

# ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΠΟΛΥΟΡΓΑΝΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ

*Ανάπτυξη συστήματος εκγύμνασης στο σπίτι  
με χρήση μεταβλητής αντίστασης*



Αβδελλής Πέτρος-Μιχαήλ

2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ  
& ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

# ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΠΟΛΥΟΡΓΑΝΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ

*-ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΟΣ ΕΚΓΥΜΝΑΣΗΣ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ  
ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ*

**ΑΒΔΕΛΛΗΣ ΠΕΤΡΟΣ-ΜΙΧΑΗΛ**

A.M:19001

2022

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΜΠΟΥΤΗΣ**

**ΕΞ. ΕΠΙΤΡΟΠΗ: ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΣΚΟΥΡΜΠΟΥΤΗΣ & ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΜΟΥΛΙΑΝΙΤΗΣ**



---

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΑΙΓΑΙΟΥ**

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ  
& ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

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

Ήταν ένα υπέροχο ταξίδι! Ευχαριστώ την οικογένειά μου για την στήριξη, τους συμφοιτητές που έγιναν φίλοι και τους καθηγητές που ήταν εκεί...

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....</b>	<b>7</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>9</b>
1.1.ΣΚΟΠΟΣ.....	12
<b>2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ.....</b>	<b>13</b>
2.1.ΟΙΚΙΑΚΗ ΕΚΓΥΜΝΑΣΗ.....	13
2.2.ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	14
2.3.ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ.....	20
<b>3. ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ.....</b>	<b>24</b>
3.1.ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ.....	25
3.2.ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	27
<b>4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....</b>	<b>31</b>
4.1.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ.....	40
<b>5. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ.....</b>	<b>41</b>
5.1.ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ.....	41
5.2.ΣΧΕΔΙΑ.....	42
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>44</b>
<b>7. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....</b>	<b>46</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή εργασία έχει στόχο την διερεύνηση της αγοράς εξοπλισμού γυμναστικής στο σπίτι και προσφοράς ενός συστήματος εκγύμνασης προσανατολισμένο για χρήση σε μικρά διαμερίσματα από χρήστες ηλικίας 28-40ετών. Στοχεύει σε μια προσιτή τιμή, εστιάζοντας στην δυνατότητα της άσκησης και στο μικρό του διαστασιολογικό αποτύπωμα.

Η ευκαιρία προέκυψε από τις αλλαγές που βίωσε η κοινωνία τα τελευταία δύο χρόνια εν μέσω Covid-19. Τόσο η αύξηση του ποσοστού των ανθρώπων που εργάστηκαν από το σπίτι έναντι του γραφείου όσο και τα μέτρα αντιμετώπισης του Covid-19, οδήγησαν σε ραγδαία αύξηση της ζήτησης εξοπλισμών οικιακής γυμναστικής. Ωστόσο, η ακρίβεια των περισσότερων απέκοψε μια μεγάλη μερίδα από ένα λειτουργικό μηχάνημα.

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1- Μεριδίδο αγοράς εξοπλισμού οικιακής εκγύμνασης Β. Αμερικής(2017-2028)

Εικόνα 2- Οι 20 τάσεις παγκοσμίως στο χώρο του fitness

Εικόνα 3- Καταμερισμός μεριδίου αγοράς/εξοπλισμό

Εικόνα 4 -Παραδείγματα οικιακών γυμναστηρίων

Εικόνα 5- Μηχανήματα κατηγορίας Cardiovascular

Εικόνα 6- Παραδείγματα εξοπλισμών της κατηγορίας «ελεύθερα βάρη»

Εικόνα 7-Gymnasticon(αριστερά) & Polymachinon(δεξιά)

Εικόνα 8-Portable Home Gym by Gustav Ernst

Εικόνα 9-Πολυμηχάνημα γυμναστικής(Model depicted: Marcy Smith Machine / Cage System / MD-9010G)

Εικόνα 10-Ανταγωνιστικά προϊόντα

Εικόνα 11-Αντίσταση αέρα(Model depicted: STAMINA® ATS AIR ROWER 1405)

Εικόνα 12-Αντίσταση νερού(Model depicted: Marcy Pro Water Resistance Rower)

Εικόνα 13-Αντίσταση υδραυλική(Model depicted: Stamina Hydraulic Rowing Machine, Nr35-1205B)

Εικόνα 14-Αντίσταση Ροπής Αδρανείας(Model depicted: Exxentric kbox)

Εικόνα 15-Τυπολόγιο ροπής αδράνειας διαφορετικών γεωμετριών

Εικόνα 16-Κυλινδρικά Δοκίμια

Εικόνα 17-Δημιουργία κυλινδρικών τεμαχίων

Εικόνα 18-Άξονας με ρουλεμάν και βάση

Εικόνα 19-Δημιουργία μάγουλων σχοινιού

Εικόνα 20-Άξονας

Εικόνα 21-Περιφεριακά αντικείμενα

Εικόνα 22-Ασκησιολόγιο

Εικόνα 23-Αποτύπωση 1<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 24- Αποτύπωση 2<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 25- Αποτύπωση 3<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 26- Αποτύπωση 4<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 27- Αποτύπωση 5<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 28- Λάθος τύλιγμα σχοινιού

Εικόνα 29- Αποτύπωση 6<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 30 Αποτύπωση 7<sup>ης</sup> άσκησης

Εικόνα 31- Αποτύπωση 8<sup>ης</sup> άσκησης

*Εικόνα 32- Αποτύπωση 9<sup>ης</sup> άσκησης*

*Εικόνα 33- Αποτύπωση 10<sup>ης</sup> άσκησης*

*Εικόνα 34- Αποτύπωση 11<sup>ης</sup> άσκησης*



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σωματική άσκηση ανά περιόδους μπορεί να έχει περάσει από αναγκαιότητα σε μόδα και αντίστροφα, αλλά δεν παύει να αποτελεί την φυσική δραστηριότητα του ανθρώπινου σώματος για την οποία είναι κατασκευασμένο. Η άσκηση συντελεί στην καλή λειτουργία των βιοχημικών διεργασιών και της φυσιολογίας του σώματος.

Ιστορικές αναφορές αποδεικνύουν ότι, παγκοσμίως η έννοια της εκγύμνασης του ανθρώπινου σώματος υφίσταται για πάρα πολλούς αιώνες και συχνά αποτελούσε αναπόσπαστο κομμάτι της θρησκευτικής, κοινωνικής και πολιτιστικής έκφρασης.

- Κίνα(3000-1000π.Χ.). Δημιουργία του Tai Chi, ενός συστήματος περίτεχνων ασκήσεων που αποσκοπούσαν στην εξάσκηση του σώματος και του πνεύματος.
- Ινδία(3000π.Χ.). Δημιουργία της Yoga, μιας φιλοσοφίας, η οποία περιελάμβανε σειρά ασκήσεων μυϊκής έκτασης, ευλυγισίας, σωστής αναπνοή και διαλογισμό.
- Αφρικάνικη Ήπειρο. Συστήματα ευλυγισίας, δεξιάτητας και αντοχής αποτελούσαν βασικό κομμάτι της καθημερινότητας και των θρησκευτικών τελετών.
- Αμερική. Το τρέξιμο αποτελούσε κύρια δραστηριότητα όλων των πτυχών της ζωής σύμφωνα με τον Nabokov(1981).
- Αρχαία Ελλάδα. Τα πρώτα «γυμνάσια» ήταν χορηγούμενα από την πολιτεία, γεγονός που συνδέει άρρηκτα την καλή φυσική κατάσταση με την πολιτεία και όχι με την ανάγκη και το κίνητρο κάθε ατόμου.

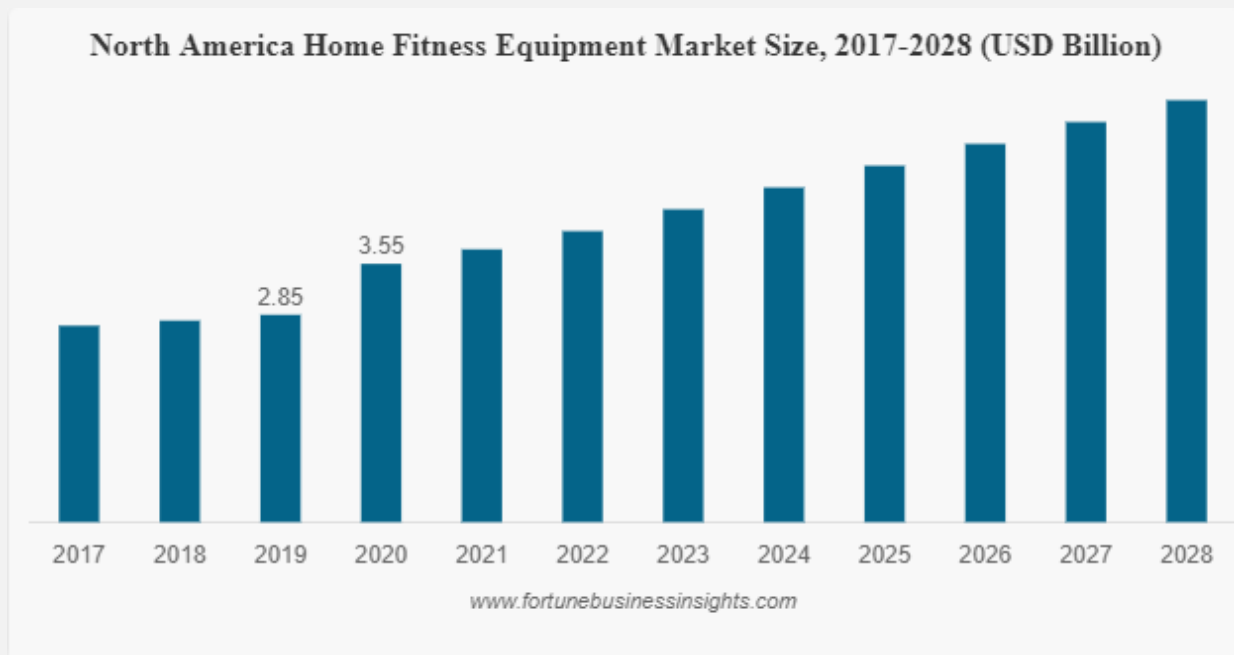
Το γυμναστήριο έως σήμερα καταγεγραμμένες αναφορές το τοποθετούν ίσως στους αρχαιότερους θεσμούς του ανθρώπου, με ιστορία περίπου 2800 χρόνων. Σε αυτήν την ιστορική διαδρομή ερευνητικά γίνονται διακριτές 4 περίοδοι, βάσει των διαθέσιμων μελετών για την χρήση και την αναγκαιότητα της εκγύμνασης του ανθρώπινου σώματος στο πλαίσιο της εκάστοτε εποχής.

