και εύκολα στην περιστροφή. Από την άλλη μεριά, χρειάζονται μεγάλη προσοχή τόσο στον χειρισμό, όσο και στην ισορροπία.

Σχήμα

Τα skateboards διακρίνονται σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με το σχήμα και το μέγεθός τους. Επειδή όμως τα σχήματα είναι πάρα πολλά και είναι δύσκολο να τα μάθει κανείς, τα ομαδοποιούμε σε 4 βασικές κατηγορίες:

Street skateboards: είναι η πιο γνωστή και πιο συνηθισμένη κατηγορία skateboard. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι ότι η «μύτη» και η «ουρά» έχουν ίδιο σχήμα και παρόμοια κλίση. Για αυτό τον λόγο στην Αμερική επειδή οι άκρες της σανίδας μοιάζουν με την άκρη της γρανίτας, η συγκεκριμένη κατηγορία είναι γνωστή με το όνομα «popsicle». Το μήκος τους κυμαίνεται από 22 – 35 inches και το πάχος τους από 5 – 12 inches.

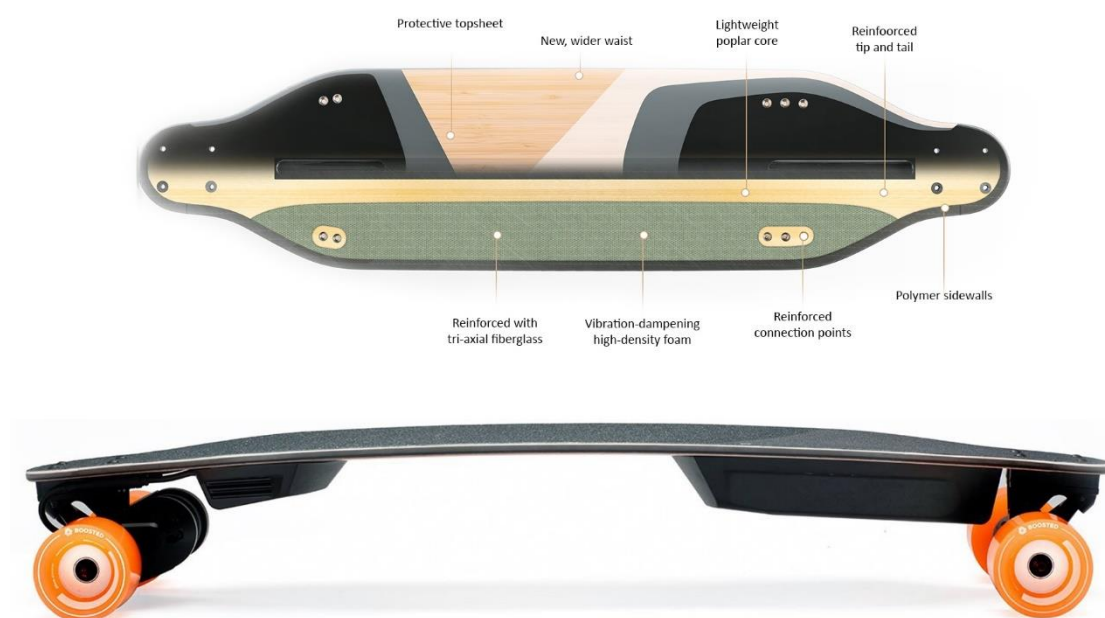
Old School/Shaped skateboards: όπως αναφέρει το όνομά τους, είναι τα skateboards που χρησιμοποιούνταν πριν το 1990 και την άφιξη των street skateboard. Συνήθως έχουν επίπεδη μύτη και ουρά με καμπύλη. Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η ασυμμετρία ουράς – μύτης. Τα τελευταία χρόνια έχουν μετονομαστεί σε shaped skateboards καθώς εκεί ανήκουν όλα τα skateboards με περίεργο σχήμα.

Cruisers: είναι επίσης μια κατηγορία που περιέχει skateboard με διαφορετικά σχέδια και μεγέθη. Το βασικό χαρακτηριστικό τους είναι πως οι ρόδες τους είναι πιο μαλακές και είναι μικρότερα σε μέγεθος. Συνεπώς παρέχει άνεση και ευελιξία. Είναι μια κατηγορία που ταιριάζει για χρήση στην πόλη.

Longboards: όποιος δεν ενδιαφέρεται να κάνει κόλπα με skateboard αλλά αναζητά μια εύκολη και άνετη βόλτα, χρησιμοποιεί longboards. Όπως φαίνεται και από το όνομά τους, είναι πιο μακριά (long) από τα υπόλοιπα skateboards και το μήκος τους κυμαίνεται από 35 - 55 inches. Το μήκος τους προσφέρει πολύ μεγαλύτερη άνεση στην οδήγηση και ευκολία στην ισορροπία (“Skateboard Decks,” n.d.).

Boosted Board

Η εταιρία “Boosted” για τον σχεδιασμό της σανίδας, έκανε έρευνα ανάμεσα σε επαγγελματίες αθλητές στο snowboard καθώς ήθελε να καταφέρει παρόμοια ευκαμψία στην σανίδα της. Εν τέλει, χρησιμοποίησε ξύλο λεύκας για την κατασκευή των σανίδων διότι έχει μικρότερη πυκνότητα σε σχέση με το μπαμπού και προσφέρει παρόμοια ευκαμψία. Σε συνδυασμό με το μήκος και το πλάτος της σανίδας, ο αναβάτης έχει μεγαλύτερη ευελιξία στις στροφές. Η σανίδα στην περίμετρό της προστατεύεται από ανθεκτικό στις προσκρούσεις πλαστικό καθώς επίσης εμποδίζει και την υγρασία να διαβρώσει το ξύλο. Τέλος, η σανίδα προστατεύεται πάνω - κάτω από υαλοβάμβακα (fiberglass) και η επιλεκτική στρώση και η κατεύθυνση των «νερών» προσφέρουν ακαμψία και αντοχή κατά μήκος της σανίδας (Εικόνα 12) (“The Next Generation of Boosted Boards | Boosted Boards,” n.d.).

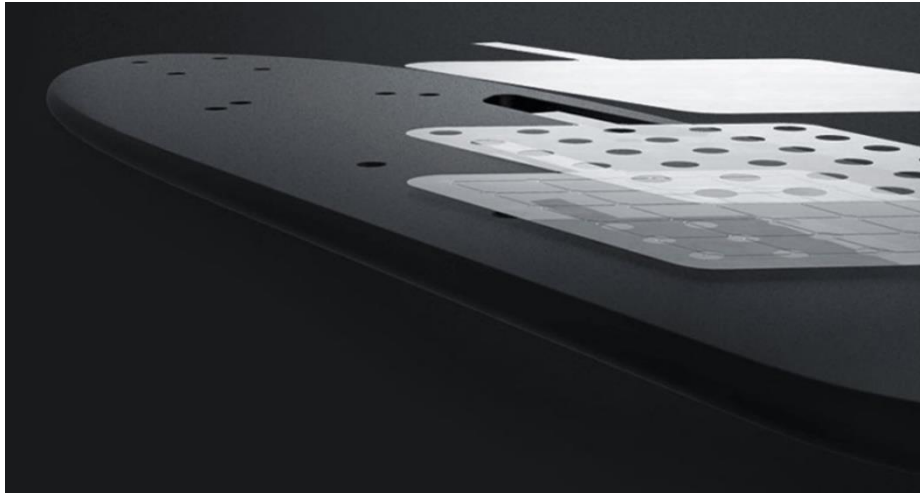


Εικόνα 12: Η εύκαμπτη σανίδα του boosted board

Inmotion

Η εταιρία “Inmotion”, έχει προσθέσει στην σανίδα της έναν αισθητήρα αφής (Εικόνα 13). Ο συγκεκριμένος αισθητήρας ενεργοποιεί την ηλεκτρική κίνηση με το

πάτημα του. Ο αναβάτης, ανεβαίνει στο πατίνι, και ξεκινάει να το σπρώχνει με το πόδι, όταν νιώσει ότι έχει φτάσει σε κάποια μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να σπρώξει, τότε παίρνει το πόδι του από την ασφαλτο και το τοποθετεί στο σημείο του πατινιού που υπάρχει ο αισθητήρας και έτσι ενεργοποιείται η ηλεκτρική κίνηση του πατινιού στην ταχύτητα που έχει αναπτύξει ο χρήστης. Όταν πάλι θέλει να φρενάρει, απλά παίρνει το πόδι του από το αισθητήρα και φρενάρει με το πόδι του. Συνεπώς δεν χρειάζεται κάποιο ειδικό τηλεχειριστήριο για την λειτουργία του πατινιού (“Electric Skateboard K1 Remoteless – InMotion USA,” n.d.).



Εικόνα 13: Durable sensor design από την εταιρία inmotion:

Onewheel

Το συγκεκριμένο πατίνι, στην ουσία έχει δύο «σανίδες» για να τοποθετεί ο αναβάτης τα πόδια του, μια δεξιά και μια αριστερά της κεντρικής ρόδας. Η ιδιαίτερη τεχνολογία που έχει το συγκεκριμένο πατίνι είναι ότι αποτελείται από πολλούς αισθητήρες για την καλύτερη δυνατή λειτουργία χωρίς τηλεχειριστήριο. Αρχικά, και οι δύο βάσεις για τα πόδια, έχουν αισθητήρες αφής (Εικόνα 14). Με αυτό τον τρόπο το πατίνι δεν ξεκινάει αν δεν τοποθετήσεις και τα δύο πόδια σου πάνω στα σημεία που πρέπει. Πέρα από αυτό, στον πυρήνα του πατινιού, υπάρχει αισθητήρας περιστροφής (γυροσκόπιο) έτσι ώστε να αντιλαμβάνεται προς τα πού γέρνει ο αναβάτης και να επιταχύνει ανάλογα προς αυτή την κατεύθυνση. Τέλος ανάλογα με την κατεύθυνση που κινείται ο αναβάτης, αλλάζουν χρώμα (λευκό μπροστά, κόκκινο πίσω) και τα προστατευτικά led φώτα.



Εικόνα 14: Onewheel foot pads

4. Drivetrain

Παρακάτω, αναφέρονται διαθέσιμες τεχνολογίες που βοηθούν στην μεταφορά της κίνησης από τους κινητήρες στους τροχούς, καθώς επίσης και διαφορετικούς τρόπους αλλαγής διεύθυνσης.

Αρχικά υπάρχει ο κλασικός τρόπος (όπως ποδήλατα, μηχανάκια, διάφορα δίτροχα) που χρησιμοποιούν τα πατίνια που αποτελούνται από δύο ρόδες, σανίδα και τιμόνι. Η σανίδα, είναι συνδεδεμένη με το τιμόνι με έναν κάθετο άξονα περιστροφής και ανάλογα με το πού στρίβει ο αναβάτης το τιμόνι, στρίβει και η μπροστά ρόδα. Συνεπώς, στρίβοντας την εμπρός ρόδα, η πίσω ακολουθεί την κίνηση στην ίδια τροχιά.

Στην συνέχεια υπάρχει άλλο ένα σύστημα που χρησιμοποιείται πολύ συχνά σε skateboards και σε longboards. Είναι ένα σύστημα τύπου lean to steer (ανάλογα με το πού γέρνεις στρίβεις). Το θετικό που έχει το συγκεκριμένο σύστημα, είναι ότι όταν γέρνεις προς μια μεριά, τότε στρίβουν και οι εμπρός ρόδες και οι πίσω. Το πρόβλημα που έχουν είναι ότι υπάρχει ένα πολύ μικρό εύρος περιστροφής της σανίδας (15-20 μοίρες) εν συνεχεία, τόσο είναι και το εύρος που στρίβουν οι ρόδες.

Τέλος, υπάρχει ένα πιο σύγχρονο σύστημα τύπου lean to steer που έχει κάνει την εμφάνισή του τα τελευταία 4 χρόνια. Πρωτοεμφανίστηκε στα πατίνια cycleboard και απευθύνεται κυρίως σε τρίτροχα πατίνια. Το συγκεκριμένο σύστημα, έχει έναν κεντρικό άξονα που βρίσκεται στο κάτω μέρος της σανίδας. Στον άξονα αυτό, υπάρχουν συνδεδεμένα δύο σιδεράκια. Το ένα συνδέει τον άξονα με το πίσω μέρος της αριστερής ρόδας και το δεύτερο αντίστοιχα με την δεξιά. Όταν ο χρήστης γέρνει προς τα δεξιά, τότε ο άξονας κάτω από την σανίδα, «τραβάει» το σιδεράκι που συνδέεται με την δεξιά ρόδα και «απομακρύνει» το σιδεράκι που συνδέεται με την αριστερή ρόδα. Έτσι επιτυγχάνεται η στροφή στις ρόδες όταν ο χρήστης γέρνει το τιμόνι και το σώμα του δεξιά αριστερά (“Meet The Boards – CycleBoard,” n.d.).

Regenerative braking

Είναι ένας μηχανισμός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα που κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια. Ο μηχανισμός αυτός, κατά την επιβράδυνση που γίνεται στο φρενάρισμα μετατρέπει ένα ποσοστό της κινητικής ενέργειας ξανά σε ηλεκτρική και την αποθηκεύει στις μπαταρίες για μελλοντική χρήση. Ένα ακόμη μεγάλο πλεονέκτημα που έχει αυτό το σύστημα, είναι ότι παρατείνει την ζωή των φρένων καθώς δεν φθείρονται το ίδιο γρήγορα.

Ανταγωνιστές

Η ανάλυση ανταγωνιστών είναι ένα κρίσιμο μέρος της σχεδιαστικής διαδικασίας. Η συγκεκριμένη ανάλυση επιδιώκει να εντοπίσει τις αδυναμίες και τα πλεονεκτήματα που μπορεί να έχουν οι ανταγωνιστές μιας εταιρείας καθώς επίσης να διαπιστωθεί και τι καθιστά το προϊόν μοναδικό - και ως εκ τούτου ποια χαρακτηριστικά είναι σημαντικά για να γίνει αποδεκτό από το κοινό.

1. City Birds, Eagle

Ένα ηλεκτρικό πατίνι με δύο ρόδες (μεγάλη μπροστά – μικρή πίσω) και τιμόνι. Η κίνηση μεταδίδεται με hub motor (500W) ο οποίος βρίσκεται στην μπροστινή ρόδα. Είναι κατασκευασμένο από ανθρακόνημα για την ελαχιστοποίηση του βάρους του. Μέγιστη ταχύτητα έχει 25 km/h και αυτονομία 15 km. Το συγκεκριμένο πατίνι, έχει την δυνατότητα να «διπλώνει» πολύ εύκολα (Εικόνα 15) για την ευκολότερη μεταφορά του στον ώμο του χρήστη όπως φαίνεται στην (Εικόνα 16) (Ridden, 2018).



Εικόνα 15: Τρόπος διπλώματος / τελική μορφή



Εικόνα 16: Προτεινόμενοι τρόποι μεταφοράς

2. Scooterboard

Ηλεκτρικό πατίνι με τρεις ρόδες (δύο μπροστά, μία πίσω) και σπαστό τιμόνι για ευκολότερη μεταφορά του (Εικόνα 17). Έχει την δυνατότητα lean to steer, στρίβει ανάλογα με το που γέρνει το σώμα του ο χρήστης (Εικόνα 18). Μέγιστη ταχύτητα 25 km/h, αυτονομία 12 km και ισχύ κινητήρα 250 W. Οι μπαταρίες (4.3 Ah) είναι ενσωματωμένες στο κάτω μέρος της σανίδας και η κίνηση μεταδίδεται μέσω ενός hub motor στον πίσω τροχό. Ζυγίζει 10 kg και μπορεί να μεταφέρει μέχρι και βάρος 120 kg. Η τιμή του είναι στα 430 € (“Scooterboard Electric Scooter / Skateboard Hybrid - Official Sales & Service – InMotion USA,” n.d.).



Εικόνα 17: Γενική εμφάνιση όταν είναι ανοιχτό / διπλωμένο



Εικόνα 18: Μηχανισμός lean to steer για στροφή δεξιά/αριστερά

3. Kiwano kol

Το συγκεκριμένο όχημα, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ακριβώς πατίνι, διότι έχει μόνο έναν τροχό. Ο τροχός αυτός είναι αρκετά μεγάλος σε φάρδος ώστε να μπορεί ο αναβάτης να κρατάει την ισορροπία του (Εικόνα 19). Στο κέντρο του τροχού υπάρχει ένας κινητήρας τύπου hub με ισχύ 1000 W και στον κεντρικό σωλήνα του τιμονιού είναι αποθηκευμένες οι μπαταρίες (4.4 Ah, 55 V) (Εικόνα 20). Ο έλεγχος της κίνησης γίνεται ανάλογα με την θέση του τιμονιού π.χ. αν ο αναβάτης γέρνει προς τα εμπρός τότε επιταχύνει. Αν ο αναβάτης τραβήξει το βάρος του και το τιμόνι προς τα πίσω, τότε επιβραδύνει. Η μέγιστη ταχύτητα φτάνει τα 25 km/h και έχει αυτονομία 25 km. Το βάρος του ζυγίζει γύρω στα 16 Kg αλλά μπορεί να μεταφέρει μέχρι 250 kg φορτίο. Οι διαστάσεις του είναι 108x43x27 cm και η τιμή του ανέρχεται στα 1000 € (“KO1 – Kiwano,” n.d.).



Εικόνα 19: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 20: Αριστερά: custom made hub motor, Δεξιά: στέγαση των μπαταριών στον σωλήνα του τιμονιού

4. Onewheel

Το συγκεκριμένο όχημα, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν skateboard καθώς αποτελείται από μια σανίδα και έναν τροχό στο κέντρο της. Ο αναβάτης τοποθετεί τα πόδια του, ένα δεξιά και ένα αριστερά του τροχού και προσπαθεί να κρατήσει ισορροπία (Εικόνα 21). Η κίνηση μεταδίδεται μέσω ενός hub motor ισχύος 500 W και οι μπαταρίες (48 V) είναι ενσωματωμένες στην σανίδα. Στα ξύλινα πατάκια, υπάρχουν αισθητήρες έτσι ώστε το όχημα να κινείται προς την κατεύθυνση που γέρνει ο αναβάτης (εμπρός-πίσω). Έχει μέγιστη ταχύτητα 25 km/h και αυτονομία από 8 έως 11 km ανάλογα με το βάρος του αναβάτη. Ζυγίζει 11 kg, οι διαστάσεις του είναι 76x23x29 cm και κοστίζει 1500 €. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα για αγοράς αξεσουάρ όπως είναι η λαβή μεταφοράς και το stand αποθήκευσης (Εικόνα 22) (“Onewheel+ XR – Onewheel // Future Motion,” n.d.).



Εικόνα 21: Γενική εμφάνιση και στάση αναβάτη



Εικόνα 22: Μεταφορά και αποθήκευση

5. Boosted Board

Η μεγαλύτερη εταιρία στον σχεδιασμό ηλεκτρικών longboard και skateboard στον κόσμο. Τα προϊόντα της, θεωρούνται τα καλύτερα στην κατηγορία τους. Η εταιρία, έχει κατασκευάσει με τέτοιο τρόπο τα longboard της έτσι ώστε οι ξύλινες σανίδες να είναι εύκαμπτες και να παρέχουν μια φυσική ανάρτηση (Εικόνα 23). Η κίνηση μεταδίδεται στις δύο πίσω ρόδες με την βοήθεια δύο belt drive motor (1000 W / motor) (Εικόνα 24). Μέγιστη ταχύτητα έχει 35 km/h και αυτονομία 22 km. Ζυγίζει 8 kg, έχει διαστάσεις 29x97x15 cm και κοστίζει 1300 €. Σαν αξεσουάρ, μπορεί να θεωρηθεί το backpack της εταιρίας το οποίο είναι ειδικά σχεδιασμένο για την

μεταφορά του boosted board (Εικόνα 25) (“The Next Generation of Boosted Boards | Boosted Boards,” n.d.).



Εικόνα 23: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 24: Belt drive motors 1000W each



Εικόνα 25: Αποθήκευση σε ειδικά διαμορφωμένη τσάντα και μεταφορά

6. Meero board (30")

Το 30 ιντσών (76 εκατοστών) ηλεκτρικό skateboard της Meero (Εικόνα 26), είναι ένα από τα πιο μικρά και πιο δυναμικά της αγοράς. Διαθέτει δύο κινητήρες τύπου hub με ισχύ 400 w ο καθένας. Έχει αυτονομία 17 χιλιομέτρων και μέγιστη ταχύτητα 40 km/h. Ένα από τα μεγαλύτερα προσόντα του είναι το μέγεθός του (76x23) cm και το βάρος του 7 κιλά (Εικόνα 27). Συνεπώς είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο όταν μιλάμε για μετακίνηση στην πόλη καθώς μπορείς να το κουβαλήσεις παντού μαζί σου κρατώντας το από την ειδικά σχεδιασμένη λαβή και να το αποθηκεύσεις οπουδήποτε. Η τιμή του κυμαίνεται στα 400 ευρώ ("30" Meero V2 - Meero," n.d.).



Εικόνα 26: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 27: Επάνω και κάτω όψη - ασύρματο χειριστήριο

7. Acton blink quarto

Κατασκευασμένο από Αλουμίνιο αεροσκαφών και ίνες άνθρακα αποτελεί μια ναυαρχίδα της εταιρίας Acton στον τομέα των ηλεκτρικών skateboard (Εικόνα 28). Διαθέτει 4 κινητήρες τύπου hub από 500 w ο καθένας (Εικόνα 29). Με αυτό τον τρόπο έχει μέγιστη ταχύτητα στα 37 km/h, αυτονομία έως 35 km και μπορεί να ανέβει δρόμους με κλίση έως 30%. Επίσης, έχει φώτα ασφαλείας στην δεξιά και την αριστερή μεριά του board για να είναι πιο ευδιάκριτο στο σκοτάδι. Οι διαστάσεις του είναι παρόμοιες με αυτές του boosted board (99x30) cm και το βάρος του περίπου 11kg (Εικόνα 30). Τέλος, η τιμή του κυμαίνεται στα 1500 ευρώ (“ACTON BLINK QU4TRO | \$300 OFF | World’s First 4WD Electric Skateboard | ACTON,” n.d.).



Εικόνα 28: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 29: Exploded view



Εικόνα 30: Μέγεθος σε σχέση με τον αναβάτη

8. Συγκριτικός πίνακας ανταγωνιστών

Model	Range (km)	Weight (kg)	Top speed (km/h)	Max load (kg)	Uphill (%)	Deck	Dimensions (cm)	Motor (W)	Price (€)
City Birds	15		25	120		carbon fiber		1x500	
Scooterboard	12	10	25	120	8	zinc alloy, maple wood		1x250	400
Kiwano	24	16	24	250	35	carbon fiber, zinc alloy	108x43x40	1x1000	880
Onewheel	10	11	25	110	20	aluminum, maple wood	76x23x29	1x500	1500
Boosted plus	33	8	35	110	25	super flex composite deck	96,5x29x14,5	2x1000	1300
Meepo mini	17	7	40	113	30	canadian maple wood	76x23x14	2x400	365
Acton blink qu4tro	35	11	37	127	30	aluminum, carbon fiber	99x23x14	4x500	1450

Όπως βλέπουμε παραπάνω, τα ηλεκτρικά αυτά πατίνια κυμαίνονται σε ένα φάσμα κόστους από 350 έως 1500 ευρώ. Τα ηλεκτρικά skateboard με τις ψηλότερες τιμές, φτάνουν τις ταχύτητες των 37 km/h. Αντιθέτως, τα πιο φθηνά ηλεκτρικά πατίνια παρέχουν χαμηλότερη αυτονομία αλλά είναι πιο ελαφριά.

Προβληματικός χώρος

Commuting είναι ο διεθνής όρος για τις καθημερινές μετακινήσεις από το σπίτι στον χώρο εργασίας ή την σχολή και αντίστροφα. Συνήθως, αναφέρεται και για συχνές μετακινήσεις κατά την διάρκεια της μέρας χωρίς αυτές να σχετίζονται με δουλειά. Στις ΗΠΑ, το Census Bureau's American Community Survey (ACS) συλλέγει δεδομένα για τους χρόνους των καθημερινών μετακινήσεων και προσφέρει μια ανάλυση των χρόνων ανάλογα με την εταιρία, την τοποθεσία και το όχημα. Το 2015 ο μέσος χρόνος για να πάει ένας Αμερικανός πολίτης στην δουλειά του, ήταν 26,8 λεπτά. Να διευκρινιστεί ότι ο χρόνος αυτός είναι μεγαλύτερος κάθε χρόνο από όταν το ερευνητικό κέντρο ξεκίνησε τις μετρήσεις το 1980 (21.7 λεπτά). Οι εταιρίες με τους μεγαλύτερους χρόνους, ήταν κατασκευαστικές και εταιρίες εξόρυξης (33.4 λεπτά). Ενώ όσοι εργάζονταν στον στρατό, είχαν τους χαμηλότερους χρόνους (21 λεπτά). Επίσης 3 εκατομμύρια Αμερικάνων εργαζομένων χρειάζονται 90 λεπτά να πάνε στην δουλειά τους και άλλα 90 για να γυρίσουν. Αυτό συνεπάγεται ότι για έναν χρόνο δουλειάς, χάνεται ένας μήνας στις μετακινήσεις (Blakeman, 2017) (Bureau, 2017).

Οι καθημερινές αυτές μετακινήσεις (commuting), είναι υπεύθυνες για την δημιουργία προβλημάτων τόσο σε ατομικό, όσο και σε συλλογικό επίπεδο.

Όσον αφορά την υγεία, οι βλάβες που επιφέρει είναι σημαντικές καθώς έχει παρατηρηθεί αύξηση στην χοληστερίνη και στην παχυσαρκία σε όσους εκτελούν χρονοβόρες καθημερινές μετακινήσεις. Οι συγκεκριμένες παθήσεις με το πέρασμα των χρόνων μετατρέπονται σε διαβήτη και καρδιοπάθειες. Στην Ευρώπη υπολογίζεται πως οι επιβλαβείς αναθυμιάσεις που προέρχονται από τα αυτοκίνητα και τα υπόλοιπα μέσα μεταφοράς, ευθύνονται άμεσα για περίπου 400.000 θανάτους.

Στον τομέα της κοινωνίας, έχουν παρουσιαστεί και πνευματικές ασθένειες λόγω του μεγάλου στρες των καθημερινών μετακινήσεων που συχνά οδηγούν σε αντικοινωνικότητα καθώς και σε διαζύγιο.

Το περιβάλλον βλάπτεται δύο φορές κατά την διάρκεια του κύκλου ζωής των καυσίμων. Αρχικά όταν εξάγουμε τα καύσιμα και σπαταλάμε τους μη ανανεώσιμους πόρους του πλανήτη. Και τέλος μετά την καύση όταν εξάγεται από τα μέσα μεταφοράς με την μορφή καυσαερίου και μολύνει τον αέρα.

Τέλος, στον τομέα της οικονομίας το 2014 το ερευνητικό κέντρο οικονομίας και επιχείρησης των ΗΠΑ υπολόγισε ότι κατά μέσο όρο ένα νοικοκυριό σπαταλάει 1700 \$ ετήσια για τις μετακινήσεις του στην δουλειά και πίσω. Τέλος, υπολογίζεται ότι το ποσό αυτό θα αυξηθεί στα 2300 \$ το έτος 2030 (Senthilingam, 2014).

Τάσεις στον σχεδιασμό προϊόντων

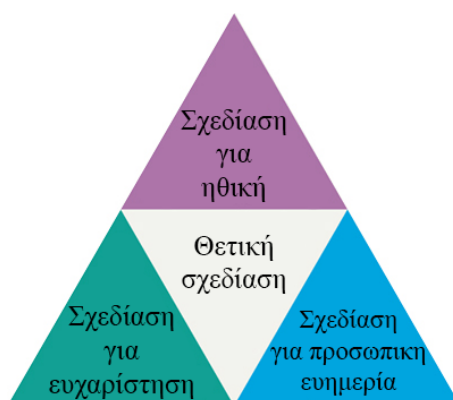
1. Ηθική: απλά επειδή μπορείς, δεν σημαίνει ότι πρέπει.

Ο ρόλος της ηθικής, έχει ξεκινήσει να γίνεται αποδεκτός ανάμεσα στους κύκλους των σχεδιαστών. Οι σχεδιαστές, είναι και θα συνεχίσουν να αποτελούν ένα μεγάλο μέρος της αναπτυσσόμενης εταιρικής αντίληψης που αφορά την ηθική χρήση

της τεχνολογίας. Ένας από τους λόγους που διογκώνεται αυτό το κύμα είναι η δημοφιλής κουλτούρα. Η συνεχόμενη ανάπτυξη των τηλεοπτικών σειρών, έχει δημιουργήσει την ανάγκη για αναζήτηση της εξέλιξης της τεχνολογίας ώστε να χρησιμοποιηθεί σε μελλοντικά sci-fi σενάρια. Συνεπώς, έχει γίνει ήδη δημιουργηθεί η ιδέα υποσυνείδητα για τον τρόπο που η κοινωνία αξιοποιεί την τεχνολογία. Τέλος, πολλοί σχεδιαστές και εν συνεχεία πολλές εταιρίες υποστηρίζουν την έννοια: απλά επειδή μπορείς δεν σημαίνει ότι πρέπει.

2. Positive Design: μπορείς να σχεδιάσεις για πολλά περισσότερα πέρα από την χρησιμότητα και την ευχρηστία.

Η ιδέα της «θετικής σχεδίασης» είναι μια πρόθεση που προσπαθεί σκόπιμα να βελτιώσει την προσωπική ευημερία και μακροχρόνια, να αυξήσει την εκτίμηση της ανθρώπινης ζωής. Για να σχεδιάσουμε τεχνολογίες που θα βελτιώσουν τις ζωές μας, πρέπει να σταματήσουμε να μετράμε την επιτυχία της τεχνολογίας με έννοιες όπως ευχρηστία και αποτελεσματικότητα. Στην θετική σχεδίαση, ο λόγος ύπαρξης του design ορίζεται από την επίδρασή του στην προσωπική ευημερία. Το πλαίσιο της θετικής σχεδίασης (**Error! Reference source not found.**) συνδυάζει 3 βασικά στοιχεία.



Σχήμα 1: Το σχεδιάγραμμα της θετικής σχεδίασης

Οι τρεις ακρογωνιαίοι λίθοι στον πίνακα 1 αναπαριστούν τα συστατικά στοιχεία της «θετικής σχεδίασης»: σχεδίαση για ευχαρίστηση, σχεδίαση για προσωπική σημασία και σχεδίαση για ηθική. Κάθε ένα από αυτά τα συστατικά ανεξάρτητα, διεγείρουν την προσωπική ευημερία. Στο κέντρο των τριών αυτών εννοιών, βρίσκεται η θετική σχεδίαση. Παρόλο που η ευχαρίστηση είναι ένα βασικό στοιχείο για να επιτευχθεί η προσωπική ευημερία, δεν είναι αρκετή. Μια γεμάτη ζωή προσφέρει στον άνθρωπο και ένα αίσθημα σημασίας και να οδηγεί σε μια μεγαλύτερη ικανοποίηση από την ζωή. Για παράδειγμα αν ένα προϊόν δεν κινεί το ενδιαφέρον για ενάρετη συμπεριφορά, μπορεί ακόμη να θεωρηθεί σαν «θετική σχεδίαση» εφόσον δεν προκαλεί ανήθικες συμπεριφορές (Pieter & Anna, n.d.).

3. Ψηφιακό δίδυμο (Digital Twin)

Ανεξάρτητα από τα προϊόντα που παράγονται, η ικανότητα μέτρησης της απόδοσης τους στον πραγματικό κόσμο είναι το κλειδί για τη βελτίωση των μελλοντικών προϊόντων. Επιδρά άμεσα στην αποδοτικότητα των προϊόντων και στις αποφάσεις που λαμβάνει μια εταιρεία όταν σχεδιάζει νέες προσεγγίσεις του εν λόγω

προϊόντος. Ένα ψηφιακό δίδυμο είναι το ψηφιακό αντίγραφο του φυσικού προϊόντος που ενημερώνεται καθώς το αντίστοιχο φυσικό του προϊόν μεταλλάσσεται με την πάροδο του χρόνου. Χρησιμοποιεί λογισμικά στατιστικών αναλύσεων, τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση για συνεχή ενημέρωση. Συχνά χρησιμοποιείται σε μηχανήματα για να παρακολουθεί την παραγωγικότητα επιτρέποντας παράλληλα στον κατασκευαστή να παρακολουθεί τις ευκαιρίες βελτίωσης και πιθανές αποτυχίες. Τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανίες για τη βελτιστοποίηση των φυσικών πόρων. Εκτός από τα μηχανήματα, τα ψηφιακά δίδυμα χρησιμοποιούνται επίσης σε τρισδιάστατη μοντελοποίηση για να δημιουργήσουν ένα ψηφιακό αντίγραφο του μοντέλου. Επιτρέπει στον σχεδιαστή να πάρει μια ιδέα για το πώς το μοντέλο του θα λειτουργήσει στον πραγματικό κόσμο.

4. Ψυχολογία: μια καλύτερη κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι συμπεριφέρονται και σχετίζονται με την τεχνολογία, βοηθάει στην καλύτερη σχεδίαση.

Έχει προκληθεί ένα νέο κίνημα στον τομέα του product design που επηρεάζεται από τις αλλαγές συμπεριφοράς του καταναλωτή (behavior change), τον τρόπο λήψης οικονομικών αποφάσεων (behavioral economics), επιστήμη γύρω από το γνωστικό περιεχόμενο (cognitive content), την δραστική σχεδίαση (action design) και την ολιστική σχεδίαση (design for slow-change). Τα τελευταία χρόνια οι σχεδιαστές σκέφτονται περισσότερο πώς τα προϊόντα τους θα προσαρμοστούν στις συνήθειες του κοινού και όχι πώς το κοινό θα προσαρμοστεί στην εμπειρία χρήσης τους. Επίσης, οι μεθοδολογίες σχεδίασης θα πρέπει να έχουν περισσότερη επιρροή από τα πλαίσια χρήσης του κοινού για το οποίο σχεδιάζουμε

5. Ασαφείς τίτλοι και ετικέτες

Η σύγχυση και η ασάφεια γύρω από τις ετικέτες που υπάρχουν σήμερα θα επιδεινωθούν με το πέρασμα του καιρού. Οι τίτλοι και ετικέτες γύρω από το design, η ορολογία και η ονοματολογία θα γίνουν ακόμα πιο ασαφείς και ακαθόριστοι. Με την άφιξη των νέων διεπαφών, και ακόμη μεγαλύτερης ζήτησης για σχεδιασμό, θα είναι ακόμα πιο δύσκολο να καταλάβουμε ποιος κάνει τι, πώς οι σχεδιαστές αντιπροσωπεύουν αυτό που κάνουν και τι ακριβώς πρέπει να περιέχει ένας τίτλος. Σίγουρα, μπορεί κανείς να μάθει, να ακούει, να παρακολουθήσει και να αναγνωρίσει, αλλά με τη δυναμική που εξελίσσεται συνεχώς σε λεπτότερους σχεδιαστικούς κλάδους, υπάρχει πάντα μια νέα πρόσθεση στο μίγμα (Yazin Akkawi, 2018).

