



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ.

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ:

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΟΠΟΙΕΣ ΘΑ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΒΙΟΠΙΚΟΙΛΟΤΗΤΑ



ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΚΑΡΑΚΩΣΤΑ
ΑΜ: 43910
ΕΠΙΒΛΕΨΗ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ ΕΞΑΡΧΑΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2022

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Καλλιόπη Καρακωστά του Θωμά,
με αριθμό μητρώου 43910 φοιτητής/τρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της
Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, 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».

Ο/Η Δηλών/ούσα



Copyright © Καρακώστα Καλλιόπη

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΕΞΑΡΧΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ	
ΜΑΚΡΥΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	
ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ	

Ευχαριστίες

Θα ήθελα πρωτίστως να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Γεώργιο Εξαρχάκο, γιατί χάρη στη βοήθειά του, την καθοδήγησή του και το χρόνο που αφιέρωσε στο να με συμβουλεύει κατάφερα να φέρω εις πέρας την διπλωματική μου εργασία.

Θα ήθελα επιπλέον να ευχαριστήσω το φίλο και συμφοιτητή μου Λεωνίδα Αυγούστη για τη βοήθεια που μου προσέφερε σε κάθε πρόβλημα που αντιμετώπιζα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους κοντινούς μου ανθρώπους για την στήριξη και τη συμπαράσταση που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια.

Περίληψη

Στην εποχή που διανύουμε η εξάντληση των ενεργειακών μας αποθεμάτων, τα αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα και η καταστροφή του περιβάλλοντος έχει οδηγήσει στην αναζήτηση νέων τρόπων αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων. Για το λόγο αυτό στην παρούσα διπλωματική θα μελετηθεί ο σχεδιασμός ερευνητικών κέντρων θαλάσσιας βιοποικιλότητας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με αντικείμενο έρευνας τη μελέτη και προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, τη μελέτη των υπάρχοντων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την ανακάλυψη νέων. Ο σχεδιασμός θα αφορά στο σύνολο 5 ερευνητικά κέντρα και η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Στα κεφάλαια αυτά θα αναλύονται τα ερευνητικά κέντρα και ο σκοπός τους, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναλυτική περιγραφή για το σχεδιασμό των ερευνητικών κέντρων, λεπτομέρειες για την κατασκευή υποβρύχιων πλωτών και κατασκευών ακτογραμμής, εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα κτίρια της εργασίας και τέλος τα οφέλη που θα προσκομίσει η περιοχή από την δημιουργία των ερευνητικών κέντρων.

Abstract

In the current era, the depletion of our energy reserves, growing environmental problems and the destruction of the environment has led to the search for new ways to tackle these problems. For this reason, in this thesis the design of marine biodiversity and renewable energy research centers will be studied, with the research subject being the study and protection of the marine environment, the study of existing renewable energy applications and the discovery of new ones. The design will involve a total of 5 research centers and the thesis project consists of 6 chapters. These chapters will discuss the research centers and their purpose, renewable energy sources, a detailed description of the design of the research centers, details of the construction of underwater floats and shoreline structures, renewable energy applications that have been used in the buildings in the work and finally the benefits to the region from the establishment of the research centers.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	11
1. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ.....	11
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	11
1.1.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ	11
1.1.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	12
1.1.3 ΠΡΩΙΜΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	13
1.1.4 Η ΕΞΕΛΙΚΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΤΟ 19 ^ο ΑΙΩΝΑ	14
1.2 ΣΚΟΠΟΣ.....	15
1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	16
1.4 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	17
1.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΩΡΩΝ.....	22
1.5.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ.....	23
1.5.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΡΙΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ	23
1.5.3 ΑΝΟΙΧΤΑ & ΚΛΕΙΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	24
1.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	27
2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	27
2.1 ΒΙΟΜΑΖΑ.....	27
2.1.1 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	28
2.1.1.1 ΞΥΛΟ & ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ	28
2.1.1.2 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	29
2.1.1.3 ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΧΥΤΑ)	30
2.1.1.4 ΒΙΟΑΕΡΙΟ	31
2.1.1.5 ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΛΚΟΟΛΗΣ	32
2.1.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	33
2.1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	33
2.1.3.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΥΓΡΑΣΙΑ.....	33
2.1.3.2 ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ	34
2.1.3.3 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΦΡΑ	34
2.1.3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΞΙΑ	34
2.1.3.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΛΚΑΛΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ.....	35
2.1.3.6 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ/ΛΙΓΝΙΝΗΣ	35
2.1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	35
2.1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	36

2.1.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	36
2.1.5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	38
2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	40
2.2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ.....	41
2.2.2 ΠΗΓΕΣ	42
2.2.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ.....	44
2.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	44
2.2.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	45
2.2.5.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	45
2.2.5.2 ΒΑΘΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	46
2.2.6 ΠΛΕΟΝΕΛΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	47
2.2.6.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	47
2.2.6.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	48
2.2.7 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	49
2.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	50
2.3.1 ΙΣΤΟΡΙΑ.....	50
2.3.2 ΜΕΡΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	51
2.3.3 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	52
2.3.3.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ (HAWT).....	53
2.3.3.2 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ (VAWT)	54
2.3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	55
2.3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	55
2.3.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	55
2.4 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	56
2.4.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ	57
2.4.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ	58
2.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	59
2.4.3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	59
2.4.3.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	59
2.4.4 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	60
2.5 ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	61
2.5.1 ΙΣΤΟΡΙΑ.....	61
2.5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ	62
2.5.2.1 ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΙ ΦΡΑΚΤΕΣ.....	63
2.5.2.2 ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΙ ΣΤΡΟΒΙΛΟΙ	64
2.5.3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ.....	65

2.5.3.1.1	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ	65
2.5.3.1.1.1	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΥΔΑΤΟΣ.....	66
2.5.3.1.1.2	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ/ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (SSG).....	68
2.5.3.1.1.3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ	69
2.5.3.1.2	ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ.....	70
2.5.3.1.2.1	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΣΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΥΔΑΤΟΣ	70
2.5.3.1.2.2	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ	71
2.5.3.1.2.3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ	72
2.5.3.1.2.4	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	73
2.5.3.1.3	ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ	74
2.5.3.1.3.1	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΥΔΑΤΟΣ	74
2.5.3.1.3.3	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ	76
2.5.3.1.3.4	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ	77
2.5.4	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	78
2.5.4.1	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	78
2.5.4.2	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	78
2.6	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	79
2.6.1	ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	80
2.6.1.1	ΗΛΙΑΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ	81
2.6.1.2	ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ	82
2.6.1.3	ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ.....	83
2.6.1.4	ΗΛΙΑΚΟ ΑΙΘΡΙΟ.....	84
2.6.2	ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ	85
2.6.2.1	ΣΚΙΑΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	85
2.6.2.2	ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....		87
3.1	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ.....	87
3.1.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	87
3.2	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	90
3.2.1	ΣΧΕΔΙΑ.....	93
3.3	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ/ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....	99
3.3.1	ΣΧΕΔΙΑ.....	104
3.4	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	110
3.4.1	ΣΧΕΔΙΑ	113
3.5	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	117
3.5.1	ΣΧΕΔΙΑ.....	121

3.6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	124
3.6.1 ΣΧΕΔΙΑ	129
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	134
4.1 ΠΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	134
4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	134
4.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	135
4.1.3 ΕΙΔΗ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	136
4.1.4 ΥΔΡΟΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ	137
4.1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ & ΑΣΦΑΛΕΙΑ.....	138
4.1.6 ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΝΔΕΣΜΜΩΝ.....	138
4.1.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	139
4.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	140
4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	140
4.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....	141
4.2.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ (COFFERDAMS)	142
4.2.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ.....	143
4.2.2.3 ΦΥΛΛΑ ΠΑΣΣΑΛΩΝ.....	144
4.2.2.4 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ	145
4.2.3 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ	146
4.2.4 ΥΛΙΚΑ.....	147
4.2.5 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	149
4.2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΒΡΥΧΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....	150
4.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ	151
4.3.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	151
4.3.2 ΒΛΑΒΕΣ.....	152
4.3.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	153
5.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	153
5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ	154
5.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	154
5.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ/ΒΙΟΜΑΖΑΣ	155
5.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	156
5.6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	157
5.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ	157
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	158
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	159

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

Ως πρώτο ερευνητικό κέντρο θεωρείται η Γαλλική Ακαδημία Επιστημών, η οποία ιδρύθηκε από τον LouisXIV το 1666 και δημιουργήθηκε ώστε με τη βοήθεια της συλλογικής επιστημονικής σκέψης να βελτιώσει τις συνθήκες ζωής των πολιτών. Ήταν το πρώτο ίδρυμα το οποίο διεξήγαγε επιστημονική έρευνα στην Ευρώπη και είχε τα περισσότερα επιστημονικά επιτεύγματα στην Ευρώπη τον 17^ο και τον 18^ο αιώνα[1]¹.

Ο κόσμος καθημερινά έρχεται αντιμέτωπος με περιορισμούς που τον προβληματίζουν και σκοπός των ερευνητικών κέντρων είναι η δημιουργία ενός σχεδίου για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων. Από τα ερευνητικά κέντρα μπορούν να προκύψουν σημαντικά επιτεύγματα, που μπορούν να αλλάξουν τις επόμενες γενιές, μετατρέποντας τα προβλήματα σε οφέλη και μπορούν να αναπτυχθούν νέες τεχνικές και τεχνολογίες. Τα ερευνητικά κέντρα μπορούν να μελετήσουν προβλήματα τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο και να δώσουν τοπικές και διεθνείς λύσεις.

¹ MAMcIntosh, "History of the Beginnings of the Laboratory in the Early Modern World," *Brewminate*, Feb. 10, 2018. <https://brewminate.com/history-of-the-beginnings-of-the-laboratory-in-the-early-modern-world/> (accessed Apr. 12, 2021)

1.1.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τα εργαστήρια είναι ένας χώρος στον οποίο συνεργάζονται αρμονικά ο άνθρωπος και η τεχνολογία προκειμένου να παραχθούν επιστημονικά δεδομένα και με τη βοήθεια τεχνικών πόρων διερευνούν φυσικά φαινόμενα. Η αντίληψη και οι γνώσεις που έχουμε πάνω στην επιστήμη βασίζονται κατά κύριο λόγο σε αυτά, οπότε δεν υφίσταται επιστήμη χωρίς τα εργαστήρια. Τα εργαστήρια αποτελούν χώρους εκσυγχρονισμού. Τα πρώτα εργαστήρια κάνουν την εμφάνισή τους στις αρχές της σύγχρονης περιόδου και πιο συγκεκριμένα από το 17^ο αιώνα και μετά. Ειδικά από το 19^ο αιώνα τα εργαστήρια φυσικής, χημείας και βιολογίας λόγω των πανεπιστημιακών μεταρρυθμίσεων έχουν όλο και μεγαλύτερη ανάπτυξη. Η ανάπτυξη αυτή καταγράφεται σε διάφορες χώρες, οι οποίες ανταλλάσσαν μεταξύ τους επιστημονικά δεδομένα αλλά ανταγωνίζονταν και η μία την άλλη. Τα σύγχρονα εργαστήρια αποτελούνταν από επαγγελματίες που σκοπός τους ήταν η δημιουργία καινοτομιών και επιστημονικών δεδομένων[1]².

² MAMcIntosh, "History of the Beginnings of the Laboratory in the Early Modern World," *Brewminate*, Feb. 10, 2018. <https://brewminate.com/history-of-the-beginnings-of-the-laboratory-in-the-early-modern-world/> (accessed Apr. 12, 2021)

1.1.3 ΠΡΩΙΜΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Ο όρος εργαστήριο υπήρχε ήδη από τη μεσαιωνική περίοδο, αλλά όχι με τον τρόπο που το γνωρίζουμε τώρα, απλά θεωρούνταν εργασία. Το 1450 ο όρος χρησιμοποιούνταν στα μοναστήρια και υποδήλωναν τις αίθουσες των γραφείων και τους κοιτώνες, ενώ το 16^ο αιώνα τα εργαστήρια κατά κύριο λόγο ήταν τα εργαστήρια αλχημιστών, μεταλλουργών και φαρμακοποιών. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα άρχισε να χρησιμοποιείται ο όρος εργαστήριο με τον τρόπο που το γνωρίζουμε στη σύγχρονη εποχή[1].

Στα τέλη του 16^{ου} αιώνα δημιουργήθηκε ένα από τα πρώτα ερευνητικά εργαστήρια για τον Δανό αστρονόμο Tycho Brahe. Το συγκεκριμένο κτίριο αποτελούνταν από 3 μέρη. Ο επάνω όροφος διέθετε αστρονομικό εξοπλισμό την παρακολούθηση του ουρανού, από κάτω ήταν το μαθηματικό εργαστήριο για τους υπολογισμούς και στο κελάρι το εργαστήριο του αλχημιστή[1].

Τα εργαστήρια συνήθως απεικονίζονταν σαν ένα χώρο που συνδυάζε βιβλία με όργανα, δηλαδή ήταν χώροι τόσο χειρωνακτικής εργασίας όσο και χώροι ανάγνωσης και γραφής. Τα εργαστήρια χρησιμοποιήθηκαν με αυτό τον τρόπο για μεγάλο χρονικό διάστημα πριν αποτελέσουν χώρους για την ανακάλυψη και διεύρυνση επιστημονικών γνώσεων. Παρόλη την εξέλιξη και την ανάπτυξη της επιστήμης, ακόμα και στα τέλη του 18^{ου} αιώνα δεν υπήρχε η σύγχρονη έννοια του εργαστηρίου, θεωρούνταν ακόμα χώροι παραγωγής υλικών[1]³.



Εικόνα 1. Απεικόνιση χημικού εργαστηρίου το 1765. Από *Encyclopédie, ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers, Planches, Neuchatel 1765, vol. 33, "Chimie"*[1].

³ MAMcIntosh, "History of the Beginnings of the Laboratory in the Early Modern World," *Brewminate*, Feb. 10, 2018. <https://brewminate.com/history-of-the-beginnings-of-the-laboratory-in-the-early-modern-world/> (accessed Apr. 12, 2021)

1.1.4 Η ΕΞΕΛΙΚΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΤΟ 19^ο ΑΙΩΝΑ

Στις αρχές του 19^{ου} αιώνα οι πανεπιστημιακές μεταρρυθμίσεις και η δημιουργία νέων πανεπιστημίων οδήγησαν στην ανάπτυξη του εργαστηρίου. Τα πανεπιστήμια έπαψαν να λειτουργούν αποκλειστικά για τη συλλογή γνώσεων, πλέον αποτελούσαν και χώρους για επιστημονική έρευνα. Αρχικά δημιουργήθηκαν ιδιωτικά εργαστήρια έρευνας, στα οποία επικεφαλής ήταν καθηγητές πανεπιστημίου, με αποτέλεσμα να αναπτυχθούν γρήγορα και να ενσωματωθούν στα πανεπιστήμια. Η ανάπτυξη αυτών των εργαστηρίων συνέβη ιδιαίτερα στις γερμανόφωνες περιοχές, όπου το επίκεντρο της έρευνάς τους ήταν η φυσική, η χημεία και η φυσιολογία. Το μεγαλύτερο μέρος του 19^{ου} αιώνα ο όρος εργαστήριο ήταν συνώνυμο του χημικού εργαστηρίου, κάτι που άλλαξε από το 1898 και άρχισε να περιγράφεται ως ένας χώρος, στον οποίο πραγματοποιούνται χημικές, φαρμακευτικές, φυσικές και τεχνικές εργασίες. Εκείνη την περίοδο έκαναν και την εμφάνισή τους σε επιστημονικά περιοδικά περιγραφές για τη δομή των εργαστηρίων, όπως κατόψεις, χαρακτηριστικά, εξοπλισμός, εγκαταστάσεις. Επιπλέον υπήρχαν και απεικονίσεις τους σε βιβλία αρχιτεκτονικής. Μέσα από τα βιβλία, τα άρθρα και τα περιοδικά διαδόθηκαν οι γνώσεις πάνω στα εργαστήρια. Δεν αποτελούσαν μόνο αυτά όμως τη βασική πηγή διάδοσης. Τα ταξίδια και οι επισκέψεις των ερευνητών σε διάφορες πόλεις και χώρες της Ευρώπης οδήγησαν στην αλληλεπίδραση και επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων και την ανταλλαγή απόψεων. Στην Ευρώπη η εξάπλωση του εργαστηριακού πολιτισμού δεν ήταν ομοιόμορφη, μπορεί να είχε κάποιες βασικές αρχές, οι οποίες βασίζονταν κυρίως στα γερμανόφωνα εργαστήρια, αλλά στην πορεία οι διαδικασίες ερευνών και ο εξοπλισμός άλλαζαν[1].

Τα εργαστήρια είναι χώροι προόδου και προσφέρουν δυνατότητες εξέλιξης σε οποιαδήποτε επιστήμη. Εκτός από τις καινούριες επιστήμες και γνώσεις που προσφέρουν δημιουργούν νέους επιστήμονες με προσωπικότητες, ικανούς εργαστούν συλλογικά, να δημιουργήσουν και να ανακαλύψουν[1]⁴.

⁴ MAMcIntosh, "History of the Beginnings of the Laboratory in the Early Modern World," *Brewminate*, Feb. 10, 2018. <https://brewminate.com/history-of-the-beginnings-of-the-laboratory-in-the-early-modern-world/> (accessed Apr. 12, 2021)

1.2 ΣΚΟΠΟΣ

Η έρευνα είναι σημαντικό στοιχείο για την πορεία και την ανάπτυξη μιας κοινωνίας[2]⁵. Τα ερευνητικά κέντρα θεωρούνται σύμβολα της τεχνολογικής προόδου κάθε χώρας και είναι απαραίτητα για τις ανακαλύψεις του χθες, του σήμερα και του αύριο. Αποστολή των ερευνητικών κέντρων είναι η έρευνα, η τεχνολογική ανάπτυξη και η καινοτομία, η κατάρτιση και η αξιοποίηση ερευνητικού δυναμικού και η συμβολή στην οικονομική ανάπτυξη και στην απασχόληση. Χιλιάδες επιστήμονες και μηχανικοί του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα από βιομηχανίες όπως η φαρμακευτική, η βιοϊατρική και η βιοτεχνολογία χρησιμοποιούν όλα τα είδη εργαστηρίων και οργάνων για να προωθήσουν τα σύνορα της γνώσης. Υπάρχουν πολλά είδη ερευνητικών εγκαταστάσεων, κι ένα από αυτά είναι τα ερευνητικά εργαστήρια. Τα Εργαστήρια Ερευνών ταξινομούνται περαιτέρω κατά τύπο (π.χ., υγρά εργαστήρια και στεγνά εργαστήρια) και ανά τομείς (π.χ. ακαδημαϊκά, εταιρικά και κυβερνητικά εργαστήρια). Πολλές υπάρχουσες ερευνητικές εγκαταστάσεις, ιδίως εκείνες των κυβερνητικών οργανισμών και των πανεπιστημίων, βρίσκονται σε μια εποχή που απαιτούνται ανακαινίσεις για να υποστηριχθεί η σύγχρονη έρευνα που απαιτείται να βρίσκεται στην αιχμή της επιστήμης και της τεχνολογίας. Τα ερευνητικά εργαστήρια είναι περίπλοκα, τόσο τεχνικά όσο και μηχανικά και η κατασκευή και συντήρησή τους είναι δαπανηρή. Επομένως ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η ανακαίνισή τους αποτελούν πρόκληση για τους εμπλεκόμενους[3]⁶.

⁵ M. Bisadi, F. Mozaffar, and S. B. Hosseini, "Future Research Centers: The Place of Creativity and Innovation," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 68, pp. 232–243, Dec. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.223.

⁶ "Research Facilities | WBDG - Whole Building Design Guide." <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities> (accessed May 18, 2021).

1.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Παγκοσμίως υπάρχουν χιλιάδες ερευνητικά κέντρα που συμβάλλουν στην κάλυψη των αναγκών της επιστήμης αλλά και στην ανάπτυξη διαφόρων κλάδων της επιστήμης. Στην παρούσα εργασία οι κλάδοι που μας αφορούν είναι η θαλάσσια έρευνα και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα καλύτερα ερευνητικά κέντρα θαλάσσιας έρευνας στον κόσμο είναι: Woods Hole Oceanographic Institute, Scripps Institute of Oceanography, Grad School of Oceanography at University of Rhode Island, Monterey Bay Aquarium Research Institute, Centre for Maritime Research and Experimentation (CMRE), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Institute of Water and Atmospheric Research, New Zealand (NIWA), Plymouth Marine Laboratory, UK (PML), Institute of Marine Environment and Resources, Vietnam (IMER), Australian Antarctic Division[4]⁷.

Στόχος τους είναι η διεξαγωγή έρευνας στους παρακάτω τομείς:

- Δομή και λειτουργία θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Θαλάσσια βιοποικιλότητα.
- Κλιματική αλλαγή και εξέλιξη οικοσυστημάτων.
- Ο ρόλος των φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων στο υδάτινο περιβάλλον.
- Κύκλος ζωής ψαριών, δυναμική αλιευμάτων, οικολογία αλιευμάτων, μοντελοποίηση και διαχείριση.
- Υδατοκαλλιέργειες.
- Γενετική πληθυσμών και γονιδιωματική θαλάσσιων οργανισμών.
- Εφαρμογές βιοτεχνολογίας[5]⁸.

Τα καλύτερα ερευνητικά κέντρα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας παγκοσμίως σύμφωνα με την κατάταξη Ranking Web of Research Centers είναι: Centre for Renewable Energy Systems Technology (CREST) Loughborough University, UK Energy Research Centre (UKERC), Offshore Renewable Energy Catapult, The National Renewable Energy Laboratory (NREL), Fraunhofer ISE and Fraunhofer IWES, EUREC, IKRE. Σκοπός τους είναι να συμβάλλουν στην προώθηση των εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στη σωστή χρήση αλλά και στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς στη μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος[4]. Στην Ελλάδα τα ερευνητικά κέντρα που δραστηριοποιούνται στους συγκεκριμένους τομείς είναι το Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ και το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας ΚΑΠΕ.

⁷ "Woods Hole Oceanographic Institution," <https://www.whoi.edu/>. <https://www.whoi.edu/> (accessed May 18, 2021).

⁸"Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών," *Edujob | Συμβουλευτική - Επαγγελματικός Προσανατολισμός*. <http://edujob.gr/node/118545> (accessed May 17, 2021).

1.4 ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Τα χωρικά χαρακτηριστικά ενός κέντρου έρευνας πρέπει να ευνοούν την παραγωγή δημιουργικών και καινοτόμων αποτελεσμάτων. Η έρευνα σε αντίθεση με άλλες εργασίες είναι αρκετά χρονοβόρα γι' αυτό και οι ερευνητές περνούν αρκετό από το χρόνο τους στα γραφεία και τα εργαστήριά τους. Οπότε αφού ξοδεύουν τόσο χρόνο στο χώρο εργασίας, το φυσικό τους περιβάλλον θα μπορούσε να επηρεάσει τις αποδόσεις τους. Επιπλέον η έρευνα κατά κύριο λόγο είναι ομαδική εργασία, οπότε ο χώρος εργασίας πρέπει να ευνοεί και την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των εργαζομένων. Επομένως για να επιτευχθούν οι στόχοι ενός ερευνητικού κέντρου και να εξασφαλιστεί η δημιουργικότητα και η καινοτομία στα αποτελέσματα θα πρέπει τα ερευνητικά κέντρα να έχουν τις παρακάτω σχεδιαστικές απαιτήσεις[2]⁹:

- Άνεση

Είναι σημαντικό οι εργαζόμενοι να αισθάνονται ευεξία και ηρεμία στον χώρο εργασίας τους για να μπορούν να αποδώσουν. Αρχιτεκτονικά αυτό μεταφράζεται στην άμεση πρόσβαση των εργαζομένων με το περιβάλλον του εργαστηρίου, στη χρήση εξοπλισμού που βοηθάει στη σωστή στάση του σώματος και στο σωστό φωτισμό ώστε να μην κουράζονται τα μάτια των εργαζομένων[6]¹⁰.

- Ακουστικότητα

Η ακουστικότητα είναι βασική προϋπόθεση για την συγκέντρωση και κατά συνέπεια την παραγωγικότητα των υπαλλήλων. Κάθε χώρος σε ένα ερευνητικό κέντρο απαιτεί ηχομόνωση και έλεγχο ήχου. Οι χώροι εργασίας θέλουν ελεγχόμενο ήχο γιατί χωρίζονται σε διαφορετικές ζώνες δραστηριοτήτων, όπου κάποιος πρέπει να εργάζεται με ησυχία και συγκέντρωση ενώ κάποιος άλλος να παράγει ήχο μέσω των εργασιών τους. Αυτό ισχύει και για τις βιβλιοθήκες οι οποίες χωρίζονται σε χώρους συλλογικής και διαδραστικής μάθησης και σε χώρους ατομικής μάθησης. Στα γραφεία συνεδριάσεων απαιτείται ιδιωτικότητα, οπότε χρειάζονται ηχομόνωση[6].

- Εξαερισμός

Είναι βασικό σε κάθε ερευνητικό κέντρο να υπάρχει καθαρός αέρας. Στα ερευνητικά κέντρα υπάρχει πιθανότητα λόγω των εργασιών να παραχθούν επιβλαβείς οσμές. Οπότε για την ομαλή λειτουργία των εργαστηρίων πρέπει να υπάρχει καθαρός αέρας σε όλους τους χώρους του κτιρίου[6]

⁹ M. Bisadi, F. Mozaffar, and S. B. Hosseini, "Future Research Centers: The Place of Creativity and Innovation," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 68, pp. 232–243, Dec. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.223.

¹⁰ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu."

https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

- Τοποθεσία

Η πρόσβαση στο ερευνητικό κέντρο πρέπει να είναι εύκολη και για τους εργαζόμενους που βρίσκονται εκεί καθημερινά αλλά και για τυχόν επισκέπτες. Επιπλέον η τοποθεσία αν ήταν κοντά στη φύση, σε ένα καταπράσινο τοπίο, θα ευνοούσε την παραγωγικότητα των εργαζομένων καθώς θα ήταν πιο δημιουργικοί[6]¹¹.

- Εικόνα κτιρίου

Η εξωτερική και εσωτερική εικόνα ενός κτιρίου πρέπει να δίνει ερεθίσματα, ώστε να κεντρίζει το ενδιαφέρον των επισκεπτών και των εργαζομένων. Ιδιαίτερα η εικόνα ενός ερευνητικού κέντρου πρέπει να διαμορφώνεται ανάλογα με τους στόχους και τη λειτουργία του, να αντικατοπτρίζει την ταυτότητά του και να δίνει κίνητρο στον κόσμο για να το επισκεφθεί[6].

- Ευελιξία

Η ευελιξία είναι απαραίτητη κυρίως στα εργαστήρια. Πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να αλλάξει ή να διαμορφωθεί ο χώρος των εργαστηρίων, όπως επίσης και να διαμορφωθούν οι λειτουργίες των εργαστηρίων ανάλογα με τις απαιτήσεις που θα έχει κάθε φορά η έρευνα. Να υπάρχει η δυνατότητα της εξέλιξης της τεχνολογίας και των πειραμάτων και η δυνατότητα επέκτασης του εξοπλισμού και του προσωπικού, όποτε και όταν χρειαστεί[6].

- Ιδιωτικότητα

Σε ένα ερευνητικό κέντρο χρειάζεται και η καινοτομία, η οποία επιτυγχάνεται με συλλογική δραστηριότητα και επικοινωνία, αλλά και η δημιουργική σκέψη, η οποία επιτυγχάνεται με απομόνωση. Για την απομόνωσή τους οι εργαζόμενοι είναι απαραίτητο να έχουν τα γραφεία τους, τα οποία όμως πρέπει να βρίσκονται κοντά το ένα με το άλλο για να είναι εύκολη η επικοινωνία μεταξύ των εργαζομένων[6].

- Security

Η ύπαρξη ενός συστήματος ελέγχου και φύλαξης του κτιρίου προσφέρει μια προστασία στο κτίριο και τους εργαζόμενους από τους εξωτερικούς επισκέπτες, ώστε οι εργαζόμενοι και οι ιδιωτικές πληροφορίες και η έρευνα του κάθε εργαστηρίου να είναι ασφαλείς. Το προσωπικό των συστημάτων ασφαλείας, πρέπει να βρίσκεται σε ένα ειδικό δωμάτιο, όπου θα γίνεται η παρακολούθηση όλων των χώρων και θα είναι σε ετοιμότητα ο συναγερμός ασφαλείας [6]¹².

¹¹ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

¹² "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

- Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι το κύριο μέλημα στο σχεδιασμό των εργαστηρίων και είναι απαραίτητη για την ομαλή λειτουργία ενός ερευνητικού κέντρου, γιατί πρέπει να προστατεύεται από κινδύνους ή ατυχήματα. Υπάρχουν χώροι υψηλού κινδύνου, όπως τα δωμάτια ακτινοβολίας και αυτοί οι χώροι θα πρέπει να είναι αρχιτεκτονικά απομονωμένοι και με πόρτες πυρασφάλειας. Βασική είναι και η εγκατάσταση ενός συστήματος πυρασφάλειας, όπως επίσης και έξοδοι κινδύνου σε περίπτωση άμεσης αντιμετώπισης κάποιου περιστατικού. Στα εργαστήρια, όπου διεξάγονται πειράματα με μολυσματικά υλικά θα πρέπει να απορρίπτονται τον αέρα τους σε ειδικά φίλτρα για να περιοριστεί η εξάπλωσή τους. Η δημιουργία χώρων αρνητικών πιέσεων μέσα στο εργαστήριο είναι ένας τρόπος για να διακοπεί η μετάδοσή τους, ώστε να μην αποβάλλεται ο αέρας σε αγωγούς.

- Ηλεκτρικά Συστήματα

Τα ηλεκτρικά συστήματα εξοπλίζουν το εργαστήριο με εφεδρικές γεννήτριες, προστατευμένες πρίζες σε τοποθεσίες με υγρασία μέσα στο εργαστήριο, με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ελέγχουν το φωτισμό, την ασφάλεια, τη χρήση του νερού αλλά και τον αέρα και τη θερμοκρασία του εργαστηρίου.

- Προσανατολισμός

Η δημόσια εικόνα ενός ερευνητικού κέντρου εξαρτάται και από τον προσανατολισμό του. Σε περιοχές με θερμό κλίμα οι ζώνες του κτιρίου με μεγάλη πληρότητα έχουν βόρειο προσανατολισμό, ενώ σε περιοχές με ψυχρό κλίμα έχουν νότιο προσανατολισμό. Αυτό βοηθάει στη μεγιστοποίηση της εργατικότητας των υπαλλήλων, στον περιορισμό της χρήσης τεχνητών φώτων όπως επίσης και μηχανημάτων που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία[6].

- Κυκλοφορία

Το ιδανικό για τη διαμόρφωση ενός ερευνητικού κέντρου είναι να μπορούν οι χρήστες να κυκλοφορούν κυκλικά ξεκινώντας από την αρχή, καταλήγοντας στο τέλος και ξανά από την αρχή. Η σωστή διαμόρφωση της κυκλοφορίας προσφέρει άνεση, διάδραση και ασφάλεια μεταξύ των χρηστών. Η πρόσβαση του κοινού στις δραστηριότητες που επιθυμεί θα πρέπει να γίνεται χωρίς να εμποδίζεται η δουλειά των εργαζομένων. Τα κλιμακοστάσια πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα ώστε να μπορούν να δεχθούν μεγάλο αριθμό ατόμων. Οι διάδρομοι πρέπει να είναι διαμορφωμένοι ώστε να αποφεύγονται οι τραυματισμοί, η φασαρία και ο συνωστισμός. Πρέπει η κυκλοφορία να καθορίζεται από τις ανάγκες του εργασιακού περιβάλλοντος και να υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε διαφορετικούς χώρους. Σε χώρους με μεγάλο συνωστισμό είναι απαραίτητο στα πατώματα να χρησιμοποιούνται υλικά που αντέχουν την έντονη κίνηση και δεν ολισθαίνουν ώστε να προκαλέσουν τραυματισμούς, όπως επίσης και ειδικά υλικά για να απορροφούνται ενοχλητικοί ήχοι[6].

- Αλληλεπίδραση

Η αλληλεπίδραση σε ένα ερευνητικό κέντρο μπορεί να επιτευχθεί με καλή ορατότητα και με τη δημιουργία χώρων αναψυχής και εκπαίδευσης. Ένα ερευνητικό κέντρο πρέπει να διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προωθεί την αλληλεπίδραση των επιστημόνων με σκοπό την ενίσχυση της συνεργασίας τους για την βελτίωση της έρευνας. Η αλληλεπίδραση με τους επισκέπτες είναι επίσης σημαντική για την ανάπτυξη της εκπαίδευσης στην κοινότητα και κατά συνέπεια την υποστήριξή τους στο ερευνητικό κέντρο[6]¹³.

- Συντήρηση – Ανθεκτικότητα

Η συντήρηση είναι απαραίτητη σε κάθε κτίριο, πόσο μάλλον σε ένα ερευνητικό κέντρο, που έχει περισσότερες απαιτήσεις λόγω των εργαστηρίων, του εξοπλισμού και των δεδομένων που επεξεργάζεται και τα οποία θα πρέπει να διατηρούνται και να μην φθείρονται. Τα υλικά συντήρησης είναι προτιμότερο να είναι ακριβά, ώστε να διατηρούνται περισσότερο, με αποτέλεσμα μακροχρόνια τα έξοδα συντήρησης να είναι λιγότερα. Η ανθεκτικότητα του κτιρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή και τη συντήρησή του, αλλά μπορεί να εξαρτηθεί και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες είναι εκτεθειμένο το κτίριο[6]¹⁴.

