



**“Σχεδίαση «φορέσιμου» προϊόντος για
την υποβοήθηση βάδισης μέσω
τεχνολογίας λέιζερ για ασθενείς με τη
νόσο του Πάρκινσον”**

**“Design of a wearable product for aiding walk
aid through laser technology for patients with
Parkinson’s disease”**

από

Σοφία Χρυσοβαλάντη Στάβαρη

Διπλωματική εργασία για λήψη Βασικού
Πτυχίου/Διπλώματος

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Οκτώβριος 2023

Μέλη εξεταστικής επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή:

No	Ονοματεπώνυμο	Ψηφιακή Υπογραφή
1	Αζαριάδης Φίλιππος	
2	Πρινωτάκης Γεώργιος	
3	Χειρχαντέρη Γεωργία	

Δήλωση συγγραφέα πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Στάβαρη Σοφία Χρυσοβαλάντη του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 18389095 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Αναγνωρίσεις

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς ευχαριστίες μου στον κύριο επιβλέποντα Αζαριάδη-Τοπαλόγλου Φίλιππο, για τη συνεχή υποστήριξη της διπλωματικής εργασίας και για την υπομονή καθώς και για τα κίνητρα που μου έδωσε. Με τις διαρκείς συζητήσεις, ο κύριος Αζαριάδης με βοήθησε να καταλάβω ποια βήματα έπρεπε να ακολουθήσω για να ολοκληρώσω με επιτυχία τη διπλωματική εργασία μου. Τα διορατικά σχόλια και οι δύσκολες ερωτήσεις του κύριου Αζαριάδη, με παρότρυναν να διευρύνω την έρευνά μου από διάφορες οπτικές γωνίες.

Εκτός από τον κύριο επιβλέποντα μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον κύριο Γεώργιο Πρινωτάκη και την κυρία Γεωργία Χειρχαντέρη μέλη της επιτροπής παρακολούθησης της διπλωματικής εργασίας μου, για την ουσιαστική καθοδήγηση τους η οποία με βοήθησε σε όλο το χρόνο της έρευνας και συγγραφής αυτής της εργασίας. Η ουσιαστική γνώση στο ερευνητικό θέμα της διπλωματικής μου ήταν πολύ σημαντική. Θα ήθελα επίσης να εκφράσω τη βαθύτατη εκτίμηση στους συναδέλφους μου που διάβασαν και σχολίασαν την διπλωματική μου.

Ευχαριστώ τους γονείς μου που με στήριζαν πνευματικά και οικονομικά για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης για την υπομονή, την ενθάρρυνση και την υποστήριξη.

Περίληψη

Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδίαση ενός βιομηχανικού προϊόντος και συγκεκριμένα η σχεδίαση ενός «φορέσιμου» προϊόντος για την υποβοήθηση βάδισης μέσω τεχνολογίας λέιζερ για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον. Πολλά άτομα που ζουν με την νόσο του Πάρκινσον βιώνουν καθημερινά κινητικές δυσκολίες οι οποίες τους εμποδίζουν να απολαύσουν απλά καθημερινά πράγματα όπως είναι μια απλή βόλτα. Τα άτομα που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον αγωνίζονται καθημερινά να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες που για άλλους είναι αυτονόητες και απλές. Η εξέλιξη της νόσου μπορεί να συνεπάγεται την επιδείνωση της βάδισης και πιο συγκεκριμένα το φαινόμενο του “παγώματος” της βάδισης, το λεγόμενο “Freezing Of Gait” (FOG), ή αλλιώς ‘ακινητοποίηση βαδίσματος’. Γι’ αυτό το λόγο τα συγκεκριμένα άτομα αντιμετωπίζουν προβλήματα στην εκκίνηση του βηματισμού τους. Ένας τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος, ο οποίος θα αναλυθεί στην συνέχεια, είναι η παραγωγή κινητικών σημάτων μέσω χάραξης μονοπατιού από συσκευές λέιζερ. Το «φορέσιμο» αυτό προϊόν το οποίο θα μελετηθεί βοηθά τον πάσχοντα να ξεπεράσει την δυσκολία του στο περπάτημα και να πάρει την πρωτοβουλία να ξεκινήσει τον βηματισμό του καθώς η χρήση οπτικών ενδείξεων δημιουργεί ένα μοτίβο το οποίο διευκολύνει την έναρξη και διατήρηση της βάδισης.

Η επιλογή του θέματος προήλθε από μια γενική έρευνα και ανάγκη δημιουργίας προϊόντων για άτομα που πάσχουν από σοβαρά νοσήματα. Η νόσος του Πάρκινσον είναι ένα από τα πιο σημαντικά νοσήματα που αντιμετωπίζουν όλο και περισσότεροι άνθρωποι καθημερινά και απαιτούν ειδική βοήθεια και φροντίδα. Έτσι έπειτα από έρευνα επιλέχθηκε να δημιουργηθεί, όπως προαναφέρθηκε ένα “φορέσιμο” προϊόν, το οποίο θα είναι εύκολο και βολικό στην χρήση και θα έχει ενσωματωμένη τεχνολογία λέιζερ προκειμένου να δημιουργείται ένα μονοπάτι καθοδήγησης για τον πάσχοντα.

Η δομή της εργασίας κλιμακώνεται και ακολουθεί μια πορεία γενικού προς ειδικού. Θα αναφερθεί, πρώτα απ’ όλα, η έννοια του βιομηχανικού σχεδιασμού καθώς και τα βήματα τα οποία θα ακολουθηθούν προκειμένου να δημιουργηθεί το προτεινόμενο προϊόν έχοντας επιλέξει την ιδανική ιδέα και έχοντας υιοθετήσει την κατάλληλη μέθοδο αξιολόγησης και επιλογής που θα αναλυθεί και παρακάτω. Έπειτα, αφού αναφερθούν βασικά στοιχεία για την νόσο και το πρόβλημα που χρήζει λύση, θα ακολουθήσει η έρευνα αγοράς και η αναζήτηση των αναγκών των ανθρώπων που ερευνώνται. Στην συνέχεια θα ακολουθήσει η σύναψη ιδεών και η αξιολόγηση τους προβάλλοντας σκίτσα και τέλος, αφού επιλεγεί η επικρατέστερη ιδέα, σύμφωνα με τα κριτήρια που θα τεθούν, θα υλοποιηθεί και η τρισδιάστατη σχεδίαση του μοντέλου.

Λέξεις κλειδιά: Βιομηχανικός σχεδιασμός, Νόσος του Πάρκινσον, «πάγωμα» βάδισης-FOG, «φορέσιμο» προϊόν, συσκευή προβολής λέιζερ, οπτικές ενδείξεις

Summary

The subject of this thesis is the design of an industrial product and in particular the design of a "wearable" product for gait assistance through laser technology for patients with Parkinson's disease. Many people living with Parkinson's disease experience daily mobility difficulties that prevent them from enjoying simple everyday things like a simple walk. People with Parkinson's disease struggle every day to carry out activities that others find obvious and simple. The progression of the disease may involve the deterioration of gait and more specifically the phenomenon of 'freezing', known as 'Freezing of Gait' (FOG), or 'gait immobilization'. This is why these individuals have problems starting their gait. One way of dealing with this problem, which will be discussed below, is to generate kinetic signals through path tracing by laser devices. This "wearable" product that will be studied helps the sufferer to overcome their walking difficulty and take the initiative to start walking as the use of visual cues creates a pattern that facilitates the initiation and maintenance of walking.

The choice of the topic came from a general research and need to create products for people suffering from serious diseases. Parkinson's disease is one of the most important diseases that more and more people face every day and require special help and care. Thus, after long research, it was chosen to create, as mentioned above, a "wearable" product, which will be easy and convenient to use and will have integrated laser technology in order to create a guidance path for the sufferer.

The structure of the thesis follows a general-to-specific approach. First of all, the concept of industrial design will be mentioned, as well as the steps that will be followed in order to create the proposed product, having chosen the ideal idea and having adopted the appropriate evaluation and selection method, which will be analyzed below. Then, after giving basic information about the disease and the problem that needs to be solved, market research will follow and the needs of the people being researched will be identified. Then the conclusion of ideas and their evaluation will follow by projecting sketches and finally, once the most popular idea has been selected, according to the criteria that will be set, the 3D design of the model will be implemented.

Keywords: Industrial design, Parkinson's disease, freezing of gait-FOG, wearable product, laser projection device, visual cues

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Αναγνωρίσεις.....	3
Περίληψη.....	4
Κεφάλαιο 1: Βιομηχανικός Σχεδιασμός- Επιλογή	
ιδέας.....	10
1.1 Εισαγωγή.....	10
1.2 Βιομηχανικός Σχεδιασμός.....	10
1.2.1 Σημασία βιομηχανικού σχεδιασμού για ένα	
προϊόν.....	11
1.2.2 Διαδικασία βιομηχανικού	
σχεδιασμού.....	12
1.3 Επιλογή Ιδέας.....	12
1.3.1 Μέθοδοι επιλογής μιας ιδέας.....	13
1.3.2 Πλεονεκτήματα δομημένης μεθόδου.....	13
1.3.3 Επισκόπηση της μεθοδολογίας.....	14
1.3.4 Διαλογή ιδεών.....	15
1.3.5 Βαθμολόγηση ιδεών.....	17
Κεφάλαιο 2: Εισαγωγικές γνώσεις της νόσου του Πάρκινσον	
FOG.....	20
2.1 Εισαγωγή.....	20
2.2 Νόσος του Πάρκινσον-Parkinson’s Disease/Freezing of Gait	
(FOG).....	20
2.2.1 Χαρακτηρισμός του “παγώματος βάδισης”- Freezing Of	
Gait.....	21
2.3 Θεραπευτικές Προσεγγίσεις της FOG.....	24
2.3.1 Deep Brain Stimulation-DBS/ Εν τω βάθει εγκεφαλική	
διέγερση.....	24
2.4 Προϊόντα υποβοήθησης βάδισης.....	25
2.4.1 CuPiD’s Smartphone.....	25
2.4.2 Καινοτόμο πρόγραμμα που στηρίζει τους ασθενείς με νόσο	
του Πάρκινσον.....	27
2.4.3 Helmet scanner- Κράνος σαρωτής.....	28
2.4.4 Path Finder Laser shoe attachment- Εξαρτήματα παπουτσιών	
λείζερ.....	29
2.4.5 Χρήση έξυπνων γυαλιών για την ανάλυση της βάδισης των	
ασθενών που πάσχουν από νόσο του	
Πάρκινσον.....	31
2.4.6 Χρήση οπτικών σημάτων-Visual	
Cues.....	35
2.4.7 Συσκευή προβολής οπτικών	
σημάτων.....	36
2.5 Συμπεράσματα.....	38

Κεφάλαιο 3: Ιδέα αναφοράς προϊόντος- Κριτήρια επιλογής.....	39
3.1 Εισαγωγή.....	39
3.2 Ιδέα αναφοράς - Στόχος προϊόντος.....	39
3.2.1 Smart wearable products- έξυπνα “φορέσιμα” προϊόντα.....	40
3.2.2 Οπτικά Σήματα-Visual Cues.....	41
3.2.3 Τεχνολογία Λείζερ- Laser Technology/ Φορητή συσκευή λέιζερ.....	43
3.3 Δημιουργία πινάκων απόφασης.....	45
3.3.1 Διαλογή ιδεών.....	45
3.3.2 Βαθμολόγηση ιδεών.....	51
3.3.3 Συμπεράσματα-Επιλογή τελικής ιδέας.....	54
3.4 Ανάλυση Β ιδέας-Γυαλιά με συσκευή λέιζερ.....	55
3.4.1 Ανθρώπινο μάτι και οπτικό πεδίο.....	55
3.4.2 Μέγεθος μηχανολογικών εξαρτημάτων.....	55
3.4.3 Φορητή συσκευή λέιζερ.....	56
3.4.4 Οπτικός σταθεροποιητής.....	57
3.4.5 Αναλυτικότερα για τα εξαρτήματα της συσκευής λέιζερ.....	58
3.4.6 Ασύρματη φόρτιση συσκευής λέιζερ.....	61
Κεφάλαιο 4: Σχεδίαση προϊόντος.....	62
4.1 Εισαγωγή.....	62
4.2 Διαδικασία σχεδίασης γυαλιών.....	62
4.3 Διαδικασία σχεδίασης συσκευής λέιζερ.....	69
4.3.1 Καπάκι συσκευής λέιζερ.....	69
4.3.2 Βάση συσκευής λέιζερ.....	72
4.3.3 Εσωτερικό συσκευής λέιζερ.....	80
4.3.4 Τελικό προϊόν.....	83
4.4 Τελικά συμπεράσματα.....	84
Βιβλιογραφία.....	85

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Παράδειγμα χρήσης κλίμακας από το 1 έως το 5 για την βαθμολόγηση των ιδεών	18
Πίνακας 2: Απαντήσεις σε ερωτηματολόγιο για τη βάδιση και τις πτώσεις. Συχνότητα “παγώματος” και διάρκεια των επεισοδίων παγώματος	22
Πίνακας 3: Παράγοντες που προκαλούν το πάγωμα της βάδισης	22
Πίνακας 4: Τα πιο συχνά αναφερόμενα ερεθίσματα του “παγώματος” της βάδισης σε διάφορα στάδια της ΝΠ. Τα ποσοστά είναι επί του συνόλου των ασθενών της ομάδας	23
Πίνακας 5: Στρατηγικές που βοηθούν να ξεπεραστεί το “πάγωμα” ή να βελτιωθεί το περπάτημα	23
Πίνακας 6: Δημογραφικά στοιχεία και βαθμολογίες ερωτηματολογίων	33

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Η επιλογή της ιδέας αποτελεί τμήμα της γενικότερης φάσης ανάπτυξης της ιδέας	13
Σχήμα 2: Η επιλογή της ιδέας αποτελεί μία επαναληπτική διαδικασία που είναι στενά συνδεδεμένη με τη δημιουργία και τον έλεγχο της ιδέας, Η διαλογή των ιδεών και οι μέθοδοι βαθμολόγησης	15
Σχήμα 3: Απεικόνιση του συστήματος CuPiD	27
Σχήμα 4: Η γενική εικόνα της συσκευής (αριστερή εικόνα) και τα ηλεκτρόδια της (δεξιά εικόνα)	29
Σχήμα 5: Γεωμετρία του κράνους σαρωτή	29
Σχήμα 6: Απεικόνιση των εξαρτημάτων παπουτσιών με λείζερ για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον	30
Σχήμα 7: Γυαλιά OCOsense™ και η θέση των αισθητήρων. Τα πράσινα ορθογώνια αντιπροσωπεύουν τους αισθητήρες OCO™ και το μοβ ορθογώνιο αντιπροσωπεύει τον αδρανειακό αισθητήρα 9 αξόνων	33
Σχήμα 8: Πειραματικά παραδείγματα οπτικών ενδείξεων	36
Σχήμα 9: Εικονογράφηση του οπτικού ακουστικού περιπατητή, που αναπτύχθηκε από τους Espay et al	37
Σχήμα 10: Μήκος βήματος κατά τη διάρκεια της μη ελεγχόμενης βάδισης (χωρίς οπτικά σήματα), της ελεγχόμενης βάδισης (με οπτικά σήματα) και των φάσεων διατήρησης	41
Σχήμα 11: Ταχύτητα βάδισης κατά τη διάρκεια της μη ελεγχόμενης βάδισης της ελεγχόμενης βάδισης και των φάσεων διατήρησης	42
Σχήμα 12: Διάγραμμα γωνίας-γωνίας ισχίου-γονάτου για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς επιτήρηση και της πέμπτης συνεδρίας διατήρησης. TO=toe-off, HS=heel-strik	42
Σχήμα 13: Το πορτρέτο του επιπέδου φάσης του ισχίου για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς έλεγχο και της πέμπτης συνεδρίας συγκράτησης. TO=toe-off, HS=heel-strike	43
Σχήμα 14: Το πορτρέτο του επιπέδου φάσης του γόνατος για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς έλεγχο και της πέμπτης συνεδρίας συγκράτησης. TO=toe-off, HS=heel-strike	43
Σχήμα 15: (A) Πλάγια όψη του ασθενούς με ΝΠ σε κατάσταση με ένδειξη- (B) μπροστινή όψη του ασθενούς με PD σε κατάσταση με ένδειξη	45

Σχήμα 16: Φωτογραφία του πομπού λέιζερ και (β) ένας συσκευασμένος πομπός λέιζερ με ένα νόμισμα για κλίμακα	56
Σχήμα 17: Απεικόνιση του συστήματος PERFECT, σε απευθείας εφαρμογή με το χέρι	56
Σχήμα 18: [1] Συμβατικό Μοντέλο [2] Balanced Optical SteadyShot	57
Σχήμα 19: Σκίτσα προσομοίωσης εσωτερικού μηχανισμού της συσκευής λέιζερ	81
Σχήμα 20: Εικόνα τελικού προϊόντος-Γυαλιά με φορητή συσκευή λέιζερ	83
Σχήμα 21: Ασθενής με ΝΠ χρησιμοποιεί τα γυαλιά με φορητή συσκευή λέιζερ	83

Κεφάλαιο 1

Βιομηχανικός Σχεδιασμός- Επιλογή ιδέας

1.1 Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στην έννοια και την σημασία του βιομηχανικού σχεδιασμού. Αναλύεται επίσης η διαδικασία του σχεδιασμού καθώς και μέθοδοι επιλογής ιδεών. Η μέθοδος που θα αναπτυχθεί σε βάθος είναι εκείνη της χρήσης πινάκων, η οποία είναι και η κατευθυντήρια για την διπλωματική εργασία. Μεθοδικά παρουσιάζονται τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου να σχεδιαστεί και να επιλεγεί το πλέον καλύτερο προϊόν με τις αντίστοιχες προδιαγραφές.

1.2 Βιομηχανικός Σχεδιασμός

Η γέννηση του βιομηχανικού σχεδιασμού συχνά τοποθετείται στις αρχές της δεκαετίας του 1900 στη δυτική Ευρώπη. Αρκετές γερμανικές εταιρείες, προσέλαβαν ένα πλήθος τεχνιτών και αρχιτεκτόνων προκειμένου να σχεδιάσουν διάφορα προϊόντα για παραγωγή. Αρχικά αυτοί οι πρώιμοι Ευρωπαίοι σχεδιαστές είχαν περιορισμένο άμεσο αντίκτυπο στη βιομηχανία, ωστόσο το έργο τους οδήγησε σε θεωρίες που άντεξαν στο πέρασμα του χρόνου που επηρέασαν και διαμόρφωσαν αυτό που είναι σήμερα γνωστό ως βιομηχανικό σχέδιο. Οι πρώιμες ευρωπαϊκές προσεγγίσεις στο βιομηχανικό σχέδιο, όπως το κίνημα Bauhaus, προχώρησαν πέρα από την απλή λειτουργικότητα και τόνισαν τη σημασία της γεωμετρίας, της ακρίβειας, της απλότητας και της οικονομίας στο σχεδιασμό προϊόντων. Εν ολίγοις, αρχικοί ευρωπαϊκοί σχεδιαστές πίστευαν ότι ένα προϊόν θα πρέπει να σχεδιάζεται “από μέσα προς τα έξω”. Η μορφή θα πρέπει να ακολουθεί τη λειτουργία. Ωστόσο, στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι αρχικές ιδέες βιομηχανικού σχεδιασμού ήταν σε μεγάλο βαθμό διαφορετικές. Ενώ οι πρώτες προσπάθειες των ευρωπαίων βιομηχανικών σχεδιαστών έγιναν από αρχιτέκτονες και μηχανικούς, οι περισσότεροι βιομηχανικοί σχεδιαστές στην Αμερική ήταν στην πραγματικότητα σχεδιαστές θεάτρου και καλλιτεχνικοί- εικονογράφοι. Δεν αποτελεί λοιπόν έκπληξη το γεγονός πως ο βιομηχανικός σχεδιασμός στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν συχνά στην υπηρεσία των πωλήσεων και της διαφήμισης, όπου η εξωτερική εμφάνιση ενός προϊόντος ήταν σημαντικότερη από την “εσωτερική” εμφάνιση που δεν έπαιζε τόσο σημαντικό ρόλο. Από την δεκαετία του 1970 και μετά ο ευρωπαϊκός σχεδιασμός είχε επηρεάσει έντονα το βιομηχανικό σχεδιασμό στην Αμερική, κυρίως μέσα από τα έργα του Henry Dreyfuss και του Eliot Noyes. Ο αυξημένος ανταγωνισμός στην αγορά ανάγκασε τις εταιρείες να αναζητήσουν τρόπους για να βελτιώσουν και να διαφοροποιήσουν τα προϊόντα τους. Ολοένα και περισσότερο, οι εταιρείες είχαν αποδεχθεί την ιδέα ότι ο ρόλος του βιομηχανικού σχεδιασμού ήταν μια αναγκαία πραγματικότητα προκειμένου ένα προϊόν να αποκτήσει κάτι περισσότερο από μια απλή μορφή και εμφάνιση. Η επιστημονική ένωση IDSA (Industrial Designers Society of America) ορίζει το βιομηχανικό σχέδιο ως “επαγγελματική υπηρεσία για τη δημιουργία και ανάπτυξη ιδεών και προδιαγραφών που βελτιστοποιούν τη λειτουργία, την αξία και την εμφάνιση των προϊόντων καθώς και των συστημάτων, προς αμοιβαίο όφελος τόσο του χρήστη όσο και του παραγωγού”. Ο ορισμός αυτός είναι αρκετά ευρύς ώστε να περιλαμβάνει τις δραστηριότητες όλης της ομάδας ανάπτυξης του προϊόντος. Στην πραγματικότητα, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές εστιάζουν την προσοχή τους στη μορφή και την αλληλεπίδραση του χρήστη με τα προϊόντα.

Ο Dreyfuss (1967) απαριθμεί πέντε κρίσιμους στόχους που μια ομάδα μπορεί να πετύχει κατά την ανάπτυξη νέων προϊόντων με τη βοήθεια των βιομηχανικών σχεδιαστών. Αυτοί είναι:

- Χρησιμότητα: Η διεπαφή του προϊόντος με τον άνθρωπο, θα πρέπει να είναι ασφαλής, εύκολη στη χρήση και διαισθητική. Κάθε χαρακτηριστικό πρέπει να διαμορφωθεί έτσι ώστε να επικοινωνεί τη λειτουργία του προς το χρήστη.
- Εμφάνιση: Η μορφή, η γραμμή, η αναλογία και το χρώμα χρησιμοποιούνται προκειμένου να δώσουν στο προϊόν μία ευχάριστη συνολική εμφάνιση.
- Ευκολία συντήρησης: Τα προϊόντα πρέπει επίσης να σχεδιαστούν έτσι ώστε να είναι δυνατό να μεταδώσουν τον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να συντηρούνται και να επισκευάζονται.
- Χαμηλό κόστος: Η μορφή και τα χαρακτηριστικά έχουν μεγάλο αντίκτυπο στον εξοπλισμό και το κόστος παραγωγής, οπότε αυτά πρέπει να εξετάζονται από κοινού με την ομάδα.
- Επικοινωνία: Ο σχεδιαστής των προϊόντων πρέπει να γνωστοποιεί την σχεδιαστική φιλοσοφία και αποστολή της εταιρείας μέσα από τις οπτικές ιδιότητες των προϊόντων.

1.2.1 Σημασία βιομηχανικού σχεδιασμού για ένα προϊόν

Τα περισσότερα προϊόντα στην αγορά μπορεί να βελτιωθούν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο με μία καλή βιομηχανική σχεδίαση. Όλα τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται, λειτουργούν ή γίνονται ορατά από τους ανθρώπους εξαρτώνται καθοριστικά από το βιομηχανικό σχεδιασμό για την εμπορική επιτυχία. Με αυτό κατά νου, ένα κατάλληλο μέσο για την αξιολόγηση της σημασίας του βιομηχανικού σχεδιασμού για ένα συγκεκριμένο προϊόν αποτελεί ο χαρακτηρισμός της σημασίας του σε δύο διαστάσεις: της εργονομίας και της αισθητικής. Όσο πιο σημαντική είναι κάθε διάσταση για την επιτυχία του προϊόντος, τόσο περισσότερο το προϊόν εξαρτάται από τον βιομηχανικό σχεδιασμό. Έτσι λόγω της σημασίας αυτών των δύο διαστάσεων έχουν οριστεί ορισμένες εργονομικές και αισθητικές απαιτήσεις οι οποίες αναγράφονται παρακάτω:

Εργονομικές απαιτήσεις:

- Πόσο σημαντική είναι η ευκολία στη χρήση;
- Πόσο σημαντική είναι η ευκολία της συντήρησης;
- Πόσες αλληλεπιδράσεις του χρήστη απαιτούνται για τις λειτουργίες του προϊόντος;
- Πόσο καινοτόμες είναι οι ανάγκες αλληλεπίδρασης του χρήστη;
- Ποια είναι τα θέματα ασφαλείας;

Αισθητικές απαιτήσεις:

- Απαιτείται η οπτική διαφοροποίηση του προϊόντος;

- Πόσο σημαντική είναι η υπερηφάνεια της ιδιοκτησίας, η εικόνα και η μόδα;
- Είναι ικανή η αισθητική του προϊόντος να παρακινήσει την ομάδα;

1.2.2 Διαδικασία βιομηχανικού σχεδιασμού

Πολλές μεγάλες εταιρείες έχουν εσωτερικά τμήματα βιομηχανικού σχεδιασμού. Οι μικρές επιχειρήσεις έχουν την τάση να μισθώνουν τις υπηρεσίες των βιομηχανικών σχεδιαστών. Σε κάθε περίπτωση, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές θα πρέπει να συμμετέχουν πλήρως σε δια τμηματικές ομάδες ανάπτυξης του προϊόντος. Μέσα σε αυτές τις ομάδες, οι μηχανικοί θα ακολουθήσουν σε γενικές γραμμές μια διαδικασία για τη δημιουργία και την αξιολόγηση των αντιλήψεων για τα τεχνικά χαρακτηριστικά του προϊόντος. Με έναν παρόμοιο τρόπο, οι περισσότεροι βιομηχανικοί σχεδιαστές ακολουθούν μια διαδικασία για τον σχεδιασμό της αισθητικής και της εργονομίας του προϊόντος. Αν και αυτή η προσέγγιση μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με την εταιρεία και τη φύση του έργου, οι βιομηχανικοί σχεδιαστές δημιουργούν επίσης πολλαπλές ιδέες και στη συνέχεια συνεργάζονται με τους μηχανικούς προκειμένου να περιορίσουν αυτές τις επιλογές ακολουθώντας μια σειρά βημάτων αξιολόγησης.

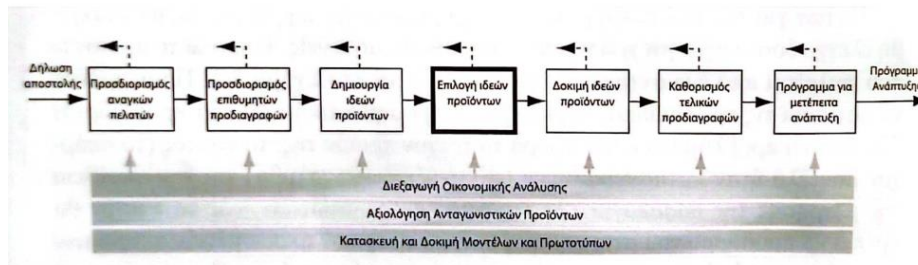
Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία του βιομηχανικού σχεδιασμού μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από τις ακόλουθες φάσεις:

1. Διερεύνηση των αναγκών του πελάτη.
2. Σύλληψη της ιδέας.
3. Προκαταρκτικές βελτιώσεις.
4. Περαιτέρω βελτιώσεις και τελική επιλογή της ιδέας.
5. Σκίτσα ελέγχου ή μοντέλα.
6. Συντονισμός με τμήματα μηχανικής, παραγωγής και εξωτερικούς κατασκευαστές.

1.3 Επιλογή ιδέας

Η επιλογή της ιδέας αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων. Στα πρώτα στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης προϊόντων, η ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος προσδιορίζει ένα σύνολο αναγκών. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας μία ποικιλία μεθόδων, η ομάδα δημιουργεί εναλλακτικές ιδέες επίλυσης ως απόκριση σε αυτές τις ανάγκες. Η επιλογή ιδέας είναι η διεργασία της αποτίμησης των ιδεών ως προς τις ανάγκες των πελατών καθώς και άλλα κριτήρια, της σύγκρισης των σχετικών πλεονεκτημάτων και αδυναμιών των ιδεών και της επιλογής μιας ή περισσότερων ιδεών για περαιτέρω διερεύνηση, έλεγχο ή ανάπτυξη. Το Σχήμα 1 απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο η δραστηριότητα επιλογής ιδεών σχετίζεται με τις άλλες δραστηριότητες και σχηματίζει τη φάση ανάπτυξης ιδεών στη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων. Αν και πολλά στάδια της διαδικασίας ανάπτυξης επωφελούνται από την απεριόριστη δημιουργικότητα και την αποκλίνουσα σκέψη, η επιλογή της ιδέας είναι η διαδικασία του περιορισμού των εναλλακτικών ιδεών προς θεώρηση. Αν και η επιλογή της ιδέας αποτελεί μια συγκλίνουσα διαδικασία, επαναλαμβάνεται συχνά και ίσως δεν οδηγήσει άμεσα σε κάποια κυρίαρχη ιδέα προϊόντος. Αρχικά γίνεται

προσεκτική επιλογή μέσα από ένα μεγάλο σύνολο ιδεών έτσι ώστε να προκύψει ένα μικρότερο σύνολο, αλλά αυτές οι ιδέες στη συνέχεια μπορεί να συνδυαστούν και να βελτιωθούν έτσι ώστε να μεγαλώσουν προσωρινά το σύνολο των ιδεών προς θεώρηση. Μέσα από αρκετές τέτοιες επαναλήψεις τελικά επιλέγεται μία κυρίαρχη ιδέα. Το Σχήμα 2, απεικονίζει το διαδοχικό περιορισμό και το προσωρινό φιλτράρισμα του συνόλου των επιλογών προς θεώρηση κατά τη διάρκεια της διαδικασίας επιλογής ιδέας.



Σχήμα 1: Η επιλογή της ιδέας αποτελεί τμήμα της γενικότερης φάσης ανάπτυξης της ιδέας [3].

1.3.1 Μέθοδοι επιλογής μιας ιδέας

Ανεξάρτητα με το εάν ή όχι η διαδικασία επιλογής ιδεών είναι αναλυτική, όλες οι ομάδες χρησιμοποιούν κάποια μέθοδο για την επιλογή μιας ιδέας ανάμεσα σε κάποιες άλλες. Αυτές οι μέθοδοι ποικίλουν ως προς την αποτελεσματικότητά τους και περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Εξωτερική απόφαση
- Διαίσθηση
- Ψηφοφορία
- Αξιολόγηση μέσω του παγκόσμιου ιστού
- Υπέρ και κατά
- Πρωτοτυποποίηση και έλεγχος
- Πίνακες απόφασης

Η μέθοδος επιλογής μας οικοδομείται γύρω από τη **χρήση των πινάκων απόφασης** για την αποτίμηση της κάθε ιδέας ως προς ένα σύνολο κριτηρίων επιλογής.

1.3.2 Πλεονεκτήματα της δομημένης μεθόδου με τη “χρήση πινάκων”

Όλες οι προαναφερόμενες δραστηριότητες της διαδικασίας ανάπτυξης ασκούν μεγάλη επίδραση στην οριστική επιτυχία του προϊόντος. Η απόκριση της αγοράς σε ένα προϊόν εξαρτάται σε κρίσιμο βαθμό από την ιδέα του προϊόντος. Παρόλα αυτά πολλοί επαγγελματίες και ερευνητές πιστεύουν επίσης πως η επιλογή μια ιδέας προϊόντος προσδιορίζει σημαντικά το τελικό κόστος παραγωγής του προϊόντος. Μια δομημένη διαδικασία επιλογής ιδέας βοηθά στην διατήρηση της αντικειμενικότητας σε όλο το

στάδιο της ιδέας, στη διαδικασία της ανάπτυξης του προϊόντος και καθοδηγεί την ομάδα ανάπτυξης μέσα από μία κρίσιμη, δύσκολη και σε ορισμένες περιπτώσεις συναισθηματική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, μία δομημένη μέθοδος επιλογής ιδέας προσφέρει τα επόμενα δυνητικά πλεονεκτήματα:

- Ένα προϊόν εστιασμένο στον πελάτη
- Ένα ανταγωνιστικό σχέδιο
- Καλύτερος συντονισμός προϊόντος- παραγωγής
- Μικρότερος χρόνος εισαγωγής του προϊόντος
- Αποτελεσματική λήψη ομαδικής απόφασης
- Τεκμηρίωση της διαδικασίας απόφασης

1.3.3 Επισκόπηση της μεθοδολογίας

Η μεθοδολογία επιλογής ιδεών που θα ακολουθηθεί είναι δυο σταδίων. Το πρώτο στάδιο ονομάζεται διαλογή ιδεών ενώ το δεύτερο ονομάζεται βαθμολόγηση ιδεών. Κάθε ένα στάδιο υποστηρίζεται από έναν πίνακα απόφασης ο οποίος χρησιμοποιείται για τη βαθμολόγηση των ιδεών. Αν και αυτή η μέθοδος είναι δομημένη, η έμφαση δίδεται στο ρόλο της διαίσθησης της ομάδας ανάπτυξης του προϊόντος για τη βελτίωση και το συνδυασμό των ιδεών.

Η επιλογή της ιδέας πραγματοποιείται συχνά σε δύο στάδια ως έναν τρόπο να διαχειριστούμε την πολυπλοκότητα της αξιολόγησης πολλών ιδεών προϊόντων. Η εφαρμογή αυτών των δύο μεθόδων απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Η διαλογή αποτελεί μια γρήγορη και προσεγγιστική εκτίμηση που στοχεύει στην παραγωγή ορισμένων βιώσιμων εναλλακτικών λύσεων. Η βαθμολόγηση αποτελεί μια πιο προσεκτική ανάλυση αυτών των σχετικά λίγων ιδεών προκειμένου να επιλέξουμε μια και μοναδική ιδέα που κατά πάσα πιθανότητα θα οδηγήσει στην επιτυχία του προϊόντος.

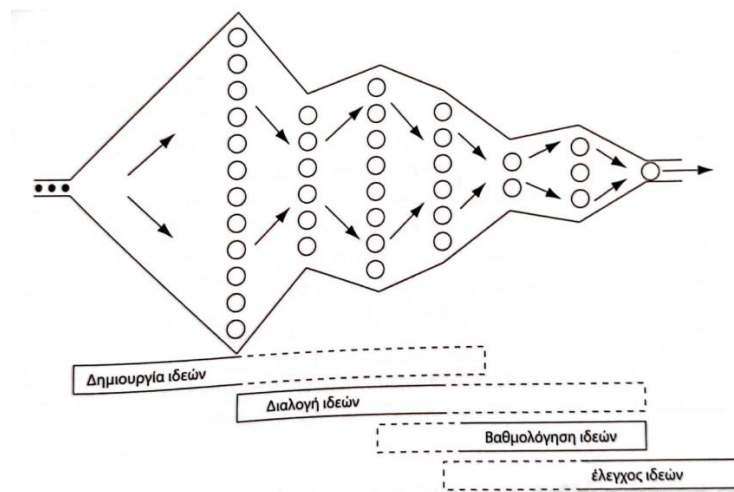
Κατά την διάρκεια της επιλογής των ιδεών, οι πρωτογενείς αρχικές έννοιες αξιολογούνται ως προς μία κοινή ιδέα αναφοράς χρησιμοποιώντας τον πίνακα διαλογής. Σε αυτό το αρχικό στάδιο, οι λεπτομερείς ποσοτικές συγκρίσεις είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν ενώ είναι πιθανό να οδηγήσουν και σε παρερμηνείες και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ένα προσεγγιστικό και χονδροειδές σύστημα συγκριτικής βαθμολόγησης. Μετά την εξάλειψη κάποιων εναλλακτικών ιδεών, η ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος ίσως επιλέξει να προχωρήσει στη βαθμολόγηση ιδεών και να διεξάγει ορισμένες πιο λεπτομερείς αναλύσεις και πιο λεπτομερή ποσοτική αποτίμηση των ιδεών που έχουν απομείνει χρησιμοποιώντας ως οδηγό τον πίνακα βαθμολόγησης. Σε όλη τη διάρκεια των διαδικασιών διαλογής και βαθμολόγησης, ίσως πραγματοποιηθούν αρκετές επαναλήψεις, με νέες εναλλακτικές που προκύπτουν από τους συνδυασμούς των χαρακτηριστικών αρκετών ιδεών.

Και τα δύο στάδια, η διαλογή και η βαθμολόγηση των ιδεών, ακολουθούν μία διαδικασία έξι βημάτων που οδηγεί την ομάδα διά μέσου της δραστηριότητας επιλογής της ιδέας. Τα βήματα είναι τα ακόλουθα:

1. Προετοιμασία του πίνακα επιλογής

2. Βαθμολόγηση των ιδεών
3. Κατάταξη των ιδεών
4. Συνδυασμός και βελτίωση των ιδεών
5. Επιλογή μίας ή περισσότερων ιδεών
6. Προβληματισμός γύρω από τα αποτελέσματα και τη διαδικασία.

Η μέθοδος επιλογής της ιδέας εκμεταλλεύεται τους πίνακες ως οπτικούς οδηγούς για τη δημιουργία ομοφωνίας ανάμεσα στα μέλη της ομάδας. Αυτοί οι πίνακες επικεντρώνουν την προσοχή στις **ανάγκες των πελατών** καθώς και σε άλλα κριτήρια απόφασης καθώς και στις ιδέες του προϊόντος για επακριβή αξιολόγηση, βελτίωση και επιλογή.



Σχήμα 2: Η επιλογή της ιδέας αποτελεί μία επαναληπτική διαδικασία που είναι στενά συνδεδεμένη με τη δημιουργία και τον έλεγχο της ιδέας. Η διαλογή των ιδεών και οι μέθοδοι βαθμολόγησης βοηθούν την ομάδα να εκλεπτύνει και να βελτιώσει τις ιδέες οδηγώντας σε μία ή περισσότερες υποσχόμενες ιδέες στις οποίες θα εστιάσουν οι περαιτέρω δραστηριότητες ελέγχου και ανάπτυξης [3].

1.3.4 Διαλογή ιδεών

Η διαλογή ιδεών στηρίζεται σε μία μέθοδο που αναπτύχθηκε από τον Stuart Pugh τη δεκαετία του 1980 και συχνά ονομάζεται επιλογή ιδέας του Pugh [1],[2]. Ο σκοπός αυτού του σταδίου είναι να περιοριστεί το πλήθος των ιδεών σχετικά γρήγορα και να βελτιώσει τις ιδέες.