6. Globalization

Με το αυξανόμενο κόστος κατασκευής και με τις αγορές να έχουν κατακλυστεί, έρχεται η ανάγκη για μια πραγματικά παγκόσμια οικονομία. Οι εταιρείες σχεδιασμού προϊόντων πρέπει να σχεδιάζουν προϊόντα που δεν χρησιμοποιούνται μόνο σε τοπικό επίπεδο, αλλά μπορούν να αξιοποιηθούν σε πολλαπλές αγορές για να πετύχουν κέρδη. Όταν το προϊόν σας φτάνει αποτελεσματικά σε όλες τις αγορές μέσα σε λογικά πλαίσια, το κέρδος είναι άφθονο. Οι καταναλωτές είναι πιο επιλεκτικοί από ποτέ και έχουν υψηλές προσδοκίες για την ποιότητα των προϊόντων τους, αλλά και ανάλογο κόστος. Για να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ ποιότητας, ταχύτητας και κόστους, η κατασκευή πρέπει συχνά να

ανατεθεί σε εξωτερικούς συνεργάτες παγκοσμίως. Αν γίνει σωστά, αυτό μπορεί να ωφελήσει όλους τους εμπλεκόμενους. Μια σύγχρονη φράση που αντιπροσωπεύει τη βιομηχανία είναι "καλύτερα-γρηγορότερα-φθηνότερα". Μέσω της παγκόσμιας συνεργασίας, οι κατασκευαστές μπορούν να ανταποκριθούν καλύτερα στις προσδοκίες των καταναλωτών.

7. Digitalization

Για τις εταιρείες, τα δεδομένα προϊόντων είναι ανεκτίμητα. Συγκεκριμένες προδιαγραφές προϊόντος συχνά παραμένουν δεσμευμένες από ένα μόνο τμήμα, γεγονός που δεν επιτρέπει την αξιοποίηση αυτών των πληροφοριών από ολόκληρη την εταιρεία. Λαμβάνοντας υπόψη ότι πολλά προϊόντα είναι πάντα διαθέσιμα και συλλέγουν δεδομένα από χρήστες και όσους αλληλεπιδρούν με αυτά, τα δεδομένα αυτά είναι ακόμα πιο πολύτιμα. Το 2018, παρατηρείται ότι ολόκληρη η διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων θα γίνει πλήρως ψηφιακή. Αυτό θα επιτρέψει την πλήρη διαφάνεια μέσα σε έναν οργανισμό, έτσι ώστε όλες οι πληροφορίες να είναι προσβάσιμες σε όλους. Διαφορετικά τμήματα θα είναι σε θέση να αξιοποιούν τις πληροφορίες σχεδιασμού προϊόντων όπως κρίνουν κατάλληλα. Για παράδειγμα, οι ομάδες μάρκετινγκ και πωλήσεων μπορούν να επωφεληθούν από αυτές τις λεπτομέρειες. Οι βιομηχανίες που υπόκεινται σε υψηλό επίπεδο ρύθμισης θα επωφεληθούν επίσης από την ψηφιοποίηση. Οι οργανισμοί θα είναι σε θέση να εφαρμόζουν καλύτερα τους κανονισμούς εάν η διαδικασία σχεδιασμού του προϊόντος είναι προσπελάσιμη και οι αλλαγές μπορούν να εντοπιστούν ενώ πραγματοποιούνται. Κάθε βήμα στη διαδικασία σχεδιασμού θα ψηφιοποιηθεί, καθιστώντας τη διαδικασία εντοπισμού σφαλμάτων αρκετά απλή (David Grammer, 2018).

8. Smart Products

Η εποχή των απλών σχεδίων που δεν είναι δικτυωμένα έχει περάσει εδώ και καιρό. Τα μοντέρνα σχέδια περιλαμβάνουν ηλεκτρονικές συσκευές ή λογισμικά, όπως έξυπνα ρολόγια (Εικόνα 31) και θερμοστάτες. Προηγουμένως τα μηχανικά σχέδια ενσωματώνονται στο λογισμικό για να βελτιώσουν τη λειτουργικότητά τους και να συνδέονται με το Internet. Αυτό που κάποτε ήταν απλώς μηχανικό τώρα περιλαμβάνει αισθητήρες, επεξεργαστές και άλλα ηλεκτρονικά μέρη. Αυτές οι συσκευές είναι συνήθως πιο αξιόπιστες και μπορούν να κάνουν πολύ περισσότερα από τις προηγούμενες εκδοχές τους. Καθώς οι εταιρείες υιοθετούν αυτήν την τάση, όλο και περισσότερα προϊόντα γίνονται "έξυπνα" και οι σχεδιαστές αναγκάζονται να προσαρμοστούν στις προσδοκίες των καταναλωτών. Ο όρος "Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT)" εφευρέθηκε για να αντανakλά την εισροή έξυπνων, αλληλοσυνδεδεμένων προϊόντων που μοιράζονται πληροφορίες μεταξύ τους. Αυτό αναγκάζει τους σχεδιαστές προϊόντων να μάθουν νέα πράγματα ενώ οι κατασκευαστές εκτίθενται σε νέες ευκαιρίες και απειλές του συναγωνισμού, εάν δεν συμβαδίζουν με τις τάσεις.



Εικόνα 31: Fitbit smartwatch

9. Internet of Things Products Transforming Design Practices

Η αγορά κατακλύζεται από έξυπνα, διασυνδεδεμένα προϊόντα: είτε πρόκειται για ένα Fitbit (Εικόνα 31), για ένα θερμοστάτη Nest (Εικόνα 32) ή ένα Amazon Echo (Εικόνα 33). Προκειμένου να ικανοποιηθούν επαρκώς οι προσδοκίες των πελατών, οι κατασκευαστές πρέπει να μεταμορφώσουν τη διαδικασία ανάπτυξης των προϊόντων τους για να κατανοήσουν και να αξιοποιήσουν τα δεδομένα από τα προϊόντα στον τομέα. Η πρακτική που σημειώνονται πληροφορίες στο σχέδιο CAD θα ξεπεραστεί καθώς τα προϊόντα γίνονται ολοένα και πιο περίπλοκα. Συνεπώς οι κατασκευαστές θα πρέπει να γίνουν πιο οργανωμένοι με τη διαδικασία ανάπτυξης των προϊόντων τους. Έχοντας ένα ολοκληρωμένο σύστημα PLM (product lifecycle management) παρέχει μια ισχυρή βάση για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του IoT. Με την συλλογή όλων των πληροφοριών για το προϊόν σε ένα DPD (digital product definition). DPD ή ψηφιακός ορισμός προϊόντος είναι ένα ολοκληρωμένο σύστημα καταγραφής με τις πιο σχετικές, τρέχουσες πληροφορίες προϊόντος - δηλαδή μηχανικά, ηλεκτρικά και λογισμικά στοιχεία. Οι οργανισμοί μπορούν να διασφαλίσουν ότι όλοι οι ενδιαφερόμενοι θα έχουν πρόσβαση στις πιο ακριβείς, ενημερωμένες πληροφορίες για το προϊόν. Με ένα σύστημα PLM, όλες οι πληροφορίες εξομαλύνονται σε μια ενιαία εύχρηστη λίστα υλικών BOM (Bill of Materials).



Εικόνα 32: Google nest



Εικόνα 33: Amazon echo smart assistant

10. Επαυξημένη Πραγματικότητα, Augmented Reality (AR)

Οι χώροι εργασίας γίνονται ολοένα και πιο παγκόσμιοι και απομακρυσμένοι. Είναι συνηθισμένο να βρίσκετε ολόκληρες εταιρείες που έχουν εργαζόμενους που λειτουργούν από διαφορετικές χώρες. Ενώ αυτό μπορεί να έχει δημιουργήσει προκλήσεις στο παρελθόν σχετικά με τη ροή εργασιών και την επικοινωνία,

υπάρχουν πολλά διαθέσιμα εργαλεία για τη διευκόλυνση των παγκόσμιων εταιρειών. Όσον αφορά το σχεδιασμό του προϊόντος, μπορεί να είναι ιδιαίτερα δύσκολο να επικοινωνήσει κανείς τις περιπλοκές του σχεδίου εξ αποστάσεως. Μερικές φορές χρειάζεται να υπάρχει επαφή πρόσωπο με πρόσωπο για να γίνει πλήρης κατανόηση του σχεδιασμού ενός προϊόντος. Η συγκρότηση ομάδων για την αναθεώρηση των σχεδίων, την παροχή χρήσιμων πληροφοριών και την τελική βελτίωση του τελικού προϊόντος μπορεί να είναι δύσκολη. Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια πρωτοποριακή τεχνολογία που βελτιώνει τον τρόπο με τον οποίο εργάζονται οι ομάδες στα σχέδια. Χρησιμοποιώντας AR, μια ολόκληρη ομάδα μπορεί να απεικονίσει ένα σχέδιο καλύτερα από ό, τι θα μπορούσε προηγουμένως. Μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα σχέδια, να παρέχουν σχόλια που δεν θα ήταν σε θέση να κάνουν εκτός αν είχαν ένα φυσικό αντίστοιχο, και να τα κάνουν όλα αυτά από όπου κι αν βρίσκονται στον κόσμο. Οι ομάδες είναι σε θέση να δουν τα 3D μοντέλα από όλες τις οπτικές γωνίες και ακόμη και να περπατήσουν μέσα σε αυτά, αν ο σχεδιασμός τους το επιτρέπει. Όταν ένας συνάδελφος κάνει κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με ένα συγκεκριμένο μέρος του σχεδίου, χρησιμοποιώντας το AR, μπορεί κανείς να δει ακριβώς σε ποιο σημείο αναφέρονται οι παρατηρήσεις και να τις αντιμετωπίσει χωρίς να δημιουργείται σύγχυση (Εικόνα 34).



Εικόνα 34: Επαυξημένη πραγματικότητα στον σχεδιασμό προϊόντων

11. Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing)

Είμαστε στην εποχή του σχεδιασμού προϊόντων με βάση το «νέφος», και είναι σημαντικό για τους κατασκευαστές να συμβαδίζουν. Παραδοσιακά, οι κατασκευαστές θα πρέπει να κατεβάσουν πλήθος προγραμμάτων στους υπολογιστές τους για την διαχείριση του κύκλου ζωής του προϊόντος (product lifecycle management PLM). Ωστόσο, το υπολογιστικό νέφος παρέχει μια οικονομικά αποδοτική και ευέλικτη εναλλακτική λύση σε αυτό. Με το υπολογιστικό νέφος, οι κατασκευαστές θα μπορούν να χρησιμοποιούν εφαρμογές μέσω του Διαδικτύου, χωρίς να χρειάζεται να αγοράζουν δαπανηρά προγράμματα. Αντί ο χρήστης να αγοράσει μια εφαρμογή ή μια σύνθεση προϊόντων, μπορεί να την νοικιάσει για ένα χρονικό διάστημα και να την εκτελεί μέσω των διακομιστών της. Αυτό μειώνει το

κόστος για τον κατασκευαστή, καθώς δεν χρειάζεται να πληρώνεις για συντήρηση ή να πληρώσεις μια επένδυση προκαταβολικά. Πολλοί κατασκευαστές κάνουν τη στροφή προς το PLM με βάση το νέφος, γεγονός που τους ανακουφίζει από το άγχος της διατήρησης του συστήματος με αναβαθμίσεις και ενημερώσεις και τους επιτρέπει να παρακάμψουν την ταλαιπωρία της παροχής του δικού τους διακομιστή.

12. 3d Printing

Ενώ οι εκτυπωτές 3D εμφανίστηκαν και άνθισαν τα τελευταία χρόνια, το 2018 αποτελεί ένα σημαντικό έτος για τους κατασκευαστές και τους σχεδιαστές προϊόντων που επιθυμούν να υιοθετήσουν την τεχνολογία εκτύπωσης για να βελτιώσουν τον χώρο εργασίας τους. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές γίνονται όλο και φθηνότεροι όσον αφορά την αγορά και την λειτουργία τους, κάτι που αποτέλεσε έναν από τους σημαντικότερους φραγμούς όταν εισήλθαν για πρώτη φορά στην αγορά. Μικρότερες εταιρείες σχεδιασμού προϊόντων και ανεξάρτητοι σχεδιαστές θα είναι σε θέση όχι μόνο να ακουμπήσουν έναν, αλλά και να τον χρησιμοποιήσουν προκειμένου να αποκομίσουν κέρδη. Οι 3D εκτυπωτές επιτρέπουν στις εταιρείες και τους επιχειρηματίες να δημιουργούν φυσικά μοντέλα των σχεδίων τους που είναι όλο και πιο αποδοτικά στο κόστος. Με αυτή τη δυνατότητα, μπορούν να δημιουργηθούν πολλά αντίγραφα πρωτοτύπων και το τελικό προϊόν να είναι υψηλότερης ποιότητας από ότι θα ήταν πριν. Είναι επίσης χρήσιμοι όταν χρησιμοποιούνται μαζί με μοντέλα CAD. Ενώ ένα μοντέλο CAD μπορεί να αναγνωρίσει τις περιπλοκές ενός σχεδιασμού και τα πιθανά προβλήματα, μερικές φορές παραβλέπει μερικές ερωτήσεις και προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Ένας κατασκευαστής μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα φυσικό μοντέλο για να αναλύσει το κόστος, να καθορίσει περαιτέρω ζητήματα που μπορεί να προκύψουν και να κατανοήσει καλύτερα το έργο στο σύνολό του. (Εικόνα 35)



Εικόνα 35: Adidas 3d printed sole

13. Σχεδιασμός μέσω τεχνητής νοημοσύνης

Η τεχνητή νοημοσύνη αναπτύσσεται γρήγορα και πρόκειται να αλλάξει ραγδαία κάθε βιομηχανία, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανίας σχεδιασμού

προϊόντων. Οι σχεδιαστές προϊόντων και βιομηχανιών θα είναι αυτοί που θα κάνουν την τεχνητή νοημοσύνη προσβάσιμη στις μάζες μέσω των σχεδίων τους. Τελικά, η τεχνητή νοημοσύνη θα εισέλθει στη διαδικασία σχεδιασμού προϊόντων και θα βελτιώσει την παραγωγικότητα. Επομένως, η τεχνητή νοημοσύνη είναι σίγουρα μια τάση που πρέπει να παρακολουθείται το 2018 καθώς και για τα επόμενα χρόνια. Έχει χαρακτηριστεί από πολλούς ως η νέα βιομηχανική επανάσταση και είναι υποχρεωμένη να αναταράξει πολλές βιομηχανίες. (Jordan Hobbs, 2018) (“ARTIFICIAL INTELLIGENCE ATTENTION ECONOMY CONNECTED WORLD DATA ERA DISTRUST FOOD SEAMLESS FUTURE VIRTUAL,” n.d.)

Ερωτηματολόγιο

Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο με σκοπό την συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις καθημερινές μετακινήσεις του κοινού. Οι πληροφορίες αυτές παρουσιάζουν τις ανάγκες του απευθυνόμενου κοινού και αργότερα θα μεταφραστούν στις σχεδιαστικές προδιαγραφές.

Ερωτηματολόγιο: <https://goo.gl/forms/UfORGGFsNDtkwMYD2>

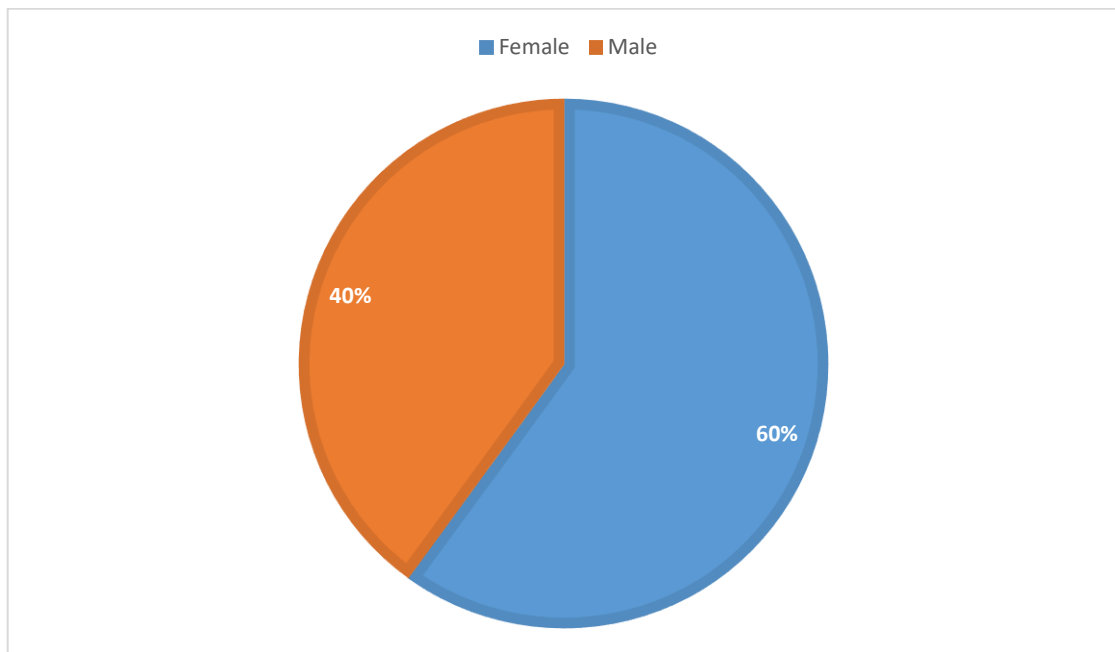
Σύνολο ερωτήσεων: 9

Σύνολο απαντήσεων: 25

Ερωτήσεις και δυνατές απαντήσεις:

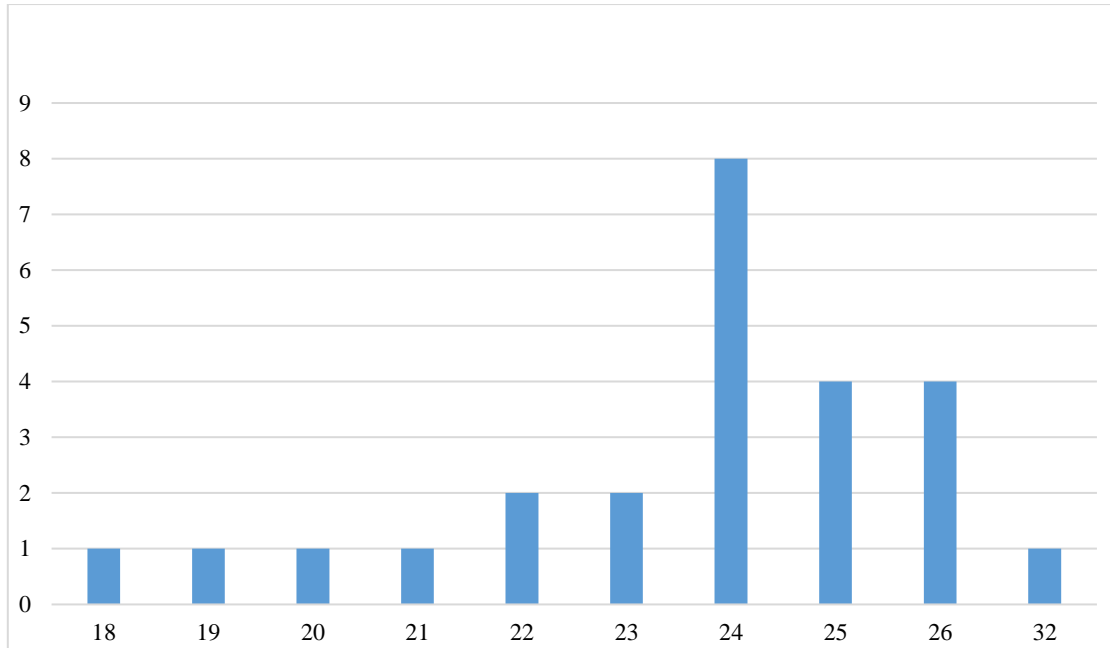
1. What is your sex?
 - a) male
 - b) female
2. What is your age?
Short answer
3. Where do you live?
Short answer
4. What is your current status?
 - a) student
 - b) employee
5. How much time do you spend for your daily transportation?
 - a) 0-1 hour
 - b) 1-3 hours
 - c) 3-5 hours
 - d) 5+ hours
6. What is the average distance you travel daily?
 - a) 0-2 km
 - b) 2-5 km
 - c) 5-10 km
 - d) 10+ km
7. Which of the following means of transport do you usually use?
 - a) foot
 - b) underground

- c) bus
 - d) train
 - e) bicycle
 - f) taxi/cab
 - g) motorbike
 - h) car
8. How big is your house/apartment?
- a) 0-40 sm
 - b) 40-60 sm
 - c) 60-80 sm
 - d) 80+ sm
9. On which floor do you live?
- a) 0
 - b) 1
 - c) 2+



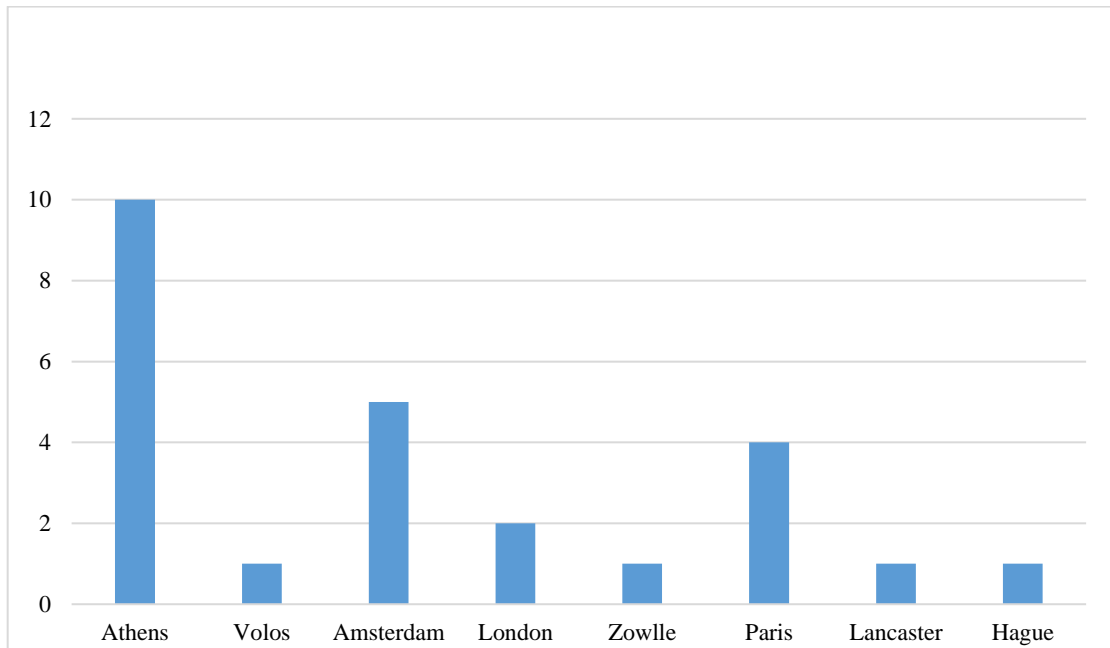
Σχήμα 2: What is your sex?

Στο συγκεκριμένο σχήμα βλέπουμε ότι το 60% των ερωτηθέντων, είναι γυναίκες ενώ το υπόλοιπο 40% άντρες (**Error! Reference source not found.**).



Σχήμα 3: What is your age?

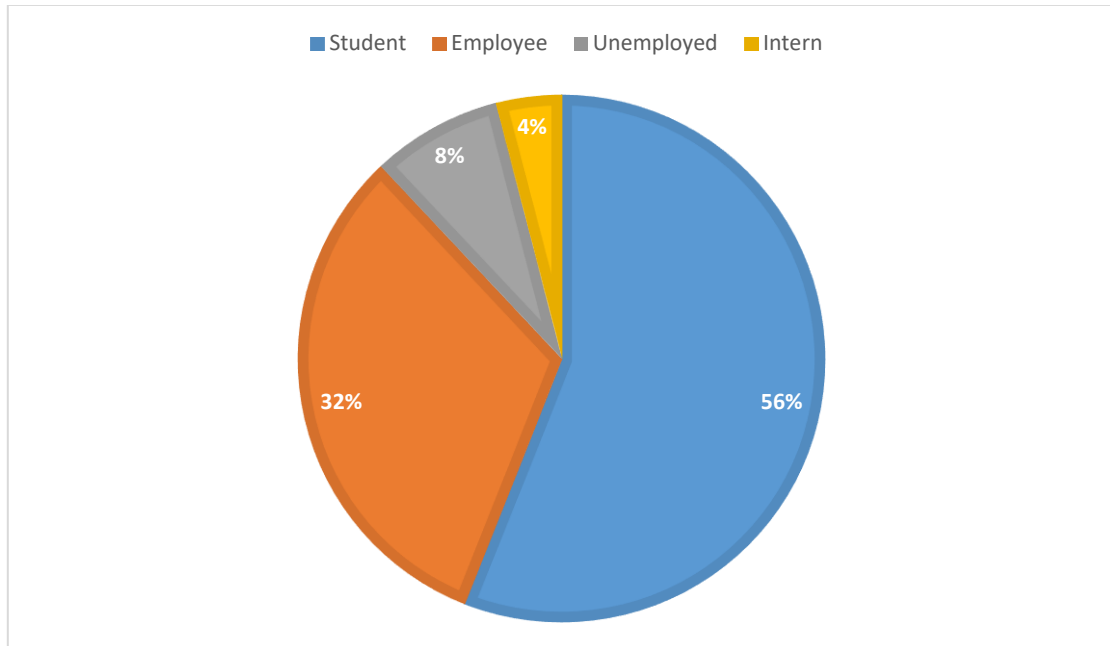
Από τα άτομα που απάντησαν, το 12% ήταν από 18-20 ετών, το 68% από 20-25 ετών και τέλος το υπόλοιπο 20% ήταν από 25-32 ετών. Συνεπώς το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων αποτελείται από φοιτητές (Σχήμα 3).



Σχήμα 4: Where do you live?

Επίσης, το 84% των ερωτηθέντων, κατοικεί σε μεγάλες πρωτεύουσες χωρών με πληθυσμό από 1-10 εκατομμύρια, όπως Αθήνα (3,2m), Άμστερνταμ(1,1m), Λονδίνο (10,5m) και Παρίσι (10m). Το υπόλοιπο 16% κατοικεί σε μεγάλες πόλεις της Ελλάδος και του εξωτερικού με πληθυσμό από 60-600 χιλιάδες κατοίκους. Οι 4 στις 8

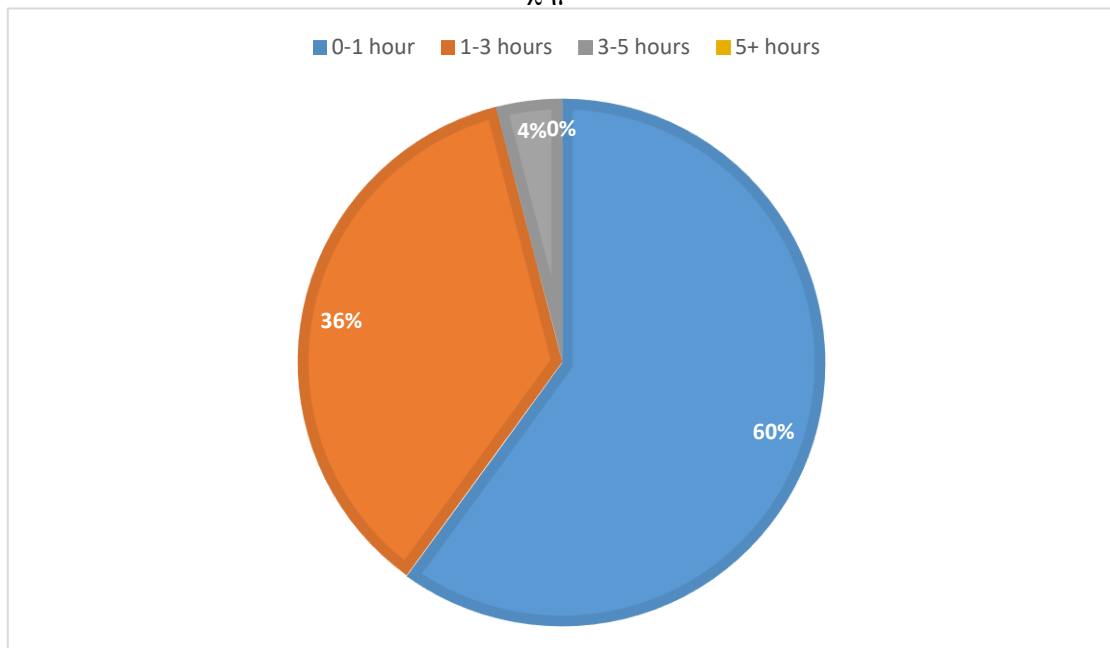
πρωτεύουσες διαθέτουν μετρό και 7 στις 8 πόλεις διαθέτουν τραίνα και τραμ. Τέλος, όλες τους χρησιμοποιούν λεωφορεία για τις μετακινήσεις των κατοίκων (Σχήμα 4).



Σχήμα 5: What is your current status?

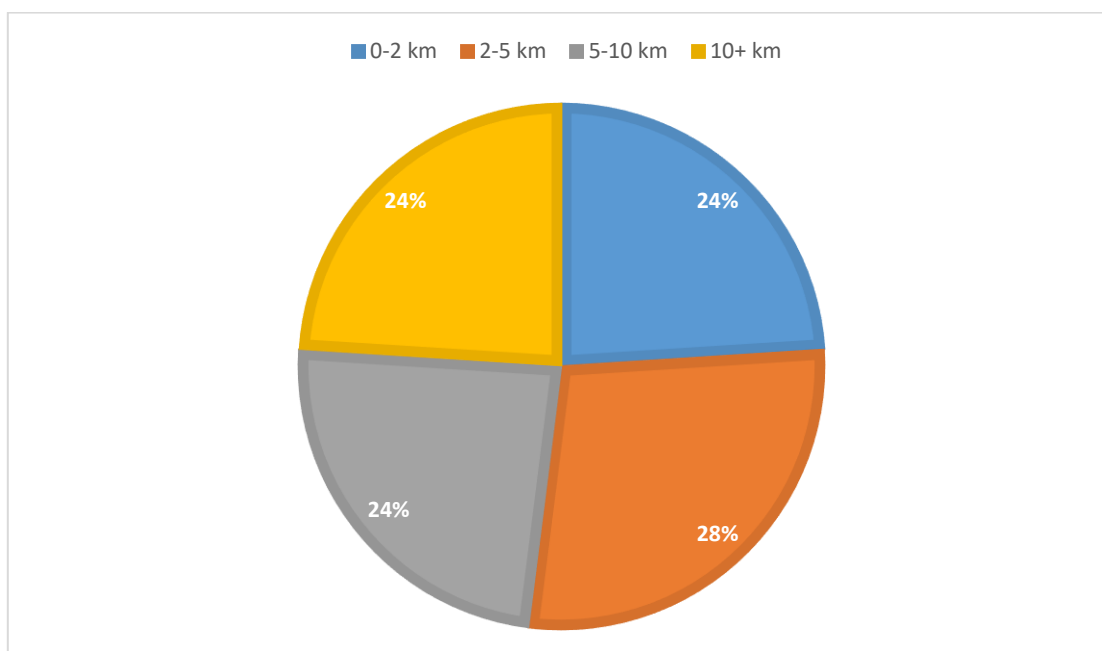
Το 60% των ατόμων που απάντησαν, είναι ακόμη φοιτητές, το 8% είναι άνεργοι και ψάχνουν για δουλειά, και μόνο το 32% εργάζονται. Το 68% του κοινού είναι άτομα που δεν έχουν δικό τους εισόδημα. Συνεπώς το προϊόν μας θα πρέπει να είναι αρκετά οικονομικό τόσο στην αγορά όσο και στην συντήρηση για να κινήσει το ενδιαφέρον του απευθυνόμενου κοινού (Σχήμα 5).

Σχήμα 5



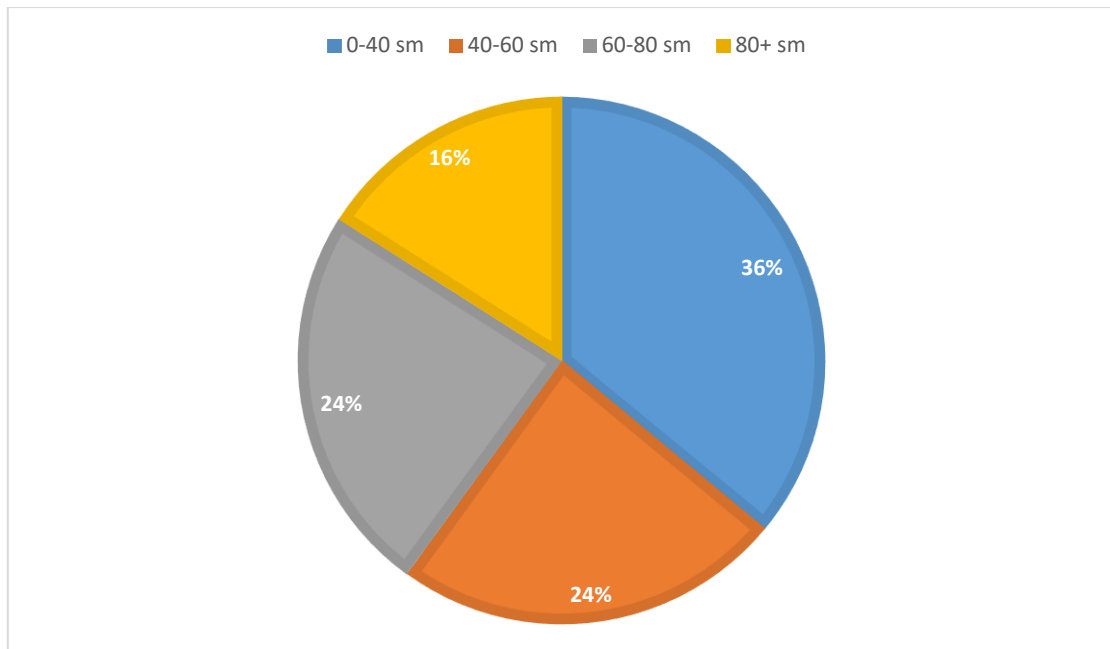
Σχήμα 6: How much time do you spend for your daily transportation?