- Η πρώτη περίοδος(η δημιουργία θεσμού), οριοθετείται έως το 800π.Χ. όπου υπάρχουν οι αναφορές γύρω από τα αρχαιοελληνικά «γυμνάσια».
- Έπειτα(η μακρά παύση), έως το 1600μ.Χ. ο θεσμός περνάει σε ποιο ακαδημαϊκή μορφή
- Στην συνέχεια, επανέρχεται ως χώρος άσκησης γύρω στο 1800μ.Χ.
- Τέλος, εξελίσσεται στην μορφή που γνωρίζουμε μέχρι και σήμερα. Με ένα κενό δύο ετών όπου επέρχεται η αναγκαστική προσαρμογή του θεσμού σε διαφορετική κλίμακα(οικιακή ή υπαίθρια) έπειτα από την παγκόσμια υγειονομική κρίση του Covid-19 και τα μέτρα κοινωνικής αποστασιοποίησης και «αποστείρωσης» που επιβλήθηκαν.

Για δεκαετίες υπάρχει η επιλογή της γυμναστικής στο σπίτι με πληθώρα προϊόντων στην αγορά για να υποστηριχθούν οι χρήστες. Η εμφάνιση της στο δυτικό κόσμο σηματοδοτείται έπειτα από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο όπου η αύξηση της ανησυχίας για τη δημόσια υγεία και η ανάδυση της παχυσαρκίας έπαιξαν καθοριστικό ρόλο. Αρχικά, στόχευσε στον γυναικείο πληθυσμό(λόγω κοινωνικής θέσης-οικιακά) μέσω της τηλεόρασης και της πληθώρας διαθέσιμων τηλεοπτικών εκπομπών. Το 1990 όμως είναι που αρχίζουν όλοι οι αναξιοποίητοι χώροι των σπιτιών και τα γκαράζ να γεμίζουν με ελλειπτικά μηχανήματα,

στατικά ποδήλατα, διαδρόμους και πολυμηχανήματα. Έπειτα, κρατάει μια σταθερή-χαμηλή πορεία στο χρόνο, έως ότου επανέλθει στο προσκήνιο και γίνει αναγκαιότητα λόγω των περιοριστικών μέτρων που επιβλήθηκαν από την πανδημία Covid-19.

Το ξέσπασμα της πανδημίας, οδήγησε την παγκόσμια αγορά της οικιακής εκγύμνασης στην εξωπραγματική αύξηση του 25.1% το 2020(10.18 δισεκατομμύρια) συγκριτικά με τις ετήσιες αυξήσεις των ετών 2017-2019. Η αυξητική τάση του μεριδίου σημείωσε 10.73 δισεκατομμύρια έως το 2021, και αναμένεται να ανέλθει στα 14.74 δισεκατομμύρια μέχρι το 2028.



Εικόνα 1- Μερίδιο αγοράς εξοπλισμού οικιακής εκγύμνασης Β. Αμερικής(2017-2028)

Η ανοδική πορεία συνεχίζεται καθώς ο κόσμος εξακολουθεί να απομονώνεται στο σπίτι και να αναδεικνύει σαν δημοφιλέστερη επιλογή το οικιακό γυμναστήριο έναντι του συμβατικού, εκμεταλλευόμενος την ευρεία ποικιλία διαθέσιμων εξοπλισμών εκγύμνασης. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2022(ACSM's Health & Fitness Journal:1/2 2022), με σκοπό να αναδειχθούν οι 20 μεγαλύτερες τάσεις του "Fitness", προέκυψε ότι τα οικιακά γυμναστήρια βρίσκονται στην δεύτερη θέση γεγονός που παρατηρήθηκε πρώτη φορά μέσα στα τελευταία 16 χρόνια που διενεργείται η έρευνα αυτή.

Rank	Top 20 Worldwide Fitness Trends for 2022
1	Wearable technology
2	Home exercise gyms
3	Outdoor activities
4	Strength training with free weights
5	Exercise for weight loss
6	Personal training
7	High Intensity Interval Training
8	Body weight training
9	Online live and on-demand exercise classes
10	Health/wellness coaching
11	Fitness programs for older adults
12	Exercise is Medicine
13	Employing certified fitness professionals
14	Functional fitness training
15	Yoga
16	Mobile exercise apps
17	Online personal training
18	Licensure for fitness professionals
19	Lifestyle medicine
20	Group exercise training

*Εικόνα 2- Οι 20 τάσεις παγκοσμίως στο χώρο του fitness*

Στην αγορά σήμερα υπάρχει πληθώρα μηχανημάτων και εξοπλισμών οικιακής εκγύμνασης τα οποία παρουσιάζουν ραγδαίες αυξήσεις στις τιμές καθώς ολοένα και περισσότερο εντάσσεται σε αυτά η ιδέα του smart και το ηλεκτρονικό στοιχείο.

## 1.1. ΣΚΟΠΟΣ

Τόσο η αύξηση του ποσοστού των ανθρώπων που εργάστηκαν από το σπίτι έναντι του γραφείου όσο και τα μέτρα αντιμετώπισης του Covid-19, οδήγησαν σε ραγδαία αύξηση της ζήτησης εξοπλισμών οικιακής γυμναστικής. Ωστόσο, η ακρίβεια της πλειοψηφίας αυτών απέκοψε μια μεγάλη μερίδα χρηστών από ένα λειτουργικό μηχάνημα.

Έτσι, προέκυψε η ιδέα μελέτης και σχεδιασμού ενός πολυλειτουργικού συστήματος οικιακής εκγύμνασης το οποίο να είναι οικονομικό συγκριτικά με τα ανταγωνιστικά προϊόντα, εύκολο στη χρήση και να έχει μικρό διαστασιολογικό αποτύπωμα.

Η υλοποίηση αυτού θα πραγματοποιηθεί μέσω της έρευνας, της πρωτοτυποποίησης και της εφαρμογής των γνώσεων που αποκομίστηκαν από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα προκειμένου το σύστημα που θα σχεδιαστεί να επιτρέπει εύρος ασκήσεων στον χρήστη, στο πλαίσιο του σπιτιού του.

Μέσω της έρευνας αναγνωρίστηκαν οι περιοχές που υστερεί ο ανταγωνισμός στην αγορά και ορίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος να είναι

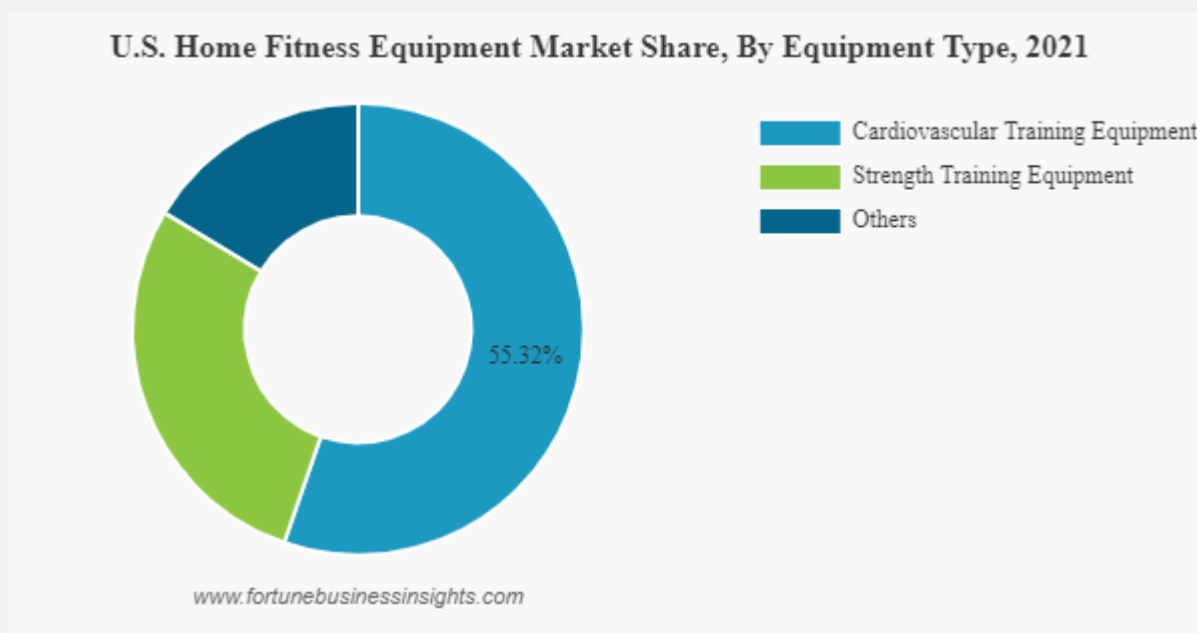
- 1) Η λειτουργικότητα,
- 2) η ευκολία στη χρήση,
- 3) η ασφάλεια του χρήστη,
- 4) οι μικρές του διαστάσεις και
- 5) η οικονομική του τιμή.

## 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

### 2.1. ΟΙΚΙΑΚΗ ΕΚΓΥΜΝΑΣΗ

Ως οικιακή εκγύμναση ορίζεται η ευρύτερη έννοια σωματικής άσκησης ενός χρήστη ή μίας μικρής ομάδας χρηστών(πχ τετραμελής οικογένεια) σε χώρους αναξιοποίητους(πχ κλειστό δωμάτιο ή σαλόνι) ή μη, εντός της οικίας τους που δεν πληρούν τις προδιαγραφές ενός γυμναστηρίου. Δεν υπάρχει περιορισμός στα μέσα διεξαγωγής της άσκησης καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ένα yoga mat έως σύμπλεγμα μηχανημάτων(πχ ελλειπτικά, πολυμηχανήματα, squat racks).

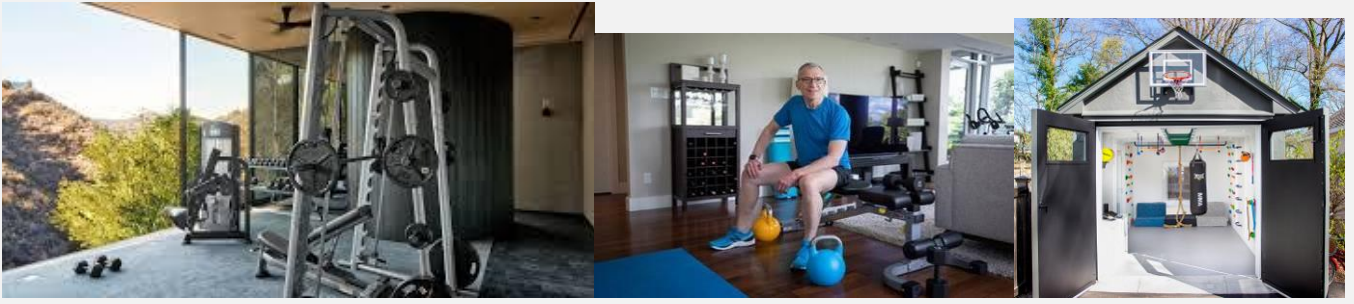
Από έρευνα της *Business fortune insights* το 2021, προκύπτει ότι η αγορά χωρίζεται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Πρώτη έρχεται η κατηγορία των μηχανημάτων τύπου Cardiovascular(55.32%) που αποτελείται από ελλειπτικά, στατικά ποδήλατα διαδρόμους, κωπηλατικές κλπ. Έπειτα, είναι τα μηχανήματα τύπου *Strength*, όπως ελεύθερα βάρη, πάγκοι, πολυμηχανήματα που σχετίζονται με αύξηση της μυϊκής μάζας γενικότερα. Τέλος, έρχεται μια κατηγορία που περιέχει πληθώρα εξοπλισμών όπως λάστιχα, σχοινιά, ιμάντες, κλπ.