Βήμα 1: Προετοιμάζοντας τον πίνακα επιλογής

Αρχικά καταχωρούνται στον πίνακα ιδέες και κριτήρια. Αν και είναι πιθανό να έχουν δημιουργηθεί από διαφορετικούς ανεξάρτητους, οι ιδέες θα πρέπει να παρουσιαστούν με το ίδιο επίπεδο λεπτομέρειας έτσι ώστε να λάβει χώρα εύλογη

σύγκριση και αμερόληπτη επιλογή. Οι έννοιες παρουσιάζονται καλύτερα με συνδυασμό γραπτής περιγραφής και γραφικής παρουσίασης. Ένα απλό σκίτσο μιας μόνο σελίδας για την κάθε ιδέα, διευκολύνει σημαντικά την επικοινωνία των βασικών χαρακτηριστικών της ιδέας. Οι ιδέες καταχωρούνται κατά μήκος της επάνω γραμμής του πίνακα χρησιμοποιώντας κάποιο τύπο γραφικών ετικετών ή ετικετών που περιέχουν κείμενο.

Τα κριτήρια επιλογής καταγράφονται στο αριστερό τμήμα του πίνακα διαλογής. Αυτά τα κριτήρια επιλέγονται σύμφωνα με τις ανάγκες των πελατών που έχουν προσδιοριστεί καθώς και από τις ανάγκες της επιχείρησης όπως είναι το χαμηλό κόστος παραγωγής ή το ελάχιστο ρίσκο αστικής ευθύνης του προϊόντος. Σε αυτό το στάδιο τα κριτήρια συνήθως εκφράζονται χρησιμοποιώντας ένα εύλογο επίπεδο αφαίρεσης και συνήθως περιλαμβάνουν από 5 έως 10 διαστάσεις. Τα κριτήρια επιλογής θα πρέπει να επιλεγούν έτσι ώστε να διαφοροποιήσουν τις ιδέες τη μία ως προς την άλλη. Επίσης μετά από προσεκτική μελέτη, η ομάδα επιλέγει μία ιδέα την οποία αναγορεύει ως την ιδέα αναφοράς ως προς την οποία θα μετρηθεί και θα βαθμολογηθεί η επίδοση όλων των υπόλοιπων ιδεών που έχουν επιλεγεί.

Βήμα 2: Βαθμολόγηση των ιδεών

Σε κάθε κελί του πίνακα τοποθετείται ένα σχετικό σκορ που μπορεί να είναι “καλύτερο από” (+), “ίδιο με” (0) ή “χειρότερο από” (-) έτσι ώστε να αναπαραστήσει τον τρόπο με τον οποίο βαθμολογείται το κάθε προϊόν σε σχέση με την ιδέα αναφοράς και σε σχέση με το συγκεκριμένο κριτήριο που χρησιμοποιείται. Συνίσταται γενικά να βαθμολογείται κάθε ιδέα για το ίδιο κριτήριο. Ωστόσο, για μεγάλο πλήθος ιδεών, είναι πιο γρήγορη η αντίθετη προσέγγιση-δηλαδή να βαθμολογείται πλήρως κάθε ιδέα προτού προβεί η αξιολόγηση της επόμενης ιδέας.

Βήμα 3: Κατάταξη των ιδεών

Μετά την βαθμολόγηση του συνόλου των ιδεών, η ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος αθροίζει το πλήθος των σκορ για το “καλύτερο από”, “το ίδιο με” και το “χειρότερο από” και καταχωρεί το άθροισμα για την κάθε κατηγορία στις τελευταίες γραμμές του πίνακα που έχουν φτιαχτεί. Έπειτα μπορεί να υπολογιστεί ένα συνολικό σκορ αφαιρώντας από το πλήθος των “καλύτερο από”, το πλήθος των “χειρότερων από” αποτιμήσεων. Μετά την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, η ομάδα κατατάσσει αριθμητικά τις ιδέες. Οι ιδέες με τα περισσότερα (+) και τα λιγότερα (-) είναι εκείνες που κατατάσσονται πρώτες. Σε αυτό το σημείο μπορεί να προσδιοριστούν εύκολα τα κριτήρια τα οποία διαφοροποιούν τις ιδέες μεταξύ τους.

Βήμα 4: Συνδυασμός και βελτίωση ιδεών

Έχοντας βαθμολογήσει και κατατάξει τις ιδέες, η ομάδα θα πρέπει να επαληθεύσει πως τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε έχουν νόημα και στη συνέχεια να εξετάσει εάν υπάρχουν τρόποι συνδυασμού και βελτίωσης ορισμένων από τις ιδέες. Υπάρχουν δύο ζητήματα που εξετάζονται στο σημείο αυτό:

- Υπάρχει κάποια γενικά καλή ιδέα που υποβαθμίζεται υπό ένα κακό χαρακτηριστικό; Μπορεί μια δευτερεύουσα σημασίας τροποποίηση να βελτιώσει τη συνολική ιδέα εξακολουθώντας να διατηρεί μία διαφοροποίηση από τις υπόλοιπες ιδέες;

- Υπάρχουν δύο ιδέες που μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους έτσι ώστε να διατηρήσουν τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το σκορ “καλύτερο από” εξαλείφοντας ταυτόχρονα τις ιδέες που σχετίζονται με το σκορ “χειρότερο από”;

Αυτές οι ιδέες που προκύπτουν από τέτοιους συνδυασμούς και βελτιώσεις προστίθενται στη συνέχεια στον πίνακα αφού πρώτα βαθμολογηθούν από την ομάδα και κατατάσσονται μαζί με τις αρχικές ιδέες.

Βήμα 5: Επιλογή μίας ή περισσότερων ιδεών

Από τη στιγμή που τα μέλη της ομάδας ανάπτυξης είναι ικανοποιημένα με την κατανόηση τους όσον αφορά την κάθε ιδέα και τη σχετική της ποιότητα, αποφασίζουν ποιες ιδέες θα επιλεγούν για περαιτέρω βελτίωση και ανάλυση. Βασισμένη στα προηγούμενα βήματα, η ομάδα είναι πιθανό να αναπτύξει μία πιο καθαρή αίσθηση όσον αφορά το ποιες ιδέες είναι οι περισσότερα υποσχόμενες. Το πλήθος των ιδεών που επιλέγονται για περαιτέρω αναθεώρηση θα περιοριστεί από τους πόρους της ομάδας (προσωπικό, χρήματα και χρόνο). Έχοντας προσδιορίσει τις ιδέες για περαιτέρω ανάλυση, η ομάδα θα πρέπει να αποσαφηνίσει ποιες ιδέες χρειάζεται να διερευνηθούν περαιτέρω, πριν τη λήψη της τελικής απόφασης.

Η ομάδα θα πρέπει επίσης να αποφασίσει για το αν θα πραγματοποιηθεί και άλλος γύρος διαλογής ιδεών ή εάν στη συνέχεια θα ακολουθήσει το στάδιο της βαθμολόγησης των ιδεών. Σε περίπτωση που ο πίνακας διαλογής δεν περιέχει ικανοποιητική ανάλυση για το επόμενο βήμα της αξιολόγησης και της επιλογής, μπορεί να εφαρμοστεί η βαθμολόγηση των ιδεών μαζί με σταθμισμένα κριτήρια επιλογής και πιο λεπτομερή σχήματα βαθμολόγησης.

Βήμα 6: Προβληματισμός για τα αποτελέσματα και τη διαδικασία

Το σύνολο των ατόμων της ομάδας θα πρέπει να είναι ικανοποιημένοι και να αισθάνονται σίγουρη με το αποτέλεσμα. Εάν κάποιος διαφωνεί με την απόφαση της ομάδας, πιθανόν να απουσιάζουν κριτήρια από τον πίνακα διαλογής ή ίσως κάποια βαθμολόγηση είναι εσφαλμένη ή δεν είναι ξεκάθαρη. Μια επακριβής θεώρηση του εάν τα αποτελέσματα κάνουν αίσθηση σε όλα τα μέλη της ομάδας, μειώνει την πιθανότητα λάθους και αυξάνεται η πιθανότητα να αφοσιωθεί όλη η ομάδα σταθερά στις επόμενες δραστηριότητες της ανάπτυξης.

1.3.5 Βαθμολόγηση ιδεών

Η βαθμολόγηση ιδεών εφαρμόζεται όταν απαιτείται μεγαλύτερη ανάλυση. Μέσω της βαθμολόγησης θα υπάρξει καλύτερος βαθμός σύγκρισης ή διαφοροποίησης ανάμεσα στις ανταγωνιστικές ιδέες. Σε αυτή την διαδικασία η ορισμένη ομάδα ανάπτυξης του προϊόντος, επανεξετάζει τα κριτήρια επιλογής και εστιάζει σε πιο εκλεπτυσμένες συγκρίσεις σε σχέση με το κάθε κριτήριο. Η βαθμολόγηση των ιδεών πραγματοποιείται από το σταθμισμένο άθροισμα των βαθμολογήσεων.

Βήμα 1: Προετοιμασία του πίνακα επιλογής

Αντίστοιχα, όπως συνέβη και στο στάδιο της διαλογής, η ομάδα προετοιμάζει έναν πίνακα και αναγνωρίζει μια ιδέα αναφοράς. Οι ιδέες που έχουν οριστεί για περαιτέρω ανάλυση τοποθετούνται στην πάνω σειρά του πίνακα. Συνήθως, οι ιδέες έχουν υποστεί βελτιώσεις συγκριτικά με το στάδιο διαλογής ιδεών και πιθανόν να έχουν

διατυπωθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια και λεπτομέρεια. Εκτός από αυτές τις πιο λεπτομερείς ιδέες, ίσως προστεθεί περισσότερη λεπτομέρεια στα κριτήρια επιλογής. Η χρήση των ιεραρχικών συσχετίσεων αποτελεί έναν χρήσιμο τρόπο για την επισήμανση των κριτηρίων. Το επίπεδο της λεπτομέρειας των κριτηρίων εξαρτάται από τις ανάγκες της ομάδας ανάπτυξης του προϊόντος. Έπειτα της καταχώρησης των κριτηρίων έρχεται η προσθήκη βαρών σημασίας στον πίνακα. Υπάρχουν ποικίλα σχήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη στάθμιση των κριτηρίων, όπως είναι η εκχώρηση μιας τιμής σημασίας από το 1 έως το 5 ή η διανομή 100 εκατοστιαίων μονάδων μεταξύ τους. Υπάρχουν τεχνικές του μάρκετινγκ για τον προσδιορισμό των βαρών με βάση δεδομένα που προέρχονται από πελάτες και μια λεπτομερή διαδικασία προσδιορισμού αναγκών πελατών, η οποία ίσως είναι σε θέση να δημιουργήσει βάρη (Urbanand Hauser, 1993). Ωστόσο για την επιλογή ιδεών, τα βάρη συχνά προσδιορίζονται υποκειμενικά και έπειτα από ομοφωνία της ομάδας.

Βήμα 2: Βαθμολόγηση των ιδεών

Όπως και στο στάδιο της διαλογής ιδεών, είναι πιο βολικό για την ομάδα να εστιάσει τη συζήτηση της βαθμολογώντας όλες τις ιδέες ως προς ένα κριτήριο κάθε φορά. Εξαιτίας της ανάγκης επιπλέον ανάλυσης αναφορικά με την διάκριση ανάμεσα σε ανταγωνιστικές ιδέες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πιο λεπτομερές κλίμακα. Συνιστούσα κλίμακα είναι από 1 έως 5 (παράδειγμα στο σχήμα 3). Ωστόσο, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και κάποια άλλη κλίμακα, για παράδειγμα, από το 1 έως το 9 αν και τέτοιες πιο λεπτομερείς κλίμακες απαιτούν παραπάνω χρόνο και μεγαλύτερη προσπάθεια.

Σχετική απόδοση	Βαθμολογία
Πολύ χειρότερο σε σχέση με την ιδέα αναφοράς	1
Χειρότερο από την ιδέα αναφοράς	2
Το ίδιο με την ιδέα αναφοράς	3
Καλύτερο σε σχέση με την ιδέα αναφοράς	4
Πολύ καλύτερο σε σχέση με την ιδέα αναφοράς	5

Πίνακας 1: Παράδειγμα χρήσης κλίμακας από το 1 έως το 5 για την βαθμολόγηση των ιδεών [3].

Βήμα 3: Κατάταξη των ιδεών

Έπειτα, από την στιγμή που έχουν καταχωρηθεί όλες οι βαθμολογίες για την κάθε ιδέα υπολογίζονται οι σταθμισμένες βαθμολογίες πολλαπλασιάζοντας τις αρχικές τιμές με τα βάρη των κριτηρίων. Η συνολική βαθμολογία για την κάθε ιδέα είναι το άθροισμα όλων των σταθμισμένων βαθμολογιών:

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij}w_i$$

Όπου : r = αρχικός βαθμός της ιδέας j για το κριτήριο i

w= συντελεστής βάρους για το κριτήριο i

n = πλήθος κριτηρίων

S = συνολικός βαθμός της ιδέας j

Σε κάθε ιδέα εκχωρείται μία τιμή κατάταξης που αντιστοιχεί στο συνολικό της σκορ.

Βήμα 4: Συνδυασμός και βελτίωση των ιδεών

Σε αυτό το στάδιο η ομάδα σχεδίασης του προϊόντος μελετά και αναζητά μεταβολές ή συνδυασμούς που θα οδηγήσουν στην βελτίωση των υπαρχουσών ιδεών. Αν και τυπικά η διαδικασία δημιουργίας ιδεών ολοκληρώνεται πριν από την έναρξη της διαδικασίας επιλογής ιδεών, κάποιες από τις πιο δημιουργικές διορθώσεις και βελτιώσεις πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια της διαδικασίας επιλογής ιδεών, καθώς η ομάδα αντιλαμβάνεται τα εγγενή πλεονεκτήματα και αδυναμίες ορισμένων χαρακτηριστικών των ιδεών για το προϊόν.

Βήμα 5: Επιλογή μίας ή περισσότερων ιδεών

Η τελική επιλογή δεν επέρχεται μονάχα από την επιλογή της ιδέας που έχει λάβει τη μεγαλύτερη βαθμολογία μετά την πρώτη διεξαγωγή της διαδικασίας. Αντιθέτως, θα πρέπει να διερευνηθεί αυτή η αρχική εκτίμηση στην οποία κατέληξε η ομάδα, διεξάγοντας μία ανάλυση ευαισθησίας. Με τη χρήση ενός υπολογιστικού φύλλου δεδομένων, η ομάδα έχει την δυνατότητα να μεταβάλλει τα βάρη και τις βαθμολογίες, προκειμένου να προσδιορίσει τις επιδράσεις τους στην κατάταξη της ιδέας.

Διερευνώντας την ευαισθησία της κατάταξης σε μεταβολές μιας συγκεκριμένης βαθμολογίας, τα μέλη της ομάδας μπορούν να αποτιμήσουν το εάν η αβεβαιότητα γύρω από κάποια βαθμολογία θα έχει μεγάλη επίδραση στην επιλογή τους. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να επιλεγεί μια ιδέα που έχει λάβει μικρότερο βαθμό αλλά χαρακτηρίζεται από μικρή αβεβαιότητα σε σχέση με μία ιδέα που έχει πάρει μεγαλύτερες βαθμολογίες αλλά διαπιστώνεται στην πορεία πως αυτή η ιδέα υπάρχει πιθανότητα να αποδειχθεί μη εφαρμόσιμη ή λιγότερο επιθυμητή. Στηριζόμενη στον πίνακα επιλογής, ίσως αποφασιστεί να επιλεγθούν οι πρώτες δύο ή περισσότερες ιδέες. Αυτές οι ιδέες μπορεί να αναπτυχθούν περαιτέρω, να κατασκευαστούν πρωτότυπα και να ελεγχθούν έτσι ώστε να εκμαιεύσουν την ανάδραση των πελατών.

Βήμα 6: Προβληματισμός για τα αποτελέσματα και τη διαδικασία

Τέλος, υπάρχουν δύο ερωτήματα που θεωρούνται χρήσιμα όσον αφορά τη βελτίωση της διαδικασίας για τις επακόλουθες δραστηριότητες επιλογής ιδεών:

- Με ποιο τρόπο (εάν όχι καθόλου) η μέθοδος επιλογής της ιδέας εξυπηρέτησε την ομαδική λήψη απόφασης;
- Με ποιο τρόπο αυτή η μέθοδος μπορεί να τροποποιηθεί για να βελτιωθεί η απόδοση της ομάδας;

Οι παραπάνω ερωτήσεις δίνουν την δυνατότητα στην ομάδα να εστιάσει στα πλεονεκτήματα και στις αδυναμίες της μεθοδολογίας σε σχέση με τις ανάγκες και τις δυνατότητες που διαθέτουν [3].

Κεφάλαιο 2

Εισαγωγικές γνώσεις της νόσου του Πάρκινσον – FOG

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί θα αναλυθεί εκτενέστερα η νόσος του Πάρκινσον, αναφέροντας απλοϊκά τι είναι, ποια άτομα απειλεί και τι συμπτώματα εμφανίζει, καθώς επίσης και θα αναφερθεί το φαινόμενο του “παγώματος” της βάδισης (FOG) προκειμένου να υπάρχει μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για το τι το προκαλεί στους πάσχοντες και πως μπορεί να αντιμετωπιστεί. Στην συνέχεια θα αναφερθούν τρόποι αντιμετώπισης της FOG, οι οποίοι ποικίλουν τόσο στον επιστημονικό όσο και στον βιομηχανικό τομέα. Ειδικότερα στον βιομηχανικό τομέα, τα προϊόντα υποβοήθησης βάδισης που θα αναλυθούν θα αποτελέσουν και στοιχεία της έρευνας αγοράς και των αναγκών των καταναλωτών.

2.2 Νόσος του Πάρκινσον -Parkinson’s Disease/Freezing Of Gait (FOG)

Η νόσος του Πάρκινσον (ΝΠ) (Parkinson’s Disease- PD) είναι μια κοινή νευροεκφυλιστική πάθηση που επηρεάζει περίπου το 1% των ατόμων ηλικίας άνω των 60 ετών. Η ασθένεια έχει σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα ζωής αυτών των ασθενών, στις οικογένειές τους και οι φροντιστές τους κουβαλούν ένα κοινωνικοοικονομικό βάρος, το οποίο εκτιμήθηκε σε πρόσφατη μελέτη του Ηνωμένου Βασιλείου, να περιλαμβάνει ετήσιο κόστος υγειονομικής περίθαλψης άνω των £ 5000 ανά ασθενή .

Εκτός από τις κινητικές πτυχές της, η ΝΠ είναι γνωστό ότι έχει βαθιά επίδραση τόσο στη μνήμη όσο και στη διάθεση. Η ποιότητα ζωής επηρεάζεται περαιτέρω από μια σειρά άλλων ενοχλήσεων, συμπεριλαμβανομένου του πόνου, της κατάθλιψης, του άγχους, της υποσμίας, της δυσλειτουργίας του εντέρου, τις διαταραχές του ύπνου και του αυτόνομου νευρικού συστήματος.

Οι ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ) αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες στην κίνηση, συμπεριλαμβανομένης της βάδισης, της στροφής, των σύνθετων κινητικών εργασιών και των γνωστικών εργασιών. Αν και οι συμπτωματικές θεραπείες είναι πολύ χρήσιμες, ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της νόσου, οι ασθενείς συνήθως αναπτύσσουν ειδικές εκδηλώσεις όψιμης έναρξης, οι οποίες δεν ανταποκρίνονται εύκολα σε φάρμακα. Η εξέλιξη της νόσου συσχετίζεται κυρίως με την επιδείνωση της βάδισης, όπως αναφέραμε και συγκεκριμένα με το φαινόμενο του “παγώματος” της βάδισης (**FOG-Freezing Of Gait**), ένα από τα πιο οδυνηρά συμπτώματα, κατά το οποίο οι ασθενείς βιώνουν αιφνίδιες ανεπιθύμητες ανακοπές στο περπάτημα. Κατά τη διάρκεια αυτών των επεισοδίων “παγώματος” (freezing episodes), οι ασθενείς υποφέρουν ξαφνικά από την ανικανότητα να κινηθούν, συχνά περιγράφοντας τον εαυτό τους ως «κολλημένοι στο πάτωμα» (stuck to floor) [4]. Οι διαταραχές της βάδισης μπορεί να οδηγήσουν σε επαναλαμβανόμενες πτώσεις και τραυματισμούς, οι οποίοι μπορεί να οδηγήσουν σε απώλεια της ανεξαρτησίας και κατά συνέπεια είναι πιο πιθανό τα άτομα που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον και κατ’ επέκταση από FOG να εισαχθούν σε οίκο ευγηρίας [5].

2.2.1 Χαρακτηρισμός του “παγώματος βάδισης”- Freezing Of Gait

Το “πάγωμα” της βάδισης (FOG) δεν είναι μοναδικό στη νόσο του Πάρκινσον, καθώς έχει αναφερθεί σε πολλές άλλες παθήσεις, όπως η προοδευτική υπερπυρηνική παράλυση (PSP), η υδροκέφαλος φυσιολογικής πίεσης και ο αγγειακός παρκινσονισμός. Ευρήματα δείχνουν ότι το φαινόμενο της FOG δεν σχετίζεται μοναδικά με τη σοβαρή εξάντληση της ντοπαμίνης και υποδηλώνει ότι η διακοπή κοινών νευρωνικών δικτύων σε διαφορετικά σημεία με μια ποικιλία παθολογικών μηχανισμών μπορεί να οδηγήσει στο ίδιο συμπτωματικό τελικό σημείο.

Στην περίπτωση της νόσου του Πάρκινσον, υπάρχει σαφής σχέση μεταξύ της εξέλιξη της νόσου και της FOG με περισσότερους από τους μισούς ασθενείς στα προχωρημένα στάδια της νόσου να εμφανίζουν αυτό το σύμπτωμα αλλά επηρεάζει επίσης ασθενείς που βρίσκονται σε αρχικά κλινικά στάδια. Αυτό υποδηλώνει ότι στην ΝΠ η κατανομή της παθολογίας αντί για το απόλυτο επίπεδο εξάντλησης της ντοπαμίνης μπορεί να είναι ο κρίσιμος παράγοντας [5].

Το πάγωμα της βάδισης (FOG) είναι ένα πρόβλημα κινητικότητας όπου το περπάτημα γίνεται διστακτικό και μπορεί να σταματήσει εντελώς. Αυτός ο τύπος κινητικού αποκλεισμού μπορεί να συνοδεύεται από αστάθεια στάσης και επακόλουθες πτώσεις και μπορεί να μην ανταποκρίνεται σε θεραπεία, είτε με φάρμακα είτε με χειρουργική επέμβαση (αναλύεται περαιτέρω στην επόμενη ενότητα, 2.3). Ως εκ τούτου, η διαχείριση των προβλημάτων κινητικότητας στην ΝΠ θα μπορούσε να ωφεληθεί από μια διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία θα βασίζεται στην κατανόηση των παραγόντων που προκαλούν ή βοηθούν στην αντιμετώπιση της FOG, καθώς και άλλων ειδικών προβλημάτων κινητικότητας, όπως η αποτυχία έναρξης βάδισης [6]. Προηγούμενες μελέτες [7],[8],[9],[10] έχουν δείξει ότι τα επεισόδια FOG συμβαίνουν όταν ο ασθενής συναντά ορισμένα εμπόδια ή όταν συναντά μια στένωση στην οπτική ή ιδιοδεκτική είσοδο. Οι καταστάσεις στις οποίες είναι πιθανό να συμβεί FOG περιλαμβάνουν τη στροφή, το ξεκίνημα της βάδισης, στενούς χώρους όπως πόρτες ή τουαλέτες, αγγωτικές, βιαστικές καταστάσεις, όπως το άκουσμα ενός χτυπήματος στην πόρτα ή όταν ανοίγει η πόρτα ενός ασανσέρ ή η προσέγγιση ενός προορισμού. Καθώς η ΝΠ εξελίσσεται, η FOG μπορεί να εμφανιστεί ακόμη και σε ανοιχτούς χώρους χωρίς να υπάρχει κάποιο εξωτερικό ερέθισμα, γεγονός που αναδεικνύει το απρόβλεπτο της εξέλιξής της. Αυτά τα ευρήματα που βασίζονται σε έρευνες ([7]-[10]) είναι δύσκολο να επιβεβαιωθούν σε ελεγχόμενες συνθήκες, δεδομένου ότι η FOG είναι επεισοδιακή και τείνει να μην εμφανίζεται κατά τη διάρκεια επισκέψεων στην κλινική ή στο εργαστήριο. Ωστόσο, οι Schaafsma et al. [11] διαπίστωσαν την επιρροή των πιθανών "εναυσμάτων" ή αλλιώς “triggers” της FOG, βάζοντας ασθενείς με ΝΠ που είναι γνωστό ότι πάσχουν από FOG να εκτελέσουν ένα έργο συνεχούς κινητικότητας που περιλαμβάνει πολλά τέτοια αντικείμενα. Η στροφή προκαλεί πιο αξιόπιστα FOG, ενώ η εκκίνηση, το περπάτημα μέσα από ένα στενό διάκενο και η προσέγγιση ενός προορισμού προκαλούσαν FOG σε μικρότερο ποσοστό δοκιμών. Έχει βρεθεί ότι η FOG δεν σχετίζεται με βραδυκινησία και ακαμψία, γεγονός που υποδηλώνει ότι διαφέρει από άλλα συμπτώματα της νόσου που περιορίζουν την κινητικότητα [12],[13].

Μία μελέτη των S. Rahman, H.J. Griffin, N.P. Quinn και M. Jahanshahi [6], εξέτασε τους παράγοντες που προκαλούν FOG και προσδιόρισε τις ενδείξεις και τις στρατηγικές που βοηθούν στην αντιμετώπισή του μέσω μιας έρευνας σε 130 ασθενείς με ΝΠ, εκ των οποίων το 72% αντιμετώπιζαν FOG. Οι παράγοντες που συνήθως προκαλούσαν FOG είναι η στροφή, η κόπωση, οι κλειστοί χώροι και οι αγγωτικές

καταστάσεις, εκτός από τους συναισθηματικούς παράγοντες. Η FOG βελτιώθηκε επίσης από διάφορες προσεχτικές και εξωτερικές στρατηγικές υποδείξεων. Παρακάτω θα παρουσιαστούν πίνακες με τα αποτελέσματα της έρευνας [6].

	Never	About once a month	About once a week	About once a day	Whenever walking	No response
Q4: Do you feel that your feet get glued to the floor... (freezing)?	19.2%	10.0%	16.2%	33.1%	13.1%	8.5%
Q5: Longest freezing episode	Never happened	1–2 s	3–10 s	11–30 s	>30 s	No response
	21.5%	16.9%	26.9%	11.5%	13.8%	9.2%
Q6: Typical start hesitation episode	None	>1 s	>3 s	>10 s	>30 s	No response
Length of typical... . .	20.0%	22.3%	26.9%	13.8%	6.9%	10.0%
	None	1–2 s	3–10 s	11–30 s	>30 s	No response
Q7: Turning hesitation	26.2%	20.0%	29.2%	7.7%	7.7%	9.2%
Q8: Destination hesitation	35.4%	19.2%	23.8%	7.7%	4.6%	9.2%
Q9: Tight quarters hesitation	35.4%	15.4%	23.1%	9.2%	6.2%	10.8%
Q10: Freezing while walking on straight	46.9%	16.2%	16.2%	5.4%	5.4%	10.0%
Q11: Freezing during stressful, time-demanding situations	32.3%	14.6%	27.7%	6.9%	8.5%	10.0%
	Never	Once or twice	3–12 times in last 6 months	> once per week	Whenever walking unassisted	No response
Q14: Falling because of freezing?	60.8%	16.9%	6.9%	5.4%	0.8%	9.2%

Πίνακας 2: Απαντήσεις σε ερωτηματολόγιο για τη βάρδιση και τις πτώσεις. Συχνότητα “παγώματος” και διάρκεια των επεισοδίων παγώματος [6].

Factor	% yes of sample	Number of responders (valid N)
Turning around	58.5%	107
Fatigue	58.5%	107
Being in a confined space	53.1%	103
Being in a stressful situation such as approaching or entering a crowd	53.1%	105
Walking in a narrow space such as a narrow corridor or between objects	49.2%	105
Being in a crowd	49.2%	105
Going through doorways	43.8%	103
Getting out of a chair	40.0%	104
Being surrounded by people who are talking	35.4%	102
Panic attacks	32.3%	104
Crossing roads	30.8%	97
Entering a lift as the door opens	30.0%	99
Hearing a doorbell or telephone ring	29.2%	103
Stepping onto an escalator	25.4%	97
Reaching for doorhandles	24.6%	100
Approaching a target or a destination	24.6%	100
Meeting somebody unexpectedly	23.8%	105
Getting off a bus	23.1%	86
Getting on a bus	22.3%	87
Using cutlery such as putting a fork or spoon into your mouth	18.5%	103
Loud noise	17.7%	102
Using a computer mouse	16.2%	93
Bright lights	11.5%	99

Πίνακας 3: Παράγοντες που προκαλούν το πάγωμα της βάρδισης [6].

	Mild (H&Y stage 0–1.5)	Moderate (H&Y stage 2–3)	Severe (H&Y stage 4–5)
Most common	Turning (48.3%)	Stressful situations (54.2%)	Fatigue & Walking in a narrow space (76.3%)
2nd	Fatigue (44.8%)	Fatigue & Turning (52.5%)	
3rd	Confined spaces (41.4%)		Turning (73.7%)
4th	Doorways (34.5%)	Confined spaces & Being in a crowd (47.5%)	Stressful situations & Confined spaces (68.4%)
5th	Getting out of a chair (31.0%)		
6th	Stressful situations & Walking in a narrow space & Being in a crowd (27.6%)	Walking in a narrow space & Getting out of a chair (40.7%)	Being in a crowd (65.8%)

Πίνακας 4: Τα πιο συχνά αναφερόμενα ερεθίσματα του “παγώματος” της βάρδισης σε διάφορα στάδια της ΝΠ. Τα ποσοστά είναι επί του συνόλου των ασθενών της ομάδας [6].

Strategy	% yes of sample	Number of responders (valid N)
Paying attention to every step	53.8%	107
Taking longer steps	47.7%	108
Altering the distribution of body weight	44.6%	107
Going up stairs	43.1%	104
Consciously lifting one limb higher	35.4%	104
Stamping feet	32.3%	104
Counting silently	31.5%	107
Walking sideways crablike	28.5%	104
Humming a military march or marching to command like a soldier	28.5%	108
Following lines on the floor	24.6%	103
Saying something provocative to yourself	24.6%	103
Counting aloud	23.8%	103
Visualising beyond an obstacle such as a doorway	23.1%	104
Changing direction	22.3%	103
Walking over the edges of tiles/paving stones	20.8%	103
Clapping of hands	18.5%	102
Another person giving verbal commands	18.5%	104
Singing a song	18.5%	105
Stepping over an upturned walking stick	16.2%	103
Calling for help	15.4%	101
Watching other people walk	14.6%	104
Stepping over a carer’s foot	13.8%	100
Walking down a street and counting the house numbers	10.0%	103
Walking to a metronome	8.5%	102
A piece of paper placed in front of your feet	6.9%	103
Using masking tape on the floor	6.2%	101
Sudden clapping of hands by another person	6.2%	104
Imagining white lines on a highway	6.2%	106
Sudden jerky head movements	3.8%	99
Walking over pretend letters of the alphabet	3.8%	104

Πίνακας 5: Στρατηγικές που βοηθούν να ξεπεραστεί το “πάγωμα” ή να βελτιωθεί το περπάτημα [6].

Τα τρέχοντα αποτελέσματα παρέχουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τους παράγοντες που προκαλούν “πάγωμα” ή βελτιώνουν τη βάδιση, οι οποίες μπορεί στο μέλλον να αποδειχθούν πολύτιμες για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών αποκατάστασης, όπως τα βοηθήματα κινητικότητας εικονικής πραγματικότητας που χρησιμοποιούν τη δύναμη της εξωτερικής διέγερσης για ασθενείς με ΝΠ [6].

2.3 Θεραπευτικές προσεγγίσεις της FOG

Οι προσπάθειες για τη θεραπεία της FOG ποικίλλουν. Μια προσέγγιση προσπάθησε να χρησιμοποιήσει αλλαντική τοξίνη Α η οποία εγχύθηκε στους μύες της γάμπας με βάση ότι το πρόβλημα σε αυτή την κατάσταση είναι παρόμοιο με αυτό που παρατηρείται στη δυστονία. Ενώ μια αρχική μελέτη ανοικτής ετικέτας έδειξε κάποια πολλά υποσχόμενα συμπτωματικά οφέλη, μια επακόλουθη τυχαιοποιημένη διασταυρούμενη μελέτη δεν έδειξε τέτοια οφέλη.

Άλλες στρατηγικές περιλαμβάνουν τη χρήση θεραπειών που βελτιώνουν την ντοπαμινεργική απώλεια και τις κατάντη επιδράσεις της εντός του βασικού κυκλώματος των γαγγλίων. Έτσι, η L-dopa (κατεχολαμίνη-παράγωγο του αμινοξέως τυρασίνη-πρόδρομο μόριο της ντροπαμίνης) έχει δοκιμαστεί με μόνο περιορισμένη επιτυχία. Πράγματι, μια μελέτη αποκάλυψε ότι η L-dopa θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά τα επεισόδια FOG, αλλά αυτή η βελτίωση δεν συσχετιζόταν με την ανακούφιση της βραδυκινησίας, της ακαμψίας ή της κακής ισορροπίας. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι το FOG διαμεσολαβείται από μια διαφορετική κινητική οδό από εκείνη στην οποία βασίζονται τα χαρακτηριστικά της PD (Parkinson's Disease).

Άλλη μία θεραπευτική προσέγγιση της ΝΠ αποτελεί, η χειρουργική αντιμετώπιση της νόσου, η οποία έχει προκύψει με τον υποθάλαμο πυρήνα (STN) όντας η προτιμώμενη θέση-στόχος για εν τω βάθει εγκεφαλικά ερεθίσματα (DBS). Χρησιμοποιώντας αυτή την προσέγγιση, έχει αποδειχθεί ότι η διμερής διέγερση STN μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της FOG σε ασθενείς κατά τη διάρκεια της φάσης «Off» (όταν τα κινητικά συμπτώματα δεν είναι κατάλληλα μειωμένα), αλλά δεν βελτιώνει απαραίτητα αυτό το σύμπτωμα κατά τη διάρκεια της περιόδου «On» [14].

2.3.1 Deep Brain Stimulation- DBS / Εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση

Οι νευροδιεγέρτες DBS αποτελούν επανάσταση στην νόσο του Πάρκινσον. Η ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου με εμφύτευση ηλεκτροδίου, ήταν το δεύτερο σημαντικότερο ορόσημο στην ιστορία της αντιμετώπισης της νόσου Πάρκινσον μετά την ανακάλυψη της λεβοντόπα το 1967 από τον Έλληνα ιατρό Γεώργιο Κοτζιά. Η πρώτη επέμβαση εμφύτευσης έγινε το 1987 από την ομάδα του Alim Benabid στην Γαλλία για τον ιδιοπαθή τρόμο και το 1998 πήρε έγκριση για την νόσο του Πάρκινσον. Ακολούθησε η τελειοποίηση της τεχνικής από τους Γάλλους νευροεπιστήμονες και σήμερα η επέμβαση αυτή αποτελεί ρουτίνα και μέθοδος εκλογής για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον που έχουν φτάσει στο στάδιο των κινητικών διακυμάνσεων και ηλικία κάτω των 70 ετών. Εξαφανίζει την κινητική αναπηρία και βελτιώνει την ποιότητα ζωής των ασθενών αυτών. Το 2010 περισσότεροι από 75.000 ασθενείς έφεραν νευροδιεγέρτη παγκοσμίως.

Ο νευροδιεγέρτης DBS (Deep Brain Stimulation) είναι μια συσκευή που μοιάζει με βηματοδότη. Αποτελείται από τον νευροδιεγέρτη (μπαταρία και ηλεκτρικό κύκλωμα-chip), που εμφυτεύεται στο θωρακικό τοίχωμα και το ηλεκτρόδιο διέγερσης, που καταλήγει κάτω από το δέρμα στον εγκέφαλο, στον πυρήνα που έχουμε επιλέξει να διεγείρουμε. Συνήθως στην νόσο του Πάρκινσον επιλέγουμε τον υποθαλαμικό πυρήνα STN ή την ωχρά σφαίρα GPi. Ο πρώτος είναι ένας μικρός πυρήνας μέγιστου μήκους περίπου 5,9 χιλιοστών, που τοπογραφικά βρίσκεται στις κεντρικές περιοχές του εγκεφάλου. Κάθε άνθρωπος έχει δύο πυρήνες έναν δεξιά και έναν αριστερά για τον έλεγχο των αντίστοιχων περιοχών του σώματος. Στην νόσο του Πάρκινσον είναι γνωστό ότι, δυσλειτουργεί το κύκλωμα των βασικών γαγγλίων μέρος του οποίου είναι ο STN και ο GPi. Με τον νευροδιεγέρτη, επαναφέρουμε το κύκλωμα των βασικών γαγγλίων σε μια πιο φυσιολογική κατάσταση διεγείροντας τα νευρικά κύτταρα χρησιμοποιώντας το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρικής διέγερσης.

Αναλυτικότερα, η εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση (DBS) έχει αποδειχθεί ως μια αποτελεσματική θεραπεία για επιλεγμένους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ), καθώς και για άλλες νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές. Η θεραπευτική αποτελεσματικότητα του DBS εξαρτάται από τον προσεκτικό έλεγχο του ασθενούς, την ακριβή χειρουργική στόχευση και τη βελτιστοποίηση των παραμέτρων διέγερσης που παραδίδονται στον ασθενή. Ο προσδιορισμός των καλύτερων παραμέτρων διέγερσης, που συνήθως αναφέρονται ως προγραμματισμός DBS, μπορεί να είναι μια πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία.

Συνοπτικά, η νευροδιέγερση:

- Μειώνει την κινητική αναπηρία,
- Βελτιώνει την ποιότητα ζωής,
- Η διάρκεια των αποτελεσμάτων αυτών είναι τουλάχιστον δέκα έτη [15].

Επίσης, σε μελέτη των M.Schupbach, N.Chastan και συνεργατών, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα 5 ετών μετά την εμφύτευση, τα οποία αναφέρονται παρακάτω:

- I. Οι καθημερινές δραστηριότητες των ασθενών βελτιώθηκαν κατά 40% με ανοιχτό νευροδιεγέρτη και χωρίς αγωγή και κατά 60% με νευροδιεγέρτη και αγωγή
- II. Η κινητική τους κατάσταση βελτιώθηκε κατά 54% με ανοιχτό νευροδιεγέρτη και χωρίς αγωγή και κατά 73% με ανοιχτό νευροδιεγέρτη και αγωγή
- III. Οι κινητικές διακυμάνσεις μειώθηκαν κατά 67%,
- IV. Η συνολική δόση της λεβοντόπα μειώθηκε κατά 58% [16].