Όσον αφορά τις ώρες τις καθημερινής μετακίνησης, το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων (60%), απάντησε πως χρειάζεται έως μια ώρα, ενώ το υπόλοιπο 36% χρειάζεται από μια έως τρεις ώρες και το υπόλοιπο 4% από 3-5 ώρες. Αυτές, είναι συνολικά οι ώρες που χρειάζονται για την καθημερινή τους μετακίνηση, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι γίνονται μόνο από ένα μέσο μεταφοράς. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι θα είναι αρκετό για τους χρήστες αν το όχημα άντεχε μέχρι και 5 ώρες συνεχόμενης λειτουργίας (Σχήμα 6).



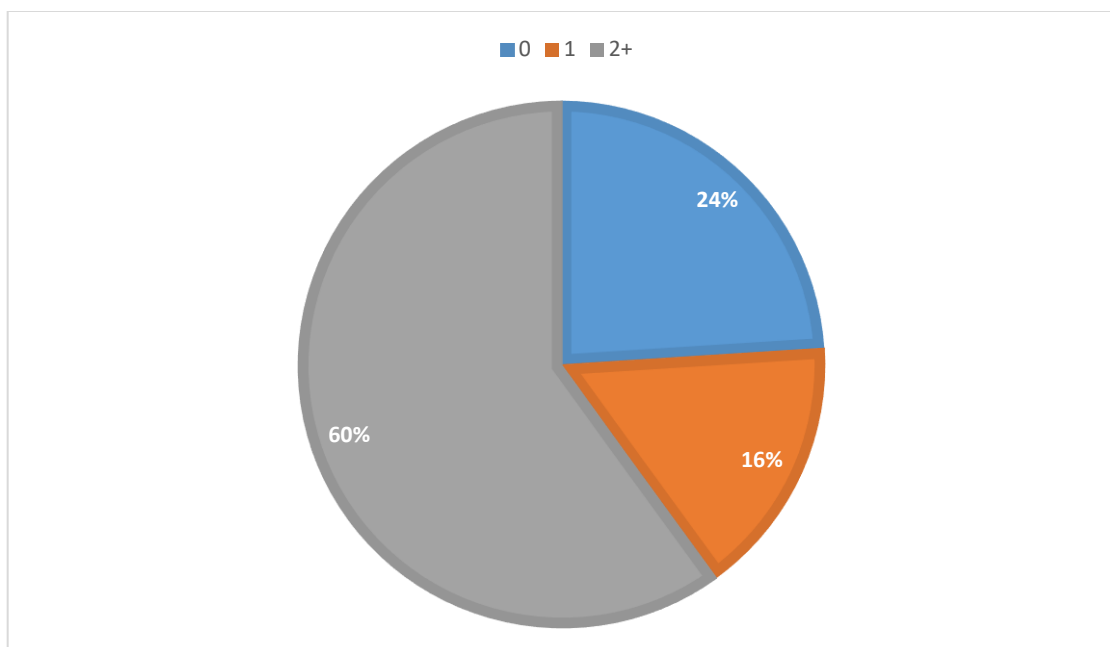
Σχήμα 7: What is the average distance you travel daily?

Σχετικά με τις αποστάσεις που διανύουν καθημερινά οι χρήστες, το 24% των χρηστών διανύει καθημερινά έως 2 χιλιόμετρα, το 28% από 2 έως 5 χιλιόμετρα, το 24% από 5 έως 10 χιλιόμετρα και τέλος το 24% διανύει καθημερινά περισσότερα από 10 χιλιόμετρα. Συνεπώς αν το όχημα είχε μια αυτονομία 10 χιλιομέτρων, θα ικανοποιούταν μόνο το 76% του κοινού. Παρ όλα αυτά, είναι λίγο δύσκολο να βγάλουμε συμπεράσματα για την αυτονομία καθώς τα αποτελέσματα είναι μοιρασμένα (Σχήμα 7).



Σχήμα 8: How big is your house/apartment?

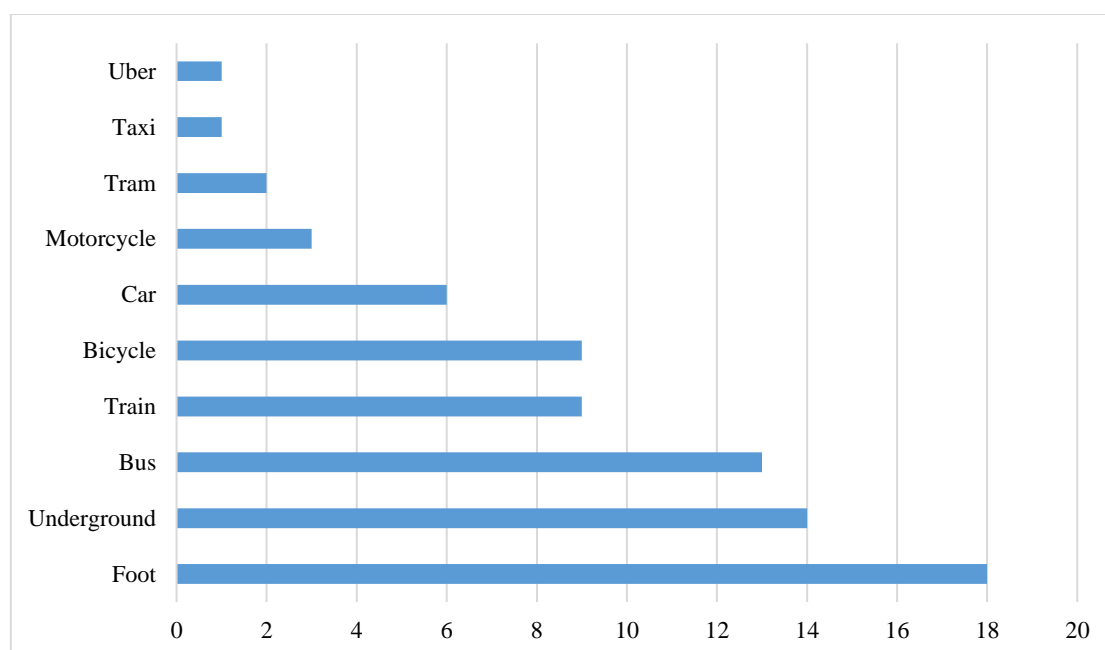
Σχετικά με τα σπίτια των χρηστών, έχουμε ότι το 40% των χρηστών μένουν σε σπίτια έως 40 τ.μ., ένα 24% μένει σε σπίτια από 40-60 τ.μ., άλλο ένα 24% μένει σε σπίτια από 60-80 τ.μ. και το υπόλοιπο 12% μένει σε σπίτια άνω των 80 τ.μ. Από εδώ συμπεραίνουμε ότι το 64% του κοινού μας, μένει σε σπίτια έως 60 τ.μ. Συνεπώς, δεν έχει αρκετό χώρο για την αποθήκευση ενός οχήματος με μεγάλο όγκο (Σχήμα 8).



Σχήμα 9: On which floor do you live?

Επίσης, το 60% των ερωτηθέντων, απάντησε ότι μένει σε διαμέρισμα που βρίσκεται στον 2^ο όροφο και πάνω ενώ το 32% μένει στο ισόγειο ή τον 1^ο όροφο και ένα μικρό 8% μένουν σε μονοκατοικία. Συνεπώς, το όχημα αυτό θα πρέπει να είναι

αρκετά ελαφρύ ώστε ο χρήστης να μπορεί να το ανεβοκατεβάζει από τις σκάλες και μικρό σε όγκο ώστε να χωράει στον ανελκυστήρα (Σχήμα 9).



Σχήμα 10: Which of the following means of transport do you usually use?

Συμπεράσματα έρευνας

Απευθυνόμενο κοινό:

- 1) Οι μαθητές, εξαρτώνται οικονομικά από τους γονείς τους. Συνεπώς τους είναι δύσκολο να αγοράσουν ένα ακριβό όχημα. (budget)
Οι αποστάσεις που κάνουν καθημερινά είναι μικρές. Συνεπώς δεν χρειάζονται πολύ μεγάλη αυτονομία. (αυτονομία)
Στο σχολείο καθώς και στις υπόλοιπες δραστηριότητες που πηγαίνει ο μαθητής, θα πρέπει να υπάρχει ένας χώρος ασφαλούς αποθήκευσης και πιθανής φόρτισης του οχήματος. Συνεπώς θα πρέπει να είναι μικρό σε όγκο και εύκολο στην μεταφορά και αποθήκευση. (φορητότητα, όγκος, αποθήκευση)
- 2) Οι φοιτητές, παραμένουν οικονομικά εξαρτώμενοι από τους γονείς τους, αλλά ζούνε μια ανεξάρτητη καθημερινότητα. Συνεπώς, παρόλο που δεν έχουν μεγάλη οικονομική ευχέρεια, έχουν την δυνατότητα να επενδύσουν τα χρήματά τους ανάλογα με τις προτεραιότητες που έχουν θέσει. (budget)
Οι πολλές ώρες εκτός σπιτιού, έχουν ως αποτέλεσμα και τις πολλές μετακινήσεις. Συνεπώς ένα τέτοιο όχημα θα χρειαστεί μεγάλη αυτονομία. (αυτονομία)
Σε μικρά σπίτια, χρειάζεται και η απαραίτητη εξοικονόμηση χώρου. Συνεπώς θα πρέπει το όχημα αυτό να είναι μικρό σε όγκο και εύκολο στην αποθήκευση. (όγκος, αποθήκευση)

- 3) Οι εργαζόμενοι, είναι η πιο απαιτητική ομάδα χρηστών καθώς έχουν αυστηρό πρόγραμμα. Συνεπώς, χρειάζονται ένα όχημα γρήγορο, ευέλικτο με άμεση απόκριση στο φρενάρισμα, αρκετά αξιόπιστο και ασφαλές. (οδική συμπεριφορά)
Χρειάζεται ένα όχημα που να χωράει εύκολα στον αποθηκευτικό χώρο ενός αυτοκινήτου καθώς επίσης και στους χώρους ενός βαγονιού μετρό ή τραίνου. (φορητότητα, όγκος, αποθήκευση)
Το πρόγραμμά του είναι παρόμοιο από μέρα σε μέρα και έχει συγκεκριμένες αποστάσεις να διανύσει. Συνεπώς δεν χρειάζεται πολύ μεγάλη αυτονομία. (αυτονομία)

Πλαίσιο χρήσης:

- 1) Δρόμοι ταχείας κυκλοφορίας: ευελιξία και εύκολη μετακίνηση ανάμεσα σε αυτοκίνητα. Μεγάλη επιτάχυνση ώστε να μην δημιουργείται πρόβλημα στο φανάρι. Μεγάλη τελική ταχύτητα ώστε να προσαρμόζεται στους ρυθμούς κυκλοφορίας των αυτοκινήτων. (οδική συμπεριφορά)
- 2) Πεζόδρομοι/πεζοδρόμια: άμεση απόκριση των φρένων και μεγάλη ευελιξία για την αποφυγή πεζών η ατυχήματος. Σύστημα απόσβεσης κραδασμών από πλακόστρωτα πεζοδρόμια. (οδική συμπεριφορά)
- 3) Ποδηλατοδρόμοι: το μέγεθος του οχήματος, να μην υπερβαίνει το μέγεθος ενός ποδηλάτου. (όγκος)
- 4) Μετρό/ηλεκτρικός: ελαφρύ βάρος και εύκολη μεταφορά για να επιβιβάζεται ο χρήστης γρήγορα και εύκολα στις κυλιόμενες σκάλες καθώς και στο βαγόκι. (φορητότητα, όγκος, αποθήκευση)

Οριστική περιγραφή έργου

Από τις μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν έως αυτό το σημείο, προέκυψαν κάποια συμπεράσματα. Από την ανάλυση των συμπερασμάτων αυτών, παρήχθησαν σημαντικές αποφάσεις/περιορισμούς που θα επηρεάσουν το σχεδιαστικό κομμάτι.

Απαιτήσεις χρηστών

Παρακάτω παρουσιάζονται τις απαιτήσεις χρηστών που προέκυψαν από το κομμάτι της έρευνας, με βαθμό σημαντικότητας από το 1 (λιγότερο σημαντικές) έως το 5 (πολύ σημαντικές).

- 1) Το πατίνι, να μπορεί να αναπτύξει ψηλή ταχύτητα (4)
- 2) Το πατίνι, να φορτίζει γρήγορα (2)
- 3) Το πατίνι, να διανύει μεγάλη απόσταση με μια φόρτιση (4)
- 4) Το πατίνι, να έχει καλά φρένα (4)
- 5) Το πατίνι, να επιτρέπει την εύκολη διέλευση από πεζόδρομους(4)
- 6) Το πατίνι, να μειώνει την καταπόνηση του αναβάτη από κραδασμούς (3)
- 7) Το πατίνι, να είναι ελαφρύ (5)
- 8) Το πατίνι, να είναι εύκολο στην μεταφορά (5)
- 9) Το πατίνι, να είναι εύκολο στην αποθήκευση (5)
- 10) Το πατίνι, να παραμένει σταθερό κατά την διάρκεια απότομων στροφών (2)
- 11) Το πατίνι, να είναι απλό στην χρήση (1)
- 12) Το πατίνι, να παρέχει άνετη στάση στον αναβάτη (3)
- 13) Το πατίνι, να παρέχει υπερηφάνεια στον αναβάτη (5)
- 14) Το πατίνι, να παρέχει ασφάλεια (5)
- 15) Το πατίνι, να μεταφέρει με ευκολία τον αναβάτη και τα πράγματά του (4)
- 16) Το πατίνι, να αντέχει στην πάροδο του χρόνου (3)
- 17) Το πατίνι, να επιτρέπει την εύκολη συντήρηση (1)
- 18) Το πατίνι, να αντέχει στην διάβρωση από νερό (1)
- 19) Το πατίνι, να έχει χαμηλό κόστος συντήρησης (3)
- 20) Το πατίνι, να είναι προσιτό οικονομικά ακόμα και από ομάδες χρηστών χαμηλού εισοδήματος (π.χ. φοιτητές) (5)

Σχεδιαστικές προδιαγραφές

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι σχεδιαστικές προδιαγραφές:

- 1) Το πατίνι, θα έχει λειτουργία fast charge για να φορτίζει από 1 έως 3 h
- 2) Το πατίνι, θα έχει ελάχιστη αυτονομία 11 km
- 3) Το πατίνι, θα έχει μεγάλες ρόδες με διάμετρο από 80 έως 100 mm
- 4) Το πατίνι, θα έχει μεγάλες ρόδες με φάρδος από 50 έως 70 mm
- 5) Το πατίνι, θα έχει συνολικό βάρος από 4 έως 10 kg
- 6) Το πατίνι, θα έχει μέγιστη αντοχή βάρους έως 110 kg
- 7) Το πατίνι, θα έχει μικρές διαστάσεις από (70-20-10) έως (100-30-20) cm
- 8) Το πατίνι, θα έχει την δυνατότητα να ανέβει σε δρόμους έως 20% κλίση
- 9) Το πατίνι, θα έχει σύστημα lean to steer (στρίβει όπου γέρνεις το σώμα σου)
- 10) Το πατίνι, θα έχει συνολικό κόστος από 400 έως 700 €

- 11) Το πατίνι, θα έχει φώτα ασφαλείας εμπρός και πίσω
- 12) Το πατίνι, θα είναι εύχρηστο
- 13) Το πατίνι, θα είναι εργονομικό
- 14) Το πατίνι, θα είναι κατασκευασμένο από ελαστικό υλικό για περισσότερη ευκαμψία
- 15) Το πατίνι, θα αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα από 25 έως 40 km/h
- 16) Το πατίνι, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες από -5 έως 40 °C
- 17) Το πατίνι, θα ευνοεί την εύκολη αλλαγή μπαταρίας (swappable battery pack)
- 18) Το πατίνι, θα χρειάζεται από 3 έως 5 διαφορετικά εργαλεία για την συντήρησή του
- 19) Το πατίνι, θα διαθέτει εφαρμογή για smartphones
- 20) Το πατίνι, θα αποτελείται από 7 έως 15 βασικά εξαρτήματα
- 21) Το πατίνι, θα αποτελείται από μοτέρ συνολικής ισχύος από 500 W και άνω
- 22) Το πατίνι, θα αποτελείται από τέσσερις ρόδες
- 23) Ο χρήστης, θα έχει όρθια θέση οδήγησης
- 24) Ο χρήστης, θα έχει παρόμοια θέση οδήγησης με αυτή ενός skater ή ενός surfer
- 25) Ο χρήστης, θα χειρίζεται το πατίνι μέσω ενός ασύρματου χειριστηρίου

Quality function deployment

Είναι μια μέθοδος που αναπτύχθηκε για να βοηθήσει στη μετατροπή της «φωνής» του πελάτη σε τεχνικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος. Ο Yoji Akao, ο αρχικός προγραμματιστής, περιέγραψε την QFD ως μια μέθοδο για τη μετατροπή των ποιοτικών απαιτήσεων των χρηστών σε ποσοτικές παραμέτρους, με σκοπό την ανάπτυξη των λειτουργιών και μεθόδων που διαμορφώνουν την ποιότητα του σχεδιασμού σε υποσυστήματα και εξαρτήματα και τέλος σε συγκεκριμένα στοιχεία τη διαδικασία κατασκευής (Mizuno, Akao, & Ishihara, 1994).

Το σπίτι της ποιότητας (house of quality), είναι ένα μέρος της QFD, είναι το βασικό εργαλείο σχεδιασμού της ανάπτυξης της λειτουργίας της ποιότητας. Προσδιορίζει και ταξινομεί τις επιθυμίες των πελατών και την σημαντικότητα αυτών των επιθυμιών. Επίσης, εντοπίζει τεχνικά χαρακτηριστικά που μπορεί να σχετίζονται με αυτές τις επιθυμίες, συσχετίζει τα δύο, επιτρέπει την επαλήθευση αυτών των συσχετισμών και στη συνέχεια ορίζει στόχους και προτεραιότητες για τις απαιτήσεις του συστήματος. Αυτή η διαδικασία μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε επίπεδο σύνθεσης συστήματος (π.χ. σύστημα ή υποσύστημα) στο σχεδιασμό ενός προϊόντος και επιτρέπει την εκτίμηση διαφορετικών εννοιών ενός συστήματος. Το σπίτι της ποιότητας εμφανίστηκε το 1972 στο σχεδιασμό ενός πετρελαιοφόρου από τη Mitsubishi Heavy Industries (Ullman, 2010).

Παρακάτω, βλέπουμε την μέθοδο του house of quality συγκεκριμένα για τον σχεδιασμό ενός ηλεκτρικού skateboard. Αριστερά έχουμε τις απαιτήσεις χρηστών, στο επάνω τις σχεδιαστικές προδιαγραφές και δεξιά μια αξιολόγηση ικανοποίησης των αναγκών από ανταγωνιστικά προϊόντα. Στο κεντρικό πλαίσιο, βλέπουμε κατά πόσο ικανοποιούνται οι απαιτήσεις από τις σχεδιαστικές προδιαγραφές και τέλος στο τρίγωνο στην κορυφή, βλέπουμε την αλληλεπίδραση μεταξύ των προδιαγραφών (Jones, 2017).

Τα βασικά βήματα για τον σχεδιασμό ενός διαγράμματος ποιότητας – λειτουργίας (quality – function diagram):

Βήμα 1: προσδιορισμός των απαιτήσεων των χρηστών και πόσο σημαντικές είναι για τον χρήστη.

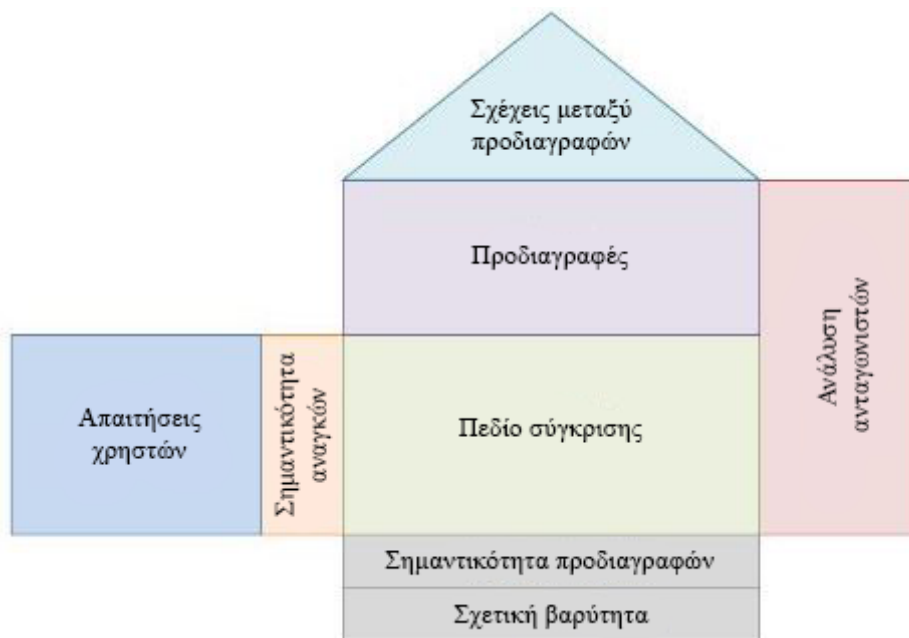
Βήμα 2: προσδιορισμός των σχεδιαστικών προδιαγραφών για το αντικείμενό μου.

Βήμα 3: προσδιορισμός των σχέσεων μεταξύ των προδιαγραφών. Δηλαδή ποια είναι η σχέση μεταξύ τους, αλληλοσυμπληρώνονται ή ακυρώνει η μία την άλλη. Για παράδειγμα όταν θέλουμε «ελάχιστο βάρος», μας βοηθάει η προδιαγραφή των μικρών διαστάσεων. Αντιθέτως, αντιμετωπίζουμε πρόβλημα με την αυτονομία γιατί όσο μεγαλύτερη είναι η αυτονομία τόσο μεγαλύτερο και το βάρος του οχήματός.

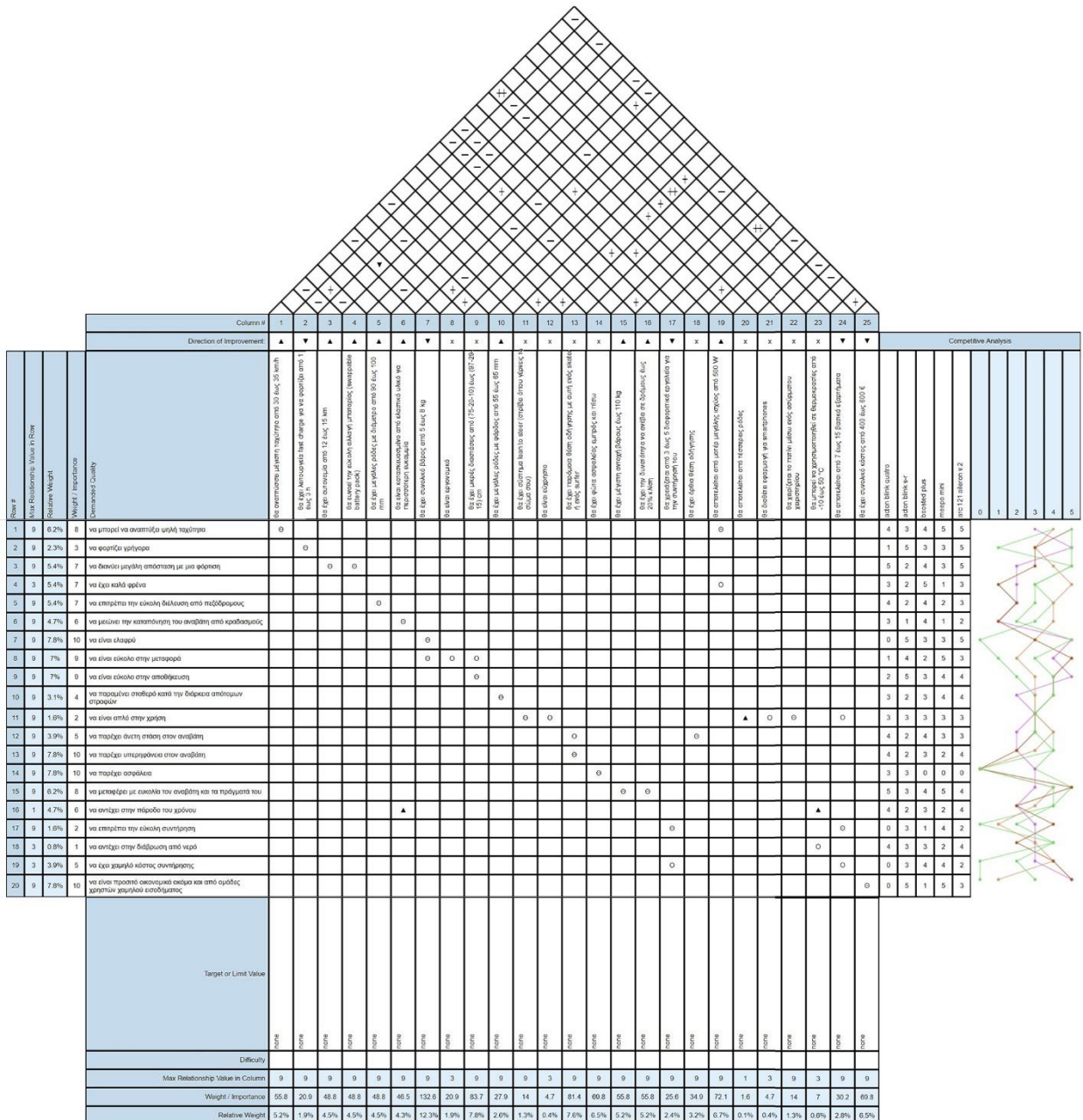
Βήμα 4: προσδιορισμός των σχέσεων μεταξύ απαιτήσεων και προδιαγραφών και προσπάθεια για κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερων απαιτήσεων. Δηλαδή η προδιαγραφή των μικρών διαστάσεων, καλύπτει και την ανάγκη για εύκολη μεταφορά και για εύκολη αποθήκευση.

Βήμα 5: αξιολόγηση των ανταγωνιστικών προϊόντων και κατά πόσο καλύπτουν τις ανάγκες των χρηστών.

Βήμα 6: αξιολόγηση της σημαντικότητας των προδιαγραφών. Αν είναι πολύ σημαντικές βαθμολογούνται με 9, αν είναι μέτριας σημασίας με 3 και αν δεν είναι καθόλου σημαντικές με 1. Τέλος παρουσιάζεται το % ποσοστό την σχετικής βαρύτητας που πρέπει να δοθεί σε κάθε προδιαγραφή. Για παράδειγμα, η προδιαγραφή που αφορά το βάρος, έχει 12,3% βαρύτητα σε αντίθεση με την γρήγορη φόρτιση (fast charge) που έχει βαρύτητα 1,9%.



Εικόνα 36: Απλοποιημένη αναπαράσταση house of quality



Σχίμα 11: House of quality

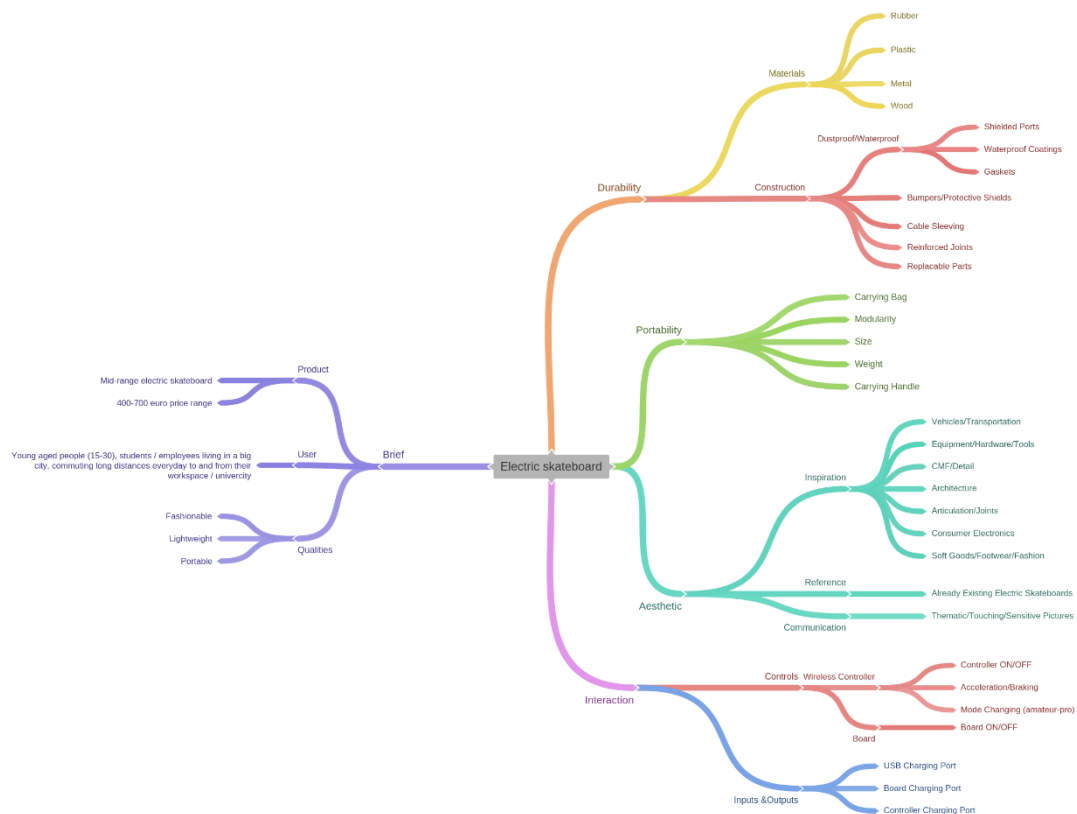
Brief

Σχεδιασμός ηλεκτρικού skateboard για άτομα νεαρής ηλικίας (15-30 ετών) που ζούνε σε μεγάλες πόλεις και πραγματοποιούν καθημερινά μετακινήσεις (commuting) από και προς τον χώρο εργασίας τους (σχολείο, σχολή, γραφείο). Στον σχεδιασμό του οχήματος, θα δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ελαχιστοποίηση του βάρους, στην εύκολη μεταφορά του, στο αισθητικό κομμάτι καθώς και στην τιμή του.

Εννοιολογικός χάρτης (Mind mapping)

Ο εννοιολογικός χάρτης είναι ένα διάγραμμα για την αναπαράσταση λέξεων, εννοιών ή αντικειμένων που συνδέονται με και διευθετούνται γύρω από ένα κεντρικό θέμα χρησιμοποιώντας μια μη γραμμική διάταξη που επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει ένα διαισθητικό πλαίσιο γύρω από μια κεντρική ιδέα. Ένας χάρτης μυαλού μπορεί να μετατρέψει μια μεγάλη λίστα μονότονων πληροφοριών σε ένα πολύχρωμο, αξέχαστο και εξαιρετικά οργανωμένο διάγραμμα που λειτουργεί σύμφωνα με τον φυσικό τρόπο του εγκεφάλου.

Το συγκεκριμένο διάγραμμα έχει σαν κεντρική ιδέα τα ηλεκτρικά skateboard και αρκετές υποκατηγορίες όπως απευθυνόμενο κοινό, πλεονεκτήματα, υλικά κατασκευής, φορητότητα, αισθητική και αλληλεπίδραση με τον χρήστη. Ο χάρτης αυτός, βοηθάει στην οργάνωση των ιδεών πριν φτάσουμε στο κομμάτι της προκαταρκτικής σχεδίασης (**Error! Reference source not found.**).