- Ενεργειακή απόδοση

Τα ερευνητικά εργαστήρια χρησιμοποιούν πολύ περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρησιμοποιούν οι υπόλοιποι χώροι εργασίας. Αυτό συμβαίνει γιατί λόγω των εργασιών που γίνονται στο κτίριο, έχουν περισσότερες ενεργειακές απαιτήσεις, απαιτήσεις εξαιρισμού και ασφάλειας. Γι' αυτό οι κατασκευαστές θα πρέπει να δημιουργήσουν εργαστήρια υψηλής απόδοσης, που θα έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και θα έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ιδανικά ένα αυτόνομο ερευνητικό κέντρο θα πρέπει να παράγει όση ενέργεια χάνει. Η ενεργειακή αποδοτικότητα σε ένα κτίριο μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ειδικών υλικών και με τη διαμόρφωση της κατασκευής έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται στο έπακρο τις ενεργειακές του δυνατότητες. Αυτό δηλαδή επιτυγχάνεται με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με τη βέλτιστη εκμετάλλευση του ηλιακού φωτός για την αποφυγή χρήσης τεχνητών φώτων, με θερμομόνωση και φυσικό εξαερισμό. Το περιβαλλοντικό αντίκτυπο ενός ερευνητικού κέντρου επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την ενεργειακή του απόδοση[6].

¹³ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

¹⁴ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

- Εξοικονόμηση

Ένα ερευνητικό κέντρο πρέπει να εκμεταλλεύεται τους φυσικούς πόρους στην τοποθεσία που θα κατασκευαστεί, για να έχει ένα επιτυχημένο σχέδιο. Πρέπει να χρησιμοποιεί κατασκευαστικά υλικά, τα οποία είναι διαθέσιμα στη χώρα που χτίζεται. Τα ερευνητικά κέντρα από μόνα τους δεν έχουν αρκετά έσοδα ώστε να διαθέτουν χρήματα για περαιτέρω έρευνα γι' αυτό οι ερευνητές πρέπει να αναζητούν επενδυτές που έχουν να επωφεληθούν από την έρευνα που διεξάγεται. Πρέπει ο σχεδιασμός του κτιρίου να είναι συγκεκριμένος και να μην υπάρχει ανεκμετάλλευτος χώρος στο κτίριο και να μην υπάρχουν σχεδιαστικές υπερβολές όπου δεν χρειάζεται[6]¹⁵.

Η εφαρμογή όλων αυτών των απαιτήσεων οδηγεί στη δημιουργία του κατάλληλου ερευνητικού κέντρου που δίνει έμφαση στους ερευνητές και στα αποτελέσματα της έρευνας[2]¹⁶.

¹⁵ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

¹⁶ M. Bisadi, F. Mozaffar, and S. B. Hosseini, "Future Research Centers: The Place of Creativity and Innovation," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 68, pp. 232–243, Dec. 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.223.

1.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ-ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΧΩΡΩΝ

Ο σχεδιασμός των ερευνητικών εγκαταστάσεων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς πρόκειται για ένα χώρο όπου διεξάγεται επιστημονική έρευνα και όχι μόνο και αποτελείται από διαφορετικούς χώρους. Ένα ερευνητικό κέντρο αποτελείται από εργαστήρια, γραφεία, βιβλιοθήκες, αποθήκες και αποθηκευτικούς χώρους, αίθουσες εκδηλώσεων, χώρους αναμονής, χώρους ψυχαγωγίας και συνάθροισης κτλ. Οι βασικότεροι χώροι είναι τα εργαστήρια έρευνας όπου το δομικό στοιχείο είναι σημαντικό σε οποιαδήποτε εργαστηριακή εγκατάσταση. Ένα καλά σχεδιασμένο εργαστήριο θα συντονίζει πλήρως όλα τα αρχιτεκτονικά και μηχανικά συστήματα και θα προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα[7]:

- Ευελιξία, διότι η μονάδα του εργαστηρίου θα πρέπει να προωθεί την αλλαγή μέσα στο κτίριο, καθώς οι απαιτήσεις της έρευνας αλλάζουν συνεχώς και πρέπει να είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν αλλαγές μέσα σε αυτό[7].
- Επέκταση γιατί ο εξοπλισμός του εργαστηρίου θα πρέπει να προσαρμόζεται εύκολα σε τυχόν επεκτάσεις χωρίς να παρεμποδίζει τη λειτουργία του[7].

Ένα κοινό εργαστήριο έχει πλάτος περίπου 3 μέτρα, αλλά το βάθος του μπορεί να είναι από 6-9 μέτρα. Βάσει του μεγέθους του εργαστηρίου υπολογίζεται και το βάθος του. Η διάσταση του βασίζεται σε δύο σειρές μηχανημάτων και εξοπλισμού που υπάρχει σε κάθε τοίχο και κάθε εργαστήριο θα πρέπει να χωρίζεται από ένα διάδρομο πάχους 2 μέτρων κι ένα τοίχο 2 μέτρων[7]¹⁷.

¹⁷“Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide.” <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (accessed May 18, 2021).

1.5.1 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΥΟ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ

Ευελιξία σε ένα εργαστήριο μπορεί να προσφέρει μια μονάδα εργαστηρίου που λειτουργεί σε δύο κατευθύνσεις. Έτσι οποιαδήποτε εργαστηριακή δουλειά θα μπορεί να οργανωθεί και να επιτευχθεί σε 2 κατευθύνσεις. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ο χώρος του εργαστηρίου βρίσκεται σε έναν όροφο και οι εργαζόμενοι μπορούν να κινούνται μόνο σε αυτόν. Αυτός ο τρόπος προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία αλλά απαιτεί και περισσότερο χώρο[7].

1.5.2 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΡΙΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ

Εργαστήρια τέτοιου τύπου σχεδιάζονται με τρόπο, ώστε να συνδυάζεται η βασική εργαστηριακή μονάδα με οποιοδήποτε διάδρομο του εργαστηρίου ακόμα και σε διαφορετικό όροφο. Για τη δημιουργία μιας τρισδιάστατης εργαστηριακής μονάδας[7]:

- Πρέπει να υπάρχει μια βασική μονάδα εργαστηρίου[7].
- Όλες οι κατακόρυφες μονάδες όπως σκάλες, ανελκυστήρες, κατακόρυφος εξοπλισμός, πρέπει να είναι συντονισμένες[7].
- Πρέπει να συντονίζονται και όλα τα μηχανικά, ηλεκτρικά και υδραυλικά συστήματα[7]¹⁸.

Η εικόνα του κτιρίου και ο τρόπος που λειτουργεί εξαρτώνται τα εργαστήρια, τα γραφεία και οι διάδρομοι. Θα πρέπει να είναι καθορισμένος ο αριθμός των διαδρόμων, η τοποθέτηση των εργαστηρίων, η τοποθέτηση των ειδικών οργάνων και ο εξοπλισμός για την ομαλή λειτουργία των εργαστηρίων. Επιπλέον το ιδανικό είναι ένα κέντρο έρευνας να εκμεταλλεύεται όσο δυνατόν περισσότερο το φυσικό φως, για να περιορίζει την ενεργειακή δαπάνη. Ωστόσο αυτό δεν είναι εφικτό σε όλες τις εγκαταστάσεις του κτιρίου, καθώς υπάρχουν ειδικά όργανα και εξοπλισμός, όπως ηλεκτρονικά μικροσκόπια και λέιζερ, που δεν είναι δυνατόν να λειτουργήσουν υπό το φως της ημέρας αλλά χρειάζονται τεχνητό φως. Πρέπει να γίνει σωστή χωροθέτηση μεταξύ των εργαστηριακών και μη εργαστηριακών τμημάτων του ερευνητικού κέντρου για να μειώνονται στο ελάχιστο τα έξοδα. Για παράδειγμα τα εργαστήρια χρειάζονται σωστό εξαερισμό, ενώ οι μη εργαστηριακή χώροι μπορούν να ανακυκλώνουν τον αέρα. Η διαμόρφωση των διαδρόμων μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την έρευνα[6]¹⁹.

¹⁸ "Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide." <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (accessed May 18, 2021).

¹⁹ "Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu." https://issuu.com/maryammsaeed/docs/graduation_thesis (accessed Apr. 12, 2021).

1.5.3 ΑΝΟΙΧΤΑ & ΚΛΕΙΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

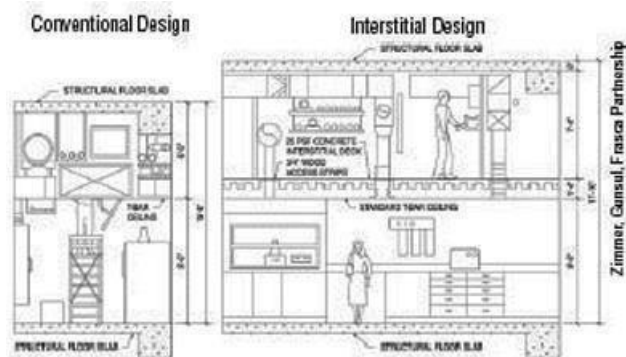
Στη σημερινή εποχή τα ανοιχτά εργαστήρια υπερτερούν έναντι των κλειστών εργαστηρίων γιατί υποστηρίζουν την ομαδική εργασία. Τα κλειστά εργαστήρια ήταν ευρέως διαδεδομένα στο παρελθόν και η έννοιά τους διαφέρει κατά πολύ από αυτή των ανοιχτών εργαστηρίων, καθώς η διαμόρφωσή τους βασίζεται σε έναν μεμονωμένο ερευνητή. Στα ανοιχτά εργαστήρια ο χώρος εργασίας, ο εξοπλισμός και ο πάγκος μοιράζεται ανάμεσα στους ερευνητές. Η αλληλεπίδραση αυτή μεταξύ των επιστημόνων βοηθάει στην ενίσχυση της επικοινωνίας και της συνεργασίας μεταξύ τους, δίνοντας έτσι καλύτερα ερευνητικά αποτελέσματα και δημιουργώντας ένα περιβάλλον προσαρμόσιμο σε μελλοντικές αλλαγές. Πλέον εργαστήρια διαφορετικών ειδών διαμορφώνονται ώστε να βασίζονται στα πρότυπα ανοιχτών εργαστηρίων[7].

Τα εργαστήρια πρέπει να έχουν τη δυνατότητα επέκτασης και αναδιάρθρωσης και αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τα ακόλουθα:

- Ζώνες εξοπλισμού στις οποίες θα μπορούν να τοποθετηθούν σταθερές ή κινητές μονάδες εξοπλισμού, που να μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις απαιτήσεις της έρευνας[7].
- Κινητά εργαλεία όπως κινητά τραπέζια ή και γραφεία ώστε να μπορούν να διαμορφώσουν το χώρο εργασίας τους ανάλογα με τις ανάγκες τους[7].
- Ευέλικτα χωρίσματα ανάμεσα στον εξοπλισμό του εργαστηρίου που θα διευκολύνουν τη διαμόρφωσή του[7].
- Εργαλεία που να μπορούν να μεταφερθούν στον αέρα και κρέμονται από το ταβάνι. Τέτοιου είδους εργαλεία μπορεί να είναι σωλήνες, ηλεκτρικά καλώδια, φωτιστικά. Με αυτόν τον τρόπο οι υπηρεσίες τους προσφέρουν μεγάλη ευελιξία καθώς ελευθερώνουν το πάτωμα και είναι εύκολη η διαμόρφωση του χώρου[7].
- Στα εργαστήρια η σύνδεση και η αποσύνδεση του εξοπλισμού από τους τοίχους πρέπει να είναι εύκολη, ώστε να μην είναι χρονοβόρα η διαμόρφωση του χώρου[7].
- Η σχεδίαση των μηχανολογικών συστημάτων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να δίνει τη δυνατότητα προσθήκης ή αφαίρεσης απορροφητήρων καπνού[7].
- Θα πρέπει να υπάρχει χώρος στους διαδρόμους και τις οροφές σε περίπτωση που μελλοντικά προκύψει ανάγκη για κλιματισμό, υδραυλικά ή ηλεκτρικά[7]²⁰.

²⁰ "Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide." <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (accessed May 18, 2021).

Ένας ενδιάμεσος ξεχωριστός χώρος βρίσκεται σε διαφορετικό όροφο πάνω από κάθε εργαστήριο. Σε ένα τέτοιο χώρο πρέπει να βρίσκεται ο βοηθητικός εξοπλισμός και οτιδήποτε άλλο χρειάζεται για τη συντήρηση του εργαστηρίου. Η κατασκευή τέτοιων ειδικών χώρων μπορεί να έχει υψηλό κόστος αλλά βοηθάει στην ομαλή λειτουργία του εργαστηρίου και διευκολύνει τυχόν αλλαγές στο χώρο. Επιπλέον οι χώροι των εργαστηρίων πρέπει να έχουν έναν κοινό κεντρικό διάδρομο, ο οποίος θα έχει πρόσβαση σε κύριους αγωγούς κι εκεί θα βρίσκονται ηλεκτρικοί πίνακες και βαλβίδες διακοπής . Είναι απαραίτητο το προσωπικό να έχει πρόσβαση σε αυτά χωρίς να χρειάζεται να εισέλθει στους χώρους των εργαστηρίων[7]²¹.



Εικόνα 2. Απεικόνιση εργαστηρίου στα αριστερά και στα δεξιά απεικόνιση εργαστηρίου με τον ενδιάμεσο χώρο.Zimmer, Gunsul, Frasca Partnership[7]. Πηγή“Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide.”

²¹ “Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide.” <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (accessed May 18, 2021).

1.6 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Το 50% από το κόστος κατασκευής ενός εργαστηρίου αφορά τα μηχανικά συστήματα. Για να εξασφαλιστεί λοιπόν η ομαλή λειτουργία του εργαστηρίου είναι απαραίτητος ο συντονισμός τους[7].

Για εξοικονόμηση κόστους μπορούν να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα:

- Διαχωρισμός εργαστηριακών και μη εργαστηριακών ζωνών.
- Η σχεδίαση των εργαστηρίων θα πρέπει να γίνεται με τα σωστά σχεδιαστικά πρότυπα[7].
- Δημιουργία ζωνών εξοπλισμού, ώστε να χρειαστούν λιγότερες εργασίες για την κατασκευή του εργαστηρίου[7].
- Τα μηχανικά, τα ηλεκτρικά και τα υδραυλικά συστήματα πρέπει να έχουν εύκολη πρόσβαση, για να είναι εύκολα και στη συντήρηση[7].
- Ο εξοπλισμός ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί από πολλά εργαστήρια μπορεί να τοποθετηθεί σε χώρους όπου θα έχουν πρόσβαση όλοι οι ερευνητές[7]²².

²² "Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide." <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (accessed May 18, 2021).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 ΒΙΟΜΑΖΑ

Ο όρος βιομάζα χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλα τα οργανικά υλικά που προέρχονται από φυτά και ζώα και αποτελεί την αποθήκευση της ενέργειας του ήλιου μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης[8]²³. Είναι αποτέλεσμα αντίδρασης μεταξύ του νερού, του διοξειδίου του άνθρακα και του ηλιακού φωτός, με αποτέλεσμα την παραγωγή υδατανθράκων που αποτελούν δομικά στοιχεία της βιομάζας. Αποτελεί πηγή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την παραγωγή αερίων και καυσίμων και την παροχή θερμότητας[9]²⁴. Αποτελεί την αρχαιότερη πηγή ενέργεια και χρησιμοποιείται από τότε που ανακαλύφθηκε η φωτιά. Σε αναπτυσσόμενες χώρες όπου το ξύλο χρησιμοποιείται για μαγείρεμα και θέρμανση, η βιομάζα αποτελεί βασική πηγή ενέργειας[8]. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεά, υγρή και αέρια ενεργειακή πηγή. Μπορεί να μετατραπεί σε βιοκαύσιμα, θερμότητα και βιοαέριο και η χρήση της θα υπερδιπλασιαστεί έως το 2035[9].

Η βιομάζα αφορά όλα τα έμβια όντα στη γη, που βρίσκονται στο επιφανειακό στρώμα της γης που λέγεται βιόσφαιρα. Παρόλο που η βιόσφαιρα είναι ένα λεπτό στρώμα της γης περιλαμβάνει ένα τεράστιο απόθεμα χημικής ενέργειας, το οποίο το λαμβάνει από τον ήλιο και είναι διαθέσιμο σε εμάς[8]. Ουσιαστικά ο όρος βιομάζα αναφέρεται σε καλλιέργειες, υπολείμματα και βιολογικά υλικά που μπορούν να λειτουργήσουν ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων. Αποτελείται από κυτταρίνες, ημικυτταρίνες, λιπίδια, πρωτεΐνες, σάκχαρα, άμυλα, τέφρα, νερό και άλλες ενώσεις[9].

Ανανεώσιμη θεωρείται μια πηγή ενέργειας εάν είναι βιώσιμη, εάν αναπληρώνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα και αν δεν προκαλεί μεγάλες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η βιομάζα ανήκει σε αυτήν την κατηγορία ή τουλάχιστον μπορεί να προσαρμοστεί σε αυτή την κατηγορία. Όταν χρησιμοποιείται για παραγωγή ενέργειας είναι αμελητέα σε σύγκριση με τον άνθρακα. Πριν από εκατομμύρια χρόνια, τα φυτά που υπήρχαν στην επιφάνεια της γης απορροφούσαν από την ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα και από τον ήλιο ενέργεια για χρόνια. Όταν αποσυντέθηκαν, συμπιέστηκαν σε μεγάλο βάθος, αποθήκευαν αυτή την ενέργεια και το διοξείδιο του άνθρακα και μετατράπηκαν σε άνθρακα. Με την καύση του άνθρακα απελευθερώνονται η ενέργεια και το διοξείδιο του άνθρακα. Αφού χρειάστηκαν εκατομμύρια χρόνια για το σχηματισμό του άνθρακα, δεν αποτελεί βιώσιμη πηγή ενέργειας και αναμένεται ότι θα εξαντληθεί στα επόμενα 30 με 80 χρόνια μαζί με το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο[8].

²³ P. Bajpai, 'Background and introduction', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 1–11. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00001-3.

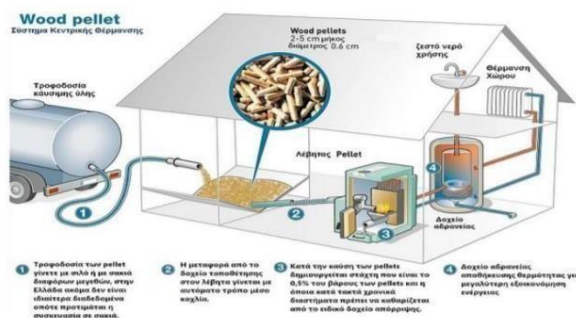
²⁴ Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

2.1.1 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα μπορεί να προέλθει από διάφορες πηγές και στη σημερινή εποχή χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι βιομάζας, όπως τα γεωργικά υπολείμματα, το ξύλο, τα στερεά απόβλητα, το αέριο και το βιοαέριο και τα αλκοολούχα καύσιμα (αιθανόλη, βιοντίζελ)[10]²⁵.

2.1.1.1 ΞΥΛΟ & ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Όλες οι μορφές του ξύλου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή ενέργειας, όπως κορμοί, ροκανίδια, φλοιός δέντρων, πελλέτες ξύλου, απόβλητα ξύλου, δασικές καλλιέργειες μικρού κύκλου ζωής, καλλιέργειες ζάχαρης και πολλές ακόμα. Χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο βιομάζας για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ξυλώδη απόβλητα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κι έτσι ανακτούν την ενεργειακή τους αξία και δεν γεμίζουν και χώρους υγειονομικής ταφής. Οι πελλέτες ξύλου είναι μια στερεή καύσιμη βιομάζα που περιέχει χαμηλό επίπεδο υγρασίας, οπότε διευκολύνει τη μεταφορά, αποθήκευση και μετατροπή σε ενέργεια. Προέρχεται από ροκανίδια ξύλου, πριονίδι ή φλοιό δέντρου. Έχουν διάμετρο 6 – 8 mm και μήκος 5 – 30 mm και η περιεκτικότητά τους σε νερό είναι έως 8%. Οι πελλέτες ξύλου καίγονται χωρίς ανάπτυξη καπνού και παράγουν λιγότερες καρκινογόνες ουσίες σε σχέση με το ανεξεπέργαστο καύσιμο στις υψηλές θερμοκρασίες. Οποιαδήποτε οργανική ύλη έχει τη δυνατότητα να παράγει ενέργεια από βιομάζα και το ξύλο αντιπροσωπεύει το 44%. Άλλες πηγές είναι τα γεωργικά απόβλητα όπως τα κουκούτσια φρούτων και τα καλαμπόκια. Το ξύλο και τα απόβλητά του χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μεγαλύτερο μέρος της οποίας χρησιμοποιείται από βιομηχανίες που παράγουν απόβλητα. Οπότε αρκετές χαρτοβιομηχανίες και πριονιστήρια εκμεταλλεύονται τα απόβλητά τους για δική τους χρήση και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια[10].

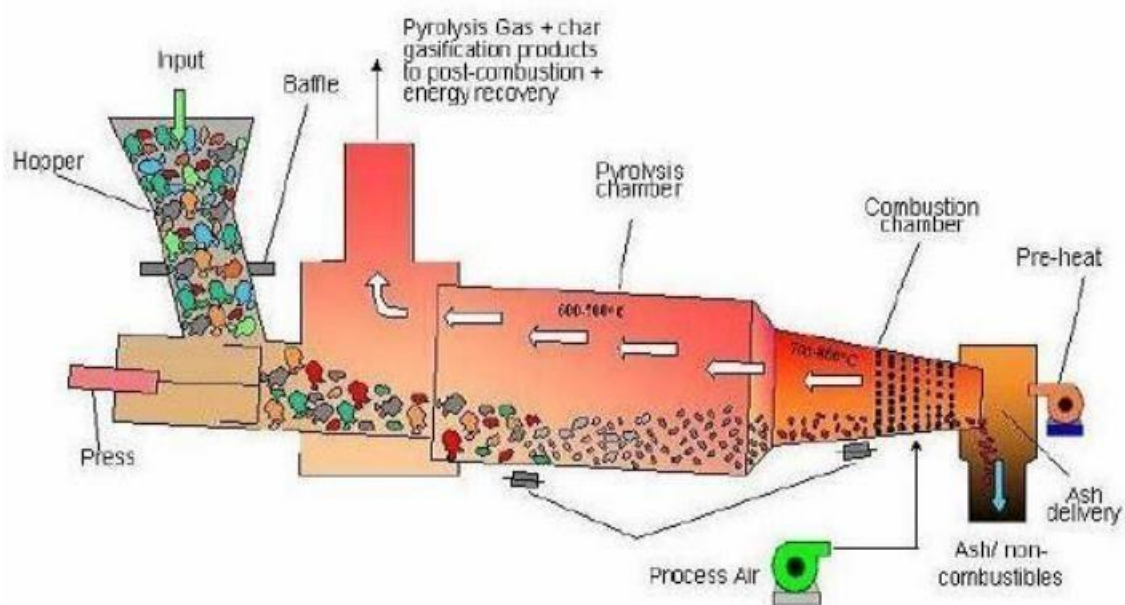


Εικόνα 3. Θέρμανση κτιρίου με πελέτες. Πηγή: Μπαρμπετσέα Ιωάννα, Ενέργεια από Βιομάζα και Εφαρμογές, 2014, σελίδα 48.

²⁵ P. Bajraj, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.

2.1.1.2 ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Τα απόβλητα μπορούν να μετατραπούν σε χρήσιμη μορφή ενέργειας με την καύση των σκουπιδιών. Δύο χιλιάδες κιλά σκουπιδιών έχουν την ίδια θερμική ενέργεια που έχουν πεντακόσια κιλά άνθρακα. Το μισό ενεργειακό περιεχόμενο των σκουπιδιών προέρχεται από τα πλαστικά που παρασκευάζονται από πετρέλαιο και φυσικό αέριο. Τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από απορρίμματα παράγουν ενέργεια μέσω της καύσης σκουπιδιών και παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όπως οι μονάδες καύσης άνθρακα με τη διαφορά ότι τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι σκουπίδια και όχι άνθρακας[10]²⁶.



Εικόνα 4. Αντιδραστήρας Πυρόλυσης. Πηγή: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΣΤΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ, σελίδα 37.

²⁶ P. Bajpai, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.

2.1.1.3 ΧΩΡΟΙ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ (ΧΥΤΑ)

Οι χώροι υγειονομικής ταφής είναι η παλαιότερη μορφή επεξεργασίας αποβλήτων, είναι η πιο συνηθισμένη διάθεση αποβλήτων που χρησιμοποιείται εδώ και αρκετά χρόνια και παραμένει έτσι σε αρκετά μέρη του κόσμου μέχρι και σήμερα. Από τα θαμμένα απόβλητα παράγεται βιοαέριο, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η διαδικασία πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα σωληνώσεων όπου γίνεται η απελευθέρωση του αερίου το οποίο αργότερα καίγεται για να παραχθεί ενέργεια και θερμότητα[10]¹.



Εικόνα 5. ΧΥΤΑ, Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων. Πηγή: Στερεά απόβλητα και η διαχείρισή τους στο Δήμο Πύργου», σελίδα 21

¹ P. Bajpai, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.

2.1.1.4 ΒΙΟΑΕΡΙΟ

Το βιοαέριο προέρχεται από μικροοργανισμούς όπως τα βακτήρια και οι μύκητες, τα οποία τρέφονται με νεκρά φυτά και ζώα. Κατά τη διαδικασία αυτή παράγονται αέρια, όπως το μεθάνιο, τα οποία από τη στιγμή που είναι εύφλεκτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Η βιομηχανική κτηνοτροφία έχει αυξηθεί κατά πολύ τις τελευταίες δεκαετίες, οπότε έχει αυξηθεί και η ποσότητα του μεθανίου που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα και προέρχεται από τα ζωικά απόβλητα. Για να μην επιβαρύνεται το περιβάλλον, τα ζωικά απόβλητα τοποθετούνται σε ειδικά δοχεία που ονομάζονται χωνευτήρες, οπότε η ποσότητα μεθανίου που παράγεται εγκλωβίζεται εκεί και μπορεί να μεταφερθεί μέσω ενός συστήματος σωληνώσεων σε μια μονάδα παραγωγής ενέργειας[10]².



Εικόνα 6. Αναβάθμιση Βιοαερίου σε εγκαταστάσεις στο Carpetown. Πηγή: «Παραγωγή Βιομεθανίου από Στερεά Απόβλητα», σελίδα 11.

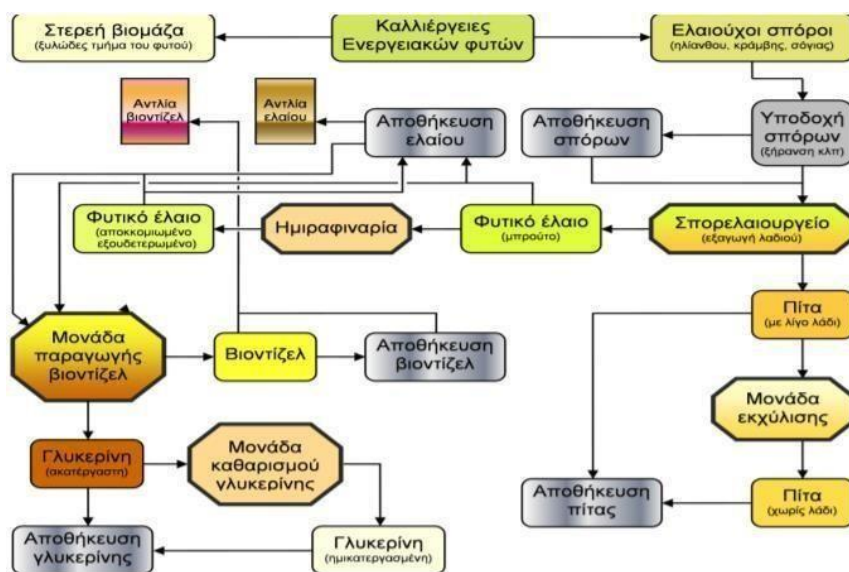
² P. Bajpai, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.

2.1.1.5 ΚΑΥΣΙΜΟ ΑΛΚΟΟΛΗΣ

Η αιθανόλη είναι ένα αλκοολούχο καύσιμο που προκύπτει από τη ζύμωση των σακχάρων και του αμύλου που υπάρχουν στα φυτά και από την απόσταξη. Όλα τα οργανικά υλικά που περιέχουν ζάχαρη μπορούν να μετατραπούν σε αιθανόλη. Η αιθανόλη μπορεί να παραχθεί και από καλαμπόκι, όπως και από κυτταρίνη που περιέχεται σε υπολείμματα καλλιεργειών, σε ξυλώδης ίνες από δέντρα όπως και σε χόρτα. Στις ΗΠΑ η Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος ενέκρινε από το 2011 τη χρήση καυσίμου στα αυτοκίνητα που αποτελείται από 15% αιθανόλη και 85% βενζίνη. Ενώ ένα καύσιμο που αποτελείται από 85% αιθανόλη και 15% βενζίνη θεωρείται εναλλακτικό[10]²⁷.

Το βιοντίζελ είναι αντίδραση της αλκοόλης με φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη και το μεγαλύτερο μέρος του παράγεται από σογιέλαιο. Ως καύσιμο το βιοντίζελ μπορεί να αναμιχθεί με πετρελαϊκό ντίζελ σε αναλογίες 2%, 5%, 20% ή να χρησιμοποιηθεί και καθαρό βιοντίζελ 100%. Δεν περιέχει καθόλου θείο, οπότε μπορεί να μειώσει τα επίπεδα θείου στις προμήθειες καυσίμων ντίζελ[10].

Τα απόβλητα με οποιαδήποτε μορφή, είτε ξύλου, είτε βιομηχανικών αποβλήτων, είτε γεωργικών αποβλήτων είναι οι κύριες πηγές βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας. Και ένα ακόμα περιβαλλοντικό πλεονέκτημα με τη χρήση των υπολειμμάτων είναι ότι μειώνονται οι ποσότητές τους από τη ρυπογόνο υγειονομική ταφή[10].



Εικόνα 7. Διάγραμμα ροής παραγωγής βιοντίζελ. Πηγή: Μπαρμπετσέα Ιωάννα, Ενέργεια από Βιομάζα και Εφαρμογές, 2014, σελίδα 40.

²⁷ P. Bajpai, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.

2.1.2 ΣΥΝΘΕΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα αποτελείται από κυτταρίνη, ημικυτταρίνη, λιγνίνη, τέφρα, πρωτεΐνες και πηκτίνη. Αυτά τα συστατικά διαφέρουν από το ένα είδος στο άλλο. Τα σκληρά ξύλα διαφέρουν από τα μαλακά ως προς τη σύνθεση και τη δομή τους. Τα σκληρά είναι πιο πυκνά στη δομή τους κι έχουν μεγαλύτερες ποσότητες κυτταρίνης και ημικυτταρίνης, ενώ τα μαλακά έχουν μεγαλύτερη ποσότητα σε λιγνίνη. Η αναλογία αυτών των συστατικών διαφέρει ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους, την ηλικία τους και τις συνθήκες που επικρατούν[11]²⁸.

2.1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

2.1.3.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΥΓΡΑΣΙΑ

Το φρέσκο ξύλο αποτελείται περίπου από 50% νερό, όπως και πολλές φυλλώδεις καλλιέργειες αποτελούνται κυρίως από νερό. Η υγρασία στα καύσιμα θα πρέπει να είναι σε χαμηλή περιεκτικότητα, γιατί τα καύσιμα με υψηλή περιεκτικότητα καίγονται με μεγαλύτερη δυσκολία, οπότε και παράγουν λιγότερη θερμότητα. Από την άλλη ένα καύσιμο που είναι πολύ ξηρό μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα. Οπότε για να αποφευχθούν και οι δύο αυτές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι για τον υπολογισμό της περιεκτικότητας της υγρασίας στα καύσιμα, οι οποίες είναι η υγρή βάση και η ξηρή βάση. Στην πρώτη μέθοδο υπολογίζεται η υγρασία με βάση τη μάζα του νερού στο καύσιμο διαιρεμένη με τη συνολική μάζα του καυσίμου. Ενώ στη δεύτερη η υγρασία υπολογίζεται με βάση τη μάζα του νερού διαιρεμένη με τη μάζα του ξηρού τμήματος. Στη βιομάζα μας ενδιαφέρουν 2 μορφές περιεκτικότητας σε υγρασία:

- Εγγενής υγρασία, όπου αφορά το επίπεδο υγρασίας χωρίς την επίδραση καιρικών συνθηκών.
- Εξωγενής υγρασία, όπου αφορά το επίπεδο υγρασίας με την επίδραση των καιρικών συνθηκών.

Για τη θερμική μετατροπή απαιτείται βιομάζα με χαμηλό επίπεδο υγρασίας. Τα ποώδη και τα ξυλώδη φυτά είναι καλύτερες πηγές βιομάζας για θερμική μετατροπή σε υγρά καύσιμα, καθώς έχουν χαμηλό ποσοστό υγρασίας. Επιπλέον τα ποώδη φυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για παραγωγή αιθανόλης με βιοχημική μετατροπή αλλά και για παραγωγή μεθανίου[11].

²⁸P. Bajpai, 'Biomass properties and characterization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 21–29. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00003-7.

2.1.3.2 ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΩΜΑΤΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ

Όταν τα σωματίδια της βιομάζας είναι μεγάλα τότε καίγονται ατελώς, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το κόστος καυσίμου και διάθεσης. Αντιθέτως όταν τα σωματίδια είναι πολύ μικρά, τότε υπάρχει κίνδυνος έκρηξης στους λέβητες και στον εξοπλισμό επεξεργασίας και χειρισμού. Επομένως το σωστό μέγεθος των σωματιδίων είναι 0,6 cm ή και λίγο περισσότερο για να υπάρχει σωστή απόδοση[11]²⁹.