2.4 Προϊόντα υποβοήθησης βάδισης

2.4.1 CuPiD's Smartphone

Τα Smartphones έχουν γίνει πανταχού παρόντα στη σύγχρονη κοινωνία και μπορούν να αποτελέσουν τόσο μια απίστευτη ευκολία όσο και μια ενοχλητική εισβολή. Σε παρακάτω αναφορά, ο Ginis και οι συνάδελφοί του [17] παρέχουν μια πιθανή χρήση της τεχνολογίας των Smartphones που μπορεί να επηρεάσει ευνοϊκά την ικανότητά μας

να θεραπεύουμε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον. Περιγράφουν τη σκοπιμότητα και την αποτελεσματικότητα μιας εφαρμογής για Smartphone, το CuPiD σύστημα, σε μια ελεγχόμενη κλινική δοκιμή που συνέκρινε τη χρήση του συστήματος CuPiD με εξατομικευμένες συμβουλές βάρδισης, η οποία διεξήχθη σε οικιακό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους είναι ενδιαφέροντα και ενθαρρυντικά.

Ιστορικό: Οι αδρανειακές μονάδες μέτρησης σε συνδυασμό με μια **εφαρμογή Smartphone (CuPiD-system)** αναπτύχθηκαν για να παρέχουν σε άτομα με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ) ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την απόδοση βάρδισης. (Σχήμα 3). Αυτή η μελέτη διερεύνησε την υλοποιησιμότητα και την αποτελεσματικότητα του συστήματος CuPiD σε σύγκριση με τη συμβατική εκπαίδευση βάρδισης όταν εφαρμόζεται στο οικιακό περιβάλλον.

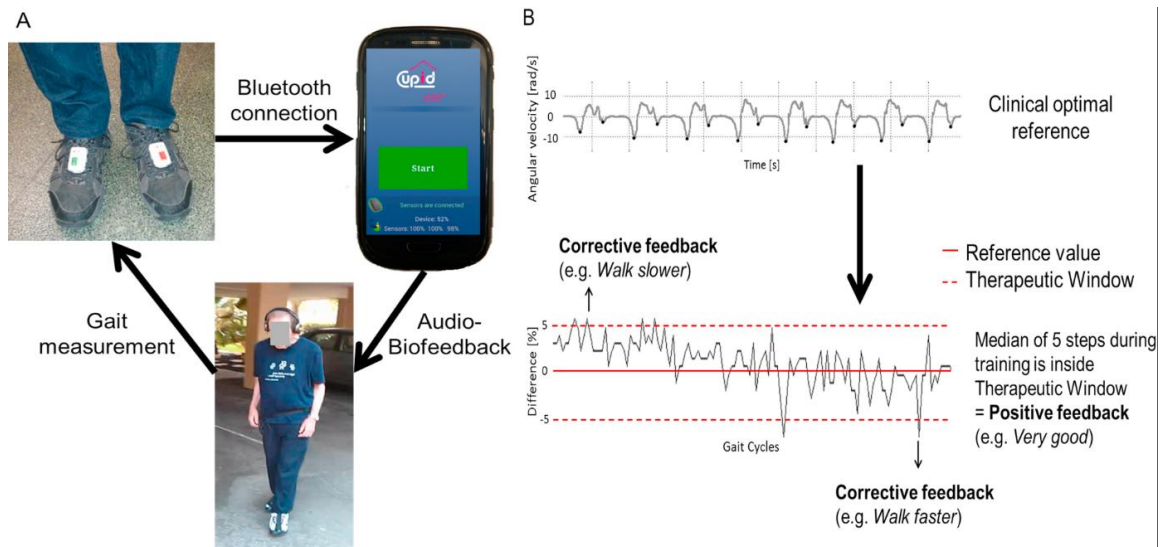
Μέθοδος: Σαράντα άτομα με ΝΠ έκαναν προπόνηση βάρδισης για 30 λεπτά, τρεις φορές την εβδομάδα για έξι εβδομάδες. Στους συμμετέχοντες ανατέθηκαν τυχαία:

i) CuPiD, όπου μια εφαρμογή για Smartphone προσέφερε θετική και διορθωτική ανατροφοδότηση σχετικά με τη βάρδιση,

Η ii) έναν ενεργό έλεγχο, κατά τον οποίο παρέχονται εξατομικευμένες συμβουλές βάρδισης. Το βάρδιμα, η ισορροπία, η αντοχή και η ποιότητα ζωής αξιολογήθηκαν πριν και μετά την προπόνηση και σε τέσσερις εβδομάδες μετά την προπόνηση με τη χρήση τυποποιημένων δοκιμασιών.

Αποτελέσματα: Και οι δύο ομάδες βελτίωσαν σημαντικά τις πρωταρχικές εκβάσεις (ταχύτητα βάρδισης σε μία και δύο εργασίες ταυτόχρονα) μετά την δοκιμή και παρακολούθηση. Η ομάδα CuPiD βελτιώθηκε σημαντικά περισσότερο στην ισορροπία (MiniBESTest) μετά την δοκιμή και διατήρησε την ποιότητα ζωής κατά την παρακολούθηση, ενώ η ομάδα ελέγχου επιδεινώθηκε. Καμία άλλη στατιστικά σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ των δύο ομάδων. Το σύστημα CuPiD ήταν καλά ανεκτό και οι συμμετέχοντες βρήκαν το εργαλείο φιλικό προς το χρήστη.

Συμπέρασμα: Το CuPiD ήταν εφικτό, αποδεκτό και φάνηκε να αποτελεί αποτελεσματική προσέγγιση για την προώθηση της εκπαίδευσης της βάρδισης, καθώς οι συμμετέχοντες βελτιώθηκαν εξίσου με το σύστημα ελέγχου. Το όφελος αυτό μπορεί να αποδοθεί στον πραγματικό χρόνο [17].



Σχήμα 3: Η Α απεικονίζει το σύστημα CuPiD με τις IMUs που είναι τοποθετημένες στα πόδια και το μοναδικό μεγάλο κουμπί της οθόνης αφής στο Smartphone- η Β δείχνει μια σχηματική επισκόπηση της εφαρμογής ABF-Gait έχοντας στην κορυφή μια καταγραφή ενός κλινικά βέλτιστου περιπάτου αναφοράς, ο οποίος καταγράφηκε υπό την επίβλεψη του θεραπευτή. Η διάμεση τιμή χρησιμοποιείται στη συνέχεια ως τιμή αναφοράς (πλήρης οριζόντια γραμμή). Το προκαθορισμένο θεραπευτικό παράθυρο (διακεκομμένες οριζόντιες γραμμές) είναι τα ποσοστά πάνω και κάτω από την τιμή αναφοράς, όπως καθορίζονται από τον θεραπευτή [17].

2.4.2 Καινοτόμο πρόγραμμα που στηρίζει τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον

Ένα πρωτοπόρο ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα για την παροχή βοήθειας σε ασθενείς, ώστε να διαχειριστούν με μεγαλύτερη αυτονομία τα στάδια της ασθένειάς τους έρχεται από την εταιρεία FUTURIS, η οποία υποστηρίζει πως οι αλγόριθμοι μπορούν να βοηθήσουν στην καταπολέμηση μιας νευρολογικής ασθένειας. Ένας **μικρός αισθητήρας, ένα κινητό τηλέφωνο και ένα ζευγάρι ακουστικά** περιγράφουν το προϊόν που δημιούργησαν, το οποίο σκοπό έχει να βοηθήσει την βάδιση των ατόμων που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους. Η νευρολόγος Άνγκελς Μπαγιές από το ιατρικό κέντρο «Teknon» εξηγεί: Ο αισθητήρας καταγράφει την κίνηση του ασθενή και όταν χάνεται ο συντονισμός, ακουστικά ερεθίσματα τον βοηθούν να περπατήσει κανονικά. Μέσω του κινητού τηλεφώνου η ιατρική ομάδα λαμβάνει δεδομένα προκειμένου να παρακολουθεί την νόσο και να προσαρμόζει την φαρμακευτική αγωγή των ασθενών και το σχήμα αποκατάστασης. Η συσκευή δίνει πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα των ωρών που ο ασθενής είναι εντός ή εκτός συντονισμού και πως κινείται σε αυτά τα δύο στάδια. Δίνεται, επίσης, η δυνατότητα να προσδιορίζεται εάν ο ασθενής πάσχει από εμφράξεις ή πόσες εμφράξεις υφίστανται σε μία ημέρα. Προσδιορίζεται, επιπλέον, πόσο γρήγορα βαδίζει το άτομο και όταν το σύστημα αυτόματα εντοπίζει προβλήματα κινητικότητας του ασθενούς ενεργοποιεί ακουστικά ερεθίσματα ώστε να τον βοηθήσει να περπατήσει καλύτερα. Σύμφωνα με τους ερευνητές, η μεγαλύτερη πρόκληση ήταν η ενσωμάτωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και περίπλοκων αλγορίθμων σε μια εργονομική, μικρή, αξιόπιστη και διακριτική συσκευή. Σύμφωνα με τον ερευνητή Κάρλος Πέρεθ Λόπεθ από το Πολυτεχνείο της Καταλονίας, μέσα στον αισθητήρα υπάρχει:

- ένας μετρητής που παρακολουθεί την επιτάχυνση του ατόμου που βαδίζει
- ένα μαγνητόμετρο που λειτουργεί σαν πυξίδα γράφοντας δεδομένα σε μαγνητικά πεδία
- και ένα γυροσκόπιο που καταγράφει την κίνηση του ασθενούς σε τρεις άξονες στο δεδομένο χρόνο

Αυτά τα δεδομένα καταγράφονται και αναλύονται με μαθηματικούς αλγόριθμους και στο τέλος μπορεί να ταξινομηθεί κάθε κίνηση που κάνει ο πάσχων. Οι έρευνες δείχνουν ότι οι πρώτες δοκιμές επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα της συσκευής ως προς τη μεγαλύτερη αυτονομία του ασθενούς. Τώρα οι ερευνητές οραματίζονται κάτι ακόμη μεγαλύτερο: η συσκευή να έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει τη φαρμακευτική αγωγή του ασθενούς σε πραγματικό χρόνο με βάση τις ανάγκες του οργανισμού του. Ο μηχανικός τηλεπικοινωνιών του Πολυτεχνείου της Καταλονίας και συντονιστής του προγράμματος REMPARK Ζοάν Καμπεστάνι εξηγεί: «Το επόμενο βήμα είναι να μετατραπεί αυτή η συσκευή σε μία πλήρως ιατρική συσκευή, ένα μηχάνημα το οποίο θα μπορεί να βοηθάει τους κλινικούς γιατρούς να βγάζουν καλύτερες διαγνώσεις αλλά και να αλλάζουν την φαρμακευτική αγωγή, να βελτιώνουν δηλαδή την υγεία των ασθενών. Ωστόσο, οι ιατρικές συσκευές βρίσκονται υπό αυστηρή ρύθμιση στην Ευρώπη, επομένως θα πρέπει να εργαστούμε περαιτέρω προς αυτήν την κατεύθυνση». Τέλος, βελτιώσεις και μικροαλλαγές έχουν προταθεί από τους ασθενείς, οι οποίοι επιθυμούν:

- μικρότερους αισθητήρες,
- μικρότερο κενό χρόνου από τον εντοπισμό του προβλήματος μέχρι την αποστολή του ακουστικού ερεθίσματος (κενό ενός λεπτού αυτή την στιγμή),
- και τέλος να ακούν μουσικούς ρυθμούς αντί τον μονότονο ήχο ενός μετρονόμου [18].

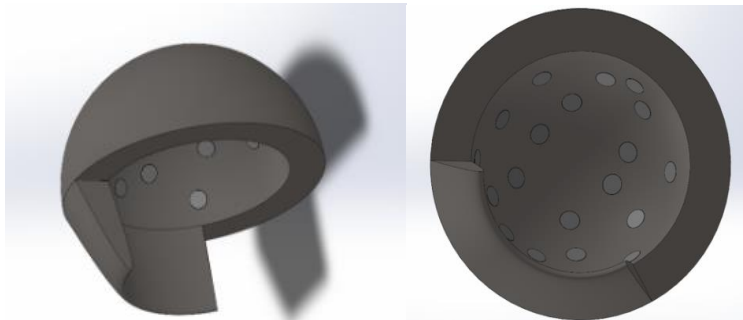
2.4.3 Helmet scanner- Κράνος σαρωτής

Γενικά, η διάγνωση της νόσου του Πάρκινσον εξαρτάται κυρίως από το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) του ασθενούς σε συνδυασμό με εικόνες μαγνητικής τομογραφίας (MRI) και υπολογιστικής τομογραφίας (CT). Το μειονέκτημα είναι ότι το κόστος παρακολούθησης και συντήρησης του εξοπλισμού δοκιμών είναι σχετικά υψηλό και ο μεγάλος, ακριβός εξοπλισμός, όπως η μαγνητική τομογραφία και η αξονική τομογραφία, δεν μπορεί να μεταφερθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Με την ανάπτυξη της “φορέσιμης” τεχνολογίας- wearable technology, τα φορητά κράνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διάγνωση και την παρακολούθηση της νόσου του Πάρκινσον. Συνδυάζοντας τα υπάρχοντα ερευνητικά αποτελέσματα της σάρωσης μικροκυμάτων και των ασύρματων δικτύων αισθητήρων, πραγματοποιήθηκε ο προκαταρκτικός σχεδιασμός και η έρευνα σχετικά με αυτή τη φορητή συσκευή που μπορεί να εμφανιστεί στο μέλλον. Αυτή η συσκευή μπορεί να καλύψει τις ανάγκες διάγνωσης της νόσου του Πάρκινσον σε περιοχές όπου ο ιατρικός εξοπλισμός είναι υποανάπτυκτος και μπορεί επίσης να καλύψει τις ανάγκες καθημερινής παρακολούθησης των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον [19].

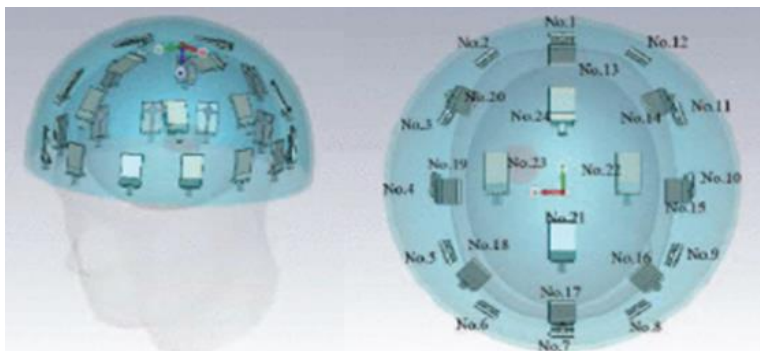
Συνολική ιδέα

Η φορητή αυτή συσκευή πρέπει να συνδυάζει τρεις διαφορετικές τεχνολογίες για να καλύψει τις ανάγκες ενός πλήρους φάσματος ακριβέστερης και πιο βολικής παρακολούθησης και διάγνωσης. Η βασικότερη σχεδιαστική ιδέα αυτής της συσκευής βασίζεται στον μικροκυματικό σαρωτή εγκεφάλου χαμηλού κόστους. Το τρισδιάστατο

μοντέλο αυτής της συσκευής παρουσιάζεται στο Σχήμα 4 (Το λογισμικό μοντελοποίησης που χρησιμοποιήθηκε στο Σχήμα 4 είναι το μοντέλο SolidWorks). Εμφανισιακά, αυτό το κράνος δεν διαφέρει πολύ από το κράνος που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ποδηλασία. Επειδή αυτό το κράνος είναι εξοπλισμένο με σύστημα σάρωσης μικροκυμάτων και σύστημα παρακολούθησης EEG, πρέπει να συνδεθεί με παροχή ρεύματος για χρήση. Μια θύρα τροφοδοσίας και μια θύρα δεδομένων διατηρούνται στο οπίσθιο άκρο του κράνους. Ο ρόλος της θύρας δεδομένων είναι να υποστηρίζει τα δεδομένα που συλλέγονται από τον ασθενή προκειμένου να ληφθεί μια πληρέστερη εικόνα σάρωσης εγκεφάλου. Αυτή η φορητή συσκευή πρέπει να καλύπτει πλήρως το τμήμα του εγκεφάλου του ασθενούς. Όπως φαίνεται στο Σχήμα 5, το μεγαλύτερο μέρος του κεφαλιού του ασθενούς καλύπτεται από το κράνος. Η συσκευή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιοχές με ανεπαρκή ιατρικά μέσα και μπορεί επίσης να παρέχεται στους ασθενείς για χρήση στο σπίτι μετά από καθοδήγηση. Σε συνδυασμό με τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, τα δεδομένα του ασθενούς που παρακολουθούνται στο σπίτι μπορούν επίσης να μεταδοθούν πίσω στον γιατρό σε πραγματικό χρόνο για διάγνωση και μπορούν επίσης να σταλούν στο κινητό τηλέφωνο της οικογένειας του ασθενούς για να λυθεί η κατάσταση που η οικογένεια του ασθενούς δεν μπορεί να γνωρίζει τότε συμβαίνει κάτι επείγον [19].



Σχήμα 4: Η γενική εικόνα της συσκευής (αριστερή εικόνα) και τα ηλεκτρόδια της (δεξιά εικόνα) [19]



Σχήμα 5: Γεωμετρία του κράνους σαρωτή [19].

2.4.4 Path Finder Laser shoe attachment -Εξαρτήματα παπουτσιών λέιζερ

Τα εξαρτήματα παπουτσιών, Path Finder laser, βοηθούν τα άτομα με Πάρκινσον, σκλήρυνση κατά πλάκας και αισθητηριακά προβλήματα να περπατήσουν. Ενώ μπορεί ο ασθενείς να βρεθεί σε κατάσταση «παγώματος» ή να νιώσει ότι έχει κολλήσει μερικές φορές, δεν έχει χάσει την ικανότητα να κινείται. Αντίθετα, είναι απλά δύσκολο να πάρει την πρωτοβουλία ξεκινήσει να περπατάει. Το Path Finder είναι μια ιατρική συσκευή που

ανακουφίζει από την FOG, καθώς τα οπτικά σήματα που προβάλλονται στο έδαφος βοηθούν τον εγκέφαλο να ξεκινήσει την κίνησή του και έτσι η πράσινη γραμμή λέιζερ, που χαράσσεται στο πάτωμα, μπορεί να τους βοηθήσει να αρχίσουν να περπατάνε ξανά.

Το Path Finder έχει σχεδιαστεί ως δίκτυο ασφαλείας, για να δώσει την αυτοπεποίθηση στους ανθρώπους που πάσχουν από ΝΠ και αντιμετωπίζουν το πρόβλημα της FOG να κινούνται μόνοι τους χωρίς επιπρόσθετη βοήθεια.

Τα εξαρτήματα παπουτσιών με λέιζερ είναι κατάλληλα σε άτομα τα οποία:

- Αντιμετωπίζουν ανακάτεμα, πάγωμα ή μπλοκαρίσματα της κίνησης,
- Αντιμετωπίζουν προβλήματα βάρδισης που σχετίζονται με τη νόσο Πάρκινσον,
- Δυσκολεύονται να ξεκινήσουν να περπατάνε,
- Αντιμετωπίζουν δυσκολία στην βάρδιση σε κενό δάπεδο, ενώ το ανέβασμα σκαλιών τους φαίνεται πιο εύκολο [20].



Σχήμα 6: Απεικόνιση των εξαρτημάτων παπουτσιών με λέιζερ για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον [20].

Έρευνα εφαρμογής των υποδημάτων με τεχνολογία λέιζερ

Στόχος:

Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους, Claudia Barthel, Jorik Nonnekes, Milou van Helvert, Renée Haan, Arno Janssen, Arnaud Delval, Vivian Weerdesteyn, Bettina Debû, Richard van Wezel, Bastiaan R. Bloem και Murielle U. Ferraye [21], αξιολογήθηκε η σκοπιμότητα και η άμεση αποτελεσματικότητα των παπουτσιών λέιζερ, μιας νέας συσκευής οπτικής καθοδήγησης με πρακτική εφαρμογή για χρήση στην καθημερινή ζωή.

Μέθοδος:

Εξετάστηκαν 21 ασθενείς με ΝΠ και FOG, τόσο "εκτός" όσο και "υπό" φαρμακευτική αγωγή. Σε ένα εργαστήριο ελεγχόμενης βάρδισης, μετρήθηκε ο αριθμός των επεισοδίων FOG και το ποσοστό του χρόνου που "παγώνει" ο ασθενής κατά τη διάρκεια ενός τυποποιημένου πρωτοκόλλου βάρδισης που περιλάμβανε συνθήκες πρόκλησης FOG. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν 10 δοκιμές με ένδειξη και 10

δοκιμές χωρίς ένδειξη. Η FOG αξιολογήθηκε με ανάλυση βίντεο από ανεξάρτητο κριτή. Οι μετρήσεις βάρδισης καταγράφηκαν μεταξύ των επεισοδίων FOG με τη χρήση επιταχυνσιομέτρου.

Αποτελέσματα:

Η καθοδήγηση με τη χρήση παπουτσιών λείζερ συσχετίστηκε με σημαντική μείωση του αριθμού των επεισοδίων FOG, τόσο "εκτός" (45,9%) όσο και "εντός" (37,7%) φαρμακευτικής αγωγής. Επιπλέον, τα παπούτσια λείζερ μείωσαν σημαντικά το ποσοστό του χρόνου που παγώνει κατά 56,5% όταν δεν λαμβάνεται φαρμακευτική αγωγή. Η μείωση κατά τη διάρκεια της φαρμακευτικής αγωγής ήταν ελαφρώς μικρότερη (51,4%). Τα αποτελέσματα αυτά ήταν παράλληλα με τη θετική υποκειμενική εμπειρία των ασθενών σχετικά με την αποτελεσματικότητα των παπουτσιών λείζερ. Δεν υπήρξαν κλινικά σημαντικές αλλαγές στις μετρήσεις βάρδισης.

Συμπεράσματα:

Τα ευρήματα αυτά καταδεικνύουν την άμεση αποτελεσματικότητα των παπουτσιών λείζερ σε ένα ελεγχόμενο εργαστήριο βάρδισης και προσφέρουν μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση με δυνατότητα παροχής κατ' οίκον υποδείξεων για ασθενείς με FOG [21].

2.4.5 Χρήση έξυπνων γυαλιών για την ανάλυση της βάρδισης των ασθενών που πάσχουν από νόσο του Πάρκινσον

Η νόσος του Πάρκινσον, όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του δεύτερου κεφαλαίου, είναι μία από τις πιο κοινές νευροεκφυλιστικές διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος, η οποία επηρεάζει κυρίως τις κινητικές λειτουργίες των ασθενών και απαιτεί συνεχή παρακολούθηση της κίνησης τους προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τις διακυμάνσεις της κινητικής τους κατάστασης σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής τους ζωής. Στην προκαταρκτική μελέτη, των Kirrijanovska et al. [22], εξετάζεται η δυνατότητα χρήσης **έξυπνων γυαλιών εξοπλισμένων με αισθητήρες** αδρανειακής μονάδας μέτρησης (IMU) για την παροχή αντικειμενικών πληροφοριών σχετικά με την κινητική κατάσταση των ασθενών με ΝΠ. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από επτά ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον με διαφορετικά επίπεδα σοβαρότητας των συμπτωμάτων, οι οποίοι πραγματοποίησαν συνολικά 35 διαδρομές του τεστ TUG (Timed-Up-and-Go) ενώ φοράγανε τα γυαλιά. Παρουσιάζεται ένας αλγόριθμος ανίχνευσης βημάτων με βάση την IMU με δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης της βάρδισης των ασθενών.

Επιπλέον, οι αναλύσεις αποκαλύπτουν συγκεκριμένα συμπλέγματα των ασθενών στα δεδομένα του αισθητήρα, γεγονός που υποδηλώνει τη δυνατότητα ανάπτυξης εξατομικευμένων μοντέλων για την παρακολούθηση της εξέλιξης των συμπτωμάτων. Τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι τα έξυπνα γυαλιά έχουν τη δυνατότητα διακριτικής και συνεχούς εξέτασης της βάρδισης των ασθενών με ΝΠ, ενίσχυση της ιατρικής αξιολόγησης και θεραπείας.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί ένα βήμα προς την αντιμετώπιση των τριών προκλήσεων των υφιστάμενων ψηφιακών εργαλείων αντιμετώπισης της ΝΠ, της αποδοχής, της εξατομίκευσης και της επικύρωσης. Στόχος είναι η μεγιστοποίηση της αποδοχής των χρηστών παρέχοντας μια ψηφιακή λύση βασισμένη σε ένα αντικείμενο που είναι πανταχού παρόν στη ζωή των ασθενών με ΝΠ, δηλαδή, τα γυαλιά οράσεως.

Τα γυαλιά θα πρέπει επίσης να επιτρέπουν δεδομένα για κάθε χρήστη, εφόσον φοριούνται καθημερινά από τους ασθενείς. Τα δεδομένα που παρέχονται από τα γυαλιά για κάθε χρήστη θα μπορούσαν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για εξατομικευμένες λύσεις. Τέλος, με στόχο την κλινική επικύρωση, η παρούσα μελέτη παρέχει αρχική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν σε μια κλινική με πραγματικούς ασθενείς με ΝΠ κατά την εκτέλεση ενός κλινικά επικυρωμένου πρωτοκόλλου, του Timed-Up-and-Go (TUG).

Η δοκιμασία Timed-Up-and-Go (TUG) είναι ένα κλινικό εργαλείο που χρησιμοποιείται συνήθως για τη μέτρηση της κινητικής δυσλειτουργίας στην ΝΠ. Ο ασθενής σηκώνεται από το κάθισμα, περπατά τρία μέτρα, γυρίζει, επιστρέφει στην καρέκλα και ξανακάθεται. Ο εξεταστής μετρά, σε δευτερόλεπτα, το χρόνο που απαιτείται για την ολοκλήρωση της εργασίας. Ο συνολικός χρόνος που απαιτείται έχει αποδειχθεί ότι συσχετίζεται με τη σοβαρότητα της νόσου, τον κίνδυνο πτώσεων κατά το επόμενο έτος και την ανταπόκριση στις ντοπαμινεργικές θεραπείες. Η δοκιμασία TUG είναι περιορισμένη στο ότι μετράει τον ασθενή σε ένα σημείο και δεν είναι πραγματικά αντιπροσωπευτικό όλων των δραστηριοτήτων της καθημερινής διαβίωσης.

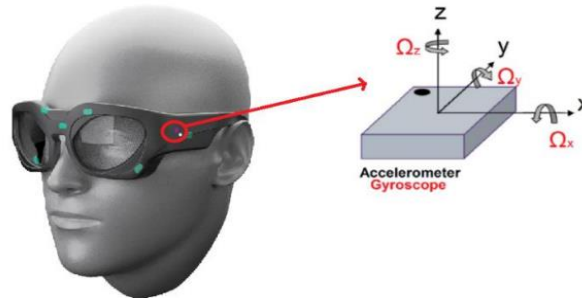
Μια μελέτη του Weiss [23] μέτρησε δεδομένα από έναν “φορέσιμο” αισθητήρα στο κάτω μέρος της πλάτης για τρεις ημέρες και διαπίστωσε μια σημαντικά βελτιωμένη ικανότητα πρόβλεψης του κινδύνου πτώσης σε σύγκριση με τα κοινώς χρησιμοποιούμενα μέτρα κλινικής βαθμολόγησης. Οι “φορέσιμοι” αισθητήρες έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των συμπτωμάτων του Freezing Of Gait (FOG), δηλαδή, όταν ο ασθενής δεν είναι σε θέση να ξεκινήσει την κίνηση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ή χρονικές περιόδους. Αυτό είναι σημαντικό καθώς μπορεί να υπάρχουν συγκεκριμένες αφορμές για αυτό, όπως το περπάτημα μέσα από ένα στενό χώρο, ο οποίος δεν μπορεί να αναπαραχθεί κατά τη διάρκεια μιας δοκιμής TUG. Επομένως, οι “φορέσιμες” συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση της παρακολούθησης της ΝΠ και την υποβοήθηση των αποφάσεων φαρμακευτικής αγωγής δίνοντας περισσότερες και ποικίλες κλινικές πληροφορίες για τον ασθενή και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η μελέτη που παρουσιάζεται στην εργασία [22] αποσκοπεί στην αξιολόγηση της σκοπιμότητας της χρήσης έξυπνων γυαλιών εξοπλισμένων με αισθητήρα αδρανειακής μονάδας μέτρησης (IMU) για την παρακολούθηση της βάδισης σε ασθενείς με ΝΠ ως αντικειμενική μέτρηση της κινητικής τους κατάστασης. Από τη σκοπιά της φορητής ανίχνευσης, το κεφάλι είναι μια πολλά υποσχόμενη θέση για την τοποθέτηση αισθητήρων IMU που θα πρέπει να παρέχει λιγότερο θορυβώδη δεδομένα αισθητήρων σε σύγκριση με άλλες τοποθετήσεις αισθητήρων (πχ ρολόι χειρός/ smartwatch). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα χέρια μας μπορούν να συμμετέχουν σε μια σειρά από μικρό και μακροσκοπικές εργασίες (από το τρέξιμο μέχρι την πληκτρολόγηση σε ένα πληκτρολόγιο). Από την άλλη πλευρά, το ανθρώπινο σώμα διαθέτει ένα φυσικό μηχανισμό για να κρατά το κεφάλι σταθερό στο χώρο όταν το σώμα κινείται, προκειμένου να διατηρεί σταθερό οπτικό πεδίο.

Λεπτομέρειες μελέτης

Προσλήφθηκαν συνολικά επτά ασθενείς με ΝΠ (τέσσερις γυναίκες και τρεις άνδρες, με μέση ηλικία $77 \pm 7,3$ έτη, εύρος 68-87 έτη) με διαφορετικά επίπεδα σοβαρότητας των συμπτωμάτων της νόσου. Για τη συλλογή δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν τα έξυπνα γυαλιά OCOsense™ (Σχήμα 7), που αναπτύχθηκαν από την εταιρεία Emteq Labs. Τα έξυπνα γυαλιά είναι εξοπλισμένα με: i) επτά αισθητήρες

OCO™ που μετρούν την κίνηση του δέρματος σε τρεις διαστάσεις (η θέση υποδεικνύεται από το πράσινα ορθογώνια), και (ii) έναν αισθητήρα IMU 9 αξόνων, συμπεριλαμβανομένου ενός υψομέτρου (που βρίσκεται στο δεξιό βραχίονα του σκελετού των γυαλιών, που υποδεικνύεται από το μοβ ορθογώνιο)(Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Γυαλιά OCOsense και η θέση των αισθητήρων. Τα πράσινα ορθογώνια αντιπροσωπεύουν τους αισθητήρες OCO και το μοβ ορθογώνιο αντιπροσωπεύει τον αδρανειακό αισθητήρα 9 αξόνων [22].

Το πειραματικό πρωτόκολλο βασίστηκε στη δοκιμασία Timed-Up and Go (TUG). Οι συμμετέχοντες κάθισαν σε μια καρέκλα, σηκώθηκαν, περπάτησαν ευθεία για τρία μέτρα με την κανονική τους ταχύτητα, γύρισαν 180° γύρω από ένα εμπόδιο, περπάτησαν ευθεία πίσω στην καρέκλα, έκαναν άλλη μια στροφή 180° και τελικά κάθισαν στην καρέκλα. Συμπλήρωσαν πέντε επαναλήψεις της δοκιμασίας TUG, με αποτέλεσμα να προκύψουν συνολικά 35 δοκιμές βάρδισης στο σύνολο δεδομένων. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να εκτελέσουν όλες τις δοκιμές ανεξάρτητα, χωρίς βοηθητική συσκευή. Οι συνεδρίες επίσης βιντεοσκοπούνταν. Η μελέτη επανεξετάστηκε και εγκρίθηκε από την επιτροπή δεοντολογίας έρευνας του NHS (ref: 18/WM/0205) και πραγματοποιήθηκε στο νοσοκομείο Queen Victoria Hospital στο East Grinstead της Αγγλίας.

Όλοι οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν δύο ερωτηματολόγια: το ερωτηματολόγιο για το πάγωμα της βάρδισης (FOG) και το ερωτηματολόγιο για τη νόσο του Πάρκινσον (PDQ-8). Το πρώτο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει έξι ερωτήσεις και επικεντρώνεται στη σοβαρότητα της FOG και στις διαταραχές της βάρδισης κατά την τελευταία εβδομάδα, ενώ το δεύτερο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει οκτώ ερωτήσεις σχετικά με την κινητικότητα, τις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, τη συναισθηματική ευεξία, το στίγμα, την κοινωνική υποστήριξη, τη νόσηση, την επικοινωνία και τη σωματική δυσφορία και χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση της ποιότητας ζωής των ασθενών με ΝΠ. Κάθε ερώτηση βαθμολογήθηκε από μηδέν έως τέσσερα. Υψηλότερη βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο της FOG αντιστοιχεί σε πιο σοβαρά επεισόδια FOG και υψηλότερη βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο PDQ-8 σημαίνει χειρότερη ποιότητα ζωής και σοβαρότερη μορφή της νόσου. Οι τελικές βαθμολογίες των ερωτηματολογίων, μαζί με τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

ID	Age (Years)	Sex	FOG Score (%)	PDQ-8 Score (%)
1	70	Male	20.8	46.9
2	73	Female	4.2	40.6
3	83	Female	87.5	75.0
4	68	Female	66.7	37.5

5	73	Male	25.0	31.3
6	86	Male	66.7	65.6
7	87	Female	33.3	34.4

Πίνακας 6: Δημογραφικά στοιχεία και βαθμολογίες ερωτηματολογίων [14].

Συμπεράσματα

Παρόλο που μόνο μια μικρή ομάδα ασθενών με ΝΠ ήταν που εξετάστηκαν στο πείραμα, η ανάλυση υποδηλώνει ότι τα εξοπλισμένα με IMU έξυπνα γυαλιά έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη βάρδιση των ασθενών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των το επίπεδο σοβαρότητας της νόσου του Πάρκινσον, όπως μετράτε με δύο τυποποιημένα ερωτηματολόγια. Επομένως, μπορούν να θεωρηθούν ως ένα εργαλείο διαλογής που θα είναι παρακολουθεί συνεχώς την βάρδιση και την κινητική δραστηριότητα των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον. Επιπλέον, η ανάλυση των δεδομένων βάρδισης έδειξε ορατές διαφορές στον τρόπο βάρδισης μεταξύ των ασθενών με νόσο του Πάρκινσον, οι οποίες μπορεί επίσης να εξαρτώνται από τη σοβαρότητα της νόσου. Αυτό δείχνει ότι τα δεδομένα των αισθητήρων που βασίζονται στα γυαλιά αρκετά ευαίσθητα για την ανάπτυξη εξατομικευμένων μοντέλων για την παρακολούθηση της εξέλιξης των συμπτωμάτων ειδικά για τον ασθενή.

Ορισμένοι περιορισμοί της παρούσας εργασίας είναι ο μικρός αριθμός ασθενών με ΝΠ στη μελέτη και η περιορισμένη εστίαση της ανάλυσης βάρδισης μόνο κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας TUG. Αν και τα προκαταρκτικά αποτελέσματα είναι ελπιδοφόρα, είναι ζωτικής σημασίας να επικυρωθούν τα ευρήματά σε μεγαλύτερη κλίμακα και να αναλυθεί η βάρδιση κατά τη διάρκεια διαφόρων δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής. Για να αντιμετωπιστούν αυτοί οι περιορισμοί, αναλαμβάνεται συστηματική οργάνωση μιας μεγάλης κλίμακας συλλογής δεδομένων, η οποία αποσκοπεί στη συγκέντρωση δεδομένων από πολυάριθμα άτομα που έχουν διαγνωστεί με τη νόσο του Πάρκινσον. Αυτή η συλλογή δεδομένων θα περιλαμβάνει επίσης διαφορετικές θέσεις των αισθητήρων IMU που θα επιτρέψουν τη σύγκριση με την προσέγγισή μας με βάση τα γυαλιά. Επιπλέον, σκοπός είναι να προστεθούν και άλλες δραστηριότητες της καθημερινής ζωής, συμπεριλαμβανομένων διαφορετικών οικιακών και βασικών δραστηριοτήτων αυτοεξυπηρέτησης, οι οποίες θα επιτρέψουν την επέκταση της ανάλυσης των προτύπων βάρδισης κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων, αλλά και άλλων συμπτωμάτων που σχετίζονται με τη νόσο ΝΠ και εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της καθημερινής ζωής, όπως το τρέμουλο του σώματος. Επιπλέον, σκοπό αποτελεί να διεξαχθεί μια διαχρονική μελέτη για να καθοριστεί κατά πόσο τα δεδομένα που αποκτήθηκαν από τα γυαλιά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση των αλλαγών στα συμπτώματα της νόσου με την πάροδο του χρόνου, η οποία θα είναι ευεργετική για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την πρόωμη εξέλιξη ή επιδείνωση της νόσου [22].

2.4.6 Χρήση οπτικών σημάτων - Visual Cues

Οι αναμενόμενες προσαρμογές της στάσης (**Anticipatory postural adjustments- APA**) πριν από την έναρξη της βάρδισης είναι μειωμένες σε άτομα με Νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ), ιδίως σε όσους αντιμετωπίζουν “πάγωμα” της βάρδισης (FOG).

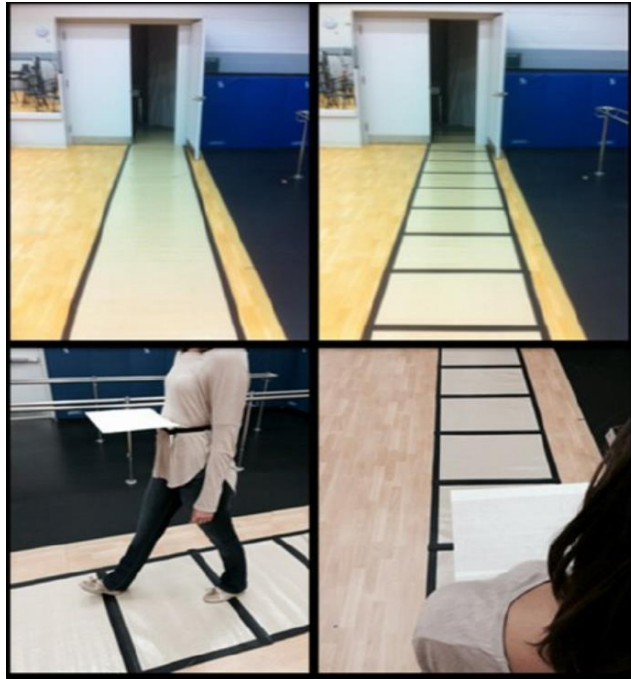
Εξωτερικές ενδείξεις μπορούν να βελτιώσουν τις παραμέτρους βάρδισης σε άτομα με ΝΠ, αλλά οι επιδράσεις των οπτικών ενδείξεων στην έναρξη της βάρδισης είναι ελάχιστα γνωστές. Η παρακάτω μελέτη που διεξάγει αποσκοπούσε:

- 1) στην αξιολόγηση των διαφορών, κατά την έναρξη της βάρδισης, μεταξύ ατόμων με ΝΠ με (FOG+) και χωρίς FOG (FOG-) και υγιείς άτομα (Healthy Controls-HC),
- 2) να διερευνήσει την επίδραση της βαρύτητας της νόσου στην έναρξη της βάρδισης και
- 3) να διερευνήσει την οξεία επίδραση της οπτικής υπόδειξης στη βάρδιση, έναρξη και ευθεία βάρδιση.