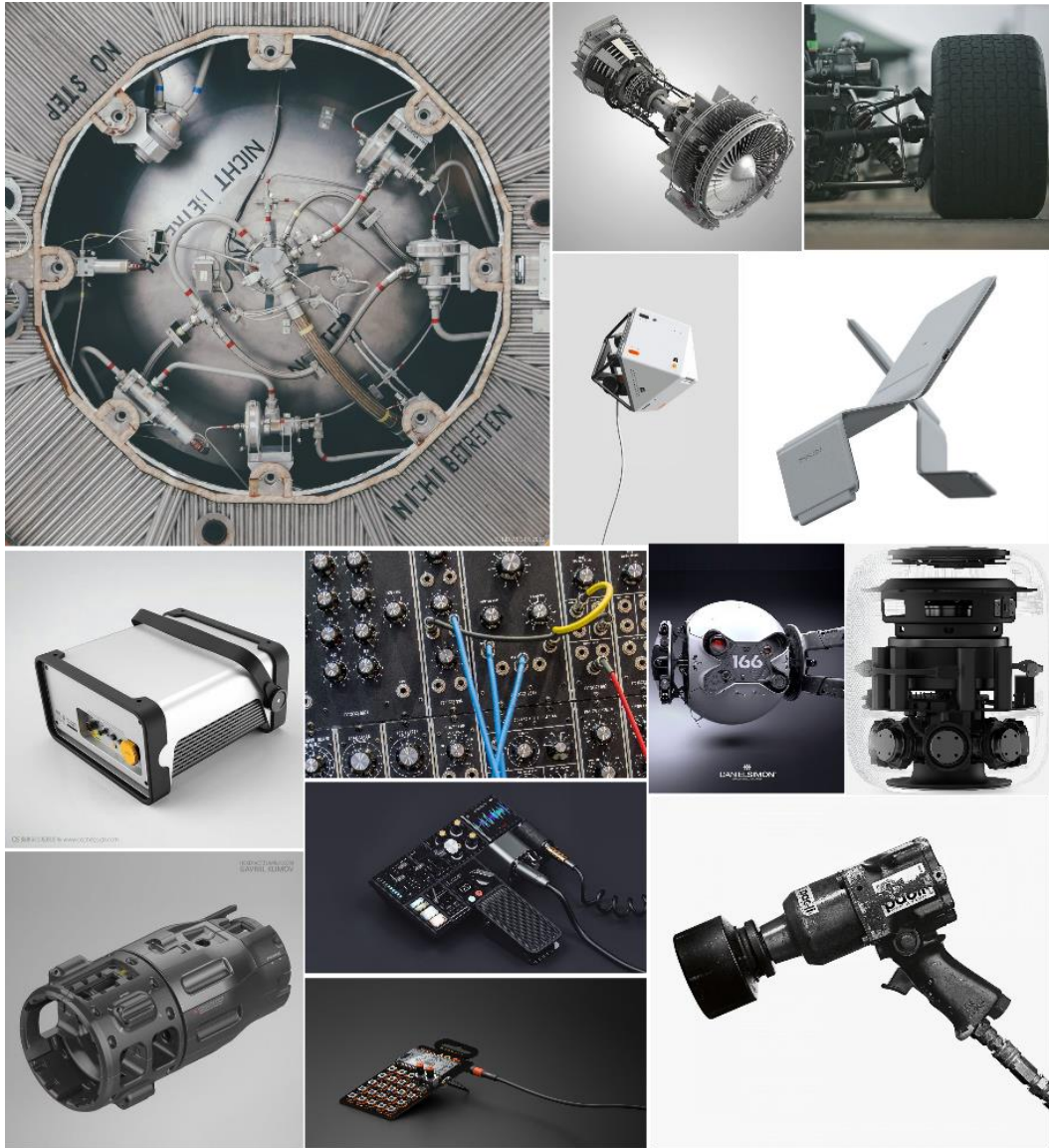
Σχήμα 12: Εννοιολογικός χάρτης

Προκαταρκτικός σχεδιασμός

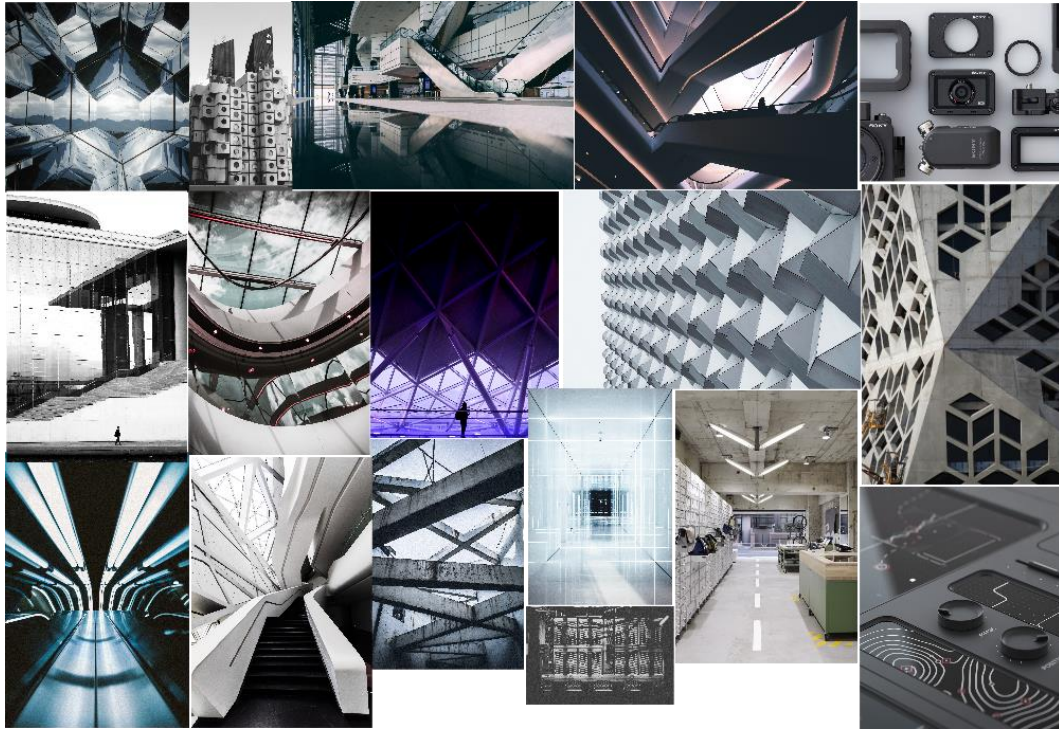
Προκαταρκτικός σχεδιασμός είναι μια πρώιμη φάση της διαδικασίας σχεδιασμού, στην οποία διατυπώνονται τα γενικά περιγράμματα της λειτουργίας και της μορφής ενός αντικειμένου. Περιλαμβάνει το σχεδιασμό διάδρασης με το αντικείμενο, εμπειρία χρήστη και βασικές λειτουργίες. Η συγκεκριμένη ενότητα περιλαμβάνει mood boards με την αισθητική που βοήθησε στην ανάπτυξη των σχεδίων, την αισθητική του απευθυνόμενου κοινού, καθώς και τα τρία επικρατέστερα προκαταρκτικά σχέδια.

Mood boards

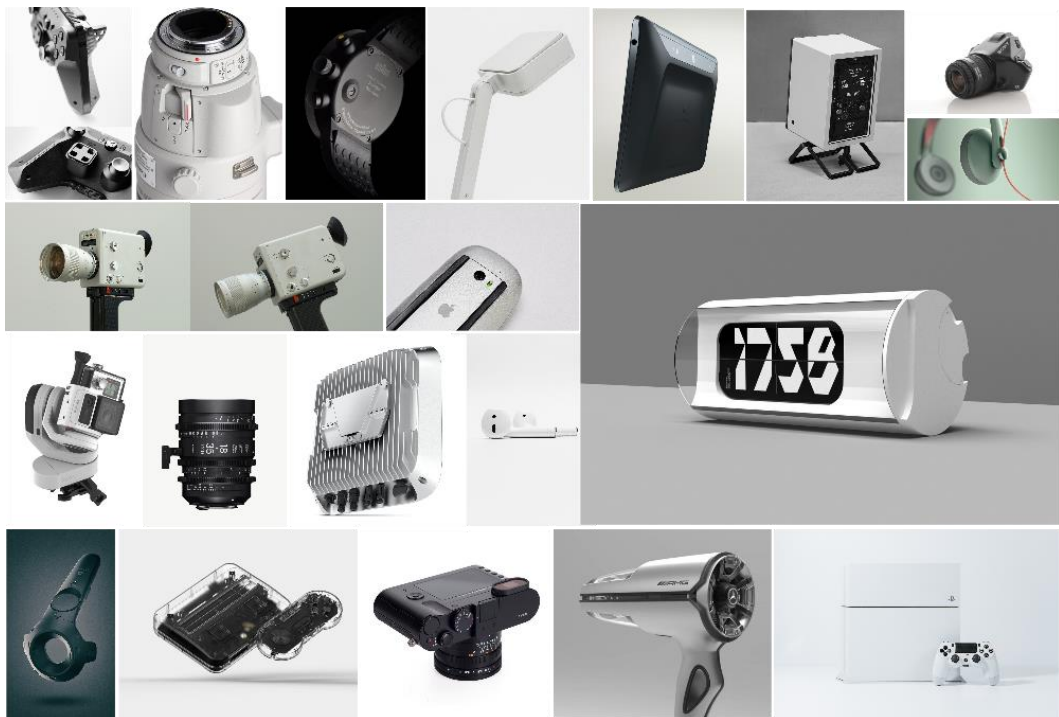
Στην συνέχεια, υπάρχουν κάποιες συνθέσεις φωτογραφιών με τις σχεδιαστικές τάσεις κατηγοριοποιημένες ανάλογα με τον τύπο των προϊόντων. Με αυτό τον τρόπο, προσπαθούμε να αποκτήσουμε μια γενική ιδέα για την αισθητική των προϊόντων που βρίσκονται γύρω μας. Οι φωτογραφίες είναι ομαδοποιημένες στις πιο βασικές κατηγορίες του βιομηχανικού σχεδιασμού. Αρχικά έχουμε ένα mood board με εργαλεία, εξαρτήματα και διάφορα μηχανικά μέρη (Εικόνα 37). Στην συνέχεια ένα mood board με αρχιτεκτονική, σχεδιασμό εγκαταστάσεων και υλικά (Εικόνα 38). Mood board με ηλεκτρικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται σε καθημερινή χρήση όπως κινητά, κάμερες και τηλεοράσεις (Εικόνα 39). Στην συνέχεια έχουμε σχεδιασμό ενδυμάτων όπως ρούχα και παπούτσια (Εικόνα 40). Άλλη μία κατηγορία, είναι ο λεπτομερής σχεδιασμός, χρώματα, υφές, φινιρίσματα ή αλλιώς cmf design (color, texture, finishing) (Εικόνα 41). Βασική κατηγορία mood board είναι η σχεδίαση οχημάτων όπως αυτοκίνητα και μηχανές (Εικόνα 42). Ακολουθεί ένα mood board για τον σχεδιασμό συνδέσμων μεταξύ εξαρτημάτων (Εικόνα 44). Και τέλος ακολουθεί ένα mood board που αφορά διάφορα ηλεκτρικά πατίνια και skateboard (Εικόνα 45).



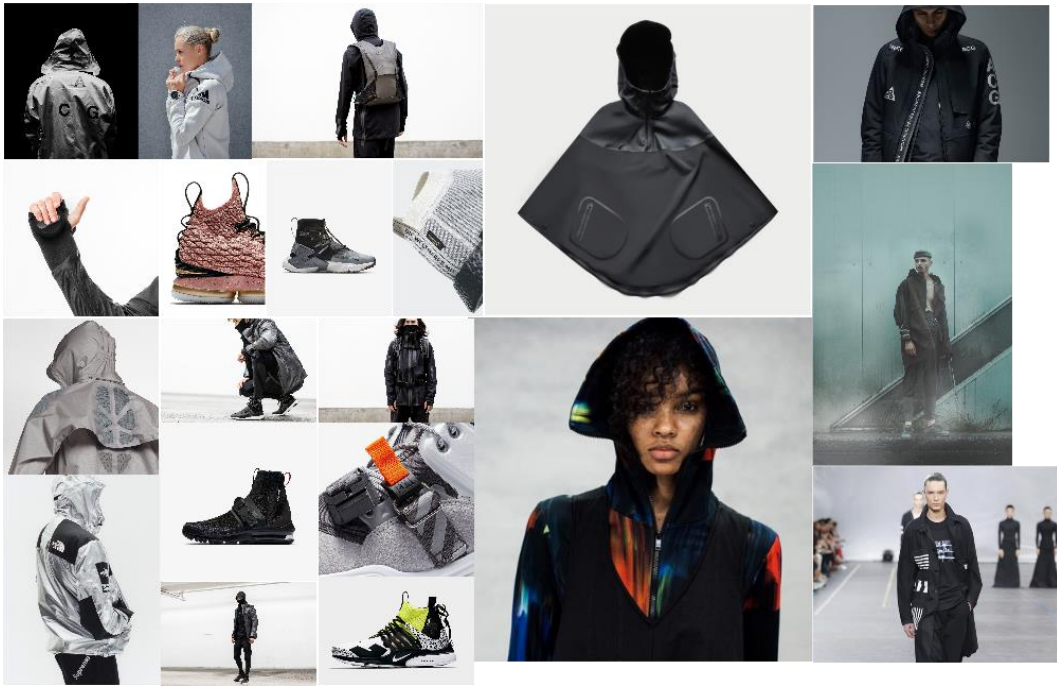
Εικόνα 37: Equipment, hardware, tools



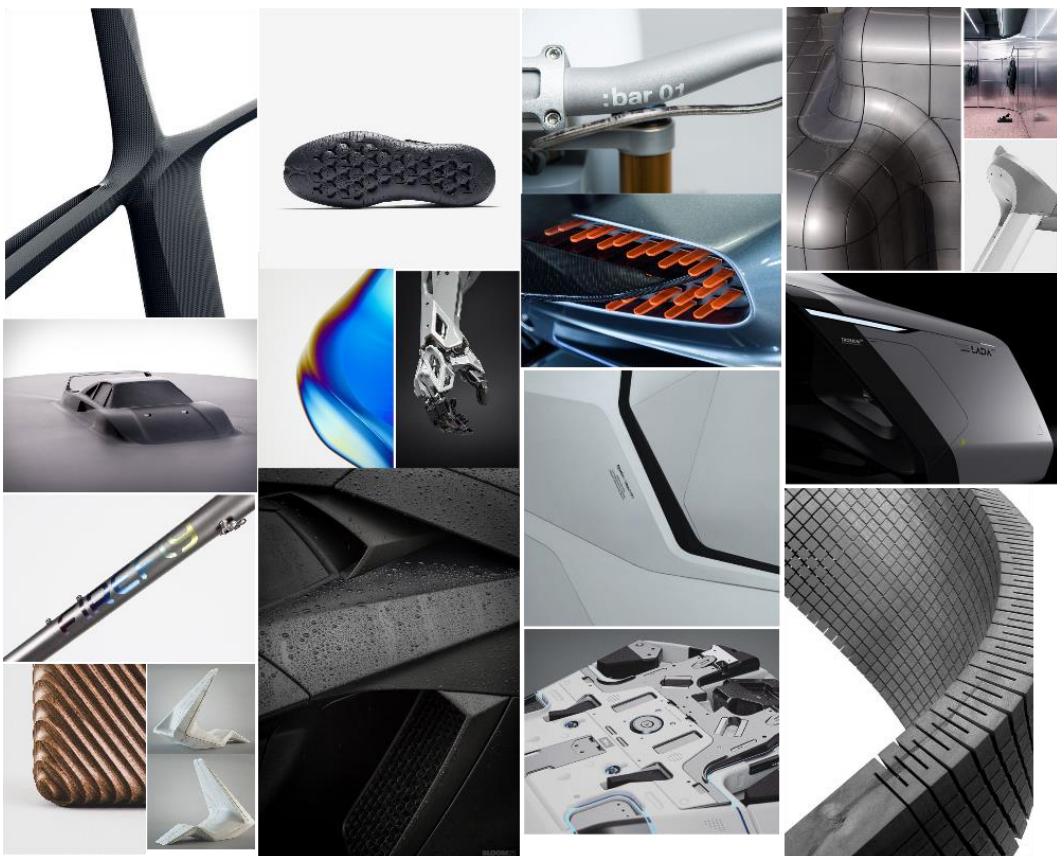
Εικόνα 38:Architecture



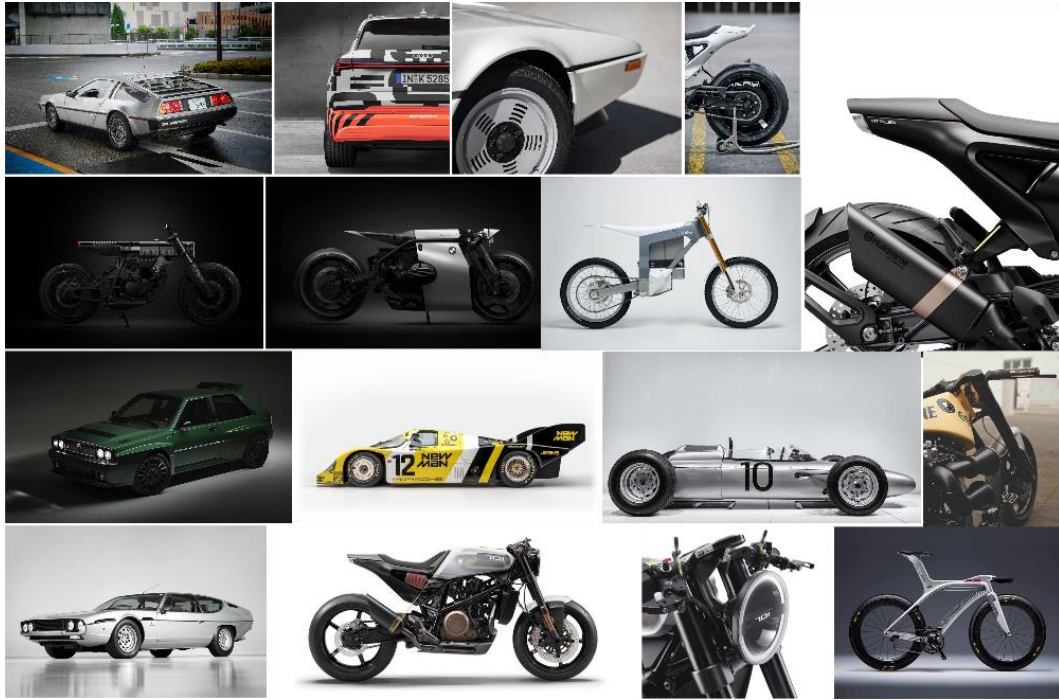
Εικόνα 39:Consumer electronics



Εικόνα 40: Soft goods, footwear



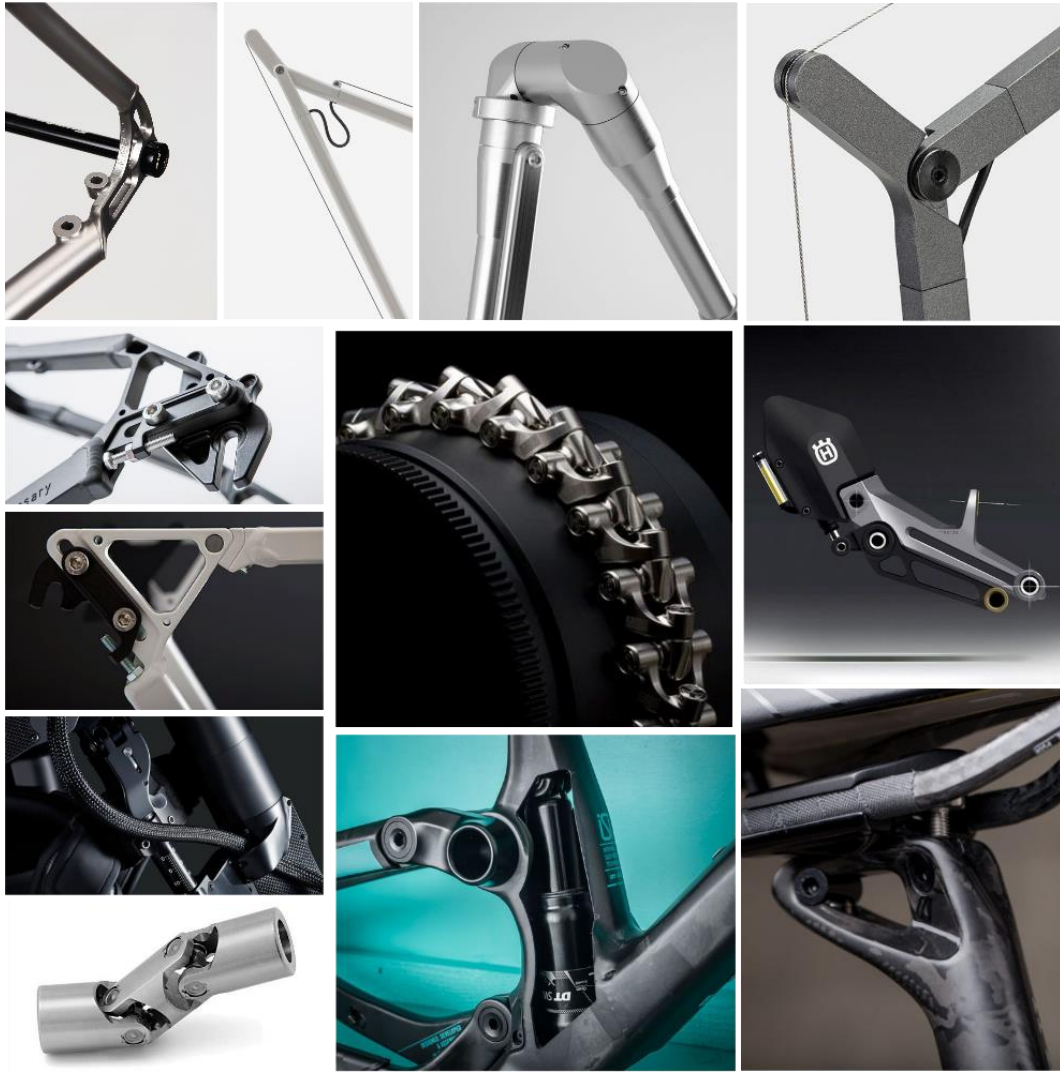
Εικόνα 41: CMF, detail



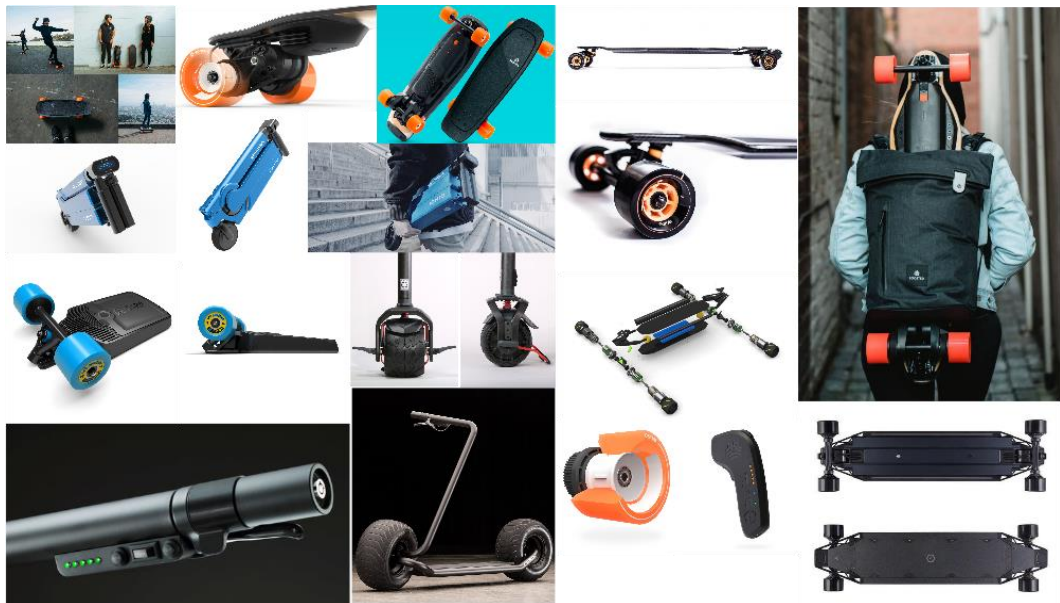
Εικόνα 42: Transportation, vehicle



Εικόνα 43: Thematic, sensitive, touching



Εικόνα 44: Articulation, joints

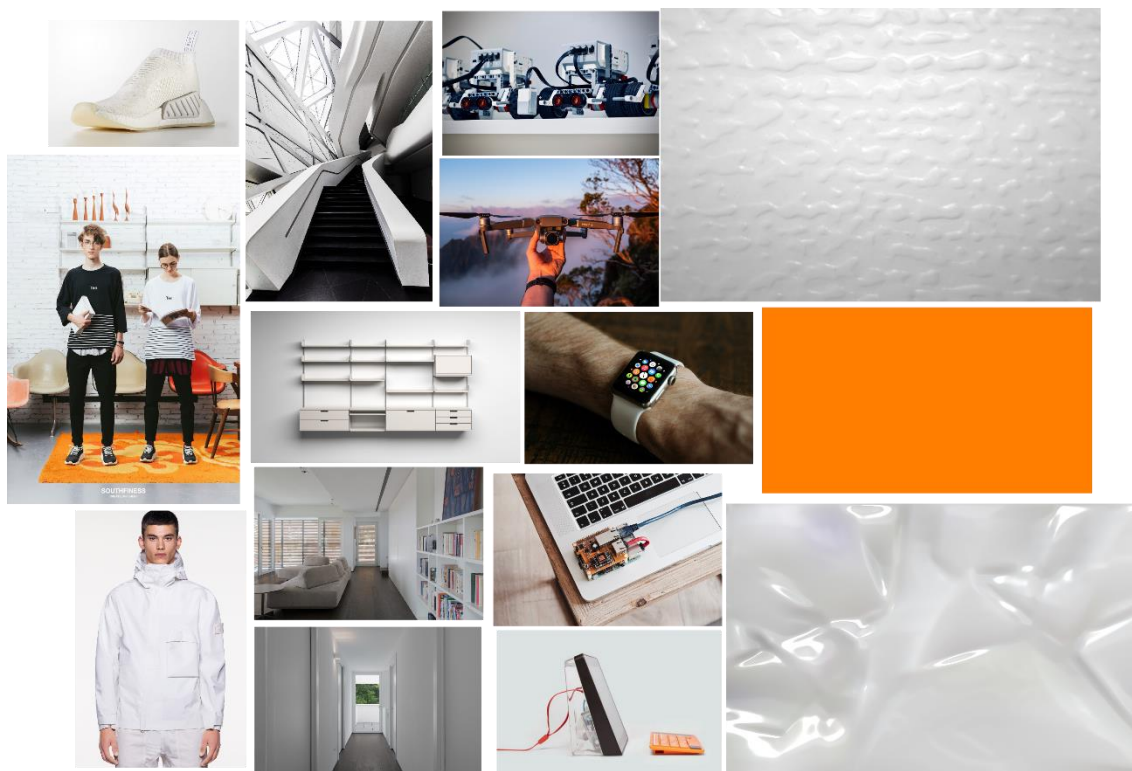


Εικόνα 45: Electric vehicle references

Αναλύσεις χρηστών

- 1) Μαθητής ηλικίας 15-20 ετών και ζει σε μεγάλη πόλη. Είναι γεννημένος 1999 2004 και ανήκει στην τελευταία γενιά ή αλλιώς generation z. Τα άτομα που ανήκουν στην gen z, φαίνεται να αναπτύσσουν περισσότερα κοινά με τους παππούδες τους, παρά με τους γονείς τους. Χαρακτηρίζονται, από σκληρή δουλειά, οικονομική υπευθυνότητα, ανεξαρτησία και αποφασιστικότητα. Επίσης, έχουν μια πιο συντηρητική ματιά όσον αφορά την επιτυχία, τα χρήματα, την εκπαίδευση και την εξέλιξη της καριέρας τους. Τα άτομα της γενιάς αυτής, ονομάζονται και “technology savants” δηλαδή είναι πολύ καλοί στις γνώσεις και τον χειρισμό νέων τεχνολογιών σε βαθμό που αγγίζει τα όρια αυτισμού. Γενικότερα είναι πολύ ισχυρά άτομα που γνωρίζουν τις ικανότητές τους και τα όριά τους (Εικόνα 46).

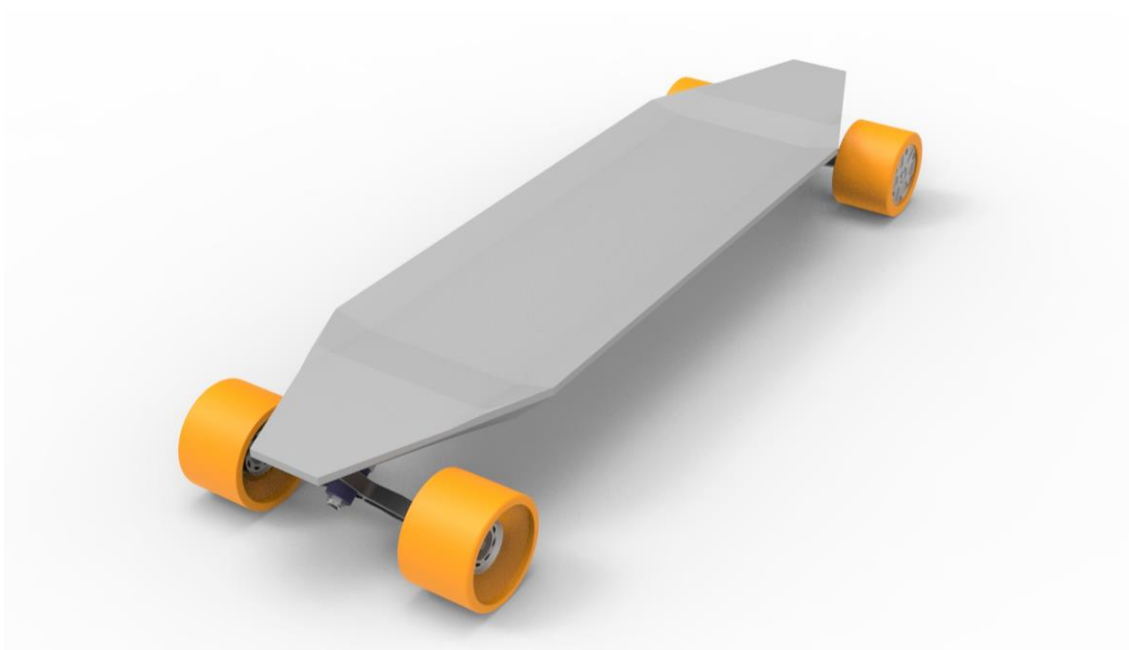
Χαρακτηριστικά της προσωπικότητας του: βαθιά επιθυμία του είναι η γνώση των θεμελιωδών νόμων της λειτουργίας του σύμπαντος. Ο στόχος του είναι να πραγματοποιεί τα όνειρά του. Μεγαλύτερος του φόβος είναι οι απρόοπτες αρνητικές συνέπειες. Στρατηγική του, είναι η ανάπτυξη ενός οράματος και το κυνήγι του. Αδυναμία του είναι ότι μπορεί να γίνει χειριστικός. Παρ’ όλα αυτά, μπορεί να βρίσκει θετικά αποτελέσματα από μια διαφωνία. Είναι γνωστός ως οραματιστής, καινοτόμος, χαρισματικός ηγέτης και μεσολαβητής.



Εικόνα 46: mood board χρήση 1

Προκαταρκτικά σχέδια

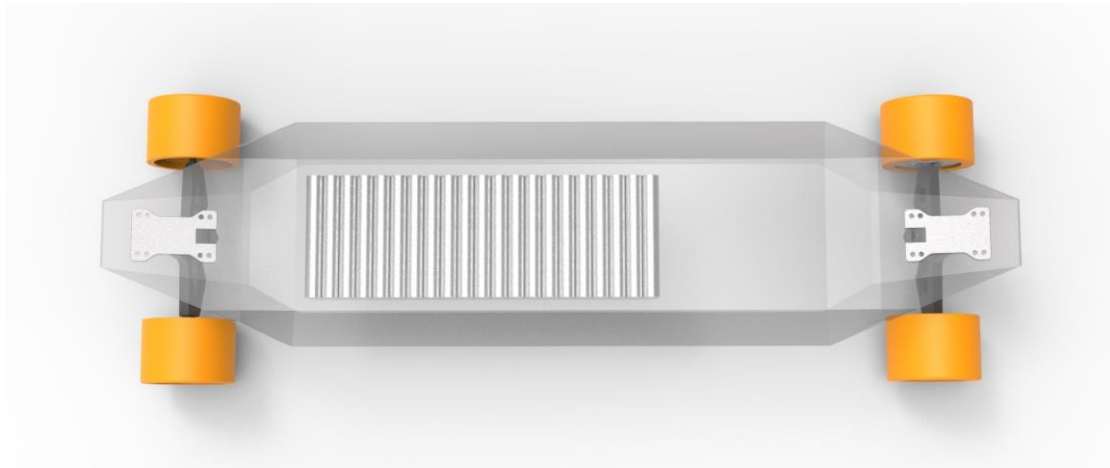
Το πρώτο προσχέδιο είναι σχεδιασμένο με βάση τις αισθητικές προδιαγραφές του πρώτου περσόνα. Έχει διαστάσεις 965x310x125 και είναι το μεγαλύτερο από τα τρία concept διότι απευθύνεται σε μικρές ηλικίες. Έτσι, σε περίπτωση που ο χρήστης δεν είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένος με την χρήση skateboard, να μπορεί να κρατήσει εύκολα την ισορροπία του και να διατηρεί τον έλεγχο. Παρέχει αυτονομία έως 30 km με την βοήθεια 40 μπαταριών τύπου sdi σε διάταξη 20S2P (20 μπαταρίες συνδεδεμένες σε σειρά και 2 σειρές παράλληλα). Διαθέτει δυο κινητήρες (hub motors) 2x1000 W και προσφέρει μέγιστη ταχύτητα έως 35 km/h. Αισθητικά ακολουθεί την τάση του μινιμαλισμού καθώς όλα τα εξαρτήματά του βρίσκονται προστατευμένα μέσα σε ένα πλαστικό κουτί που βρίσκεται κάτω από την σανίδα και ακολουθεί την φόρμα της. Η σανίδα είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο και αντέχει βάρος έως 120 κιλά. Το συνολικό βάρος του skateboard, είναι 12 κιλά.