2.1.3.3 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΤΕΦΡΑ

Η περιεκτικότητα σε τέφρα στη βιομάζα είναι επίσης σημαντική. Τα υπολείμματα καλλιεργειών αγρού και τα χόρτα έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα τέφρας απ' ότι έχει το ξύλο. Η βιομάζα πρέπει να περιέχει χαμηλή περιεκτικότητα σε τέφρα για να μην υπερφορτώνονται τα συστήματα καύσης ξύλου από τον όγκο της τέφρας, ώστε να αποφεύγεται η μειωμένη απόδοση καύσης. Όταν η τέφρα αρχίζει να λιώνει προκαλείται ρύπανση και σκουριά στο εσωτερικό του εξοπλισμού καύσης[11].

2.1.3.4 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΞΙΑ

Η ποσότητα θερμότητας σε ένα καύσιμο δείχνει τη συνολική ενέργεια που είναι διαθέσιμη στο καύσιμο. Η θερμική δύναμη της βιομάζας μετρείται σε kj/kg. Κάποια είδη βιομάζας έχουν περισσότερη έχουν περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα μάζας σε σχέση με κάποια άλλα. Το θερμικό περιεχόμενο ενός καυσίμου διαφέρει σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν και το έδαφος στο οποίο καλλιεργείται το καύσιμο. Για παράδειγμα το ξύλο που έχει λιγότερο ποσοστό τέφρας, έχει υψηλότερη θερμική δύναμη απ' ότι οι καλλιέργειες του αγρού[11].

²⁹P. Bajpai, 'Biomass properties and characterization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 21–29. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00003-7.

2.1.3.5 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΑΛΚΑΛΙΚΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα αλκαλικά μέταλλα μαγνήσιο, φώσφορο, κάλιο, νάτριο είναι σημαντικά για κάθε είδους θερμοχημικής διεργασίας. Η αντίδραση των αλκαλικών μετάλλων με το διοξείδιο του πυριτίου που υπάρχει στην τέφρα παράγει ένα κολλώδες, κινητό υγρό, το οποίο φράζει τους αεραγωγούς του λέβητα. Η περιεκτικότητα πυριτίου που υπάρχει σε μια πηγή βιομάζας μπορεί να είναι μικρότερη αλλά να αυξηθεί σημαντικά όταν μολύνεται με χώμα. Το πυρίτιο που υπάρχει σε μια πηγή βιομάζας μπορεί να μην αποτελεί κάποιο πρόβλημα, αλλά η αυξημένη συνολική περιεκτικότητα πυριτίου μπορεί να δημιουργήσει λειτουργικά προβλήματα[11].

2.1.3.6 ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗΣ/ΛΙΓΝΙΝΗΣ

Σημαντική στη βιομάζα είναι και η ποσότητα κυτταρίνης και λιγνίνης. Για την παραγωγή αιθανόλης χρειάζεται βιομάζα με υψηλή περιεκτικότητα κυτταρίνης για να υπάρχει καλύτερη απόδοση. Όσον αφορά τη λιγνίνη, όσο μικρότερη είναι η περιεκτικότητά της στη βιομάζα παράγεται και περισσότερη αιθανόλη[11]³⁰.

2.1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η βιομάζα μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια με τη χρήση των παρακάτω τεχνολογιών:

- Θερμική Μετατροπή: Για τη μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια χρησιμοποιείται θερμότητα με τη χρήση ή χωρίς τη χρήση οξυγόνου. Στη θερμική μετατροπή περιλαμβάνονται η καύση και η πυρόλυση.
- Θερμοχημική μετατροπή: Για τη μετατροπή βιομάζας σε ενέργεια χρησιμοποιούνται και τεχνολογίες που συνδυάζουν θερμότητα με χημικές διεργασίες, όπως η αεριοποίηση.
- Βιοχημική μετατροπή: Για την παραγωγή υγρών καυσίμων από βιομάζα χρησιμοποιούνται ένζυμα, βακτήρια και άλλα μικρόβια. Οι τεχνολογίες που περιλαμβάνονται σε αυτή τη μετατροπή είναι η αναερόβια χώνευση και η ζύμωση[12]³¹.

³⁰P. Bajpai, 'Biomass properties and characterization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 21–29. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00003-7.

³¹P. Bajpai, 'Biomass conversion processes', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 41–151. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00005-0.

2.1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

2.1.5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η βιομάζα αποτελεί θέμα συζητήσεων καθώς προσφέρει πολλά οφέλη και αποτελεί μια εναλλακτική λύση για τα ορυκτά καύσιμα[9]³².

- Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Η βιομάζα είναι μία ανανεώσιμη μορφή ενέργειας γιατί οι πηγές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της βιομάζας μπορούν να αναπληρωθούν μετά τη χρήση τους. Τα οργανικά υλικά τα οποία είναι απόβλητα ξύλου, απόβλητα καλλιεργειών, λυματολάσπης, κοπριά και σκουπίδια, παράγονται συνεχώς οπότε μπορούν να διατηρηθούν ως μόνιμη πηγή ενέργειας[9].

- Ουδέτερος Άνθρακας

Με τη χρήση των φυτών ως καύσιμα απελευθερώνεται διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, ο οποίος άνθρακας θα ανακτηθεί πάλι, όταν αναπληρωθούν τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν[9]. Οι μεγάλες ποσότητες άνθρακα που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα συμβάλλουν στην κλιματική αλλαγή, αλλά η βιομάζα αποτελεί μέρος του κύκλου του άνθρακα, σε αντίθεση με άλλες πηγές ορυκτών καυσίμων όπως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο. Τα καύσιμα της βιομάζας απελευθερώνουν στο περιβάλλον άνθρακα, ο οποίος απορροφάται από τα νέα φυτά που παράγονται. Και αυτά με τη σειρά τους απορροφούν ίση ποσότητα άνθρακα, αναπτύσσοντας έτσι ουδετερότητα[13]³³.

- Κόστος

Η βιομάζα όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια βρίσκονται σε αφθονία. Οπότε δεν θα προκύψει το πρόβλημα που υπάρχει σήμερα με τις πηγές καυσίμων που βασίζονται στα ορυκτά καύσιμα. Η βιομάζα είναι φθηνότερη σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα και δεν απαιτείται μεγάλο κεφάλαιο για την παραγωγή ενέργειας. Εν αντιθέσει η παραγωγή ορυκτών καυσίμων προϋποθέτει μεγαλύτερες επενδύσεις κεφαλαίου γιατί περιλαμβάνει γεωτρήσεις, κατασκευή αγωγών κτλ. Αυτή η διαφορά στο κόστος κάνει την βιομάζα ένα πιο προσιτό είδος ενέργειας γιατί κατασκευαστές και παραγωγοί μπορούν να έχουν υψηλότερα κέρδη με λιγότερο κόστος[13].

³²Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

³³P. Bajpai, 'Advantages and disadvantages of biomass utilization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 169–173. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00007-4.

- Ευπροσάρμοστη

Οι πηγές βιομάζας μετατρέπονται σε μια ποικιλία διαφορετικών μορφών καυσίμων, όπως υγρά βιοκαύσιμα και αέρια καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση, το μαγείρεμα και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας[9]³⁴. Επιπλέον μειώνεται και η εξάρτησή μας από την ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να μην είναι πάντα αξιόπιστη λόγω διακοπής ρεύματος, οπότε αποτελεί και εφεδρική λύση[13]³⁵.

- Μείωση αποβλήτων

Με τη βιομάζα μειώνεται και η ποσότητα των αποβλήτων στις χωματερές. Στην πλειοψηφία τους τα απόβλητα που παράγονται από τα σπίτια είναι ή φυτικά ή βιοδιασπώμενα και η χρήση τους μπορεί να είναι πιο κερδοφόρα. Η βιομάζα χρησιμοποιεί κάθε είδους απόβλητα που θα μπορούσαν να θαφτούν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Επομένως, μείωση των αποβλήτων συνεπάγεται και μείωση της γης που προορίζεται για χώρους υγειονομικής ταφής[13]. Η ανακύκλωση ανθρώπινων και ζωικών αποβλήτων και οικιακών απορριμμάτων συμβάλλει στο να διατηρείται το περιβάλλον καθαρό και στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα[9].

- Άφθονη

Οι πηγές βιομάζας μπορούν να βρεθούν οπουδήποτε στη γη γιατί είναι μέρος του φυσικού κύκλου ζωής του πλανήτη[9]. Η βιομάζα είναι βιώσιμη χωρίς να εξαντλεί μελλοντικούς πόρους και αν υπάρχει σωστή διαχείριση δεν υπάρχει κίνδυνος διακοπής της παροχής[13].

³⁴Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

³⁵P. Bajpai, 'Advantages and disadvantages of biomass utilization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 169–173. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00007-4.

2.1.5.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Δεν είναι εντελώς καθαρή

Η βιομάζα παράγει άλλες εκπομπές αερίων και καπνού που μολύνουν το περιβάλλον και μπορεί οι επιπτώσεις που προκύπτουν να είναι μικρότερες από την καύση ορυκτών καυσίμων, αλλά σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι επιπτώσεις είναι πιο αισθητές[9]³⁶. Η βιομάζα παράγει 10 φορές περισσότερη ενέργεια από άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας αλλά παράγει και περισσότερα επίπεδα αερίων. Επιπλέον η χρήση ζωικών και ανθρώπινων αποβλήτων παράγει αυξάνουν τις εκπομπές μεθανίου, το οποίο είναι βλαβερό για το στρώμα όζοντος της γης. Τα απόβλητα εκτός από το μεθάνιο παράγουν και οσμή, η οποία προσελκύει ανεπιθύμητα παράσιτα με αποτέλεσμα να εξαπλώνονται λοιμώξεις και βακτήρια[13]³⁷.

- Κίνδυνος αποψίλωσης δασών

Οι πηγές ενέργειας βιομάζας είναι βιώσιμες μόνο στην περίπτωση που οι πόροι τους διαχειρίζονται καλά[9]. Εάν παράγεται ανεξέλεγκτα μπορεί να οδηγήσει σε αποψίλωση των δασών. Ως αποτέλεσμα θα έχουμε την ξηρασία και πολλά είδη ζώων και πτηνών δεν θα μπορούν να ζήσουν στο φυσικό τους περιβάλλον[13]. Η κοπή των δέντρων μπορεί να στερήσει από την άγρια ζωή το φυσικό τους περιβάλλον και στη συνέχεια να οδηγήσει στην εξαφάνισή τους[9]. Γι' αυτό οι προσπάθειες αναφύτευσης θα πρέπει να αντιστοιχούν στο ρυθμό κοπής των δέντρων[13].

- Απαιτεί μεγάλο χώρο

Η φύτευση των καλλιεργειών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα απαιτούν μεγάλη έκταση, η οποία μπορεί να μην είναι πάντα διαθέσιμη ειδικά στις πόλεις. Επιπλέον δεν μπορούμε να φυτέψουμε καλλιέργειες για βιομάζα μακριά από πηγές καυσίμου γιατί τότε θα είναι μεγάλο το κόστος μεταφοράς. Τέλος, οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιομάζας, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για καλλιέργεια τροφίμων[13].

- Αναποτελεσματικό

Τα καύσιμα βιομάζας δεν είναι τόσο αποτελεσματικά όσο τα ορυκτά καύσιμα. Ορισμένες φορές στα βιοκαύσιμα προστίθεται μια μικρή ποσότητα ορυκτών καυσίμων για καλύτερη αποδοτικότητα, οπότε μειώνεται η αποτελεσματικότητα των καυσίμων όσον αφορά τη μείωση της εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα[9].

³⁶Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

³⁷P. Bajpai, 'Advantages and disadvantages of biomass utilization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 169–173. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00007-4.

- Απαιτεί νερό

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι οι καλλιέργειες παραγωγής ενέργειας χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού, το οποίο μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρό και το αποτέλεσμα μπορεί να είναι λιγότερη διαθεσιμότητα νερού στους ανθρώπους και την άγρια ζωή[9]³⁸.

- Μεταφορά

Η μεταφορά των πηγών βιομάζας γίνεται με τη χρήση οχημάτων, τα οποία με τη σειρά τους βοηθούν στην αύξηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Επιπλέον απελευθερώνεται άνθρακας και κατά τη διάρκεια της καύσης της βιομάζας, οπότε δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι συμβάλλει στην ρύπανση[13]³⁹.

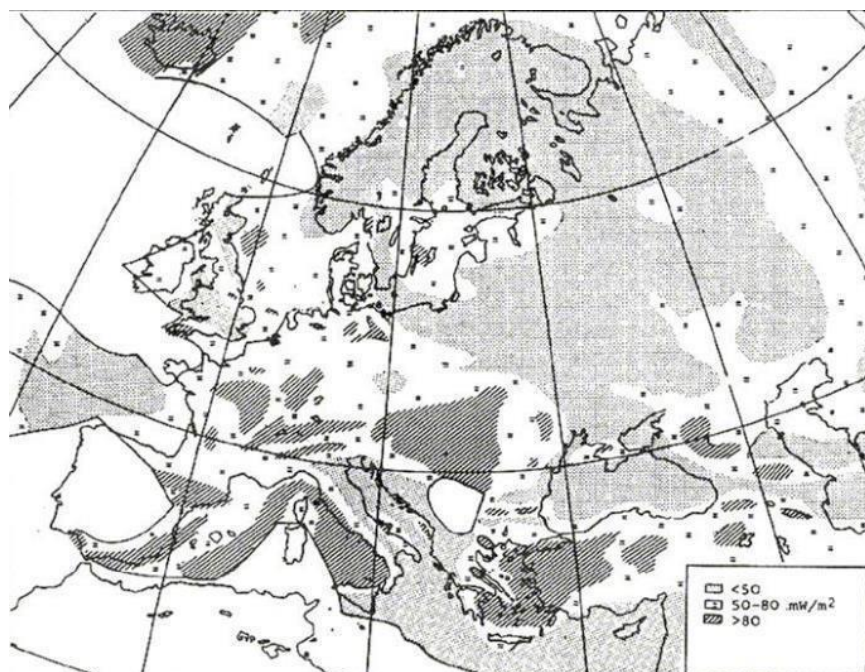
Εν κατακλείδι η βιομάζα είναι φιλική προς το περιβάλλον, βιώσιμη και άφθονη υπό την προϋπόθεση εάν έχει σωστή διαχείριση και δεν εξαρτάται τόσο από τα ορυκτά καύσιμα. Αλλά απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, καταλαμβάνει μεγάλες εκτάσεις γης και μπορεί να οδηγήσει σε αποψίλωση των δασών[13].

³⁸Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

³⁹P. Bajpai, 'Advantages and disadvantages of biomass utilization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 169–173. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00007-4.

2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Η γεωθερμία αποτελεί τη θερμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης. Αυτή η ενέργεια είναι τεράστια και προέρχεται από γεωλογικές διεργασίες, οι οποίες συμβάλουν στη συνεχή απελευθέρωση θερμότητας από το εσωτερικό της γης έως την επιφάνειά της. Η ποσότητα της θερμότητας διαφέρει ανάλογα τον τόπο και την πάροδο του χρόνου. Αν μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε όλη αυτή τη θερμότητα, θα μπορούσαμε να καλύψουμε κάθε ενεργειακή ανάγκη. Αυτό ωστόσο δεν είναι εφικτό, καθώς όλη αυτή η θερμότητα είναι διασκορπισμένη. Ο όρος γεωθερμική ενέργεια αφορά ένα ποσοστό της θερμικής ενέργειας τη γης, το οποίο μπορούμε να φέρουμε στην επιφάνεια της γης και να το χρησιμοποιήσουμε για δικούς μας σκοπούς[14]⁴⁰.



Εικόνα 8. Κατανομή της γεωθερμικής ροής. Πηγή: Πηγές Θερμότητας στο Εσωτερικό της Γης.

⁴⁰A. Manzella, A. Allansdottir, και A. Pellizzone, Επμ., *Geothermal Energy and Society*, τ. 67. Cham: Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-319-78286-7.

2.2.1 ΙΣΤΟΡΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια έχει χρησιμοποιηθεί καθ' όλη τη διάρκεια της ανθρώπινης ιστορίας και θεωρείται μία από τις αρχαιότερες πηγές παραγωγής ενέργειας κι έχει πολλές δυνατότητες καθώς είναι και ανανεώσιμη. Αρχαιολογικές έρευνες δείχνουν ότι η χρησιμοποιούνταν από την παλαιολιθική εποχή[15]⁴¹. Πιο συγκεκριμένα αποδεικνύεται από αρχαιολογικά ευρήματα ότι οι ινδιάνοι της Βόρειας Αμερικής χρησιμοποιούσαν γεωθερμικές πηγές πριν από χιλιάδες χρόνια. Είχαν δημιουργήσει θεραπευτικά λουτρά από τις πηγές κι έπιναν ζεστό νερό για να θεραπεύσουν γαστρεντερικά προβλήματα. Ιστορικά έγγραφα από Έλληνες, Ρωμαίους, Τούρκους, Ιάπωνες περιγράφουν την εκμετάλλευση των θερμών πηγών για θέρμανση σπιτιών, μαγείρεμα και μπάνιο. Οι Κέλτες και οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν τις ιαματικές πηγές στην κεντρική Ευρώπη και οι εγκαταστάσεις τους ήταν κατά προτίμηση κοντά σε ιαματικές πηγές. Το θερμικό νερό άρχισε να χρησιμοποιείται το δεύτερο μισό του 19^{ου} αιώνα για την μετατροπή ενέργειας κι έχει άμεση σχέση με την ανάπτυξη της θερμοδυναμικής. Χάριν στη θερμοδυναμική ήταν εφικτή η μετατροπή της ενέργειας από θερμό ατμό σε μηχανική και ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια στροβίλων και γεννητριών[16]⁴².

⁴¹I. Dincer και M. Ozturk, 'Energy, environment, and sustainable development', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 31–56. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00005-2.

⁴²I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

2.2.2 ΠΗΓΕΣ

Οι γεωθερμικές πηγές ενέργειας θεωρούνται ως άφθονοι ενεργειακοί πόροι και η χρήση τους αφορά κυρίως την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και εφαρμογές θέρμανσης και προσφέρουν ασφάλεια και αξιοπιστία, διατηρώντας καθαρό το περιβάλλον. Μελλοντικά θα έχουν σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών[17]⁴³.

Η γεωθερμική ενέργεια είναι από τους ενεργειακούς πόρους του φλοιού της γης. Η ενέργεια προέρχεται από υπόγειες πηγές θερμών ρευστών και η αξιοποίησή της διαφέρει ανάλογα με την τιμή της θερμοκρασίας της. Αν η θερμοκρασία είναι υψηλή, με τη χρήση της κατάλληλης τεχνολογίας, η αξιοποίησή της θα είναι μεγαλύτερη. Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας, το επίπεδο αξιοποίησης της ενέργειας θα αυξάνεται, καθώς θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε πηγές που βρίσκονται βαθύτερα στον φλοιό της γης. Μέχρι στιγμής με τη σημερινή τεχνολογία μπορούμε να φτάσουμε έως τα 10000 μέτρα μέσα στον φλοιό της γης. Η συσχέτιση της αύξησης της θερμοκρασίας με την αύξηση του βάθους στο φλοιό της γης ορίζεται ως γεωθερμική βαθμίδα. Όταν αυξάνεται η γεωθερμική βαθμίδα 100m από την επιφάνεια της γης, τότε η θερμοκρασία αυξάνεται κατά 3°C. Η θερμοκρασία στην επιφάνεια της γης μετριέται περίπου 14° C και στο εσωτερικό του γήινου φλοιού κυμαίνεται από 1000 – 3500° C. Παρόλο που η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται λιγότερο από την ηλιακή ενέργεια, είναι μία από τις μεγαλύτερες πηγές ενέργειας, καθώς οι θερμοκρασίες στο κέντρο της γης φτάνουν τους 5000° C. Μπορεί να μην μπορούμε να αξιοποιήσουμε άμεσα αυτή την πηγή ενέργειας, αλλά έχουν προταθεί κάποια τεχνολογικά μοντέλα ώστε να μπορέσουμε κάποια στιγμή να την αξιοποιήσουμε. Αυτή η τεράστια πηγή ενέργειας με τις υψηλές θερμοκρασίες μεταφέρεται σε εμάς μέσω υδάτινων σωμάτων, τα οποία μετατρέπονται σε γεωθερμικές πηγές που βρίσκονται σε διάφορα μέρη του γήινου φλοιού[17].

⁴³I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy sources', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 57–83. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

Όσες χώρες διαθέτουν γεωθερμικές πηγές θεωρούνται προνομιούχες, γιατί είναι και ανανεώσιμες και δεν είναι επιβλαβείς και για το περιβάλλον. Οι χώρες που μπορούν να αξιοποιήσουν τις γεωθερμικές πηγές αυξάνουν την ευημερία των κατοίκων τους και των οικονομικών τους. Το επίπεδο αξιοποίησης είναι ανάλογο με το τεχνολογικό επίπεδο της κάθε χώρας, γιατί πρέπει να υπάρχει και ο κατάλληλος εξοπλισμός. Οπότε όσο υψηλότερο επίπεδο έχουν οι τεχνολογικές δυνατότητες της κάθε χώρας, τόσο περισσότερη θα είναι και η αξιοποίηση των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων της. Η αύξηση της χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας παγκοσμίως οφείλεται στην προηγμένη τεχνολογία και τη στρατηγική θέση της κάθε χώρας στον κόσμο. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν την πρωτιά στην αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας και λόγω προηγμένης τεχνολογίας και λόγω επενδύσεων στον τομέα έρευνας και ανάπτυξης. Μετά τις Ηνωμένες Πολιτείες ακολουθούν Ινδονησία, Φιλιππίνες, Νέα Ζηλανδία, Μεξικό, Τουρκία, Ιταλία, Ισλανδία, Ιαπωνία, Κένυα[17]³.

³ I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy sources', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 57–83. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

2.2.3 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

Η ταξινόμηση των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων γίνεται με βάση την ενθαλπία ή θερμοκρασία της γεωθερμικής πηγής. Η ενθαλπία αφορά τη θερμική ενέργεια του γεωθερμικού ρευστού οπότε αποτελεί τη βασική παράμετρο για την ταξινόμηση των γεωθερμικών πηγών ενέργειας, οι οποίες χωρίζονται στις ακόλουθες ομάδες: χαμηλό επίπεδο ενθαλπίας, μεσαίο επίπεδο ενθαλπίας, υψηλό επίπεδο ενθαλπίας. Χαμηλής ενθαλπίας θεωρείται μία γεωθερμική πηγή με θερμοκρασία κάτω των 90° C, μεσαίας μεταξύ 90°C και 150° C και υψηλής από 150°C και άνω[18]⁴⁴.

2.2.4 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα γεωθερμικά συστήματα χωρίζονται σε αυτά που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της γης και σε αυτά που βρίσκονται βαθιά στο φλοιό της γης και αυτό προκύπτει από τα διαφορετικά επίπεδα βάθους και τις διαφορετικές τεχνικές αξιοποίησης. Η διάκρισή τους είναι χρήσιμη γιατί απαιτείται η χρήση διαφορετικών γεωλογικών και γεωφυσικών παραμέτρων για το κάθε σύστημα[16]⁴⁵.

⁴⁴ I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy utilization', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 85–136. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00003-9.

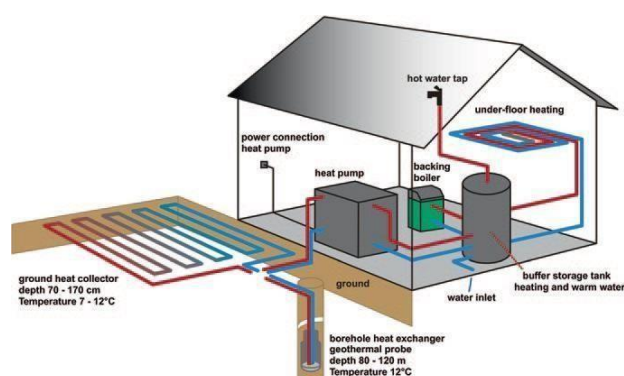
⁴⁵ I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

2.2.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2.2.5.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Τα γεωθερμικά συστήματα κοντά στην επιφάνεια παίρνουν τη θερμική ενέργεια από το ανώτερο στρώμα του φλοιού της γης. Το συνηθισμένο βάθος είναι τα 150 m και σπανίως μπορεί να φτάσει και τα 400 m, οπότε η θερμοκρασία δεν υπερβαίνει τους 25° C. Οι τεχνικές γεωθερμίας διαχωρίζονται μεταξύ ανοιχτών και κλειστών συστημάτων. Τα συστήματα περιλαμβάνουν συλλέκτες θερμότητας στο έδαφος, πασσάλους γεωθερμικής ενέργειας και γεωτρήσεις σε υπόγεια ύδατα. Η εκμετάλλευση των νερών των ορυχείων και των σηράγγων σε κατάλληλες θερμοκρασίες ανήκει στις χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια της γης. Η εκμετάλλευσή τους είναι έμμεση, οπότε απαιτούνται αντλίες θερμότητας για τη μετατροπή[16]⁴⁶.

Οι επίγειοι συλλέκτες θερμότητας αποτελούνται από πλαστικούς σωλήνες εκατοντάδων μέτρων που έχουν εγκατασταθεί οριζόντια σε βάθος 1-2 m. Στις σωληνώσεις κυκλοφορεί ένα ρευστό που αντλεί θερμότητα από το έδαφος και σημαντικοί παράγοντες για τη απόδοση της θερμικής εξαγωγής είναι η θερμική αγωγιμότητα και θερμοχωρητικότητα του εδάφους, καθώς το υψηλό πορώδες και τα κενά του εδάφους μειώνουν την απόδοση της θερμικής αγωγιμότητας. Το έδαφος που απαιτείται για τους συλλέκτες θερμότητας είναι μεγάλο. Οι συλλέκτες δεν μπορούν να υπερκατασκευαστούν ή να καλυφθούν γιατί χρησιμοποιούν την εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία στο έδαφος[16].

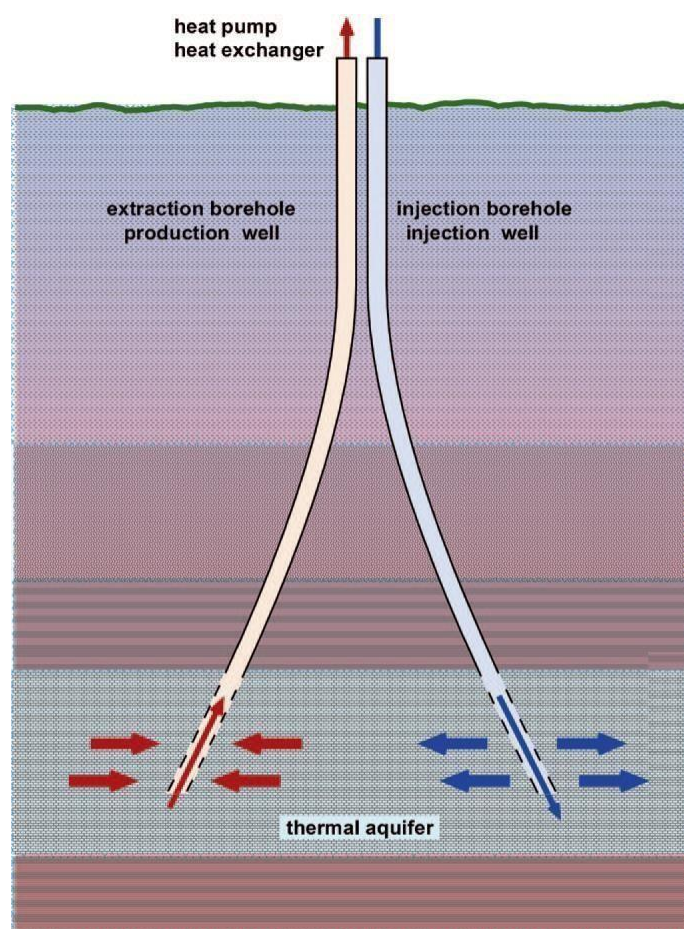


Εικόνα9. Συλλέκτης θερμότητας εδάφους. Πηγή: I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

⁴⁶I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

2.2.5.2 ΒΑΘΙΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα βαθιά γεωθερμικά συστήματα χρησιμοποιούν τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στο ζεστό νερό των βαθιών υδροφορέων και περιλαμβάνουν υδρογεωθερμικά συστήματα χαμηλής ενθαλπίας. Η εκμετάλλευση της δεξαμενής θερμότητας γίνεται μέσω αντλίας θερμότητας και το παραγόμενο θερμικό νερό μεταφέρεται στα τοπικά δίκτυα και στα δίκτυα τηλεθέρμανσης ή σε ιαματικά λουτρά και στη θέρμανση θερμοκηπίων και βιομηχανικών συγκροτημάτων. Η μετατροπή θερμότητας σε ηλεκτρική ενέργεια και με τη βοήθεια συμπληρωματικής τεχνολογίας μπορεί να γίνει σε θερμοκρασίες άνω των 80°C, αλλά για να είναι πιο οικονομική η απόδοσή της απαιτεί περισσότερο από 120°C[16]⁴⁷.



Εικόνα 10. Σχεδιασμός βαθιάς εγκατάστασης ανοιχτού γεωθερμικού συστήματος. Πηγή: I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

⁴⁷I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

2.2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.2.6.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Φιλική προς το περιβάλλον

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που η χρήση της είναι αποτελεσματική σε συστήματα παραγωγής ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία φιλική προς το περιβάλλον ενέργεια και προσφέρει οφέλη τόσο στον άνθρωπο όσο και στα υπόλοιπα έμβια όντα και η παραγωγή της μπορεί να πραγματοποιηθεί χωρίς κανένα κύκλο καύσης[17]⁴⁸.

- Δεν εξαρτάται από καιρικές συνθήκες

Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται μία αξιόπιστη πηγή ενέργειας γιατί δεν επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες, συνεπώς είναι σε θέση να παρέχει συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια ή να είναι χρήσιμη στην παραγωγή θερμότητας[17].

- Μειώνει την εξάρτηση στα ορυκτά καύσιμα

Η αύξηση της χρήσης των γεωθερμικών ενεργειακών πόρων οδηγεί στη μείωση χρήσης των ενεργειακών πόρων που έχουν υψηλές εκπομπές ρύπων, οπότε παρέχουν και περιβαλλοντική ασφάλεια στις χώρες και τα γεωθερμικά ενεργειακά συστήματα δεν προκαλούν ηχορύπανση[17].

- Χαμηλό κόστος

Η παραγωγή ζεστού νερού είναι πιο αποτελεσματική με τη χρήση γεωθερμικών πηγών ενέργειας σε σύγκριση με τα παραδοσιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας, με αποτέλεσμα να μπορεί να παραχθεί ζεστό νερό με χαμηλότερο κόστος. Το κόστος συντήρησης τους είναι χαμηλό και είναι φιλικά προς τον χρήστη[17].

⁴⁸Ι. Dincer και Μ. Ozturk, 'Geothermal energy sources', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 57–83. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

2.2.6.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Μικρή περιβαλλοντολογική επιβάρυνση

Σε υπόγειες γεωθερμικές πηγές ενέργειας τα συστήματα που χρησιμοποιούνται εκλύουν στην ατμόσφαιρα ορισμένα αέρια επιβλαβή για το περιβάλλον. Η ποσότητα αυτή είναι μέγιστη κοντά στα εγκατεστημένα συστήματα, ωστόσο αυτή η επιβλαβής επίδραση στο περιβάλλον είναι πολύ μικρότερη από την επιβλαβή επίδραση των παραδοσιακών συστημάτων ορυκτών πηγών[17]⁴⁹.

- Επιφανειακή αστάθεια

Με την εγκατάσταση ενός συστήματος γεωθερμικής ενέργειας υπάρχει η πιθανότητα πρόκλησης σεισμού, λόγω της παραμόρφωσης του φλοιού της γης. Ειδικά η εγκατάσταση των ανεπτυγμένων συστημάτων μπορεί να διαταράξει περισσότερο τη φυσική δομή του φλοιού και αυτό το ενδεχόμενο δεν πρέπει να αγνοείται κατά την εγκατάσταση των συστημάτων[17].

- Υψηλό κόστος εγκατάστασης

Μπορεί η χρήση των γεωθερμικών συστημάτων και η συντήρησή τους να έχουν χαμηλό κόστος, όμως το αρχικό κόστος εγκατάστασης μπορεί να είναι υψηλό, γιατί περιλαμβάνει την πρόσβαση στη γεωθερμική ενέργεια και την απόκτηση βαθύτερων γεωθερμικών πηγών ενέργειας. Τα γεωθερμικά συστήματα παραγωγής ενέργειας έχουν μακροπρόθεσμα κέρδη[17].

- Περιορισμένη διαθεσιμότητα

Δυστυχώς δεν διαθέτουν όλες οι χώρες γεωθερμικούς ενεργειακούς πόρους, οπότε δεν μπορούν να επωφεληθούν αποτελεσματικά από αυτούς τους πόρους. Και αν κάποιες χώρες αποφασίσουν να αποκτήσουν την παραγόμενη ενέργεια δεν θα είναι και τόσο αποτελεσματική η χρήση της γιατί θα υπάρξουν θερμοκρασιακές απώλειες[17].