Εικόνα 3- Καταμερισμός μεριδίου αγοράς/εξοπλισμό

Έπειτα από έρευνα που διεξήχθη, τα βασικά πλεονεκτήματα για τα οποία οι χρήστες επιλέγουν αυτή τη φιλοσοφία άθλησης έναντι του γυμναστηρίου είναι:

- 1)Εξοικονόμηση χρόνου(προετοιμασία-άφιξη-αναμονή στα όργανα-αποχώρηση),
- 2)Εξοικονόμηση χρημάτων(τέλη εγγραφής-τέλη αποσκευών, συνδρομητικές υπηρεσίες),
- 3)Ρύθμιση επιθυμητών συνθηκών άθλησης(θερμοκρασία, μουσική), και
- 4) οι Συνθήκες υγιεινής(αποφυγή επιμολύνσεων και μικροβίων).



Εικόνα 4 -Παραδείγματα οικιακών γυμναστηρίων

## 2.2. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Βάσει αρχιτεκτονικών μελετών, υπάρχουν συγκεκριμένοι κανόνες που διέπουν την δημιουργία ενός οικιακού γυμναστηρίου(επιλογή χώρου, μετατροπή χώρου για αλλαγή χρήσης) και εν γένει την επιλογή εξοπλισμού για την στελέωσή του. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι στην ευχέρεια του χρήστη να τις ακολουθήσει ή όχι. Σε αυτή την περίπτωση οι παράγοντες που θα καθορίσουν την επιλογή του εξοπλισμού είναι κυρίως η το **είδος της άσκησης**(πχ Cardiovascular, strength training, flexibility) που επιλέγει ο χρήστης και ο **διαθέσιμος χώρος**.

Η ποικιλία του διαθέσιμου εξοπλισμού στην αγορά είναι τεράστια και εν γένει είναι κατηγοριοποιημένη κυρίως ανά είδος άσκησης. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν οι εξοπλισμοί όπως τα ελλειπτικά μηχανήματα, οι κωπηλατικές εσωτερικού χώρου, τα στατικά ποδήλατα και οι διάδρομοι που ανήκουν στην κατηγορία «Cardiovascular».



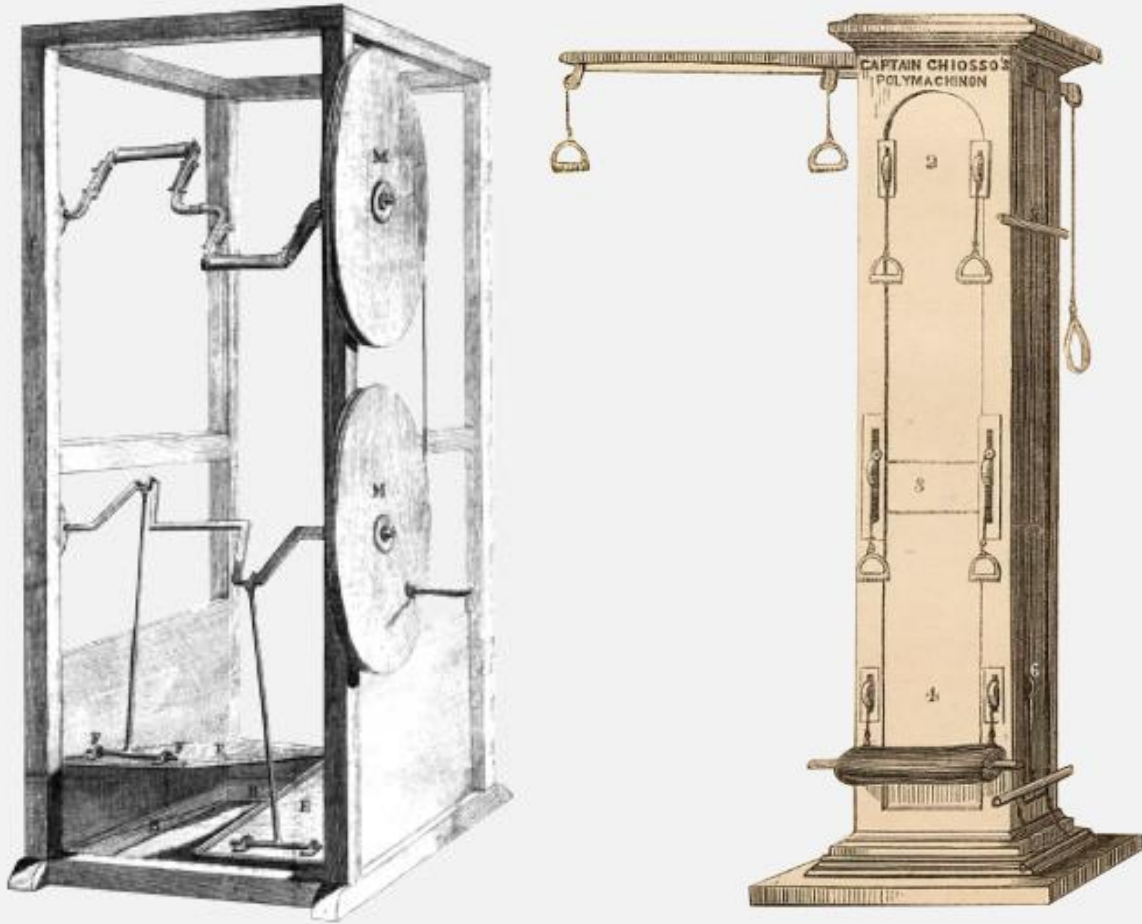
Εικόνα 5- Μηχανήματα κατηγορίας Cardiovascular

Συνεχίζοντας, υπάρχει η κατηγορία με τα ελεύθερα βάρη, η οποία περιέχει από αλτήρες και μπάρες έως squat rack, σάκους του μποξ και ryloboxes. Ο ιστορικός Jan Todd, σε μία από τις πρώτες μελέτες των αλτήρων, των Barbell και των Indian clubs(ξύλινα ρόπαλα τα οποία χρησιμοποιούνταν για γυμναστική εκτελώντας σειρά κινήσεων) σημείωσε ότι, η ιστορία των βαριών αντικειμένων για σκοπούς άσκησης και γυμναστικής χρονολογείται στην εποχή των αρχαίων Ελλήνων που χρησιμοποιούσαν αλτήρες στα γυμνάσια.



*Εικόνα 6- Παραδείγματα εξοπλισμών της κατηγορίας «ελεύθερα βάρη»*

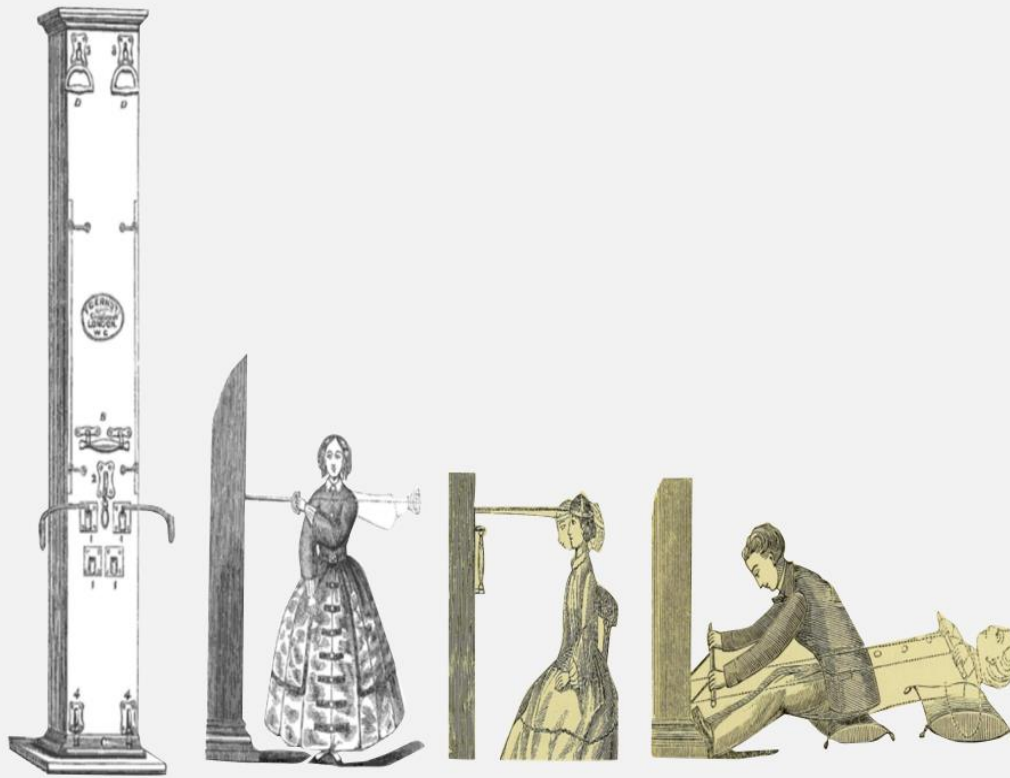
Τέλος, υπάρχει η κατηγορία των πολυμηχανημάτων ή μηχανημάτων αντίστασης. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι τα πρώτα πολυμηχανήματα που έχουν εμφανιστεί είναι το «Gymnasticon», εφεύρεση του ιατρού Francis Lowndes και κυκλοφόρησε το 1797. Έπειτα, το «Polymachinon» το οποίο δημιουργήθηκε από τον καθηγητή γυμναστικής στο University College School του Λονδίνου James Chiosso και κυκλοφόρησε το 1820.



*Εικόνα 7-Gymnasticon(αριστερά) & Polymachinon(δεξιά)*

Αργότερα περίπου το 1861 κατασκευάστηκε από τον Gustav Ernst, ορθοπεδικό ιατρό της εποχής το «Portable home Gym» το οποίο αποτελούνταν από ξύλινες σανίδες, τροχαλίες σχοινιά και βάρη σχεδιάστηκε για ανθρώπους που είχαν θέματα στάσης και ανθρώπους που είχαν προβλήματα με τη σπονδυλική τους στήλη.