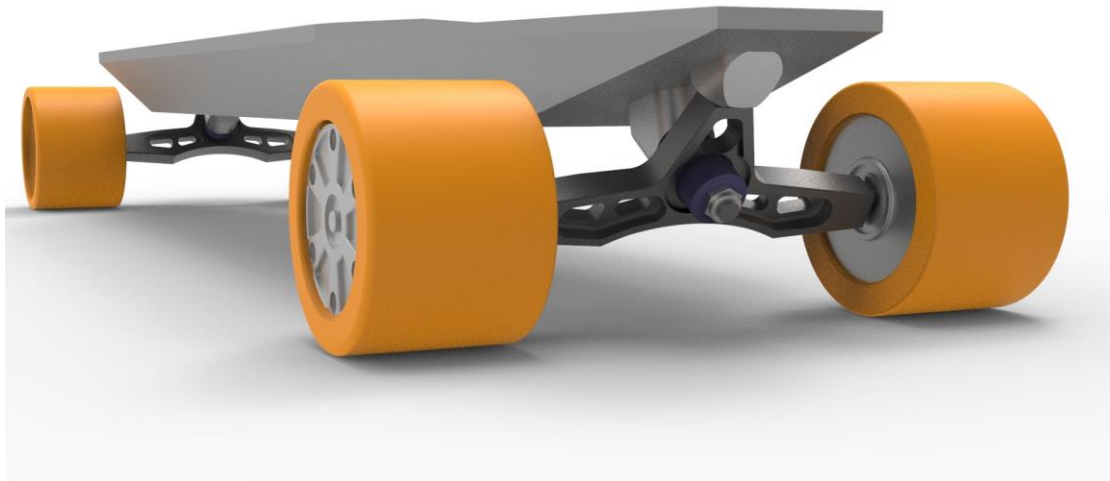
Εικόνα 49: Γενική εμφάνιση



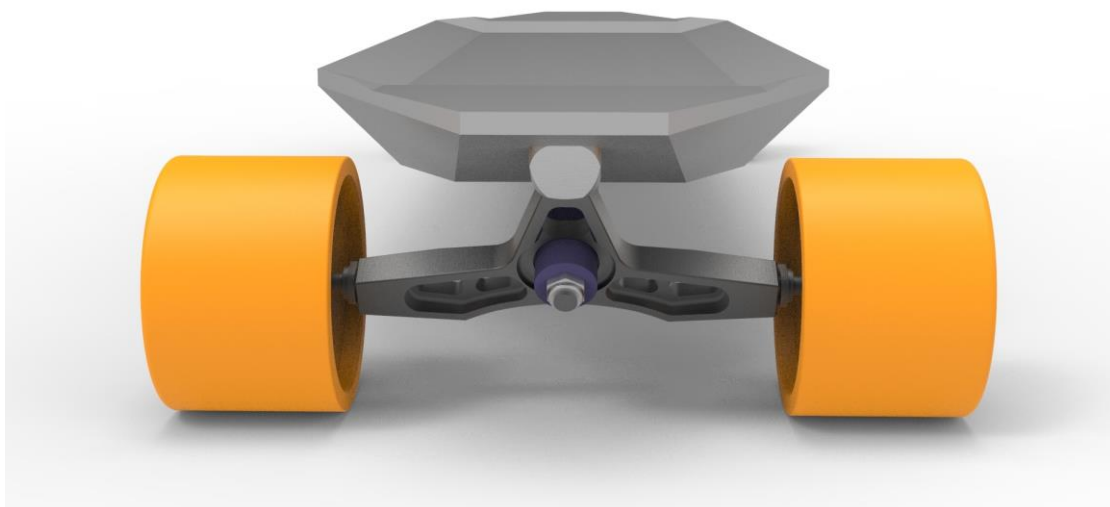
Εικόνα 50: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη)



Εικόνα 51: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (κάτωψη)



Εικόνα 52: Hub motors/steering system



Εικόνα 53: Μπροστά όψη

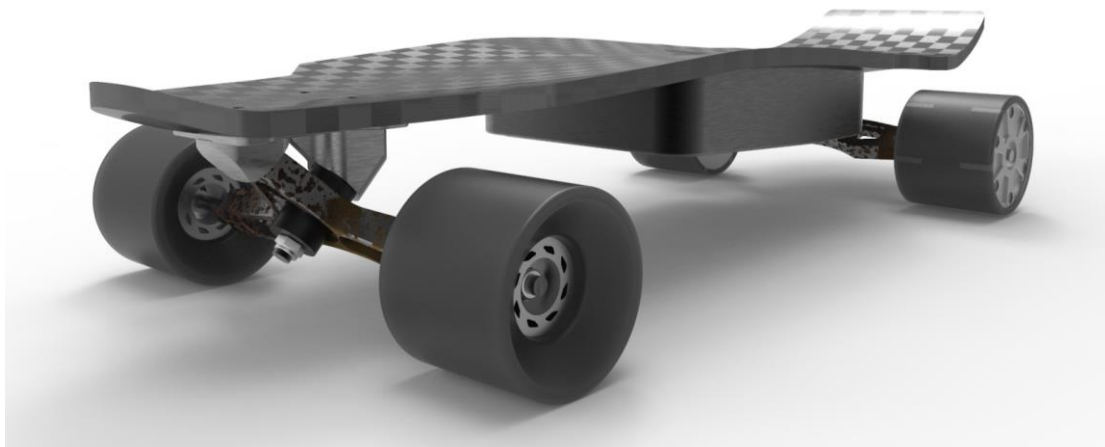
Το δεύτερο concept είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αισθητικές προδιαγραφές του δεύτερου περσόνα. Παρέχει αυτονομία έως 15 km με χρήση 14 μπαταριών τύπου sdi σε διάταξη 7S2P (7 μπαταρίες συνδεδεμένες σε σειρά και 2 σειρές παράλληλα). Η αλλαγή μπαταρίας είναι αρκετά εύκολη αρκεί ο χρήστης να έχει δεύτερη μπαταρία (battery pack) μαζί του. Έχει την δυνατότητα να αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα έως 22 km/h με χρήση δύο κινητήρων (hub motors) 2x250 W. Είναι το μικρότερο σε διαστάσεις skateboard με διαστάσεις 700x300x135 και συνολικό βάρος 6 κιλά. Αυτό βοηθάει τους χρήστες να το κουβαλάνε σχεδόν παντού μαζί τους όπως για παράδειγμα στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Διαθέτει kicktail για ευκολότερη διαχείριση σε στροφές. Η σανίδα είναι κατασκευασμένη από ανθρακόνημα προσφέροντας αντοχή και ελάχιστο βάρος. Η βάση των μπαταριών είναι κατασκευασμένη από πλαστικό για την επίτευξη χαμηλού κόστους παραγωγής και μερική αδιαβροχοποίηση.



Εικόνα 54: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 55: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη)

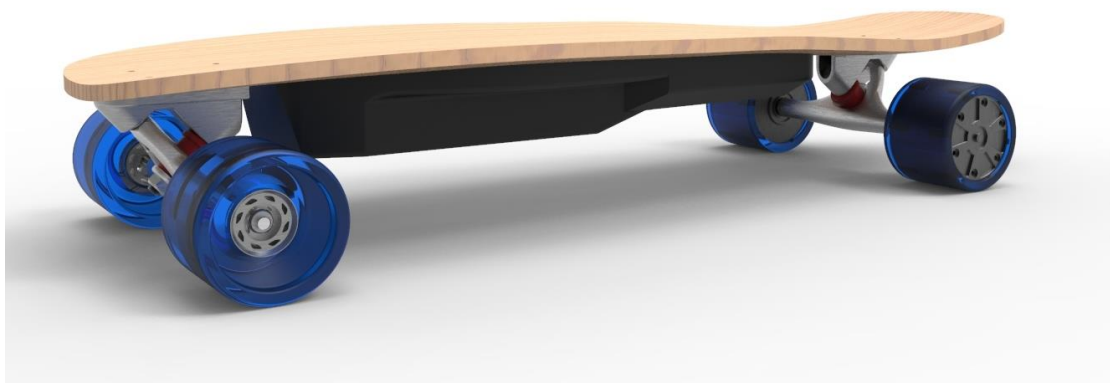


Εικόνα 56: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 57: Κάτω όψη

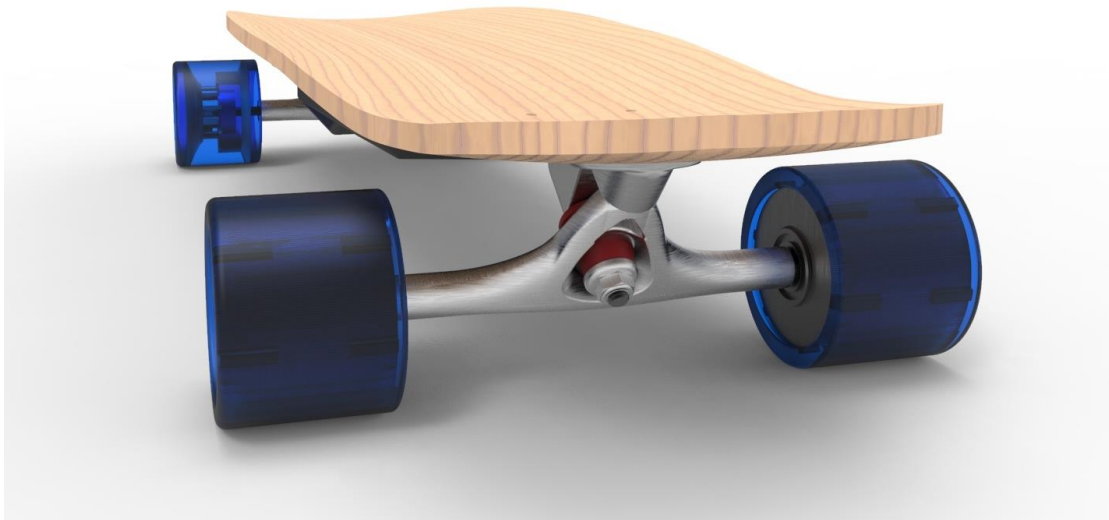
Το τρίτο προσχέδιο, παρέχει αυτονομία έως 20 km με χρήση 20 μπαταριών τύπου sdi σε διάταξη 10S2P (10 μπαταρίες συνδεδεμένες σε σειρά και 2 σειρές παράλληλα). Και έχει διαστάσεις 810x320x135 και βρίσκεται κάπου στο μέσον σε σχέση με τα άλλα δύο concept. Μπορεί να αναπτύξει μέγιστη ταχύτητα έως 28 km/h με χρήση δύο κινητήρων (hub motors) 2x500 W. Το συγκεκριμένο προσχέδιο, προσπαθεί να προσεγγίσει το τρίτο περσόνα. Για αυτό τον λόγο χρησιμοποιεί πιο απλές φόρμες, και υλικά (ξύλο, μέταλλο) που παραπέμπουν στην skating κουλτούρα των 90s θέλει να προκαλέσει στο απευθυνόμενο κοινό οικειότητα και νοσταλγία. Το περίβλημα των μπαταριών από πλαστικό και το συνολικό βάρος φτάνει τα 9 κιλά.



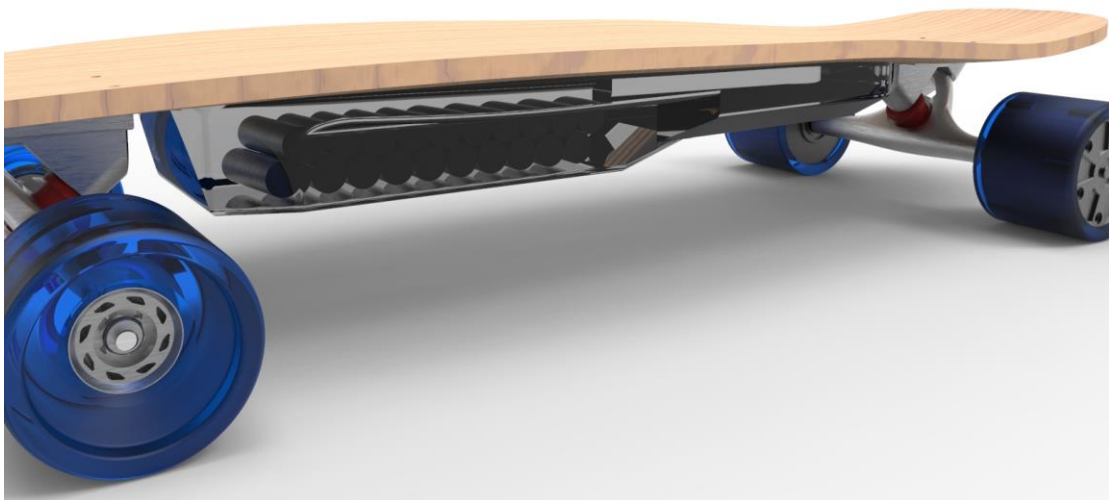
Εικόνα 58: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 59: Γενική εμφάνιση



Εικόνα 60: Πίσω όψη



Εικόνα 61: Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (πλάγια όψη)

Αξιολόγηση σχεδίων

Αξιολόγηση των τριών concept με βάση την ανταπόκρισή τους στις σχεδιαστικές προδιαγραφές και την γνώμη του κοινού.

Σχεδιαστικές προδιαγραφές	Σχετική βαρύτητα (QFD)	Concept 1	Concept 2	Concept 3
Βάρος	12,3%	12kg	6kg	9kg
Διαστάσεις	7,8%	965x310x125mm	700x300x135mm	810x320x135mm
Τιμή	6,5%	1100€	700€	800€
Μέγιστη ταχύτητα	5,2%	35km/h	22km/h	28km/h
Αυτονομία	5,2%	30km	15km	20km
Διάμετρος τροχών	4,5%	100mm	80mm	90mm
Μέγιστη αντοχή	4,5%	120kg	120kg	120kg

Από τα τρία concept, αυτό που ανταποκρίθηκε καλύτερα σε όλες τις προδιαγραφές, ήταν το τρίτο. Στις σημαντικές όμως προδιαγραφές, όπως είναι το βάρος, οι διαστάσεις και η τιμή ανταποκρίθηκε καλύτερα το δεύτερο concept. Τέλος, το πρώτο concept είχε αρκετά καλά χαρακτηριστικά όσον αφορά την αυτονομία και την μέγιστη ταχύτητα τα οποία όμως έχουν δευτερεύουσα σημασία για το απευθυνόμενο κοινό.

Πέρα από το κομμάτι των τεχνικών προδιαγραφών, πραγματοποιήθηκε μια σύντομη δημοσκόπηση μέσω των κοινωνικών δικτύων για την καταλληλότητα των concept όσον αφορά το αισθητικό κομμάτι. Τελικά, για τα concept 1, 2, 3 οι ψήφοι ήταν 13, 48, 46 αντίστοιχα. Τέλος εφόσον, το δεύτερο concept πληροί σε μεγαλύτερο βαθμό τις προδιαγραφές που είναι πιο σημαντικές για τον χρήστη και βγήκε πρώτο στην ψηφοφορία αποφασίστηκε να προχωρήσει στον λεπτομερή σχεδιασμό.

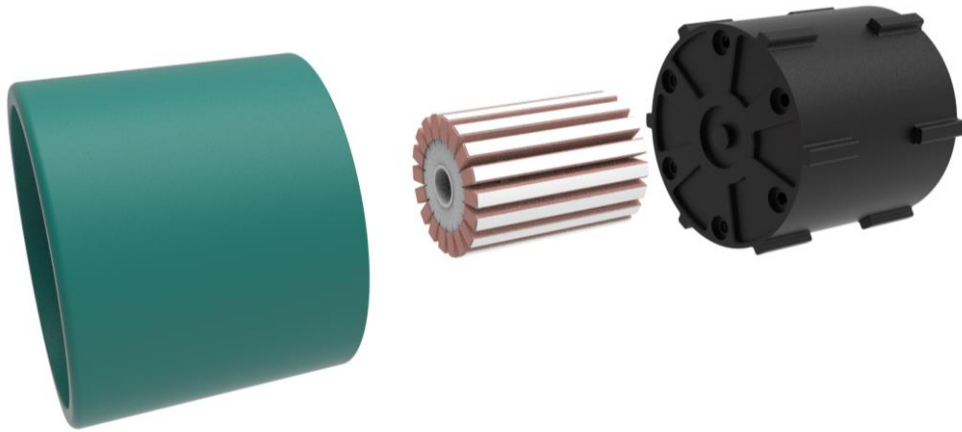
Τελικό concept

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, αναλύεται σχεδιαστικά το δεύτερο από τα τρία concepts. Αυτό σημαίνει ότι πραγματοποιείται ο λεπτομερής σχεδιασμός των εξαρτημάτων του καθώς και σε αναλύσεις και προσομοιώσεις στον τρόπο λειτουργίας του. Τέλος αναλύουμε το κομμάτι της κατασκευασιμότητας και κατά πόσο μπορεί να υλοποιηθεί το αντικείμενο.

Τεχνικά χαρακτηριστικά

1. Κινητήρες (rear hub motors)

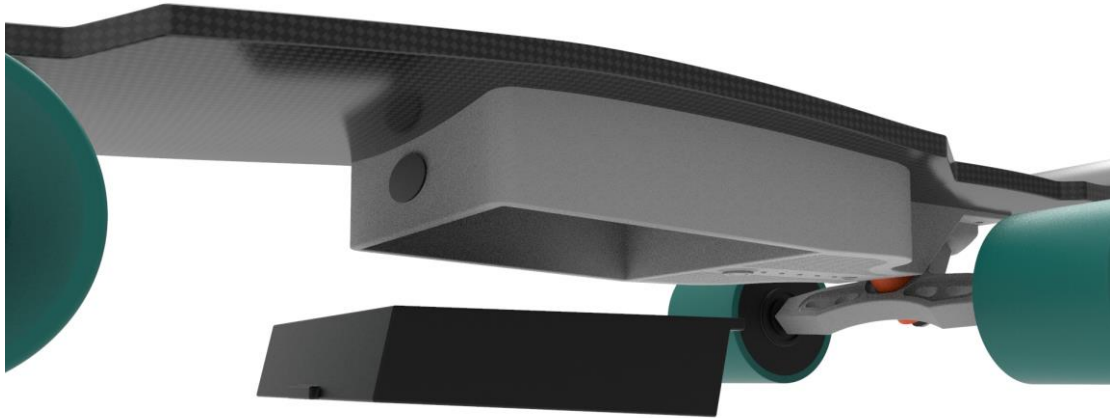
Το skateboard κινείται με δύο ηλεκτρικούς brushless κινητήρες. οι κινητήρες αυτοί, είναι τοποθετημένοι στα κέντρα των δύο πίσω τροχών. Ο καθένας τους έχει ισχύ 250W.



Εικόνα 62: Εξαρτήματα hub motor

2. Μπαταρίες

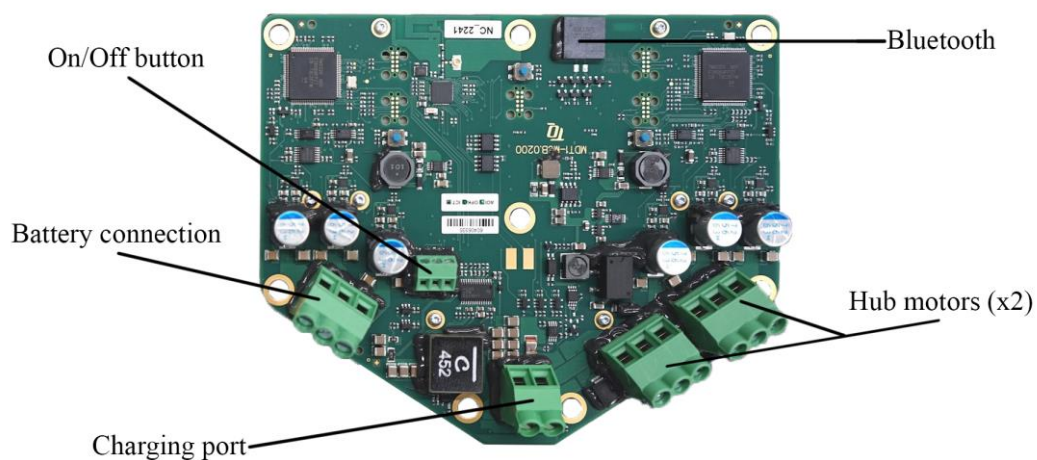
Οι μπαταρίες στεγάζονται μέσα σε ένα πλαστικό κουτί. Το κουτί αυτό, βρίσκεται στο κάτω μέρος της σανίδας και είναι πολύ εύκολη η αντικατάστασή του σε περίπτωση που ο χρήστης «ξεμείνει» από μπαταρία. Το μόνο που χρειάζεται να κουβαλάει μαζί του είναι μια δεύτερη μπαταρία και η αντικατάσταση της είναι ιδιαίτερα εύκολη.



Εικόνα 63: Αλλαγή μπαταρίας

3. Κεντρικός επεξεργαστής

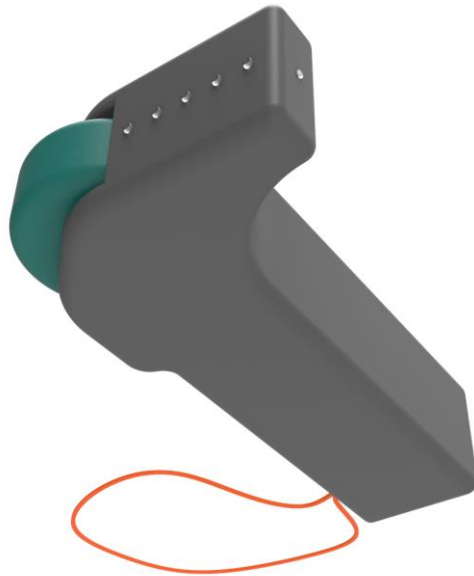
Ο κεντρικός επεξεργαστής, έχει τον πιο δύσκολο ρόλο στο ηλεκτρικό skateboard καθώς συνδέει το τηλεχειριστήριο με το skateboard, το skateboard με το ρεύμα και τις μπαταρίες με τους κινητήρες.



Εικόνα 64: Βασικές λειτουργίες επεξεργαστή

4. Τηλεχειριστήριο (remote control)

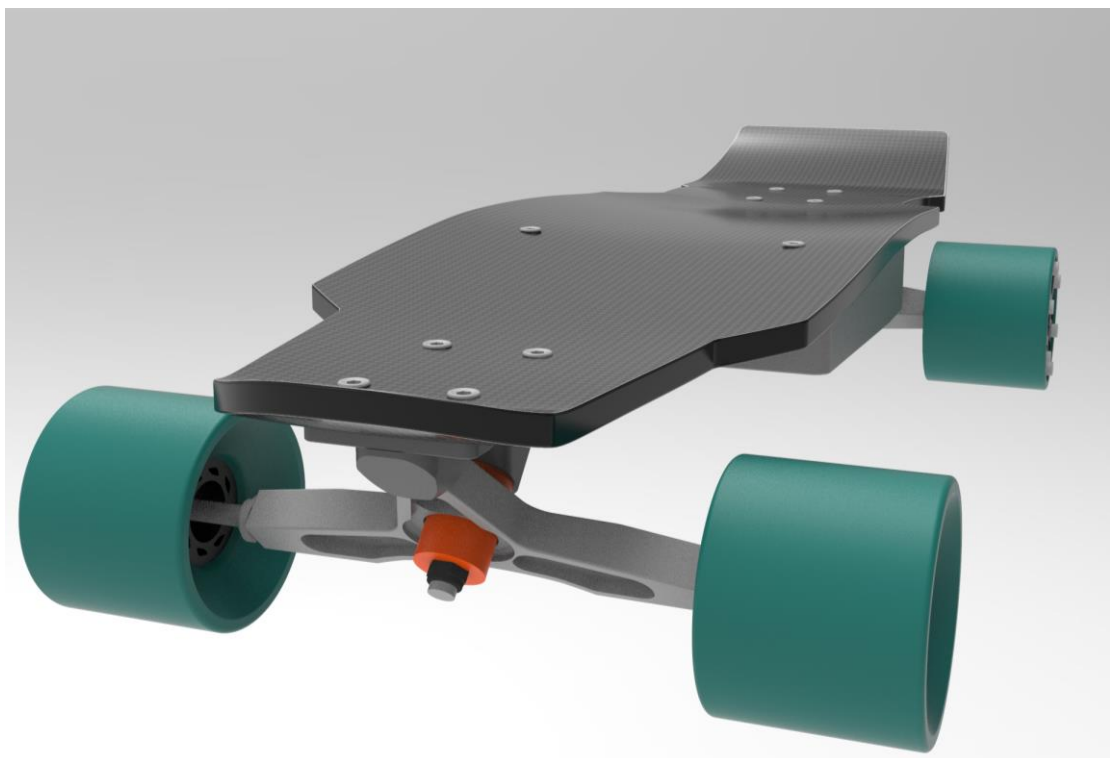
Το τηλεχειριστήριο, αποτελείται από έναν διακόπτη για να ανοίγει και να κλείνει, και έναν ροοστάτη για να ρυθμίζει την ένταση του ρεύματος στους κινητήρες. Πέντε μικρά led φωτάκια, δείχνουν την στάθμη της μπαταρίας για να ξέρει ο χρήστης πότε πρέπει να αλλάξει μπαταρίες.



Εικόνα 65: Τηλεχειριστήριο

Φωτορεαλιστικές απεικονίσεις

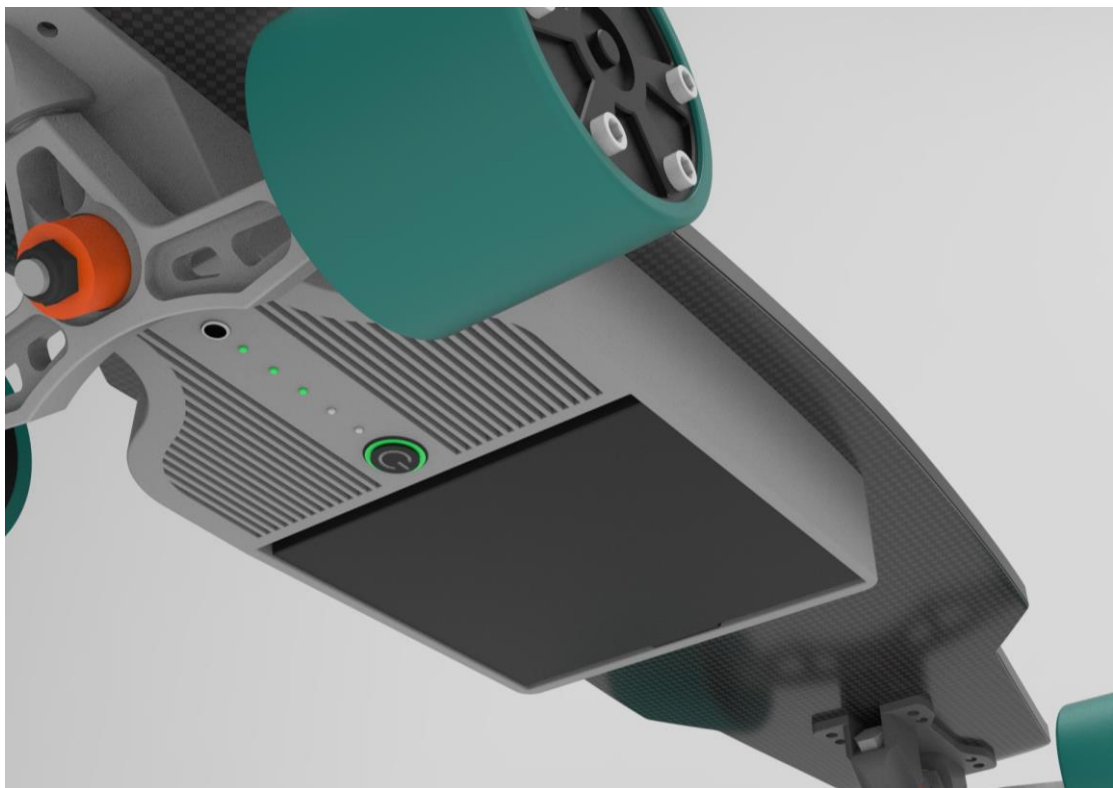
Οι τοποθέτηση υλικών και οι φωτορεαλιστικές απεικονίσεις (renders) πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα keyshot.



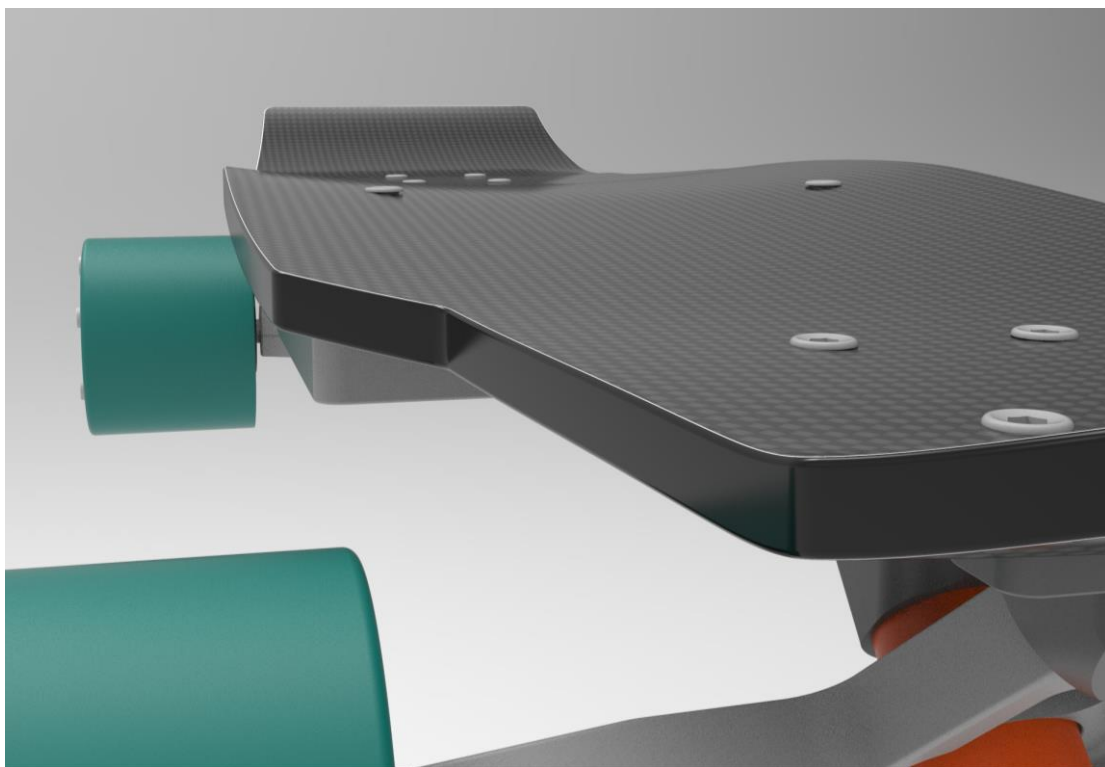
Εικόνα 66: Εμπρός όψη



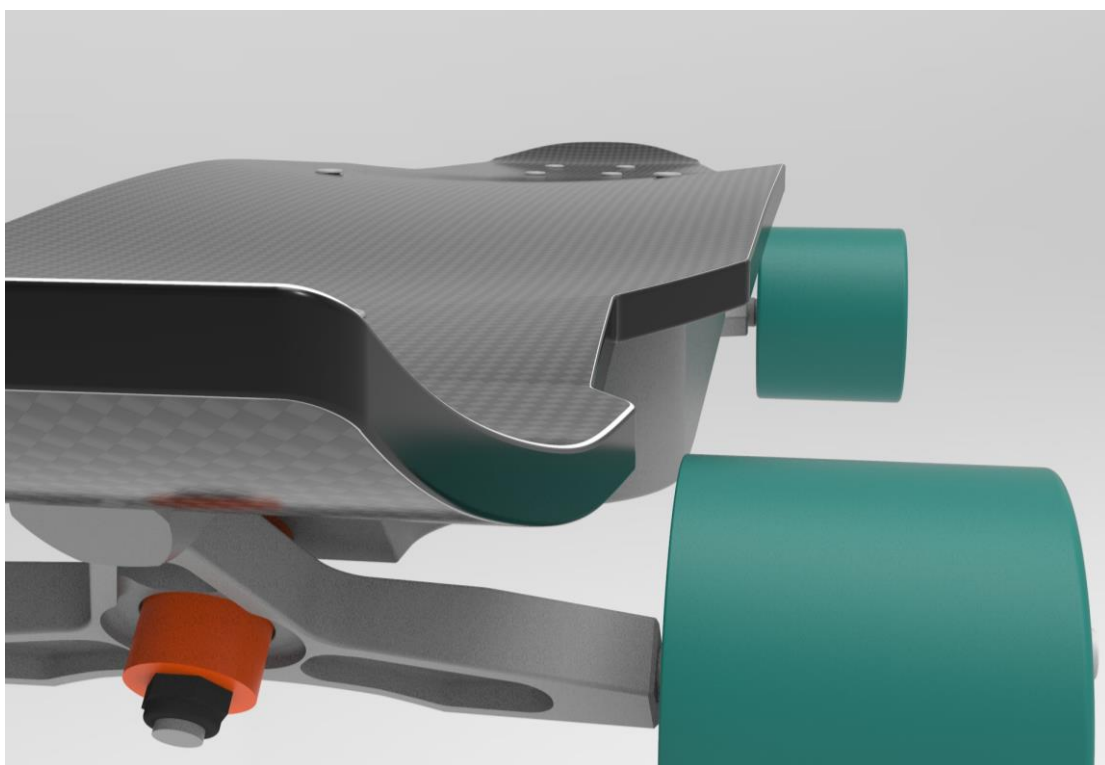
Εικόνα 67: Κάτοψη



Εικόνα 68: Κάλυμα μπαταριών

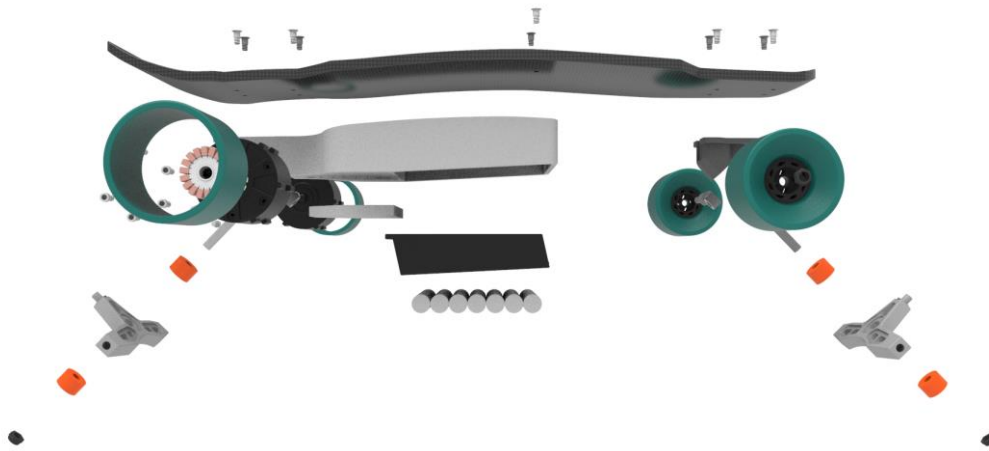


Εικόνα 69: Κοντινό (εμπρός)