- Θέματα βιωσιμότητας

Για το σχηματισμό των γεωθερμικών πηγών απαιτούνται πολλά χρόνια και προκύπτει από το νερό της βροχής που διαρρέει ανάμεσα στα κενά του φλοιού της γης. Αν η παραγωγή στη γεωθερμική πηγή είναι μεγαλύτερη από την εισροή, τότε θα αντιμετωπίσουμε πρόβλημα βιωσιμότητας. Για να αποφευχθεί αυτό τα συστήματα παραγωγής στέλνουν το χρησιμοποιούμενο γεωθερμικό ρευστό ξανά στο υπέδαφος. Αυτή η μέθοδος δεν ακολουθείται όμως σε όλες τις γεωθερμικές πηγές οπότε το πρόβλημα παραμένει[17].

⁴⁹I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy sources', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 57–83. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

2.2.7 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Όσο υπάρχουν οι γεωθερμικοί ενεργειακοί πόροι θα χρησιμοποιούνται από χώρες σε όλο τον κόσμο για την ενίσχυση της οικονομίας τους και τη μείωση των βλαβερών επιπτώσεων για το περιβάλλον. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας αυτών των χωρών θα καθορίσει και το επίπεδο χρήσης της γεωθερμικής ενέργειας. Πρέπει να υπάρχει ενημέρωση για να επωφεληθούν οι χώρες από αυτή την ενέργεια και η κοινωνία να την υιοθετήσει και να μπορέσει να επεκταθεί και σε περισσότερες περιοχές. Για τη μείωση του κόστους των συστημάτων γεωθερμικής ενέργειας, θα πρέπει να μειωθεί το κόστος γεώτρησης και σημαντικό ρόλο στη μείωση αυτού του κόστους παίζει η εξέλιξη της τεχνολογίας. Για επιπλέον μείωση του κόστους θα πρέπει να βελτιωθεί και η απόδοση των συστημάτων. Για να πραγματοποιηθεί αυτό θα πρέπει να γίνουν αναλύσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων και επιδόσεων, όπως επίσης και να αυξηθούν και οι επενδύσεις και η υποστήριξη στην έρευνα και ανάπτυξη για τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας. Όπως επίσης θα πρέπει να γίνουν και μελέτες που αφορούν την επιβλαβή επίδραση των συστημάτων γεωθερμικής ενέργειας ακόμα και αν είναι χαμηλή αυτή η επίδραση[19]⁵⁰.

⁵⁰I. Dincer και M. Ozturk, 'Future directions', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 497–503. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00007-6.

2.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.3.1 ΙΣΤΟΡΙΑ

Η χρήση της αιολικής ενέργειας από την ανθρωπότητα ξεκινάει εδώ και χιλιάδες χρόνια[9]⁵¹. Οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται για πάνω από 3000 χρόνια για την άντληση νερού ή την άλεση σιτηρών και ο άνεμος ήταν βασική πηγή ενέργειας στα ιστιοφόρα πλοία. Οι ανεμόμυλοι ήταν αναπόσπαστο κομμάτι της αγροτικής οικονομίας στην Ευρώπη τον Μεσαίωνα και σταμάτησαν να χρησιμοποιούνται όταν έκαναν την εμφάνισή τους οι σταθεροί κινητήρες ορυκτών καυσίμων. Για μεγάλο μέρος του 20^{ου} αιώνα η χρήση του ανέμου δεν ήταν και τόσο διαδεδομένη, παρά μόνο για φόρτιση μπαταριών σε απομακρυσμένες κατοικίες[20]⁵².

Σήμερα στην εποχή της τεχνολογίας και της πληροφορικής, οι ανεμόμυλοι χρησιμοποιούνται για την άντληση νερού και πετρελαίου και για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούνται ορυκτά καύσιμα, φυσικό αέριο, πλουτώνιο ουράνιο, πετρέλαιο. Με την καύση τους, η ενέργεια που διαθέτουν μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια και ο στρόβιλος κινεί τη γεννήτρια και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από την καύση ορυκτών καυσίμων δεν διαφέρει και τόσο από την ενέργεια που προκύπτει από τον άνεμο. Ο άνεμος όμως ως καύσιμο είναι δωρεάν και δεν είναι επιζήμιος για το περιβάλλον. Η χρήση της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται με σύγχρονους ανεμόμυλους που ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Για τη μετατροπή αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική απαιτούνται γνώσεις σε διάφορους τομείς όπως μετεωρολογία, ηλεκτρολογία, αεροδυναμική, πολιτική μηχανική και μηχανολογία[21].

Οι ανεμογεννήτριες δεν είναι πάντα επιθυμητές σε έναν τόπο. Η τοποθέτησή τους στη θάλασσα μπορεί να μειώσει τις αντιδράσεις του πληθυσμού, καθώς η ενόχλησή τους θα είναι ελάχιστη. Η τοποθέτησή τους πρέπει να είναι σε ρηχά νερά και μέχρι 5 χιλιόμετρα μακριά από την ακτή. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση από την ακτή τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ισχύς του ανέμου, αλλά και ακριβότερο το κόστος εγκατάστασης[21].

⁵¹Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

⁵²Burton, Tony; Jenkins, Nick; Bossanyi, Ervin; Sharpe, David; Graham, Michael, *Wind Energy Handbook*, 3rd έκδ. John Wiley & Sons, 2021. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: https://app-knovel-com.tudelft.idm.oclc.org/web/toc.v/cid:kpWEHE0022/viewerType:toc//root_slug:wind-energy-handbook/url_slug:wind-energy-handbook-3rd-edition?b-toc-cid=kpWEHE0022&b-toc-title=m&b-toc-url-slug=introduction

2.3.2 ΜΕΡΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Τα μέρη μιας ανεμογεννήτριας είναι τα παρακάτω:

- Ανεμόμετρο, το οποίο καταγράφει την ταχύτητα του ανέμου και μεταφέρει τα δεδομένα σε ένα σύστημα ελέγχου.
- Πτερύγια, τα οποία συνήθως είναι 2 ή 3 και εξαναγκάζονται σε περιστροφή λόγω του αέρα.
- Φρένο, που χρησιμοποιείται για διακοπή του κινητήρα σε περίπτωση προβλήματος.
- Ελεγκτής, ο οποίος ρυθμίζει τη μηχανή να λειτουργεί με ταχύτητες από 8-65 μίλια την ώρα.
- Κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο αυξάνει την ταχύτητα περιστροφής από τις 30-60 στροφές το λεπτό στις 1200-1500 στροφές το λεπτό.
- Γεννήτρια, η οποία «συνήθως παράγει εναλλασσόμενο ρεύμα 60 κύκλων».
- Άξονας υψηλής ταχύτητας, ο οποίος καθοδηγεί την γεννήτρια.
- Άξονας χαμηλής ταχύτητας, που η ταχύτητά του είναι στις 30-60στροφές το λεπτό.
- Ρότορας: ορίζεται το κεντρικό σημείο μαζί με τα πτερύγια.
- Κέλυφος, το οποίο είναι ένα προστατευτικό μέρος της ανεμογεννήτριας καθώς καλύπτει το κιβώτιο ταχυτήτων, τους άξονες υψηλής και χαμηλής ταχύτητας, τον ελεγκτή, το φρένο και τη γεννήτρια.
- Πύργος, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από χάλυβα και όσο πιο ψηλός είναι τόσο περισσότερη ενέργεια συλλέγει.
- Ανεμοδείκτης, ο οποίος υπολογίζει τη διεύθυνση του ανέμου.
- Οδηγός εκτροπής, ο οποίος κατευθύνει το ρότορα προς τη διεύθυνση του ανέμου.
- Κινητήρας εκτροπής, ο οποίος προσφέρει ενέργεια στον οδηγό εκτροπής[22]⁵³.

⁵³ Κασιμάτης Βασίλης, Αιολική Ενέργεια και Κυματική Ενέργεια. Διερεύνηση Περιοχής σε Θαλάσσια Περιοχή της Λέσβου, 2006.

2.3.3 ΤΥΠΟΙ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Οι ανεμογεννήτριες ταξινομούνται με βάση τον άξονα γύρω από τον οποίο περιστρέφονται τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας. Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε οριζοντίου άξονα (HAWT) και σε κάθετου άξονα (VAWT). Στις οριζοντίου άξονα ανεμογεννήτριες ο άξονας περιστροφής είναι ευθυγραμμισμένος με τη διεύθυνση του ανέμου ενώ στις κάθετου άξονα ανεμογεννήτριες ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος προς τη διεύθυνση του ανέμου. Το μέγεθος των ανεμογεννητριών ποικίλει από πολύ μικρές μηχανές που παράγουν δεκάδες ή εκατοντάδες Watt και από πολύ μεγάλες ανεμογεννήτριες που παράγουν αρκετά megawatt. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κάθε ανεμογεννήτρια περιλαμβάνει ηλεκτρική γεννήτρια, σύστημα πέδησης και κιβώτιο ταχυτήτων^[2]⁵⁴.



Εικόνα 11.Ανεμογεννήτριες. Πηγή: ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, σελίδα 32

⁵⁴Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

2.3.3.1 ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ (HAWT)

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν οι μηχανές που έχουν τον άξονα περιστροφής τοποθετημένο σε οριζόντιο άξονα παράλληλο προς το έδαφος[24]⁵⁵. Τα κύρια εξαρτήματα του συστήματος μιας ανεμογεννήτριας τοποθετούνται στην άτρακτο. Επειδή η ταχύτητα του ανέμου είναι πολύ πιο χαμηλή από την ταχύτητα που απαιτείται για να λειτουργήσει η γεννήτρια και να παράγει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια, χρειάζεται κιβώτιο ταχυτήτων για την αύξηση της ταχύτητας της ανεμογεννήτριας. Το σύστημα περιλαμβάνει κι ένα ανεμόμετρο, το οποίο μετρά την ταχύτητα και κατεύθυνση του ανέμου και τροφοδοτεί αυτή τη μέτρηση στον ελεγκτή, ο οποίος με τη σειρά του στέλνει σήμα στον μηχανισμό περιστροφής για να περιστρέψει την άτρακτο, ώστε να είναι η ανεμογεννήτρια ευθυγραμμισμένη με την κατεύθυνση του ανέμου για μεγαλύτερη απόδοση. Οι ανεμογεννήτριες περιλαμβάνουν κι ένα σύστημα πέδησης για να μπορέσει να σταματήσει η ανεμογεννήτρια σε περίπτωση υπερβολικής ταχύτητας του ανέμου, ώστε να μην προκληθεί κάποια ζημιά αν την αφήσουν να περιστρέφεται[23]⁵⁶. Οι ανεμογεννήτριες τύπου έλικας προσφέρουν μεγαλύτερη απόδοση του ρότορα, δυνατότητα ελέγχου της ισχύος εξόδου, επίτευξη υψηλότερης αεροδυναμικής απόδοσης και χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης. Στη σημερινή εποχή σχεδόν όλες οι ανεμογεννήτριες που κατασκευάζονται είναι τύπου έλικας. Σε κάποια συστήματα χρησιμοποιούνται πτερύγια από ανθρακονήματα, τα οποία μπορεί να είναι περίπου 4 φορές ακριβότερα, αλλά έχουν υψηλότερη απόδοση και είναι πιο αξιόπιστα και κατά συνέπεια παράγουν χαμηλότερο θόρυβο σε υψηλούς ανέμους[24].



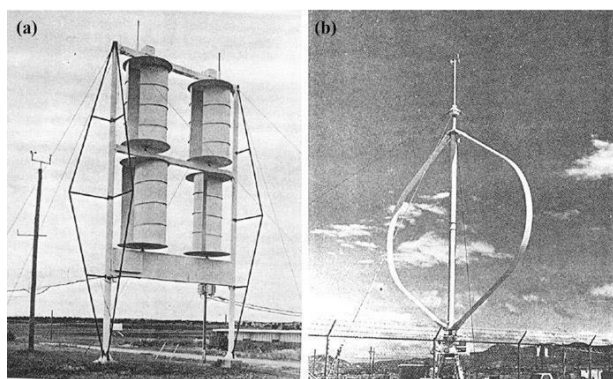
Εικόνα 12. Ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα. Πηγή: RoyandBandyopadhyay - 2019 - WindPowerBasedIsolatedEnergySystems.pdf.

⁵⁵ 'Roy and Bandyopadhyay - 2019 - Wind Power Based Isolated Energy Systems.pdf'.

⁵⁶Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

2.3 3.2 ANEMOΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΚΑΘΕΤΟΥ ΑΞΟΝΑ (VAWT)

Σε ένα σύστημα κατακόρυφου άξονα, ο άξονας με τα πτερύγια είναι προσανατολισμένος κάθετα προς στο έδαφος. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στην ανεμογεννήτρια να περιστρέφεται ανεξάρτητα από την κατεύθυνση του ανέμου κι έτσι δεν χρειάζεται πίσω πτερύγιο ή κινητήρα περιστροφής. Η γεννήτρια και τα συστήματα ελέγχου μπορούν να τοποθετηθούν κοντά στην επιφάνεια της γης, οπότε είναι και πιο εύκολες οι εργασίες επισκευής και συντήρησης. Οι πιο δημοφιλείς μηχανές κάθετου άξονα είναι οι Savonius και Darrieus. Οι μηχανές Savonius εφευρέθηκαν από τον Φινλανδό Sigurd Johannes Savonius το 1922 και χαρακτηρίζονται από απλότητα της κατασκευής και από υψηλή ροπή εκκίνησης. Το πρόβλημα είναι ότι οι συγκεκριμένες μηχανές έχουν χαμηλή απόδοση και ο ρότορας δεν μπορεί να αντέξει τις υψηλές ταχύτητες του ανέμου. Οι μηχανές Darrieus βασίζονται στην ανύψωση με αποτέλεσμα η περιστροφή τους να είναι ταχύτερη από την ταχύτητα του ανέμου[24]⁵⁷. Οι ικανότητά τους να αναπτύσσουν υψηλή ταχύτητα τις καθιστά κατάλληλες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας[9]⁵⁸. Ένα σημαντικό μειονέκτημα της μηχανής Darrieus είναι ότι παράγει επαρκή ροπή για την εκκίνησή της, οπότε για να περιστρέφεται χρειάζεται εξωτερική βοήθεια από έναν κινητήρα ή μία τουρμπίνα[25]⁵⁹. Το βασικό πλεονέκτημα των VAWT είναι ότι συλλέγουν ανέμους από οποιαδήποτε κατεύθυνση, χωρίς την ανάγκη πολύπλοκων ελέγχων. Επιπλέον το κιβώτιο ταχυτήτων και οι γεννήτριες μπορούν να τοποθετηθούν στο έδαφος με αποτέλεσμα την ευκολότερη πρόσβαση για τη συντήρηση. Το βασικό μειονέκτημα των VAWT είναι ότι τα πτερύγια βρίσκονται κοντά στο έδαφος και αυτό είναι πρόβλημα γιατί οι ταχύτητες στο έδαφος είναι πιο αργές κι έτσι περιορίζεται η ισχύς εξόδου των ανεμογεννητριών. Επιπλέον οι μηχανές VAWT καταπονούνται περισσότερο επειδή ο άνεμος είναι πιο τυρβώδης όσο πιο κοντά βρίσκεται στο έδαφος[2].



Εικόνα 13. Ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα.

Πηγή: 'RoyandBandyopadhyay - 2019 - WindPowerBasedIsolatedEnergySystems.pdf'.

⁵⁷ 'Roy and Bandyopadhyay - 2019 - Wind Power Based Isolated Energy Systems.pdf'.

⁵⁸ Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

⁵⁹ A. Roy και S. Bandyopadhyay, *Wind Power Based Isolated Energy Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-00542-9.

2.3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

2.3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Το βασικό πλεονέκτημα που έχει η αιολική ενέργεια είναι ότι χρησιμοποιεί σαν καύσιμο τον άνεμο, που είναι δωρεάν και απεριόριστος. Η αιολική ενέργεια είναι καθαρή και δεν παράγει αέρια του θερμοκηπίου. Ο Ελλαδικός χώρος και ιδιαίτερα τα νησιωτικά συμπλέγματα του Αιγαίου παρουσιάζουν υψηλό αιολικό δυναμικό, δηλαδή εμφανίζουν ανέμους υψηλής ταχύτητας, οπότε είναι ο κατάλληλος χώρος για αξιοποίηση αιολικής ενέργειας[2]⁶⁰.

2.3.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- Βασικό μειονέκτημα των ανεμογεννητριών είναι το υψηλό κόστος. Το σχετικά υψηλό κόστος της αρχικής επένδυσης, ειδικά για τις υπεράκτιες εγκαταστάσεις ή για μεμονωμένες περιπτώσεις εγκατάστασης ανεμογεννητριών. Πέρα από το αρχικό κόστος οι ανεμογεννήτριες πρέπει να εγκατασταθούν και σε μακρινές τοποθεσίες που απαιτείται η παραγόμενη ενέργεια, οπότε αυξάνονται το κόστος μεταφοράς και οι απώλειες ενέργειας και μειώνεται η συνολική αποδοτικότητα του συστήματος. Επιπλέον υψηλό είναι και το κόστος συντήρησης, ιδιαίτερα για τις υπεράκτιες τουρμπίνες.
- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στην άγρια ζωή, καθώς μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο για τα πτηνά.
- Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα σε κατοίκους που ζουν σε κοντινή απόσταση και στην άγρια ζωή, καθώς παράγουν ήχο και ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο κατά τη λειτουργία τους.

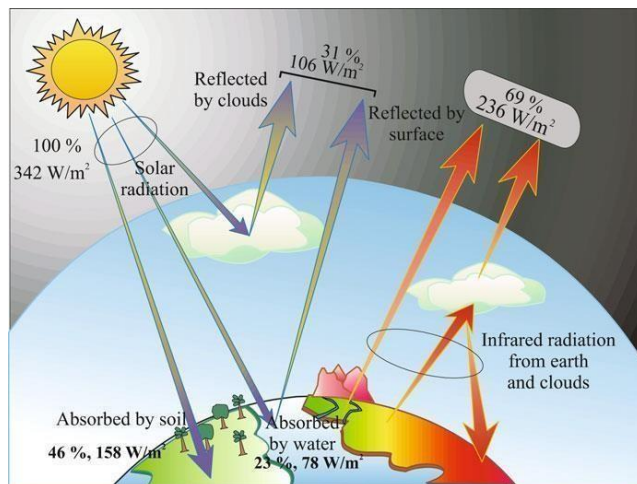
Για όλους τους παραπάνω λόγους απαιτείται περισσότερη έρευνα και για το κόστος της αιολικής ενέργειας αλλά και για τη βελτίωση απόδοσής της[9].

Η αιολική ενέργεια είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας χρησιμοποιώντας ως καύσιμο τον άνεμο, ο οποίος υπάρχει δωρεάν στη φύση και είναι βιώσιμος. Μία ανεμογεννήτρια παίρνει την κινητική ενέργεια του ανέμου, τη μετατρέπει σε περιστροφική μηχανική ενέργεια ενεργοποιώντας στη συνέχεια μία ηλεκτρική γεννήτρια. Θεωρητικά η μεγαλύτερη απόδοση του ρότορα είναι στο 59%, αν υπολογίσουμε όμως τις απώλειες συστήματος σε διάφορα στοιχεία του συστήματος μετατροπής, η απόδοση κυμαίνεται μεταξύ 10% και 30%[9].

⁶⁰Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

2.4 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακή ενέργεια ορίζεται το σύνολο των μορφών ενέργειας που λαμβάνουμε από τον ήλιο, όπως η θερμότητα, η θερμική ενέργεια, η φωτεινή ενέργεια και οι διάφορες ακτινοβολίες. Η εκμετάλλευσή της δεν έχει περιορισμούς, καθώς προέρχεται από τον ήλιο και είναι ανεξάντλητη[26]⁶¹. Η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή σε μια τοποθεσία, στηρίζεται στην εκτίμηση της ηλιακής ακτινοβολίας στη συγκεκριμένη τοποθεσία. Η ενέργεια του ήλιου προκύπτει από αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης. Για τη σωστή επιλογή υλικών για φωτοβολταϊκά ή ηλιακούς συλλέκτες είναι απαραίτητη η γνώση του ενεργειακού φάσματος της ακτινοβολίας και των επιδράσεων της ατμόσφαιρας στην ακτινοβολία[27]⁶².



Εικόνα 14. Ροή ενέργειας στο σύστημα "επιφάνεια γης - ατμόσφαιρα". Πηγή: 'Bostanetal. - 2013 - ResilientEnergySystems.pdf'.

Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας είναι εφικτή με 2 τρόπους:

- Θερμική μετατροπή, η ενέργεια του ήλιου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια για τη χρήση θέρμανσης, νερού και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Φωτοβολταϊκό φαινόμενο όπου γίνεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική.[27]

⁶¹ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, 2009

⁶²Bostan et al. - 2013 - Resilient Energy Systems.pdf.

2.4.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ

Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε θερμική υπάρχουν 2 είδη συστημάτων:

1. Συστήματα όπου η μετατροπή της ενέργειας είναι άμεση σε χαμηλές θερμοκρασίες. Στην περίπτωση αυτή δεν χρειάζεται παρακολούθηση του ήλιου και ο τρόπος κατασκευής τους είναι απλός.

Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν:

- Επίπεδο ηλιακό συλλέκτη που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του αέρα και του νερού.
- Σύστημα επίπεδου ηλιακού συλλέκτη.
- Σύστημα συσσωρευμένης θερμότητας.

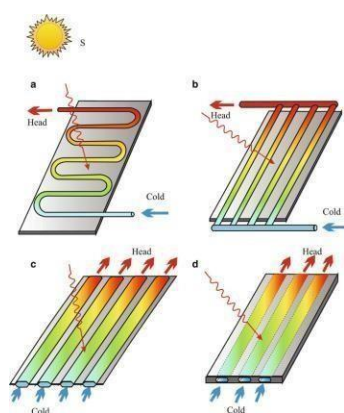
Η χρήση των 2 τελευταίων αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

2. Συστήματα που συγκεντρώνουν την ηλιακή δέσμη και τη μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν:

- Συστήματα κυλινδρικής κοιλότητας
- Σύστημα ηλιοστάτη
- Παραβολικά συστήματα με κινητήρες

Με τα θερμικά συστήματα η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται σε θερμότητα, η θερμότητα μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια και με τη βοήθεια ηλεκτρομηχανικής μετατροπής παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται από επίπεδους συλλέκτες ή από φακούς και κάτοπτρα. Η επιλογή ανάμεσα σε αυτά τα 3 εξαρτάται από την τοποθεσία, τις καιρικές συνθήκες και τις ενεργειακές ανάγκες. Κοστολογικά αυτή η μέθοδος είναι πιο αποτελεσματική όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακή ενέργεια[27]⁶³.



Εικόνα 15. Εναλλάκτες θερμότητας ηλιακών συλλεκτών. Πηγή: 'Bostanetal. - 2013 - ResilientEnergySystems.pdf'

⁶³Bostan et al. - 2013 - Resilient Energy Systems.pdf.

2.4.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα η ενέργεια του ηλιακού φωτός μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Ως φωτοβολταϊκό φαινόμενο ορίζεται κάθε υλικό ή μέσο που μετατρέπει την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Η πιο συνηθισμένη συσκευή είναι το φωτοβολταϊκό στοιχείο που κατασκευάζεται από πυρίτιο, το οποίο είναι ένα ημιαγωγικό υλικό. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο παρέχει μία τάση 0,5V, οπότε για να παραχθεί υψηλότερη τάση κατασκευάζονται πολλά στοιχεία μαζί σε σειρά και δημιουργούν μία ολοκληρωμένη μονάδα που ονομάζεται φωτοβολταϊκό πάνελ. Για την παραγωγή μεγαλύτερης ισχύος τα πάνελ μπορούν να συνδεθούν σε σειρά ή παράλληλα και να δημιουργήσουν μία φωτοβολταϊκή συστοιχία. Τα χαρακτηριστικά της ισχύος και της τάσης μίας συστοιχίας διαφέρουν ανάλογα με τα επίπεδα της ακτινοβολίας και τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Στη διαμόρφωσή τους παίζουν ρόλο και τυχόν φυσικά εμπόδια που μπορεί να προκύψουν, όπως δέντρα, σύννεφα και κτίρια, τα οποία δημιουργούν μερική σκίαση. Η μερική σκίαση μπορεί να ελαττώσει σε μεγάλο βαθμό την απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος. Για τη μείωση του συγκεκριμένου φαινομένου χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά συστήματα, που βελτιώνουν την απόδοση του συστήματος σε δυσμενείς συνθήκες. Η σχεδίαση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος απαιτεί γνώσεις φυσικής, ηλεκτροστατικών πεδίων και δυνάμεων[28]⁶⁴.



Εικόνα 16. Φωτοβολταϊκά Πάνελ. Πηγή: «Η Επίδραση της Μετεωρολογίας στα Φωτοβολταϊκά Συστήματα στην Ελλάδα», Αθηνά Μαύρου.

⁶⁴Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.

2.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.4.3.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα παρακάτω:

- Το αντίκτυπό τους στο περιβάλλον δεν είναι ρυπογόνο.
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη και δεν ενοχλεί τους κατοίκους.
- Οι απομακρυσμένες περιοχές δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα τροφοδοσίας καυσίμων.
- Είναι αξιόπιστα κι έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Το κόστος συντήρησής τους είναι μικρό.
- Σε περίπτωση αυξημένης ζήτησης μπορούν να επεκταθούν ανά πάσα στιγμή.
- Είναι ενεργειακά ανεξάρτητα, οπότε ο χρήστης μπορεί να τα αξιοποιεί όπου και να βρίσκεται και να μην εξαρτάται από τις μεταβολές στην τιμή των καυσίμων.
- Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας είναι άμεση.
- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι εύκολα στη χρήση τους και η εγκατάσταση των μικρών συστημάτων μπορεί να γίνει και από τους χρήστες[26]⁶⁵.

2.4.3.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το βασικότερο μειονέκτημα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το υψηλό κόστος τους. Για το λόγο αυτό τα φωτοβολταϊκά συστήματα απευθύνονται σε χρήστες που βρίσκονται σε περιοχές με χαμηλές ενεργειακές ανάγκες, ή σε χρήστες που βρίσκονται σε περιοχές όπου δεν υπάρχει εναλλακτικός τρόπος παροχής ενέργειας, όπως για παράδειγμα απομακρυσμένες περιοχές[26].

⁶⁵ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, 2009

2.4.4 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

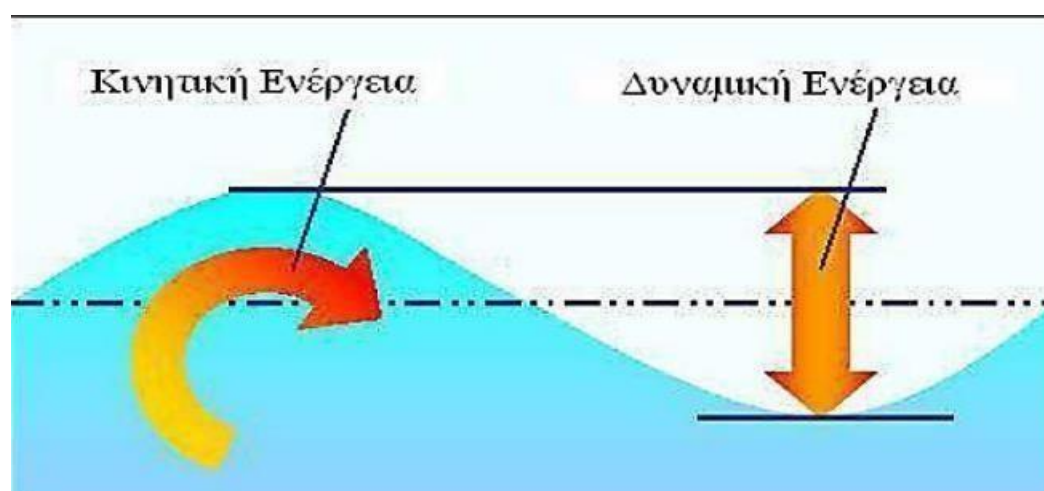
Τα φωτοβολταϊκά παρουσιάζουν ραγδαία ανάπτυξη στη σημερινή εποχή, η οποία οφείλεται στην πρόοδο της τεχνολογίας και της επεξεργασίας των υλικών. Θεωρούνται από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες ενεργειακές τεχνολογίες, όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, γιατί μπορούν να ενσωματωθούν σε όλους τους χώρους: αυτόνομα συστήματα, κεντρικά συστήματα, συστήματα ενσωματωμένα σε κτίρια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν βλάπτουν το περιβάλλον, είναι αξιόπιστα, το κόστος παραγωγής τους παρουσιάζει μείωση και η απόδοσή τους έχει αυξηθεί[26]⁶⁶.

⁶⁶ΘΕΟΧΑΡΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, 2009

2.5 ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

2.5.1 ΙΣΤΟΡΙΑ

Η κυματική ενέργεια θεωρούνταν από την αρχαιότητα ως καταστροφική δύναμη. Η θάλασσα θεωρείται πηγή ενέργειας από το Μεσαίωνα. Η πρώτη προσπάθεια για την αξιοποίηση της κυματικής ενέργειας έγινε από τον Γάλλο μηχανικό Pierre Gerard και το γιο του, όπου σχεδίασαν έναν τρόπο για να μπορέσουν να την αξιοποιήσουν, αλλά η ιδέα τους δεν κατασκευάστηκε ποτέ. Τα τελευταία 50 χρόνια στην Ευρώπη ήταν υπό εξέταση η χρήση της κυματικής ενέργειας και στον βιομηχανικό τομέα, θεωρούσαν όμως ότι η εκμετάλλευσή της δεν θα είναι οικονομική και ότι ο εξοπλισμός δεν θα άντεχε το περιβάλλον της θάλασσας. Με την ενεργειακή κρίση του 1973 οι ερευνητές στράφηκαν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όμως το ουσιαστικό ερέθισμα για την ενασχόληση με την κυματική ενέργεια το έδωσε το 1974 ο Stephen Salter από το πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου, που απέδειξε ότι η μετατροπή της κυματικής ενέργειας είναι εφικτή με υψηλή απόδοση με τη χρήση ενεργειακών μετατροπών[9]⁶⁷.

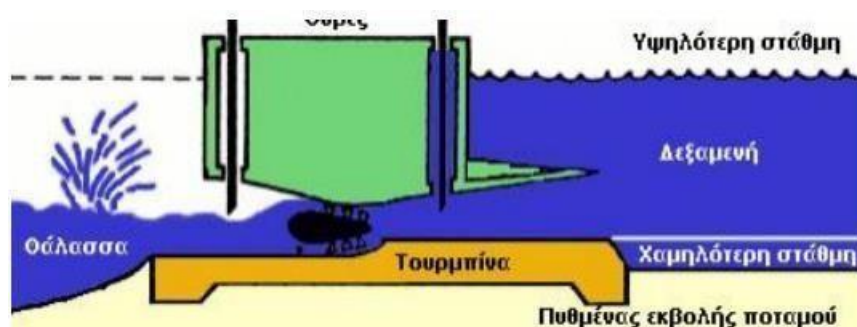


Εικόνα 17. Τρόπος Λειτουργίας Κυματικής Ενέργειας. Πηγή: Κυματική Ενέργεια και Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης – Μετατροπής Θαλασσίων Κυμάτων, σελίδα 21.

⁶⁷Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. ArtechHouse, 2020.

2.5.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑ

Οι παλίρροιες της θάλασσας αποτελούν μια τεράστια ποσότητα ενέργειας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η παλιρροιακή ενέργεια είναι αποτέλεσμα της βαρυτικής έλξης του ήλιου και της σελήνης στους ωκεανούς και η επίδραση της σελήνης είναι πολύ μεγαλύτερη από την επίδραση του ήλιου. Η παλιρροιακή ενέργεια συλλέγεται με τη χρήση εγκαταστάσεων φραγμάτων ή λιμνοθαλασσών και εγκαταστάσεων παλιρροιακών ρευμάτων. Η αξιοποίησή της έχει ξεκινήσει πολλά χρόνια, καθώς οι νερόμυλοι κινούνταν με τα νερά της παλίρροιας[29]⁶⁸.

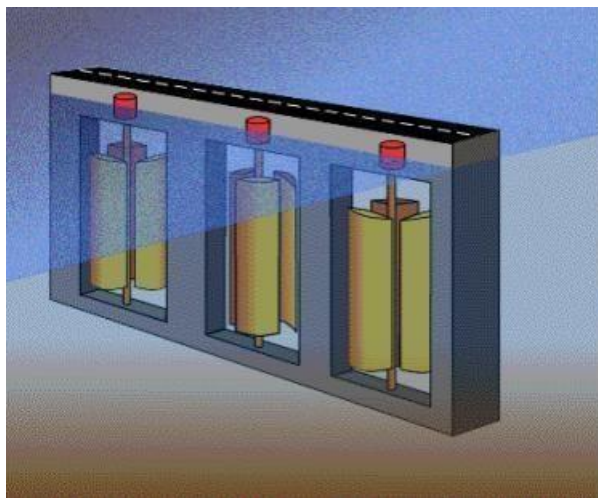


Εικόνα 18. Εκμετάλλευση της παλίρροιας με τη βοήθεια φράγματος. Πηγή: ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΛΟΓΩ ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΣ, σελίδα 35.

⁶⁸Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας, 2012

2.5.2.1 ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΙ ΦΡΑΚΤΕΣ

Οι παλιρροιακοί φράκτες είναι φράγματα τα οποία εμποδίζουν ένα κανάλι και προκαλούν περιβαλλοντικά προβλήματα όταν επεκτείνονται πέρα από την εκβολή. Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός τους μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από το νερό και όσο μικρότερη είναι η διατομή του καναλιού, τόσο περισσότερο αυξάνεται και η ταχύτητα των στροβίλων. Οι πρώτοι μεγάλης κλίμακας παλιρροιακοί φράκτες έχουν κατασκευαστεί στη νοτιοανατολική Ασία[29]⁶⁹.