Συμμετείχαν είκοσι FOG-, είκοσι FOG+ και δεκαοκτώ HC άτομα στην παρούσα μελέτη. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εκτελέσουν βάρδιση με δικιά τους πρωτοβουλία με και χωρίς οπτικές ενδείξεις, οι οποίες παρουσιάζονται ως εγκάρσιες γραμμές με ταινία στο δάπεδο. Η έναρξη της βάρδισης και η βάρδιση χαρακτηρίστηκαν με ασύρματες μονάδες αδρανειακής μέτρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι FOG+ είχαν μικρότερα APA από τους HC και FOG- αν και δεν εντοπίστηκαν διαφορές μεταξύ FOG+ και FOG- όταν λήφθηκε υπόψη η σοβαρότητα της νόσου. Σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των βαθμολογιών MDS-UPDRS III (Movement Disorder Society-Sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale) και της έναρξης βάρδισης / οι μεταβλητές της ευθύγραμμης βάρδισης επιβεβαίωσαν ότι οι διαφορές μεταξύ FOG+ και FOG- οφείλονται με βάση τη σοβαρότητα της νόσου. Κατά την έναρξη της βάρδισης, τα οπτικά ερεθίσματα προκάλεσαν διαφορετικές συμπεριφορές σε άτομα με και χωρίς ΝΠ. Ειδικότερα, τα άτομα με ΝΠ εμφάνισαν μικρότερες και μεγαλύτερες χρονικά APA, ενώ τα HC εμφάνισαν μεγαλύτερη διάρκεια του πρώτου βήματος, σε σύγκριση με τη βασική γραμμή. **Ωστόσο, οι οπτικές ενδείξεις βελτίωσαν την ταχύτητα της βάρδισης και το μήκος βηματισμού σε όλα τα άτομα.** Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι τα άτομα με ΝΠ, παρά την παρουσία FOG, χρησιμοποιούν διαφορετικές κινητικές στρατηγικές, σε σύγκριση με τα HC άτομα, για να προσαρμοστούν στις νέες εμβιομηχανικές απαιτήσεις της έναρξης της βάρδισης που υπαγορεύονται από τις οπτικές ενδείξεις [24].

Συμπεράσματα

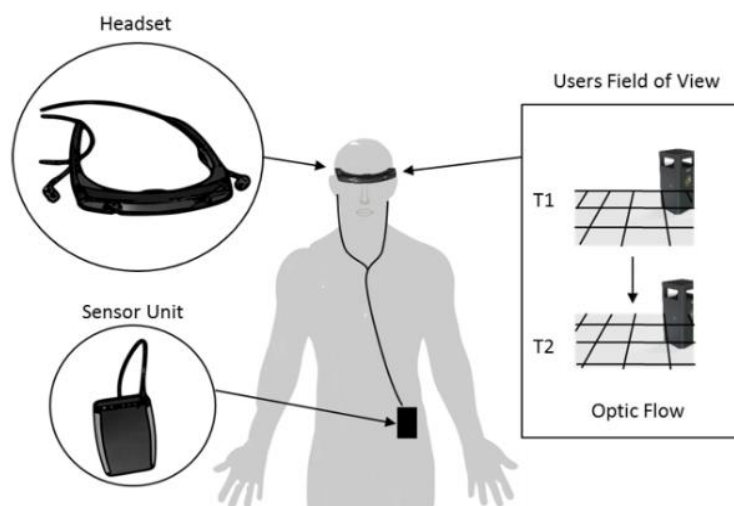
Υπό τη φαρμακευτική αγωγή με λεβοντόπα, τα άτομα με ΝΠ που αναφέρουν FOG έχουν παρόμοιο μέγεθος APA σε σύγκριση με τα άτομα χωρίς FOG, όταν λαμβάνεται υπόψη η σοβαρότητα της νόσου. **Όταν εφαρμόζεται ένα οπτικό σύνθημα, τα άτομα με ΝΠ, ανεξάρτητα από το FOG, συντονίζουν τις APA τους μειώνοντας το μέγεθός τους και αυξάνοντας τη διάρκειά τους,** ενώ οι HC επιβραδύνουν την εκτέλεση του πρώτου βήματος για να ανταποκριθούν στις εμβιομηχανικές απαιτήσεις της κίνησης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι κατά τη διερεύνηση της ευθύγραμμης βάρδισης, τα άτομα με και χωρίς ΝΠ αυξάνουν ομοίως τόσο την ταχύτητα βάρδισης όσο και το μήκος του βήματος για να προσαρμόσουν τη βάρδιση τους στις παρεχόμενες οπτικές ενδείξεις [24].



Σχήμα 8: Πειραματικά παραδείγματα: Χωρίς οπτικές ενδείξεις (πάνω αριστερά), με οπτικές ενδείξεις (πάνω δεξιά) και με συσκευή που αποκλείει την όραση των κάτω άκρων (κάτω εικόνες) [25].

2.4.7 Συσκευή προβολής οπτικών σημάτων

Το 2010, οι Espay et al. τόνισαν ότι τα συστήματα οπτικών σημάτων παρείχαν κυρίως σήματα σε ένα ρυθμό που κλιμακώθηκε στον κανονικό ρυθμό του χρήστη [26]. Ωστόσο, προκαταρκτικές κλινικές μελέτες έδειξαν ότι όταν ο ρυθμός των σημάτων δεν ήταν εξωτερικά ρυθμισμένος, αλλά, ήταν αποτέλεσμα της τρέχουσας κίνησης του χρήστη (δηλαδή, δυναμική), το βάδισμα θα μπορούσε να βελτιωθεί [27,28]. Για να διερευνήσουν αυτή την υπόθεση, οι Espay et al. ανέπτυξαν τον οπτικό-ακουστικό περιπατητή, ένα σύστημα συνεχούς οπτικής-ακουστικής υπόδειξης για οικιακή χρήση από άτομα με αναπηρία [26]. Το σύστημα αποτελούνταν από μια μονάδα αισθητήρων και μια μικρο-οθόνη τοποθετημένη στο κεφάλι με ακουστικά (Σχήμα 9). Το σύστημα προσομοίωσε την οπτική ροή (μοτίβο φαινομενικής κίνησης σε οπτικό πεδίο) εμφανίζοντας ένα εικονικό δάπεδο με πλακάκια σκακιέρας τοποθετημένο στον πραγματικό κόσμο. Το δάπεδο με πλακάκια εικονικής σκακιέρας ανταποκρίθηκε δυναμικά στην κίνηση του χρήστη και “κινήθηκε” προς το μέρος του με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα βάδισής του, όπως μετράτε από τη μονάδα του αισθητήρα. Τα πλακίδια σκακιέρας παρείχαν στόχους για τον χρήστη προκειμένου να προχωρήσει με μεγάλα βήματα καθώς περπατούσε. Εκτός από την οπτική οθόνη, το σύστημα προσέφερε επίσης ακουστική ανατροφοδότηση από τα βήματα του χρήστη, μέσω ακουστικών.



Σχήμα 9: Εικονογράφηση του οπτικού ακουστικού περιπατητή, που αναπτύχθηκε από τους Espay et al. Το σύστημα αποτελούνταν από μια μονάδα αισθητήρων και μια μικρο-οθόνη τοποθετημένη στο κεφάλι του χρήστη με ακουστικά. Η μονάδα αισθητήρα συνδέθηκε με τα ρούχα του χρήστη και τα ακουστικά που φοριούνται γύρω από τα μάτια. Το σύστημα παρείχε συνεχή οπτική υπόδειξη οπτικής ροής. Κατά τη διάρκεια των οπτικών ενδείξεων, ένα εικονικό δάπεδο με πλακάκια σκακιέρας επικαλύπτεται πάνω από το οπτικό πεδίο του χρήστη (T1) και κινείται συνεχώς προς τα εμπρός στην οθόνη με ρυθμό ίσο με την ταχύτητα βάρδισης του χρήστη σε πραγματικό χρόνο (T2) [26].

Σε μια μελέτη σκοπιμότητας, οι Espay et al. πραγματοποίησαν μετρήσεις σε 15 συμμετέχοντες για να αξιολογήσουν την επίδραση της ροής της οπτικής ένδειξης στην FOG κατά τη διάρκεια μιας περιόδου θεραπείας δύο εβδομάδων. Κατά τη διάρκεια της αναφερθείσας μελέτης, οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να χρησιμοποιούν το σύστημα οπτικής υπόδειξης ενώ περπατούσαν για τουλάχιστον μία ώρα την ημέρα. Πριν και μετά την περίοδο θεραπείας, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο FOG (FOGQ) για την αξιολόγηση της επίδρασης της οπτικής ένδειξης στην FOG. Το FOGQ είναι ένα επικυρωμένο κλινικό εργαλείο που χρησιμοποιεί ένα ερωτηματολόγιο έξι ερωτήσεων για την υποκειμενική αξιολόγηση της σοβαρότητας της FOG στην καθημερινή ζωή. Το ερωτηματολόγιο βαθμολογεί τη σοβαρότητα της FOG από 0 έως 24, με τις υψηλότερες βαθμολογίες να αντιστοιχούν σε πιο σοβαρή FOG.

Κατά τη διάρκεια της περιόδου θεραπείας των δύο εβδομάδων, οι Espay et al. παρατήρησαν θετική επίδραση της οπτικής ένδειξης στη μέση βαθμολογία FOGQ. Επιπλέον, αναφέρθηκε τάση βελτίωσης της συχνότητας της FOG. Ωστόσο, οι Espay et al. ανέφεραν ότι δύο συμμετέχοντες δεν αισθάνονταν άνετα να χρησιμοποιούν τα ακουστικά (επειδή ήταν «αδέξια» ή «ντροπιαστικά στη χρήση τους δημόσια») και δεν προπονούσαν στο σπίτι σύμφωνα με τις οδηγίες. Είναι ενδιαφέρον ότι οι Espay et al. δεν παρακολούθησαν άμεσα τη χρήση του συστήματος στο σπίτι και ότι οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες να χρησιμοποιήσουν τόσο οπτική υπόδειξη όσο και ακουστική ανατροφοδότηση. Οι Espay et al. ανέφεραν ότι η προσωπική προτίμηση ανάγκασε κάποιους να βασίζονται μόνο σε μία ή καμία. Τέσσερις συμμετέχοντες προτίμησαν τον συνδυασμό οπτικής υπόδειξης και ακουστικής ανατροφοδότησης. Τρεις συμμετέχοντες προτιμούσαν μόνο ακουστική ανατροφοδότηση, τρεις οπτικές ενδείξεις μόνες τους και δύο καμία από τις δύο υποδείξεις [26].

2.5 Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας το δεύτερο κεφάλαιο δημιουργείται μία πλήρης εικόνα για την νόσο του Πάρκινσον και το πρόβλημα του «παγώματος της βάδισης»-FOG, στο οποίο επικεντρώνεται η διπλωματική εργασία. Αναλύθηκαν διεξοδικά οι παράγοντες και τα ερεθίσματα που προκαλούν την FOG καθώς και οι στρατηγικές που βοηθούν να ξεπεραστεί. Στην συνέχεια έπειτα από μια σύντομη αναφορά στις θεραπευτικές προσεγγίσεις του «παγώματος», αναφέρθηκαν προϊόντα υποβοήθησης βάδισης τα οποία κυκλοφορούν στην αγορά . Η επιστημονική προσέγγιση της FOG δεν κυμαίνεται στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας οπότε για αυτό και δεν δίνεται εκτενέστερη βάση. Ωστόσο, η αναφορά της κρίνεται αναγκαία προκειμένου να είναι ολοκληρωμένες οι αναφορές στην αντιμετώπιση του φαινομένου του «παγώματος της βάδισης». Μέσω της έρευνας αγοράς και την επισήμανση ορισμένων προϊόντων που προορίζονται για την βοήθεια και την καταπολέμηση του προαναφερόμενου φαινομένου, επέρχεται το εξής συμπέρασμα. Τα άτομα που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον αναζητούν προϊόντα τα οποία πρωτίστως να είναι αποτελεσματικά και εύχρηστα, ωστόσο σημαντική επιθυμία τους είναι τα προϊόντα να είναι καλαίσθητα και να μην αισθάνονται ντροπή να τα χρησιμοποιήσουν δημόσια. Έτσι, η πρόκληση που γεννιέται είναι η σχεδίαση ενός προϊόντος αποδοτικού και το οποίο να προσδίδει αυτοπεποίθηση και σιγουριά στα άτομα που το επιλέγουν.

Κεφάλαιο 3

Ιδέα αναφοράς προϊόντος- Κριτήρια επιλογής

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί η κεντρική ιδέα του προϊόντος καθώς και τα στοιχεία από τα οποία θα αποτελείται το προϊόν. Έτσι θα αναφερθούν αναλυτικότερα οι έννοιες του “φορέσιμου” προϊόντος- wearable product, των οπτικών σημάτων- Visual Cues και της τεχνολογίας λέιζερ. Έπειτα, θα προβληθούν τα προσχέδια των ιδεών και με τη χρήση των πινάκων απόφασης θα γίνει η αποτίμηση της κάθε ιδέας ως προς ένα σύνολο κριτηρίων επιλογής. Τέλος, θα σχολιαστεί η τελική επιλογή του προϊόντος και θα γίνει αναλυτικότερη προσέγγιση της κατασκευής του και των εξαρτημάτων από τα οποία θα αποτελείται.

3.2 Ιδέα Αναφοράς- Στόχος προϊόντος

<<Σχεδίαση “φορέσιμου” προϊόντος για την υποβοήθηση βάδισης μέσω τεχνολογίας λέιζερ για ασθενείς που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον >>

Κοινή ιδέα αναφοράς

Όπως προαναφέρθηκε, ο σκοπός που οδήγησε στην δημιουργία ενός προϊόντος είναι η ανάγκη επίλυσης του προβλήματος της “ακινητοποίησης του βαδίσματος”, από το οποίο πάσχουν άτομα με την νόσο του Πάρκινσον. Έπειτα από μια έρευνα αγοράς υπάρχει πιο ξεκάθαρη εικόνα για το τι προϊόντα υπάρχουν στην αγορά ή είναι σε πειραματικό στάδιο. Η **κοινή ιδέα αναφοράς**, η οποία θα ακολουθεί και θα οριστεί ως πρότυπο σύγκρισης προκειμένου να επιλεγθεί η καταλληλότερη ιδέα, θα έχει τα εξής στοιχεία:

- “wearable product”-“φορέσιμο” προϊόν
- **οπτικά σήματα- Visual Cues**
- **τεχνολογία λέιζερ/ φορητή συσκευή λέιζερ.**

Αναλυτικότερα άλλα χαρακτηριστικά από τα οποία θα πρέπει να διακατέχεται το προϊόν που θα παραχθεί, εκτός από τα προαναφερόμενα τα οποία θα είναι κύρια, είναι τα παρακάτω:

- Ευκολία χρήσης από τους πελάτες / Ευχρηστία
- Ανθεκτικότητα
- Εύκολη φορητότητα
- Σταθερότητα
- Καλαίσθητος σχεδιασμός
- Πρωτοτυπία

3.2.1 Smart wearable products- έξυπνα “φορέσιμα” προϊόντα

Δεδομένης της ραγδαίας δημοτικότητας των έξυπνων φορητών προϊόντων, οι προθέσεις των χρηστών για συνέχιση της χρήσης αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία. Η έρευνα σχετικά με τις προθέσεις συνέχισης της υιοθέτησης έξυπνων φορητών προϊόντων έχει λάβει κάποια προσοχή από τους μελετητές. Η συνείδηση είναι ένας ισχυρός παράγοντας πρόβλεψης της αντιλαμβανόμενης αξίας των χρηστών. Με την αυξανόμενη ωριμότητα της ψηφιακής τεχνολογίας, η υιοθέτηση των έξυπνων “φορέσιμων” προϊόντων έχει γίνει σταδιακά μια γενική τάση μεταξύ των καταναλωτών [29]. Το τρίτο τρίμηνο του 2020, υπήρχαν 125 εκατομμύρια συνολικά παγκόσμιες αποστολές φορητών προϊόντων και η παγκόσμια αγορά αυξήθηκε κατά 35,1% σε ετήσια βάση [30].

Τα έξυπνα “φορέσιμα” προϊόντα είναι ένα ριζοσπαστικό προϊόν καινοτομίας στο οποίο οι χρήστες είναι πόροι καινοτομίας της αγοράς και η προσανατολισμένη προς τον καταναλωτή καινοτόμα αγορά πρέπει να διερευνάει συστηματικά την επιρροή της τόσο σε ατομικά όσο και σε ομαδικά χαρακτηριστικά [31],[32]. Επιπλέον, οι προθέσεις των χρηστών να χρησιμοποιήσουν μια συγκεκριμένη τεχνολογία επηρεάζονται όχι μόνο από την τεχνολογία αλλά και από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η κοινωνική επιρροή [33],[34]. Παλαιότερες μελέτες έχουν διερευνήσει την επίδραση της κοινωνικής σύγκρισης [35], της κοινωνικής ανταλλαγής και του ανταγωνισμού σχετικά με την πρόθεση υιοθέτησης έξυπνων φορητών προϊόντων. Επιπλέον, η ευρεία δημοτικότητα των κοινωνικών δικτύων προάγει σημαντικά την σύνδεση μεταξύ των χρηστών έξυπνων φορητών συσκευών [36].

Ανάγκη για μοναδικότητα και αντιλαμβανόμενες αξίες

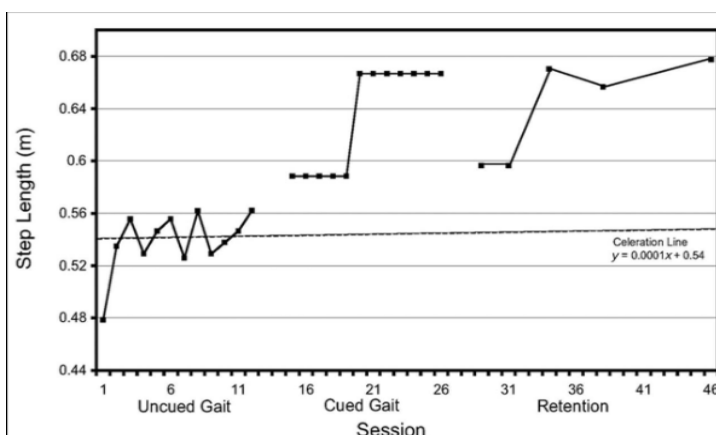
Η ανάγκη για μοναδικότητα, η οποία είναι ένα ατομικό χαρακτηριστικό που ρυθμίζει τη συμπεριφορά και τις συναισθηματικές αντιδράσεις των ανθρώπων, εκδηλώνεται ως η επιδίωξη του ατόμου να διακρίνεται από το υλικό που διαθέτει από τους άλλους και να ενισχύει την εικόνα του [37]. Σε μια μελέτη που διερευνά την συμπεριφορά κατανάλωσης προϊόντων [38], καθορίστηκε περαιτέρω η ανάγκη για μοναδικότητα, ως την επιθυμία ενός ατόμου για επώνυμα προϊόντα προκειμένου να δείξει μοναδικότητα ή να αναπτύξει και να ενισχύσει την εικόνα και την κοινωνική του ταυτότητα. Οι καταναλωτές έχουν την προσδοκία πως μπορούν να εκφράσουν την ταυτότητα και τη μοναδικότητά τους αγοράζοντας και χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα προϊόντα. Σε αυτή την περίπτωση, οι καταναλωτές αντιλαμβάνονται την αυτοκαταπίεση και είναι πιο διατεθειμένοι να εκφράζονται με την επίδειξη προϊόντων αυτοπροβολής.

Η ανάγκη για μοναδικότητα έχει μελετηθεί στην κοινωνική ψυχολογία και συναφείς ερευνητικούς τομείς, όπως η συμπεριφορά του καταναλωτή, η κοινωνική επιρροή και η πολιτισμικές και ατομικές διαφορές [39]. Έρευνα σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών έχει επικεντρωθεί κυρίως στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των αναγκών για μοναδικότητα και την κατανάλωση ειδών πολυτελείας (Sun et al., 2017) [40],[41]. Ειδικότερα, η κατανάλωση ειδών πολυτελείας είναι κυρίως μια ηδονική αισθητηριακή εμπειρία. Επιπλέον, εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι η ανάγκη για μοναδικότητα συνδέεται στενά με στις δραστηριότητες ψυχαγωγίας των καταναλωτών. Επομένως, οι καταναλωτές με υψηλή ανάγκη για μοναδικότητα μπορεί να έχουν περισσότερο την τάση να αποκτούν πολύτιμα προϊόντα από άλλους καταναλωτές.

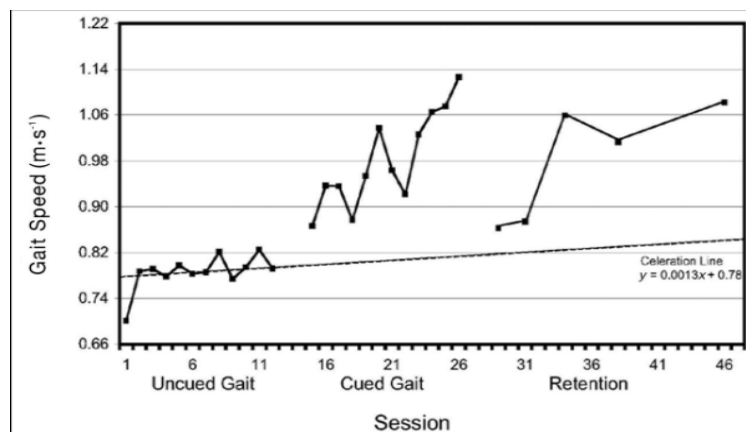
3.2.2 Οπτικά Σήματα-Visual Cues

Σε μια προσπάθεια να βελτιώσουν τη βάρδιση των ατόμων με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ), ερευνητές εξέτασαν την επίδραση των οπτικών ενδείξεων που τοποθετούνται στο πάτωμα. Σε μελέτη του Sidaway B. και άλλων συνεργατών [42], αναλύθηκε η βάρδιση κατά τη διάρκεια διαφορετικών φάσεων, η κάθε μία από τις οποίες διήρκεσε 1 μήνα. Στη μελέτη συμμετείχε εθελοντικά μια γυναίκα 78 ετών, η οποία είχε διαγνωστεί με ΝΠ 12 χρόνια πριν. Κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης της βάρδισης χωρίς περιορισμούς, ο εξεταζόμενος έπρεπε να περπατήσει μια απόσταση 10 μέτρων όσες περισσότερες φορές μπορούσε σε 30 λεπτά, 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Κατά τη διάρκεια της φάσης βάρδισης με ένδειξη 4 εβδομάδων, τοποθετήθηκαν οπτικές ενδείξεις στο δάπεδο κατά μήκος του διαδρόμου των 10 μέτρων. Οι υποδείξεις ήταν αρχικά 110% του μήκους του βήματος, έπειτα χωρίς υποδείξεις και αργότερα αυξήθηκαν στο 120%. Μετά από αυτή τη φάση βάρδισης με ενδείξεις, η βάρδιση του υποκειμένου καταγράφηκε περιοδικά για 1 μήνα χωρίς ενδείξεις. Το μήκος βήματος, η ταχύτητα βάρδισης και η διαστάση κινηματοκική των κάτω άκρων συγκρίθηκαν εντός και μεταξύ των 3 πειραματικών φάσεων. Οι γραμμές κύλισης υπολογίστηκαν για την αρχική φάση χωρίς προειδοποίηση και στη συνέχεια προεκτάθηκαν στις φάσεις εκπαίδευσης με προειδοποίηση και διατήρησης χωρίς προειδοποίηση.

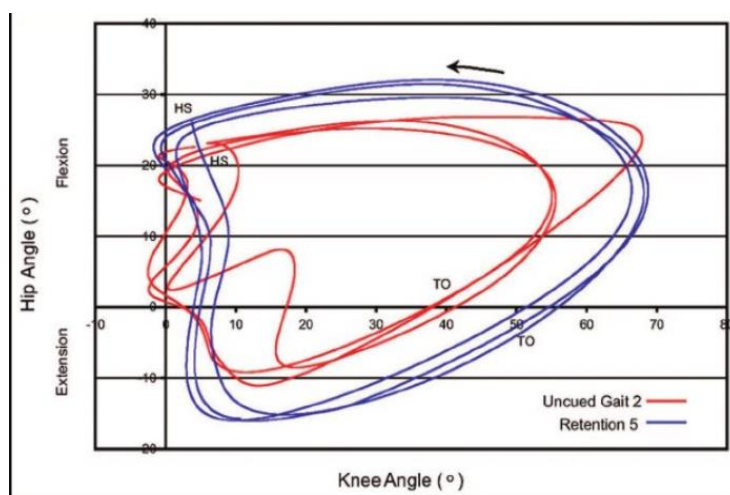
Για την ανάλυση της σημαντικότητας των αλλαγών από την αρχική φάση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν δοκιμές. Το μήκος βήματος και η ταχύτητα βάρδισης παρέμειναν ουσιαστικά αμετάβλητες κατά τη διάρκεια της βάρδισης χωρίς ένδειξη μετά την πρώτη ημέρα, ωστόσο, κατά τη φάση της βάρδισης με ένδειξη, η ταχύτητα βάρδισης βελτιώθηκε, καθώς το μήκος βήματος αυξήθηκε με οπτικές ενδείξεις. Οι βελτιώσεις στο μήκος βήματος και στην ταχύτητα βάρδισης ήταν ακόμα εμφανείς 1 μήνα μετά την αφαίρεση των ενδείξεων. Οι αναλύσεις των παρακάτω διαγραμμάτων αποκάλυψαν ότι η εκπαίδευση με οπτικές ενδείξεις αύξησε το εύρος κίνησης του ισχίου και του γονάτου και δημιούργησε πιο σταθερό κινητικό έλεγχο του κάτω άκρου. Σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες στις οποίες τα οφέλη της οπτικής υπόδειξης ήταν σχετικά βραχύβια, σε αυτή τη μελέτη, 1 μήνας εκπαίδευσης βάρδισης με οπτικές υποδείξεις ήταν επιτυχής στην καθιέρωση μιας διαρκούς βελτίωσης της ταχύτητας βάρδισης και το μήκους βήματος, αυξάνοντας παράλληλα τη σταθερότητα του υποκειμένου συστήματος ελέγχου του κινήτηρα [42].



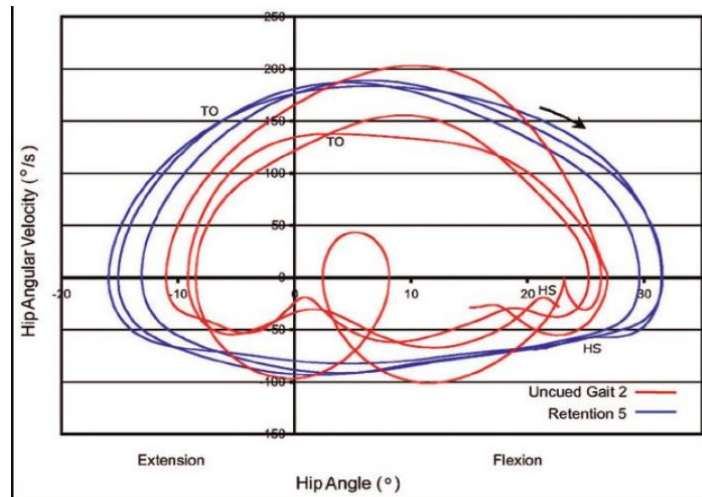
Σχήμα 10: Μήκος βήματος κατά τη διάρκεια της μη ελεγχόμενης βάρδισης (χωρίς οπτικά σήματα), της ελεγχόμενης βάρδισης (με οπτικά σήματα) και των φάσεων διατήρησης [42].



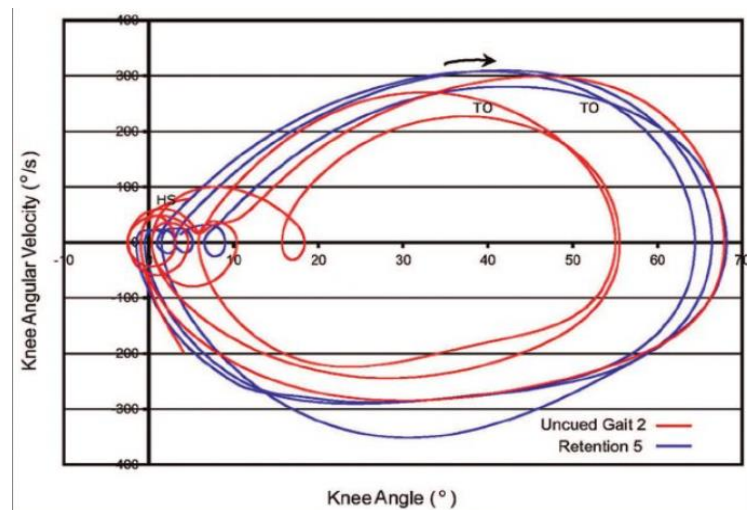
Σχήμα 11: Ταχύτητα βάδισης κατά τη διάρκεια της μη ελεγχόμενης βάδισης της ελεγχόμενης βάδισης και των φάσεων διατήρησης [42].



Σχήμα 12: Διάγραμμα γωνίας-γωνίας ισχίου-γονάτου για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς επιτήρηση και της πέμπτης συνεδρίας διατήρησης. TO=toe-off, HS=heel-strike [42].



Σχήμα 13: Το πορτρέτο του επιπέδου φάσης του ισχίου για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς έλεγχο και της πέμπτης συνεδρίας συγκράτησης. TO=toe-off, HS=heel-strike [42].



Σχήμα 14: Το πορτρέτο του επιπέδου φάσης του γόνατος για 3 βήματα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνεδρίας βάδισης χωρίς έλεγχο και της πέμπτης συνεδρίας συγκράτησης. TO=toe-off, HS=heel-strike [42].

3.2.3 Τεχνολογία Λέιζερ- Laser Technology/ Φορητή συσκευή λέιζερ

Μια μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Zhang et al. [43], εξέτασε τις επιδράσεις των φορητών οπτικών ενδείξεων που παρέχονται από μια **φορητή συσκευή λέιζερ** (Σχήμα 15) στο μοτίβο βάδισης και τη σταθερότητα σε ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον (ΝΠ). Συνολικά, συμπεριλήφθηκαν 18 ασθενείς με κλινική διάγνωση ιδιοπαθούς ΝΠ και 18 υγιείς άτομα. Οι κύριες μετρήσεις αποτελέσματος περιλάμβαναν χωροχρονικές παραμέτρους, κινηματικές παραμέτρους του σαγματικού επιπέδου των αρθρώσεων των κάτω άκρων και δυναμικές παραμέτρους του κέντρου πίεσης (COP). Παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση των παραμέτρων βάδισης εντός της ομάδας στους ασθενείς με ΝΠ. Σε σύγκριση με την αρχική κατάσταση, το μοτίβο βάδισης βελτιώθηκε στους ασθενείς με ΝΠ υπό την κατάσταση υπόδειξης σημάτων, με μεγαλύτερο μήκος

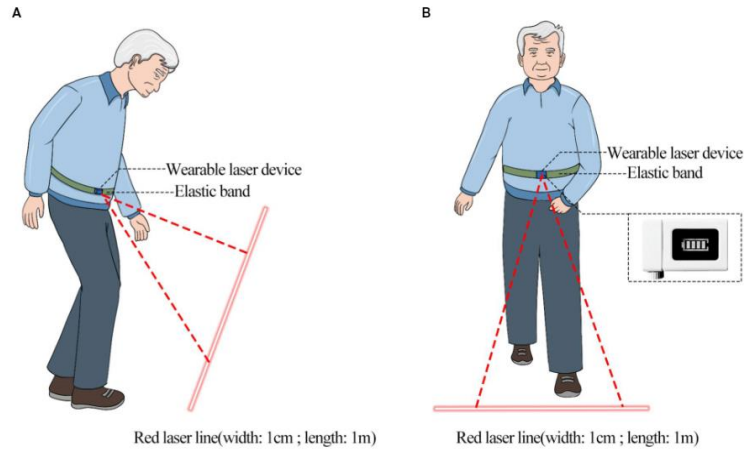
βηματισμού και μεγαλύτερη απόσταση από τα δάχτυλα των ποδιών, καθώς και μείωση της φάσης διπλής στάσης, ειδικά το μήκος βηματισμού, η φάση διπλής στάσης και η απόσταση από τα δάχτυλα των ποδιών δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ της κατάστασης υπόδειξης και των ομάδων υγιούς ελέγχου. Στην κινηματική, η μέγιστη ραχιαία κάμψη του αστραγάλου στη φάση της αιώρησης και το εύρος κίνησης (ROM) του ισχίου στον κύκλο βάρδισης βελτιώθηκε σημαντικά στους ασθενείς με ΝΠ με οπτικές υποδείξεις και ήταν κοντά στα υγιείς άτομα. Η μειωμένη προσθοπίσθια (anteroposterior /AP) θέση του COP βελτίωσε τη σταθερότητα της βάρδισης σε ασθενείς με ΝΠ υπό τη συνθήκη με ένδειξη. Η ανάλυση πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης έδειξε ότι η θέση AP έχει αρνητική συσχέτιση με τη μέγιστη ραχιαία κάμψη του αστραγάλου στη φάση της αιώρησης. Η άμεση επίδραση των φορητών οπτικών ενδείξεων βελτίωσε το μοτίβο βάρδισης και τη σταθερότητα σε ασθενείς με ΝΠ, γεγονός που υποδηλώνει ότι μπορεί να είναι αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται ως εναλλακτική τεχνική στην εκπαίδευση αποκατάστασης για ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον [43].

Αναλυτικότερα- τεχνολογία λέιζερ & οπτικά σήματα

Η χρήση οπτικών ενδείξεων για τη βελτίωση του “παγώματος” της βάρδισης αναφέρθηκε ήδη από το 1990 [44], η οποία θεωρήθηκε ότι έχει άμεση και σημαντική εμβιομηχανική επίδραση στην απόδοση της βάρδισης σε ασθενείς με ΝΠ που παρουσιάζουν ελλείμματα βάρδισης [45],[46]. Το 2010, οι Espay et al. παρατήρησαν μια θετική επίδραση της οπτικής καθοδήγησης στη μέση βαθμολογία FOGQ και μια τάση βελτίωσης της συχνότητας των επεισοδίων FOG [47].

Την ίδια χρονιά, ο Bryant και οι συνεργάτες του παρουσίασαν μια συσκευή για μαστούνι βάρδισης που προβάλλει συνεχή οπτική ένδειξη μέσω ενός προσαρτημένου λέιζερ και ανέφεραν μια σημαντική θετική άμεση επίδραση μιας πράσινης γραμμής λέιζερ στη μέση συχνότητα των επεισοδίων FOG [48]. Το 2016, η προσοχή της έρευνας στράφηκε στην ανάπτυξη οπτικών συστημάτων υποδείξεων που θα μπορούσαν να φορεθούν καλύτερα [49]. Μια κινητή γραμμή που παρέχεται με λέιζερ, όπως μια σταθερή εγκάρσια γραμμή στο δάπεδο, έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με βελτιωμένα πρότυπα βάρδισης, όπως αυξημένο μήκος βηματισμού, ταχύτητα, δύναμη ώθησης και κανονικοποιημένες γωνίες για κινηματικές παραμέτρους σε ασθενείς με ΝΠ [50]. Ως εκ τούτου, οι φορητές μέθοδοι οπτικής πληροφόρησης έχουν γίνει σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον.

Μέχρι τώρα, πολλαπλές μελέτες έχουν διερευνήσει τις επιδράσεις της φορητής οπτικής καθοδήγησης στη βάρδιση της ΝΠ. Οι Zhao κ. ά. έδειξαν ότι το Google Glass και ένας ασθενής με ενσωματωμένο λέιζερ μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση της βάρδισης με κανονικοποιημένο μήκος βηματισμού και ρυθμό, προκαλώντας έτσι στατιστικά σημαντική μείωση των βαθμολογιών του ερωτηματολογίου για το πάγωμα της βάρδισης (FOGQ) και της συχνότητας των πτώσεων σε ασθενείς με ΝΠ και με πάγωμα της βάρδισης (FOG) [51]. Πρόσφατα, οι Barthel et al. διαπίστωσαν ότι η άμεση αποτελεσματικότητα των παπουτσιών λέιζερ προσφέρει μια πολλά υποσχόμενη παρέμβαση με δυνατότητα παροχής κατ' οίκον νοσηλείας σε ασθενείς με FOG [52]. Ωστόσο, οι εν λόγω φορητές συσκευές δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν στην καθημερινή ζωή. Το σημαντικότερο είναι ότι οι μελέτες αυτές δεν αξιολόγησαν την επίδραση των οπτικών ενδείξεων στη σταθερότητα στάσης.



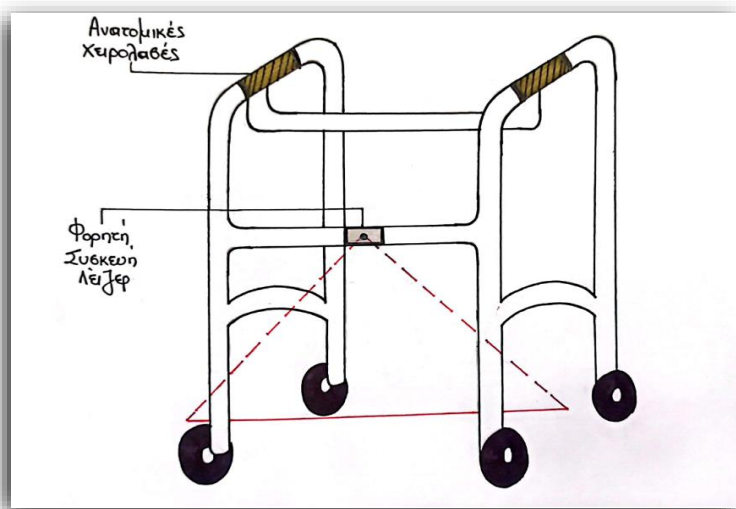
Σχήμα 15: (Α) Πλάγια όψη του ασθενούς με ΝΠ σε κατάσταση με ένδειξη- με «φορέσιμη» συσκευή (Β) μπροστινή όψη του ασθενούς με ΝΠ σε κατάσταση με ένδειξη [43].

3.3 Δημιουργία πινάκων απόφασης

3.3.1 Εκτέλεση πρώτου σταδίου - Διαλογή ιδεών

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα στην ενότητα 1.4, και στις υποενότητες της, για την επιλογή ιδέας θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος των πινάκων απόφασης η οποία ακολουθεί δύο στάδια: την **διαλογή ιδεών** και την **βαθμολόγησή** τους. Ξεκινώντας με το πρώτο στάδιο, την διαλογή ιδεών θα αναφερθούν πιθανές εναλλακτικές λύσεις προκειμένου να επιλεγεί η καλύτερη δυνατή επιλογή μέσα από μια ποικιλία ιδεών. Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι πιθανές ιδέες οι οποίες θα συγκριθούν και θα αξιολογηθούν με τα κατάλληλα κριτήρια. Θα ακολουθήσει λεπτομερείς ανάδειξη των ιδεών τόσο με γραφική παρουσίαση (δημιουργία σκίτσων) όσο και με γραπτή περιγραφή.