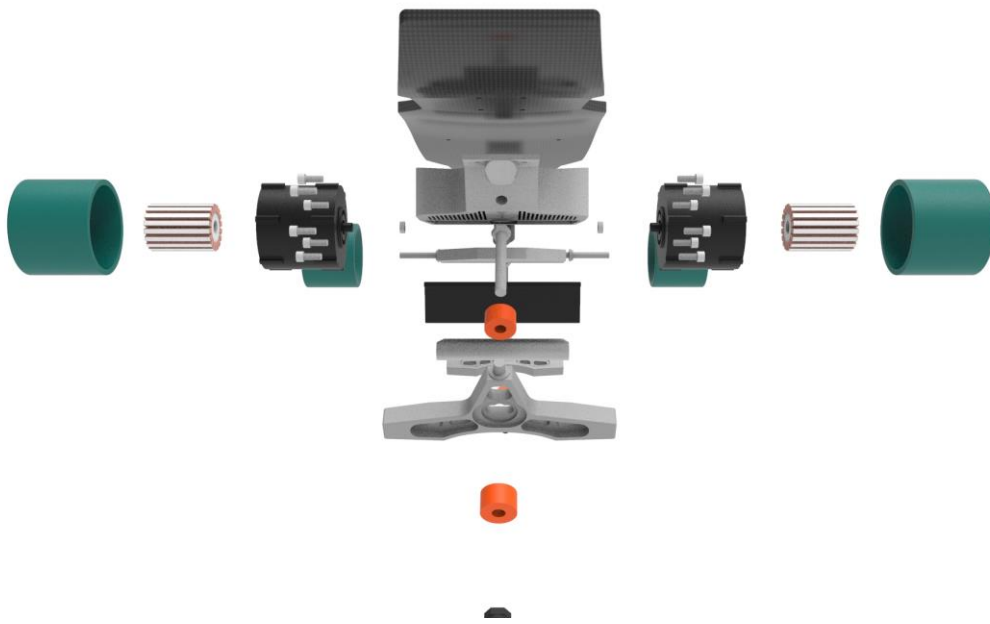


Εικόνα 70: Κοντινό (πίσω)

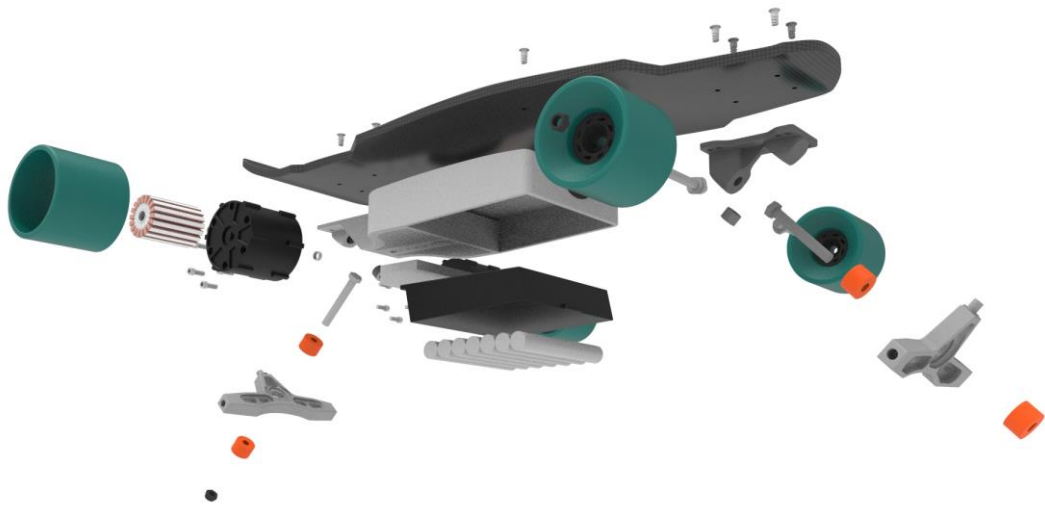
Exploded view



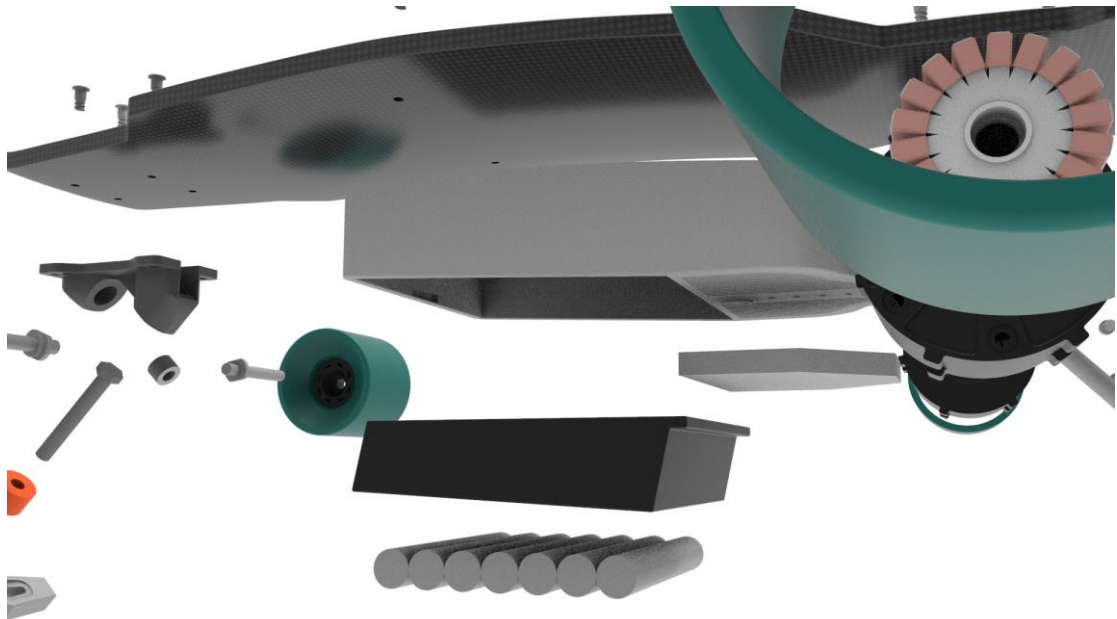
Εικόνα 71: Πλάγια όψη



Εικόνα 72: Πίσω όψη



Εικόνα 73: Exploded view



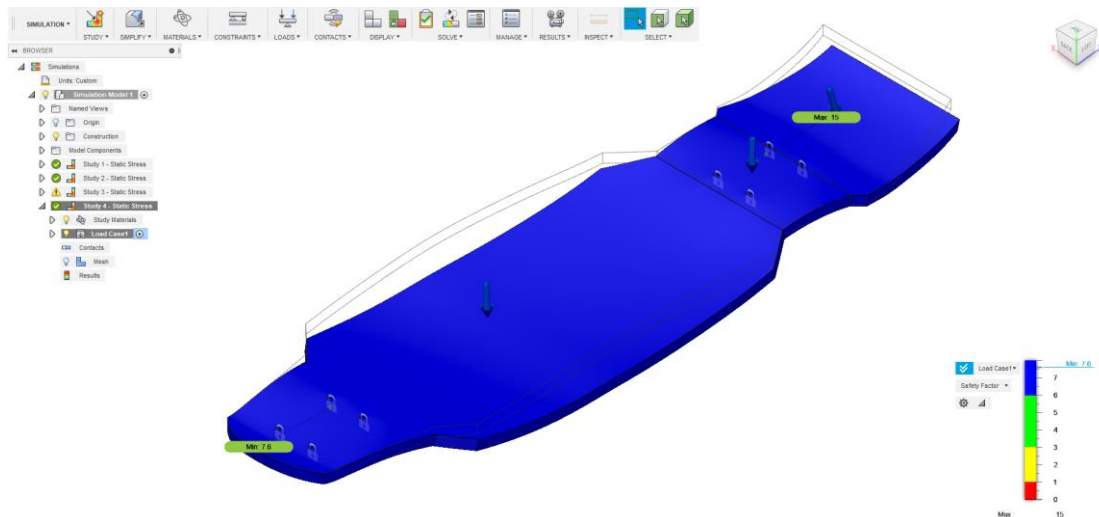
Εικόνα 74: Exploded view (κοντινό)

Ανάλυση δυνάμεων

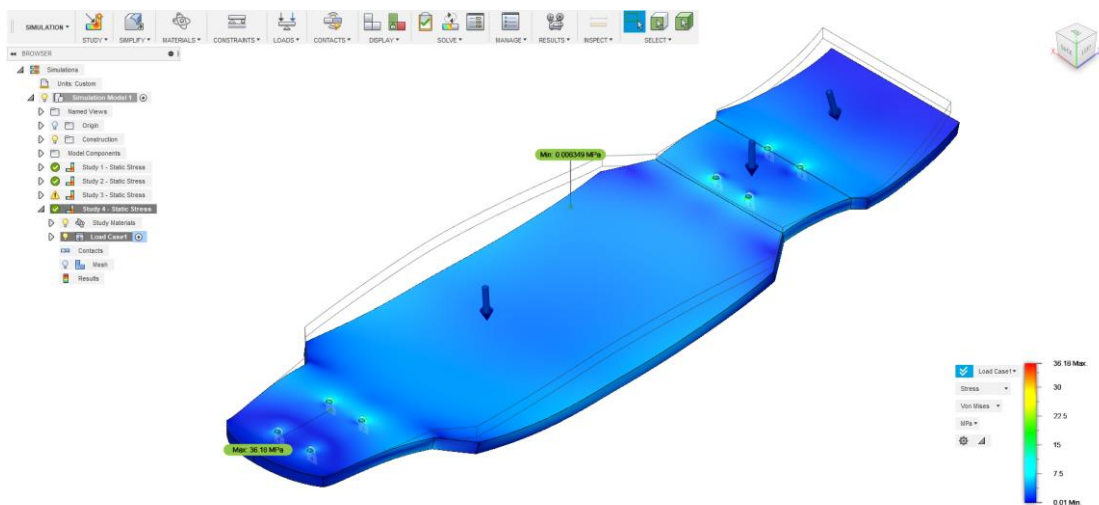
Στην συγκεκριμένη ενότητα πραγματοποιήθηκε προσομοίωση για τα όρια καμπτικής αντοχής της σανίδας. Η περίπτωση που μελετήθηκε ήταν, συνολικό βάρος 120 κιλών καταναμημένο ισόποσα σε όλη την επιφάνεια της σανίδας του skateboard. Σαν σταθερά σημεία χρησιμοποιήθηκαν οι 8 τρύπες πάνω στις οποίες προσαρμίζονται οι εμπρός και πίσω ρόδες. Για την συγκεκριμένη προσομοίωση, χρησιμοποιήθηκαν 5 διαφορετικά υλικά (aluminum 6061, carbon fiber reinforced plastic, fiber glass reinforced plastic, maple wood, Polyaryletherketone/paek plastic).

1) Aluminum 6061

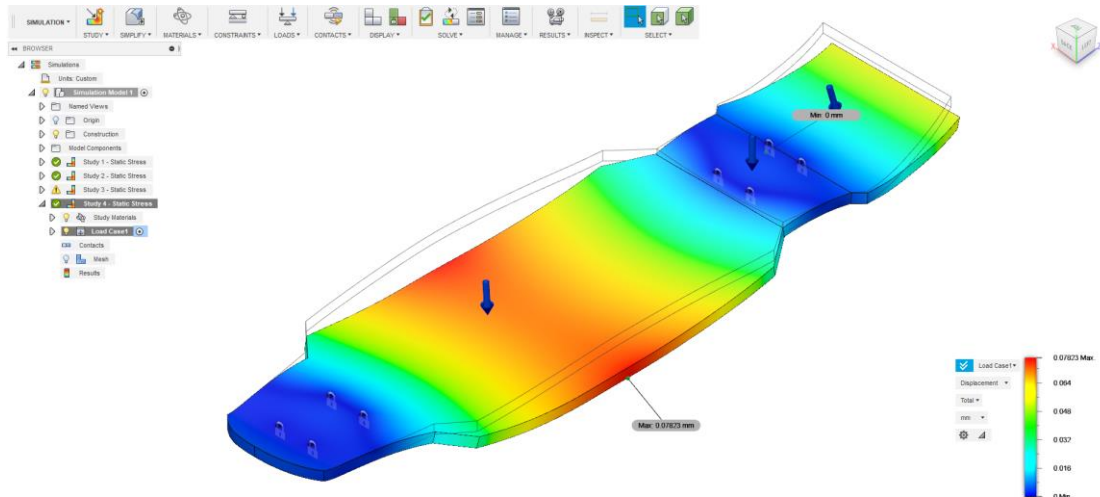
Το αλουμίνιο, είναι αρκετά ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό. Από τις μελέτες φάνηκε ότι με ελάχιστο συντελεστή ασφάλειας στο 7,6 είναι αρκετά ικανό να αντέξει βάρος 120 κιλών. Ακόμη μπορούμε να δούμε ότι έχει αρκετά χαμηλή παραμόρφωση καθώς η συνολική μετατόπισή του είναι 0.07 mm



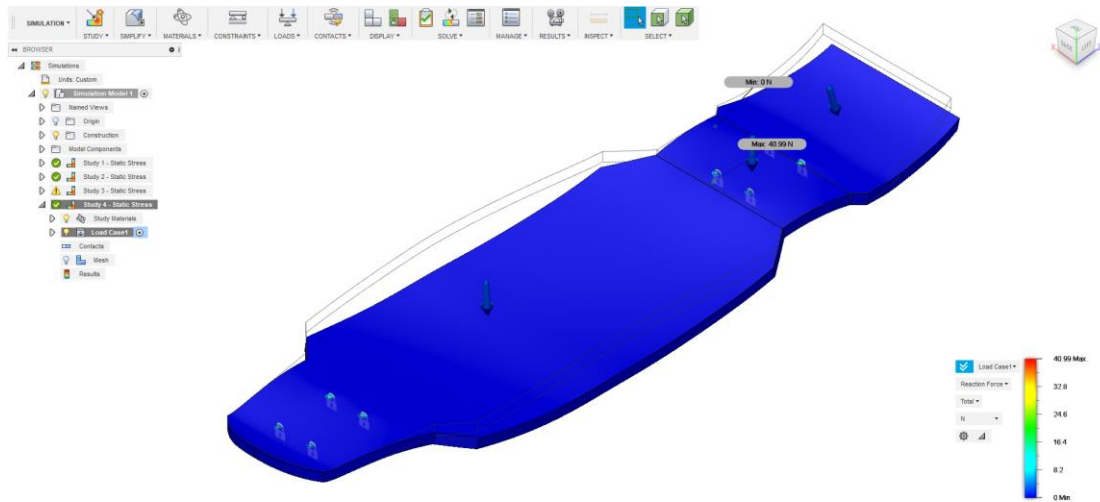
Εικόνα 75: Safety factor (7,6)



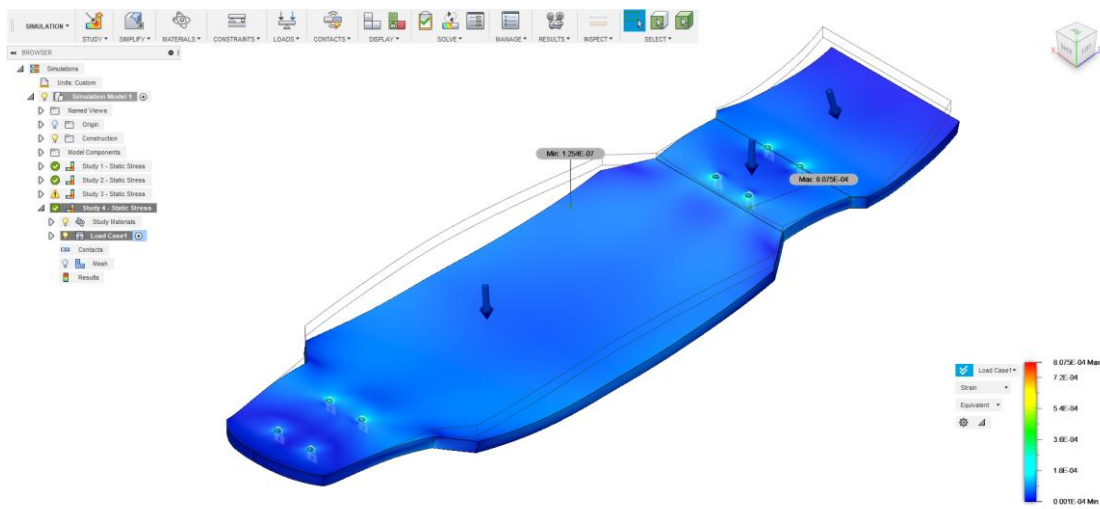
Εικόνα 76: Max stress (36,18MPa)



Εικόνα 77: Max displacement (0,078mm)



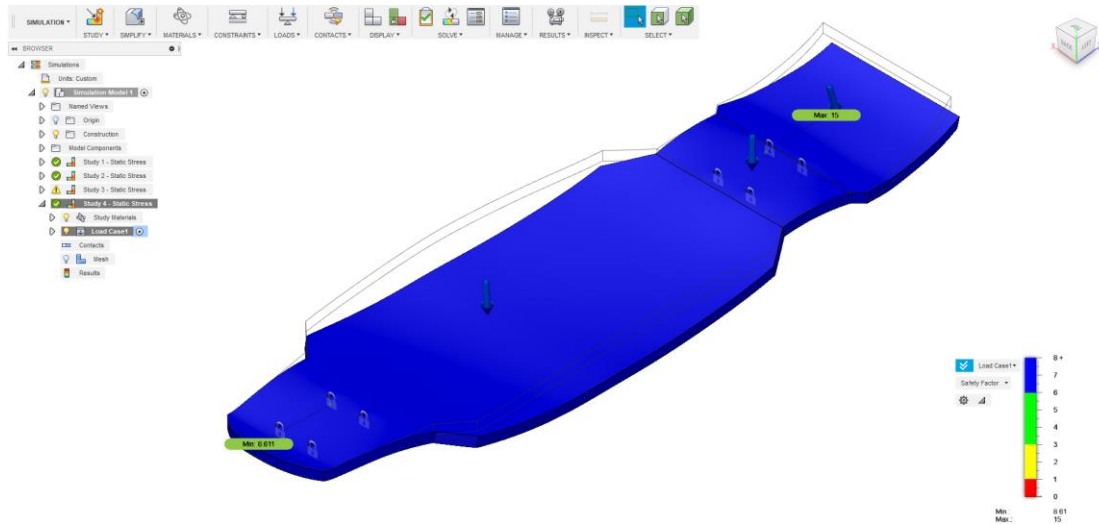
Εικόνα 78: Max reaction force (40.99N)



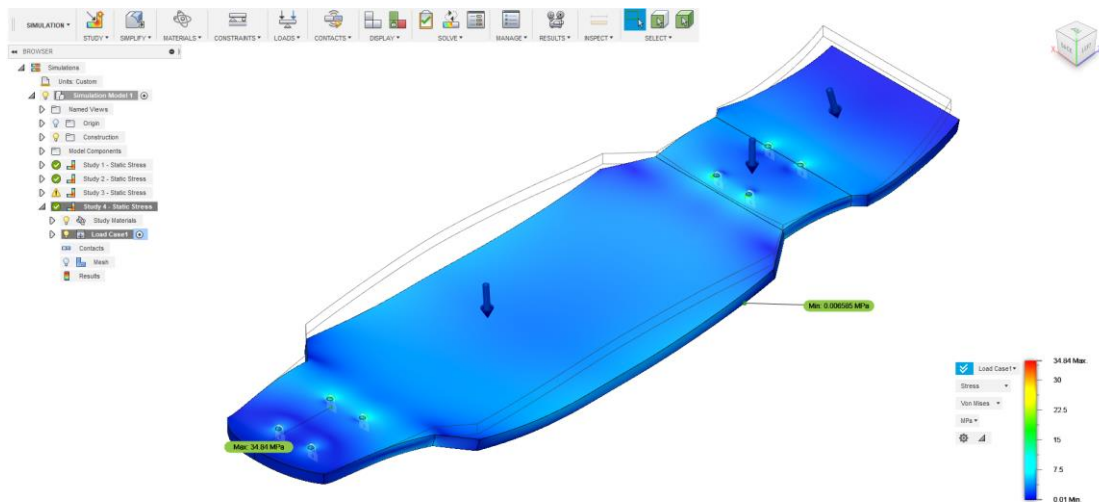
Εικόνα 79: Max strain

2) Carbon fiber reinforced plastic

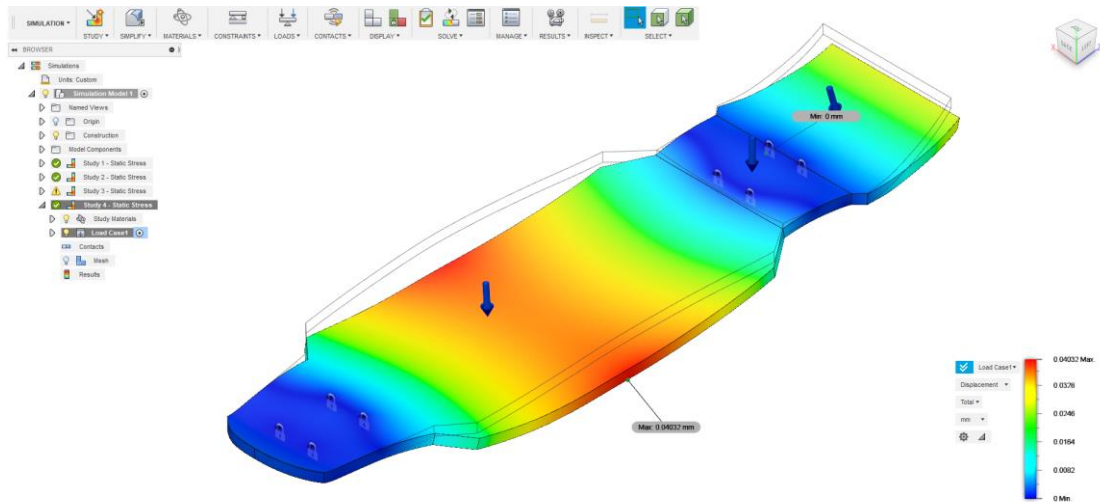
Το carbon fiber, είναι από τα πιο ελαφριά και παράλληλα τα πιο ανθεκτικά υλικά στον κόσμο. Με συντελεστή ασφάλειας πάνω από 8 θα μπορούσε άνετα να αντέξει και βάρος 150 κιλών. Η μέγιστη μετατόπιση είναι 0,04 mm, περίπου η μισή από το αλουμίνιο. Αυτό σημαίνει ότι έχει μηδενική παραμόρφωση. Τα μεγαλύτερα μειονεκτήματα του είναι το κόστος και η διαδικασία κατασκευής.



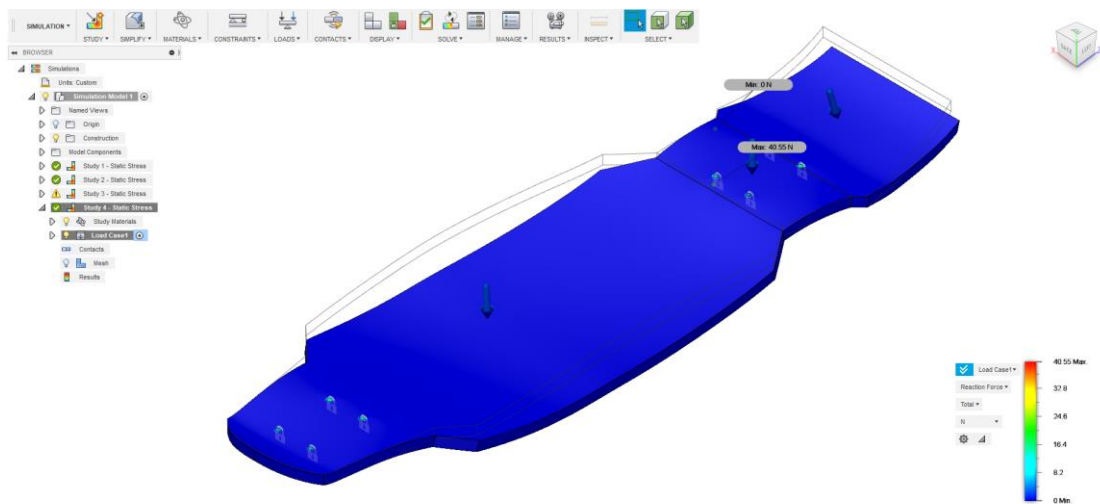
Εικόνα 80: Safety factor (8,6)



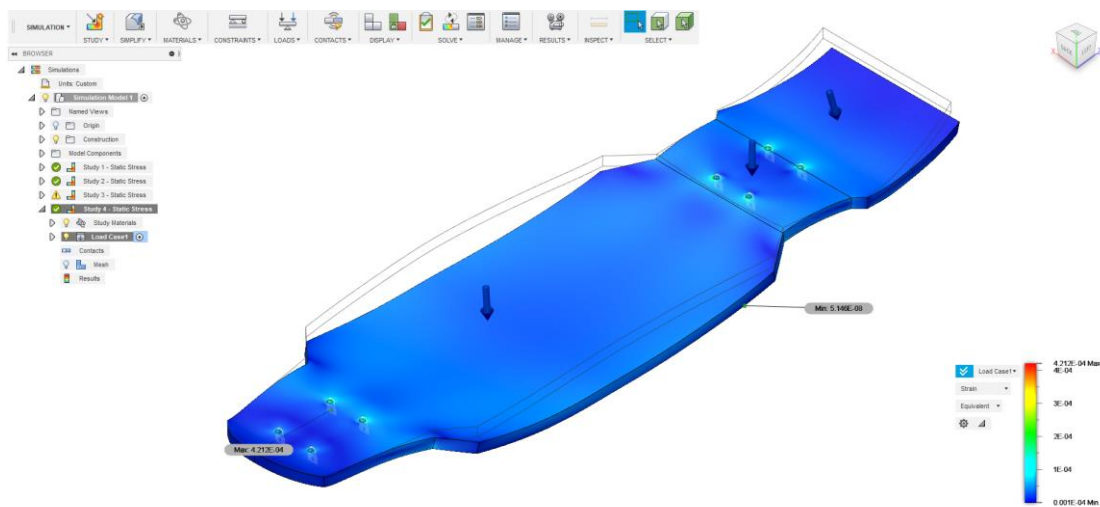
Εικόνα 81: Max stress (34,84MPa)



Εικόνα 82: Max displacement (0,04mm)



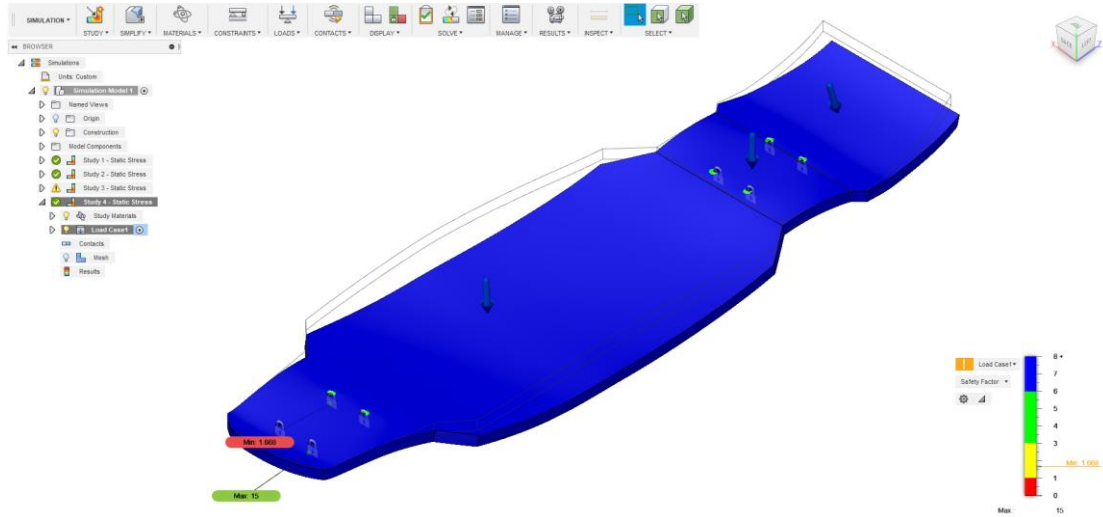
Εικόνα 83: Max reaction force (40,55N)



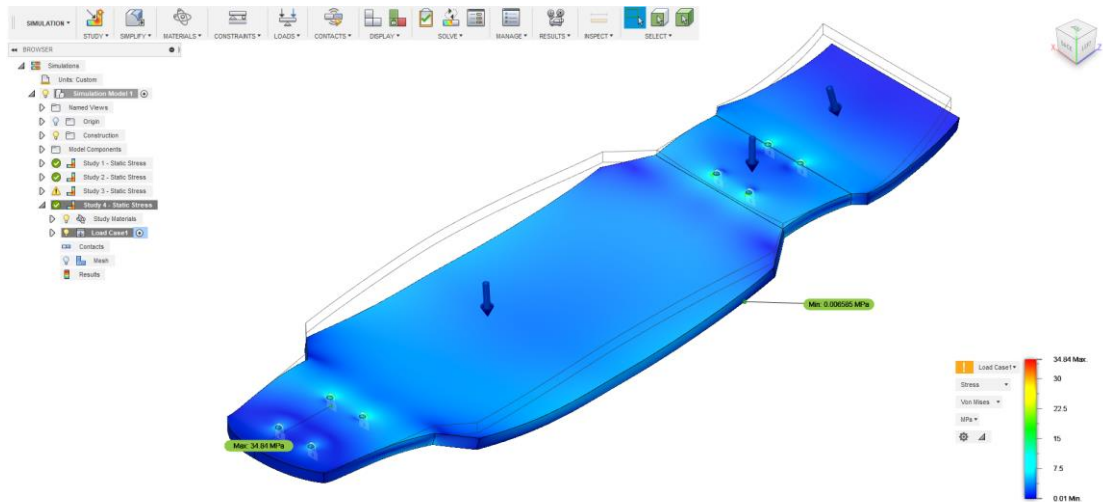
Εικόνα 84: Max strain

3) Fiber glass reinforced plastic

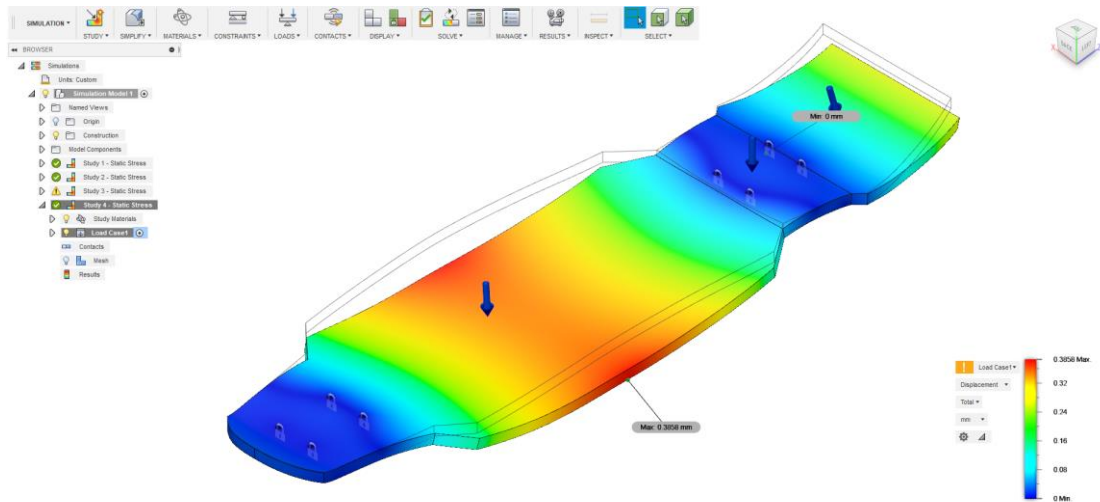
Το fiber glass είναι πλαστικό και κρίθηκε ακατάλληλο για χρήση. Ο συντελεστής ασφάλειας του είναι στο 1,6 και η μετατόπιση του υλικού κοντά στο 0,4 mm. Λογικά δεν μπορεί να αντέξει βάρος 120 κιλών.