*Εικόνα 8-Portable Home Gym by Gustav Ernst*

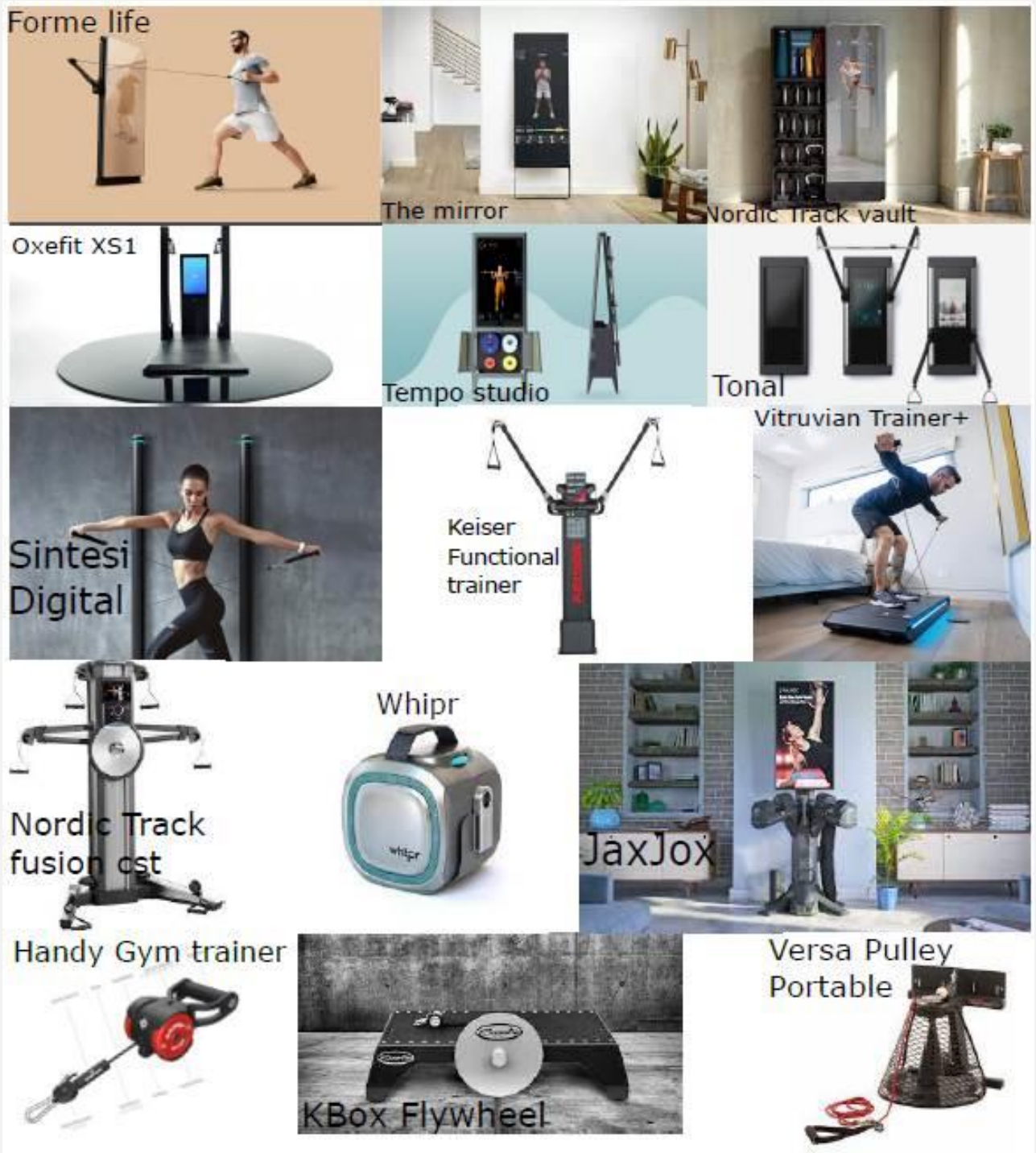
Τα πολυμηχανήματα είναι εξοπλισμοί οι οποίοι προσφέρουν εύρος ασκήσεων για όλες τις μυϊκές ομάδες του ανθρώπινου σώματος. Συνήθως είναι μεγάλες και ακριβές κατασκευές αλλά προσφέρουν μεγάλη ευελιξία στον χρήστη. Τα πούλμηχανήματα, συνήθως χρησιμοποιούν βάρη, τροχαλίες και συρματόσχοινα για να προσφέρουν την αντίσταση που χρειάζεται ο χρήστης. Ωστόσο, υπάρχουν και επιλογές οι οποίες πολυμηχανημάτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικές τεχνολογίες εκγύμνασης όπως, ηλεκτρομαγνητικές αντιστάσεις, ελατήρια-λάστιχα, αντιστάσεις τριβής, αντιστάσεις αέρα.



*Εικόνα 9-Πολυμηχάνημα γυμναστικής*

*(Model depicted: Marcy Smith Machine / Cage System / MD-9010G)*

Κάποιοι από τους μεγαλύτερους κατασκευαστές στην αγορά είναι η BowFlex και η Total Gym systems. Τα τελευταία χρόνια ωστόσο, καθώς ο κόσμος δείχνει περισσότερο ενδιαφέρον έχουν δημιουργηθεί και αρκετές παραλλαγές των μηχανημάτων αυτών προκειμένου να καλυφθεί η ζήτηση της αγοράς. Η οθόνη και η ηλεκτρομαγνητική αντίσταση είναι μόνο κάποια από τα χαρακτηριστικά που εντάσσονται στην πλειοψηφία των νέων μηχανημάτων όπως επίσης και τα ηλεκτρονικά συστήματα και οι «smart» λειτουργίες. Στην παρακάτω εικόνα, φαίνονται κάποια από τα ανταγωνιστικά προϊόντα της αγοράς.



*Εικόνα 10-Ανταγωνιστικά προϊόντα*

## 2.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

Από την πληθώρα αντιστάσεων που χρησιμοποιούνται στην αγορά, θελήσαμε να διερευνήσουμε τις διαφορετικές τεχνολογίες αντιστάσεων που κατακύριο λόγο χρησιμοποιούνται στις κωπηλατικές εσωτερικού χώρου καθώς και την τεχνολογία των συστημάτων MOI(Moment of Inertia-φιλοσοφία YoYo).

Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι, οι κωπηλατικές εσωτερικού χώρου χρησιμοποιούνται ευρέως τα τελευταία 140 χρόνια. Η πρώτη καταχώρηση πατέντας πραγματοποιήθηκε το 1871 στις ΗΠΑ από τον WB Curtis, η οποία περιλάμβανε της χρήση πτερωτής και μηχανισμού καστανίας. Έπειτα, από το 1871 έως και το 1952 καταγράφηκαν περισσότερες από 40 καταθέσεις πατεντών. Μεταξύ 1950'-60', υπήρξε το επόμενο κύμα κωπηλατικών όπου χρησιμοποιήθηκε μηχανικό φρένο για ρύθμιση της αντιλαμβανόμενης αντίστασης. Το 1980, εμφανίστηκε η πρώτη κωπηλατική με αντίσταση αέρα από την Repco, μια Αυστραλιανή εταιρεία αυτοκίνησης και πλέον σήμερα συναντάμε άλλες αντιστάσεις όπως νερού, υδραυλική, και ηλεκτρομαγνητική.

### ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΕΡΑ

Το σύστημα αποτελείται από μια πτερωτή που περιστρέφεται, έναν άξονα με καστανία και έναν μάντα(ή σχοινί) που κρατάει ο χρήστης. Ο χρήστης τραβάει τον μάντα, περιστρέφει τον άξονα και την πτερωτή και ανάλογα με αντιλαμβάνεται μια αντίσταση η οποία είναι ανάλογη της επιφάνειας της πτερωτής και του αέρα που περνάει μέσα από αυτήν. Η αντίσταση του μηχανήματος επίσης εξαρτάται και από την γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος κατά την περιστροφή.



Εικόνα 11-Αντίσταση αέρα(Model depicted: STAMINA® ATS AIR ROWER 1405)

### ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΝΕΡΟΥ

Το σύστημα αποτελείται από μια πτερωτή που περιστρέφεται μέσα σε μια δεξαμενή νερού. Έναν άξονα με καστανία και έναν μάντα(ή σχοινί) που κρατάει ο χρήστης. Ο χρήστης τραβάει τον μάντα, περιστρέφει τον άξονα και την πτερωτή και αντιλαμβάνεται μια αντίσταση η οποία είναι ανάλογη της επιφάνειας της

περωτής και της ποσότητας του νερού που βρίσκεται μέσα στην δεξαμενή. Η αντίσταση του μηχανήματος επίσης εξαρτάται και από την γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος κατά την περιστροφή. Συνεπώς, όσο πιο γρήγορα τραβάει ο χρήστης τόσο πιο μεγάλη αντίσταση αντιλαμβάνεται.



*Εικόνα 12-Αντίσταση νερού(Model depicted: Marcy Pro Water Resistance Rower)*

### **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ**

Το σύστημα αποτελείται από δύο χειρολαβές και δύο έμβολα συνήθως υδραυλικά. Ο χρήστης τραβάει τις χειρολαβές οι οποίες είναι συνδεδεμένες στη βάση τους με τα έμβολα και αντιλαμβάνεται την αντίσταση αυτών. Η αντίσταση συνήθως ρυθμίζεται με αλλαγή της θέσης των εμβόλων επάνω στις χειρολαβές.



Εικόνα 13-Αντίσταση υδραυλική (Model depicted: Stamina Hydraulic Rowing Machine, Nr35-1205B)

### **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ & ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ**

Οι συγκεκριμένες τεχνολογίες βασίζονται στα μαγνητικά πεδία και στη θεωρία των Eddy currents. Το σύστημα αποτελείται από έναν περιστρεφόμενο δίσκο, έναν άξονα με κασάνια, έναν ηλεκτρομαγνήτη ή μαγνήτη και έναν ιμάντα (ή σχοινί). Η αντίσταση που αντιλαμβάνεται ο χρήστης κατά το τράβηγμα του ιμάντα οφείλεται στην μαγνητική δύναμη που ασκεί ο μαγνήτης επάνω στον δίσκο. Στην περίπτωση του ηλεκτρομαγνήτη, όσο αυξάνεται η ένταση του ρεύματος που περνάει από αυτόν τόσο αυξάνεται και η μαγνητική δύναμη που ασκεί στο δίσκο με αποτέλεσμα να αισθάνεται ο χρήστης μεγαλύτερη αντίσταση. Στην περίπτωση του απλού μαγνήτη, η αντίσταση αυξομειώνεται με την αυξομείωση της απόστασης του μαγνήτη από τον περιστρεφόμενο δίσκο.

### **ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΡΟΠΗΣ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ (ΣΥΣ/ΤΑ KERS)**

Το σύστημα αποτελείται από έναν δίσκο, έναν άξονα περιστροφής και έναν ιμάντα (ή σχοινί). Ο χρήστης τραβάει την λαβή η οποία με τη σειρά της περιστρέφει τον άξονα και τον δίσκο (ή άλλη γεωμετρία) που βρίσκεται πάνω του. Η ροπή αδράνειας του περιστρεφόμενου δίσκου του επιτρέπει να συνεχίσει να περιστρέφεται με αποτέλεσμα να ξανατυλίγει τον ιμάντα γύρω από τον άξονα. Η ρύθμιση της αντίστασης επιτυγχάνεται με την αύξηση ή μείωση της ροπής αδράνειας του περιστρεφόμενου σώματος. Η ροπή αδράνειας εξαρτάται από το μισό του γινομένου της μάζας του δίσκου επί της ακτίνας της διαμέτρου του. Επίσης, η αντίσταση του μηχανήματος επίσης εξαρτάται και από την γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος κατά την περιστροφή. Συνεπώς, όσο πιο γρήγορα τραβάει ο χρήστης τόσο πιο μεγάλη αντίσταση αντιλαμβάνεται.