Α ιδέα : Περιπατητήρας με ρόδες και συσκευή λέιζερ/ Rollator



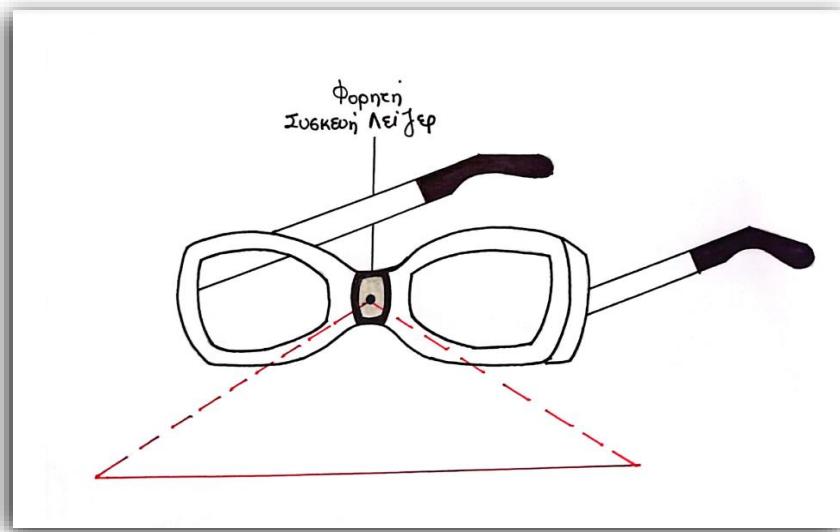
Περιγραφή Α ιδέας:

Στην πρώτη ιδέα απεικονίζεται ένας πτυσσόμενος περιπατητήρας με ρόδες (rollator), ο οποίος έχει ενσωματωμένη συσκευή λείζερ στην μπάρα στήριξης. Ο συγκεκριμένος περιπατητήρας έχει σκοπό να διευκολύνει την κίνηση των ατόμων που πάσχουν από νόσου του Πάρκινσον και συγκεκριμένα από FOG, όντας ιδανικός τόσο για εξωτερική όσο και για εσωτερική χρήση. Ο σκελετός του παραπάνω βοηθήματος βάδισης ενδείκνυται να είναι από αλουμίνιο, υλικό ελαφρύ, ανθεκτικό με μεγάλη αντοχή στη διάβρωση, ιδανικό για περιπατητήρα με ρόδες. Το γεγονός ότι είναι πτυσσόμενος δίνει την δυνατότητα για εύκολη αποθήκευση και μεταφορά και η μπάρα στήριξης προσδίδει μεγαλύτερη αντοχή και σταθερότητα. Επιπλέον, διαθέτει στην βάση του τέσσερις συμπαγείς ρόδες, καθώς επίσης και ανατομικές χειρολαβές από καουτσούκ. Το υλικό κατασκευής της συσκευής λείζερ, η οποία είναι υπεύθυνη για τις οπτικές ενδείξεις στο πάτωμα, είναι κράματα αλουμινίου, ένα αρκετά ελαφρύ και ανθεκτικό στην διάβρωση υλικό όπως αναφέρθηκε, προσφέροντας καλή απόδοση σε εξωτερικές συνθήκες, κατάλληλο για την συγκεκριμένη χρήση. Το αλουμίνιο είναι επίσης από τα πιο οικονομικά υλικά, καθιστώντας το την πιο πρακτική επιλογή. Τέλος, η συσκευή διαθέτει ανθεκτικές επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ιόντων λιθίου και εμβέλεια ακτίνας λείζερ έως 50cm η οποία είναι ρυθμιζόμενη ανάλογα τις ανάγκες του ασθενή.

Η ιδέα ενός περιπατητήρα με ρόδες που διαθέτει ενσωματωμένη συσκευή λείζερ για άτομα με Πάρκινσον είναι μια ενδιαφέρουσα πρόταση που μπορεί να βελτιώσει την κινητικότητα και την ασφάλειά τους. Αρχικά, ο περιπατητήρας με ρόδες μπορεί να βοηθήσει τα άτομα με Πάρκινσον με πολλούς τρόπους. Πρώτον, προσφέρει υποστήριξη στην κινητικότητα καθώς οι άνθρωποι με Πάρκινσον μπορεί να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον έλεγχο της κίνησης και της ισορροπίας. Ένας περιπατητήρας με ρόδες παρέχει σταθερή υποστήριξη για τον χρήστη καθώς περπατά, βοηθώντας τον να διατηρήσει την ισορροπία του και να αποφύγει πτώσεις. Δεύτερον, προσφέρει αύξηση της ανεξαρτησίας. Ο περιπατητήρας επιτρέπει στα άτομα με Πάρκινσον να μετακινούνται και να εκτελούν καθημερινές δραστηριότητες χωρίς τη συνεχή βοήθεια άλλων. Τρίτον, συμβάλει στην ανακούφιση από την κόπωση. Ο περιπατητήρας μπορεί να μειώσει την φυσική κόπωση που συνήθως συνοδεύει το περπάτημα, επιτρέποντας στα άτομα με Πάρκινσον να κινούνται για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Τέταρτον, ενισχύεται η κοινωνική συμμετοχή αυτών των ατόμων. Με την χρήση ενός περιπατητήρα, τα άτομα με Πάρκινσον μπορούν να συμμετέχουν πιο εύκολα σε κοινωνικές δραστηριότητες, να βγαίνουν έξω και να απολαμβάνουν τη ζωή. Τέλος, διασφαλίζεται η ασφάλεια τους. Εφόσον οι άνθρωποι με Πάρκινσον είναι πιο ευάλωτοι σε πτώσεις, ένας περιπατητήρας προσφέρει ασφάλεια και βοήθεια στην αποφυγή ατυχημάτων.

Συνολικά, ο περιπατητήρας με ρόδες είναι ένα εργαλείο που βοηθά στη βελτίωση της κινητικότητας, της ασφάλειας και της ποιότητας ζωής για τα άτομα με Πάρκινσον, καθιστώντας την καθημερινή ζωή τους πιο άνετη και ανεξάρτητη. Η επιλογή του σημείου τοποθέτησης της συσκευής λείζερ στον περιπατητήρα είναι η ιδανική καθώς βοηθάει τις ανάγκες του χρήστη. Η γραμμή του λείζερ είναι σε σημείο που είναι βολικό για τον χρήστη να την ακολουθεί και να φαίνεται καθαρά. Επίσης η συσκευή λείζερ είναι σε σημείο που επιτρέπει την μετακίνηση από τον χρήστη χωρίς να εμποδίζει την βάδιση του.

B ιδέα : Γυαλιά με συσκευή λέιζερ/ Laser Glasses



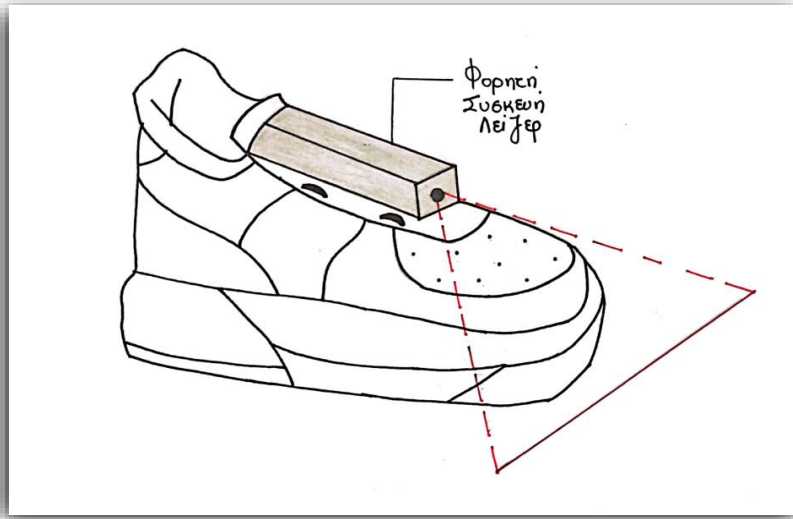
Περιγραφή B ιδέας:

Στην δεύτερη ιδέα απεικονίζεται ένα ακόμα σύστημα υποβοήθησης βιάδισης το οποίο βασίζεται σε γυαλιά με συσκευή λέιζερ. Τα γυαλιά με συσκευή λέιζερ, τα οποία μπορεί να είναι είτε οράσεως είτε ηλίου, διαθέτουν στο κέντρο ενσωματωμένη συσκευή λέιζερ η οποία είναι υπεύθυνη για την προβολή οπτικών σημάτων στο έδαφος. Τα συγκεκριμένα γυαλιά δίνουν την δυνατότητα στους χρήστες τους να κινούνται με μεγαλύτερη ευκολία και αυτοπεποίθηση ακολουθώντας τις οπτικές ενδείξεις, οι οποίες θα εμφανίζονται μπροστά τους. Η συσκευή λέιζερ είναι κατασκευασμένη από κράματα αλουμινίου (όντας το καταλληλότερο υλικό σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν, στην πρώτη ιδέα). Επίσης διαθέτει επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ιόντων λιθίου και ισχυρή εμβέλεια ακτίνας λέιζερ η οποία φτάνει μέχρι και τα 2.5m και είναι ρυθμιζόμενη ανάλογα το ύψος του ασθενούς. Τέλος, συνίσταται τα γυαλιά να είναι από ανθεκτικό και σταθερό υλικό όπως για παράδειγμα τα κράματα τιτανίου, κράματα νικελίου, ανοξείδωτο χάλυβα, γραμμικό πολυαμίδιο (Nylon) και το ασετάτ, προκειμένου να διασφαλίζεται η ανθεκτικότητα στην διάβρωση και η διατήρηση της αντοχής με τον χρόνο.

Η επιλογή ενός τόσο απλού και απαραίτητου αξεσουάρ όπως είναι τα γυαλιά (ηλίου ή οράσεως) καθιστά ακόμα πιο βολική και χρήσιμη την τοποθέτηση μιας συσκευής λέιζερ σε αυτά. Αν και η ανάγκη για χρήση γυαλιών οράσεως διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένης της ηλικίας, της γενετικής κληρονομικότητας και των παραγόντων υγείας, είναι αδιαμφισβήτητο πως ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού παγκοσμίως τα χρησιμοποιεί. Και αν όχι γυαλιά οράσεως τότε σίγουρα γυαλιά ηλίου φορούν οι περισσότεροι στην καθημερινότητά τους. Γι' αυτό η ενσωμάτωση της συσκευής λέιζερ στα γυαλιά θα μπορούσε να προσφέρει πολλά οφέλη στα άτομα που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον. Μια τέτοια συσκευή θα μπορούσε να λειτουργήσει θετικά τόσο στην κινητικότητα όσο και στην ισορροπία αυτών των ατόμων καθώς ακολουθώντας τις προβαλλόμενες οπτικές γραμμές από την συσκευή λέιζερ, θα είχαν επιπρόσθετη στήριξη στην κίνηση τους και θα διατηρούσαν ευκολότερα σταθερή πορεία χωρίς κίνδυνο πτώσης.

Τέλος, όσον αφορά την τοποθέτηση της φορητής συσκευής λέιζερ, έχει επιλεγθεί το συγκεκριμένο σημείο όντας το πιο λειτουργικό. Η κεντρική θέση της συσκευής στα γυαλιά δίνει την δυνατότητα καλύτερης προβολής της οπτικής γραμμής και λόγω της ισχυρής εμβέλειας του λέιζερ, οι ενδείξεις στο έδαφος που παράγονται είναι ευδιάκριτες για όλους τους ασθενείς.

Γ ιδέα: Υπόδημα με συσκευή λέιζερ/ Laser Shoe



Περιγραφή Γ ιδέας:

Στην τρίτη και τελευταία ιδέα παρουσιάζεται η εφαρμογή της συσκευής προβολής λέιζερ σε υποδήματα. Μια πολύ πρακτική και βολική ιδέα η οποία θα διευκολύνει την κίνηση των ατόμων που πάσχουν από ΝΠ και κατ' επέκταση από FOG. Η συσκευή λέιζερ όντας φορητή θα μπορεί να προσαρμόζεται με ευκολία πάνω σε κάθε υπόδημα της επιλογής του ασθενή. Το υλικό κατασκευής της φορητής συσκευής λέιζερ, όπως αναφέρθηκε και στις 2 προηγούμενες ιδέες, θα είναι αλουμίνιο, το οποίο είναι το ιδανικότερο ανάμεσα σε άλλες πιθανές επιλογές για τους παραπάνω λόγους. Επιπρόσθετα, η απόσταση που θα προβάλλει το λέιζερ θα φτάνει μέχρι τα 40cm και οι μπαταρίες της συσκευής θα είναι οι ίδιες με τις παραπάνω ιδέες (επαναφορτιζόμενες και από ιόντα λιθίου). Η συγκεκριμένη ιδέα έχει αρκετά θετικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές. Αρχικά, προσφέρει βοήθεια στην κίνηση του ασθενούς καθώς η συσκευή λέιζερ στα παπούτσια μπορεί να δημιουργήσει ένα ορατό "μονοπάτι" μπροστά από τον χρήστη, βοηθώντας τον να κατευθυνθεί και να ακολουθήσει μια σταθερή διαδρομή αυξάνοντας την ταχύτητα του. Επιπλέον, συμβάλλει στην εξάσκηση και φυσική θεραπεία. Η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια φυσικής θεραπείας για να βοηθήσει τους ασθενείς να βελτιώσουν την ισορροπία, την βάδιση και τη σταθερότητα τους. Τέλος, ενισχύονται η ασφάλεια και η αυτονομία του ατόμου. Η ορατή γραμμή από τον λέιζερ μπορεί να αποτρέψει ανεπιθύμητες πτώσεις, καθώς ο χρήστης θα μπορεί να δει τον δρόμο μπροστά του καλύτερα και να αποφύγει εμπόδια και επίσης δεν χρειάζεται συνεχώς να βασίζεται σε κάποιον άλλον για να τον βοηθήσει στην κίνηση του.

Όντας εύκολο στην μετακίνηση και στην τοποθέτηση του δικαίως μπορεί να χαρακτηριστεί εύχρηστο και προσίτο για άτομα όλων των ηλικιών χωρίς να χρειάζεται

κάποια ιδιαίτερη γνώση ή δεξιότητα για να χρησιμοποιηθεί. Αναφορικά με την θέση της συσκευής λέιζερ είναι τοποθετημένη σε σημείο τέτοιο ώστε να εξυπηρετεί στο μέγιστο τον ασθενή. Η οπτική γραμμή του λέιζερ, η οποία έχει εμβέλεια μέχρι και 50cm, είναι σε επίπεδο που είναι άνετο για τον χρήστη να την παρακολουθεί και το ύψος του λέιζερ είναι τέτοιο ώστε να βλέπει φυσιολογικά το άτομο και να είναι ευδιάκριτο. Επίσης η συσκευή λέιζερ διαθέτει τις ίδιες μπαταρίες που αναφέρθηκαν στις δύο παραπάνω ιδέες (επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ιόντων λιθίου), και είναι τοποθετημένη σε θέση που επιτρέπει την εύκολη πρόσβαση και τον έλεγχο από τον χρήστη. Η συσκευή έχει τοποθετηθεί με ασφάλεια, χωρίς να εμποδίζει την κίνηση του χρήστη. Τέλος, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζει και να ελέγχει την συσκευή λέιζερ με ευκολία από τη θέση του.

Πίνακας διαλογής

Κριτήρια επιλογής	Ιδέες		
	A Περιπατητήρας με ρόδες και συσκευή λέιζερ/ rollator	B Γυαλιά με συσκευή λέιζερ/ Laser Glasses	Γ Υπόδημα με συσκευή λέιζερ/ Laser Shoe
Πλειοψηφική χρησιμότητα	-	+	+
Σημείο τοποθέτησης συσκευής λέιζερ	+	-	+
“Φορέσιμο” προϊόν	-	+	+
Έκθεση σε εξωτερικούς παράγοντες	-	+	-
Ευχρηστία	0	0	0
Ανάγκη της αγοράς	0	+	0
Καλαισθησία	0	-	0
Αθροισμα +’ς	1	4	3
Αθροισμα 0’ς	3	1	3
Αθροισμα -’ς	3	2	1
Τελική βαθμολογία	-2	2	2
Κατάταξη	2	1	1
Συνέχιση	Όχι	Ναι	Ναι

Σχολιασμός κριτηρίων επιλογής

- Πλειοψηφική χρησιμότητα: Όσον αφορά το συγκεκριμένο κριτήριο επιλογής οι ιδέες B και Γ έχουν ένα πλεονέκτημα που τους δίνει το δικαίωμα να χαρακτηριστούν “καλύτερες από” την ιδέα A. Γνωρίζοντας πως η νόσος του Πάρκινσον επηρεάζει περίπου το 1% των ατόμων ηλικίας άνω των 60 ετών (όπως αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 2, υποενότητα 2), επέρχεται η συνειδητοποίηση πως το ηλικιακό γκρουπ στο οποίο απευθύνεται το ανερχόμενο προϊόν είναι κυρίως άτομα μεγαλύτερων ηλικιών. Η ηλικία των 60 ετών μπορεί να θεωρηθεί ως το

τέλος της μέσης ηλικίας και την έναρξη της ηλικίας των ηλικιωμένων. Ωστόσο, αποτελούν μειονότητα τα άτομα που χρησιμοποιούν περιπατητήρα ή κάποιο άλλο είδος υποβοήθησης βάδισης, παίρνοντας υπόψιν το εύρος ηλικίας που πάσχει από την νόσο του Πάρκινσον. Οπότε οι ιδέες Β και Γ συμπεριλαμβάνουν μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων. Επέρχεται, λοιπόν, το συμπέρασμα πως ένα ζευγάρι παπούτσια ή ένα ζευγάρι γυαλιά είναι πιο απαραίτητα και ευρέως χρησιμοποιούμενα από τους πάσχοντες σε σχέση με έναν περιπατητήρα.

- Σημείο τοποθέτησης συσκευής λέιζερ: Το σημείο τοποθέτησης της συσκευής λέιζερ στο κάθε προϊόν ξεχωριστά αποτελεί σημαντικό κριτήριο επιλογής. Ατομικά για την κάθε μία ιδέα, το σημείο τοποθέτησης της συσκευής είναι ιδανικό και λειτουργικό. Ωστόσο, η ιδέα Β, τα γυαλιά με συσκευή λέιζερ, είναι η πιο αδύναμη ως προς αυτό το κριτήριο συγκριτικά με τις ιδέες Α και Γ. Αυτό συμβαίνει, διότι απέχει αρκετή απόσταση η γραμμή λέιζερ της συσκευής από το έδαφος. Βέβαια ανάλογα το ύψος του ασθενούς διαφέρει και αυτή η απόσταση, ωστόσο παραμένει να είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με των άλλων δύο ιδεών. Το οπτικό πεδίο από τα γυαλιά μέχρι το πάτωμα, μπορεί πολύ εύκολα να “μπλοκαριστεί” ή να διακοπεί από οποιονδήποτε εξωτερικό παράγοντα, είτε από κάποιο αντικείμενο είτε ακόμα και από τις ακτίνες του ηλίου, οι οποίες μπορεί να εμποδίζουν την ξεκάθαρη προβολή της οπτικής ένδειξης της συσκευής λέιζερ. Στις άλλες δύο ιδέες, είναι εφικτό να συμβεί το ίδιο με την ιδέα Β, ωστόσο λόγω της μικρότερης απόστασης της συσκευής λέιζερ από το έδαφος, υπάρχουν μικρότερες πιθανότητες.
- “Φορέσιμο” προϊόν: Ο όρος “φορέσιμο” προϊόν είναι από τους σημαντικότερους στην παρούσα διατριβή και αποτελεί και βασικό χαρακτηριστικό της ιδέας αναφοράς. Είναι ξεκάθαρο πως η ιδέα Α, του περιπατητήρα με ρόδες και συσκευή λέιζερ, δεν ανήκει στην κατηγορία των “φορέσιμων” προϊόντων για αυτό και στον πίνακα μπήκε (-) που το καθιστά “χειρότερο από” τις άλλες δύο ιδέες.
- Έκθεση σε εξωτερικούς παράγοντες: Το συγκεκριμένο κριτήριο αναφέρεται πέρα από εξωτερικές μεταβολές και σε καιρικές. Η βροχή και η λάσπη είναι μερικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την λειτουργία των προϊόντων. Στις ιδέες Α και Γ η συσκευή με λέιζερ είναι πιο εκτεθειμένη συγκριτικά με την ιδέα Β. Επίσης, οι ιδέες Α και Γ είναι πιο επιρρεπής στην σύγκρουση τους με κάποιο αντικείμενο. Οπότε, αυτοί οι λόγοι καθιστούν την ιδέα Β καλύτερη έναντι των υπόλοιπων ιδεών.
- Ευχρηστία: Η ευχρηστία, η οποία είναι επίσης ένα από τα κριτήρια που καθορίζει την ιδέα αναφοράς, χρίζεται εξίσου σημαντικός παράγοντας για να παρθεί η τελική απόφαση. Ωστόσο με πολύ μικρές διαφορές, όλες οι ιδέες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν εύχρηστες και φιλικές προς τον ασθενή.

- Ανάγκη της αγοράς: Η πραγματική ανάγκη στην αγορά για ένα νέο προϊόν είναι ένα πρωταρχικό κριτήριο για να προχωρήσει μία ιδέα στην υλοποίηση της. Προϊόντα όπως η ιδέα Α και Γ υπάρχουν ήδη στην αγορά. Αυτό σίγουρα δεν σημαίνει ότι δεν θα μπορούσαν να βγουν παρόμοια προϊόντα, με επιπρόσθετες βελτιώσεις και αναβαθμίσεις. Ωστόσο η αγορά έχει ανάγκη και από νέα προϊόντα τα οποία θα προσελκύσουν το ενδιαφέρον του αγοραστή και θα του προκαλέσουν τον προβληματισμό και το δίλλημα της επιλογής. Οι άνθρωποι ψάχνουν μονίμως το κάτι διαφορετικό και θέλουν να δοκιμάζουν καινούργια πράγματα. Ειδικά τα άτομα με Πάρκινσον δεν έχουν τεράστια ποικιλία στα προϊόντα που χρειάζονται καθημερινά, οπότε η προσθήκη ενός νέου προϊόντος στην αγορά που θα βοηθάει στην κινητικότητα τους θα είναι ιδανικό. Η ιδέα Β, τα γυαλιά με την συσκευή λέιζερ δηλαδή, δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στην αγορά αλλά επί το πλείστον σε δοκιμαστικό επίπεδο. Ωστόσο παρόμοια προϊόντα όπως είναι τα έξυπνα γυαλιά εξοπλισμένα με αισθητήρες, όπου αναφέρθηκε στην ενότητα 2.4.5, πρόσφατα έγιναν διαθέσιμα στην αγορά. Οπότε συγκρίνοντας τις τρεις πιθανές ιδέες η ιδέα Β είναι καλύτερη από τις Α και Γ ως προς αυτό το κριτήριο.
- Καλαισθησία: Σχετικά με την καλαισθησία οι ιδέες Α και Γ είναι ισάξιες μεταξύ τους, ενώ αντίθετα η ιδέα Β είναι “χειρότερη από” τις προαναφερόμενες. Η αισθητική του προϊόντος είναι αδιαμφισβήτητα καθοριστική για την τελική απόφαση του πελάτη για αυτό συμπεριλαμβάνεται και στην ιδέα αναφοράς. Η εικόνα ενός προϊόντος είναι η εντύπωση που αυτό έχει δημιουργήσει στη συνείδηση του καταναλωτή. Η εικόνα αποκαλείται και φήμη ή ιδέα, σχηματίζεται από τον συνδυασμό των πραγματικών χαρακτηριστικών με τα άυλα χαρακτηριστικά του προϊόντος και μπορεί να είναι θετική ή αρνητική [53]. Τα γυαλιά με ενσωματωμένη συσκευή λέιζερ δεν αποτελούν την πιο κομψή επιλογή γυαλιών, παρότι τα οφέλη τους, οπότε αναγκαστικά βαθμολογικά θα είναι κατώτερο από τις ανταγωνιστικές ιδέες.

3.3.2 Εκτέλεση δεύτερου σταδίου-Βαθμολόγηση

Πίνακας βαθμολόγησης ιδεών

		Διαλογή			
		Β Γυαλιά με συσκευή λέιζερ/ Laser Glasses		Γ Υπόδημα με συσκευή λέιζερ/ Laser Shoe	
Κριτήρια επιλογής	Βάρος	Βαθμολόγηση	Σταθμισμένη βαθμολογία	βαθμολόγηση	Σταθμισμένη βαθμολογία
Πρωτοτυπία	30%	5	1,5	4	1,2
Εμβέλεια λέιζερ	10%	4	0,4	3	0,3
Υλικό κατασκευής	20%				

συσκευής λείζερ					
-Αντοχή σε νερό		2	0,4	2	0,4
Εύκολη συντήρηση	10%				
- Εύκολη αποθήκευση προϊόντος όταν δεν χρησιμοποιείται	3%	4	0,12	4	0,12
- Εύκολη διατήρηση καθαρής εμφάνισης	7%	4	0,28	2	0,14
Βεβαιότητα	30%	2	0,6	3	0,9
Συνολική (τελική) βαθμολογία		3,3		3,06	
Κατάταξη		1		2	

Σχολιασμός κριτηρίων επιλογής

- Πρωτοτυπία: Η πρωτοτυπία έχει ουσιαστική σημασία σε ένα ανερχόμενο προϊόν στην αγορά. Επιτρέπει σε ένα προϊόν να διαφοροποιηθεί και να ξεχωρίσει από τον ανταγωνισμό. Αν το προϊόν είναι πρωτότυπο και διαφορετικό από αυτά που ήδη υπάρχουν στην αγορά, τότε υπάρχει δυνατότητα να προσελκύσει την προσοχή των πελατών. Επίσης, η πρωτοτυπία προσφέρει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Αν οι καταναλωτές βρίσκουν το προϊόν πιο ενδιαφέρον, χρήσιμο ή καινοτόμο από τα ανταγωνιστικά προϊόντα, τότε είναι πιο πιθανό να το επιλέξουν. Ένα πρωτότυπο προϊόν μπορεί να δημιουργήσει μεγαλύτερη αξία για τους καταναλωτές και να δικαιολογήσει υψηλότερες τιμές. Αν οι πελάτες βλέπουν ότι το προϊόν είναι μοναδικό και προσφέρει πραγματικά κάτι που δεν μπορούν να βρουν αλλού, τότε είναι πιο πιθανό να είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν περισσότερο για αυτό. Επιπρόσθετα, η πρωτοτυπία μπορεί να επιτρέψει την εισροή σε νέες αγορές. Αν το προϊόν λύνει ένα πρόβλημα ή προσφέρει κάτι μοναδικό, μπορεί να είναι ελκυστικό για νέους πελάτες. Τέλος, η καινοτομία μπορεί να βοηθήσει στη διαμόρφωση της εικόνας της εταιρείας ως καινοτόμου και δημιουργικής. Αυτή η εικόνα μπορεί να προσελκύσει πελάτες και επενδυτές. Συνολικά, η πρωτοτυπία μπορεί να αποτελέσει κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία ενός ανερχόμενου προϊόντος στην αγορά, καθώς δημιουργεί θετική αντίληψη, επικοινωνία και ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Παίρνοντας υπόψιν, όλα τα παραπάνω η ιδέα Β χαρακτηρίζεται πιο πρωτότυπη από την ιδέα Γ, αναλογιζόμενοι πως δεν είναι ευρέως διαδεδομένη στην αγορά.

- Εμβέλεια λέιζερ: Η εμβέλεια της συσκευής λέιζερ σε ένα προϊόν υποβοηθητικής βάσης για άτομα με Πάρκινσον μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια, την αυτονομία και την ποιότητα ζωής των χρηστών και να τους βοηθήσει να αντιμετωπίσουν καθημερινές προκλήσεις όπως είναι η FOG, η οποία εξετάζεται και σε αυτή την διατριβή. Η εμβέλεια του λέιζερ μπορεί να επηρεάσει, όπως αναφέρθηκε, την αυτονομία του χρήστη, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η εμβέλεια, τόσο μεγαλύτερη ελευθερία κίνησης θα έχει ο χρήστης, επιτρέποντάς του να περπατήσει ασφαλώς και ανεξάρτητα σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Έτσι, η ιδέα Β έχοντας μεγαλύτερη εμβέλεια (έως 2.5m) ξεχωρίζει με την βαθμολογία της από την ιδέα Γ (έως 50cm) με μικρή διαφορά. Η εμβέλεια της κάθε συσκευής είναι καθορισμένη για να ταιριάζει στις ανάγκες του προϊόντος, παραδείγματος χάριν, δεν θα εξυπηρετούσε η ιδέα Γ θα έχει πολύ μεγάλη εμβέλεια όπως έχει η ιδέα Β καθώς προορίζονται να φορευθούν σε διαφορετικά μέρη το σώματος. Ωστόσο και πάλι είναι αξιοσημείωτο να σημειωθεί βαθμολογικά η διαφορά αυτή, καθώς η εμβέλεια της ιδέα Β δίνει μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις ανάγκες του πελάτη.
- Υλικό κατασκευής λέιζερ-Αντοχή στο νερό: Το αλουμίνιο δεν είναι ανθεκτικό στο νερό στην ίδια έννοια που είναι ανθεκτικά υλικά ο ανοξείδωτος χάλυβας ή το ανοξείδωτο ατσάλι. Ωστόσο, το αλουμίνιο μπορεί να αντέξει την επαφή με το νερό, ειδικά αν είναι επικαλυμμένο με προστατευτική επικάλυπτρα ή επικαλυπτικές βαφές. Το αλουμίνιο δεν σκουριάζει όπως το σίδηρο, αλλά μπορεί να υποστεί κάποια διάβρωση από το νερό και τις χημικές αντιδράσεις. Για αυτό τον λόγο βαθμολογήθηκαν με χαμηλό βαθμό οι ιδέες στον πίνακα βαθμολόγησης. Για την προστασία του αλουμινίου από τη διάβρωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επικαλύψεις όπως η ανοδική οξείδωση (με την **ανοδική οξείδωση** μετασχηματίζεται η επιφάνεια του προφίλ αλουμινίου και δημιουργείται, τεχνητά, ένα στρώμα οξειδίου-σκουριά-φυσική γήρανση) ή επικαλυπτικές βαφές. Αυτές οι επικαλύψεις δημιουργούν ένα προστατευτικό φράγμα που αποτρέπει το νερό και τις χημικές ουσίες από το να επικρατήσουν στο αλουμίνιο. Εν κατακλείδι, το αλουμίνιο μπορεί να αντέξει το νερό, αλλά η προστασία του από τη διάβρωση είναι σημαντική για τη διατήρηση της αντοχής του μακροπρόθεσμα [54].
- Εύκολη συντήρηση-Εύκολη αποθήκευση προϊόντος όταν δεν χρησιμοποιείται: Η αποθήκευση του προϊόντος όταν παύει να τίθεται σε λειτουργία είναι εξαιρετικά σημαντική. Η σωστή και εύκολη αποθήκευση ενός προϊόντος βοηθά στην προστασία του από φθορές, χτυπήματα και άλλες μηχανικές ζημιές που μπορεί να προκληθούν όταν το προϊόν δεν χρησιμοποιείται. Και οι δύο ιδέες, Β και Γ, που παρουσιάζονται στον πίνακα βαθμολόγησης είναι εξίσου εύκολες στην αποθήκευση και μπορεί να διασφαλιστεί επιτυχώς η ποιότητα και η απόδοση των προϊόντων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
- Εύκολη συντήρηση- Εύκολη διατήρηση καθαρής εμφάνισης: Και για τις δύο ιδέες είναι εφικτή η διατήρηση της καθαρής εμφάνισης των προϊόντων αντίστοιχα. Παρ' όλα αυτά τα υποδήματα με την συσκευή λέιζερ είναι πιο εύκολο να λερωθούν ή να φθαρούν απ' ό,τι τα γυαλιά με συσκευή λέιζερ, όντας πιο εκτεθειμένα σε εξωτερικές συνθήκες. Έτσι διαμορφώνεται αντίστοιχα και η βαθμολογία στον πίνακα βαθμολόγησης των ιδεών.

- **Βεβαιότητα:** Η βεβαιότητα είναι ένα σημαντικό στοιχείο για ένα ανερχόμενο προϊόν και μπορεί να επηρεάσει την επιτυχία του με πολλούς τρόπους. Οι καταναλωτές ψάχνουν για προϊόντα που μπορούν να εμπιστευτούν. Η βεβαιότητα ότι το προϊόν είναι αξιόπιστο και προσφέρει τα υποσχόμενα οφέλη είναι κρίσιμη για να κερδιστεί η εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Στην αγορά, η βεβαιότητα μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Όταν το προϊόν είναι γνωστό για την ποιότητά του και την αξιοπιστία του, μπορεί να ξεχωρίσει από τους ανταγωνιστές του. Συνολικά, η βεβαιότητα σχετικά με το ανερχόμενο προϊόν είναι καθοριστική για την επιτυχία και την αποδοτικότητα της ανάπτυξης και της εμπορίας του. Όσον αφορά τις δύο ιδέες που εξετάζονται στον πίνακα, η ιδέα Γ, τα υποδήματα με συσκευή λέιζερ δηλαδή, είναι όπως έχει προαναφερθεί ένα προϊόν το οποίο υπάρχει ήδη στην αγορά και έχει δείξει την εμπορική του επιτυχία. Αυτό το γεγονός δίνει μια παραπάνω σιγουριά σε περίπτωση ένταξης παρόμοιου προϊόντος στην αγορά. Ωστόσο λόγω του ανταγωνισμού κανείς δεν έγκειται την επιτυχία του αλλά σίγουρα υπάρχει μια βεβαιότητα παραπάνω από την στιγμή που είναι γνωστό ότι το συγκεκριμένο προϊόν προτιμάτε από τους καταναλωτές. Από την άλλη πλευρά, η ιδέα Β παρότι είναι μια πρωτοποριακή ιδέα δεν έχει δοκιμαστεί στην αγορά, γεγονός που γεννά ανησυχίες και αβεβαιότητα. Παρόλα αυτά η βεβαιότητα, μπορεί να προέλθει και από το ελάχιστο ρίσκο απώλειας. Η ανάπτυξη και η προώθηση ενός προϊόντος απαιτούν χρόνο, πόρους και ενέργεια. Όταν υπάρχει βεβαιότητα για την αποδοτικότητα του προϊόντος, μειώνεται το ρίσκο απώλειας επενδύσεων. Τέλος, η κατάλληλη στήριξη επενδυτών, συγκεντρώνοντας τα απαραίτητα κεφάλαια για την ανάπτυξη και την προώθηση του προϊόντος, ενισχύει ή αποδυναμώνει την βεβαιότητα της πορείας ενός προϊόντος.

3.3.3 Συμπεράσματα πινάκων-Επιλογή τελικής ιδέας

Ολοκληρώνοντας την δημιουργία πινάκων απόφασης, μέσω του πίνακα διαλογής και του πίνακα βαθμολόγησης ιδεών αποκτάται μια πιο ολοκληρωμένη άποψη για την τελική επιλογή του προϊόντος. Η μέθοδος επιλογής της ιδέας εξυπνήρησε στο μέγιστο την λήψη της απόφασης. Σύμφωνα με την τελική βαθμολογία η ιδέα Β, τα γυαλιά με συσκευή λέιζερ προηγούνται συγκριτικά με τις άλλες δύο ιδέες. Αν και κοντά βαθμολογικά με την Γ ιδέα, τα γυαλιά ξεχωρίζουν κυρίως λόγω των κριτηρίων πρωτοτυπίας και ανάγκης της αγοράς. Το μικρότερο ποσοστό βεβαιότητας των γυαλιών δεν αποτέλεσε εμπόδιο στην επιλογή καθώς το σύνολο των υπόλοιπων κριτηρίων πλεονεκτούσαν. Ωστόσο, ενδείκνυται μία βελτίωση στην ιδέα Β, η οποία εστιάζει στο υλικό κατασκευής της συσκευής λέιζερ, που στην προκειμένη περίπτωση είναι το αλουμίνιο. Το αλουμίνιο παρότι δεν σκουριάζει όπως άλλα υλικά, μπορεί να υποστεί κάποια διάβρωση από το νερό. Έτσι για την προστασία του αλουμινίου από τη διάβρωση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επικαλυπτικές βαφές. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί πως οι απαιτήσεις για τον σχεδιασμό ενός τέτοιου προϊόντος είναι υψηλές όπως και οι δυσκολίες που προκύπτουν. Στην συνέχεια θα αναλυθούν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τα χαρακτηριστικά των γυαλιών με συσκευή λέιζερ καθώς και ορισμένες προϋποθέσεις που οφείλουν να ληφθούν.

3.4 Ανάλυση Β ιδέας-Γυαλιά με συσκευή λέιζερ

Για να υλοποιηθεί επιτυχώς η ιδέα Β θα πρέπει να προσδιοριστούν ορισμένοι παράμετροι, όπως είναι για παράδειγμα η οπτική γωνία προβολής των σημάτων, το εσωτερικό της συσκευής οπτικών ενδείξεων λέιζερ καθώς και η φόρτισή της. Η οπτική γωνία πρέπει να είναι τέτοια προκειμένου να είναι ευδιάκριτη στο άτομο και να μην διακόπτεται από εξωτερικούς παράγοντες. Επίσης, η συσκευή προβολής λέιζερ οφείλει να είναι αρκετά μικρή, γεγονός που δημιουργεί χωροταξικές απαιτήσεις για τα εξαρτήματα από τα οποία θα την αποτελούν.