Εικόνα 19. Παλιρροιακός φράχτης. Πηγή: Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας, 2012

⁶⁹Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας, 2012

2.5.2.2 ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΟΙ ΣΤΡΟΒΙΛΟΙ

Οι παλιρροιακοί στρόβιλοι είναι σαν μια υποβρύχια τουρμπίνα και συγκριτικά με τον παλιρροιακό φράκτη προσφέρουν περισσότερα πλεονεκτήματα με σημαντικότερο ότι είναι λιγότερο επιζήμιο στο περιβάλλον κι έχει λιγότερες απαιτήσεις όσον αφορά τα υλικά του. Η λειτουργία τους είναι καλύτερη εκεί που τα παράκτια ρεύματα τρέχουν με 2-2,5 m/s καθώς ρεύματα με χαμηλότερες ταχύτητες είναι αντισυμβατικά ενώ με γρηγορότερες προσθέτουν μεγάλη πίεση στον εξοπλισμό. Τα ρεύματα αυτά παρέχουν 4 φορές μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα από τον αέρα. Παλιρροιακοί στρόβιλοι έχουν εγκατασταθεί αποτελεσματικά σε διάφορες περιοχές σε όλο τον κόσμο και ιδανικές θεωρούνται περιοχές που είναι μέχρι 1 χιλιόμετρο κοντά στην ακτή και σε βάθος περίπου 20-30 m[29]⁷⁰.



Εικόνα 20. Παλιρροιακός Στρόβιλος. Πηγή: : Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας,2012

⁷⁰Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας,2012

2.5.3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ

2.5.3.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗΣ

Οι τεχνολογίες ακτογραμμής είναι ενσωματωμένες στην ακτογραμμή, έχοντας έτσι το πλεονέκτημα της εύκολης εγκατάστασης και συντήρησης. Αφού δεν απαιτούνται μεγάλα βάθη υδάτων για την αγκυροβόλησή τους μειώνεται σημαντικά η ισχύς της ενέργειας. Η εγκατάσταση αυτών των τεχνολογιών εξαρτάται από το εύρος της παλίρροιας, τη γεωλογία της ακτογραμμής και τη διατήρηση του περιγράμματος της ακτής. Οι τεχνολογίες αυτές διαχωρίζονται σε παλλόμενης στήλης ύδατος, σε υπέρβασης/ υπερύψωσης και κατακόρυφης ταλάντωσης[30]⁷¹.

⁷¹ΜΑΝΑΛΗΣΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012.

2.5.3.1.1.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΤΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΥΔΑΤΟΣ

Limpet

Το 1998 κατασκευάστηκε και εγκαταστάθηκε στα δυτικά παράλια της Σκωτίας μια παράκτια συσκευή για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από θαλάσσια κύματα με το όνομα Limpet, η λειτουργία της οποίας ξεκίνησε το 2000 και από τότε λειτουργεί χωρίς επίβλεψη. Η επιτυχημένη λειτουργία απέδειξε το μέγεθος της συνεισφοράς της παράκτιας κυματικής ενέργειας[30]⁷².

Η συσκευή περιέχει θαλάμους από μπετό με διαστάσεις 6*6 m και κλίση 40° μέσα στους οποίους ταλαντώνονται 3 στήλες ύδατος. Η μετατροπή της ενέργειας πραγματοποιείται από μία γεννήτρια που είναι συνδεδεμένη με το μεσαίο αγωγό. Οι στήλες ύδατος βρίσκονται 17m εσωτερικά της φυσικής ακτογραμμής και το εξωτερικό τους πλάτος είναι 21m. Η κατακόρυφη παλινδρομική κίνηση των κυμάτων έχει το ρόλο ενός εμβόλου που πιέζει τον αέρα ενός θαλάμου και ο άνεμος περιστρέφει έναν στρόβιλο. Τα πτερύγια του στρόβιλου είναι ενσωματωμένα στον άξονα μιας γεννήτριας και δίνουν συνολική ισχύ 500 kW. Ο θόρυβος που παράγει η συσκευή μπορεί να μειωθεί με έναν ειδικό ακουστικό θάλαμο πριν απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Υπάρχει και ένα σύστημα συλλογής πληροφοριών με σκοπό την παρακολούθηση όλων των βασικών πληροφοριών, όπως και της διαδικασίας μετατροπής ενέργειας[30].



Εικόνα 21. Εγκατάσταση Limpet. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷²ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012.

WECA

Το WECA (Wave Energy Conversion Activator) έχει δημιουργηθεί από την ελληνική εταιρεία DAEDALUS Informatics Ltd με σκοπό τη μετατροπή της ενέργειας θαλάσσιων κυμάτων. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιεί τη συμπίεση του εγκλωβισμένου αέρα σε έναν αεροθάλαμο, η οποία προκύπτει από την ορμή του ερχόμενου κύματος κατά την πρόσκρουση. Η λειτουργία αυτή παρομοιάζεται με το θερμοδυναμικό κύκλο ενός αεροσυμπιεστή. Το υλικό κατασκευής της συσκευής WECA είναι ο χάλυβας και είναι κατάλληλος για ενσωμάτωση σε κυματοθραύστες. Η σχεδιάσή του έχει βασιστεί στην απορρόφηση της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων και τη μετατροπή τους σε συμπιεσμένο αέρα, που στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ή οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας[30]⁷³.

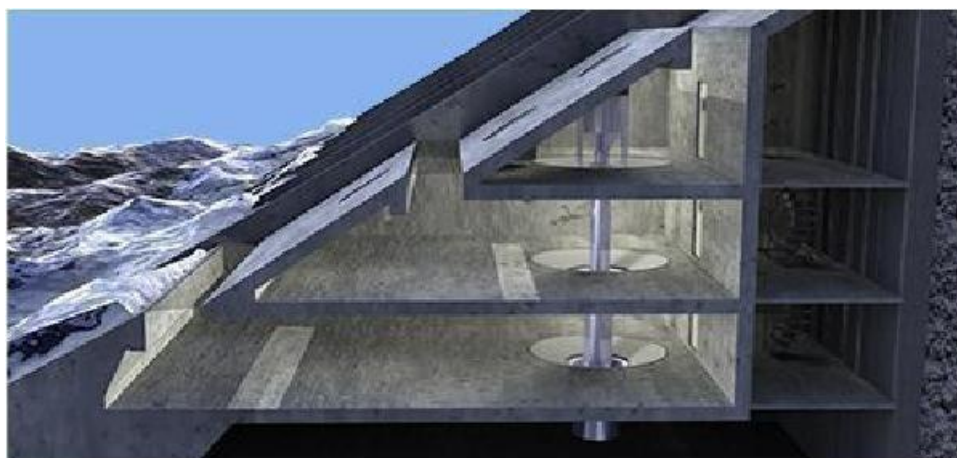


Εικόνα 22. Μετατροπέας κυματικής ενέργειας WECA. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷³ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012.

2.5.3.1.1.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ/ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ (SSG)

Η λειτουργία του SSG βασίζεται στην αρχή υπέρβασης θαλάσσιων κυμάτων και για να μετατρέψει κυματική ενέργεια χρησιμοποιεί 3 δεξαμενές, τοποθετημένες η μία πάνω στην άλλη, στις οποίες γίνεται η αποθήκευση της εισερχόμενης ενέργειας των κυμάτων. Το νερό που εισέρχεται παγιδεύεται στις δεξαμενές και διέρχεται μέσα από έναν πολύ-τμηματικό στρόβιλο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση πολλαπλών δεξαμενών προσφέρει υψηλότερη απόδοση συγκριτικά με κατασκευές που έχουν μόνο μία δεξαμενή. Κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και ο άξονας του στρόβιλου και οι πύλες είναι τα μοναδικά κινούμενα τμήματα του συστήματος γιατί ελέγχουν τη ροή του νερού. Το SSG μπορεί να είναι πλωτή ή σταθερή εγκατάσταση ανοικτής θαλάσσης ή μια εγκατάσταση ενσωματωμένη στην ακτή πάνω σε μια κυματοθραυστική εγκατάσταση. Η κυματική ενέργεια του SSG μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή πόσιμου νερού μέσω ώσμωσης ή παραγωγή υδρογόνου μέσω ηλεκτρόλυσης[30]⁷⁴.



Εικόνα 23. Τομή μετατροπέα SSG. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷⁴ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

SDE

Η λειτουργία του SDE βασίζεται στην κίνηση των θαλάσσιων κυμάτων για να παράγει υδραυλική πίεση που μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρισμό. Το σύστημα αυτό παράγει ενέργεια από την εκμετάλλευση της ταχύτητας, το βάθος, το ύψος, την ανύψωση και την πτώση του κύματος. Έχει τη δυνατότητα να παράγει ενέργεια χωρίς να προκαλεί επιβλαβείς επιπτώσεις για το περιβάλλον κι έχει χαμηλό κόστος κατασκευής καθώς και χαμηλό κόστος λειτουργίας[30]⁷⁵.



Εικόνα 24. Εγκατεστημένο μοντέλο SDE. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷⁵ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.2 ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

2.5.3.1.2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΣΑΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΎΔΑΤΟΣ

MightyWhale

Το MightyWhale διαθέτει μία ταλαντευόμενη στήλη ύδατος και 3 θαλάμους που περιέχουν αέρα και μετατρέπουν την ενέργεια των κυμάτων σε πίεση αέρα. Η άνοδος και η κάθοδος της στήλης των νερών που προκαλούνται από τα κύματα δημιουργούν αέρα 2 κατευθύνσεων και θέτει σε κίνηση έναν αεροστρόβιλο. Οι 3 στρόβιλοι που διαθέτει η συσκευή κινούν 3 επαγωγικές γεννήτριες και παράγουν τάση 200 Volt[30]⁷⁶.



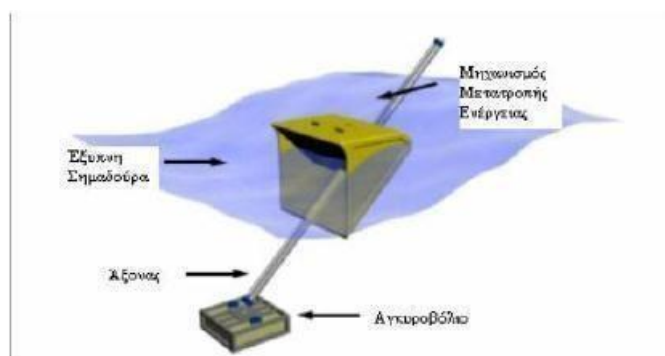
Εικόνα 25. Σύστημα MightyWhale. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷⁶ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.2.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

WETEnGen

Το WETEnGen έχει καναδέζικη προέλευση και μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και αφαλατωμένο νερό από τη μετατροπή της κυματικής ενέργειας σε μηχανική. Αποτελείται από έναν άκαμπτο άξονα, που βρίσκεται σε κλίση 45° και μία σημαδούρα που κινείται κατά μήκος αυτού του άξονα. Υπάρχει μία στερεή βάση που βρίσκεται στον πυθμένα, στην οποία είναι δεμένος ο άξονας και δίνει την ελευθερία στη συσκευή να περιστρέφεται ανάλογα με την κατεύθυνση των κυμάτων. Σε σύγκριση με άλλες συσκευές το WETEnGen είναι οικονομικά αποδοτικό και έχει χαμηλό κόστος λειτουργίας και συντήρησης, καθώς αποτελεί μια απλή κατασκευή και η εγκατάστασή του είναι γρήγορη και εύκολη[30]⁷⁷.



Εικόνα 26. Τμήματα μετατροπέα WETEnGen. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

⁷⁷ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.2.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

TheWaveberg

Το σύστημα αυτό είναι αρθρωτό και αποτελείται από πλωτά σώματα, που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να λυγίζουν με την κίνηση των κυμάτων. Με αυτόν τον τρόπο αντλείται θαλασσινό νερό, το οποίο μεταφέρεται στην ακτή με τη βοήθεια σωληνώσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Κατασκευάζεται από πλαστικό και φάϊμπεργκλας γιατί έχουν μεγαλύτερη αντοχή, είναι αντιδιαβρωτικά, έχουν χαμηλό κόστος και μπορούν να κατασκευαστούν εύκολα[30]⁷⁸.



Εικόνα 27. Μοντέλο Waveberg. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012.

⁷⁸ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.2.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Oyster

Το Oyster είναι σκωτσέζικης προέλευσης και η εγκατάστασή του γίνεται στον πυθμένα της θάλασσας και κοντά στην ακτή, γιατί τα μεγάλα κύματα της ανοιχτής θάλασσας μπορεί να αποδειχτούν επικίνδυνα για τη συσκευή. Το Oyster αποτελείται από ένα περύγιο ταλάντωσης το οποίο βρίσκεται στον πυθμένα της θάλασσας στα 12 m και εκμεταλλεύεται την υδροηλεκτρική ισχύ των κυμάτων και τη μεταφέρει σε μια υδροηλεκτρική μονάδα στην ακτή, με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική ενέργεια. Η συσκευή είναι απλή, έχει χαμηλό κόστος συντήρησης και είναι οικονομικά αποδοτική καθώς η τοποθέτησή της μακριά από μεγάλα κύματα της επιτρέπει να παράγει συνέχεια ηλεκτρική ενέργεια[30]⁷⁹.



Εικόνα 28. Μετατροπέας Oyster στο βυθό της θάλασσας. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012.

⁷⁹ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.3 ΥΠΕΡΑΚΤΙΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

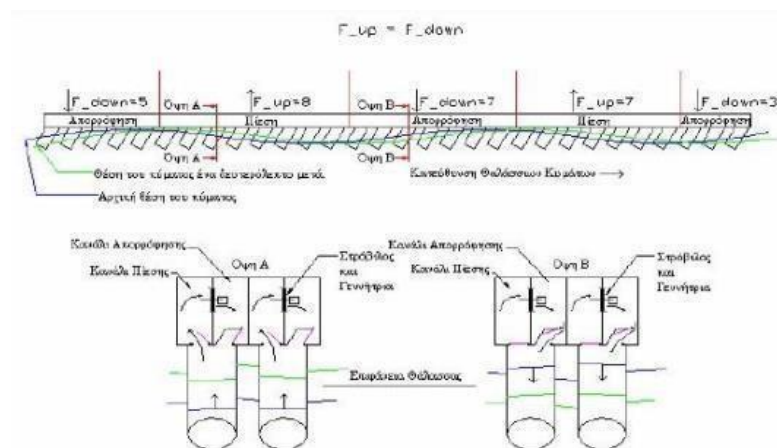
2.5.3.1.3.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΛΛΟΜΕΝΗΣ/ΤΑΛΛΑΝΤΕΥΟΜΕΝΗΣ ΣΤΗΛΗΣ ΥΔΑΤΟΣ

MAWEC

Το MAWEC είναι ένας μετατροπέας κυματικής ενέργειας, που διαφέρει όμως από τους υπόλοιπους γιατί χρησιμοποιεί απορροφητικές δυνάμεις για να παραμείνει στη θέση του γι' αυτό κατασκευάζεται και από ελαφριά υλικά με χαμηλό κόστος. Αυτός ο μετατροπέας έχει υψηλή απόδοση, η κατασκευή του και η λειτουργία του είναι απλή, το κόστος παραγωγής του είναι χαμηλό (0,6€/kwh), είναι ανθεκτικός και τα κύματα έχουν χαμηλό αντίκτυπο σε αυτόν[31]⁸⁰.



Εικόνα 29. Πειραματική δοκιμή του Mawec σε πραγματικές θαλάσσιες συνθήκες. . Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 94.



Εικόνα 30. Λειτουργία του Mawec. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 95.

⁸⁰ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

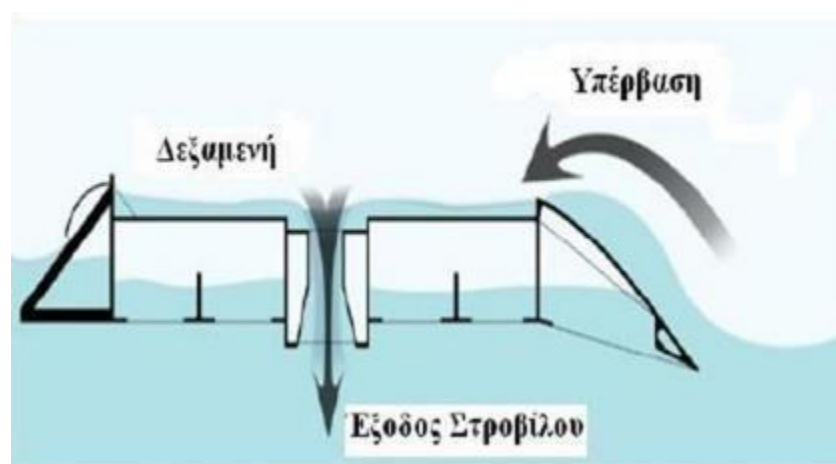
2.5.3.1.3.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΥΠΕΡΒΑΣΗΣ/ΥΠΕΡΥΨΩΣΗΣ

WaveDragon

Το WaveDragon είναι ένας μετατροπέας τεχνολογίας υπέρβασης και είναι δεμένος στο βυθό της θάλασσας, αλλά επιπλέει στην επιφάνεια. Ο μετατροπέας ανυψώνει τα κύματα πάνω από το επίπεδο της θάλασσας με τη βοήθεια μιας δεξαμενής. Στη συνέχεια το νερό περνάει μέσα από περιστρεφόμενους υδροστρόβιλους και καταλήγει στη θάλασσα, παράγοντας έτσι ηλεκτρική ενέργεια λόγω υψομετρικής διαφοράς[31]⁸¹.



Εικόνα 31. Μετατροπέας WaveDragon. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 116.



Εικόνα 32. Λειτουργία του WaveDragon. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 115.

⁸¹ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗΣ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ

Wavestar

Το Wavestar αποτελεί μία μηχανή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία εκμεταλλεύεται ολόκληρο το κύμα και τοποθετείται στη θάλασσα σε απόσταση 10 με 20 χιλιόμετρα από την ακτή. Η λειτουργία του μετατροπέα βασίζεται στην κατεύθυνση του κύματος. Τα κύματα διατρέχουν κατά μήκος τον μετατροπέα και η εκμετάλλευσή τους είναι συνεχής. Αποτελείται από μία πλατφόρμα και 20 ημισφαιρικές σημαδούρες, ένα μέρος των οποίων είναι βυθισμένο στη θάλασσα και καθώς περνάει το κύμα κατά μήκος της πλατφόρμας ανυψώνεται το πρώτο πλωτό σώμα, στη συνέχεια το δεύτερο, το τρίτο μέχρι να ανυψωθούν όλα με αποτέλεσμα να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια[31]⁸².



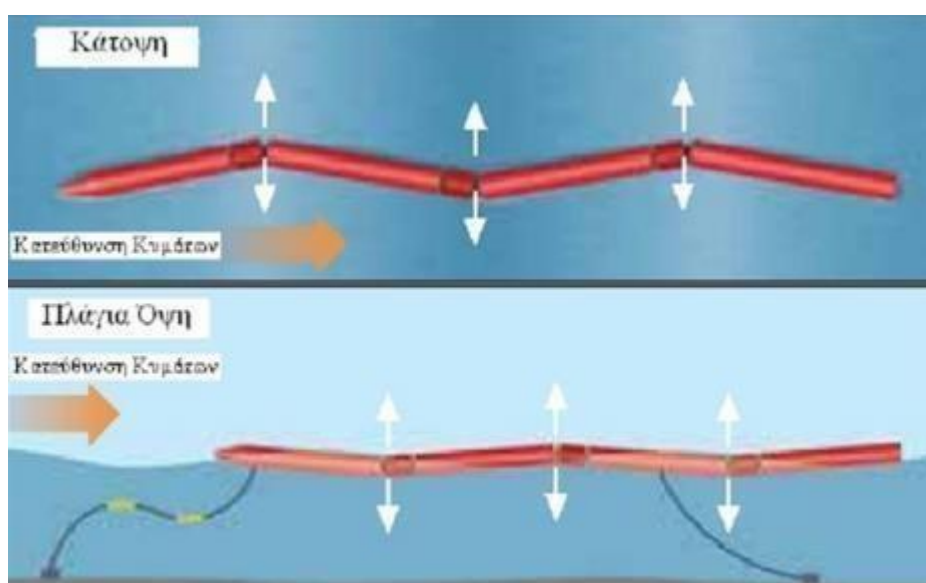
Εικόνα 33. Το Wavestar σε θέση λειτουργίας. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 123.

⁸²ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.3.1.3.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ

Pelamis P-750 WEC

Το Pelamis αποτελείται από 3 τμήματα μετατροπής κυματικής ενέργειας και το κάθε τμήμα διαθέτει ένα ολοκληρωμένο υδραυλικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η συσκευή είναι ημιβυθισμένη και το αρθρωτό τμήμα της κατασκευής αποτελείται από 4 κυλινδρικά τμήματα, που συνδέονται με αρθρωτούς συνδέσμους. Με την κίνηση των κυμάτων προκαλείται κίνηση των συνδέσμων και στη συνέχεια αντλείται πίεση από τους υδραυλικούς κινητήρες. Οι υδραυλικοί κινητήρες με τη σειρά τους ενεργοποιούν τις ηλεκτρικές γεννήτριες με αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρισμός[31]⁸³.



Εικόνα 34. Η κίνηση του Pelamis σε οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα. Πηγή: ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012, σελίδα 147.

⁸³ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, Κυματική και Ωκεάνια Ενέργεια, σημερινή πραγματικότητα και μελλοντικές προοπτικές, 2012

2.5.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.5.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Ανεξάντλητη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αποφεύγει τη λειτουργία καύσιμων υλών και δεν αφήνει απόβλητα.
- Περιοχές όπου είναι εγκατεστημένες τεχνολογίες μετατροπής κυματικής ενέργειας, προστατεύονται και είναι σύντομος ο χρόνος εγκατάστασης των συσκευών.
- Οι συσκευές που υπάρχουν σε τεχνητούς βιότοπους θα μπορούσαν να προσελκύσουν πληθυσμούς διαφόρων θαλάσσιων πλασμάτων, τα οποία θα μπορούσαν να αναπαραχθούν.
- Η κυματική ενέργεια θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για ανεφοδιασμό των παράκτιων κοινοτήτων με πόσιμο νερό[29]⁸⁴.

2.5.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

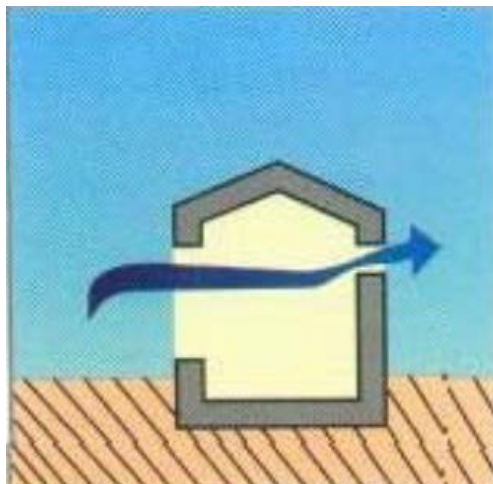
- Στην περίπτωση της παλιρροιακής ενέργειας, οι εγκαταστάσεις θα μπορούσαν να βλάψουν το περιβάλλον, προκαλώντας αύξηση του ιζήματος και θολερότητα του νερού στη δεξαμενή, με αποτέλεσμα να δημιουργήσει προβλήματα στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής.
- Η παραγωγή ενέργειας μπορεί κάποιες φορές να είναι μεγάλη και κάποιες φορές μηδενική, γιατί εξαρτάται αποκλειστικά από την ορμή των κυμάτων.
- Το συνολικό κόστος των εγκαταστάσεων είναι υψηλό, καθώς η δύσκολη πρόσβαση αυξάνει το κόστος κατασκευής και συντήρησης[29].

Η κυματική ενέργεια εξελίσσεται πιο αργά σε σύγκριση με τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αλλά έχει μεγαλύτερο δυναμικό, αφού έχει 1000 φορές μεγαλύτερη κινητική ενέργεια από τον αέρα και απαιτεί μικρότερα συστήματα για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος[29].

⁸⁴Σαββόπουλος Δημήτρης, Κυματική Ενέργεια Λόγω Παλίρροιας, 2012

2.6 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εφαρμόζεται όλο και περισσότερο στα κτίρια τα τελευταία χρόνια με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Η αρχιτεκτονική που βασίζεται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό αφορά κτίρια σχεδιασμένα με βάση το τοπικό κλίμα, με στόχο να εξασφαλίσει συνθήκες οπτικής και θερμικής άνεσης με τη βοήθεια περιβαλλοντικών πηγών και ηλιακής ενέργειας[32]⁸⁵.



Εικόνα 35. Αερισμός Κτιρίου. Πηγή: 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ'.

⁸⁵ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται με τη βοήθεια παθητικών συστημάτων θέρμανσης και αποθηκεύεται με τη μορφή θερμότητας, ζεσταίνοντας το χώρο[32]⁸⁶.



Εικόνα 36. Ηλιοπροστατευόμενος ημιυπαίθριος χώρος. Πηγή: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 27.

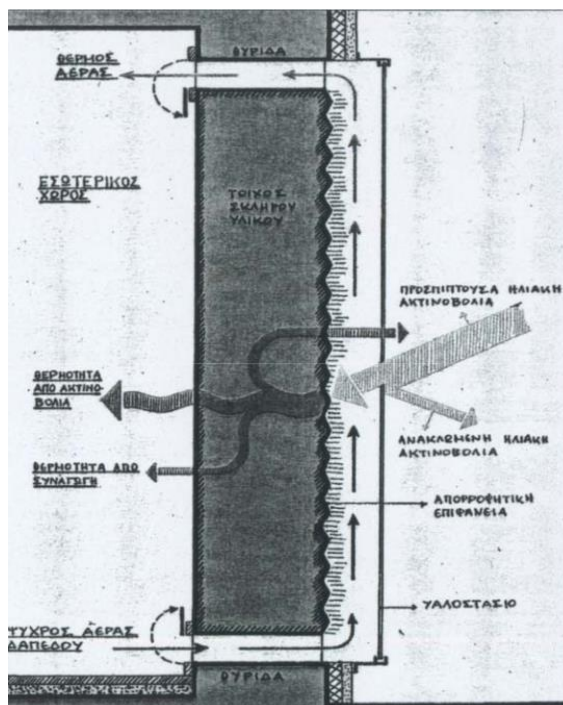
⁸⁶ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.1.1 ΗΛΙΑΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούν παθητικά συστήματα θέρμανσης και ουσιαστικά πρόκειται για τοιχοποιίες, οι οποίες συνδυάζονται με υαλοστάσιο σε απόσταση 5-15 cm από τις τοιχοποιίες και τοποθετείται εξωτερικά.

Οι ηλιακοί τοίχοι ταξινομούνται σε:

- Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης. Πρόκειται για τοίχους, που αποτελούνται από υψηλής θερμοχωρητικότητας υλικά και το χρώμα τους είναι σκούρο για μεγαλύτερη απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας.
- Θερμοσιφωνικό πανέλο. Το χειμώνα η ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπεται μέσω του συλλέκτη, που είναι γυάλινη επιφάνεια, σε θερμική και με τη βοήθεια των θυρίδων στο πάνω μέρος του πανέλου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο[32]⁸⁷.

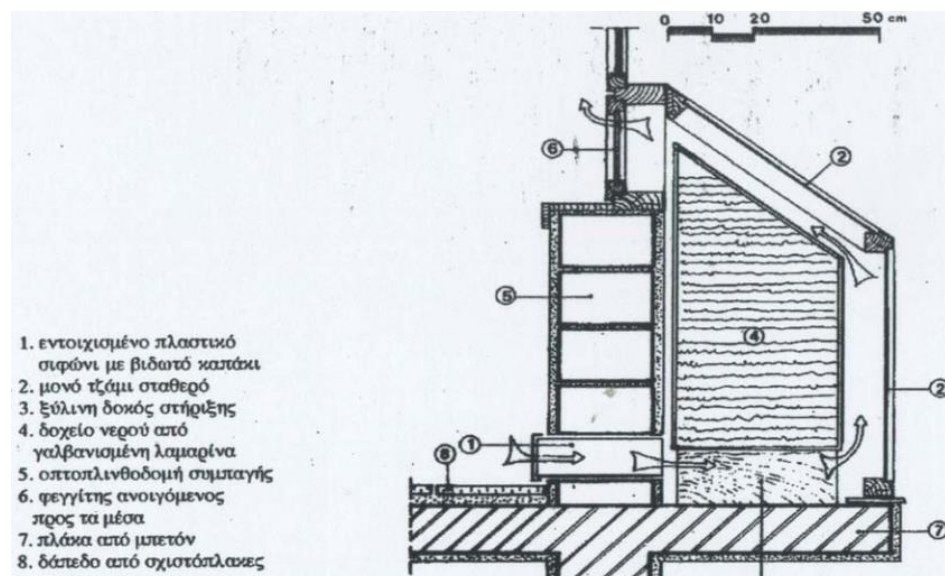


Εικόνα 37. Τοίχος θερμοσιφωνικής ροής. Πηγή: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 27.

⁸⁷ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.1.2 ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ

Πρόκειται για ένα τοίχο που αποτελείται είτε από μεταλλικό είτε από πλαστικό στεγανό δοχείο, έχει σκούρο χρώμα και περιέχει νερό. Η διαδικασία θέρμανσης είναι πιο άμεση από τους ηλιακούς τοίχους, λόγω μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας, αλλά χρειάζεται νυχτερινή προστασία γιατί ψύχεται και πιο γρήγορα[32]⁸⁸.

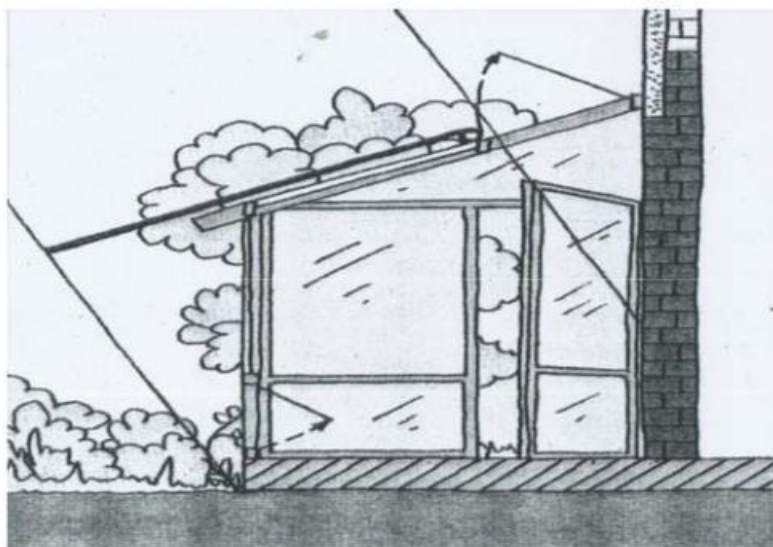


Εικόνα 38. Τοίχος Νερού. Πηγή: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 28.

⁸⁸ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.1.3 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Πρόκειται για ένα χώρο κλειστό, καλυμμένο με μία γυάλινη επιφάνεια και ενσωματωμένο στο κτίριο. Για να λειτουργεί αποτελεσματικά πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό, να υπάρχουν πόρτες και παράθυρα προς το εσωτερικό, ανοίγματα στην οροφή και τη βάση και σύστημα σκιασμού. Το θερμοκήπιο συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται ο αέρας στο εσωτερικό του και στη συνέχεια να μεταφέρεται η θερμότητα και στο υπόλοιπο κτίριο[32]⁸⁹.

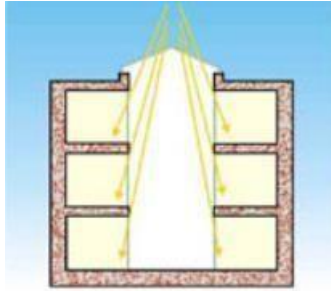


Εικόνα 39. Θερμοκήπιο. Πηγή: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 32.

⁸⁹ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.1.4 ΗΛΙΑΚΟ ΑΙΘΡΙΟ

Το ηλιακό αίθριο ουσιαστικά είναι ένας αιθριακός χώρος που καλύπτεται με υαλοστάσια. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας γίνεται από το γυάλινο στοιχείο που υπάρχει στην οροφή και από τον εσωτερικό χώρο του αιθρίου μεταφέρεται στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου με τη βοήθεια ανοιγμάτων[32]⁹⁰.



Εικόνα 40. Ηλιακό αίθριο. Πηγή: ΚΕΝΤΡΟ ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.

⁹⁰ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

2.6.2.1 ΣΚΙΑΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Είναι σημαντικό να υπάρχει σκίαση στα ανοίγματα του κτιρίου για να μειώνεται η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από αυτά. Αυτό επιτυγχάνεται με οριζόντια σκίαστρα για το νότιο προσανατολισμό και κάθετα σκίαστρα για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, όπως επίσης και με τα κινητά σκίαστρα, τα οποία έχουν μεγαλύτερη ευελιξία αλλά και τα σκίαστρα που προέρχονται από βλάστηση και φυτεμένα δέντρα[32]⁹¹.



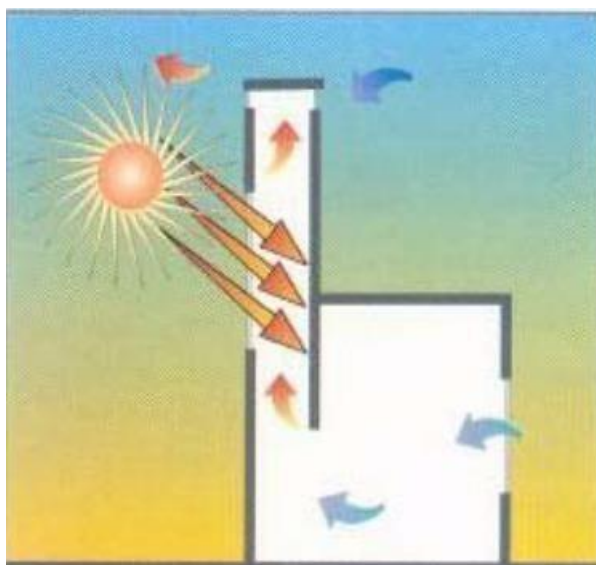
Εικόνα 41. Σκίαση Ανοιγμάτων. Πηγή: 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ'.