Εικόνα 14-Αντίσταση Ροπής Αδρανείας(Model depicted: Excentric kbox)

Η τελική επιλογή της αντίστασης του συστήματος, πραγματοποιήθηκε έπειτα από σύγκριση αυτών σχετικά με τον βαθμό κάλυψης των στοιχείων που θέλουμε να έχει το σύστημά μας σε μια βαθμολογική κλίμακα από το μηδέν έως το πέντε. Η αντίσταση που τελικά επιλέχθηκε για το σύστημα τελικά είναι η αντίσταση ΜΟΙ και προέκυψε από τον παρακάτω πίνακα.

	Κόστος	Διαστάσεις Συσ/τος	Εύρος αντίστασης	Πολυπλοκότητα	Αποτέλεσμα
Αντίσταση Αέρα	3	4	2	3	12
Αντίσταση Νερού	3	4	3	4	14
Αντίσταση Υδραυλική	4	4	3	2	13
Αντίσταση Μαγνητική	3	4	4	3	14
Αντίσταση Ηλ/μαγνητική	5	3	5	4	17
<b>Αντίσταση ΜΟΙ</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>7</b>

0

1

2

3

4

5

Καθόλου

Πάρα πολύ

### 3. ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ

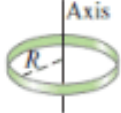
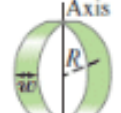
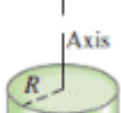
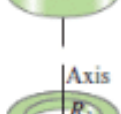


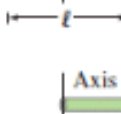
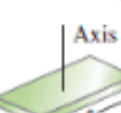


#### 3.1. ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ



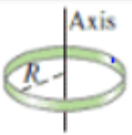

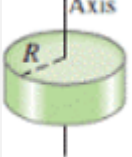
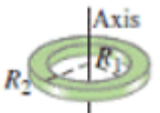

Το πρωτότυπο κατασκευάστηκε με στόχο την επιβεβαίωση ορθής λειτουργίας βάσει του θεωρητικού μέρους μέσα από την πειραματική διαδικασία. Επίσης, αποτέλεσε και μια πολύ καλή ευκαιρία γνωριμίας και κατανόησης της τεχνολογίας της αντίστασης που επιλέχθηκε καθώς δεν υπήρχε προηγούμενη εμπειρία.

Η αρχή λειτουργίας του συστήματος βασίζεται στην ροπή αδράνειας η οποία έχει στην περιστροφική κίνηση τον αντίστοιχο ρόλο που έχει η μάζα στην γραμμική. Συγκεκριμένα, η φυσική σημασία της ροπής αδράνειας σχετίζεται με την ικανότητα που έχουν τα σώματα να αντιστέκονται σε μεταβολές της περιστροφικής τους κατάστασης. Όσο μεγαλύτερη ροπή αδράνειας έχει ένα σώμα τόσο δυσκολότερα περιστρέφεται. Η ροπή αδράνειας ορίζεται πάντοτε ως προς κάποιον άξονα περιστροφής και ανάλογα το γεωμετρικό σχήμα δίνεται από το τυπολόγιο της παρακάτω εικόνας.

Thin hoop, radius $R$	Through center		$MR^2$
Thin hoop, radius $R$ width $w$	Through central diameter		$\frac{1}{2}MR^2 + \frac{1}{12}Mw^2$
Solid cylinder, radius $R$	Through center		$\frac{1}{2}MR^2$
Hollow cylinder, inner radius $R_1$ outer radius $R_2$	Through center		$\frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$
Uniform sphere, radius $R$	Through center		$\frac{2}{5}MR^2$
Long uniform rod, length $\ell$	Through center		$\frac{1}{12}M\ell^2$
Long uniform rod, length $\ell$	Through end		$\frac{1}{3}M\ell^2$
Rectangular thin plate, length $\ell$ , width $w$	Through center		$\frac{1}{12}M(\ell^2 + w^2)$

Εικόνα 15-Τυπολόγιο ροπής αδράνειας διαφορετικών γεωμετριών

Από τις διαθέσιμες γεωμετρίες, επιλέχθηκαν να εξεταστούν οι πρώτες 5 ως προς την ροπή αδράνειας τους για δεδομένη  $M(\text{μάζα})=1\text{kg}$ ,  $R_1(\text{ακτίνα})=0,05\text{m}$ ,  $R_2(\text{ακτίνα})=0,03\text{m}$ ,  $w(\text{πάχος})=0,02\text{m}$  και υλικό χάλυβα.

Γεωμετρία	Τύπος	Ροπή Αδράνειας(Kg*m <sup>2</sup> )
	$1*(0,05^2)=$	0,0025
	$[(1/2)*1*(0,05^2)]+[(1/12)*1*(0,02^2)]=$	0,0013
	$(1/2)*1*(0,05^2)=$	0,0013
	$(1/2)*1*[(0,05^2)+(0,03^2)]=$	0,0017
	$(2/3)*1*(0,05^2)=$	0,0017

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, αποκλείστηκε η δεύτερη και τέταρτη γεωμετρία λόγω δυσκολίας κατασκευής και λόγω μικρής διαφοράς από τα υπόλοιπα σχήματα ως προς την ροπή αδράνειας. Έπειτα, αποκλείστηκε η πρώτη γεωμετρία καθώς θα απαιτούσε πολύ μεγαλύτερες διαστάσεις ή διαφορετικής πυκνότητας υλικό γεγονός που θα ανέβαζε το κοστολόγιο. Επίσης, η σφαίρα αποκλείστηκε λόγω γεωμετρίας, διαχείρισης αλλά και τελικών διαστάσεων. Τέλος, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η κυλινδρική επιφάνεια για το σύστημα.

Για την πειραματική διαδικασία, δημιουργήθηκαν τρία διαφορετικά κυλινδρικά δοκίμια με ροπή αδράνειας 0,002Kg<sup>m</sup><sup>2</sup>, 0,004Kg<sup>m</sup><sup>2</sup> & 0,006Kg<sup>m</sup><sup>2</sup> για να εξεταστεί το εύρος της αντίστασης.



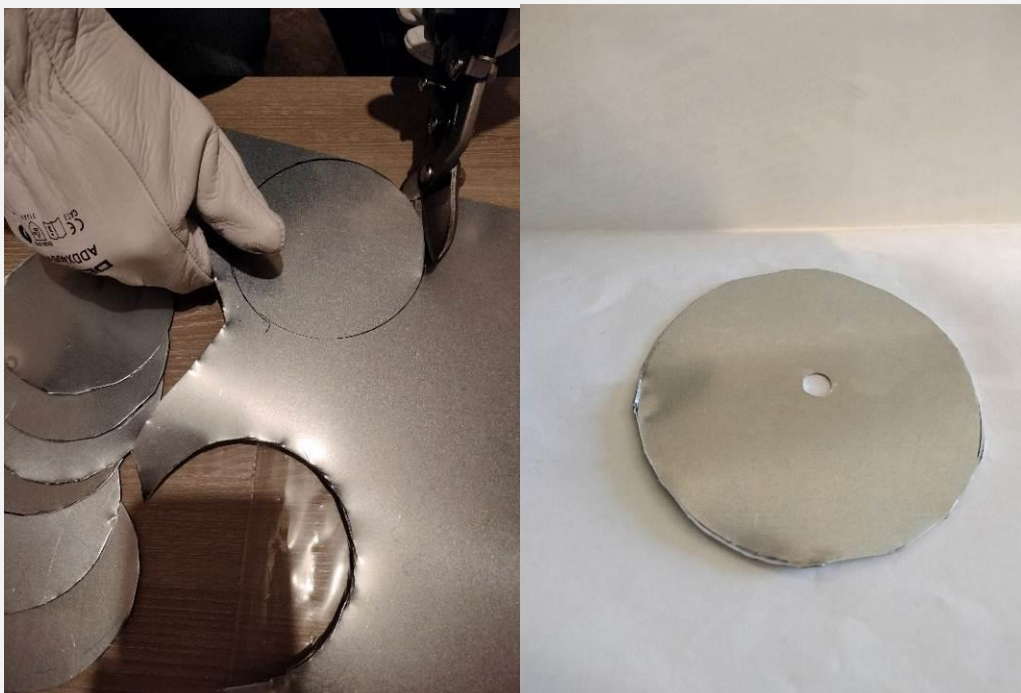
Εικόνα 16-Κυλινδρικά Δοκίμια

Έπειτα διαστασιολογήθηκαν τα επιμέρους τμήματα του πρωτότυπου προκειμένου να περάσουμε στην εκκίνηση των εργασιών με απώτερο σκοπό την συναρμολόγησή του και την προετοιμασία του για την πειραματική διαδικασία.

## 3.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

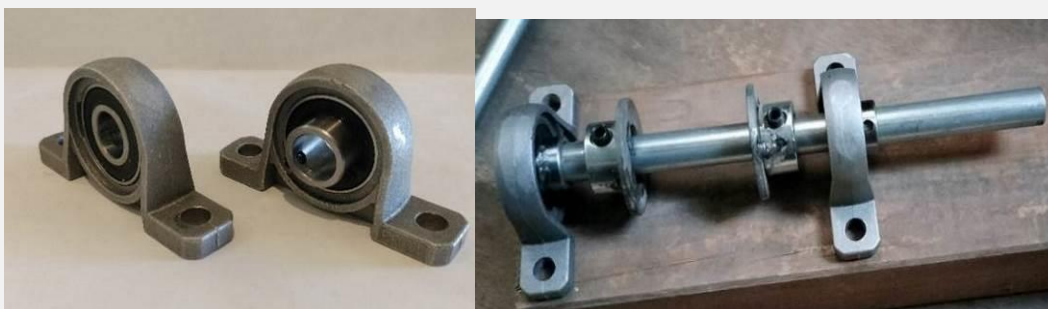


-Για την δημιουργία των κυλινδρικών δοκιμίων, χρησιμοποιήθηκε χαλύβδινη λαμαρίνα η οποία σημειώθηκε στις επιθυμητές διαστάσεις και έπειτα κόπηκε με λαμαρινοψάλιδο. Έπειτα, τα τεμάχια πονταρίστηκαν και τρυπήθηκαν στο κέντρο τους ( $\varphi=9\text{mm}$ ) για να μπορούν να συγκρατηθούν πάνω στον άξονα.