3.4.1 Ανθρώπινο μάτι και οπτικό πεδίο

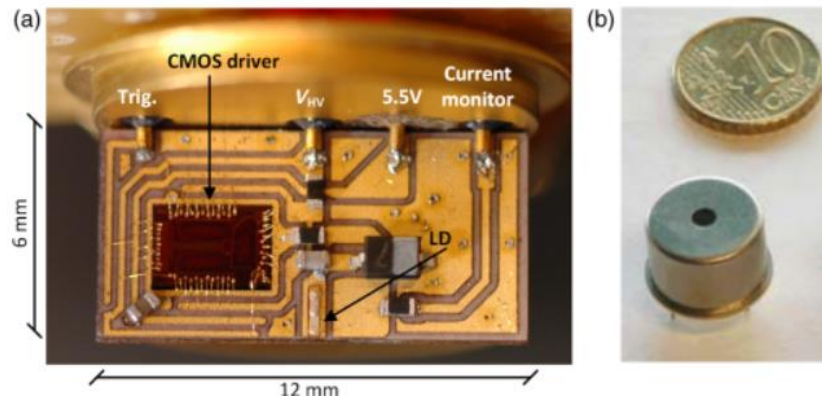
Το ανθρώπινο μάτι είναι το φυσικό σημείο εκκίνησης για να αντιληφθεί το οπτικό πεδίο. Το οπτικό πεδίο (FOV- Field Of View) είναι η ανοιχτή, παρατηρήσιμη περιοχή που ένα άτομο μπορεί να δει μέσα από τα μάτια του ή μέσω μιας οπτικής συσκευής, όπως μια κάμερα. Στην ανθρώπινη όραση, το οπτικό πεδίο αποτελείται από δύο μονόφθαλμα οπτικά πεδία, τα οποία ο εγκέφαλος “ράβει” μαζί για να σχηματίσει ένα διόφθαλμο πεδίο. Κάθε μεμονωμένο μάτι έχει οριζόντιο οπτικό πεδίο περίπου 135 μοίρες και κάθετο μόλις πάνω από 180 μοίρες. Η συρραφή του μονόφθαλμου πεδίου δίνει ένα διόφθαλμο οπτικό πεδίο περίπου 114 μοιρών οριζόντιας. Αυτό το FOV είναι απαραίτητο για την αντίληψη του βάθους. Η περιφερειακή όραση ενός ατόμου αποτελεί τους υπόλοιπους 60-70 βαθμούς, ωστόσο, αυτή η παρατήρηση θεωρείται μόνο μονόφθαλμη επειδή μόνο ένα μάτι μπορεί να δει αυτά τα τμήματα του οπτικού πεδίου. Εκτός από τις μονοφθάλμιες και διόφθαλμες διαφορές στην όραση, οι άνθρωποι έχουν επίσης διαφορετικό FOV για διαφορετικά χρώματα. Ο κορεσμός και η αντίληψη χρώματος συγκεντρώνονται στο κέντρο του FOV, οπότε η εικόνα γίνεται πιο μονοχρωματική στις άκρες ή στην περιφέρεια της όρασης ενός ατόμου.

Το μάτι βλέπει συνήθως το πάτωμα υπό γωνία, περίπου στα 60 μοίρες προς τα κάτω από τον ορίζοντα. Αυτή η γωνία εξαρτάται από τον τρόπο που το άτομο κοιτάει το πάτωμα, καθώς και από τη θέση των ματιών του. Όταν το άτομο κοιτάει κάτω σε ένα οριζόντιο επίπεδο, το μάτι του σχηματίζει ένα γωνιακό κρίκο με το πάτωμα, και αυτή η γωνία είναι περίπου 60 μοίρες. Αυτό επιτρέπει στο μάτι να εστιάσει στο πάτωμα και να λάβει πληροφορίες από το περιβάλλον [55]. Η πληροφορία αυτές είναι χρήσιμες προκειμένου να τοποθετηθεί στην σωστή θέση και γωνία η συσκευή λέιζερ στα γυαλιά.

3.4.2 Μέγεθος μηχανολογικών εξαρτημάτων

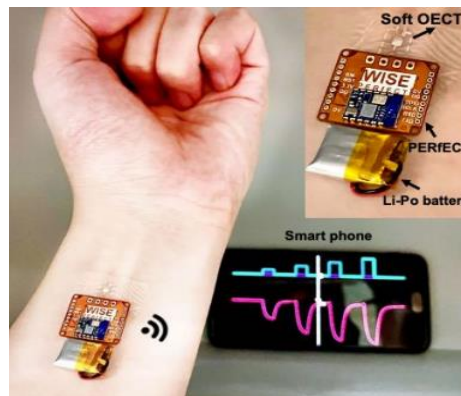
Το μέγεθος της συσκευής λέιζερ στα γυαλιά οράσεως δημιουργεί την προϋπόθεση ύπαρξης μικρών σε μέγεθος εξαρτημάτων. Η προϋπόθεση αυτή είναι πραγματοποιήσιμη καθώς πλέον με την εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν κατασκευαστεί πάρα πολύ μικρά μηχανολογικά εξαρτήματα τα οποία είναι εξίσου αποδοτικά με ανάλογα μεγαλύτερων μεγεθών. Η επιθυμία για καινοτομία και συνεχής αναβάθμιση και διευκόλυνση έχει δημιουργήσει την ανάγκη «συρρίκνωσης» πολλών συσκευών, όπως είναι το κινητό τηλέφωνο, τα ασύρματα ακουστικά και στην προκειμένη περίπτωση τη συσκευή λέιζερ. Ακόλουθες μελέτες-έρευνες επιβεβαιώνουν την ύπαρξη και επιτυχία μικροσκοπικών τεχνολογικών εξαρτημάτων. Σύμφωνα με μελέτη των Di Siemo et al. [57] αξιολογήθηκε η απόδοση μιας συμπαγούς διάταξης λέιζερ που βασίζεται στο συνδυασμό ενός οδηγού CMOS ASIC (Σχήμα 18) συνδεδεμένου με μια δίοδο λέιζερ ετεροδομής. Αρχικά, αυτός ο πομπός λέιζερ αναπτύχθηκε για εφαρμογές εύρεσης απόστασης με χρόνο πτήσης. Λόγω του μικροσκοπικού μεγέθους της, η τεχνολογία αυτή είναι δυνητικά σε θέση να επιτρέψει την κατασκευή παλμικών πηγών με την ίδια συμπαγή μορφή των πηγών συνε-

χούς κύματος που χρησιμοποιούνται στα σημερινά εμπορικά διαθέσιμα συστήματα διάχυτης οπτικής, αλλά επιτρέποντας πολύ καλύτερες επιδόσεις λόγω των εγγενών πλεονεκτημάτων των μετρήσεων που πραγματοποιούνται. Επιπλέον, η χαμηλή κατανάλωση ισχύος από 50 έως 160 mW (ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας) καθιστά αυτό το στοιχείο συμβατό σε λειτουργία με μπαταρία [57].



Σχήμα 18: Φωτογραφία του πομπού λέιζερ και (β) ένας συσκευασμένος πομπός λέιζερ με ένα νόμισμα για κλίμακα [57].

Επίσης άλλη μία αξιοσημείωτη αναφορά χρήσης μικροσκοπικών τεχνολογικών εξαρτημάτων, παρότι δεν αφορά πομπούς λέιζερ, είναι η ανάπτυξη μιας μικροσκοπικής μονάδας αναλυτικού ελέγχου για ασύρματη συσκευή. Το σύστημα PERfECT (Σχήμα 19), το οποίο αναπτύχθηκε από έρευνα των Xinyu Tian, Dingyao Liu, Jing Bai, Kai San Chan, Long Ching Ip, Paddy K.L. Chan, Shiming Zhang, εφαρμόζοντάς το στο δέρμα επιτρέπει την συνεχή παρακολούθηση σημάτων υγείας, όπως το ηλεκτροκαρδιογράφημα, το ηλεκτρομυογράφημα και τη συγκέντρωση γλυκόζης στα σωματικά υγρά [58].



Σχήμα 19: Απεικόνιση του συστήματος PERfECT, σε απευθείας εφαρμογή με το χέρι [58].

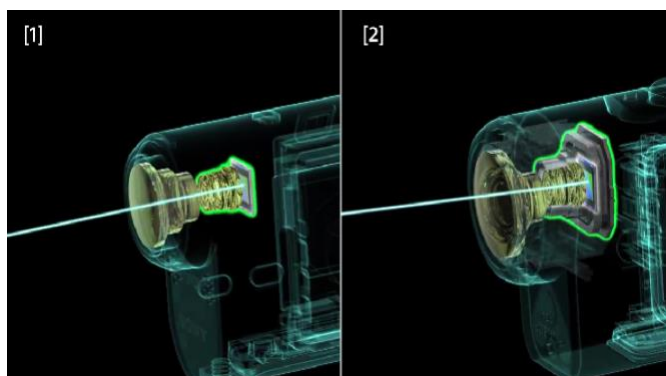
3.4.3 Φορητή συσκευή λέιζερ

Προκειμένου να προχωρήσει η σχεδίαση της φορητής συσκευής λέιζερ πρέπει να προσδιοριστούν τα εξαρτήματα από τα οποία θα αποτελείται, έτσι ώστε να διαμορφωθεί αναλόγως και ο χώρος εντός της συσκευής. Τα βασικά εξαρτήματα της συσκευής λέιζερ είναι τα εξής :

- Διάτρητος κρύσταλλος ή διανομέας (Laser Diode): Αυτό είναι το κύριο εξάρτημα που παράγει τον λέιζερ. Είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που εκπέμπει μια συγκεκριμένη μορφή φωτός με χαρακτηριστικά του λέιζερ.
- Φακός (lens): Ο φακός χρησιμοποιείται για την εστίαση της δέσμης του λέιζερ. Αυτό είναι σημαντικό για να συγκεντρωθεί το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή επιφάνεια.
- Ελεγκτική μονάδα (Control Unit): Αυτή η μονάδα ελέγχει την λειτουργία του λέιζερ, ρυθμίζει την ένταση του φωτός και τη διάρκεια της εκπομπής.
- Τροφοδοσία ενέργειας: Για να λειτουργήσει η συσκευή λέιζερ, χρειάζεται ενέργεια. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται μπαταρία κουμπί.
- Κάλυμμα-περίβλημα(Case): Το περίβλημα της συσκευής προστατεύει τα εσωτερικά εξαρτήματα και παρέχει τη δομή για εύκολη χρήση και προστασία του χρήστη από την ακτινοβολία του λέιζερ.
- Πλήκτρα ελέγχου(Control Buttons): Στοιχεία ελέγχου για τον χειρισμό της συσκευής, όπως διακόπτες ενεργοποίησης (On/Off).

3.4.4 Οπτικός σταθεροποιητής

Ένα επιπλέον εξάρτημα το οποίο θα διευκόλυνε την σωστή και σταθερή προβολή της δέσμης λέιζερ είναι ένα σύστημα οπτικού σταθεροποιητή. Παράδειγμα οπτικού σταθεροποιητή αποτελεί το σύστημα Balanced Optical SteadyShot, το οποίο χρησιμοποιείται σε φωτογραφικές μηχανές αλλά μπορεί να εφαρμοστεί και στην συσκευή προβολής λέιζερ. Σε αντίθεση με άλλα συμβατικά συστήματα οπτικής σταθεροποίησης, που χρησιμοποιούν μόνο ένα στοιχείο του φακού, το σύστημα Balanced Optical SteadyShot της Sony χειρίζεται ολόκληρο τον φακό και τον αισθητήρα εικόνας μαζί με ισχυρή διόρθωση αστάθειας. Ο μηχανισμός gimbal του Balanced Optical SteadyShot μετατοπίζει τον φακό και τον αισθητήρα περίπου 13 φορές πιο αποτελεσματικά. Όσον αφορά την μηχανική δομή η Sony ανέπτυξε έναν ισχυρό, αθόρυβο μηχανισμό για το Balanced Optical SteadyShot. Δύο μικροί, ενεργειακά αποδοτικοί μηχανισμοί χειρίζονται φακό και αισθητήρα εικόνας, κάθετα και οριζόντια, διορθώνοντας τη θόλωση λόγω αστάθειας στον εγκάρσιο και κάθετο άξονα, ενώ ο εξελιγμένος αλγόριθμος διορθώνει τη θόλωση από αστάθεια στον κατά μήκος άξονα. Ο αλγόριθμος λογισμικού της Sony αναγνωρίζει αστάθειες (και τις διορθώνει) και σκόπιμες κινήσεις. Όταν ο αισθητήρας μεταβολής γωνιακής ταχύτητας εντοπίσει αστάθεια, το σύστημα αναλύει το μοναδικό μοτίβο δονήσεων σε πραγματικό χρόνο. Ακούσιες αστάθειες διαχωρίζονται από σκόπιμες κινήσεις, οδηγώντας στον άμεσο εντοπισμό των σκόπιμων κινήσεων [59].



Σχήμα 20: [1] Συμβατικό Μοντέλο [2] Balanced Optical SteadyShot [59].

3.4.5 Αναλυτικότερα για τα εξαρτήματα της συσκευής λέιζερ

➤ Laser diode

Αναλυτικότερα για τους διόδους λέιζερ, οι οποίοι συχνά αναφέρονται ως ημιαγωγικοί λέιζερ, είναι συμπαγείς και αποδοτικές συσκευές που εκπέμπουν λέιζερ φως. Αυτοί αποτελούν έναν τύπο διόδου που παράγει συνεκτικό φως μέσω της διέγερσης. Παρακάτω αναγράφονται μερικά βασικά χαρακτηριστικά και εφαρμογές των διόδων λέιζερ:

- Συμπαγές Μέγεθος: Οι διόδοι λέιζερ είναι εξαιρετικά μικροί και ελαφριοί, καθιστώντας τους κατάλληλους για μια ευρεία γκάμα εφαρμογών όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Ιδανικός για την περίπτωση του προϊόντος που πραγματεύεται η διατριβή.
- Αποδοτικότητα: Είναι αποδοτικές συσκευές, καθώς μπορούν να μετατρέψουν ένα υψηλό ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας σε λέιζερ φως.
- Διάφορα κυματομήκη: Οι διόδοι λέιζερ είναι διαθέσιμοι σε μια ευρεία γκάμα κυματομήκων, από το υπεριώδες (UV) έως το ορατό και το υπέρυθρο (IR), ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τους. Αυτή η ποικιλία σε κυματομήκη τα καθιστά κατάλληλα για διάφορες εφαρμογές. Το μήκος κύματος αυτής της κατηγορίας laser περιορίζεται στο ορατό φάσμα (400nm – 700nm) αλλά και κάποιες φορές πλησιάζει το υπέρυθρο φάσμα. [56]
- Χαμηλό Κατώτατο Ρεύμα: Οι διόδοι λέιζερ έχουν σχετικά χαμηλά κατώτατα ρεύματα, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να αρχίσουν την εκπομπή λέιζερ σε σχετικά χαμηλά ρεύματα οδήγησης, καθιστώντας τις αποδοτικές από άποψη ενέργειας.
- Απευθείας Εναλλαγή: Μπορούν να υποβληθούν σε απευθείας εναλλαγή με ηλεκτρικά σήματα, καθιστώντας τις κατάλληλες για εφαρμογές που απαιτούν γρήγορη εναλλαγή, όπως η οπτική επικοινωνία.
- Μεγάλη Διάρκεια Ζωής: Όταν λειτουργούν και ψύχονται σωστά, οι λέιζερ διόδοι μπορούν να έχουν μεγάλη χρηστική διάρκεια.

Οι λέιζερ διόδοι έχουν επαναστατήσει πολλούς κλάδους και τεχνολογίες λόγω της συμπαγότητάς τους, της αποδοτικότητάς τους και της ικανότητάς τους να εκπέμπουν συνεκτικό φως σε διάφορα μήκη κύματος. Η ευελιξία και η ευρεία γκάμα εφαρμογών τους συνεχίζουν να προωθούν τις εξελίξεις στην τεχνολογία των λέιζερ.

➤ Φακός (lens)

Ο φακός (lens) έχει σημαντικό ρόλο στην συσκευή λέιζερ και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη λειτουργία και την απόδοση της συσκευής. Η σημασία του φακού στη συσκευή λέιζερ αποδίδεται παρακάτω:

- Εστίαση της δέσμης: Ο φακός χρησιμοποιείται για να εστιάσει την δέσμη του λέιζερ, δηλαδή να συγκεντρώσει το φως σε ένα συγκεκριμένο σημείο ή περιοχή.
- Διάθλαση: Ο φακός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αλλάξει την διάμετρο της δέσμης του λέιζερ. Αυτό είναι χρήσιμο για την προσαρμογή της δέσμης στις ανάγκες της εφαρμογής. Μεγαλύτερη διάθλαση μπορεί να δώσει ευρύτερη δέσμη, ενώ μικρότερη διάθλαση μπορεί να την συγκεντρώσει.
- Μείωση των παρεμβολών: Ο φακός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τις παρεμβολές, όπως διάχυση και ανακλάσεις, που μπορεί να προκαλέσουν απώλειες ενέργειας ή παρεμβολές στη δέσμη του λέιζερ.

- Προστασία: Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο φακός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προστασία του λέιζερ και του χρήστη από επικίνδυνη ακτινοβολία.

Συνολικά, ο φακός στη συσκευή λέιζερ είναι κρίσιμος για την προσαρμογή και τον έλεγχο της δέσμης του λέιζερ, καθώς και για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης της συσκευής σύμφωνα με τις ανάγκες της συγκεκριμένης εφαρμογής.

➤ Ελεγκτική μονάδα (Control Unit)

Η ελεγκτική μονάδα (Control Unit) στην συσκευή λέιζερ είναι ένα κρίσιμο στοιχείο που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία και τον έλεγχο του λέιζερ. Κάποιες βασικές λειτουργίες στο Control Unit είναι οι εξής:

- Έλεγχος του διαβάσματος του ενεργειακού πηγαίου: Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει ότι η συσκευή λέιζερ λαμβάνει την απαραίτητη ενέργεια για τη λειτουργία της
- Έλεγχος της διάρκειας της εκπομπής λέιζερ: Η ελεγκτική μονάδα ρυθμίζει τη διάρκεια της εκπομπής λέιζερ, η οποία είναι σημαντική για την παραγωγή συγκεκριμένων επιθυμητών επιδράσεων.
- Έλεγχος της ισχύος του λέιζερ: Η ελεγκτική μονάδα διαχειρίζεται την ισχύ της ακτινοβολίας λέιζερ, καθορίζοντας την ένταση του φωτός που εκπέμπεται. Αυτό είναι σημαντικό για να ελέγχεται η ακρίβεια της εκπομπής.
- Ασφάλεια: Η ελεγκτική μονάδα είναι υπεύθυνη για την ασφάλεια της συσκευής λέιζερ και των χρηστών. Αυτό περιλαμβάνει την προστασία από ακατάλληλη χρήση, αποτρέποντας την εκπομπή λέιζερ εκτός των ορίων ασφαλείας.

Συνολικά, η ελεγκτική μονάδα είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο, τη διαχείριση και την ασφάλεια της συσκευής λέιζερ, καθιστώντας την κρίσιμη για την αποτελεσματική λειτουργία και την προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος από την ακτινοβολία λέιζερ

➤ Τροφοδοσία ενέργειας

Η τροφοδοσία ενέργειας είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο για την συσκευή λέιζερ, καθώς η ακρίβεια και η αποτελεσματικότητα της λειτουργίας της συσκευής εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και τη σταθερότητα της ενεργειακής παροχής. Στην συνέχεια ακολουθούν μερικοί τρόποι με τους οποίους η τροφοδοσία ενέργειας είναι σημαντική για την συσκευή λέιζερ:

- Εκπομπή Λέιζερ: Το λέιζερ λειτουργεί με τη μετατροπή ενέργειας σε φωτόνια λέιζερ. Η συσκευή λέιζερ χρειάζεται σταθερή και ακριβή τροφοδοσία ενέργειας για να εξασφαλίσει τη σταθερότητα και την ακρίβεια της εκπομπής του λέιζερ.
- Απόδοση: Η ενέργεια που παρέχεται στη συσκευή λέιζερ επηρεάζει την απόδοση της συσκευής. Η ανεπαρκής τροφοδοσία ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη απόδοση ή ακόμα και ανικανότητα λειτουργίας.
- Ασφάλεια: Η ενεργειακή παροχή πρέπει να είναι ακίνδυνη για τη συσκευή και τους χρήστες. Ασταθείς τροφοδοσίες ενέργειας μπορούν να προκαλέσουν δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις, όπως υπερθέρμανση της συσκευής.

- Διάρκεια Ζωής: Η σταθερή και καλά διαχειριζόμενη τροφοδοσία ενέργειας συμβάλλει στην αύξηση της διάρκειας ζωής της συσκευής λέιζερ. Μη επιτρέποντας την υπερκατανάλωση ή την υποκατανάλωση ενέργειας, παρέχει στη συσκευή τις κατάλληλες συνθήκες λειτουργίας.

Συνολικά, η σταθερή και αξιόπιστη τροφοδοσία ενέργειας είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία, την ασφάλεια και τη διάρκεια ζωής της συσκευής λέιζερ.

➤ Κάλυμμα-Περίβλημα (case)

Το κάλυμμα-περίβλημα (case) στην συσκευή λέιζερ έχουν σημαντικό ρόλο στην ασφάλεια, την προστασία της συσκευής και των χρηστών, καθώς και στην αποτελεσματική λειτουργία της. Κάποιες βασικές λειτουργίες και πτυχές που σχετίζονται με το κάλυμμα στην συσκευή λέιζερ είναι οι εξής:

- Προστασία από την ακτινοβολία: Το κάλυμμα-περίβλημα σχεδιάζεται έτσι ώστε να αποτρέπεται η διαρροή της λέιζερ ακτινοβολίας έξω από τη συσκευή. Αυτό είναι κρίσιμο για την ασφάλεια των χρηστών, καθώς η ακτινοβολία λέιζερ μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα μάτια και το δέρμα.
- Αερισμός και ψύξη: Η συσκευή λέιζερ ενδείκνυται να παράγει θερμότητα κατά τη λειτουργία της. Το περίβλημα οφείλει να διαθέτει σχεδιασμό που επιτρέπει τον αποτελεσματικό αερισμό και τη ψύξη της συσκευής προκειμένου να αποφευχθεί η υπερθέρμανση.
- Πρόσβαση για σέρβις και συντήρηση: Το κάλυμμα-περίβλημα πρέπει να είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να διευκολύνει την πρόσβαση για σέρβις και συντήρηση. Αυτό επιτρέπει την εύκολη αντικατάσταση εξαρτημάτων και την επισκευή της συσκευής σε περίπτωση προβλημάτων.
- Προστασία από τη σκόνη και τις επιδράσεις του περιβάλλοντος: Το περίβλημα είναι ανάγκη να προστατεύει τη συσκευή από σκόνη, υγρασία και άλλες δυνητικά επιβλαβείς επιδράσεις του περιβάλλοντος.
- Εργονομία: Ο σχεδιασμός του περιβλήματος πρέπει να λαμβάνει υπόψη την εργονομία για τον χρήστη, όπως την ευκολία χειρισμού, την πρόσβαση στα κουμπιά και τις οθόνες ελέγχου και την ασφάλεια χρήσης.

Συνολικά, το περίβλημα στην συσκευή λέιζερ είναι σημαντικό για την προστασία της συσκευής και των ανθρώπων από επικίνδυνες ακτινοβολίες, καθώς και για την διατήρηση της αποτελεσματικής λειτουργίας της.

➤ Πλήκτρα ελέγχου(Control Buttons)

Τα πλήκτρα ελέγχου (Control Buttons) είναι σχεδιασμένα για να επιτρέπουν στον χειριστή να ρυθμίζει και να ελέγχει διάφορες λειτουργίες της συσκευής. Τα πλήκτρα αυτά προορίζονται για τη διαχείριση των παραμέτρων και των ρυθμίσεων του λέιζερ, καθώς και για την εξασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας. Τα πλήκτρα της συσκευής λέιζερ είναι τα παρακάτω:

- Κουμπί ενεργοποίησης/απενεργοποίησης: Αυτό το κουμπί επιτρέπει στον χειριστή να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί τη συσκευή λέιζερ. Είναι ένα από τα πιο βασικά και σημαντικά κουμπιά ελέγχου.
- Ρυθμιστικό κουμπί για την ισχύ: Αυτό το κουμπί επιτρέπει στον χειριστή να ρυθμίζει την ισχύ του λέιζερ. Αυτή η παράμετρος μπορεί να προσαρμοστεί ανάλογα με τις ανάγκες εφαρμογής.
- Κουμπί Ασφαλείας: Αυτό το κουμπί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον άμεσο τερματισμό της εκπομπής λέιζερ σε περίπτωση ανάγκης ή κινδύνου.

3.4.6 Ασύρματη φόρτιση συσκευής λέιζερ

Η ασύρματη φόρτιση είναι μια τεχνολογία που επιτρέπει τη φόρτιση μιας συσκευής, χωρίς τη χρήση καλωδίων, απλά και μόνο με την επαφή της πάνω στον ασύρματο φορτιστή. Η ασύρματη φόρτιση βασίζεται στην αρχή του ηλεκτρομαγνητικού επαγωγικού φορτιστή, και είναι δημοφιλής στην σύγχρονη τεχνολογία για την ευκολία και την άνεση που προσφέρει στους χρήστες. Ο συγκεκριμένος τύπος φόρτισης είναι ιδανικός για την φόρτιση της συσκευής λέιζερ διότι μπορεί να εξοικονομήσει χρόνο, καθώς δεν απαιτεί τον χρόνο που απαιτεί η σύνδεση και αποσύνδεση καλωδίων φόρτισης. Καθώς δεν απαιτείται η συνεχή σύνδεση και αποσύνδεση του καλωδίου φόρτισης, η ασύρματη φόρτιση μπορεί να μειώσει τη φθορά του φορτιστή και της συσκευής. Επίσης η ασύρματη φόρτιση μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός καλύτερα οργανωμένου και καθαρού χώρου, καθώς δεν υπάρχουν καλώδια που να αλλοιώνουν την αισθητική του χώρου. Συνολικά, η ασύρματη φόρτιση προσφέρει μια πιο βολική, ευέλικτη και αισθητικά ευχάριστη εμπειρία φόρτισης, κάνοντας την σημαντική για πολλούς χρήστες.

Κεφάλαιο 4

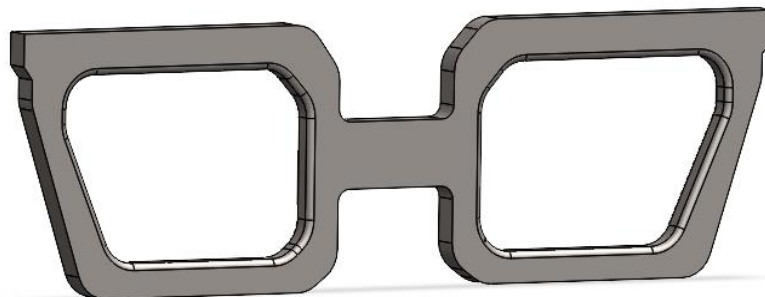
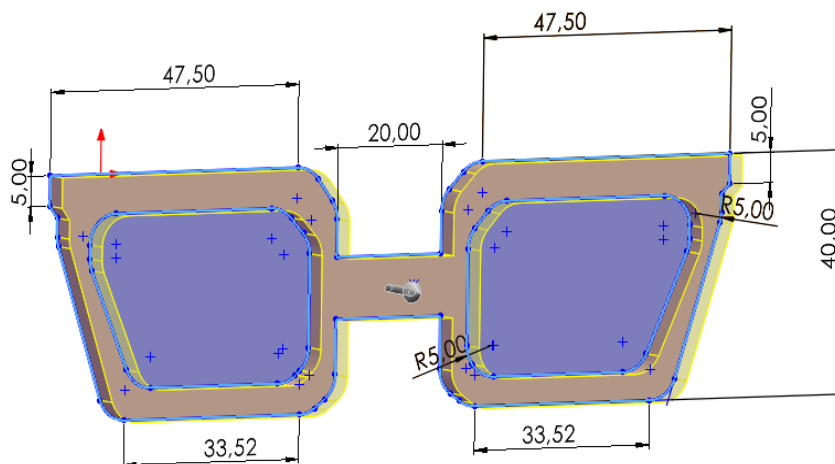
Σχεδίαση προϊόντος

4.1 Εισαγωγή

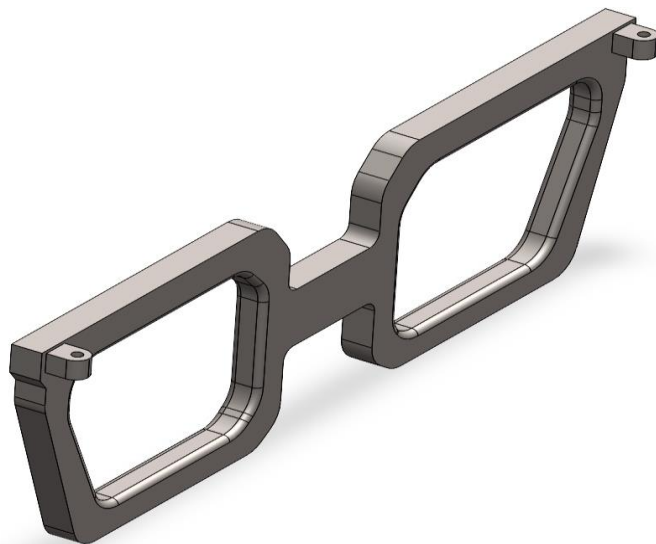
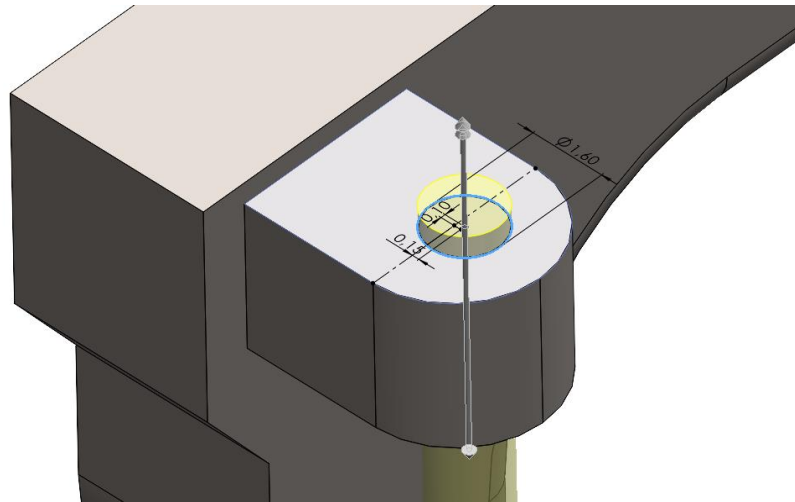
Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο πραγματοποιείται η ψηφιακή σχεδίαση του προϊόντος που προορίζεται για παραγωγή. Μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος Solid-Works, επιτυγχάνεται η ακριβής δημιουργία 3D μοντέλου, η εφαρμογή κατάλληλου υλικού και η πραγματοποίηση δοκιμών και αναλύσεων προκειμένου να εξασφαλιστεί η απόδοση και η αντοχή του προϊόντος. Τέλος μέσω της τρισδιάστατης σχεδίασης διευκολύνεται η διαχείριση της τεκμηρίωσης, περιλαμβανομένων των σχεδίων και των προδιαγραφών του προϊόντος.

4.2 Διαδικασία σχεδίασης σκελετού γυαλιών

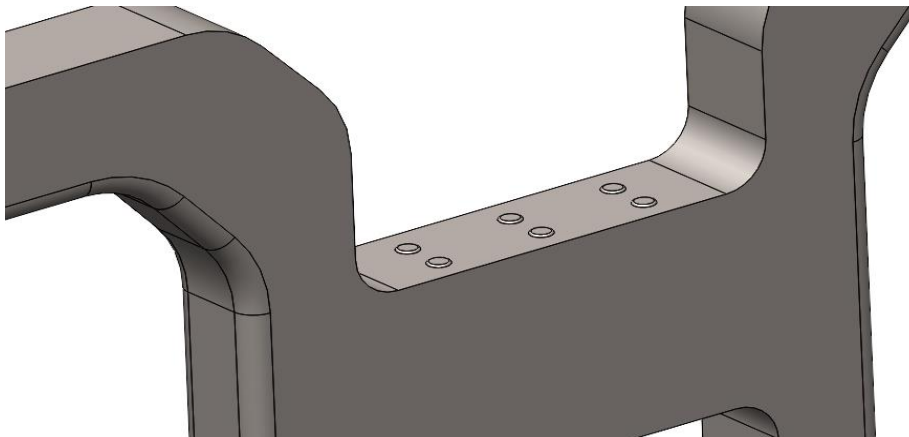
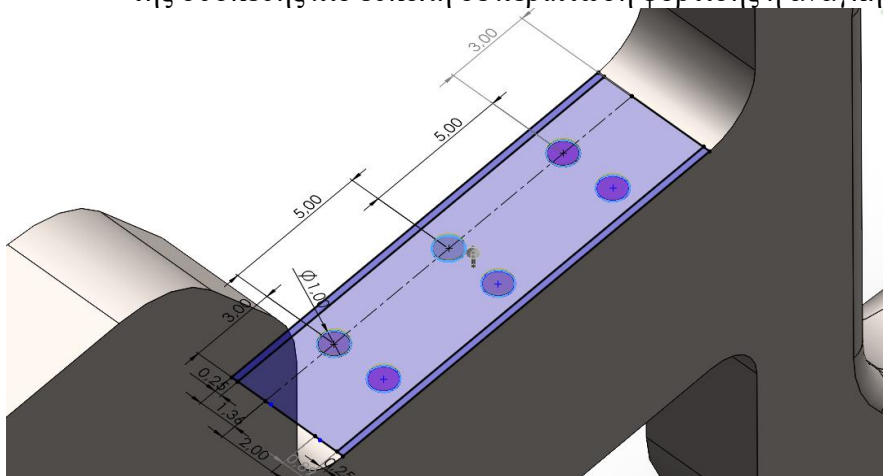
- **Βήμα 1^ο:** Δημιουργία πλαισίου (frame) γυαλιών. Ξεκινώντας με το περίγραμμα προσδιορίζονται οι διαστάσεις του πλαισίου και το πάχος του, το οποίο ορίζεται στα 4.5mm. Επίσης εφαρμόζονται ορισμένα Fillets (Fillet=2mm στην γέφυρα-nose bridge και Fillet=1mm στο εσωτερικό των φακών των γυαλιών) για την στρογγυλοποίηση του σκελετού.



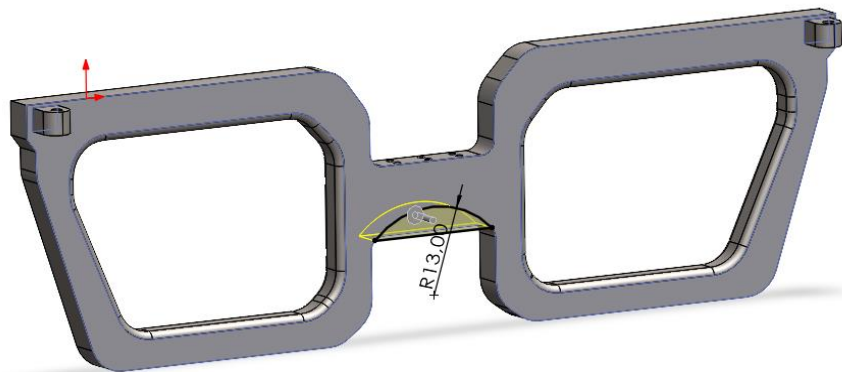
- Βήμα 2°: Σχεδίαση συνδέσμου πλαισίου με τους βραχίονες.

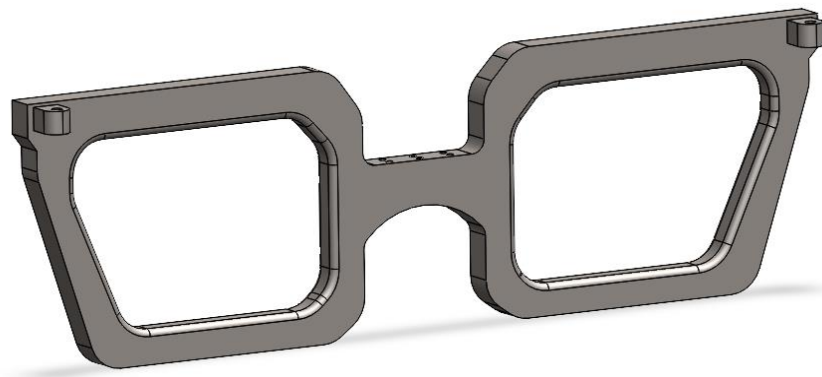


- Βήμα 3°: Σχεδίαση ειδικών στρογγυλών μαγνητών με σκοπό την μαγνητική εφαρμογή της συσκευής λέιζερ με τα γυαλιά (θα προβληθεί παρακάτω στα βήματα). Αυτή η εφαρμογή κάνει την τοποθέτηση και αφαίρεση της συσκευής πιο εύκολη σε περίπτωση φόρτισης ή ανάγκης συντήρησης.

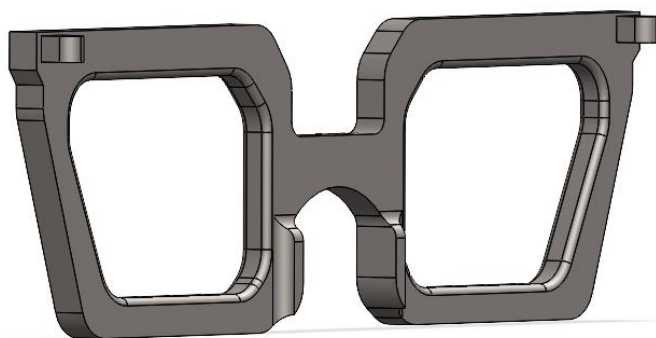
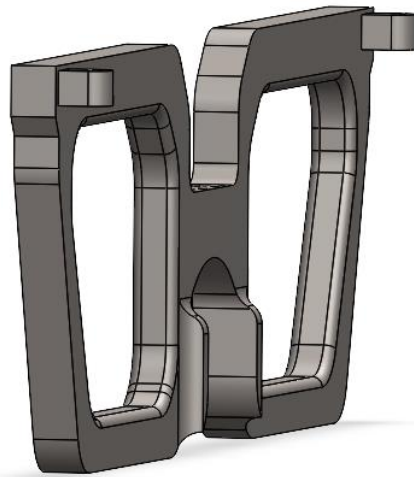


- Βήμα 4°: Στρογγυλοποίηση της γέφυρας του γυαλιού, για καλύτερη εφαρμογή στην μύτη.