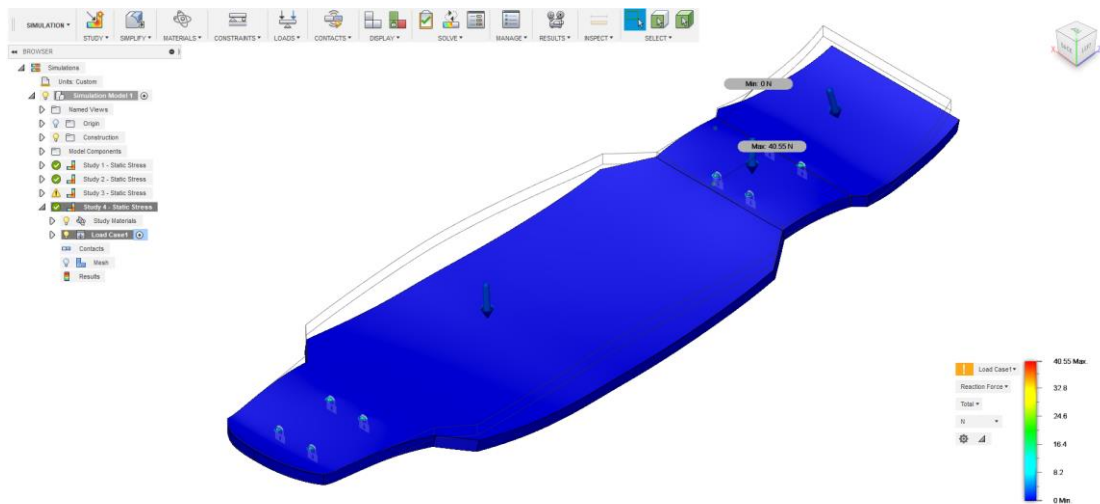
Εικόνα 85: Safety factor (1,66)



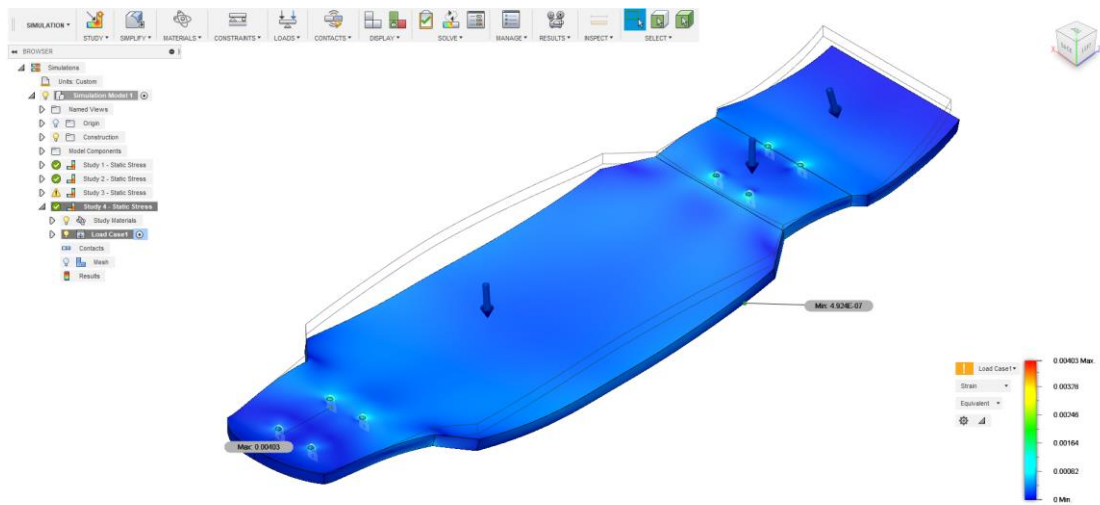
Εικόνα 86: Max stress (34,84MPa)



Εικόνα 87: Max displacement (0,38mm)



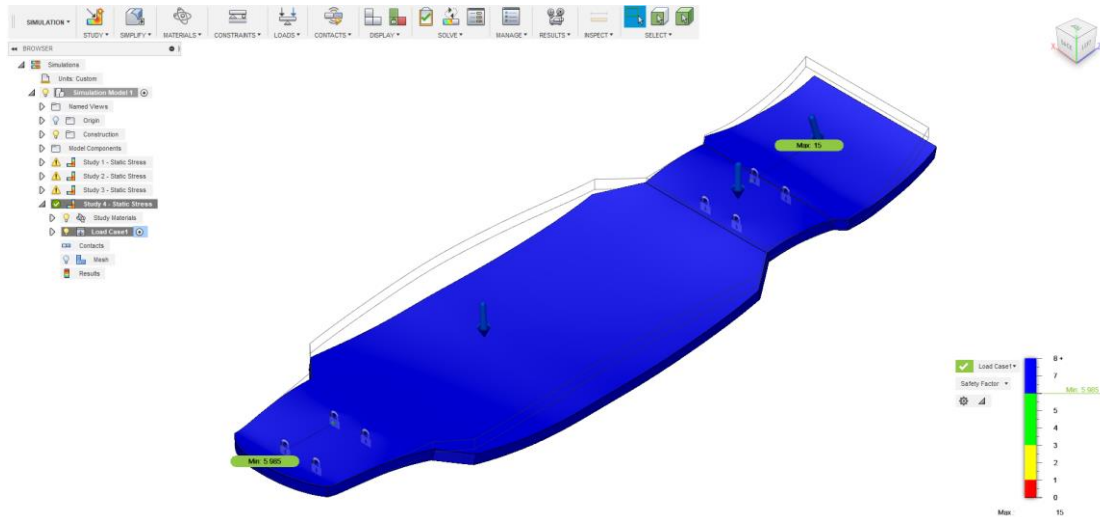
Εικόνα 88: Max reaction force (40,55N)



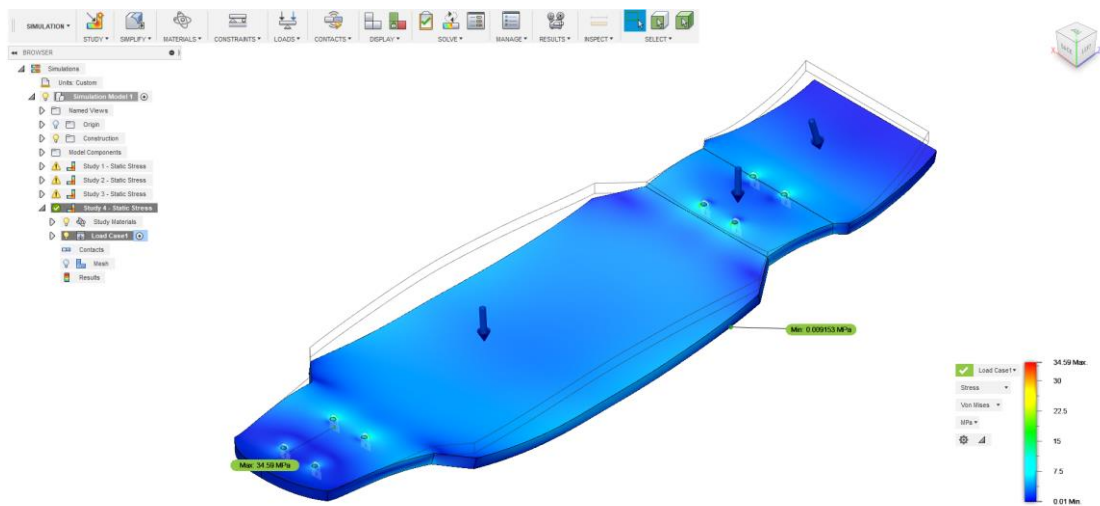
Εικόνα 89: Max strain

4) Maple wood

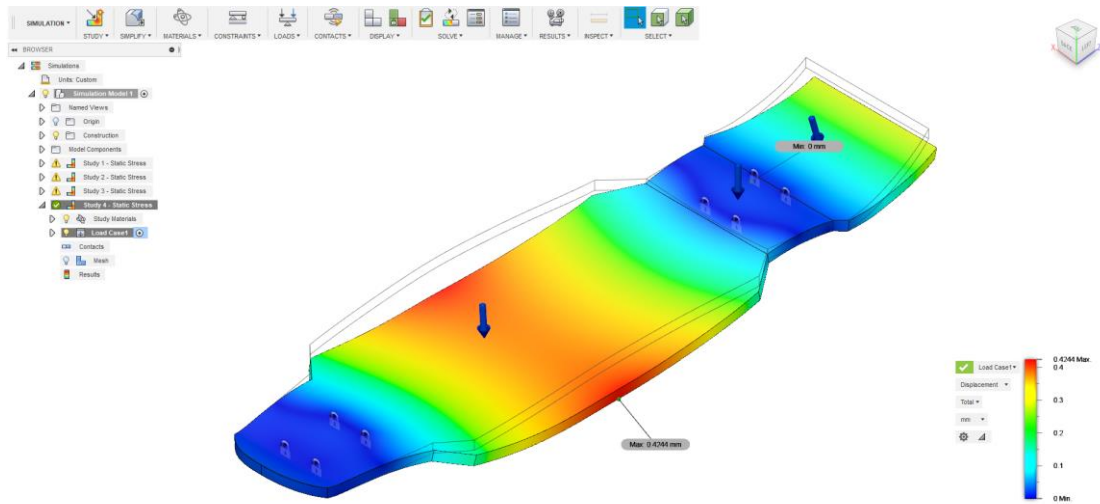
Ξύλο σφενδάμου, παρουσιάζει συντελεστή ασφάλειας κοντά στο 6 και παραμόρφωση με μετατόπιση 0,4 mm. Αρκετά καλές ιδιότητες αν το skateboard προορίζεται για κόλπα.



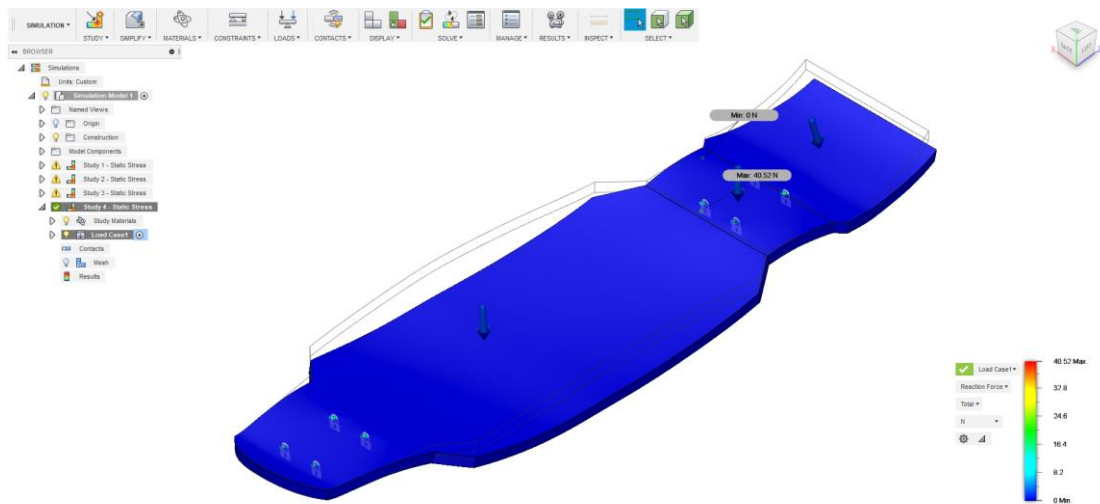
Εικόνα 90: Safety factor (5,9)



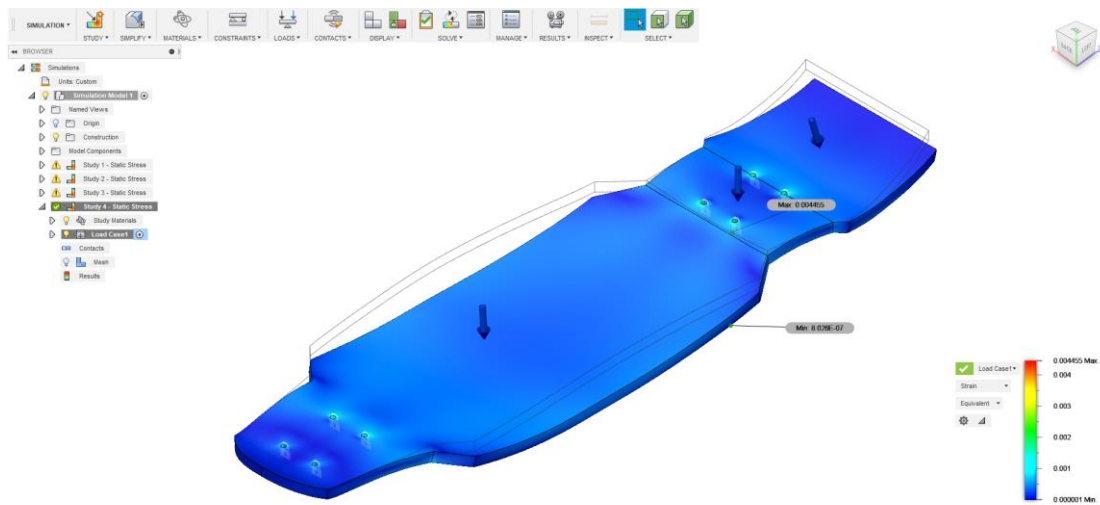
Εικόνα 91: Max stress (34,59MPa)



Εικόνα 92: Max displacement (0,42mm)



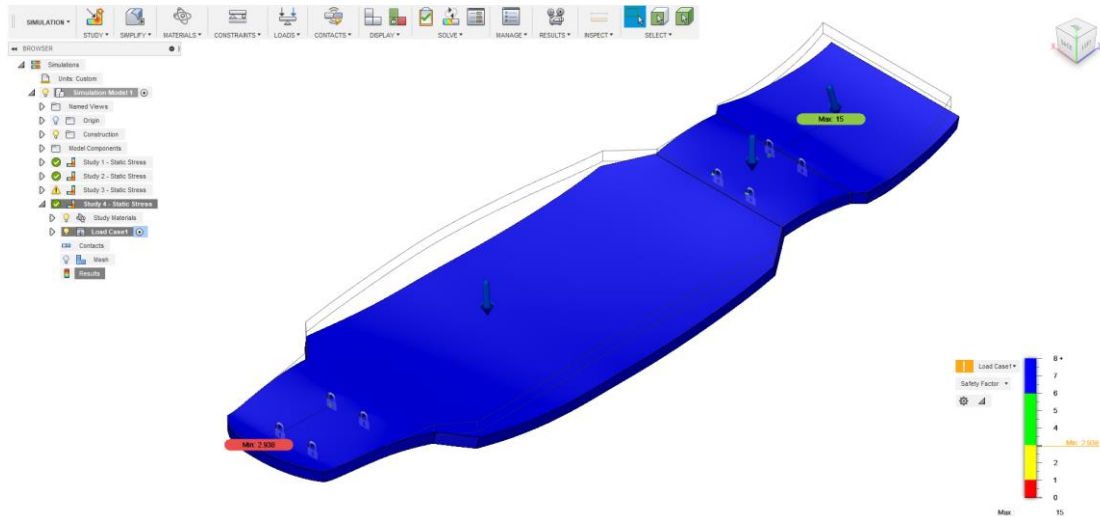
Εικόνα 93: Max reaction force (40,52N)



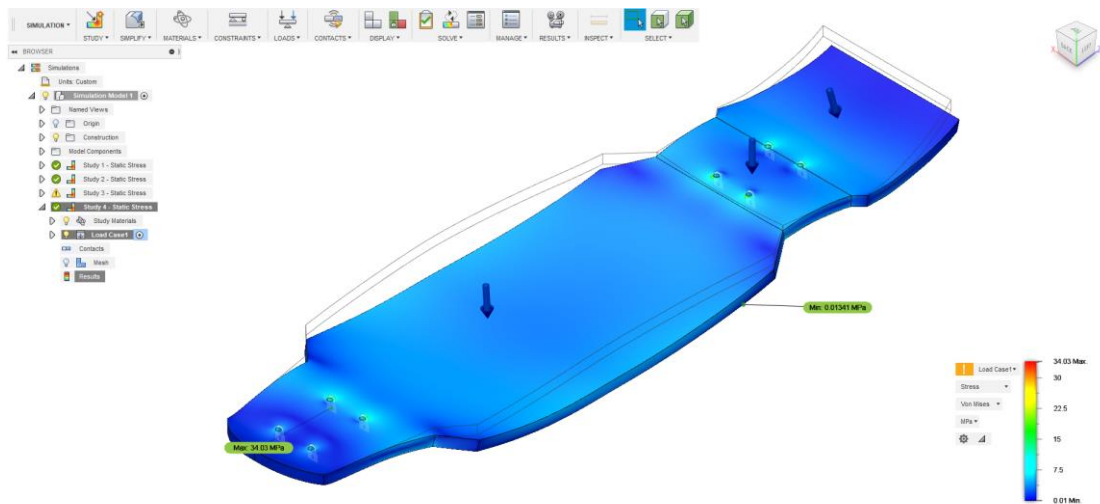
Εικόνα 94: Max strain

5) Polyaryletherketone plastic

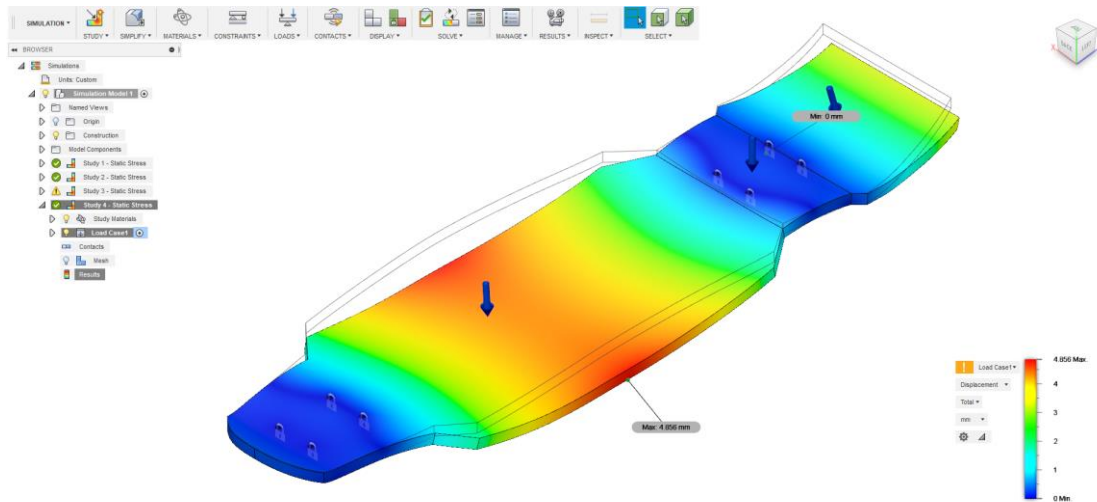
Πλαστικό με βάση την Πολυαρυλαιθεροκετόνη. Έχει σχετικά μέτρια αποτελέσματα καθώς ο συντελεστής ασφαλείας δεν ξεπερνά το 3. Και η μετατόπιση του φτάνει τα 4 mm. Κρίθηκε ακατάλληλο.



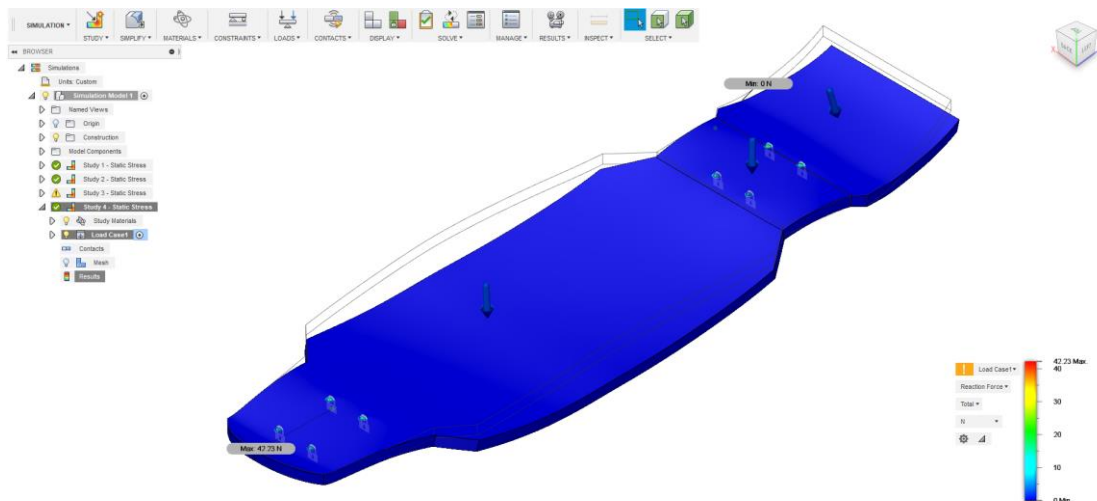
Εικόνα 95: Safety factor (2,9)



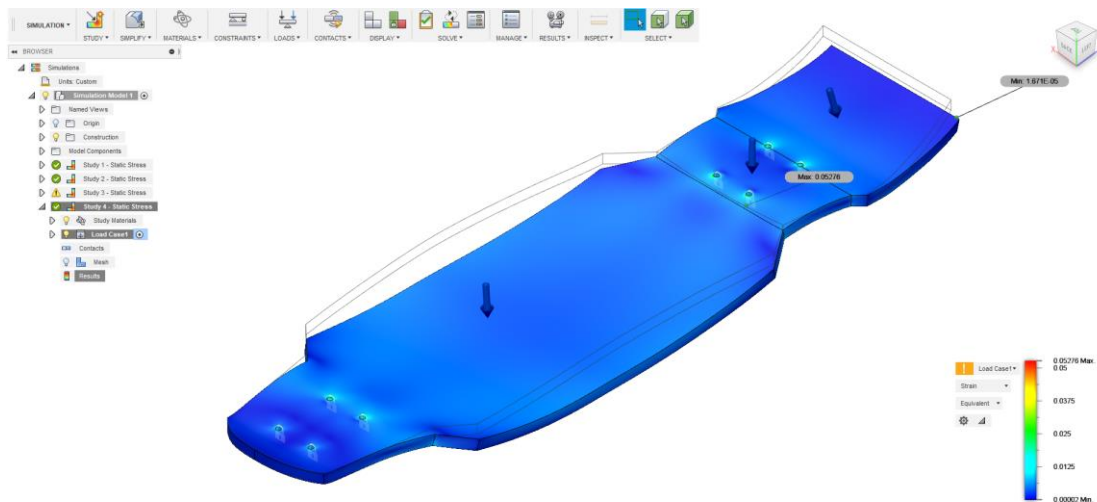
Εικόνα 96: Max stress (34,03MPa)



Εικόνα 97: Max displacement (4,8mm)



Εικόνα 98: Max reaction force (42,23N)



Εικόνα 99: Max strain

Συμπεράσματα ανάλυσης

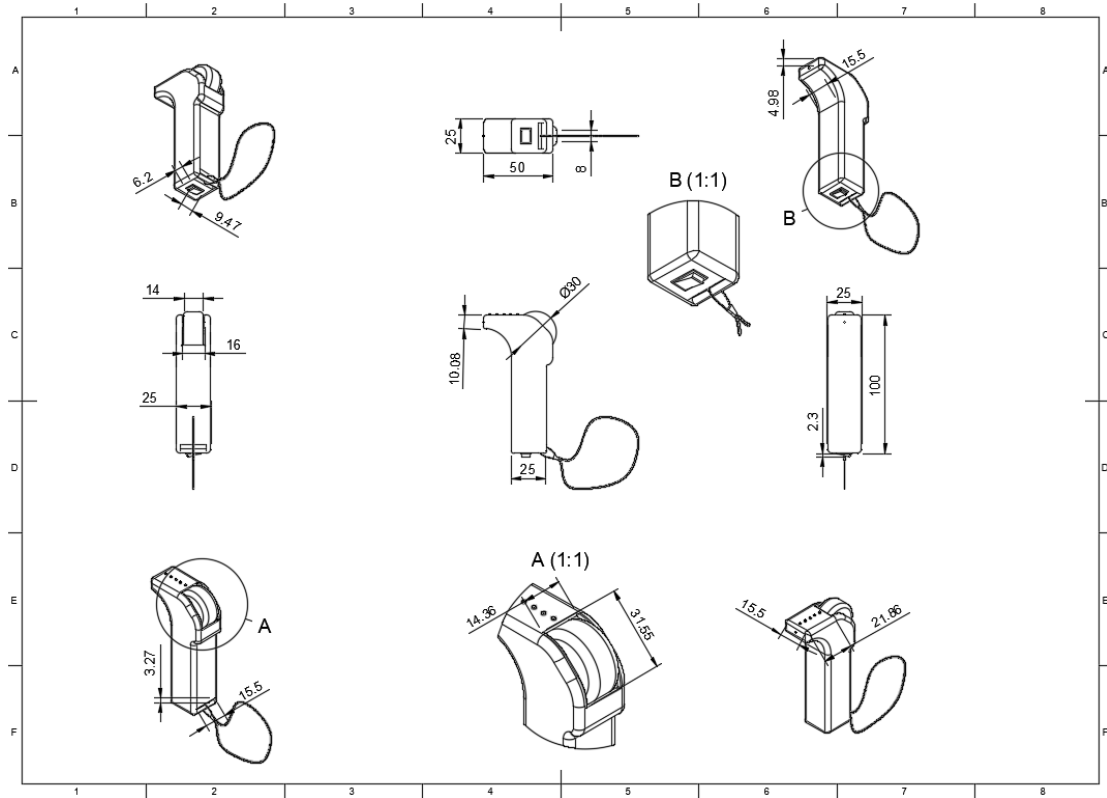
Από τα πέντε υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τις προσομοιώσεις, μόνο τρία κρίθηκαν ασφαλή για χρήση στην συγκεκριμένη σανίδα. Το fiber glass και το πλαστικό με βάση την Πολυαρυλαιθεκετόνη κρίθηκαν ακατάλληλα καθώς ο συντελεστής ασφάλειας δεν ξεπερνά το 3. Τα αλουμίνιο 6061 και το carbon fiber, ανταποκρίθηκαν αρκετά καλά στο βάρος των 120 κιλών. Το ξύλο από σφένδαμο, είχε λίγο μικρότερο συντελεστή ασφάλειας αλλά αρκετά μεγαλύτερο μέτρο ελαστικότητας, καθώς η μετατόπισή του έφτανε και τα 0,42mm σε αντίθεση με το αλουμίνιο 6061 και το carbon fiber που έφταναν περίπου έως το 0,08.

	Aluminum	Cfrp	Gfrp	Maple	Paek
Safety factor	7,6	8,6	1,6	5,9	2,9
Stress	36,18	34,84	34,84	34,59	34,03
Displacement	0,078	0,04	0,38	0,42	4,8
Reaction force	40,99	40,55	40,55	40,52	42,23

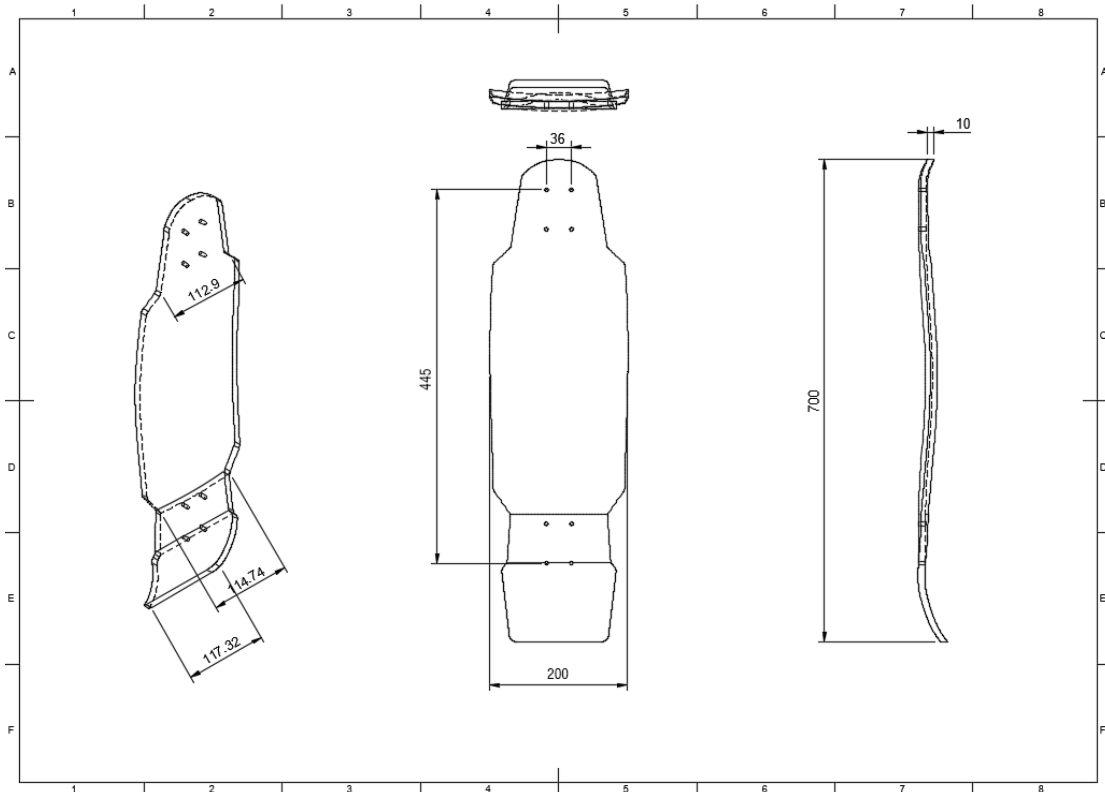
Πίνακας 12: Στοιχεία ανάλυσης δυνάμεων

Τεχνικά σχέδια

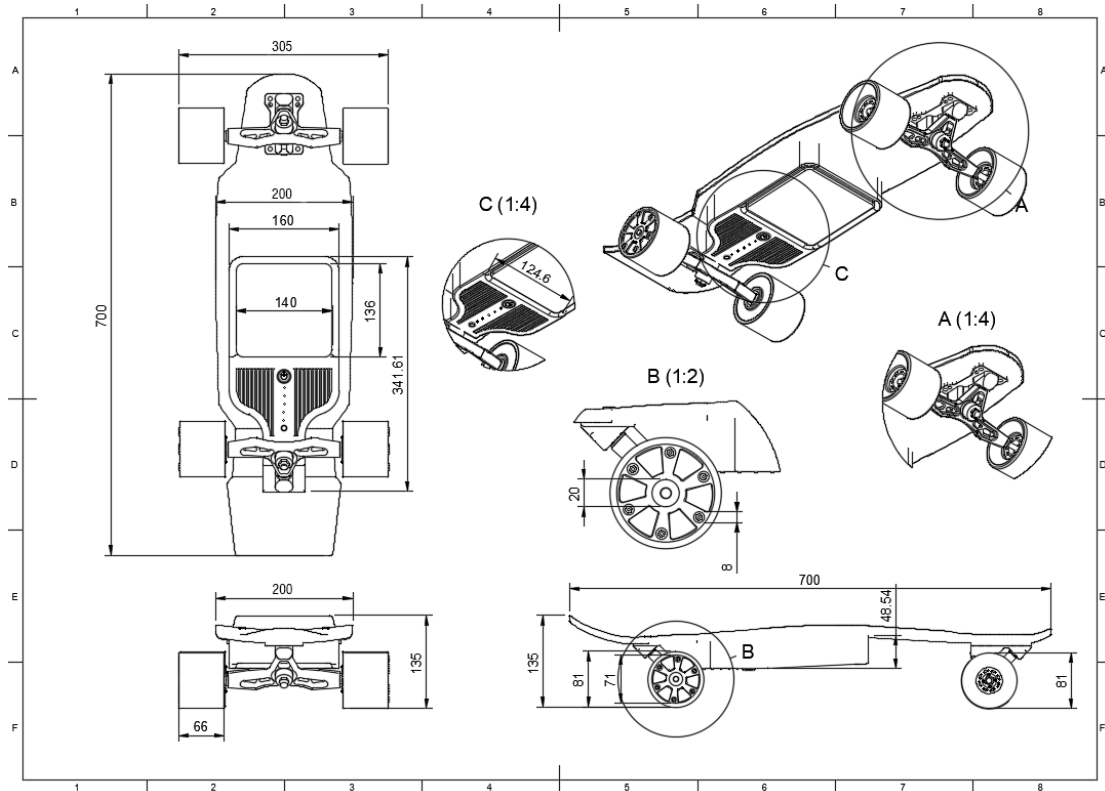
Τα τεχνικά σχέδια, αποσκοπούν στην παρουσίαση των διαστάσεων και των μεγεθών του αντικειμένου. Πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα της Autodesk, Fusion 360.



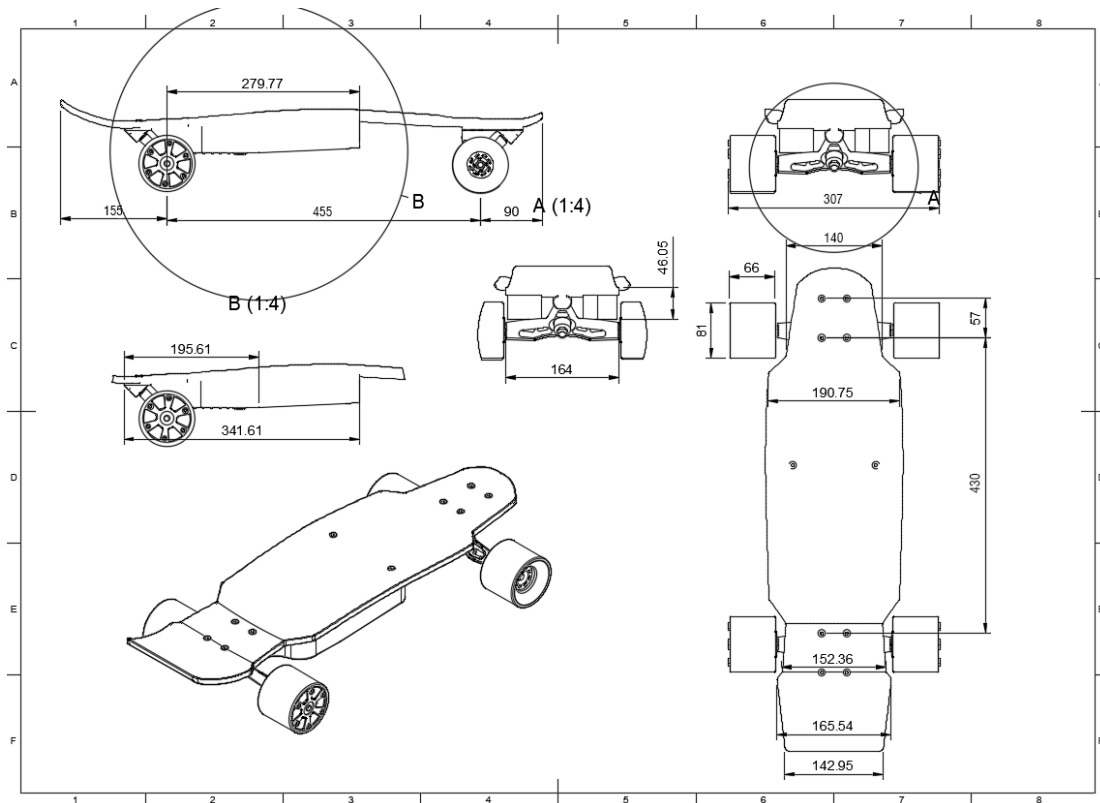
Εικόνα 100: Τηλεχειριστήριο



Εικόνα 101: Skateboard deck



Εικόνα 102: Γενικές διαστάσεις του προϊόντος

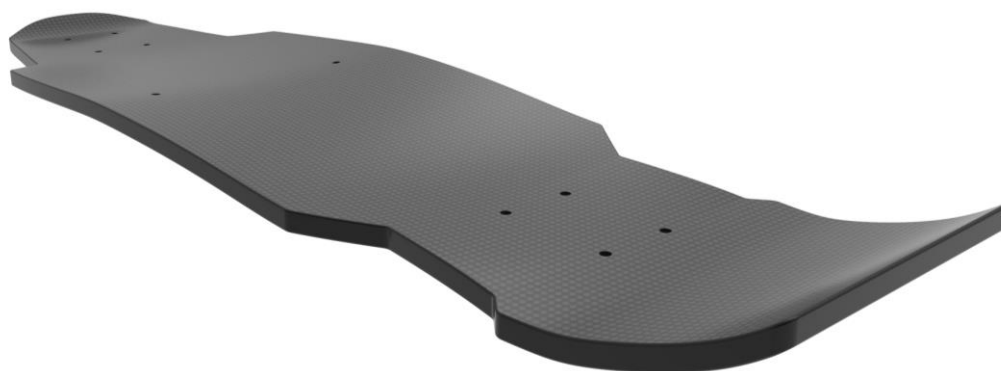


Εικόνα 103: Γενικές διαστάσεις του προϊόντος (2)

Κατασκευασιμότητα

1) Σανίδα από ανθρακόνημα

Η σανίδα (deck) του ηλεκτρικού skateboard θα είναι κατασκευασμένη από ανθρακόνημα για μεγαλύτερη αντοχή και χαμηλότερο βάρος. (Εικόνα 104)



Εικόνα 104: Σανίδα κατασκευασμένη από ανθρακόνημα

Πρώτο βήμα για την κατασκευή ενός κομματιού από ανθρακόνημα, είναι η κατασκευή ενός καλούπιου (αρνητικού) του προϊόντος. Το καλούπι συνήθως

κατασκευάζεται από fiberglass (Εικόνα 105)(“4 Ways to Make Carbon Fiber - wikiHow,” n.d.).