⁹¹ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

2.6.2.2 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Ο φυσικός αερισμός χωρίζεται σε:

- Διαμπερή φυσικό αερισμό, όπου χρειάζεται κατάλληλο σχεδιασμό ανοιγμάτων για το τοίχος και το κέλυφος. Πρέπει να υπάρχουν θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των εσωτερικών τοίχων, για να μπορεί να κινείται ελεύθερα ο αέρας στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου και να μειώνεται η θερμότητα.
- Υβριδικός αερισμός, όπου πρόκειται για ανεμιστήρες δαπέδου και οροφής, χωρίς να χρειάζεται μεγάλη κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ηλιακή καμινάδα. Κατασκευάζεται με νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό με υαλοπίνακα αντί για τοιχοποιία, έχοντας στο πάνω τμήμα του περσίδες. Βοηθάει στην απομάκρυνση της υγρασίας από το εσωτερικό μέρος του κτιρίου, καθώς ανανεώνεται συνέχεια ο αέρας.
- Αεριζόμενο κέλυφος. Η οροφή και οι εξωτερικοί τοίχοι κατασκευάζονται με διπλό κέλυφος, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί ο εξωτερικός αέρας. Ο αέρας μπορεί να κινείται ελεύθερα λόγω του κελύφους, με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμική επιβάρυνση του κτιρίου[32]⁹².



Εικόνα 42. Ηλιακή Καμινάδα. Πηγή: 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ'.

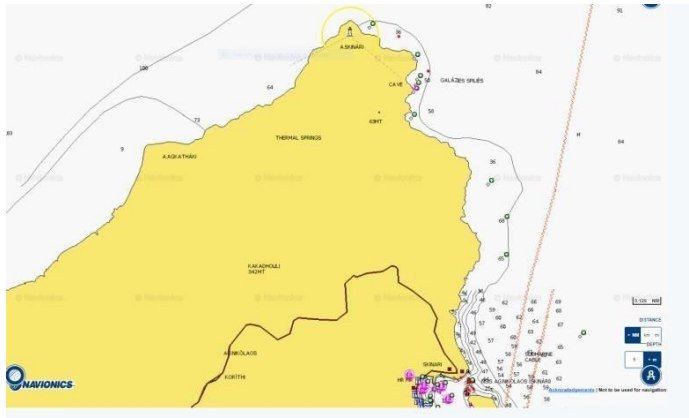
⁹²ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ

3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η τοποθεσία που έχει επιλεγεί για την τοποθέτηση του συγκροτήματος των ερευνητικών κέντρων, είναι παραθαλάσσια του δήμου Ελατίων Ζακύνθου. Αποτελεί ιδανική τοποθεσία, λόγω της τεράστιας βιοποικιλότητας της περιοχής, που θα μελετηθεί από τα εργαστήριά μας και η δημιουργία τους δεν θα αποτελεί πρόβλημα στο φυσικό πλούτο της περιοχής.

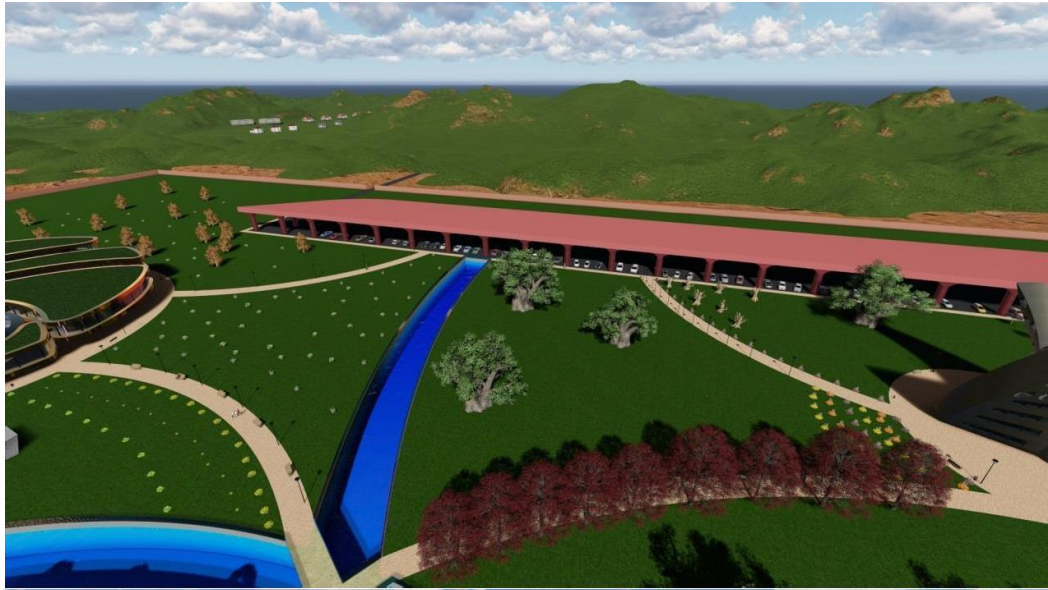


Εικόνα 43. Τοποθεσία κτιριακού συγκροτήματος στη Ζάκυνθο. Πηγή: <https://sailingheaven.com/nautical-map/>

Το οικόπεδο τοποθετείται σε ακτογραμμή και το ένα από τα ερευνητικά κέντρα βρίσκεται στη θάλασσα και είναι κατά το ήμισυ υποβρύχιο και ενώνεται μέσω γέφυρας με το οικόπεδο. Τα κτίρια ταξινομούνται στον τομέα της θαλάσσιας βιοποικιλότητας, που αποτελείται από ένα κτίριο και τον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που αποτελείται από 4 κτίρια. Το ερευνητικό κέντρο θαλάσσιας βιοποικιλότητας έχει στόχο να μελετήσει τη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα της περιοχής και να ανακαλύψει καινούριους τρόπους προστασίας τους και στόχος των ερευνητικών κέντρων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι η μελέτη των ειδών υπαρχόντων εφαρμογών αξιοποίησης ενέργειας και η βελτίωσή τους, αλλά και η ανακάλυψη καινούριων. Όλα τα κτίρια έχουν σχεδιαστεί με βάση αυτό που αντιπροσωπεύουν και ο αρχιτεκτονικός τους σχεδιασμός έχει επιρροές από το θέμα μελέτης του εκάστοτε εργαστηρίου. Οι χώροι είναι εύκολα προσβάσιμοι, ακόμα και για άτομα με ειδικές ανάγκες, καθώς υπάρχουν ανελκυστήρες για τις μετακινήσεις τους και στα σημεία που δεν υπάρχουν, έχουν τοποθετηθεί ειδικές ράμπες για ΑΜΕΑ. Όλα τα ερευνητικά κέντρα για την ομαλή λειτουργία τους πρέπει να περιλαμβάνουν συγκεκριμένους χώρους. Σε όλα τα κτίρια έχουν σχεδιαστεί οι απαραίτητοι χώροι και έχουν ληφθεί υπόψη και τα ελάχιστα επιτρεπόμενα τετραγωνικά του κάθε χώρου, τα οποία στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν μας απασχολούν λόγω του μεγάλου όγκου των κτιρίων. Το οικόπεδο εκτός από τα κτίρια περιλαμβάνει ένα μεγάλο parking. το μεγαλύτερο μέρος του οικοπέδου καλύπτεται

από γρασίδι, πάνω στο οποίο υπάρχει πλούσια βλάστηση με διαφορετικά είδη φυτών. Κάθε κτίριο καταλαμβάνει το δικό του χώρο στο οικόπεδο και η πρόσβαση σε αυτά προκύπτει μέσω μικρών διαδρόμων. Τα κτίρια τα χωρίζουν μικρές πισίνες που έχουν δημιουργηθεί για να δίνουν την αίσθηση ποταμών και ενώνονται μεταξύ τους με μικρές γέφυρες 3 σημείων. Το κτιριακό συγκρότημα δεν αφορά αποκλειστικά μόνο τους εργαζόμενους των ερευνητικών κέντρων, αλλά μπορεί να δεχθεί και επισκέπτες καθώς ο χώρος είναι κατάλληλος για φυσική δραστηριότητα, στην άκρη του βράχου είναι τοποθετημένα παγκάκια προσανατολισμένα στη θάλασσα, για να μπορούν οι επισκέπτες να απολαύσουν τη θέα και το ηλιοβασίλεμα και το κτίριο που είναι τοποθετημένο στη θάλασσα έχει μία καφετέρια, η οποία λειτουργεί αποκλειστικά για επισκέπτες. Σε ένα τμήμα στην άκρη του βράχου υπάρχει και ένας εξώστης φτιαγμένος από γυαλί, που στέκεται με μεταλλικά δικτυώματα και οι επισκέπτες μπορούν να ανεβαίνουν πάνω έχουν ορατότητα στο βράχο και στη θάλασσα.





3.2 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το κτίριο αυτό θα αποτελεί κέντρο έρευνας της αιολικής ενέργειας, οπότε το αρχιτεκτονικό του σχέδιο είναι επηρεασμένο από τις ανεμογεννήτριες. Πιο συγκεκριμένα η μορφή του μοιάζει με έλικα τριών κατακόρυφων λεπίδων και έχουν εμπνευστεί από τις ανεμογεννήτριες κάθετου άξονα.

ΙΔΕΑ

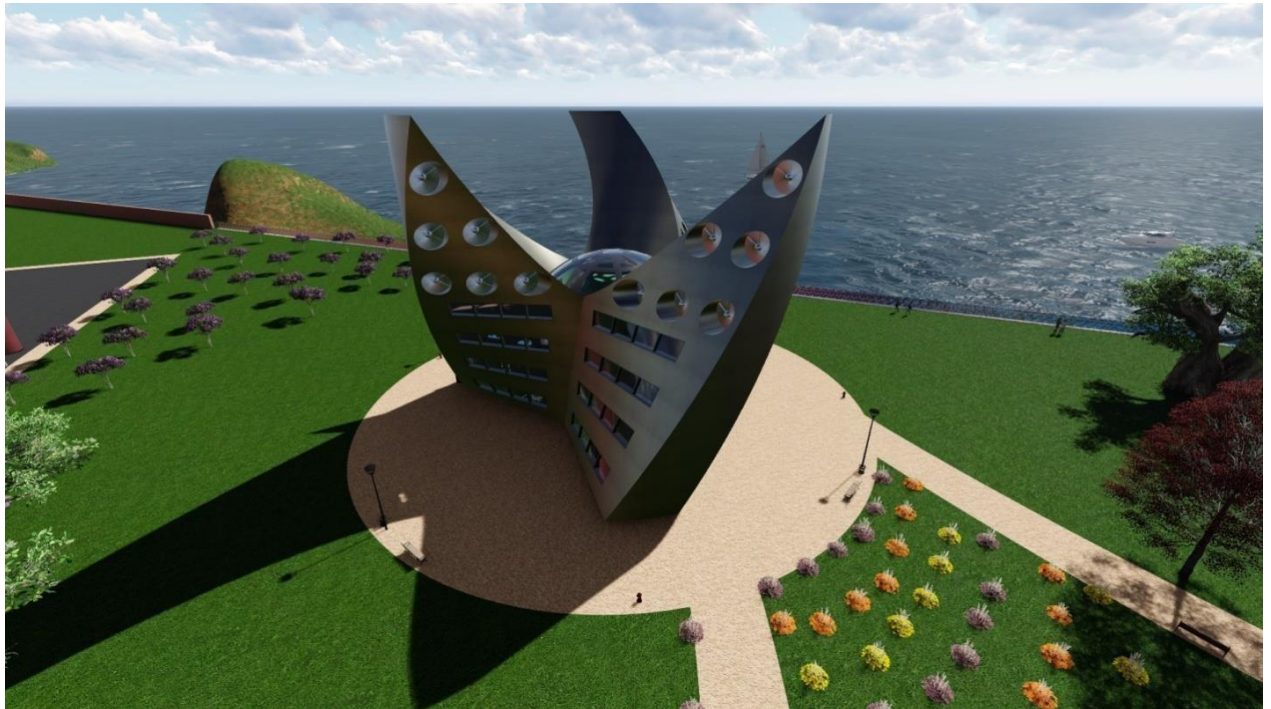


Εικόνα 1. Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα. Πηγή: Various Wind Turbine Technologies.

AutoCad



Lumion



Το κτίριο είναι ενεργειακά ανεξάρτητο και με τη χρήση ανεμογεννητριών παράγεται αρκετή ηλεκτρική ενέργεια για να καλύψει τις ανάγκες του κτιρίου. Οι ανεμογεννήτριες δεν βρίσκονται στο οικόπεδο, αλλά είναι ενσωματωμένες στο κτίριο. Η ιδέα αυτή έχει προκύψει από την παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2. Ανεμογεννήτριες ενσωματωμένες σε κτίριο.
Πηγή: Renewable Energy Strategies for Communities in Alberta.

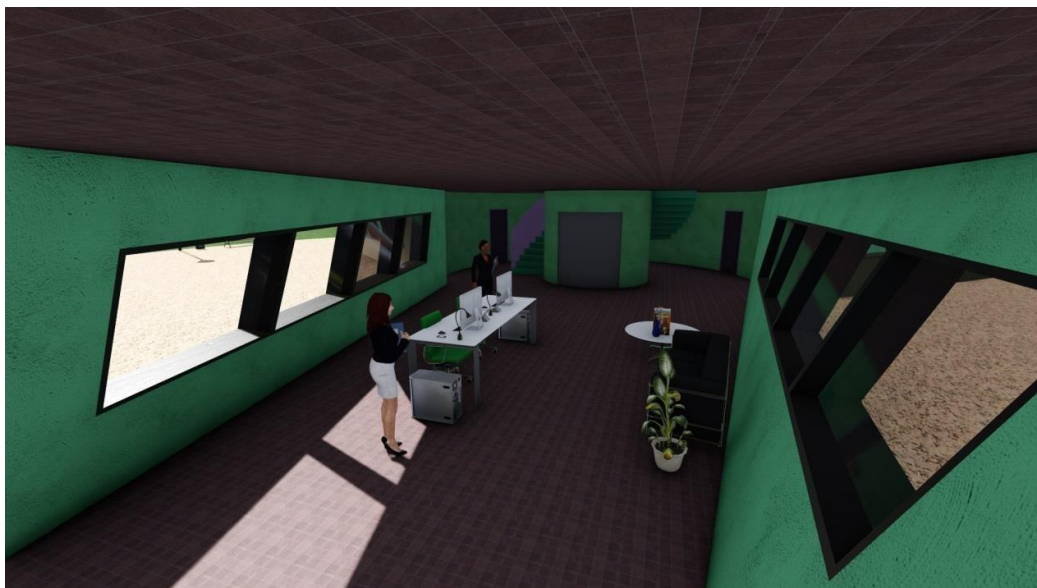
Το κτίριο αυτό εδράζεται στα +0,00 m και το ύψος του φτάνει τα 24 m. Αποτελείται από 4 ορόφους και είναι συνολικής επιφάνειας 1.108 m². Όλοι οι όροφοι, εκτός από τον 4^ο είναι 257 m², ενώ ο 4^{ος} είναι 80 m². Σε κάθε όροφο υπάρχει πρόσβαση και μέσω ανελκυστήρα και μέσω κλιμακοστασίου. Στο ισόγειο μετά την είσοδο συναντάμε τη ρεσεψιόν και όπως προχωράμε βλέπουμε το κλιμακοστάσιο με τη σκάλα και από πίσω υπάρχουν η αίθουσα σεκιούριτι και ένα ιατρείο. Ανεβαίνοντας στον 1^ο όροφο υπάρχει ένας κεντρικός κυκλικός διάδρομος γύρω από τον ανελκυστήρα και το κλιμακοστάσιο, που οδηγεί σε 3 διαφορετικές αίθουσες, την αίθουσα υπολογιστών, τις καφετέριες και τις τουαλέτες ανδρών, γυναικών και ατόμων με ειδικές ανάγκες. Στη συνέχεια ανεβαίνοντας στο 2^ο όροφο βλέπουμε ότι είναι ίδιος ο σχεδιασμός, αλλά τα 3 δωμάτια που υπάρχουν είναι το

γραφείο υπαλλήλων, η αίθουσα συνεδριάσεων και οι τουαλέτες. Η διαμόρφωση του 3^{ου} ορόφου είναι όπως και στους υπόλοιπους, μόνο που υπάρχουν 2 αίθουσες εργαστηρίων και το 3^ο δωμάτιο είναι βοηθητικός χώρος εργαστηρίων. Ο 4^{ος} όροφος ουσιαστικά είναι ένας χώρος, στον οποίο καταλήγουν ο ανελκυστήρας και το κλιμακοστάσιο, καλύπτεται από ένα γυάλινο κουβούκλιο και υπάρχει πρόσβαση στις ανεμογεννήτριες που είναι ενσωματωμένες στο κτίριο, σε περίπτωση που χρειαστούν κάποια επισκευή ή συντήρηση. Τα υλικά που έχουν τοποθετηθεί στο εσωτερικό του κτιρίου είναι πλακάκι, μάρμαρο και μπετό στους τοίχους και η κατασκευή εξωτερικά είναι μεταλλική.

Αναλυτικά τα τετραγωνικά μέτρα των ορόφων είναι τα παρακάτω:

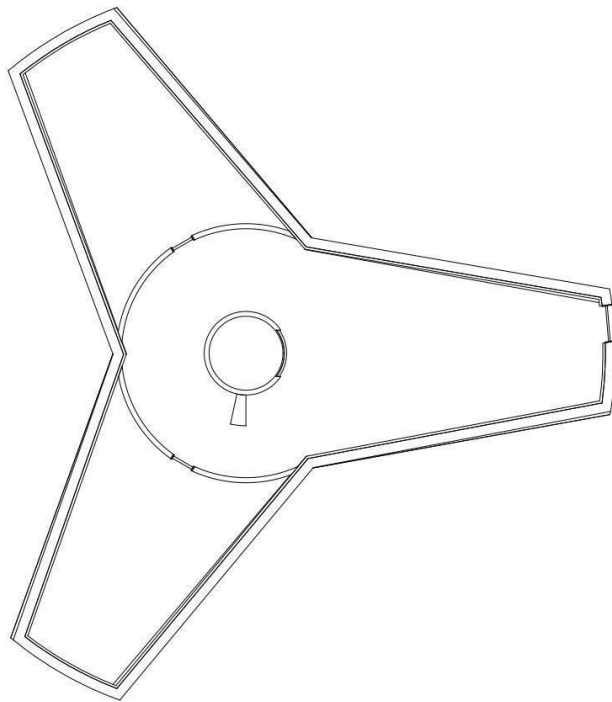
- Ισόγειο: 257m² (Ρεσεψιόν: 85m², Σεκιούριτι: 85m², Ιατρείο: 85m²).
- 1^{ος} Όροφος: 257m² (Αίθουσα Υπολογιστών: 85m², Καφετέρια: 85m², Τουαλέτες: 85 m²).
- 2^{ος} Όροφος: 257m² (Γραφείο Υπαλλήλων 85 m², Αίθουσα Συνεδριάσεων: 85m², Τουαλέτες 85m²).
- 3^{ος} Όροφος: 257m² (Εργαστήρια: 170m², Βοηθητικοί Χώροι: 85m²).
- 4^{ος} Όροφος: 80m².
- Κτίριο: 1.108m².

Στο ερευνητικό κέντρο εξετάζονται οι μέθοδοι και οι εφαρμογές αιολικής ενέργειας και αναζητούνται νέοι τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη βοήθεια του ανέμου. Δεν είναι απαραίτητη η δημιουργία ειδικών αιθουσών, τα τετραγωνικά των εργαστηρίων πρέπει όμως να επαρκούν για τη μελέτη και για τα πειράματα που διεξάγονται.

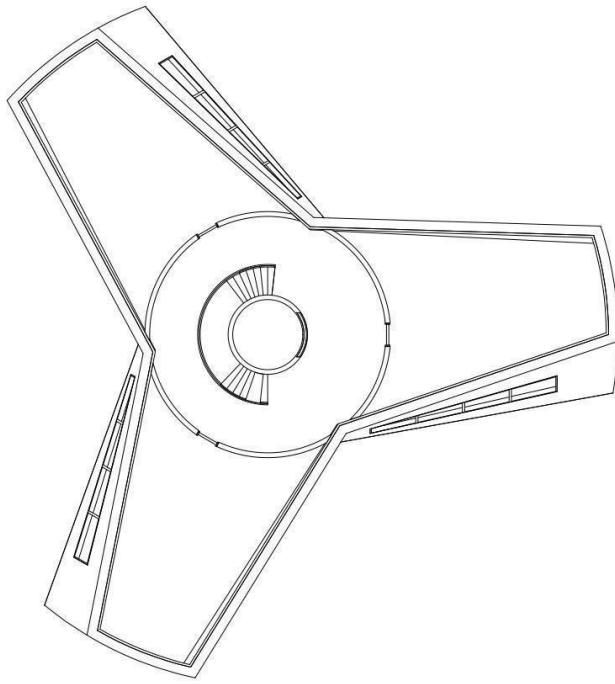


3.2.1 ΣΧΕΔΙΑ

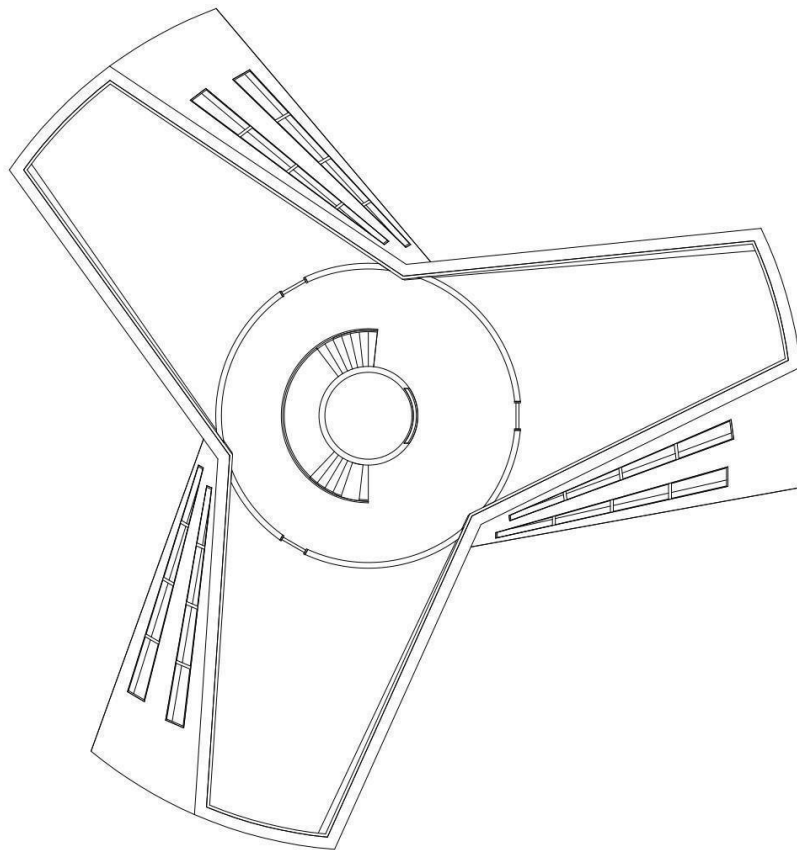
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟ



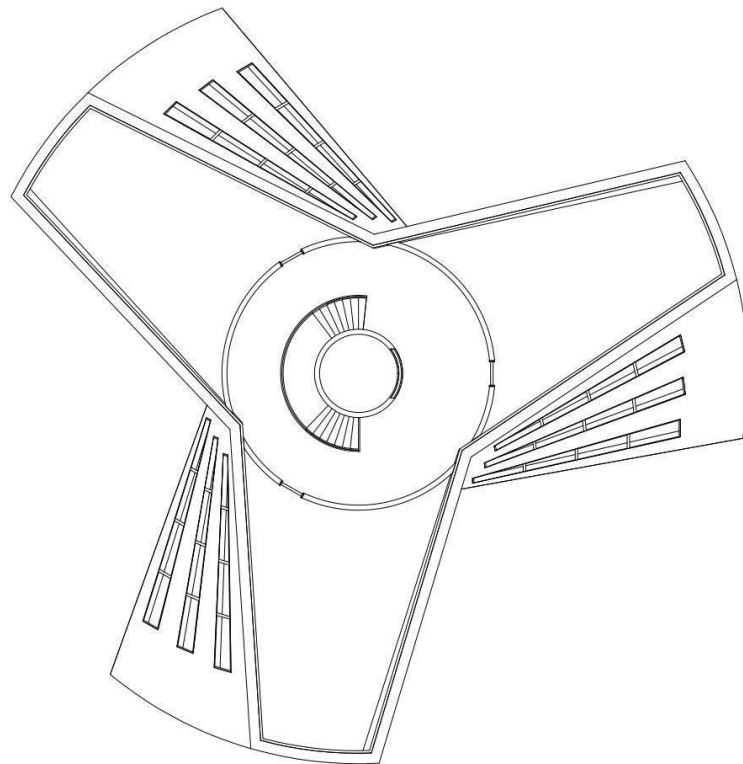
ΚΑΤΟΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



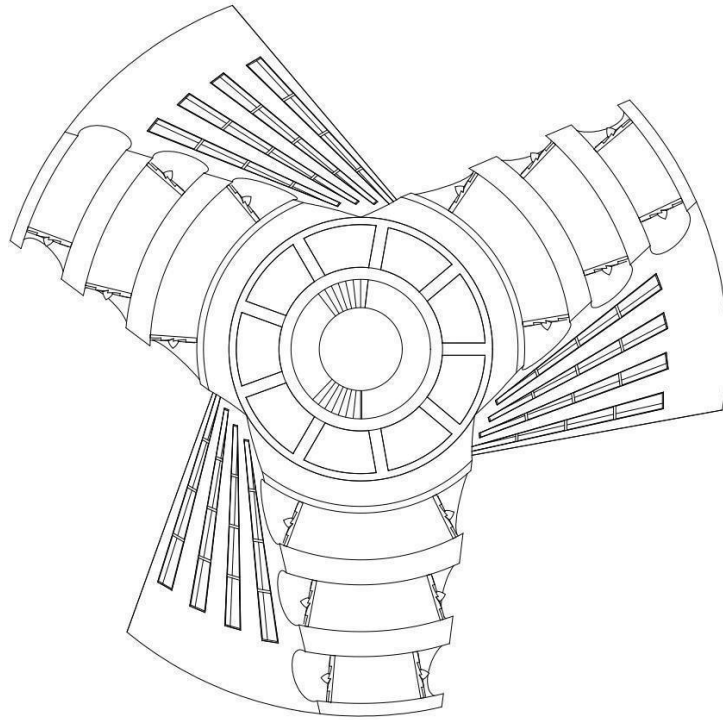
ΚΑΤΟΨΗ 2^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



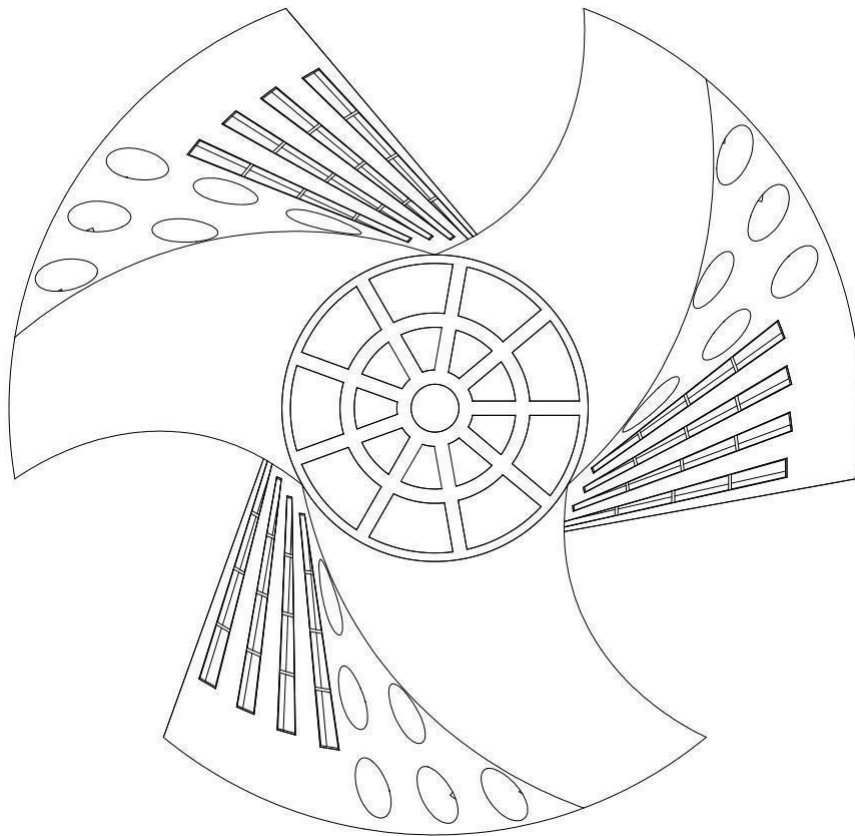
ΚΑΤΟΨΗ 3^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ 4^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



3.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ/ΒΙΟΜΑΖΑΣ

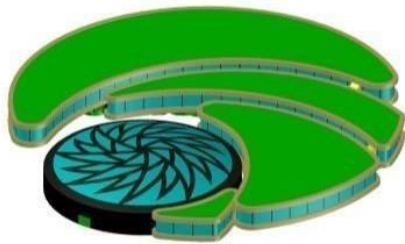
Στο κτίριο αυτό διεξάγεται έρευνα πάνω στο αντικείμενο της βιομάζας και της γεωθερμίας. Από τη στιγμή που το αντικείμενο των εργαστηρίων αφορά πηγές που βρίσκουμε στη γη, το αρχιτεκτονικό σχέδιο έχει επηρεαστεί από αυτή. Το γενικό σχέδιο του κτιρίου είναι κυκλικό, τα διαφορετικά επίπεδα δίνουν την αίσθηση ενός φύλλου και στο πρώτο επίπεδο του κτιρίου βρίσκεται ένα ημικυκλικό κουβούκλιο, το σχήμα δηλαδή παρομοιάζει το σφαιρικό σχήμα της γης και είναι επηρεασμένο από τη φύση.