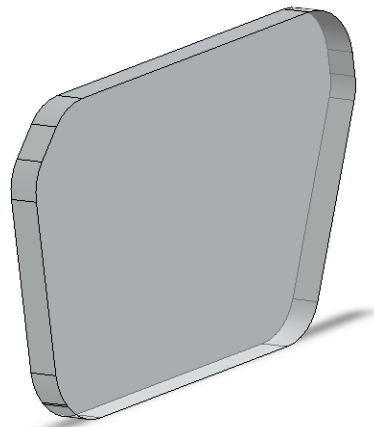
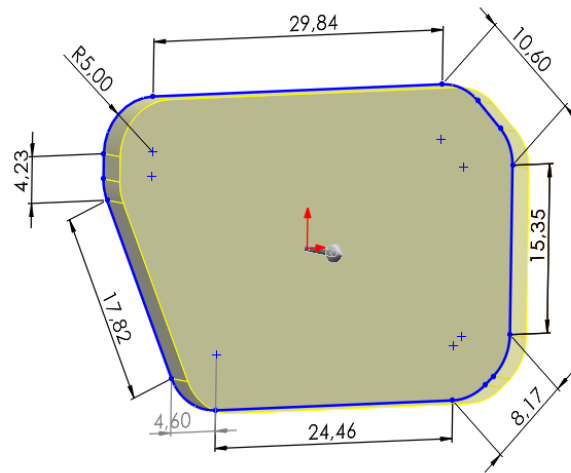




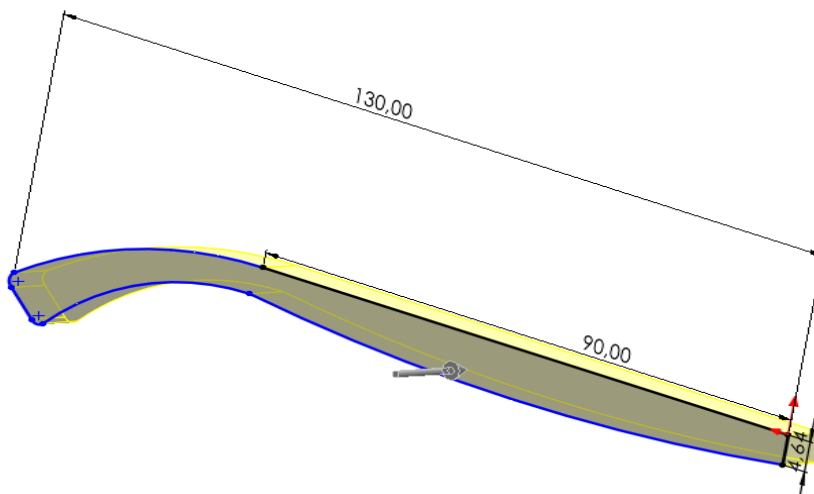
- Βήμα 5^ο: Σχεδιασμός επιθεμάτων μύτης (nose pads) με διαστάσεις 15 x 5 mm και πάχος 2mm

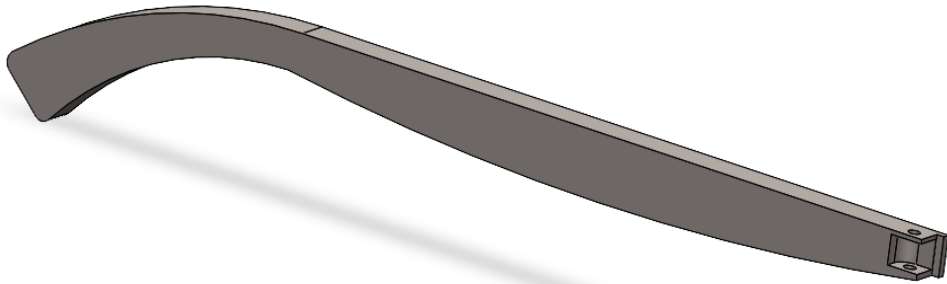
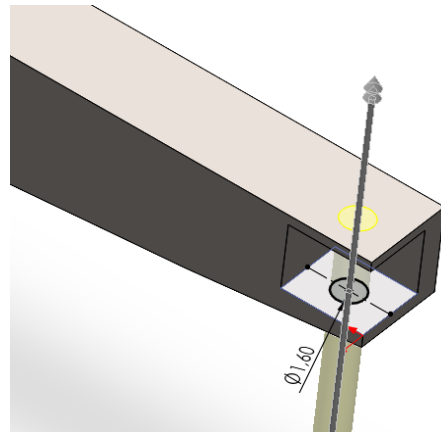
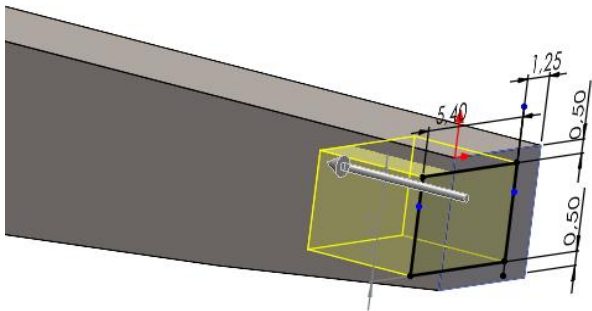
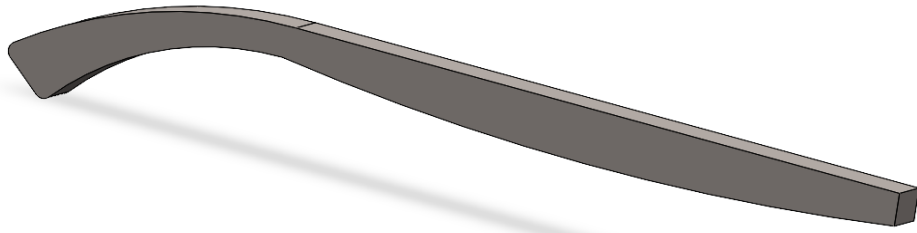


- Βήμα 6°: Σχεδιασμός φακών (lenses), πάχους=3mm.

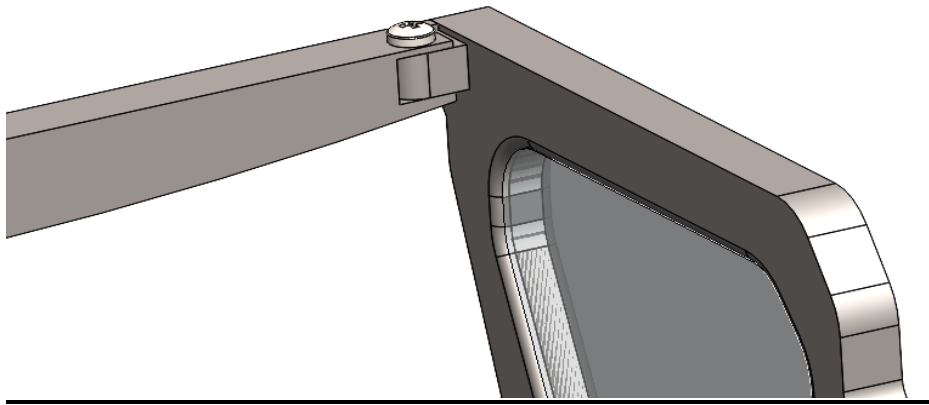
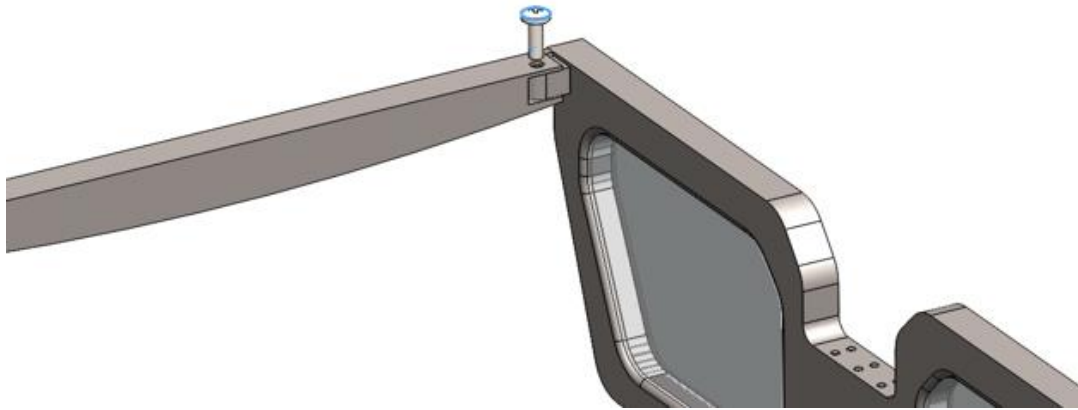


- Βήμα 6°: Σχεδίαση πλαϊνών βραχιόνων (Temples). Προσδιορισμός διαστάσεων και πάχους=4.5mm.

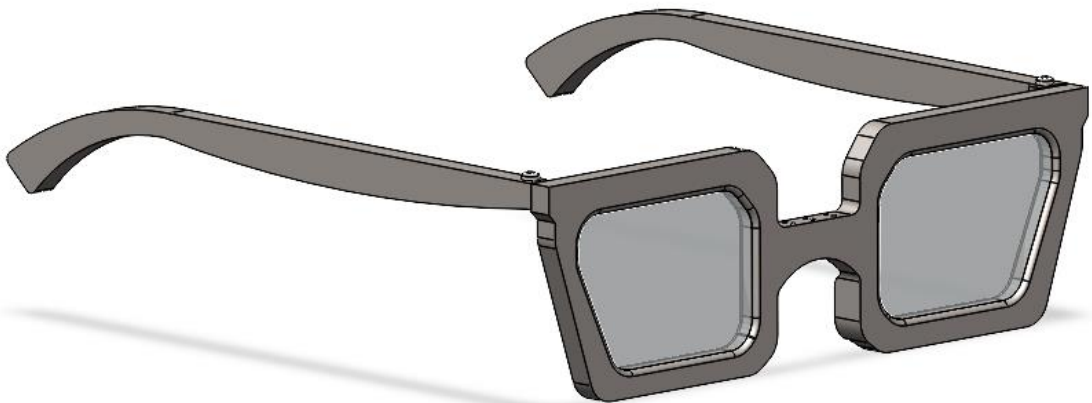




- **Βήμα 7^ο:** Συναρμολόγηση των κομματιών των γυαλιών. Ένωση του πλαισίου των γυαλιών με τους βραχίονες μέσω βίδας (Pan head cross recess ISO 7045) και τοποθέτηση των φακών.



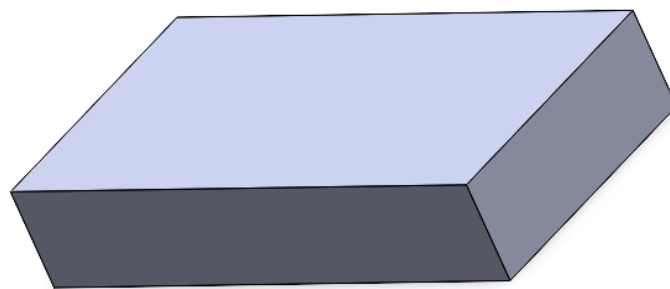
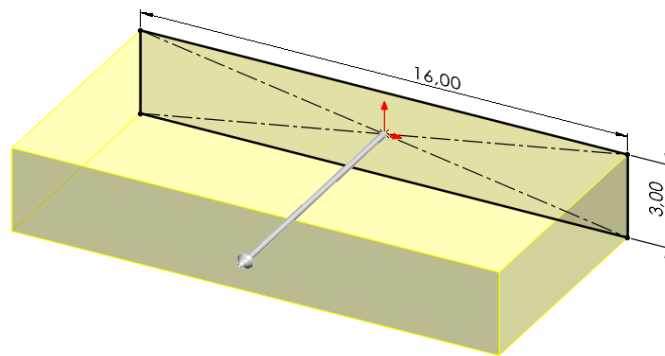
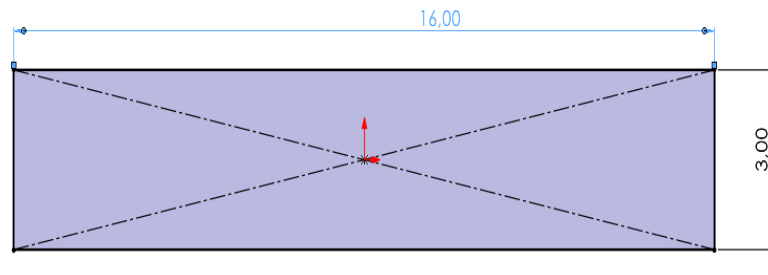
ΤΕΛΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΓΥΑΛΙΩΝ



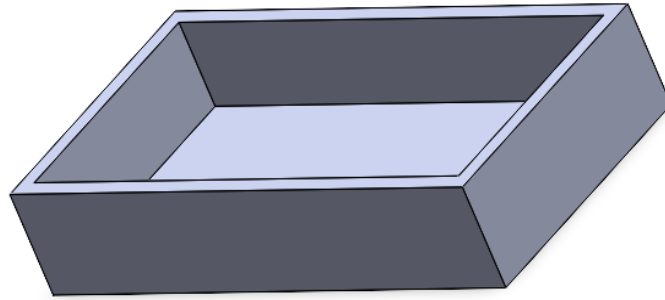
4.3 Διαδικασία σχεδίασης συσκευής λέιζερ

4.3.1 Καπάκι συσκευής λέιζερ

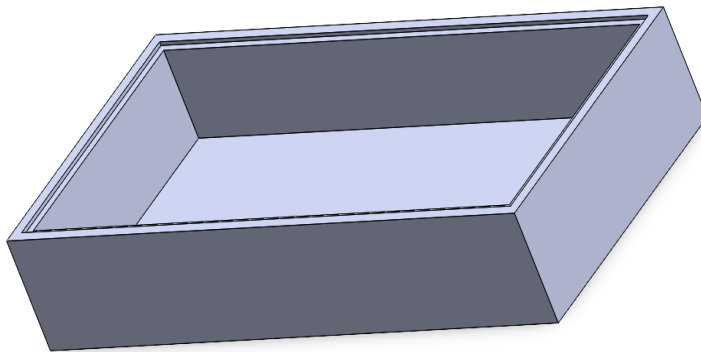
- Βήμα 1°: Η σχεδίαση της συσκευής λέιζερ ξεκινάει με την σχεδίαση του καπακιού. Πρώτον, προσδιορίζονται οι διαστάσεις και το πάχος=8mm.



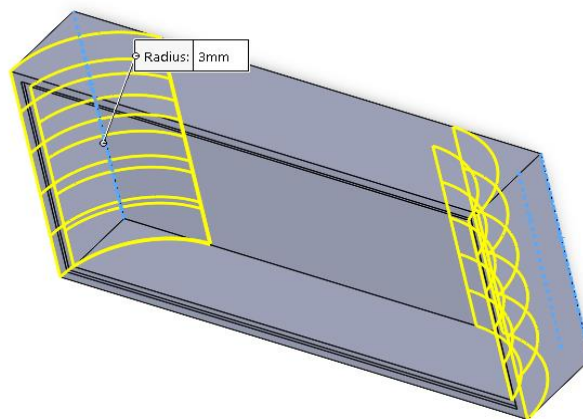
- Βήμα 2°: Στην συνέχεια, δημιουργείται το κέλυφος (Shell=0.4mm).

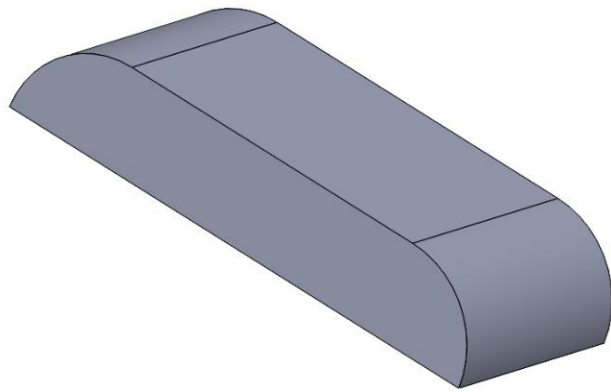
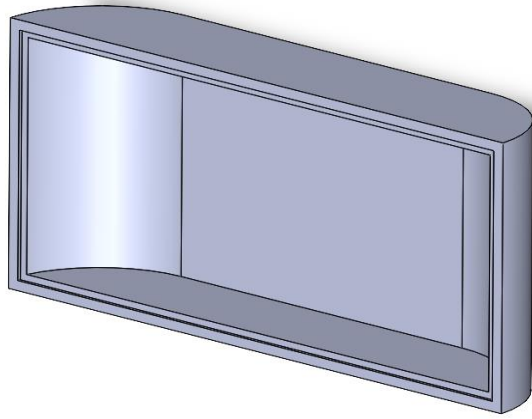


-
- Βήμα 3°: Έπειτα, προκειμένου να υπάρχει εγκοπή για να κλείνει ομοιόμορφα και με ασφάλεια η συσκευή, σχεδιάζεται το λεγόμενο Lip Groove (με ύψος=0.1mm και πάχος κοψίματος-extruded cut=0.2mm).

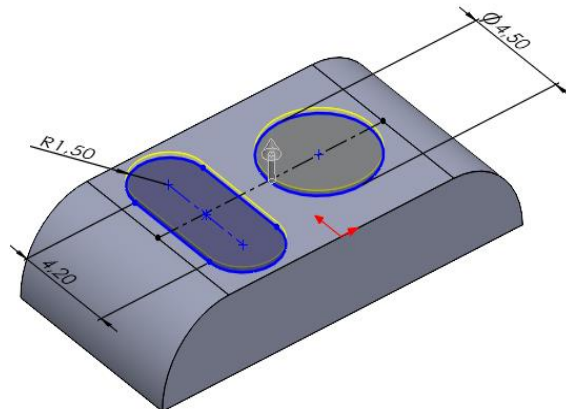


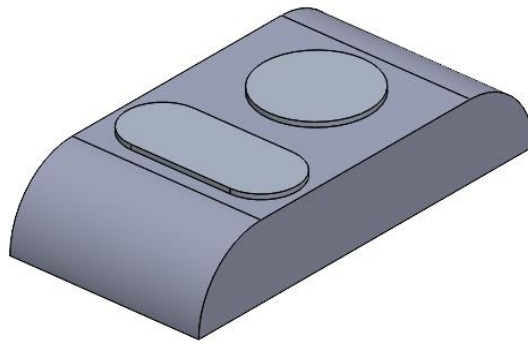
-
- Βήμα 4°: Εφαρμόζεται Fillet=3mm για την δημιουργία ενός ομοιόμορφου και καμπυλωτού αποτελέσματος.





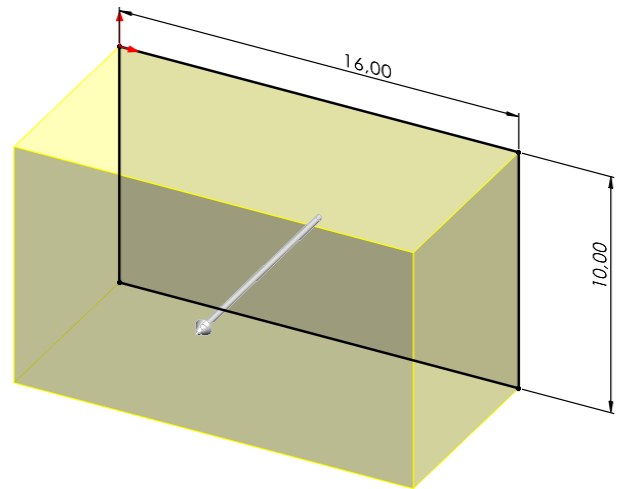
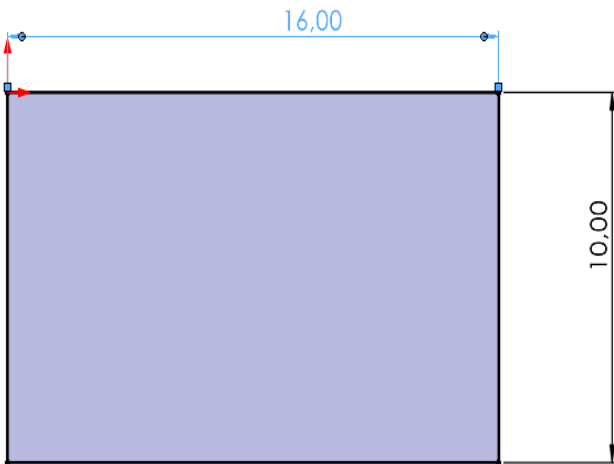
- Βήμα 5°: Τέλος, σχεδιάζονται τα πλήκτρα ελέγχου(Control Buttons) στο πάνω μέρος από το καπάκι. Τα κουμπιά που τοποθετούνται είναι αυτά της ενεργοποίησης/απενεργοποίησης (On/Off), αριστερό κουμπί, και της ρύθμισης της ισχύος, δεξιό στρογγυλό κουμπί. Το κουμπί της ισχύος χρησιμοποιείται με το επαναλαμβανόμενο πάτημα προκειμένου να ρυθμιστεί η επιθυμητή ισχύ, ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη.



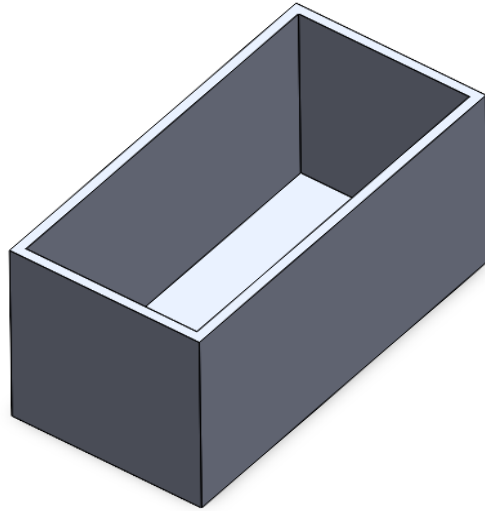


4.3.2 Βάση συσκευής λέιζερ

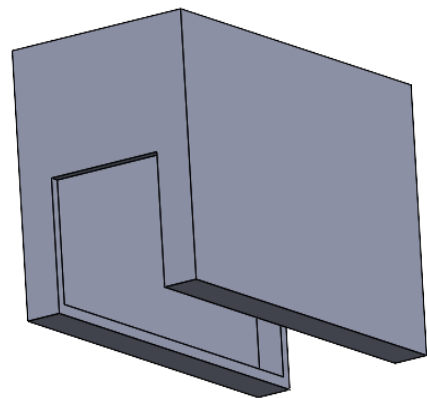
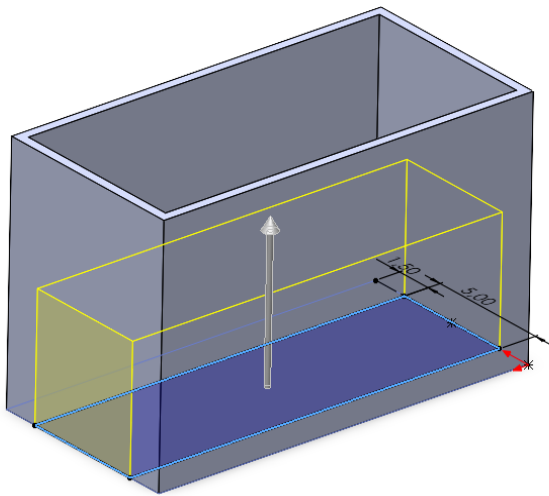
- Βήμα 1^ο: Για την σχεδίαση της βάσης της συσκευής λέιζερ ορίζονται αρχικά οι διαστάσεις όπως απεικονίζονται παρακάτω, καθώς και το πάχος=8mm.



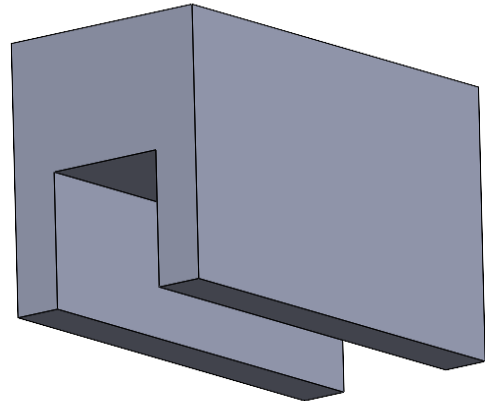
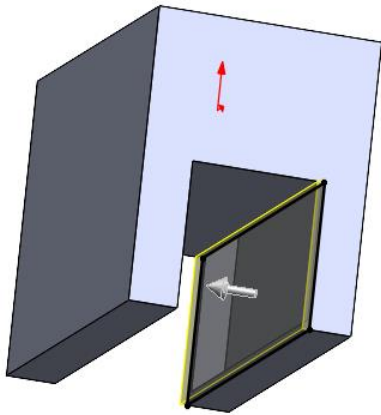
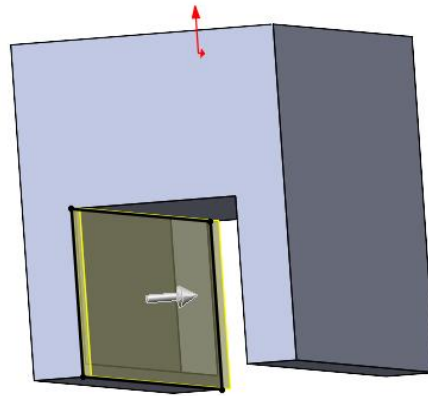
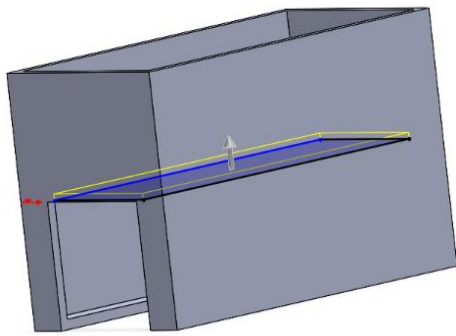
- Βήμα 2°: Συνεχίζοντας, σχεδιάζεται το κέλυφος όπως και στο καπάκι παραπάνω (Shell=0.4mm).



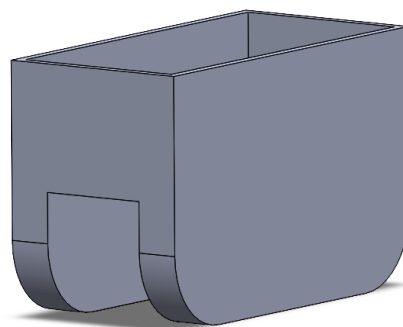
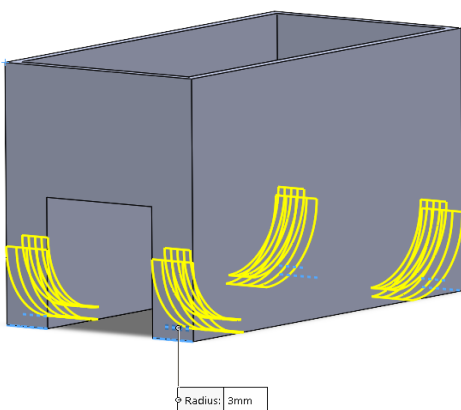
- Βήμα 3°: Έπειτα κόβεται η βάση, καθώς εκείνο το σημείο θα ενώνεται με την γέφυρα του γυαλιού (nose bridge).



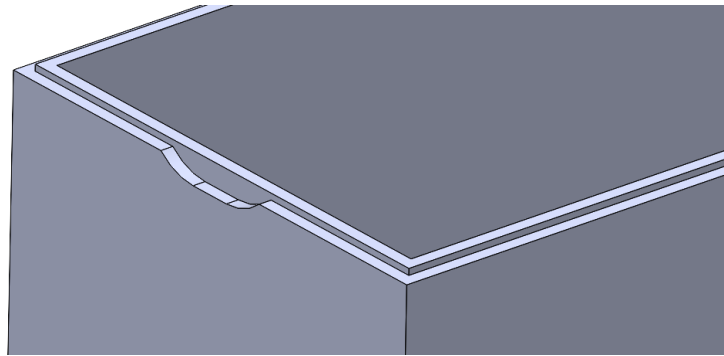
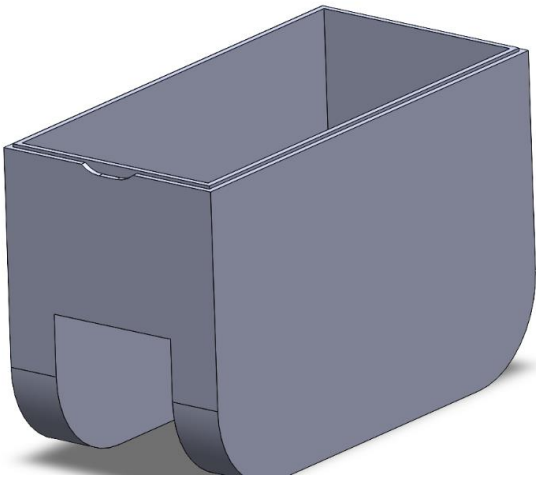
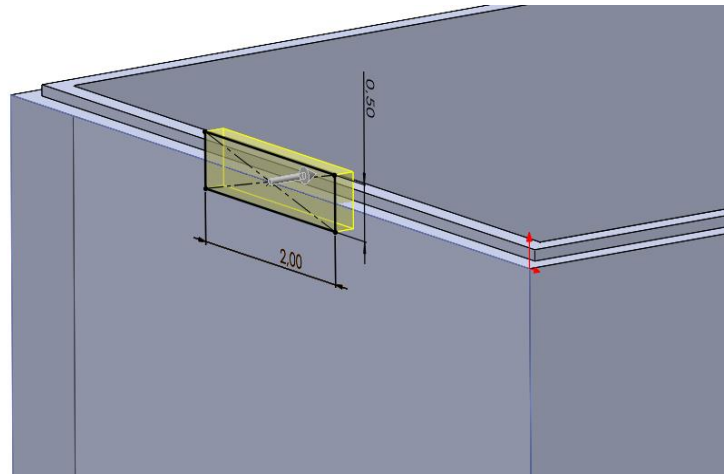
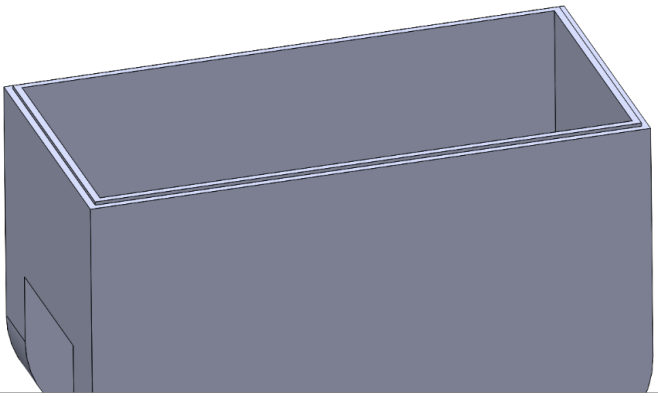
- Βήμα 4°: Δημιουργούνται τρία στρώματα πάχους=0,25mm για να καλύψουν περιφερειακά το κενό που δημιουργήθηκε. Με αυτόν τον τρόπο περικλείεται εξωτερικά όλο το σχήμα (η βάση) και μένει κενό μέσα.



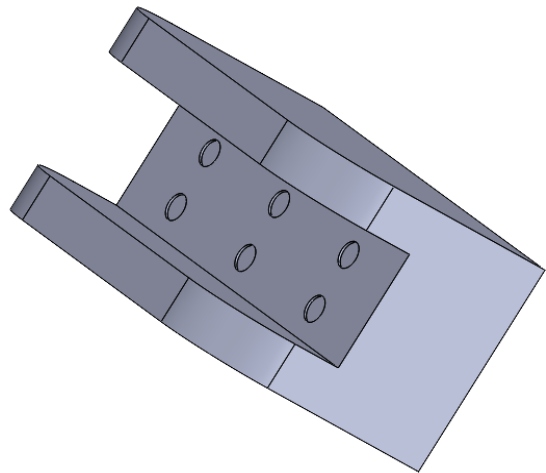
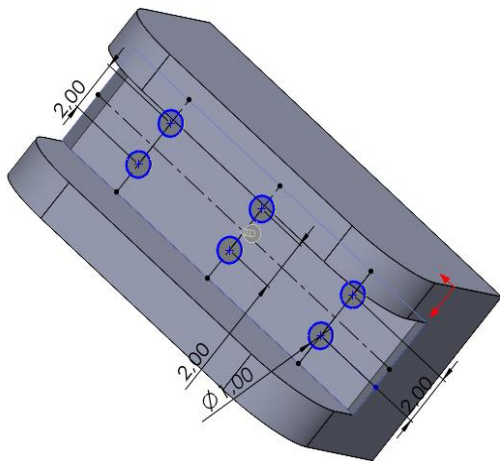
- **Βήμα 5°:** Μετά εφαρμόζεται Fillet=3mm για την επίτευξη ενός καμπυλωτού αποτελέσματος.

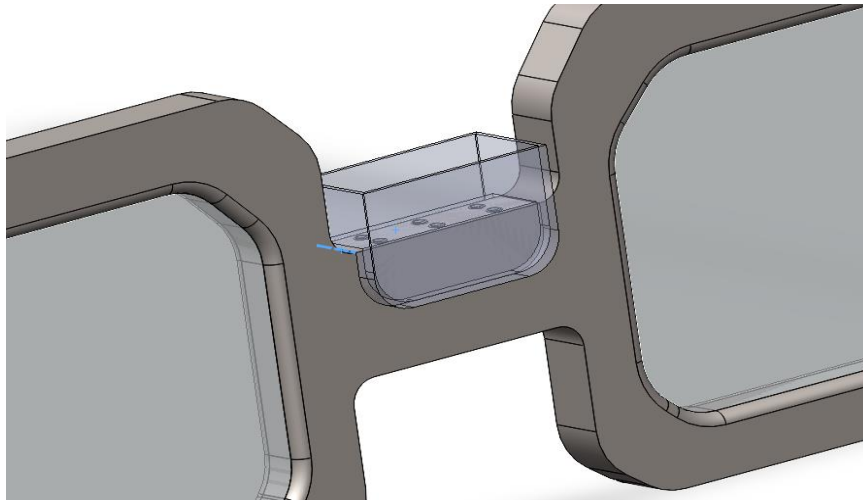


- **Βήμα 6°:** Δημιουργείται η αντίστοιχη εγκοπή που υπάρχει και στο καπάκι ώστε να κλείνει ομοιόμορφα η συσκευή. Σχεδιάζεται το Lip Groove (με ύψος=0.1mm και πάχος-extruded base=0.2mm) καθώς επίσης και δυο εγκοπές στις δυο μικρότερες παράλληλες πλευρές της συσκευής έτσι ώστε να είναι εφικτό το άνοιγμα της σηκώνοντας το καπάκι.

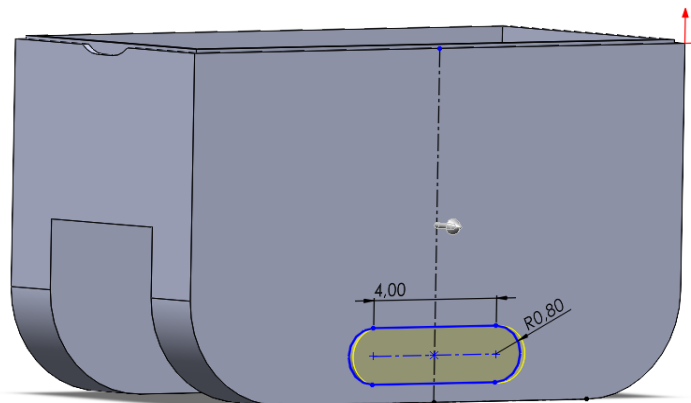


- Βήμα 7^ο: Σχεδίαση ειδικών στρογγυλών μαγνητών αντίστοιχα με αυτά που σχεδιάστηκαν στην γέφυρα (nose bridge) του σκελετού του γυαλιού με σκοπό την μαγνητική εφαρμογή της συσκευής λέιζερ με τα γυαλιά.

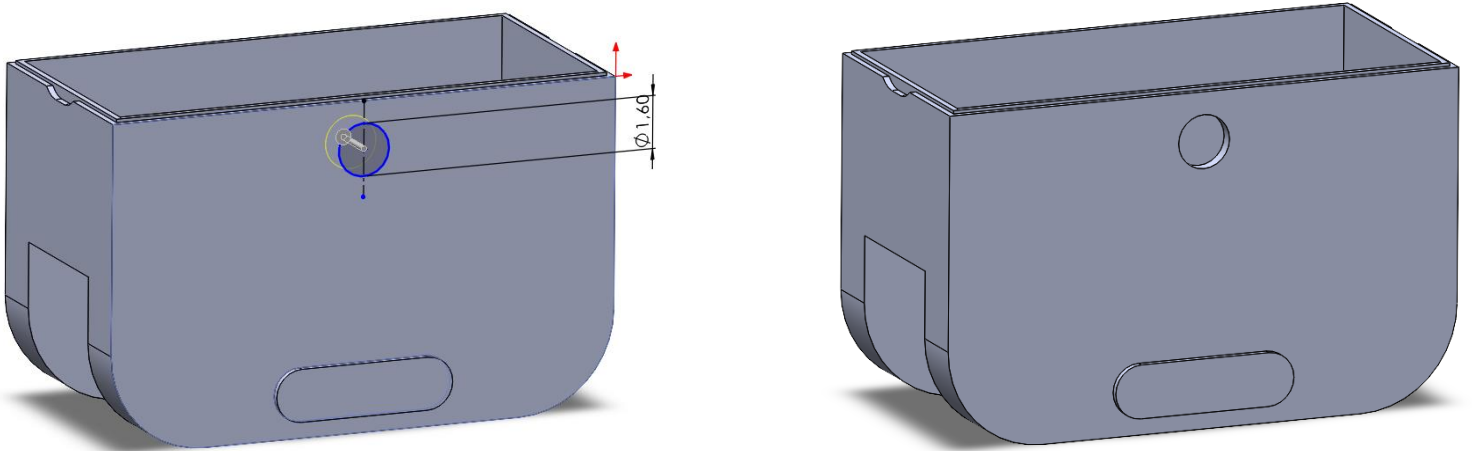




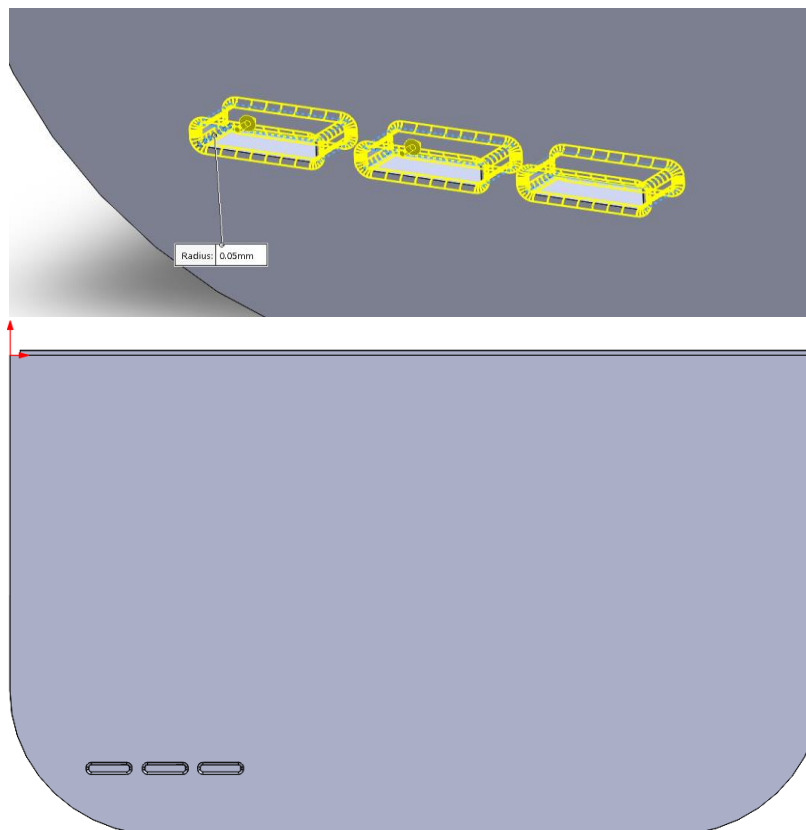
- Βήμα 8^ο: Σχεδιάζεται το απαραίτητο πλήκτρο ελέγχου(Control Button). Στην βάση της συσκευής λέιζερ εφαρμόζεται το κουμπί ασφαλείας, το οποίο είναι τοποθετημένο στο μπροστινό μέρος καθώς είναι η πιο ιδανική και η πιο άμεση και γρήγορη θέση σε περίπτωση που απαιτείται ο αναγκαίος τερματισμός της εκτομής λέιζερ. Μειώνεται έτσι ο χρόνος απόστασης μέχρι το χέρι να φτάσει την συσκευή.