Εικόνα 105: Καλούπι από fiberglass

Αμέσως μετά, πρέπει να προετοιμαστεί το καλούπι για την διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι το καλούπι πρέπει να ψεκαστεί με ένα υλικό που επιτρέπει στο τελικό προϊόν να διαχωριστεί από το καλούπι του όταν είναι έτοιμο. Αυτά τα υλικά είναι συνήθως ένας εξειδικευμένος τύπος κεριού που δεν παρεμβαίνει στη διαδικασία επεξεργασίας του προϊόντος. Επίσης, το κεριό δεν πρέπει να συγχέεται με τη ρητίνη. Αντιθέτως, δημιουργεί ένα στρώμα μεταξύ του καλουπιού και της ρητίνης και δεν σκληραίνει (Εικόνα 106).



Εικόνα 106: Αλείφουμε την επιφάνεια με κεριό

Στην συνέχεια, πρέπει να ψεκάσει το εσωτερικό με ρητίνη. Για καλύτερα αποτελέσματα, πρέπει όλες οι γωνίες και οι σχισμές του καλουπιού να είναι πλήρως καλυμμένες με ρητίνη. Ανάλογα με το μέγεθος του καλουπιού, μπορεί να χρειαστούν πολλά δοχεία ρητίνης. Αυτό θα δημιουργήσει την επιφάνεια που απαιτείται για την εφαρμογή των ιών άνθρακα. Σε αντίθεση με το κερί, η ρητίνη θα σκληρύνει και θα απομακρυνθεί από το καλούπι ως τμήμα του τελικού προϊόντος (Εικόνα 107).



Εικόνα 107: Αλείφουμε το καλούπι με ρητίνη

Εφαρμογή του υφάσματος ιών. Πιέζουμε γρήγορα τα φύλλα από ύφασμα ιών άνθρακα μέσα στο καλούπι. Όπως και με την εφαρμογή της ρητίνης, πρέπει να καλυφθούν πλήρως όλα τα τμήματα του εσωτερικού καλουπιού με το ύφασμα ιών (Εικόνα 108). Εάν υπάρχουν ιδιαίτερα μικρές γωνίες, θα πρέπει να πατηθεί το ιώδες ύφασμα στις σχισμές με κατσαβίδι ή άλλο μικρό εργαλείο (Εικόνα 109).



Εικόνα 108: Τοποθετούμε το πρώτο ινώδες ύφασμα



Εικόνα 109: Προσεκτική τοποθέτηση στις γωνίες

Στην συνέχεια, προστίθεται επιπλέον ρητίνη. Ψεκάζουμε το εσωτερικό του καλουπιού με περισσότερη ρητίνη. Το ύφασμα ινών πρέπει να είναι πλήρως εμποτισμένο με ρητίνη καθώς αυτό συνδέει τις ίνες του υφάσματος και προσδίνει στον άνθρακα αντοχή (Εικόνα 110).



Εικόνα 110: εφαρμόζουμε επόμενη στρώση ρητίνης

Για να αποφευχθεί η βρωμιά και η σκόνη που πέφτουν στη ρητίνη και για να ταιριάζει καλύτερα στο καλούπι το ύφασμα ινών, πρέπει να προστατευθεί το καλούπι. Αυτό μπορεί να συμβεί τοποθετώντας μία σακούλα με εξάρτημα απορρόφησης αέρα πάνω στο καλούπι. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται μια αντλία αέρα (ή μια ηλεκτρική σκούπα) για να αφαιρεθεί ο αέρας από την σακούλα. Αυτό θα βοηθήσει επίσης τη ρητίνη να στεγνώσει πιο γρήγορα.

Θερμαίνονται οι ίνες άνθρακα. Η θέρμανση των νημάτων άνθρακα θα επιταχύνει τη διαδικασία σκλήρυνσης. Θα πρέπει να θερμανθεί το κομμάτι σε θερμοκρασίες μεταξύ 121°C και 177°C για αρκετές ώρες. Εναλλακτικά, μπορεί να αφηθεί να σκληρύνει πιο αργά χωρίς θερμότητα. Αυτό συνήθως διαρκεί τουλάχιστον 24 ώρες. Οι περισσότερες ρητίνες δεν θα σκληρύνουν καλά κάτω από τους 16°C . Επίσης, δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί φούρνος κουζίνας. Οι καπνοί που εκλύονται μυρίζουν άσχημα και είναι τοξικοί (Εικόνα 111).



Εικόνα 111: Θερμαίνουμε για σκλήρυνση του υλικού

Αφού εφαρμοστούν τουλάχιστον άλλα τρία στρώματα ρητίνης. Αυτά τα στρώματα ρητίνης πρόκειται να βελτιώσουν την εμφάνιση του προϊόντος και όχι την αντοχή ή τη λειτουργικότητα. Αφήνεται κάθε στρώμα ρητίνης να εγκατασταθεί και να στεγνώσει πριν τοποθετήσουμε το επόμενο στρώμα. Αυτό μπορεί να διαρκέσει από λίγα λεπτά έως ώρες, αλλά θα είναι έτοιμο για το επόμενο στρώμα όταν η ρητίνη αρχίσει να κολλάει (Εικόνα 112).



Εικόνα 112: Προσθέτουμε το επόμενο στρώμα ινών άνθρακα

Μόλις εφαρμοσθούν από τρία έως επτά στρώματα ρητίνης, είναι καιρός να τριφθεί. Πρέπει να διορθωθούν τυχόν ατέλειες στη ρητίνη, όπως σωματίδια σκόνης ή

ανώμαλες επιφάνειες. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή να μην χαλάσει η ρητίνη και τραυματιστούν οι ίνες από κάτω.

Τέλος, αφού έχουν τριφθεί οι ατέλειες από τη ρητίνη, μπορεί να γυαλιστεί. Αυτό γίνεται με ένα βερνίκι κατάλληλο για ρητίνη. Αφού εφαρμοστεί το βερνίκι με ένα καθαρό, απαλό πανί και σκουπιστεί με ένα άλλο καθαρό, απαλό πανί. Αυτό θα προσδώσει ωραία λάμψη.

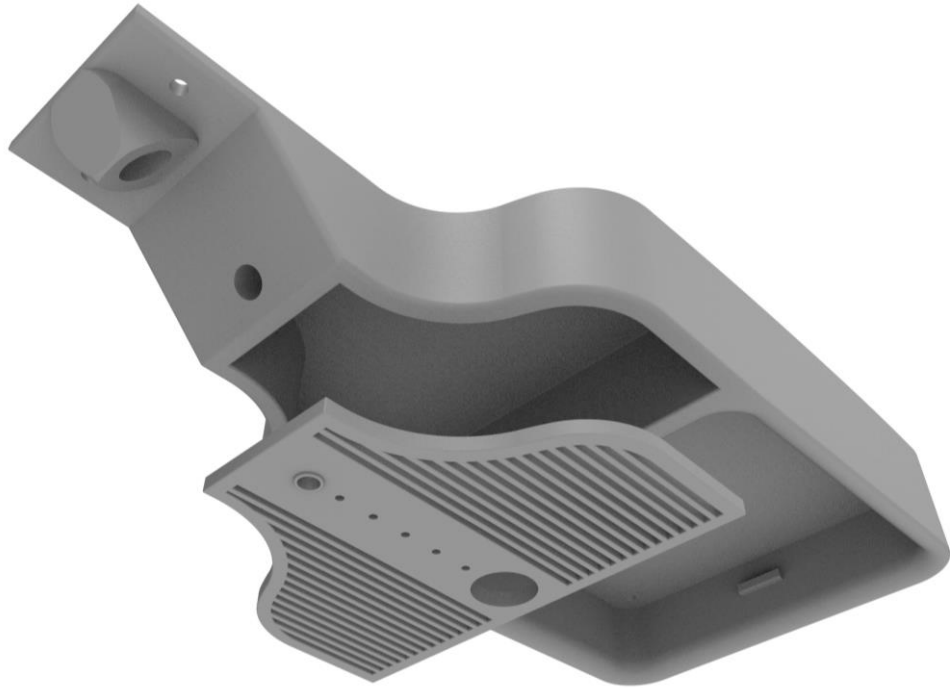
Ελέγχεται το προϊόν από ίνες άνθρακα σε όλες τις πλευρές. Βεβαιωνόμαστε ότι δεν υπάρχουν ρωγμές ή άλλες παραμορφώσεις. Αν το προϊόν είναι κατεστραμμένο, θα πρέπει να ξεκινήσει η κατασκευή ενός άλλου κομματιού. Εάν δεν υπάρχουν ατέλειες, το τελικό προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθεί (Εικόνα 113) (“How To Make Your Own Carbon Fiber (Fibre) Parts. - YouTube,” n.d.).



Εικόνα 113: Το κομμάτι μας είναι έτοιμο για χρήση

2) Υποσυστήματα κατασκευασμένα από πλαστικό

A) Χώρος αποθήκευσης κεντρικού επεξεργαστή και προσαρμογής συστήματος διεύθυνσης (Εικόνα 114)



Εικόνα 114: Κομμάτι αποθήκευσης μπαταριών και κεντρικού επεξεργαστή

Β) Χώρος αποθήκευσης μπαταριών (Εικόνα 115)



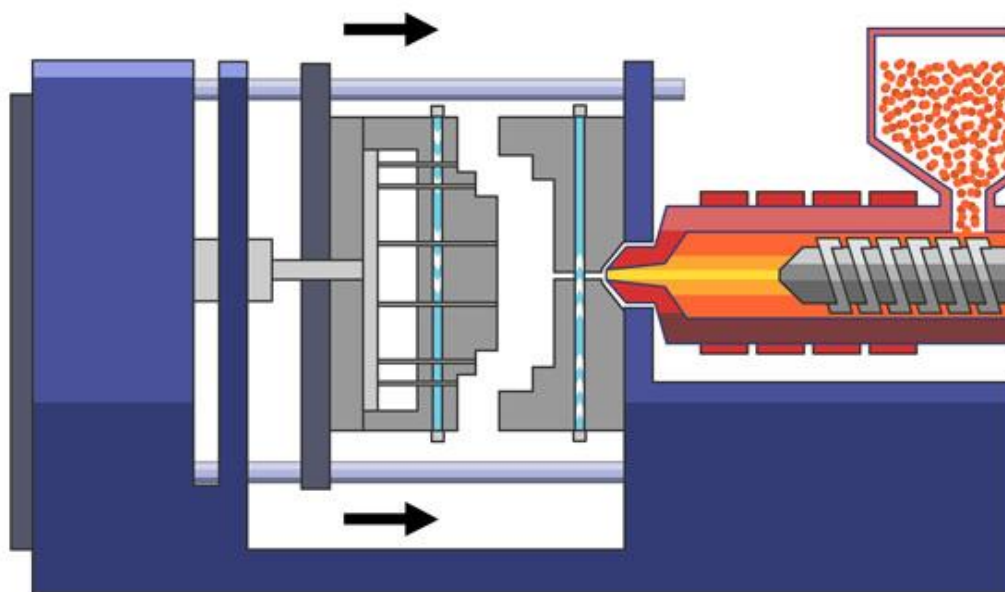
Εικόνα 115: χώρος αποθήκευσης μπαταριών

Η κατασκευή των συγκεκριμένων κομματιών, θα γίνει με την μέθοδο χύτευσης πλαστικού με έκχυση (injection molding) (Malloy, 1994) (“Injection

Molding Guide,” n.d.) (Lindsay, 2012) (Group®, n.d.) (Torr, 2010) (“Injection Molding Applications,” n.d.) (Rosato, Rosato, & Rosato, 2000) (Rees & Catoen, 2006).

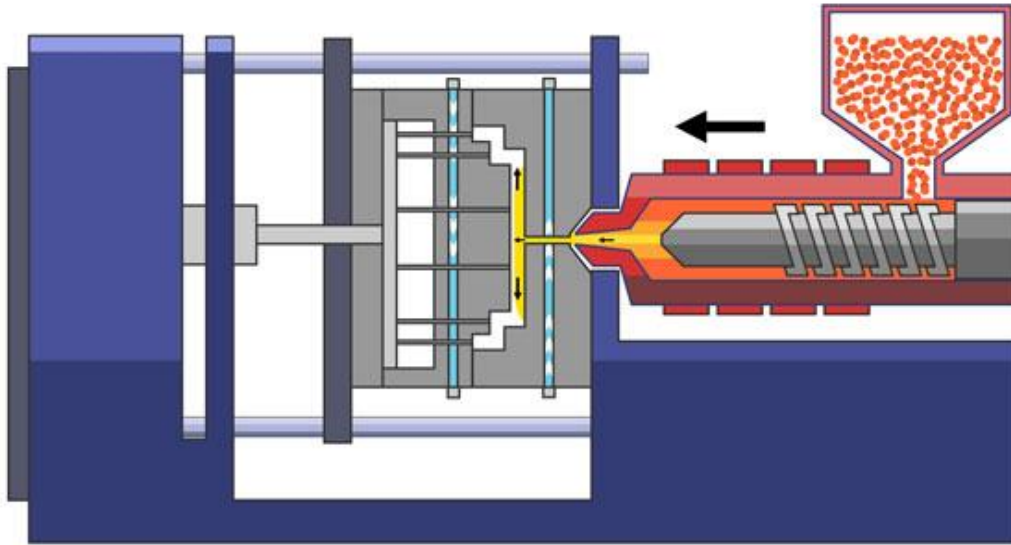
Η χύτευση με έγχυση είναι μια διαδικασία κατασκευής για την παραγωγή μερών με έγχυση λιωμένου πλαστικού σε ένα καλούπι. Το υλικό για το μέρος τροφοδοτείται σε ένα θερμαινόμενο βαρέλι, αναμιγνύεται χρησιμοποιώντας μια ελικοειδή σπείρα και εισάγεται σε μια κοιλότητα καλουπιού, όπου ψύχεται και σκληραίνει στη διαμόρφωση της κοιλότητας. τα καλούπια κατασκευάζονται από εργαλειομηχανή κατασκευής καλουπιών, με κύριο υλικό το μέταλλο συνήθως χάλυβα ή αλουμίνιο, και έχουν κατασκευαστεί με ακρίβεια για να σχηματίσουν τα χαρακτηριστικά του επιθυμητού σχήματος. Η χύτευση με έγχυση χρησιμοποιείται ευρέως για την κατασκευή μιας ποικιλίας εξαρτημάτων, από τα μικρότερα εξαρτήματα μέχρι ολόκληρα πλαίσια αυτοκινήτου. Τα εξαρτήματα που θα παραχθούν με έγχυση πρέπει να είναι πολύ προσεκτικά σχεδιασμένα για να διευκολύνουν τη διαδικασία χύτευσης. Το υλικό που χρησιμοποιείται για το κομμάτι, το επιθυμητό σχήμα και τα χαρακτηριστικά του κομματιού, το υλικό του καλουπιού και οι ιδιότητες της μηχανής χύτευσης πρέπει να ληφθούν υπόψη. Η διαδικασία αυτή εξετάζεται σε πέντε απλοποιημένα βήματα.

Το πρώτο βήμα του κύκλου της χύτευσης με έγχυση ξεκινά όταν το καλούπι κλείνει. Ειδικά, στην περίπτωση που η χύτευση γίνεται με την βοήθεια ρομποτικού βραχίονα, ο κύκλος ξεκινά όταν το ρομπότ παραλάβει το τελικό προϊόν ή όταν το εναποθέσει στον μεταφορικό μάντα (Εικόνα 116).



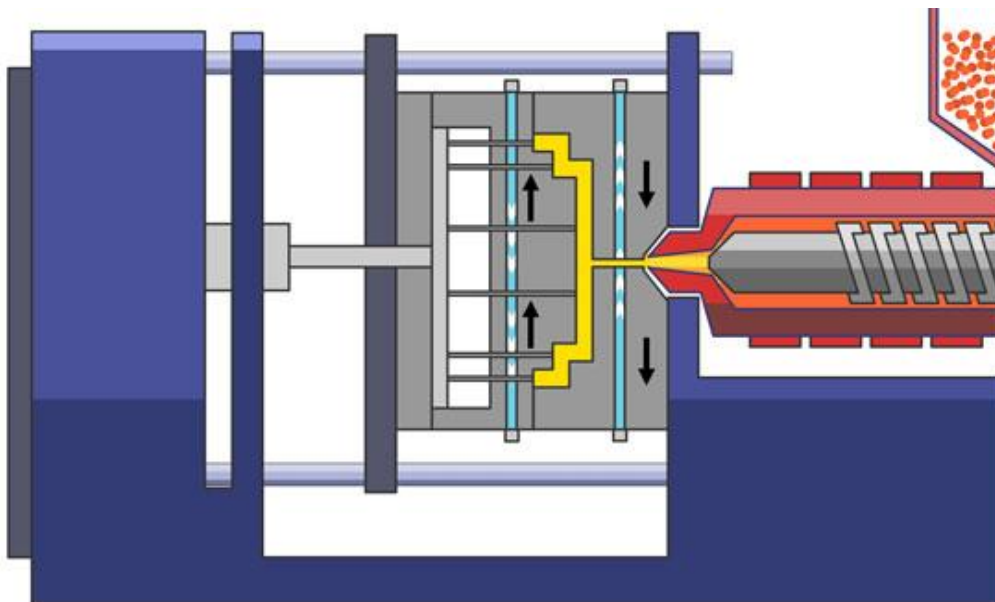
Εικόνα 116: Βήμα 1

Το θερμαινόμενο πλαστικό εγχέεται μέσα στο καλούπι. Καθώς το τήγμα εισέρχεται στο καλούπι, ο εκτοπισμένος αέρας διαφεύγει διαμέσου αεραγωγών στους ακροδέκτες έγχυσης και κατά μήκος της γραμμής διαχωρισμού. Ο διάδρομος που θα ακολουθήσει το υλικό, η πύλη και ο σχεδιασμός εξαερισμού είναι σημαντικοί για την εξασφάλιση της σωστής πλήρωσης του καλουπιού (Εικόνα 117).



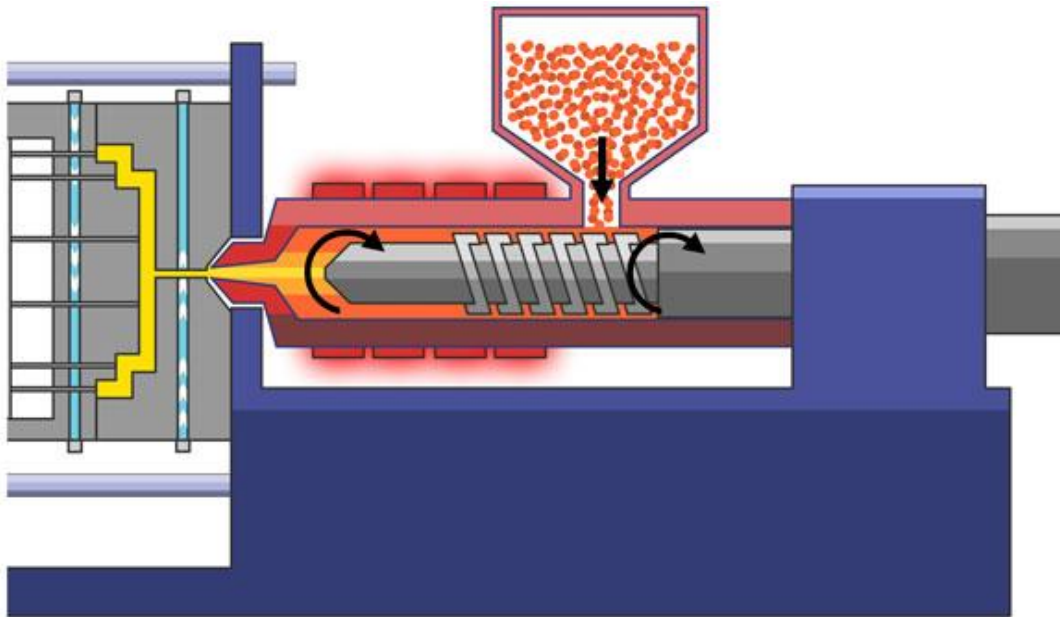
Εικόνα 117: Βήμα 2

Μόλις γεμίσει το καλούπι, το κομμάτι αφήνεται να κρυώσει για το ακριβές χρονικό διάστημα που απαιτείται για να σκληρύνει το υλικό. Ο χρόνος ψύξης εξαρτάται από τον τύπο της ρητίνης που χρησιμοποιείται και το πάχος του εξαρτήματος. Κάθε καλούπι έχει σχεδιαστεί με εσωτερικές γραμμές ψύξης ή θέρμανσης όπου το νερό κυκλοφορεί μέσω του καλουπιού για να διατηρείται μια σταθερή θερμοκρασία (Εικόνα 118).



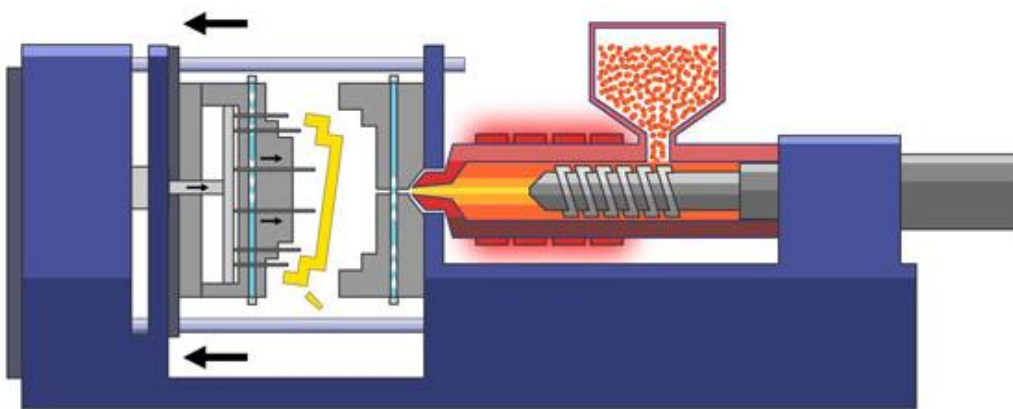
Εικόνα 118: Βήμα 3

Ενώ το τμήμα ψύχεται, ο κοχλίας συστέλλεται και αντλεί νέα πλαστική ρητίνη μέσα στο βαρέλι από την χοάνη υλικού. Οι λωρίδες του θερμαντήρα διατηρούν την απαιτούμενη θερμοκρασία του κυλίνδρου για τον τύπο ρητίνης που χρησιμοποιείται (Εικόνα 119).



Εικόνα 119: Βήμα 4

Το καλούπι ανοίγει και η ράβδος εξώθησης μετακινεί τους ακροδέκτες του εγχυτήρα προς τα εμπρός. Το τμήμα πέφτει σε κάδο που βρίσκεται κάτω από το καλούπι (Εικόνα 120) (“The Basic Plastic Injection Molding Process - Injection Molding Texas,” n.d.).



Εικόνα 120: Βήμα 5

Συμπεράσματα

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αποτελεί μια προκαταρκτική μελέτη για τη σχεδίαση ενός ηλεκτροκίνητου skateboard. Ο σχεδιασμός σε ρεαλιστικό επίπεδο χρειάζεται περισσότερη λεπτομέρεια και τεχνογνωσία. Στόχος της εργασίας είναι να καλύψει το σχεδιαστικό κομμάτι έως ένα μεγάλο βαθμό και να αποτελέσει μια προσπάθεια προσέγγισης ενός φυσικού αντικειμένου.

Αρχικά, κατά την διεκπεραίωση του τμήματος της έρευνας, εξετάστηκε αναλυτικά το απευθυνόμενο κοινό που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένα τέτοιο όχημα για την καθημερινή του μετακίνηση. Στην συνέχεια μελετήθηκε το περιβάλλον και οι χώροι στους οποίους θα μπορούσε να λειτουργήσει το συγκεκριμένο όχημα.

Το επόμενο κομμάτι της έρευνας, ήταν οι διαθέσιμες τεχνολογίες στην ηλεκτροκίνηση τις οποίες παρακολούθησα πολύ στενά. Βασικές γνώσεις που κέρδισα από το συγκεκριμένο πεδίο, είναι η σωστή επιλογή και συνδεσμολογία μπαταριών λιθίου με σκοπό την επίτευξη μεγαλύτερης αυτονομίας ή μέγιστης ταχύτητας σε ένα ηλεκτρικό skateboard. Επίσης, στο πλαίσιο της έρευνας ανταγωνιστών έμαθα για οχήματα που δεν γνώριζα την ύπαρξή τους καθώς και αρκετές πληροφορίες για τον τρόπο λειτουργίας τους.

Αργότερα, κατά την οριστικοποίηση του έργου και την ολοκλήρωση των προδιαγραφών, χρησιμοποίησα το «σπίτι της ποιότητας» (House of quality) για να αξιολογήσω το σχετικό βάρος των προδιαγραφών ανάλογα με την σημαντικότητα που έκριναν οι χρήστες. Η χρήση του φάνηκε αναγκαία καθώς με αυτό τον τρόπο γίνονται πιο κατανοητές οι ανάγκες των χρηστών.

Στο σχεδιαστικό κομμάτι, ιδιαίτερα χρήσιμη ήταν η κατασκευή mood board, ένα για τον κάθε χρήστη. Με αυτό τον τρόπο κατανοήθηκε καλύτερα ο φανταστικός κόσμος που περιέχει τον κάθε χρήστη και ποια αντικείμενα / κουλτούρα / αισθητική τον περιβάλλει. Η κατανόηση αυτή οδήγησε στην δημιουργία βασικών φορμών και υφών. Επόμενα στο κομμάτι του CAD, αφιερώθηκε αρκετός χρόνος ώστε να σχεδιαστούν και τα τρία concept.

Το τελικό concept αφού σχεδιάστηκε με αρκετή λεπτομέρεια στον υπολογιστή, εκτελέστηκαν αναλύσεις με πέντε διαφορετικά υλικά με την μέθοδο πεπερασμένων στοιχείων ώστε να βρεθεί το πιο κατάλληλο για χρήση. Τέλος, χρειάστηκε αρκετός χρόνος για την σωστή προσαρμογή υλικών και υφών, καθώς και για την παραγωγή των φωτορεαλιστικών απεικονίσεων, των animation και των κινούμενων εικόνων.

Σε μελλοντικό στάδιο, θα ήταν ενδιαφέρον να κατασκευαστεί ολόκληρο το αντικείμενο για να μελετηθεί σε φυσικό περιβάλλον η λειτουργία και η αίσθησή του, μιας και κανένα σχεδιαστικό πρόγραμμα δεν μπορεί να παρέχει τέτοιου είδους πληροφόρηση. Επίσης, ένα πρωτότυπο της σανίδας από ανθρακόνημα προκειμένου να δοκιμαστεί σε διάφορες συνθήκες αντοχής.

Βιβλιογραφία

- 30” Meepo V2 - Meepo. (n.d.). Retrieved November 11, 2018, from <https://www.meepoboard.com/boards/v2-30/>
- 4 Ways to Make Carbon Fiber - wikiHow. (n.d.). Retrieved June 20, 2019, from <https://www.wikihow.com/Make-Carbon-Fiber>
- ACTON BLINK QU4TRO | \$300 OFF | World’s First 4WD Electric Skateboard | ACTON. (n.d.). Retrieved November 11, 2018, from <https://www.actonglobal.com/collections/electric-skateboards/products/blink-qu4tro-4wd-electric-skateboard>
- ARTIFICIAL INTELLIGENCE ATTENTION ECONOMY CONNECTED WORLD DATA ERA DISTRUST FOOD SEAMLESS FUTURE VIRTUAL. (n.d.), 2.
- Blakeman, S. (2017). There’s No Way Around the Commute, But Here Are 5 Ways to Make It Better | Inc.com. Retrieved September 21, 2018, from <https://www.inc.com/steve-blakeman/cant-beat-the-traffic-here-are-5-ways-to-kill-the-commute.html>
- Bureau, U. C. (2017). American Community Survey (ACS). Retrieved from <https://www.census.gov/programs-surveys/acs>
- David Grammer. (2018). 5 product design trends for engineers to watch this year. Retrieved October 10, 2018, from <https://www.siliconrepublic.com/advice/product-design-trends-engineers-ptc>
- Design in Process Episode 2: Design History - YouTube. (n.d.). Retrieved June 22, 2019, from <https://www.youtube.com/watch?v=TRUfJuyT2wE&t=1s>
- Dieter, G. E., & Schmidt, L. C. (n.d.). *F I F T H E D I T I O N E N G I N E E R I N G DESIGN*.
- E-bike(Electric Bicycle) Li-ion Battery Pack | Samsung SDI. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <http://www.samsungsdi.com/lithium-ion-battery/trans-devices/e-bike.html>
- Electric Skateboard K1 Remoteless – InMotion USA. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://www.myinmotion.com/products/k1-electric-skateboard-remoteless>
- Everything about Skateboard Decks - Wiki | skatedeluxe Blog. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://www.skatedeluxe.com/blog/en/wiki/skateboarding/skateboard-wiki/decks/#top>
- Flentge, B. (2017). Wheel Hub Motors vs. Belt Drives: Top 5 Pros & Cons (Electric Skateboards). Retrieved September 21, 2018, from <https://muuntechnologies.com/blog/wheel-hub-motors-vs-belt-drives-top-5-pros-cons/>
- Group®, T. R. (n.d.). 5 Common Plastic Resins Used in Injection Molding. *Www.Rodongroup.Com*. Retrieved from

- <https://www.rodongroup.com/blog/injection-molding-plastic-resin-types>
- How To Make Your Own Carbon Fiber (Fibre) Parts. - YouTube. (n.d.). Retrieved June 20, 2019, from <https://www.youtube.com/watch?v=IAdVO8Rkv6c>
- Injection Molding Applications. (n.d.). *Engineer's Edge: Solutions by Design*. Retrieved from <http://www.engineersedge.com/manufacturing/injection-molding-applications.htm>
- Injection Molding Guide. (n.d.). *Lubrizol*, 6. Retrieved from <https://www.lubrizol.com/Life-Science/Documents/Medical-Polymers/Processing-Guides/Injection-Molding-Guide.pdf>
- Jones, M. (2017). Product Design. *The Bloomsbury Encyclopedia of Design*. <https://doi.org/10.5040/9781472596154-bed-p091>
- Jordan Hobbs. (2018). 8 Product Design Trends to Watch out for in 2018 | Cad Crowd. Retrieved October 16, 2018, from <https://www.cadcrowd.com/blog/8-product-design-trends-to-watch-out-for-in-2018/>
- KO1 – Kiwano. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://www.kiwano.co/pages/ko1-electric-scooter>
- Kotkin, J. (2011). The Problem With Megacities. Retrieved June 26, 2019, from <https://www.forbes.com/sites/megacities/2011/04/04/the-problem-with-megacities/#2dfb89336f27>
- Lindsay, J. A. (2012). *Practical Guide to Rubber Injection Moulding*. (Online-Ausg.). Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, U.K.: ISmithers Rapra Pub.
- Malloy, R. A. (1994). *Plastic Part Design for Injection Molding*. Munich Vienna New York: Hanser.
- Meet The Boards – CycleBoard. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://cycleboard.com/collections/boards>
- Mizuno, S., Akao, Y., & Ishihara, K. (1994). *QFD, the customer-driven approach to quality planning and deployment*. Asian Productivity Organization.
- Onewheel+ XR – Onewheel // Future Motion. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://onewheel.com/products/onewheel-xr>
- Pearson, M. M. & C. S. (2001). *The Hero And The Outlaw*.
- Pervez, B. (2016). This map shows the incredible growth of megacities | World Economic Forum. Retrieved June 26, 2019, from <https://www.weforum.org/agenda/2016/07/this-map-shows-the-incredible-growth-of-megacities/>
- Pieter, D., & Anna, P. (n.d.). Positive Design: An Introduction to Design for Subjective Well-Being. Retrieved October 11, 2018, from <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/1666/595>
- Power at Every Turn - Boosted Boards. (2018). Retrieved September 21, 2018, from <https://blog.boostedboards.com/blog/boosted-belt-drive/>
- Rees, H., & Catoen, B. (2006). *Selecting Injection Molds – Weighing Cost versus*

Productivity. Hanser Publishers.

Ridden, P. (2018). The Eagle (electric kickscooter) has landed in Munich. Retrieved September 21, 2018, from <https://newatlas.com/eagle-electric-kickscooter-citybirds/53223/>

Rosato, D., Rosato, M., & Rosato, D. (2000). *Injection Molding Handbook* (3rd ed.). Kluwer Academic Publishers.

Scooterboard Electric Scooter / Skateboard Hybrid - Official Sales & Service – InMotion USA. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://www.myinmotion.com/products/electric-scooter-scooterboard>

Senthilingam, M. (2014). A longer commute is bad for your health and waistline - CNN. Retrieved September 21, 2018, from <https://edition.cnn.com/2016/08/23/health/longer-commutes-health-problems/index.html>

Skateboard Deck Buying Guide - Warehouse Skateboards. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://www.warehouse skateboards.com/help/Skateboard-Decks-Buying-Guide>

Skateboard Decks. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <http://www.skateboardhere.com/skateboard-decks.html>

The Basic Plastic Injection Molding Process - Injection Molding Texas. (n.d.).

The Next Generation of Boosted Boards | Boosted Boards. (n.d.). Retrieved September 21, 2018, from <https://boostedboards.com/boards/boosted-plus>

Torr, J. (2010). A Short History of Injection Moulding. *AV Plastics Injection Moulding - Get Stuff Made*. Retrieved from <http://www.avplastics.co.uk/a-short-history-of-injection-moulding>

Ullman, D. G. (2010). *The Mechanical Design Process. Mechanics of Materials McGraw-Hill Science-Engineering-Math*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Yazin Akkawi. (2018). The Top 5 Product Design Trends in 2018 | Inc.com. Retrieved October 10, 2018, from <https://www.inc.com/yazin-akkawi/the-top-5-ux-trends-in-2018-according-to-a-leading-designer-may-surprise-you.html>

Zhao, S. X., Guo, N. S., Li, C. L. K., & Smith, C. (2017). Megacities, the World's Largest Cities Unleashed: Major Trends and Dynamics in Contemporary Global Urban Development. *World Development*, 98, 257–289. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2017.04.038>