ΙΔΕΑ

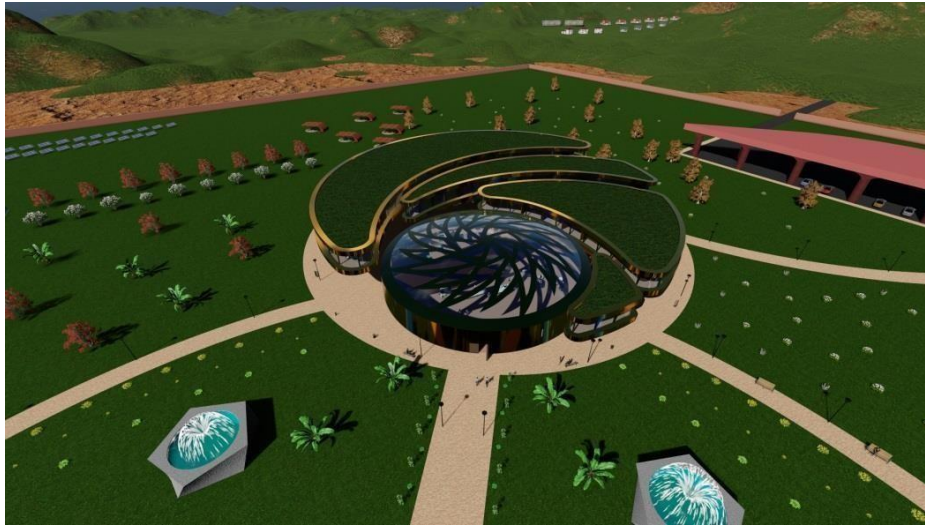


Εικόνα 3. Στοιχεία της φύσης. Πηγή: <https://www.istockphoto.com/illustrations/element-symbols-earth-air-fire-water-drawing>

AutoCad



Lumion

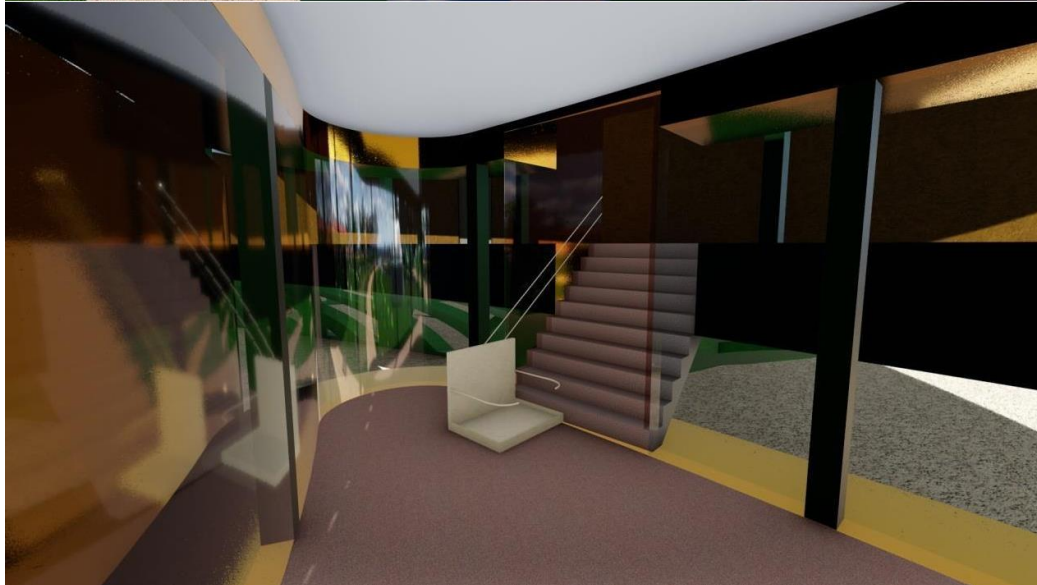
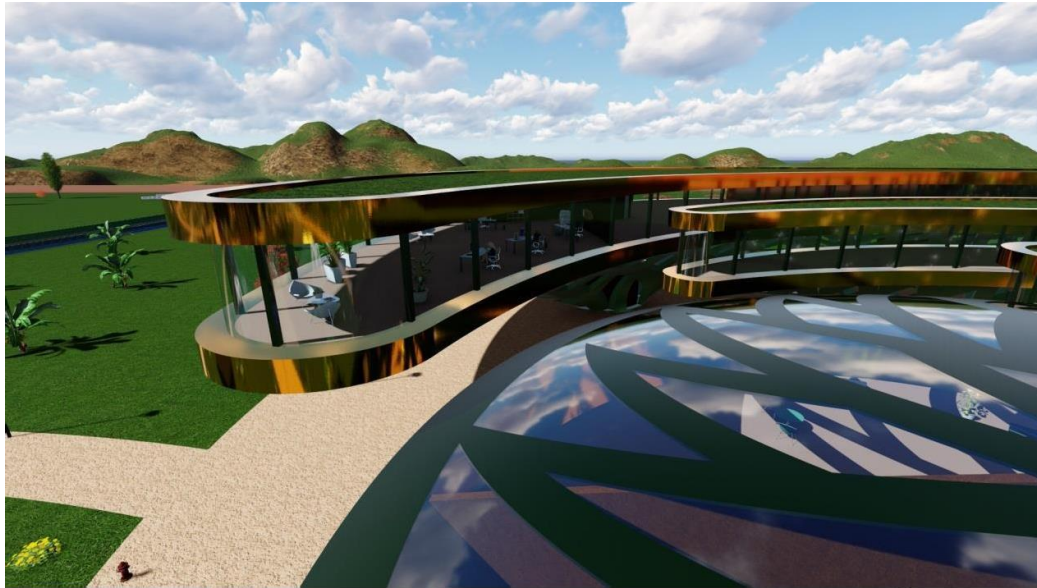


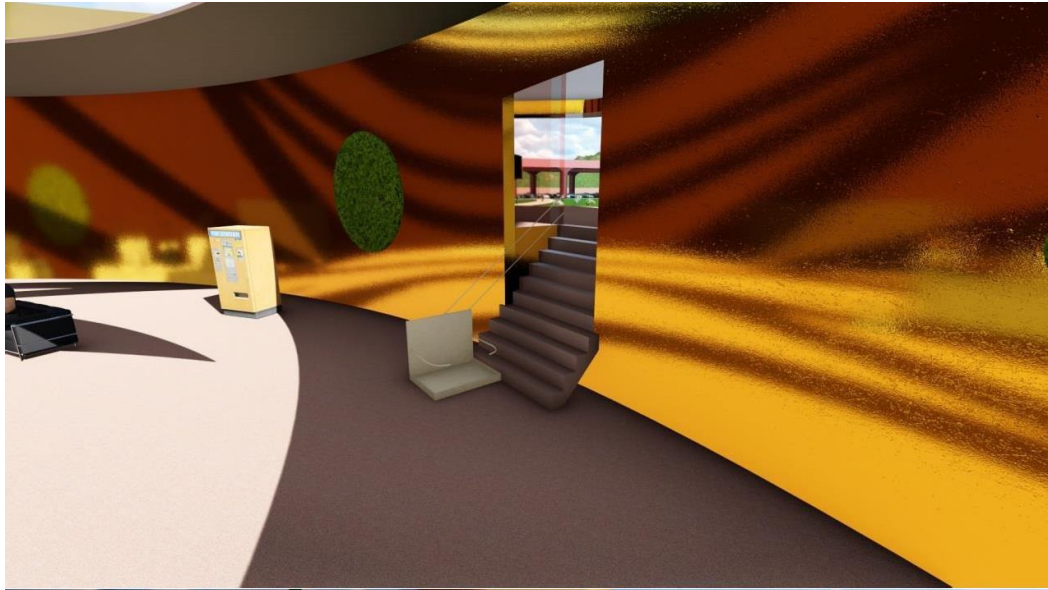
Αυτό το ερευνητικό κέντρο εδράζεται στο +0,00 m και έχει ύψος 12 m. Είναι πολυεπίπεδο. Αποτελείται από 5 επίπεδα, 4 ορόφους και είναι το ένα δίπλα στο άλλο. Το κτίριο έχει συνολική επιφάνεια 4.206,74 m². Καθώς οι όροφοι δεν είναι σχεδιασμένοι ο ένας πάνω στον άλλον, η περιήγηση σε αυτούς γίνεται με τη χρήση κλιμακοστασιών και λόγω έλλειψης ανελκυστήρα σε κάθε σκάλα υπάρχει και από μία ράμπα αναπήρων, για να μπορούν να μετακινηθούν και άτομα με ειδικές ανάγκες. Στο ισόγειο συναντάμε τη ρεσεψιόν του κτιρίου και πίσω από αυτή την καφετέρια των υπαλλήλων. Ανεβαίνοντας στον πρώτο όροφο ουσιαστικά συναντάμε ένα μικρό διάδρομο που είναι προέκταση της ρεσεψιόν. Στον δεύτερο όροφο βρίσκεται η αίθουσα υπολογιστών, ο χώρος σεκιούριτι για να ελέγχεται το κτίριο, ένα ιατρείο και τουαλέτες ανδρών, γυναικών και ΑΜΕΑ. Στον 3^ο όροφο τοποθετείται το γραφείο υπαλλήλων και η αίθουσα συνεδριάσεων. Ο τελευταίος όροφος είναι αποκλειστικά για τα εργαστήρια και υπάρχει ένας βοηθητικός χώρος για τα εργαστήρια, αλλά και τουαλέτες. Στο υψηλότερο επίπεδο με τα εργαστήρια υπάρχει πρόσβαση και μέσω ανελκυστήρα, για να είναι εφικτή και η μεταφορά μεγάλου εξοπλισμού απαραίτητου για τη λειτουργία του εργαστηρίου. Τα χρώματα που επικρατούν στο κτίριο είναι γήινα. Το περίγραμμα του κτιρίου είναι από καφέ μέταλλο και εκτός από το κουβούκλιο, σε όλο το υπόλοιπο κτίριο υπάρχει φυτεμένο δώμα. Επίσης τα χρώματα εσωτερικά κινούνται σε γήινες αποχρώσεις και το κτίριο περιβάλλεται από παράθυρα. Το κτίριο στηρίζεται σε μεταλλικές δοκούς και σε μεταλλικό πλέγμα.

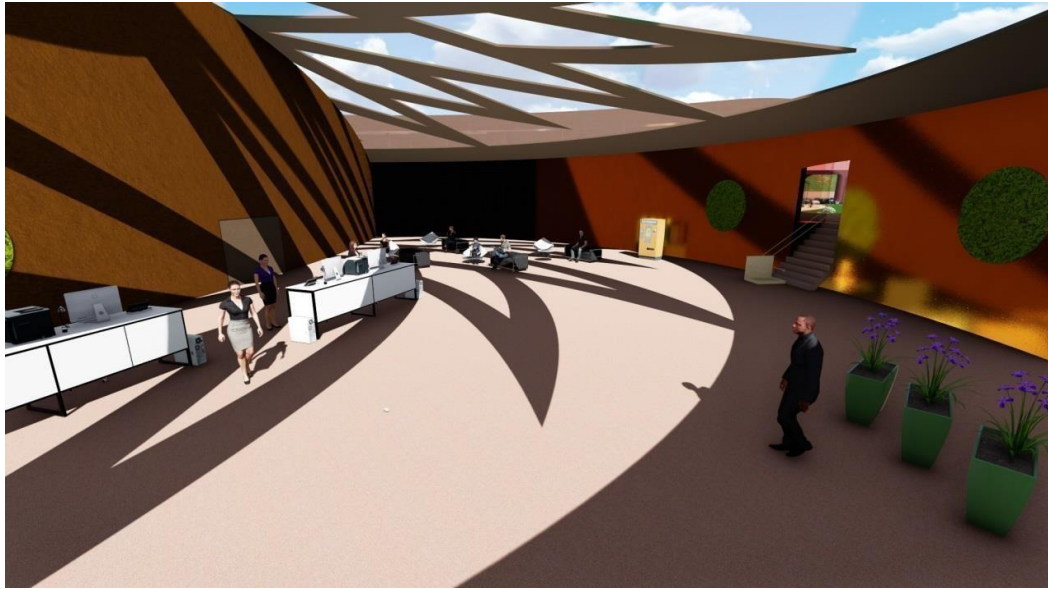
Αναλυτικά τα τετραγωνικά μέτρα των ορόφων:

- Ισόγειο: 1.164m², (Ρεσεψιόν: 583m², Καφετέρια Υπαλλήλων: 581m²).
- 1^{ος} Όροφος: 81 m².
- 2^{ος} Όροφος: 857m², (Αίθουσα Υπολογιστών: 269m², Σεκιούριτι: 190m², Ιατρείο: 182 m², Τουαλέτες: 184m², Διάδρομος: 30m²).

- 3^{ος} Όροφος: 528,78 m², (Γραφείο Υπαλλήλων: 175,44 m², Γραφείο Συνεδριάσεων: 248,88m², Διάδρομος: 72,09m², Διάδρομος: 32,37m²).
- 4^{ος} Όροφος: 1.525,84m², (Εργαστήρια: 1.293,04m², Βοηθητικός Χώρος: 115,62m², Διάδρομος: 117,13m², Τουαλέτες: 80m²).
- Κτίριο: 4.206,74m².

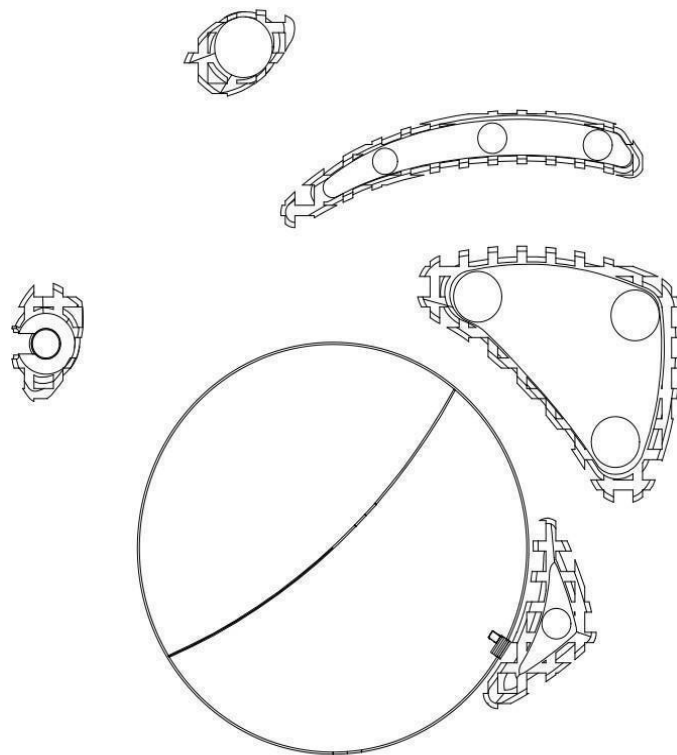




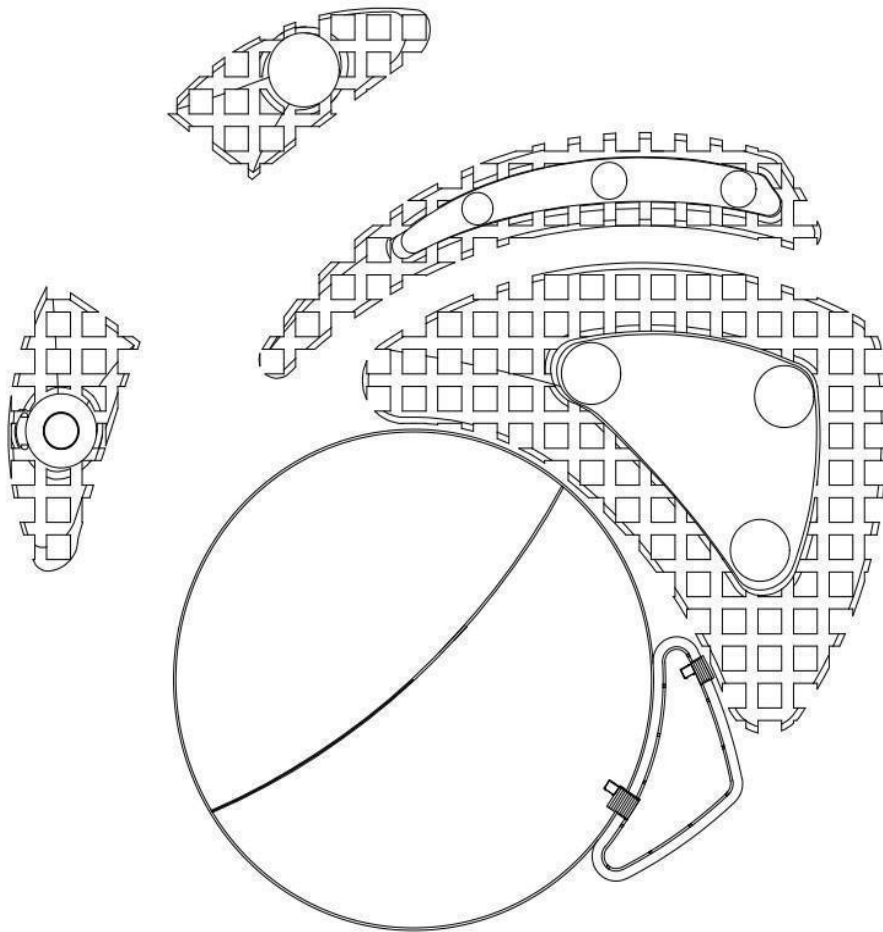


3.3.1 ΣΧΕΔΙΑ

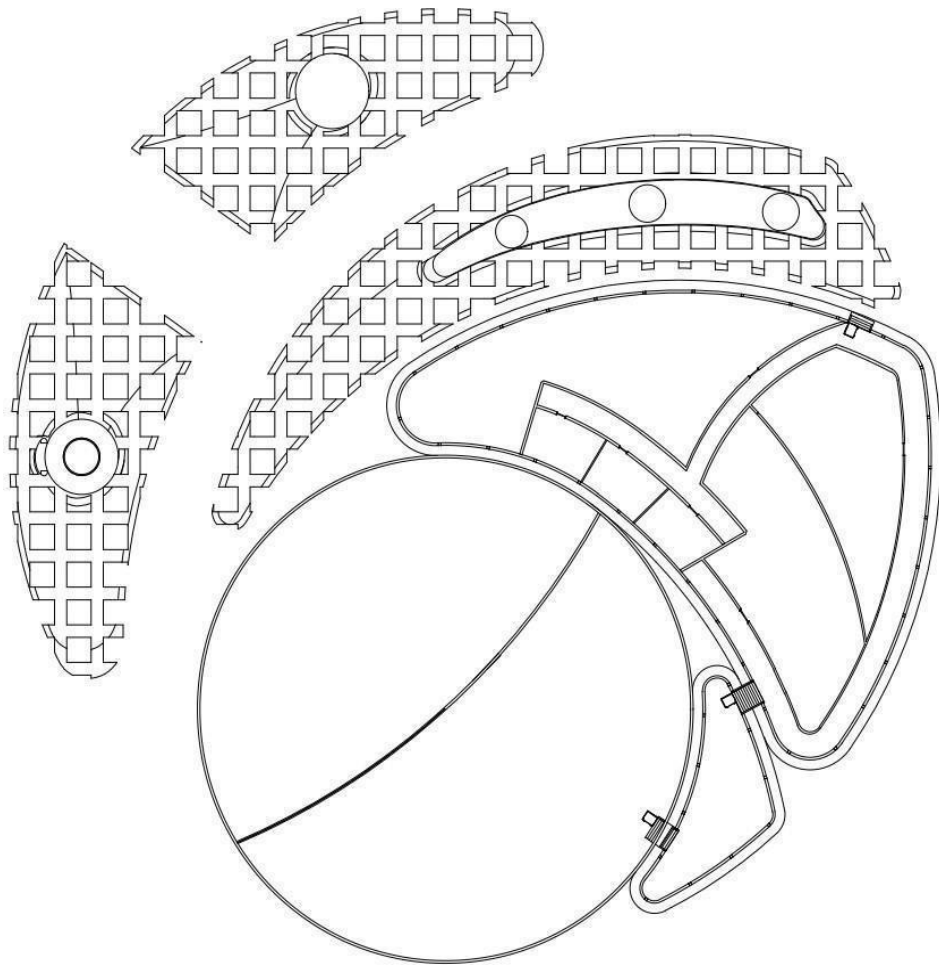
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



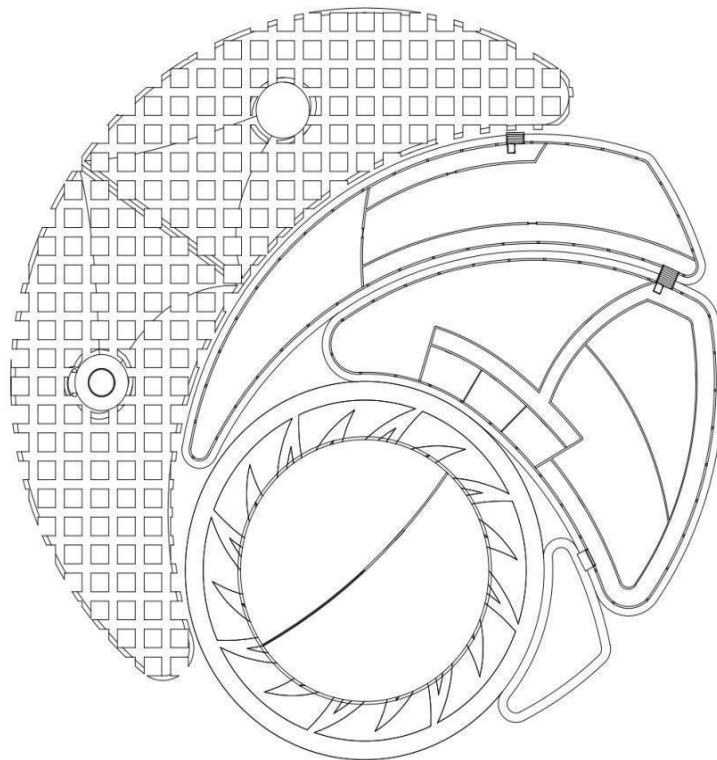
ΚΑΤΟΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



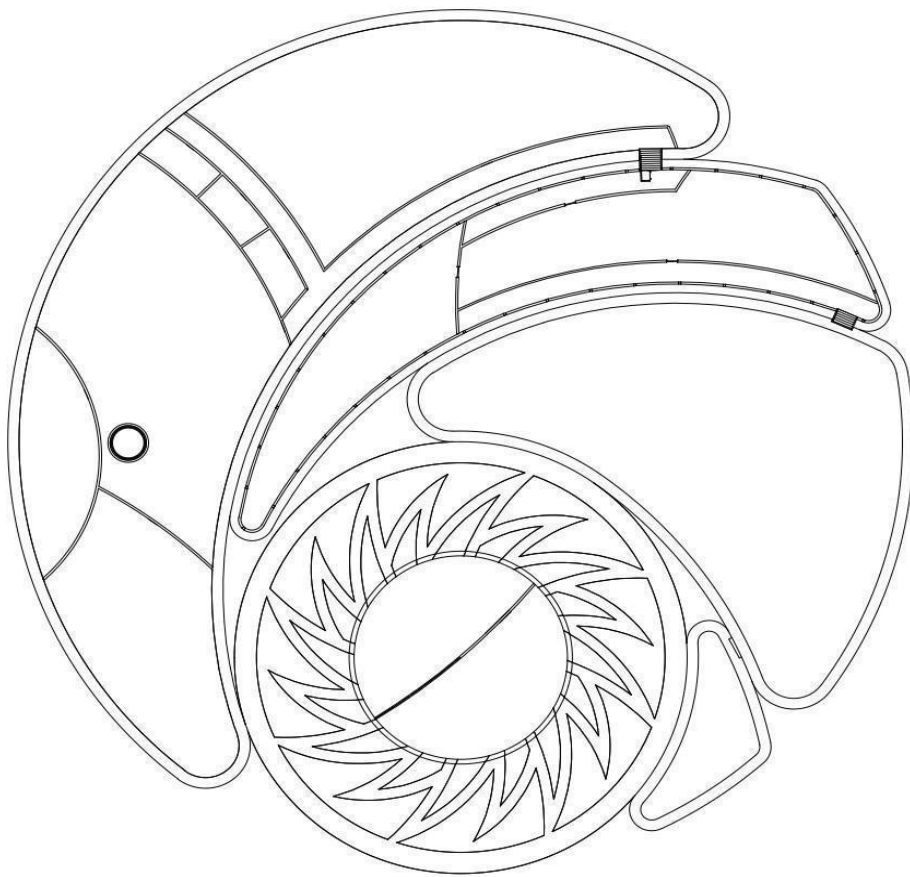
ΚΑΤΟΨΗ 2^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



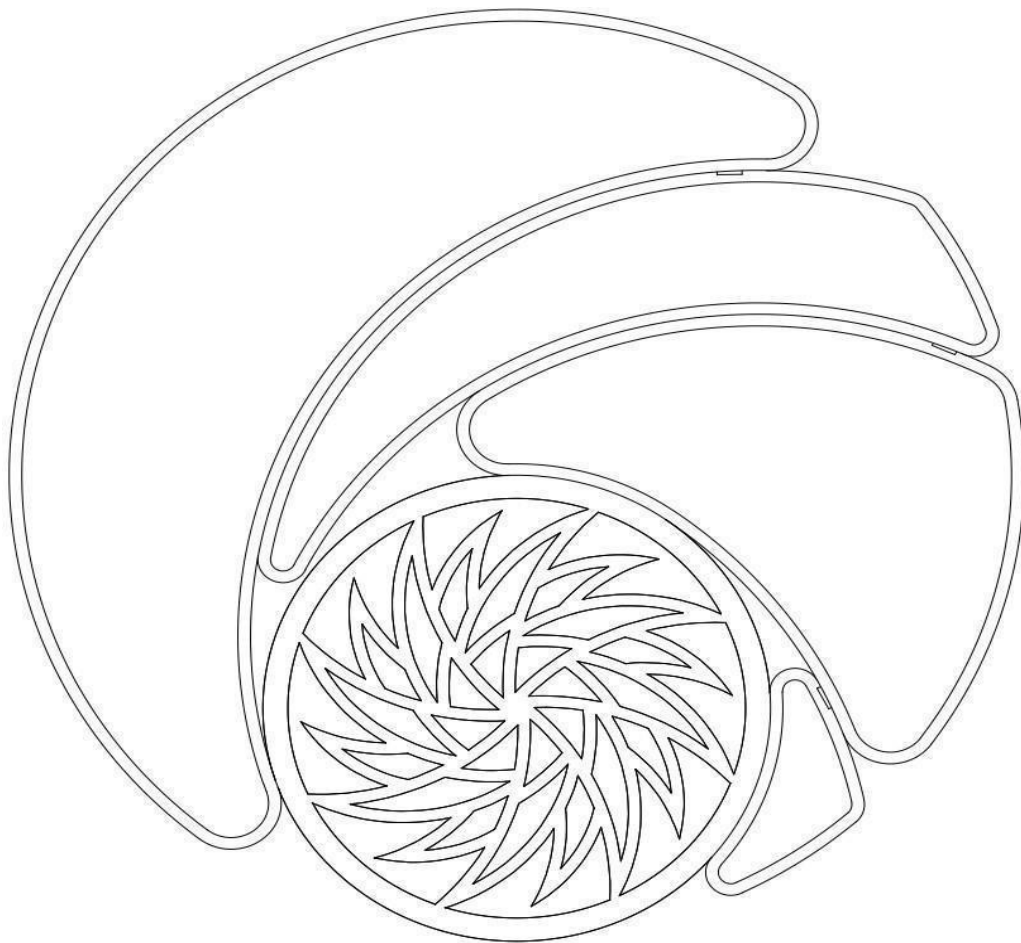
ΚΑΤΟΨΗ 3^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ 4^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



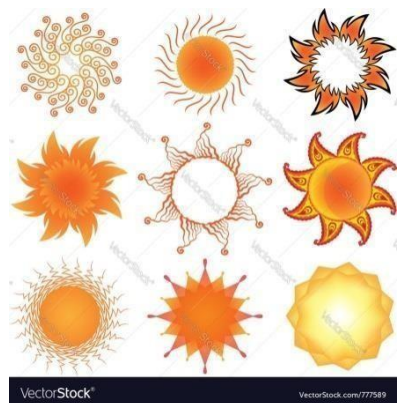
ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



3.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο κτίριο αυτό το αντικείμενο της έρευνας είναι η ηλιακή ενέργεια. Το αρχιτεκτονικό σχέδιο του κτιρίου είναι βασισμένο στο αντικείμενο μελέτης του. Το σχέδιο του κτιρίου παραπέμπει σε έναν ήλιο, με τις ακτίνες να μπλέκονται η μία μέσα στην άλλη.

ΙΔΕΑ



Εικόνα 3. Σχέδια ήλιου. Πηγή:
<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/sun-symbols-vector-777589>

AutoCad





Η έδραση αυτού του κτιρίου είναι στο +0,00 m, με το ύψος του να φτάνει τα 16,6578 m. Αποτελείται από 3 επίπεδα, 2 ορόφους και είναι συνολικής επιφάνειας 2.214,5354 m². Σε όλους τους ορόφους υπάρχει πρόσβαση με ανελκυστήρα και κλιμακοστάσιο, ώστε να είναι εύκολη η μετακίνηση για όλους, ακόμα και για άτομα με δυσκολία στις μετακινήσεις τους και για να είναι εύκολη η μετακίνηση του εργαστηριακού εξοπλισμού. Όπως προχωράμε από την είσοδο του κτιρίου πρώτα συναντάμε τη ρεσεψιόν και στα δεξιά υπάρχει ένας κυκλικός διάδρομος που οδηγεί στους υπόλοιπους χώρους του ισόγειου και στα αριστερά υπάρχει το κλιμακοστάσιο που οδηγεί στον 1^ο όροφο. Οι χώροι που βρίσκονται στο ισόγειο είναι το ιατρείο, η καφετέρια υπαλλήλων, η αίθουσα σεκιούριτι, η αίθουσα υπολογιστών και οι τουαλέτες ανδρών, γυναικών και ΑΜΕΑ. Στον 2^ο όροφο υπάρχει ένας κυκλικός διάδρομος και το κέντρο του είναι κενό, βλέπει στον 1^ο όροφο και περιβάλλεται από ένα πάσο. Στον 2^ο όροφο συναντάμε τα εργαστήρια, το γραφείο υπαλλήλων, την αίθουσα συνεδριάσεων και τις τουαλέτες. Η χρήση του 3^{ου} ορόφου αφορά αποκλειστικά τους βοηθητικούς χώρους και συνδέονται άμεσα με τα εργαστήρια του 2^{ου} μέσω ανελκυστήρα, από τον οποίο μεταφέρεται και ο εξοπλισμός. Εξωτερικά το κτίριο φαίνεται να χωρίζεται σε 2 τμήματα, όπου το ένα είναι φτιαγμένο από τούβλο κόκκινου χρώματος για να παρεπέμψει σε φωτιά και το άλλο μέρος είναι περιβάλλεται από τζάμια, που έχουν μεταλλικά στηρίγματα και το δώμα είναι μεταλλικό. Στο εσωτερικό του κτιρίου κυριαρχεί το μετό και τα ξύλινα πατώματα.

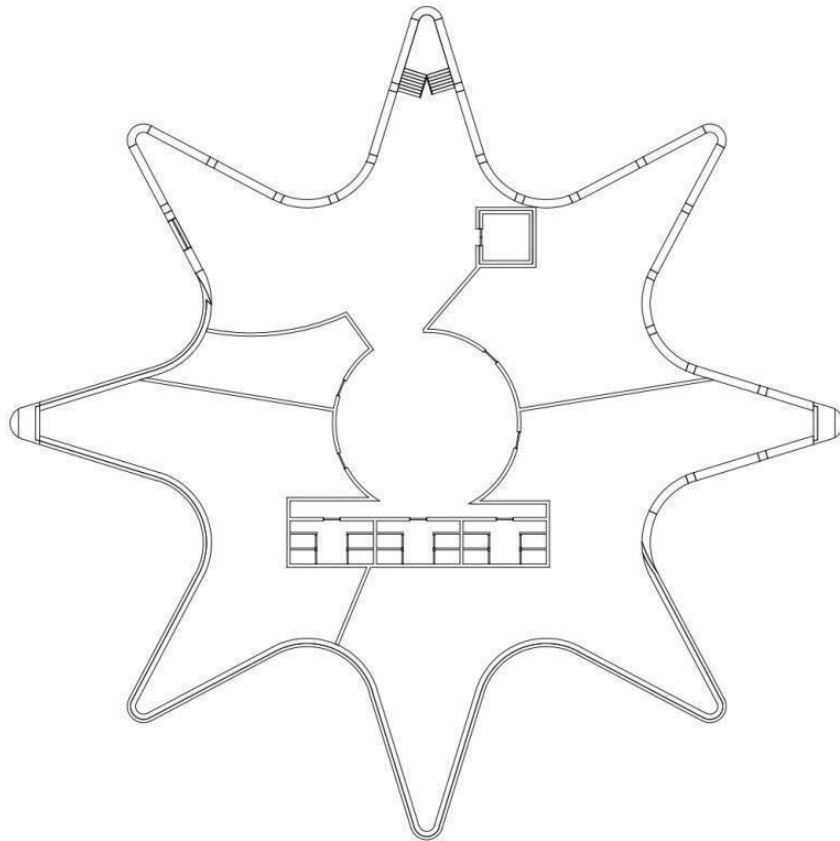
Αναλυτικά τα τετραγωνικά μέτρα του κτιρίου.

- Ισόγειο: 977,0821m² (Ρεσεψιόν: 283,9779m², Ιατρείο: 39,684m², Καφετέρια Υπαλλήλων: 264,8812m², Τουαλέτες:68,8169m², Security:140,32m²).
- 1^{ος} Όροφος: 833,1164m² (Τουαλέτες: 26,4231m², Γραφείο Υπαλλήλων: 138,2503m², Αίθουσα Συνεδριάσεων: 171,7028m², Εργαστήρια: 361,1863m², Διάδρομος: 135,5539m²).
- 2^{ος} Όροφος, Βοηθητικοί Χώροι: 435,72m².