*Εικόνα 17-Δημιουργία κυλινδρικών τεμαχίων*

-Για την διασφάλιση της καλής περιστροφικής κίνησης του άξονα, χρησιμοποιήθηκαν στο σύστημα 2 έδρανα “Ω” με ρουλεμάν( $\varphi_{\text{εσωτ}}=12\text{mm}$ ). Τα έδρανα, σταθεροποιούνται πάνω στον άξονα με σκουληκόβιδες.



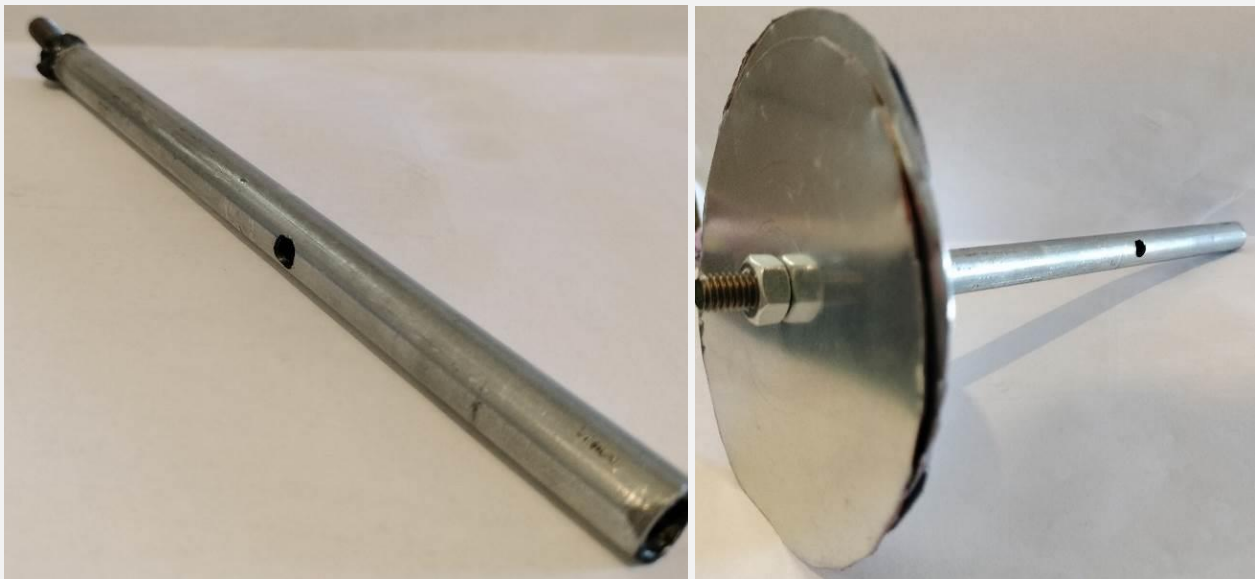
*Εικόνα 18-Άξονας με ρουλεμάν και βάση*

-Έπειτα δημιουργήθηκαν τα «μάγουλα» συγκράτησης του σχοινού κατά το τύλιγμα-ξετύλιγμα. Για την κατασκευή των τεμαχίων αυτών ηλεκτροσυγκολλήθηκαν μια ροδέλα( $\varphi=19\text{mm}$ ) και ένας σφιγκτήρας άξονα. Τα τεμάχια αυτά σταθεροποιούνται πάνω στον άξονα με σκουληκόβιδες οι οποίες υπάρχουν πάνω στον σφιγκτήρα άξονα.



*Εικόνα 19-Δημιουργία μάγουλων σχοινιού*

-Εφόσον όλα τα μηχανολογικά μέρη ήταν ολοκληρωμένα και οι τελικές διαστάσεις ήταν γνωστές, κατασκευάστηκε ο άξονας από ατσάλινο κοίλο άξονα ( $\varphi_{\text{εξωτ}}=12\text{mm}$ ,  $\varphi_{\text{εσωτ}}=9\text{mm}$ ). Ο άξονας κόπηκε με γωνιακό τροχό σε μήκος 18cm. Έπειτα ηλεκτροσυγκολλήθηκε στην μια του άκρη, ντίζα ( $\varphi=8\text{mm}$ ) μήκους 30mm για την προσάρτηση των κυλινδρικών δοκιμίων. Τέλος, πονταρίστηκε και τρυπήθηκε ( $\varphi=6\text{mm}$ ) προκειμένου να δεθεί το σχοινί επάνω του.



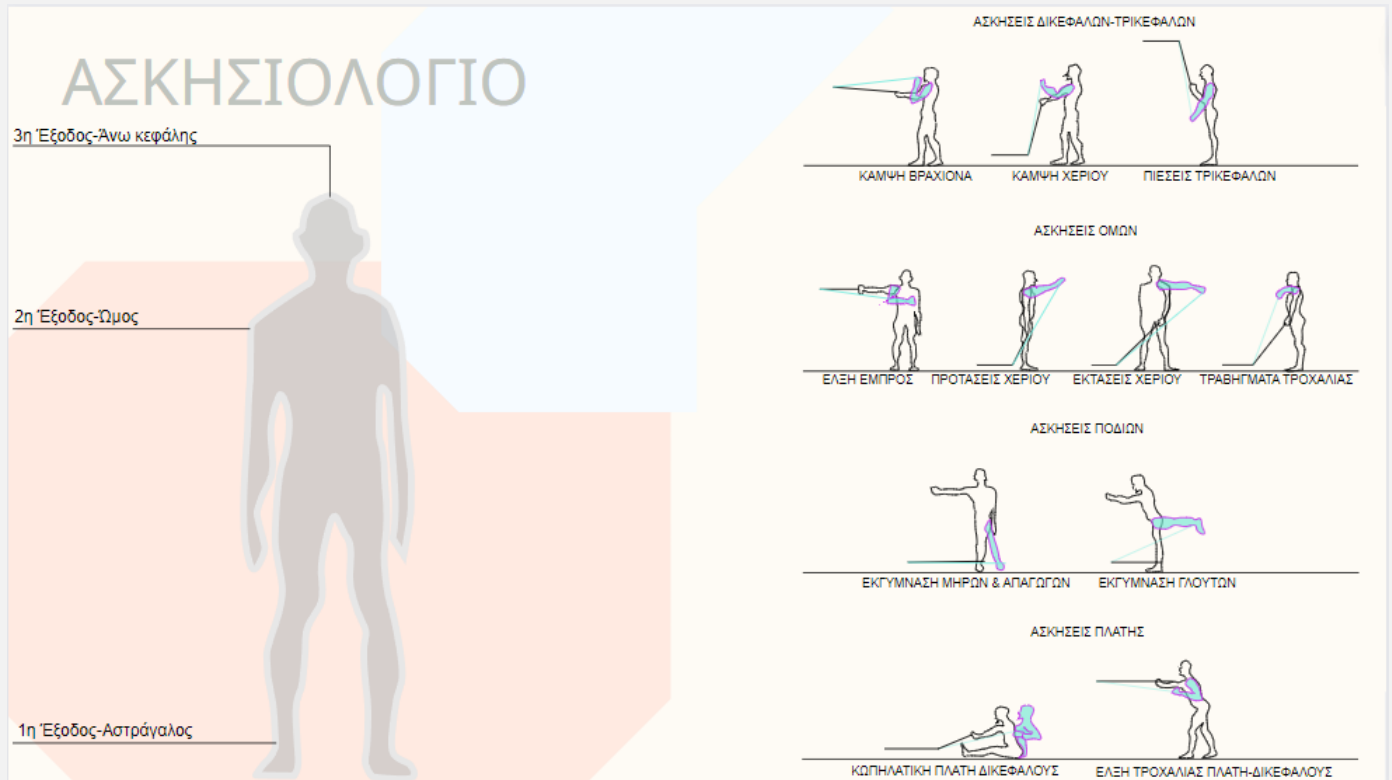
*Εικόνα 20-Άξονας*

-Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν από το εμπόριο μια χειρολαβή, μία τροχαλία(1 προς 1που συνδέθηκε με τη χειρολαβή) και ένα σχοινί για την υλοποίηση του πρωτοτύπου.



*Εικόνα 21-Περιφερειακά αντικείμενα*

## 4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ



Εικόνα 22-Ασκησιολόγιο

Για την πειραματική διαδικασία, ο χρήστης κλήθηκε να δοκιμάσει το πρωτότυπο σε μία σειρά ασκήσεων που είχαν πορσυμφωνηθεί, σε 4 σετ των 10-12 επαναλήψεων. Κατά την διάρκεια της δοκιμής, ο ερευνητής σημείωνε την ανατροφοδότηση που λάμβανε από τον χρήστη. Για την διεξαγωγή των ασκήσεων, χρησιμοποιήθηκε ένα μονόζυγο πόρτας προκειμένου να στηριχθεί το πρωτότυπο στις αντίστοιχες θέσεις.

### Προφίλ χρήστη Α

Γυναίκα 25 ετών. Αθλητικός τύπος, με εβδομαδιαία επαφή με όργανα γυμναστικής. Εμπειρία χρήσης οργάνων γυμναστικής 5 έτη. Τύπος άσκησης που επιλέγει να κάνει 50% Cardio-50% Resistance equipment. Ύψος 172cm και βάρος 60kg.

Ύψος αγκώνα: 120cm

Ύψος αστραγάλου :7cm

Ύψος όμων:143cm

Ύψος κεφαλής:172cm

## 1<sup>η</sup> Άσκηση-Κάμψη Βραχίονα



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετείται στο ενδιάμεσο ύψος ώμου-αγκώνα του χρήστη. Για να ρυθμιστεί το σχοινί ο χρήστης ξετυλίγει πλήρως τον άξονα και φέρνει το χέρι του σε πλήρη κάμψη(τελική θέση άσκησης). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.

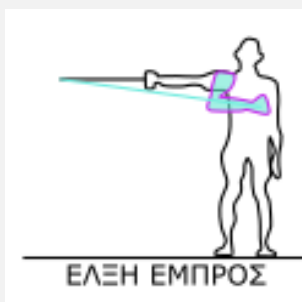


*Εικόνα 23-Αποτύπωση 1<sup>ης</sup> άσκησης*

Παρατηρήσεις:

- Αρχικά ο χρήστης ήταν σκεπτικός απέναντι στο μηχάνημα
- Ο χρήστης χρειάστηκε 3-4 επαναλήψεις για να συνηθίσει την κίνηση

## 2<sup>η</sup> Άσκηση-Έλξη εμπρός(ώμους)



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετείται στο ύψος ώμου του χρήστη. Για το μήκος του σχοινιού ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία ρύθμισης, έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.





Εικόνα 24- Αποτύπωση 2<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Μετά την τέταρτη επανάληψη, ο χρήστης είχε εξοικειωθεί με τον μηχανισμό άσκησης

### 3<sup>η</sup> Άσκηση-Έλξη πίσω(πλάτη-δικεφάλους)



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετείται στο ύψος αγκώνα του χρήστη. Ρυθμίζεται το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη-ελαφριά κλίση κορμού εμπρός). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.