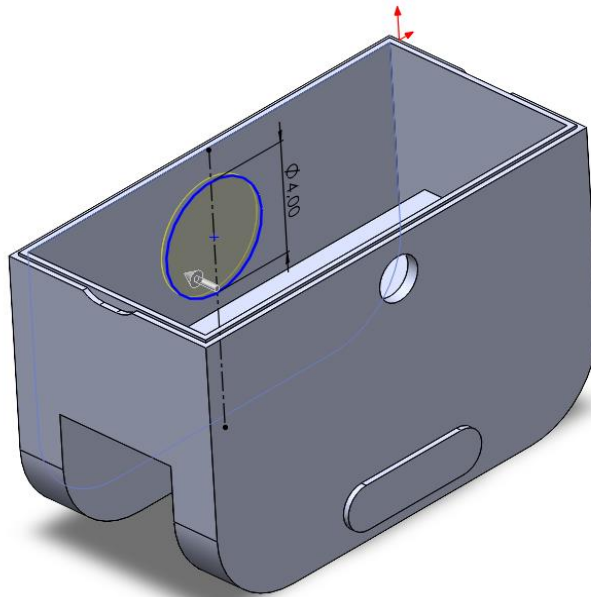
- Βήμα 9°: Κόβεται ένα κομμάτι της βάσης από το οποίο θα βγαίνει η δίοδος λείζερ.



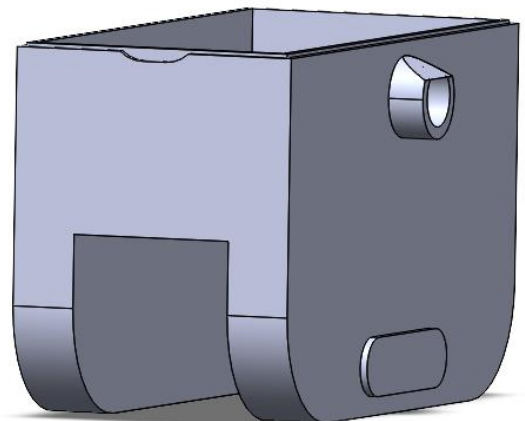
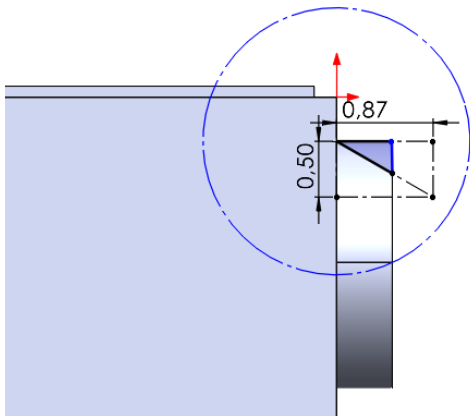
- Βήμα 10°: Σχεδιασμός συστήματος αερισμού με σκοπό την διατήρηση της θερμότητας της συσκευής και τη διατήρηση της θερμοκρασίας της συσκευής και τη διάχυση της θερμότητας που παράγεται από τη λειτουργία της (με διαστάσεις 0.8 x 0.15).



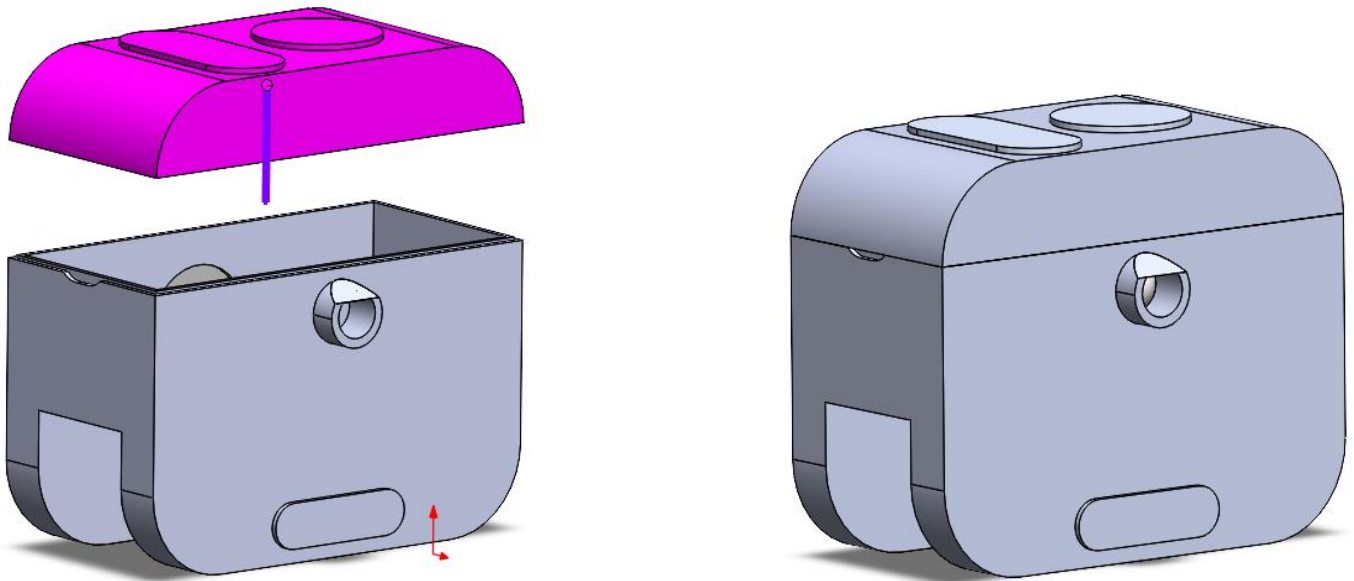
- Βήμα 11^ο: Σχεδιασμός θέσης μπαταρίας.



- Βήμα 12: Δημιουργία επιπρόσθετου καλύμματος στην έξοδο της διόδου λέιζερ με σκοπό την δημιουργία κλίσης 60 μοιρών, ώστε να βγαίνει η ακτίνα του λέιζερ με την ορισμένη κλίση.

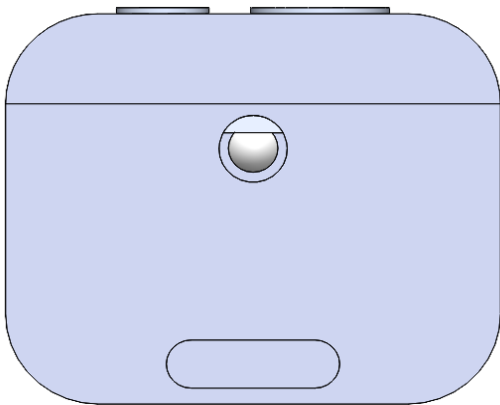


ΤΕΛΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΛΕΙΖΕΡ
(ένωση των δύο κομματιών βάση και καπάκι)

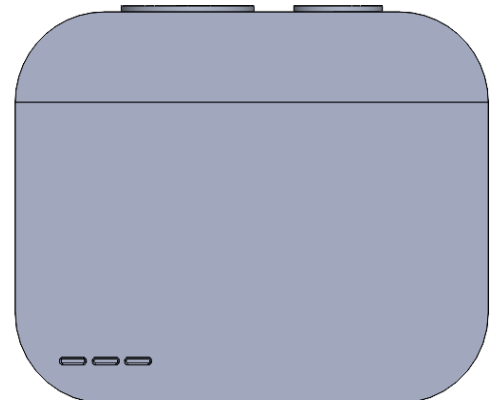


ΌΨΕΙΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ ΛΕΙΖΕΡ

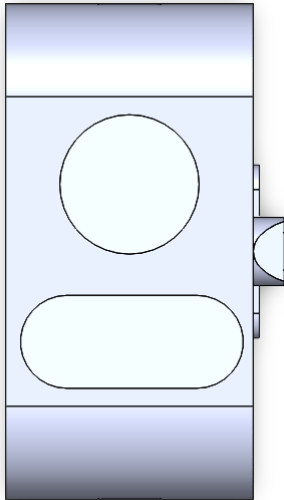
ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΟΨΗ



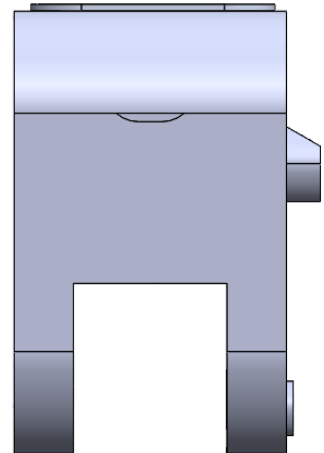
ΠΙΣΩ ΟΨΗ



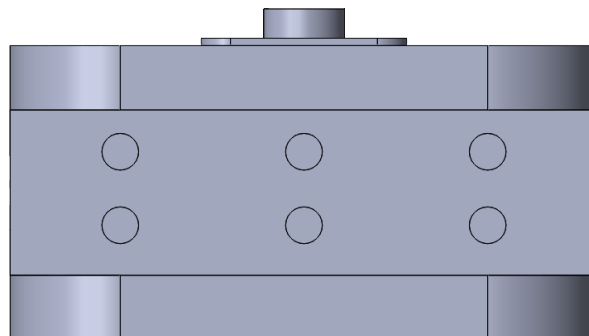
ΚΑΤΟΨΗ



ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ

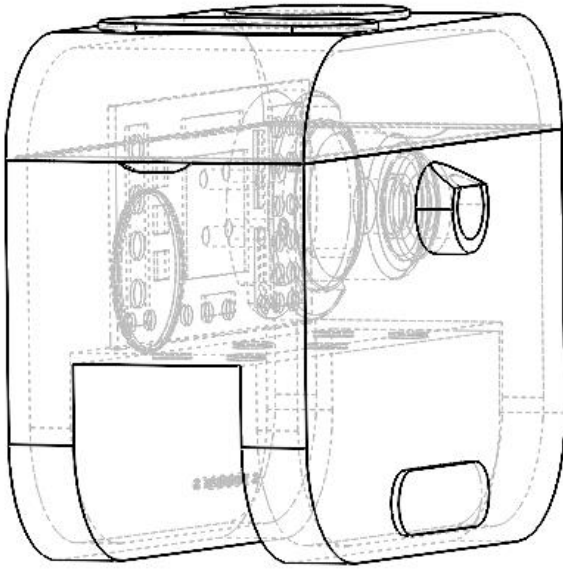


ΚΑΤΩ ΟΨΗ

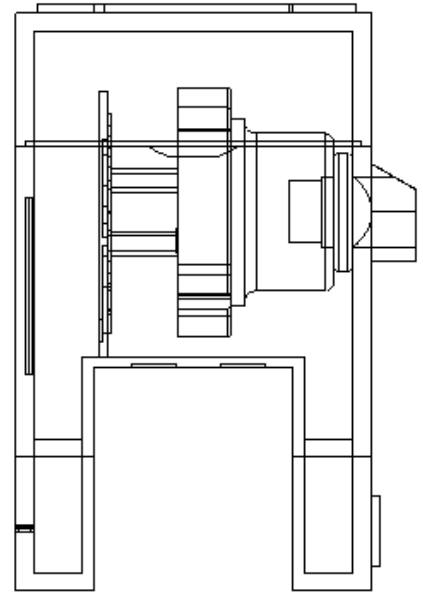


4.3.3 Εσωτερικό συσκευής λέιζερ

Στο εσωτερικό της συσκευής λέιζερ, όπως έχει αναφερθεί και στην υποενότητα 3.4.3, τοποθετούνται όπως φαίνονται στο σκίτσο 2 με σειρά αριστερά προς τα δεξιά τα ακόλουθα εξαρτήματα: η μπαταρία λιθίου κουμπί, η οποία τοποθετείται στο πίσω μέρος της συσκευής στην εγκοπή που είχε δημιουργηθεί στο βήμα 11 (υποενότητα 4.3.2) αποτελώντας βολική θέση για επαφή με την συσκευή ασύρματης φόρτισης (3.4.6). Έπειτα, ακολουθεί το κύκλωμα ελέγχου (control unit) το οποίο θα συνδέεται με καλώδια με την μπαταρία καθώς επίσης ενώνεται και με την δίοδο λέιζερ, όπως φαίνεται και στο σκίτσο. Μπροστά στην δίοδο λέιζερ τοποθετείται ο φακός (lens) ο οποίος καταλήγει στο κενό του περιβλήματος και τέλος ο οπτικός σταθεροποιητής περικλείει στην δίοδο λέιζερ και τον φακό, προσφέροντας επιπρόσθετη στήριξη.



[1]

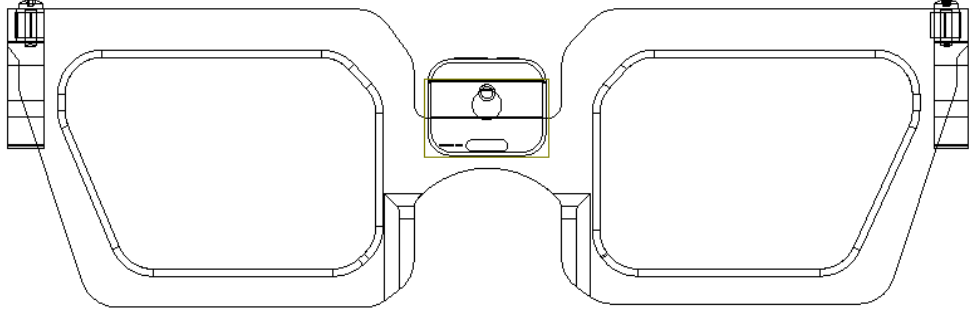


[2]

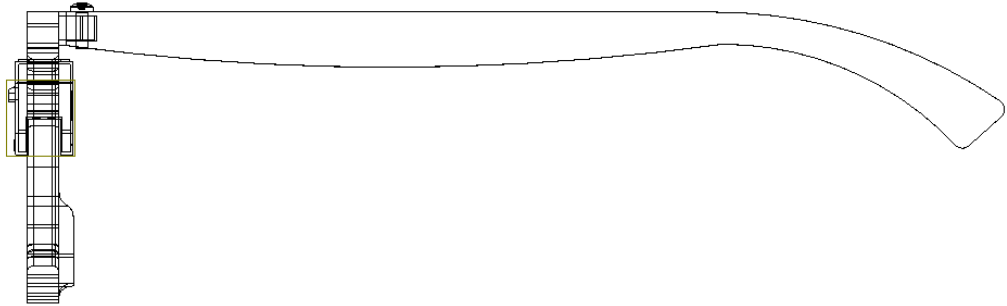
Σχήμα 21 Σκίτσα προσομοίωσης εσωτερικού μηχανισμού της συσκευής λέιζερ

ΤΕΛΙΚΕΣ ΟΨΕΙΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ

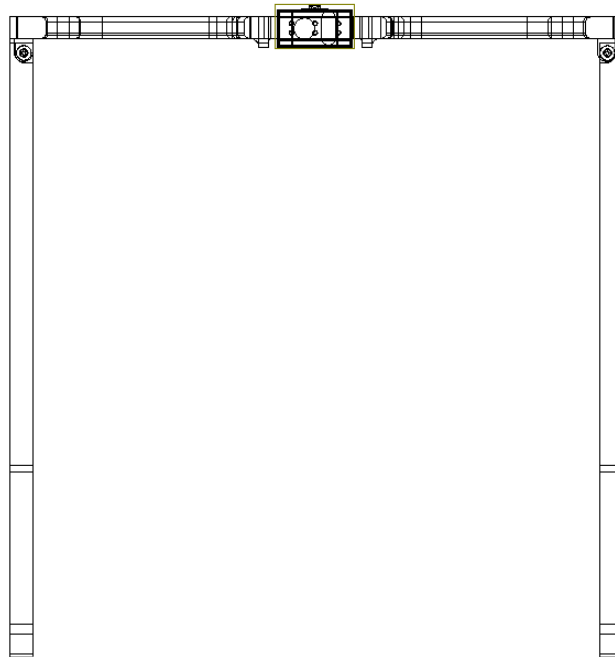
ΜΠΡΟΣΤΙΝΗ ΟΨΗ



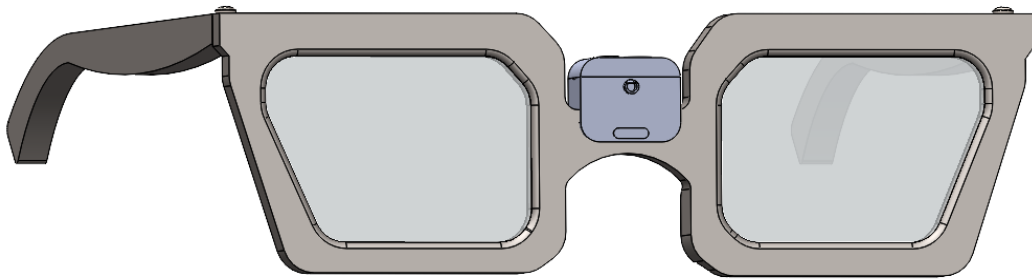
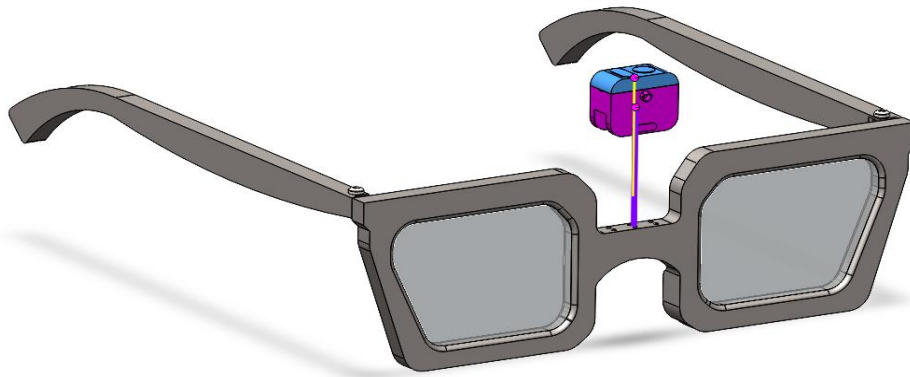
ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



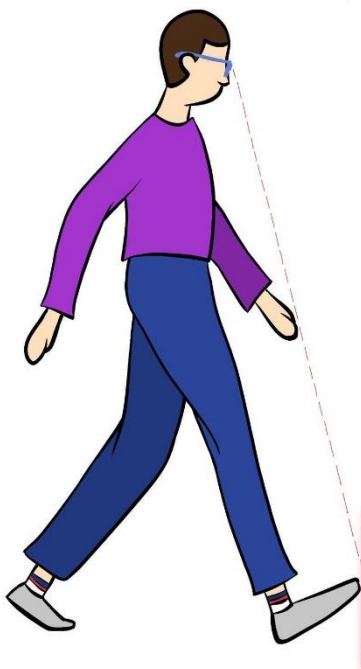
ΚΑΤΟΥΨΗ



4.3.4 Τελικό προϊόν



Σχήμα 22: Εικόνα τελικού προϊόντος-Γυαλιά με φορητή συσκευή λέιζερ



Σχήμα 23: Ασθενής με ΝΠ χρησιμοποιεί τα γυαλιά με φορητή συσκευή λέιζερ

4.4 Τελικά συμπεράσματα

Η ενασχόληση με τον βιομηχανικό τομέα και η επιθυμία προσφοράς σε άτομα που πάσχουν από την νόσο του Πάρκινσον οδήγησε στην δημιουργία ενός βιομηχανικού προϊόντος, ειδικά σχεδιασμένο και διαμορφωμένο για τις ανάγκες αυτών των ατόμων. Το «φορέσιμο» αυτό προϊόν υποβοήθησης βάδισης με τεχνολογία λέιζερ, κατέληξε να είναι τα γυαλιά με φορητή συσκευή λέιζερ, όπως φαίνεται και παραπάνω στο Σχήμα 22. Έπειτα από αξιολόγηση και σύγκριση ιδεών επιλέχθηκε η συγκεκριμένη ιδέα προϊόντος δίνοντας ένα τόνο πρωτοτυπίας και καινοτομίας. Βλέποντας και την σύγχρονη αγορά, επέρχεται το συμπέρασμα πως υπάρχουν αρκετά προϊόντα τα οποία προορίζονται να βοηθήσουν στα κινητικά προβλήματα των ατόμων με Πάρκινσον. Ωστόσο, η επέκταση της αγοράς και οι νέες προσθήκες πάντα είναι θετικές και δίνουν ακόμα μεγαλύτερο εύρος επιλογών. Η ευχρηστία και η καλαισθησία, δύο από τα σημαντικότερα κριτήρια των καταναλωτών, καθοδήγησαν την σχεδίαση των γυαλιών με συσκευή λέιζερ, όπως παρουσιάζεται και αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

Επιλέγοντας τα κατάλληλα υλικά προχώρησε η σχεδίαση του προϊόντος. Η συσκευή λέιζερ σχεδιάστηκε να πληρεί τα κριτήρια της ιδέας αναφοράς, τα οποία εστιάζουν στην ευκολία χρήσης, την ανθεκτικότητα, την σταθερότητα, τον καλαίσθητο σχεδιασμό και την πρωτοτυπία. Όσον αφορά την ευχρηστία, η συσκευή λέιζερ έχει τοποθετημένα τρία πολύ ευδιάκριτα και εργονομικά κουμπιά τα οποία διευκολύνουν την ενεργοποίηση-απενεργοποίηση της συσκευής, την ρύθμιση της ισχύος καθώς και την έκτακτη απενεργοποίηση της. Στην συνέχεια, σχετικά με την ανθεκτικότητα επιλέχθηκε ένα από τα πιο ανθεκτικά και οικονομικά υλικά, το αλουμίνιο, το οποίο με την προσθήκη επικαλυπτικών βαφών μπορεί να γίνει ακόμα πιο ανθεκτικό στην φθορά. Η σταθερότητα από την άλλη, διασφαλίζεται στην συσκευή με την σχεδίαση ειδικών μαγνητών τόσο στο κάτω μέρος της συσκευής όσο και στην γέφυρα του σκελετού των γυαλιών. Αυτή η προσθήκη διευκολύνει επίσης και την αφαίρεση και επανατοποθέτηση της συσκευής σε περίπτωση ανάγκης φόρτισης ή συντήρησης. Επιπλέον, η σταθερότητα επιτυγχάνεται και μέσω του οπτικού σταθεροποιητή ο οποίος περικλείει στην δίοδο λέιζερ και τον φακό.

Τέλος, ο καλαίσθητος σχεδιασμός επιτυγχάνεται με την δημιουργία συσκευής λέιζερ μικρών διαστάσεων καθώς και με τον ιδιαίτερο σχεδιασμό του σκελετού των γυαλιών. Η πρωτοτυπία του προϊόντος είναι εμφανής και με την κατάλληλη συνεργασία ειδικών ηλεκτρολογικού και τεχνολογικού τομέα μπορεί να επιτευχθεί ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό προϊόν.

Βιβλιογραφία

- [1] Nagy G., "A Review of the "Pugh" Methodology for Design Concept Selection," SAE Technical Paper 940887, 1994, <https://doi.org/10.4271/940887>.
- [2] Karnjanasomwong J., Thawesaengskulthai N., "TRIZ-PUGH model, new approach for creative problem solving and decision making", Published in: 2015 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM) DOI: [10.1109/IEEM.2015.7385949](https://doi.org/10.1109/IEEM.2015.7385949).
- [3] Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger, "Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Προϊόντων" 5η έκδοση, Επιστημονική επιμέλεια Μπιλάλης Νικόλαος- Καθηγητής Πολυτεχνείο Κρήτης, Εκδόσεις Τζιόλα.
- [4] Simon J.G. Lewis, Roger A. Barker, "A pathophysiological model of freezing of gait in Parkinson's disease" Volume 15, Issue 5, June 2009, Pages 333-338 <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2008.08.006>.
- [5] Minji Son, Sang-Myung Cheon, Changhong Youm, Jae Woo Kim, "Turning reveals the characteristics of gait freezing better than walking forward and backward in Parkinson's disease" Volume 94, May 2022, Pages 131-137 <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2022.03.009>.
- [6] Rahman S., Griffin H.J., Quinn N.P. και Jahanshahi M., "The factors that induce or overcome freezing of gait in Parkinson's disease", Behavioral Neurology 19 (2008) 127–136 IOS Press, Volume 19 | Article ID 456298 | <https://doi.org/10.1155/2008/456298>
- [7] Giladi N., McMahon D., Przedborski S., Flaster E., Guillo S., Kostic V. και Fahn S., "Motor blocks in Parkinson's disease" Neurology 42 (1992), 333–339.
- [8] Giladi N., Kao R. και Fahn S., "Freezing phenomenon in patients with parkinsonian syndromes" Movement Disorders 12 (1997), 302–305.
- [9] Stern G.M., Lander C.M. και Lees A.J., "Akinetic freezing and trick movements in Parkinson's disease" Journal of Neural Transmission Supplementum 16 (1980), 137–141.
- [10] Giladi N., Treves T.A., Simon E.S., Shabtai H., Orlov Y., Kandikov B., Paleacu D. και Korczyn A.D., "Freezing of gait in patients with advanced Parkinson's disease" Journal of Neural Transmission 108 (2001), 53–61.
- [11] Schaafsma J.D., Balash Y., Gurevich T., Bartels A.L., Hausdorff J.M. και Giladi N., "Characterization of freezing of gait subtypes and the response of each to levodopa in Parkinson's disease" European Journal of Neurology 10 (2003), 391–398.
- [12] Bartels A.L., Balash Y., Gurevich T., Schaafsma J.D., Hausdorff J.M. και Giladi N., "Relationship between freezing of gait (FoG) and other features of Parkinson's: FoG is not correlated with bradykinesia" Journal of Clinical Neuroscience 10 (2003), 584–588.
- [13] Giladi N., McDermott M.P., Fahn S., Przedborski S., Jankovic J., Stern M. και Tanner C., "The Parkinson Study Group, Freezing of gait in PD" Prospective assessment in the DATATOP cohort, Neurology 56 (2001), 1712–1721.

[14] Duffley G., Szabo A., Lutz B.J., Mahoney-Rafferty E.C., Hess C.W., Ramirez-Zamora A., Zeilman P., Foote K.D., Chiu S., Pourfarf M.H., Cnp C.G., Wood J.L., Haq I.U., Siddiqui M.S., Afshari M., Heiry M., Choi J., Volz M., Ostrem J.L., Luciano M. S., Niemann N., Billnitzer A., Savitt D., Tarakad A., Shahed J.J., Aquino C.C., Okun M.S., Butson C.R., “Interactive mobile application for Parkinson’s disease deep brain stimulation (MAP DBS): An open-label, multicenter, randomized, controlled clinical trial”, Volume 109, April 2023, 105346, <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2023.105346>

[15] Ζήκος Ι. Παναγιώτης-Νευρολόγος, επίσημη σελίδα του: <https://zikospanagiotis.gr/department/neurodiagnostics-dbs/>.

[16] Schuřpbach M., Chastan N., Welter M.L., Houeto J.L., Mesnage V., Bonnet A.M., Czernecki V., Malte^te D., Hartmann A., Mallet L., Pidoux B., Dormont D., Navarro S., Cornu P., Mallet A., Agid Y., στο J Neurol Neurosurg Psychiatry 2005, <https://zikospanagiotis.gr/department/kyries-meletes-tekmiriosis-apotelesmatikotitas-2/>

[17] Ginis P., Nieuwboer Al., Dorfman M., Ferrari Al., Gazit Er., Colleen G. Canning, Rocchi L., Chiari L., Hausdorff M. J., Mirelman An., “Feasibility and effects of home-based smartphone-delivered automated feedback training for gait in people with Parkinson's disease: A pilot randomized controlled trial” Volume 22, January 2016, Pages 28-34 <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.11.004>

[18] Από Κιτσικόπουλος Πάνος, ανανεώθηκε πριν: 16/03/2015, “Ένα καινοτόμο πρόγραμμα στηρίζει τους ασθενείς με νόσο του Πάρκινσον”, euronews.

[19] Yuan Gao , “Preliminary Design and Research of Wearable Devices for Parkinson's Disease” HOME / ARCHIVES / VOL. 39 (2023): 2023 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER, MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE (CMLAI 2023) DOI: <https://doi.org/10.54097/hset.v39i.6591>

[20] Attainability UK, UK distributor of the U-Step and the Laser Cane-Online Shop <https://attainability.co.uk/product/path-finder-laser-cueing-shoe-attachments-incl-vat-part-ref-us420/>

[21] Barthel Cl., Nonnekes J., Helvert van Milou, Haan R., Janssen Ar., Delval Ar., Weerdesteyn V., Debû B., Wezel van Richard, Bloem R. B., Ferraye U. M., “The laser shoes A new ambulatory device to alleviate freezing of gait in Parkinson disease” First published December 20, 2017, January 09, 2018; 90 DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000004795>

[22] Kiprijanovska Iv., Panchevski F, Stankoski S., Gjoreski M., Archer J., Broulidakis J., Mavridou If., Hayes B., Guerreiro T., Nduka C. και Gjoreski H., “Smart Glasses for Gait Analysis of Parkinson’s Disease Patients”, October 2022 DOI: 10.1101/2022.10.22.22281214 10.1101/2022.10.22.22281214

[23] Weiss, A., Herman, T., Giladi, N. and Hausdorff, J., 2014. Objective Assessment of Fall Risk in Parkinson's Disease Using a Body-Fixed Sensor Worn for 3 Days. PLoS ONE, 9(5), p.e96675

- [24] Russo Y., Stuart S., Batista S. C., Brumbach B., Vannozzi G., Mancini M., “Does visual cueing improve gait initiation in people with Parkinson's disease?” Volume 84, August 2022, 102970 <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.102970>
- [25] Beck N. Er., Ehgoetz Martens A.K., Almeida J. Q., “Freezing of Gait in Parkinson's Disease: An Overload Problem?” Published: December 17, 2015 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144986>
- [26] Espay, A.J., Baram Y., Dwivedi, A.K., Shukla R., Gartner M., Gaines L., Duker A.P., Revilla F.J., “At-hometraining with closed-loop augmented-reality cueing device for improving gait in patients with Parkinson disease” Rehabil. Res. J. Dev. 2010, 47, 573–58, DOI: 10.1682/jrrd.2009.10.0165
- [27] Baram Y., Miller A., “Virtual reality cues for improvement of gait in patients with multiple sclerosis” Neurology 2006, 66, 178–18, DOI: 10.1212/01.wnl.0000194255.82542.6b
- [28] Baram Y., Aharon-Peretz J., Simionotici Y., Ron L., “Walking on virtual tiles” Neural Proc. Lett. 2002, 16,227–233
- [29] Wang N., Xie W., Ali Ah., Brem Al., Wang S., “How do individual characteristics and social capital shape users’ continuance intentions of smart wearable products?” Volume 68, February 2022, 101818 <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101818>
- [30] Adapa A., Nah F.F.H., Hall R.H., Siau K., Smith S.N., “Factors influencing the adoption of smart wearable devices” Int. J. Hum. Comput. Interact. 34 (5) (2018) 399–409, <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1357902>.
- [31] Tiberius V., Schwarzer H., Roig-Dobon S., “Radical innovations: between established knowledge and future research opportunities” Journal of Innovation & Knowledge 6 (3) (2021) 145–153, <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.09.001>.
- [32] Branstad A., Solem B.A., “Emerging theories of consumer-driven market innovation, adoption, and diffusion: a selective review of consumer-oriented studies” J. Bus. Res. 116 (2020) 561–571, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.01.028>
- [33] Huang Y.M., “Examining students’ continued use of desktop services: perspectives from expectation-confirmation and social influence” Comput. Hum. Behav. 96 (JUL) (2019) 23–31, <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.02.010>.
- [34] Pal D., Funilkul S., Papasratorn B., “Antecedents of trust and the continuance intention in iot-based smart products: the case of consumer wearables” IEEE Access 7 (2019) 184160–184171, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960467>
- [35] Gupta A., Dhiman N., Yousaf A., Arora N., “Social comparison and continuance intention of smart fitness wearables: an extended expectation confirmation theory perspective” Behav. Inf. Technol. (2020) 1–14, <https://doi.org/10.1080/0144929X.2020.1748715>.

- [36] Zhu Y., Dailey S.L., Kreitzberg D., Bernhardt J., “Social networkout”: connecting social features of wearable fitness trackers with physical exercise, *J. Health Commun.* 22 (12) (2017) 974–980, <https://doi.org/10.1080/10810730.2017.1382617>
- [37] Knight D.K., Kim E.Y., “Japanese consumers’ need for uniqueness: effects on brand perceptions and purchase intention” *J. Fash. Mark. Manag.* 11 (2) (2007) 270–280, <https://doi.org/10.1108/13612020710751428>.
- [38] Tian K.T., Bearden W.O., Hunter G.L., “Consumers’ need for uniqueness: scale development and validation” *J. Consum. Res.* 28 (1) (2001) 50–66, <https://doi.org/10.1086/321947>.
- [39] Schumpe B.M., Herzberg P.Y., Erb H.P., “Assessing the need for uniqueness: validation of the German nfu-g scale” *Pers. Individ. Differ.* 90 (2016) 231–237, <https://doi.org/10.1016/j.paid.2015.11.012>.
- [40] Dhar R., Wertenbroch K., “Consumer choice between hedonic and utilitarian goods” *J. Market. Res.* 37 (1) (2000) 60–71, <https://doi.org/10.1509/jmkr.37.1.60.18718>.
- [41] Hirschman E.C., Holbrook M.B., “Hedonic consumption: emerging concepts, methods and propositions” *J. Market.* 46 (3) (1982) 92–101, <https://doi.org/10.1177/002224298204600314>
- [42] Sidaway B., Anderson J., Danielson G., Martin L., Smith G., “Effects of Long-Term Gait Training Using Visual Cues in an Individual With Parkinson Disease” *Physical Therapy*, Volume 86, Issue 2, 1 February 2006, Pages 186–194, <https://doi.org/10.1093/ptj/86.2.186>
- [43] Zhang W., Shi Y., Han Y., Yan S., Song W., Cui G. και Xiang J., “Effects of wearable visual cueing on gait pattern and stability in patients with Parkinson’s disease”, Volume14- 2023| <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1077871>
- [44] Cubo E., Leurgans S., Goetz C.G., “Short-term and practice effects of metronome pacing in Parkinson's disease patients with gait freezing while in the 'on' state: randomized single blind evaluation.” *Parkinsonism Relat Disord.* (2004) 10:507–10. doi: 10.1016/j.parkreldis.2004.05.001
- [45] Spaulding S.J., Barber B., Colby M., Cormack B., Jenkins M.E., “Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: a meta-analysis.” *Arch Phys Med Rehabil.* (2013) 94:562–70. doi: 10.1016/j.apmr.2012.10.026
- [46] Vitória R., Lirani-Silva E., Pieruccini-Faria F., Moraes R., Gobbi L., Almeida Q.J., “Visual cues and gait improvement in Parkinson's disease: which piece of information is really important?” *Neuroscience.* (2014) 277:273–80. doi: 10.1016/j.neuroscience.2014.07.024
- [47] Espay A.J., Baram Y., Dwivedi A.K., Shukla R., Gartner M., Gaines L., et al., “At-home training with closed-loop augmented-reality cueing device for improving gait in patients with Parkinson disease.” *J. Rehabil Res Dev.* (2010) 47:573–81. doi: 10.1682/JRRD.2009.10.0165

- [48] Bryant M.S., Rintala D.H., Lai E.C., Protas E.J., “A pilot study: influence of visual cue color on freezing of gait in persons with Parkinson's disease.” *Disabil Rehabil Assist Technol.* (2010) 5:456–61. doi: 10.3109/17483107.2010.495815
- [49] Sweeney D., Quinlan L.R., Browne P., Richardson M., Meskell P., Ólaighin G., “A technological review of wearable cueing devices addressing freezing of gait in Parkinson's disease.” *Sensors.* (2019) 19:1–35. doi: 10.3390/s19061277
- [50] Jiang Y., Norman K.E., “Effects of visual and auditory cues on gait initiation in people with Parkinson's disease.” *Clin Rehabil.* (2006) 20:36–45. doi: 10.1191/0269215506cr925oa
- [51] Zhao Y., Nonnekes J., Storcken E.J., Janssen S., Van Wegen E.E., Bloem B.R., et al. “Feasibility of external rhythmic cueing with the Google Glass for improving gait in people with Parkinson’s disease.” *J Neurol.* (2016) 263:1156–65. doi: 10.1007/ s00415-016-8115-2
- [52] Barthel C., Nonnekes J., Van Helvert M., Haan R., Janssen A., Delval A., et al., “The laser shoes: a new ambulatory device to alleviate freezing of gait in Parkinson disease.” *Neurology.* (2018) 90: e164–71. doi: 10.1212/WNL.0000000000004795
- [53] Τζωρτζάκης Κώστας, Charlesworth Alan, “Μάρκετινγκ περιλαμβάνει και digital Μάρκετινγκ”, εκδοτικός οίκος Rosili
- [54] Askeland R. D., Wright J. W., 7^η έκδοση “Υλικά δομή, ιδιότητες & τεχνολογικές εφαρμογές” επιστημονική επιμέλεια-Μετάφραση Πανδώρα Ψυλλάκη Av. Καθηγήτρια Α.Ε.Ι. Πειραιά, Εκδόσεις Τζιόλα
- [55] Rahul Awati, Contributing writer, “field of view (FOV)”, 10 May 2022
- [56] Τασσιδής Βασίλειος, «Κατασκευή συστήματος ελέγχου Laser με μικροϋπολογιστή Beaglebone για χρήση σε μη παρεμβατικούς βιοϊατρικούς αισθητήρες»- «Fabrication of laser driver system using the beaglebone microcomputer for use in non-invasive biomedical sensors», Σεπτέμβριος 2017
- [57] Sieno Di L., Nissinen J., Hallman L., Martinenghi Ed., Contini D., Pifferi Ant., Kostamovaara J., Mora D. Al., “Miniaturized pulsed laser source for time-domain diffuse optics routes to wearable devices”, *Journal of Biomedical Optics*, Vol 22, Issue 8, 085004 (August 2017), <https://doi.org/10.1117/1.JBO.22.8.085004>
- [58] Tian X., Liu D., Bai J., Chan S. K., Long Ching Ip, Paddy K.L. Chan, Zhang S., “Pushing OECTs toward Wearable: Development of a Miniaturized Analytical Control Unit for Wireless Device Characterization”, April 2022 *Analytical Chemistry* 94 (16) DOI: [10.1021/acs.analchem.1c05210](https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c05210)
- [59] Επίσημο site της Sony: https://www.sony.gr/electronics/balanced-optical-steadyshot?fbclid=IwAR2m1J8lwIqMblKqOYu6YUR51RCZAt7Vr61W60op_tHPV5csMnVuUIeI04