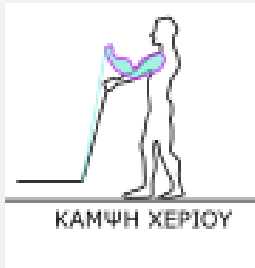


Εικόνα 25- Αποτύπωση 3<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Η αντίσταση ήταν ικανοποιητική
- Ο χρήστης βρήκε ενδιαφέρον να παρακολουθεί το σχοινί που τυλίγεται και ξετυλίγεται κατά την εναλλαγή των επαναλήψεων!!!

#### 4<sup>η</sup> Άσκηση-Κάμψη χεριού



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετήθηκε στο ύψος των αστραγάλων του χρήστη. Ρυθμίζετα το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη χεριού). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.

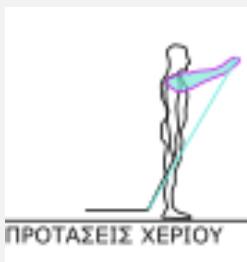


*Εικόνα 26- Αποτύπωση 4<sup>ης</sup> άσκησης*

Παρατηρήσεις:

- Η αντίσταση ήταν ικανοποιητική
- Δυσκολία στην ρύθμιση του σχοινιού και το τύλιγμα αυτού στο σύστημα

#### 5<sup>η</sup> Άσκηση-Προτάσεις χεριού(ώμους)



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετήθηκε στο ύψος των αστραγάλων του χρήστη. Ρυθμίζετα το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη χεριού). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.



Εικόνα 27- Αποτύπωση 5<sup>ης</sup> άσκησης

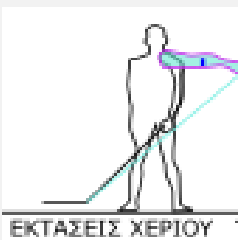
Παρατηρήσεις:

- Το σχοινί κατά την επιστροφή δεν τυλιγόταν στον καθορισμένο χώρο αλλά έφευγε πάνω στον άξονα.



Εικόνα 28- Λάθος τύλιγμα σχοινιού

### 6<sup>η</sup> Άσκηση-Εκτάσεις χεριού(ώμους)



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετήθηκε στο ύψος των αστραγάλων του χρήστη. Ρυθμίζετα το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη χεριού). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκηση του.



Εικόνα 29- Αποτύπωση 6<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Στην 7-8 επανάληψη που ο χρήστης δούλεψε πολύ ομαλά το σύστημα, άρχισε να συντονίζει το δοκίμιο και να κάνει έναν ακανόνιστο ήχο.

#### 7<sup>η</sup> Άσκηση-Τραβήγματα τροχαλίας



Ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με την παραπάνω για την προετοιμασία του χρήστη και του συστήματος.



Εικόνα 30- Αποτύπωση 7<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Στην 7-8 επανάληψη που ο χρήστης δούλεψε το σύστημα, άρχισε να πάλι έναν συντονισμό.

## 8<sup>η</sup> Άσκηση-Εκτάσεις μηρών



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετήθηκε στο ύψος των αστραγάλων του χρήστη. Ρυθμίζετα το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη χεριού). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.



Εικόνα 31- Αποτύπωση 8<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Η διαδικασία τυλίγματος του σχοινοῦ γύρω από τον άξονα προκειμένου να ξεκινήσει η άσκηση δυσκόλεψε τον χρήστη.

## 9<sup>η</sup> Άσκηση-Εκτάσεις γλουτών



Στην άσκηση αυτή, χρησιμοποιήθηκε η χειρολαβή προκειμένου να προσδεθεί το σύστημα στο πόδι του χρήστη. Έπειτα, ρύμισε το σχοινί στην τελική του θέση και ξεκίνησε την άσκηση.

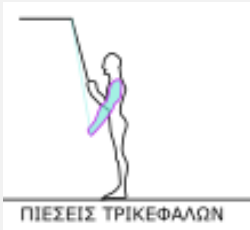


Εικόνα 32- Αποτύπωση 9<sup>ης</sup> άσκησης

Παρατηρήσεις:

- Η λαβή δεν εξυπηρέτησε την άσκηση
- Η διαδικασία τυλίγματος του σχοινιού γύρω από τον άξονα προκειμένου να ξεκινήσει η άσκηση δυσκόλεψε τον χρήστη.

#### 10<sup>η</sup> Άσκηση-Πιέσεις τρικεφάλων



Για την άσκηση αυτή, το σύστημα τοποθετήθηκε στο ύψος της κεφαλής του χρήστη. Ρυθμίζετα το σχοινί να είναι πλήρως ξετυλιγμένο και ο χρήστης να είναι στην τελική θέση(πλήρη κάμψη χεριού). Έπειτα τυλίγει το σχοινί γύρω από τον άξονα και ξεκινάει την άσκησή του.



*Εικόνα 33- Αποτύπωση 10<sup>ης</sup> άσκησης*

Παρατηρήσεις:

- Δυσκολία στην τοποθέτηση του συστήματος στο ύψος αυτό

#### 11<sup>η</sup> Άσκηση-Κωπηλατική





*Εικόνα 34- Αποτύπωση 11<sup>ης</sup> άσκησης*

Παρατηρήσεις:

- Το πρώτο δοκίμιο ήταν ανεπαρκές με αποτέλεσμα το σχοινί να κάνει κοιλιά και να μην είναι ομαλή η διεξαγωγή της άσκησης
- Το δεύτερο δοκίμιο ήταν καλύτερο αλλά και πάλι όχι αρκετό
- Το τρίτο δοκίμιο ήταν καλύτερη επιλογή.

Επίσης, παρατηρήθηκαν γενικότερα τα παρακάτω:

- Οι μεταβολές του συστήματος σε διαφορετικές θέσεις, για την διεξαγωγή διαφορετικών ασκήσεων απαιτούσε χρόνο και βοήθεια
- Το σχοινί που περισσεύει από κάθε άσκηση χρειάζεται με κάποιο τρόπο να τυλίγεται και να μην εμποδίζει τον χρήστη (Μέγιστο μήκος που χρειάστηκε για τις ασκήσεις είναι τα 2m)
- Το περίσσειμα σχοινού που μαζευόταν κοντά στο σύστημα και μακριά από τον χρήστη τον δυσκόλεψε στις ασκήσεις των ποδιών
- Το πρωτότυπο συντονίζει και εμφανίζει κάποιους θορύβους ακανόνιστους στις μεγάλες ταχύτητες
- Άρχισε να φθείρεται το σχοινί



*Εικόνα 35- Φθορά σχοινού*

## 4.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Με την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας(προκαθορισμένο πρόγραμμα ασκήσεων σε επαναλήψεις σταθερών σετ για τα τρία διαφορετικά κυλινδρικά δοκίμια), παρατηρήσαμε ότι το πρωτότυπο μας είναι λειτουργικό και επιβεβαιώνεται η συνθήκη λειτουργίας του. Ο χρήστης, επέλεξε το ενδιάμεσο δοκίμιο ( $0,004\text{Kgm}^2$ ), το οποίο όμως στην κωπηλατική άσκηση δεν ήταν αρκετό. Από την ανατροφοδότηση του χρήστη αλλά και από την παρατήρηση της διαδικασίας προτείνονται οι παρακάτω βελτιώσεις του πρωτοτύπου:

- Για την αύξηση της αντιλαμβανόμενης αντίστασης του συστήματος προτείνεται να αντικατασταθεί η τροχαλία που βρίσκεται πριν την χειρολαβή του χρήστη από 1 προς 1, σε 1 προς 2.
- Για την αποφυγή του λανθασμένου τυλίγματος του σχοινιού, προτείνεται να σχεδιαστεί στο κέλυφος του συστήματος, οδηγός που να αποτρέπει το λάθος τύλιγμα
- Για την αποφυγή του τυλίγματος του σχοινιού στον άξονα με το χέρι, ο χρήστης χρησιμοποίησε την Ροπή αδρανείας και από πλήρως ξετυλιγμένο το τύλιξε μέσα σε τρία τραβήγματα. Παρότρυνση προς αυτό και gamification της διαδικασίας
- Για τον συντονισμό του συστήματος και το ήχο που δημιουργούσε, προτείνεται αντίβαρο από την άλλη πλευρά του άξονα.
- Για την σωστή ρύθμιση του σχοινιού πριν την έναρξη της κάθε άσκησης, προτείνεται το υπολειπόμενο σχοινί να μαζεύεται κοντά στην χειρολαβή του χρήστη και όχι κοντά στο σύστημα όπως ήταν το πρωτότυπο.
- Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί λαβή 2σε1 που προσαρμόζεται και σε χέρι και σε πόδι
- Προτείνεται να τοποθετηθεί πορτούζι στην τρύπα που τρίβεται το σχοινί ώστε να αποτραπεί η φθορά.



## 5. ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ

### 5.1. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Από την διερεύνηση και διεξαγωγή του project σε όλη τη διάρκεια προέκυψαν κάποιες σχεδιαστικές προδιαγραφές οι οποίες εμπλουτίστηκαν με την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας.

1. Να επιτρέπει την εκγύμναση στο σπίτι
2. Να είναι ασφαλές για τον χρήστη
3. Να είναι εύκολο στη χρήση
4. Να επιτρέπει την διεξαγωγή ασκήσεων με το χέρι
5. Να επιτρέπει την διεξαγωγή ασκήσεων με το πόδι
6. Να επιτρέπει την ρύθμιση καθ' ύψος προκειμένου ο χρήστης να εκτελεί ασκήσεις που απαιτούν η έξοδος της χειρολαβής να βρίσκεται στο ύψος του ώμου του.
7. Να επιτρέπει την ρύθμιση καθ' ύψος προκειμένου ο χρήστης να εκτελεί ασκήσεις που απαιτούν η έξοδος της χειρολαβής να βρίσκεται στο ύψος της κεφαλής του.
8. Να επιτρέπει την ρύθμιση καθ' ύψος προκειμένου ο χρήστης να εκτελεί ασκήσεις που απαιτούν η έξοδος της χειρολαβής να βρίσκεται στο ύψος του αγκώνα του.
9. Να επιτρέπει την ρύθμιση καθ' ύψος προκειμένου ο χρήστης να εκτελεί ασκήσεις που απαιτούν η έξοδος της χειρολαβής να βρίσκεται στο ύψος του αστράγαλου του.
10. Να προστατεύει το χέρι του χρήστη από τον μηχανισμό
11. Να αποτρέπει το λάθος τύλιγμα του σχοινιού
12. Να επιτρέπει την εύκολη αυξομείωση της αντίστασης
13. Να είναι σταθερό κατά τη χρήση
14. Να καθαρίζονται τα εξαρτήματά του
15. Να αποθηκεύεται εύκολα
16. Να μεταφέρεται εύκολα
17. Να επιτρέπει την περιστροφή ανάλογα με την θέση του χρήστη
18. Να μην χρειάζονται εργαλεία για το στήσιμο του
19. Ευδιάκριτα επιμέρους εξαρτήματα
20. Να έχει μικρές διαστάσεις
21. Να μην είναι βαρύ
22. Να συγκρατεί το υπόλοιπο μήκος του σχοινιού
23. Να έχει 2m σχοινί

## 5.2. ΣΧΕΔΙΑ

### Επιμέρους τμήματα





## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Chaline, E. (2015). *The Temple of Perfection: A History of the Gym*. Reaktion Books.
- Flood, J., & Simpson, C. (2019). *The Complete Guide to Indoor Rowing*. Bloomsbury Sport.
- Thompson, W. R. (2022). Worldwide survey of fitness trends for 2022. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, 26(1), 11–20. <https://doi.org/10.1249/fit.0000000000000732>
- la Peña Carolyn Thomas de. (2005). *The Body Electric: How Strange Machines built the modern American*. New York University Press.
- Miah, A., Eassom, S. B., & Mitcham, C. (2002). *Sport technology: History, philosophy and policy*. Emerald Group Publishing Limited.
- Kang, S. R., Yu, C. H., Han, K. S., & Kwon, T. K. (2014). Comparative analysis of basal physical fitness and muscle function in relation to muscle balance pattern using rowing machines. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 24(6), 2425–2435. <https://doi.org/10.3233/bme-141056>
- Ernst, G. (1861). *The portable gymnasium: A Manual of exercises arranged for self instruction in the use of the Portable Gymnasium*. Grant.
- Petrzela, N. M. (2022). *Fit nation: The gains and pains of america's exercise obsession*. University of Chicago Press.
- ROUTLEDGE. (2022). *Gym Bodies: Exploring Fitness cultures*.
- Hale, J. R. (1996). The Lost Technology of Ancient greek rowing. *Scientific American*, 274(5), 82–85. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0596-82>
- Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K., & Wood, K. (2017). Design prototyping methods: State of the art in strategies, techniques, and Guidelines. *Design Science*, 3. <https://doi.org/10.1017/dsj.2017.10>
- Verma, N. (n.d.). *Strategic Analysis of Mirror: The gym*. PDXScholar. Retrieved November 12, 2022, from [https://pdxscholar.library.pdx.edu/etm\\_studentprojects/2305/](https://pdxscholar.library.pdx.edu/etm_studentprojects/2305/)
- Journal, I. R. J. E. T. (2018, December 15). *IRJET-ergonomic design and development of flywheel in exercise equipment for energy generation*. Academia.edu. Retrieved November 12, 2022, from [https://www.academia.edu/37982492/IRJET\\_Ergonomic\\_Design\\_and\\_Development\\_of\\_Flywheel\\_in\\_Exercise\\_Equipment\\_for\\_Energy\\_Generation](https://www.academia.edu/37982492/IRJET_Ergonomic_Design_and_Development_of_Flywheel_in_Exercise_Equipment_for_Energy_Generation)
- Henriksson, J. (1970, January 1). *Excentric strength row. investigating the USEFULNE...* SPONET. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.iat.uni-leipzig.de/datenbanken/iks/sponet/Record/4053280>
- *Inertial training: From the oldest devices to the newest Cyklotren ...* (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/293822292\\_Inertial\\_training\\_from\\_the\\_oldest\\_devices\\_to\\_the\\_newest\\_Cyklotren\\_technology](https://www.researchgate.net/publication/293822292_Inertial_training_from_the_oldest_devices_to_the_newest_Cyklotren_technology)
- Erkinovich, M. Z., & kizi, F. Z. X. (n.d.). *The principles of formation of a gym in modern multi-storey residential buildings*. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology. Retrieved November 12, 2022, from <https://openaccessjournals.eu/index.php/ijiaet/article/view/857>

- *Comparative analysis of basal physical fitness and muscle function in ...* (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/265734192\\_Comparative\\_analysis\\_of\\_basal\\_physical\\_fitness\\_and\\_muscle\\_function\\_in\\_relation\\_to\\_muscle\\_balance\\_pattern\\_using\\_rowing\\_machines](https://www.researchgate.net/publication/265734192_Comparative_analysis_of_basal_physical_fitness_and_muscle_function_in_relation_to_muscle_balance_pattern_using_rowing_machines)
- Ansari, Z., Ahmed, M. K., Ahmed, A., Husain, S., & Raza, S. (2017, April 12). *Design and development of Electro Magnetic Braking System*. International Journal of Engineering Research & Technology. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.ijert.org/design-and-development-of-electro-magnetic-braking-system>
- *Developing the next "wow" fitness product - massachusetts institute of ...* (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/40476/191750125.pdf>
- *Design of full body workout machine - theseus*. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/134200/Pathak\\_Suman.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/134200/Pathak_Suman.pdf?sequence=1)

## 7. ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- BBC. (n.d.). *The evolution of Home Fitness*. BBC Worklife. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.bbc.com/worklife/article/20200504-covid-19-update-quarantine-home-workouts-during-coronavirus>
- *The 4 most important types of exercise*. Harvard Health. (2022, February 2). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.health.harvard.edu/exercise-and-fitness/the-4-most-important-types-of-exercise>
- *A healthy tradition*. Open The Magazine. (2021, January 29). Retrieved November 12, 2022, from <https://openthemagazine.com/feature/a-healthy-tradition/>
- Mundasad, S. (2014, September 27). *Victorian keep-fit exercises and gym regimes revealed*. BBC News. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.bbc.com/news/health-28858090>
- Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). *Physical activity and health: A report of the surgeon general*. Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.cdc.gov/nccdphp/sgr/intro2.htm>
- Jaehnig, J. (2020, December 12). *How do tonal and Nordic Track's digital weights work?* MUO. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.makeuseof.com/how-digital-weights-work/>
- *The best fitness equipment for apartments and small spaces*. The Home Fit Freak. (2022, March 1). Retrieved November 12, 2022, from <https://thehomefitfreak.com/best-fitness-equipment-apartments-small-spaces/>
- *U.S. Home Fitness Equipment Market Size, share & covid-19 impact analysis, by equipment type (cardiovascular training equipment, strength training equipment, and others), by sales channel (online and offline), and country forecasts, 2022-2029*. U.S. Home Fitness Equipment Market Size, Share, Analysis-2029. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.fortunebusinessinsights.com/u-s-home-fitness-equipment-market-106595>
- Keh, P.-R. (2022, May 17). *Home Workout Equipment: Game-changing designs*. wallpaper.com. Retrieved November 12, 2022, from [https://www.wallpaper.com/beauty-grooming/best-home-workout-equipment#0\\_pic\\_0](https://www.wallpaper.com/beauty-grooming/best-home-workout-equipment#0_pic_0)
- Healthline Media. (n.d.). *25 Best Home Gym Equipment Items of 2022*. Healthline. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.healthline.com/health/fitness/home-gym-equipment#A-quick-look-at-the-best-home-gym-equipment->
- *Sporting Goods Testing Services - Intertek*. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from [https://www.intertek.com/uploadedFiles/Intertek/Divisions/Consumer\\_Goods/Media/PDFs/Services/SportingGoods.pdf](https://www.intertek.com/uploadedFiles/Intertek/Divisions/Consumer_Goods/Media/PDFs/Services/SportingGoods.pdf)
- *Gym equipment manufacturers*. Specialty Fitness Equipment. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.specialtyfitnessequipment.com/fitness-equipment/manufacturers>
- *CFE: Products*. CFE | Products. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <http://www.certifiedfitnessequipment.com/products.html>
- Person. (2012, July 24). *Rowing champ a gifted inventor*. The Sydney Morning Herald. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.smh.com.au/national/rowing-champ-a-gifted-inventor-20120724-22n6q.html>

- Danny. (2018, December 26). *History of the rowing machine*. Rowing & Fitness. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.rowing-machine-review.com/history-of-the-rowing-machine/>
- *Rowing machine resistance types*. Home Rowing Machine Reviews 2022. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.rowingmachine-guide.com/types.html>
- *The history of rowing machines – indoor rowing comes of age*. All Rowers. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.allrowers.com/history-of-rowing-machines.html>
- Heffernan, C. (2016, May 6). *The history of the indoor rower*. Physical Culture Study. Retrieved November 12, 2022, from <https://physicalculturestudy.com/2016/05/06/the-history-of-the-indoor-rower/>
- Laura Williams, M. S. E. (n.d.). *5 health-related components of fitness*. Verywell Fit. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.verywellfit.com/the-components-of-fitness-4154074>
- Fit&Me. (2021, April 24). *Your Ultimate Guide to Gym Equipment: Names, how to use, Price & more*. Fit&Me. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.fitandme.com/guide-gym-equipment-names-how-to-use/>
- *A revolutionary idea: College of Health & Rehabilitation Sciences: Sargent college*. A Revolutionary Idea | College of Health & Rehabilitation Sciences: Sargent College. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.bu.edu/sargent/about-us/our-publications/inside-sargent/inside-sargent-2020/a-revolutionary-idea/>
- Wollerton, M., & Mitroff, S. (2022, July 20). *Best smart home gym workouts of 2022: Peloton, mirror, tempo and more*. CNET. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.cnet.com/health/fitness/best-smart-home-gym-workouts/>
- Rellosa, J. (2022, August 2). *The 8 very best smart home-gym machines*. The Strategist. Retrieved November 12, 2022, from <https://nymag.com/strategist/article/smart-home-gym-equipment-mirror-tonal-peloton-review.html>
- *Magnets used in gyms to operate exercise equipment*. Apex Magnets Blog. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.apexmagnets.com/news-how-tos/magnets-used-gyms-operate-exercise-equipment/>
- *Electro-Magnetic Resistance Workout Machine*. prezi.com. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from [https://prezi.com/m4qjci\\_6lppu/electro-magnetic-resistance-workout-machine/](https://prezi.com/m4qjci_6lppu/electro-magnetic-resistance-workout-machine/)
- Fit&Me. (2021, April 24). *Your Ultimate Guide to Gym Equipment: Names, how to use, Price & more*. Fit&Me. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.fitandme.com/guide-gym-equipment-names-how-to-use/>
- Jeff. (2022, November 5). *The Best Home Gyms of 2022 – home gym reviews*. Top Fitness Magazine. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.topfitnessmag.com/home-gym-reviews/>
- Ra's-Al-Ghul. (2022, June 30). *Determination of the moment of inertia of a fly-wheel about its axis of rotation by falling weight method*. Learn to Share. Retrieved November 12, 2022, from <https://www.jhotpotinfo.com/2021/03/determination-of-moment-of-inertia-of.html>
- *Moment of inertia - formula, definition, equations, units, examples*. (n.d.). Retrieved November 12, 2022, from <https://www.toppr.com/guides/physics/system-of-particles-and-rotational-dynamics/moment-of-inertia/>

- Staff. (2019, January 23). *The Untold History of Weight Machines – BarBend*. Strength News. Retrieved November 13, 2022, from <http://www.strengthnews.net/the-untold-history-of-weight-machines-barbend/>