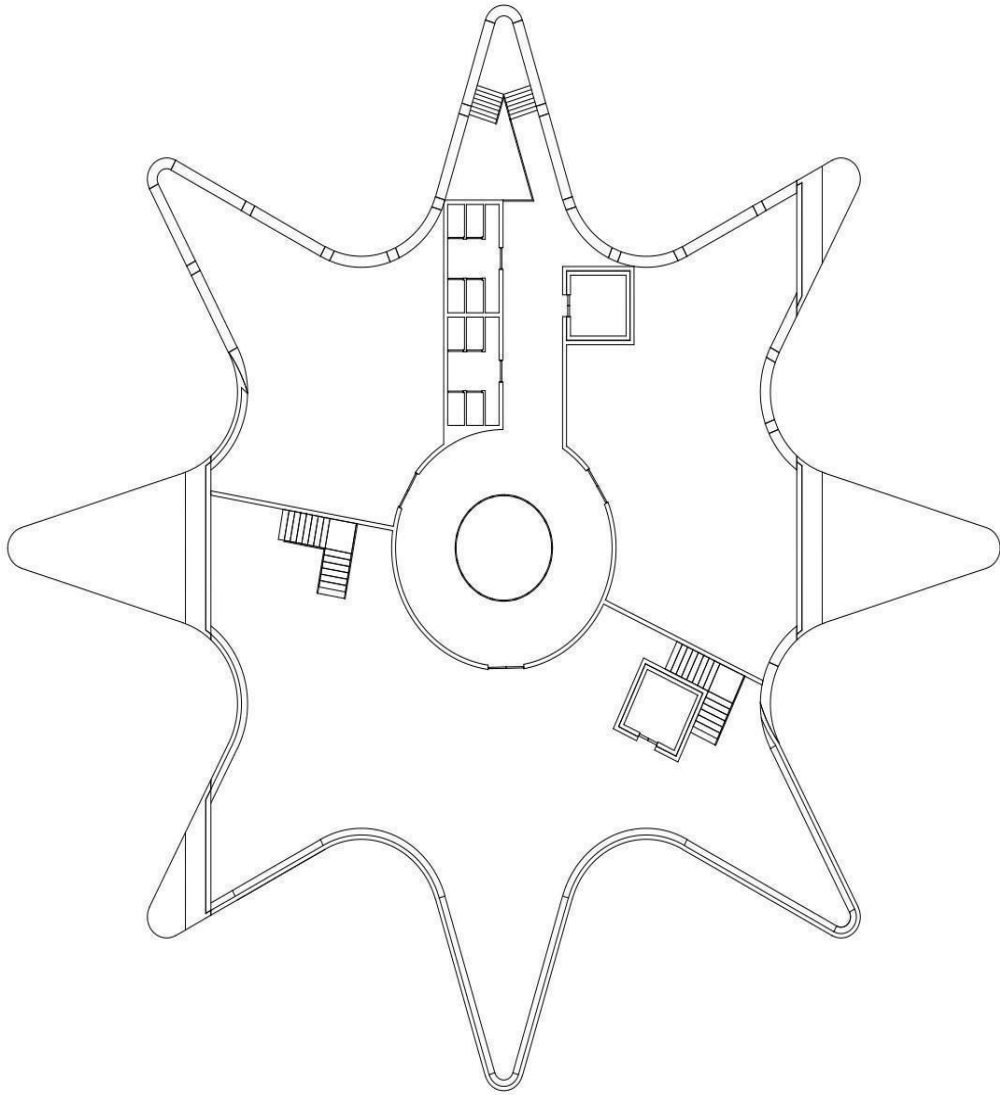


3.4.1 ΣΧΕΔΙΑ

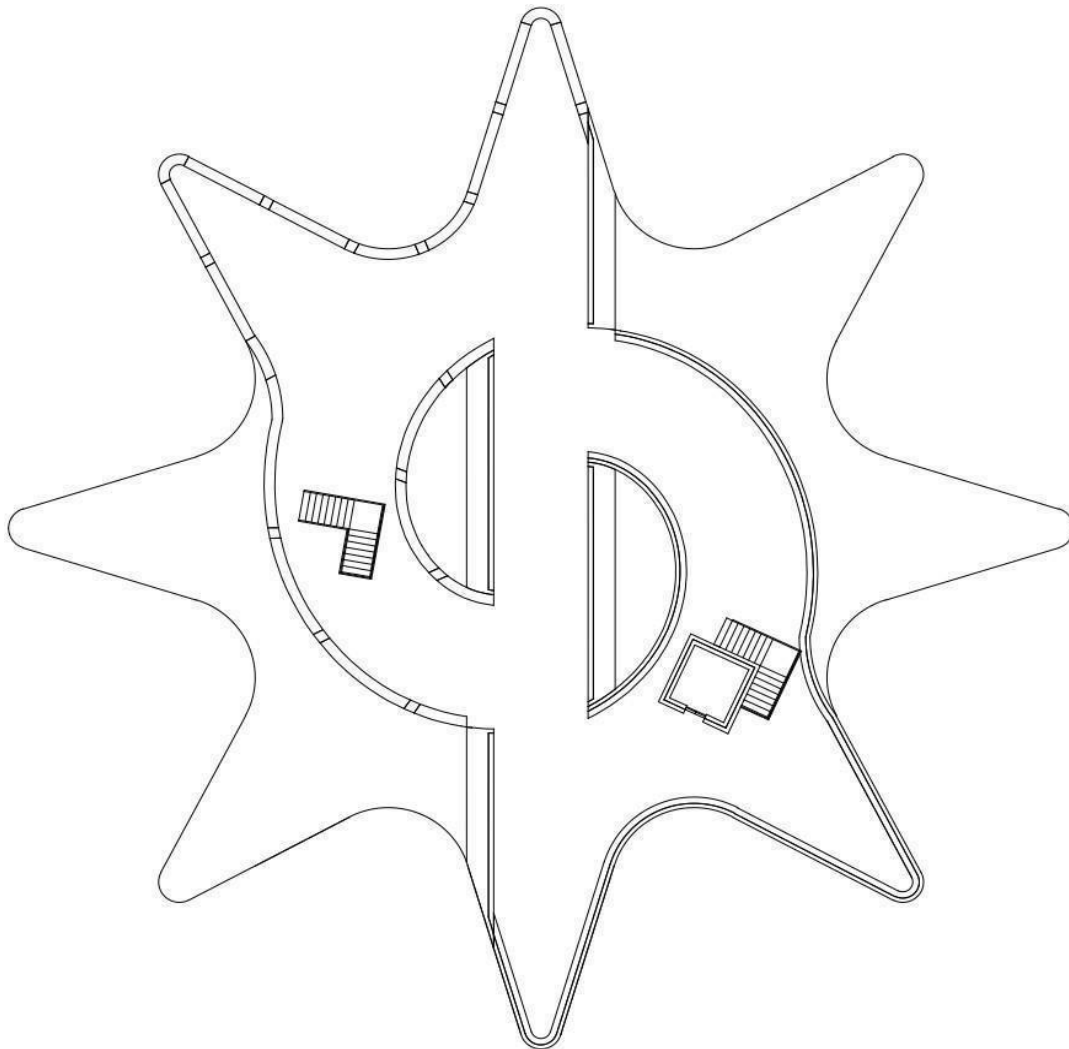
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



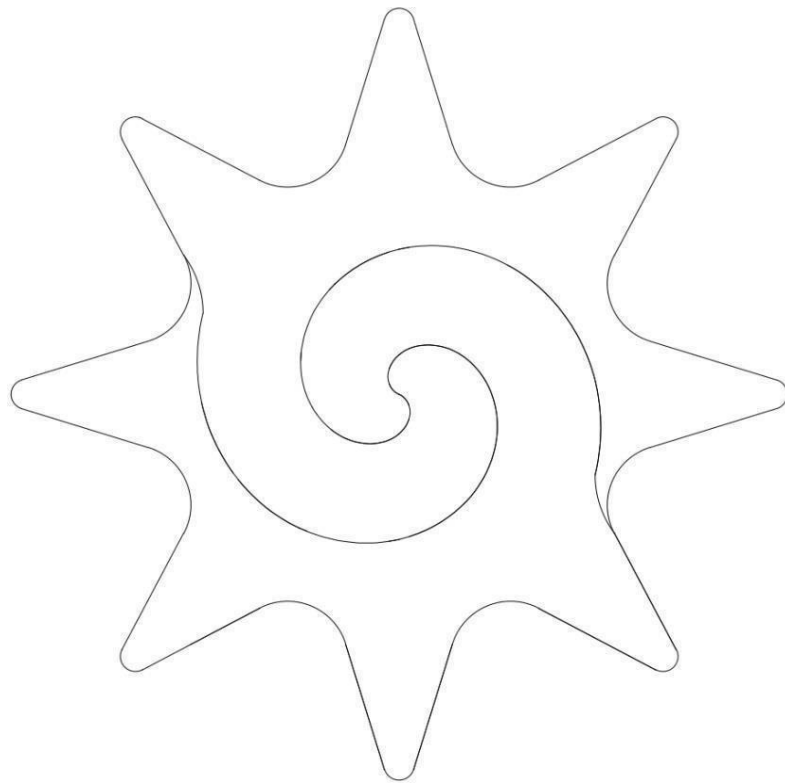
ΚΑΤΟΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ 2^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



3.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

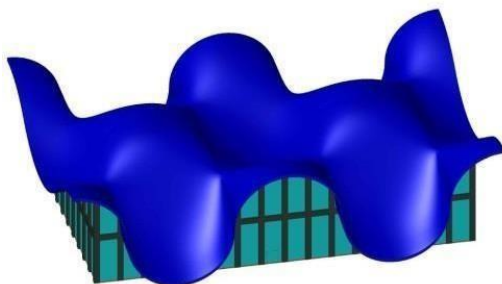
Το κτίριο αυτό αποτελεί κέντρο έρευνας της κυματικής ενέργειας και μελετώνται διαφορετικές μέθοδοι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μέσω των κυμάτων. Για το λόγο αυτό το αρχιτεκτονικό του σχέδιο είναι επηρεασμένο από αυτό και η μορφή του παραπέμπει σε κύμα. Πιο συγκεκριμένα έχει επηρεαστεί από το Bosjes Chapel, ένα παρεκκλήσι στη Νότια Αφρική.

ΙΔΕΑ

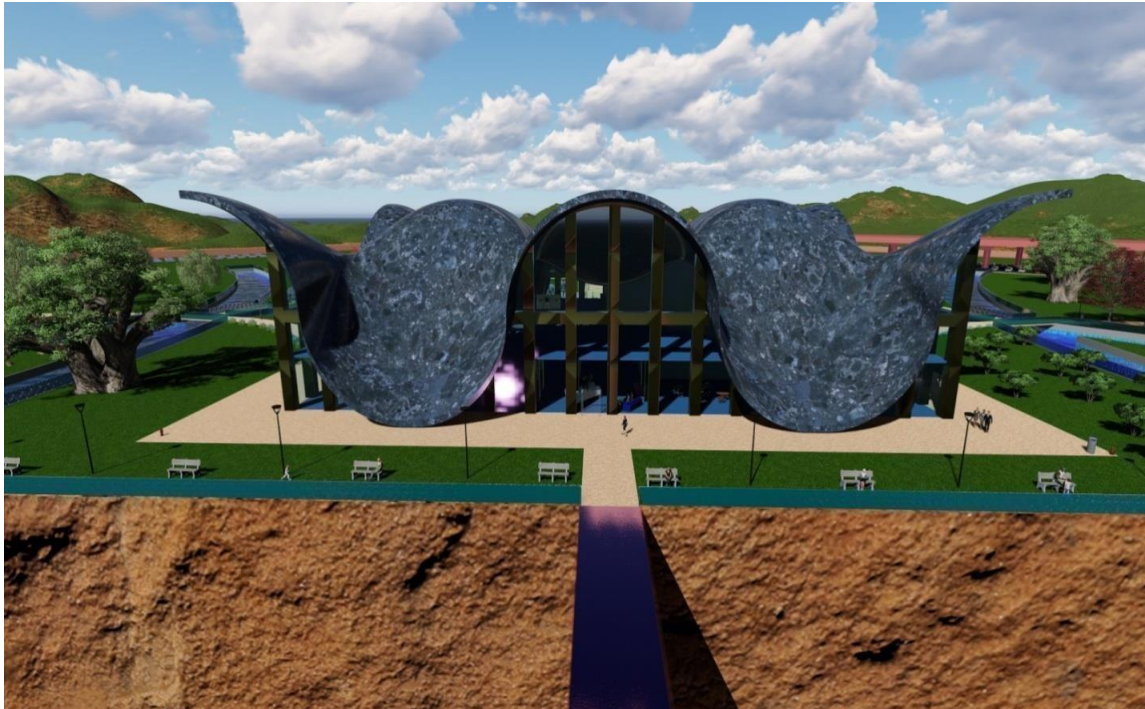


Εικόνα 4. Bosjes Chapel. Πηγή: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/sun-symbols-vector-777589>

Autocad



Lumion



Η έδραση του κτιρίου είναι στο +0,00 m και το ύψος του φτάνει στα 18,99m. Αποτελείται από 2 επίπεδα και είναι συνολικής επιφάνειας 4.820 m². Από το ισόγειο στον 1^ο όροφο υπάρχει πρόσβαση μέσω κλιμακοστασίου και ανελκυστήρα σε 2 σημεία, λόγω της μεγάλης επιφάνειας του κτιρίου. Μετά την είσοδο στο ισόγειο βλέπουμε τη ρεσεψιόν και ένα μακρόστενο διάδρομο, δεξιά και αριστερά του οποίου υπάρχουν διάφορες αίθουσες. Στα δεξιά συναντάμε την καφετέρια, το ιατρείο και η αίθουσα security. Αριστερά βρίσκονται οι βοηθητικοί χώροι των εργαστηρίων και το γραφείο υπαλλήλων και ευθεία στο διάδρομο συναντάμε τις τουαλέτες ανδρών, γυναικών και ΑΜΕΑ. Τα δωμάτια που υπάρχουν στο 2^ο όροφο είναι η αίθουσα υπολογιστών, η αίθουσα συνεδριάσεων και τα εργαστήρια. Το κτίριο περιβάλλεται από παράθυρα με μεταλλικά στηρίγματα και το δώμα είναι από μπετό. Όλο το κτίριο στηρίζεται από ένα μεταλλικό πλέγμα. Εσωτερικά του κτιρίου, οι χώροι στο ισόγειο χωρίζονται από τζάμι εκτός από τις τουαλέτες και το ιατρείο, ενώ στον 2^ο όροφο κυριαρχεί το μπετό.

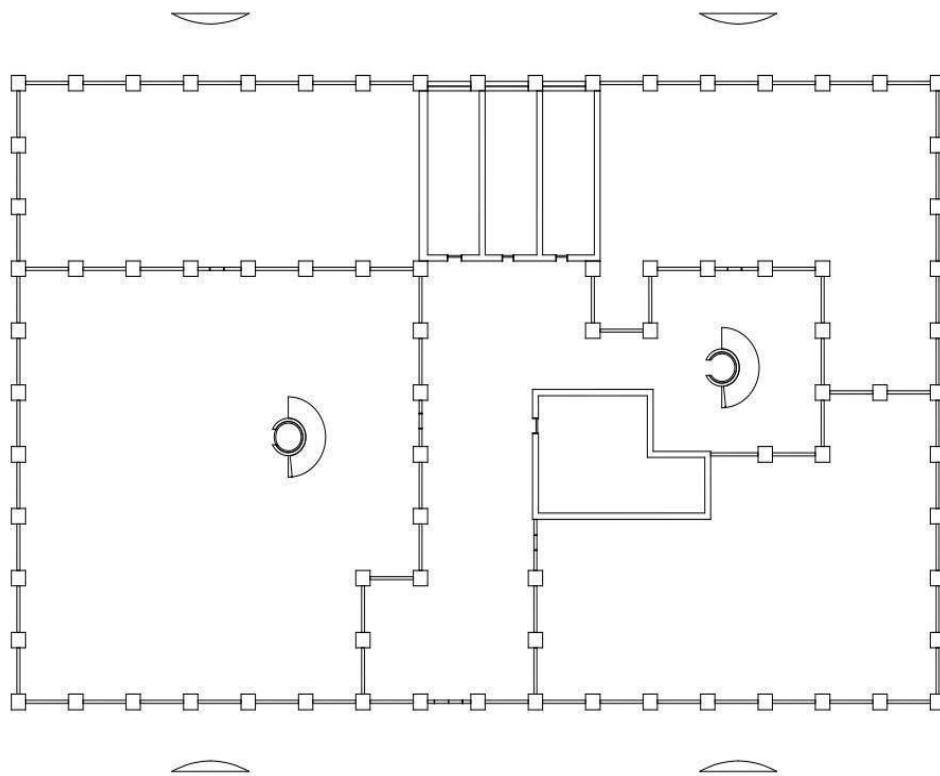
Αναλυτικά τα τετραγωνικά μέτρα των ορόφων.

- Ισόγειο: 2.429,9861m² (Ρεσεψιόν/Διάδρομος: 430,5644m², Ιατρείο: 72,207m², Βοηθητικοί Χώροι: 730,6m², Γραφείο Υπαλλήλων: 321,8m², Καφετέρια Υπαλλήλων: 413,95m², Security: 346,2, 114,66m²).
- 1^{ος} Όροφος: 2390,0227m² (Εργαστήρια: 1.201,5653m², Αίθουσα Υπολογιστών: 469,7672m², Αίθουσα Συνεδριάσεων: 575,3347m², Διάδρομος: 143,3555m²).
- Κτίριο: 4820m².

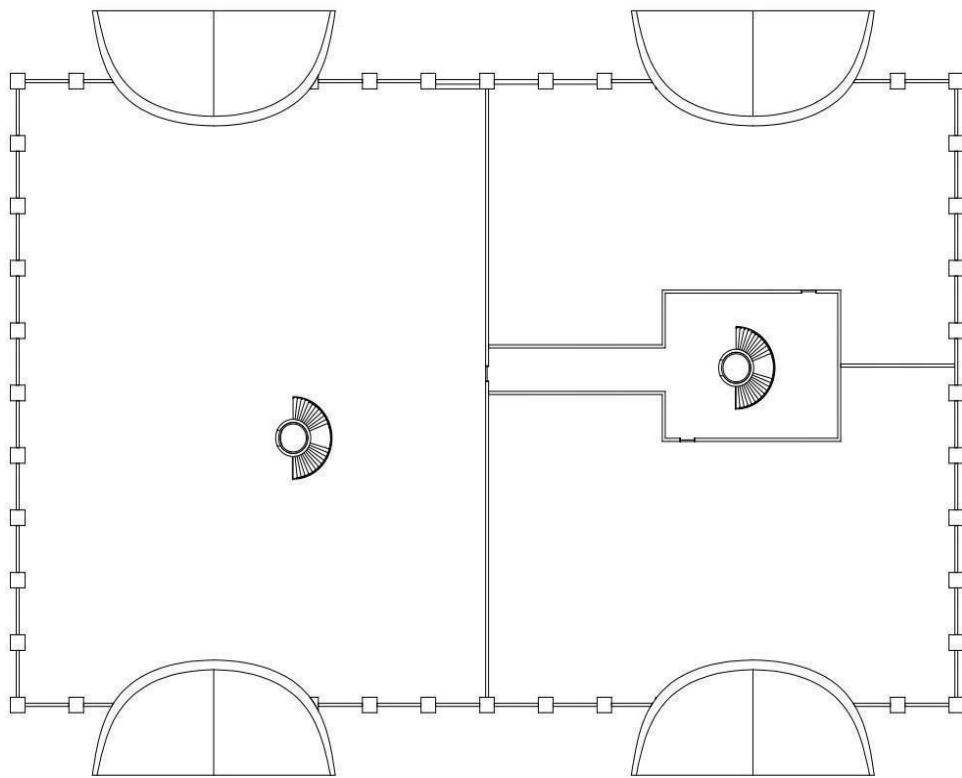


3.5.1 ΣΧΕΔΙΑ

ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

3.6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

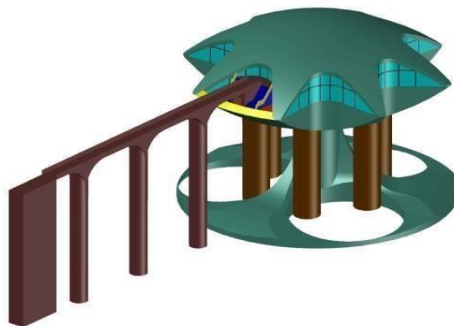
Το κέντρο αυτό θα αποτελεί κέντρο έρευνας της θαλάσσιας βιοποικιλότητας της Ζακύνθου, οπότε το αρχιτεκτονικό τους σχέδιο και σε αυτήν την περίπτωση έχει επηρεαστεί από το αντικείμενο μελέτης. Το μισό μέρος του κτιρίου που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας έχει τη μορφή μέδουσας και το μέρος του κτιρίου που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας είναι επηρεασμένο από τα σαλάχια.

ΙΔΕΑ

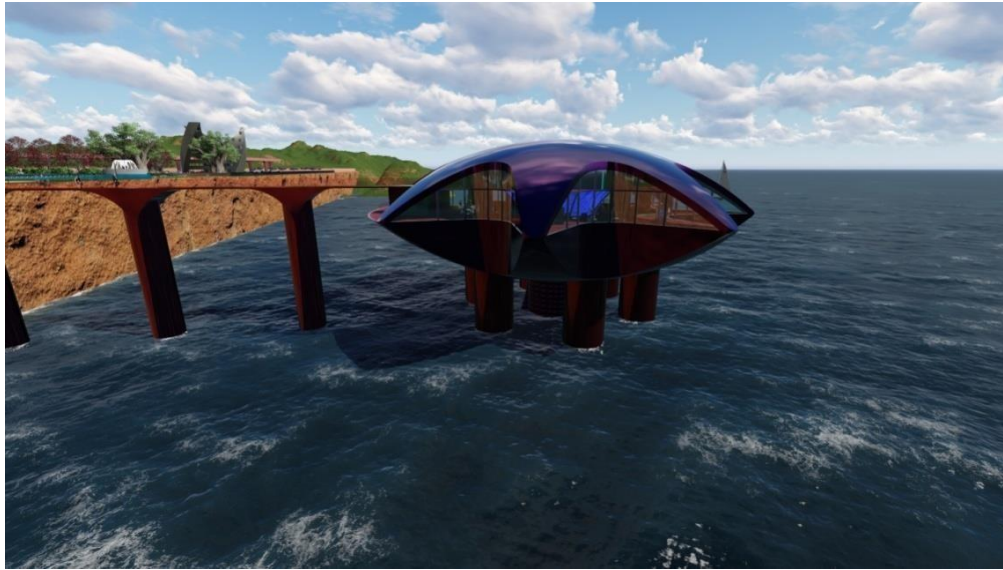


Εικόνα 5. Μέδουσα. Πηγή: Μέδουσες, ο πιο παλιός κάτοικος του πλανήτη.

AutoCad



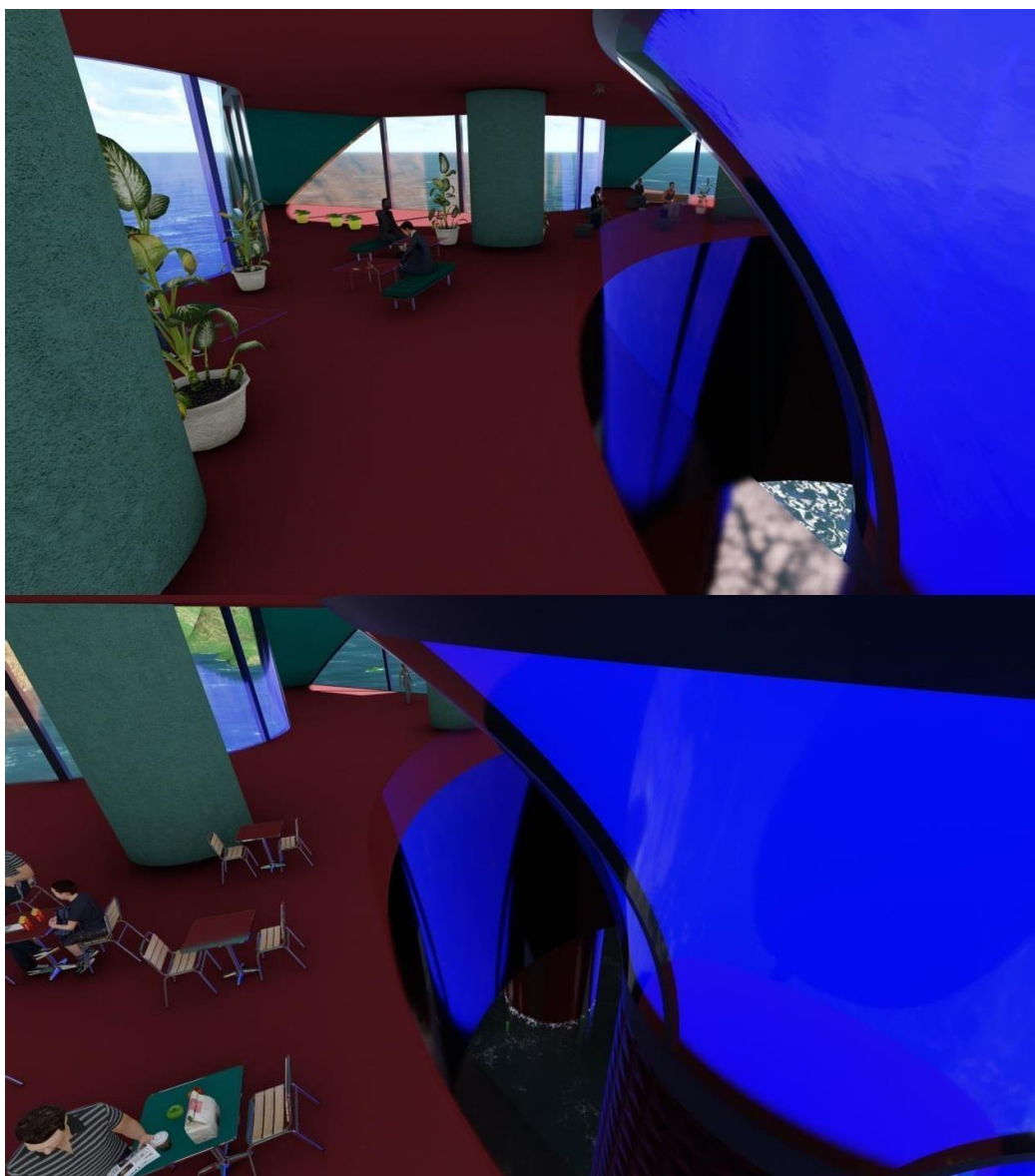
Lumion

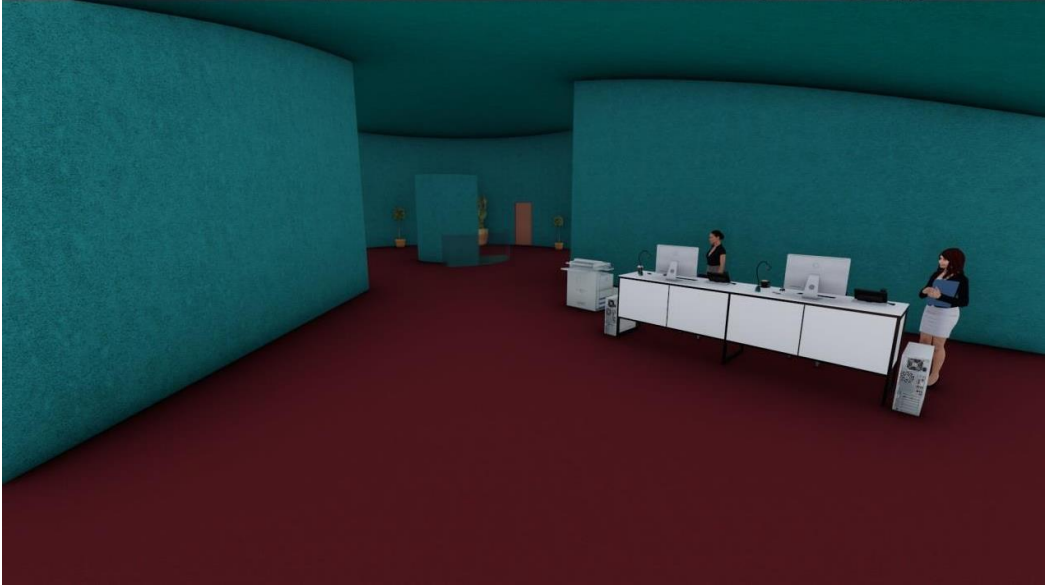
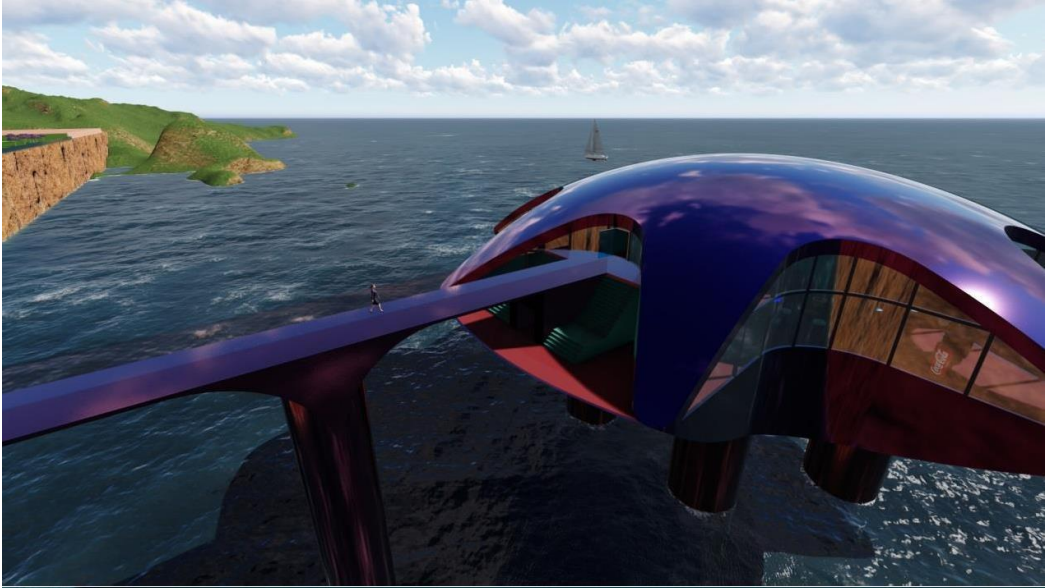


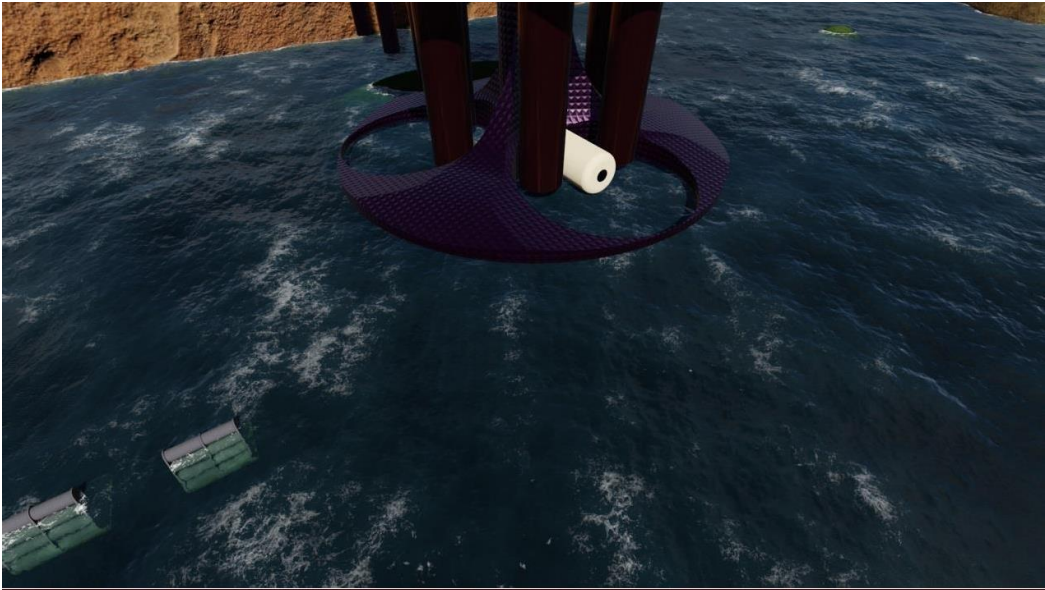
Η έδραση του κτιρίου ξεκινάει από τον πάτο της θάλασσας και υψώνεται στα 42 μέτρα. Το υψόμετρο της θάλασσας που καλύπτει το μισό κτίριο είναι στα 19,6 μέτρα και το υπόλοιπο κτίριο βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αποτελείται από 3 επίπεδα. Το πρώτο βρίσκεται στον πυθμένα της θάλασσας, ενώ τα άλλα δύο βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και ενώνονται μέσω ενός μεγάλου κλιμακοστασίου αλλά και ανελκυστήρα. Το επίπεδο που βρίσκεται στον πυθμένα περιλαμβάνει τουαλέτες ανδρών, γυναικών και ΑΜΕΑ, έναν θάλαμο αποσυμπίεσης, τον βοηθητικό χώρο των εργαστηρίων δύο διαφορετικούς χώρους εργαστηρίων. Ο θάλαμος είναι ένας ειδικός θάλαμος αποσυμπίεσης νερού, ο οποίος χρησιμοποιείται για να βγαίνουν οι δύτες και να μαζεύουν δείγματα από το θαλάσσιο περιβάλλον. Οι χώροι των εργαστηρίων είναι ξεχωριστοί, γιατί το ένα εργαστήριο είναι αίθουσα χαμηλών πιέσεων, για να διατηρούνται τα δείγματα που λαμβάνονται από τη θάλασσα και να περιορίζεται η μετάδοση βακτηρίων. Όσον αφορά το μέρος του κτιρίου που βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια, αποτελείται από 2 επίπεδα, τα οποία μεταξύ τους ενώνονται εξωτερικά μέσω κλιμακοστασίου. Εσωτερικά δεν υπάρχει κάποια πρόσβαση μεταξύ τους, γιατί το χαμηλότερο επίπεδο αποτελεί χώρος αναψυχής που δέχεται επισκέπτες ενώ το 2^ο αποτελεί συνέχεια του ερευνητικού κέντρου. Στο 1^ο επίπεδο υπάρχει μία καφετέρια με ένα ενυδρείο στο κέντρο της και οι επισκέπτες μπορούν να απολαύσουν τη θέα στη θάλασσα από τα παράθυρα που περιβάλλουν το χώρο, αλλά μπορούν να δουν και άμεσα τη θάλασσα από ένα κυκλικό άνοιγμα που περιβάλλει το ενυδρείο. Στο 2^ο επίπεδο συναντάμε όλους τους υπόλοιπους χώρους που απαρτίζουν ένα ερευνητικό κέντρο. Το κτίριο αποτελεί κατά κύριο λόγο μεταλλική κατασκευή και στηρίζεται από 5 μεγάλες μεταλλικές δοκούς. Το χρώμα που έχει χρησιμοποιηθεί εξωτερικά του κτιρίου είναι το μωβ, ώστε να μοιάζει περισσότερο σε μέδουσα.

Αναλυτικά τα τετραγωνικά μέτρα των ορόφων:

- 1^ο υποβρύχιο επίπεδο: 630, (Εργαστήριο 1: 152,954, Εργαστήριο 2: 152,9544, Βοηθητικός Χώρος: 76,477, Τουαλέτες:76,477, Θάλαμος:66, Διάδρομος: 105,2976).
- 1^ο επίπεδο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (Καφετέρια:955,2054).
- 2^ο επίπεδο πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας: (Ρεσεψιόν/ Διάδρομος: 279,2709, Γραφείο Υπαλλήλων 141,4384 m², Γραφείο Συνεδριάσεων: 141,4384 m², Ιατρείο: 141,4384 m², Τουαλέτες: 141,4384 m², Καφετέρια Υπαλλήλων: 141,4384 m², Αίθουσα Υπολογιστών: 141,4384 m², Security: 141,4384 m²).

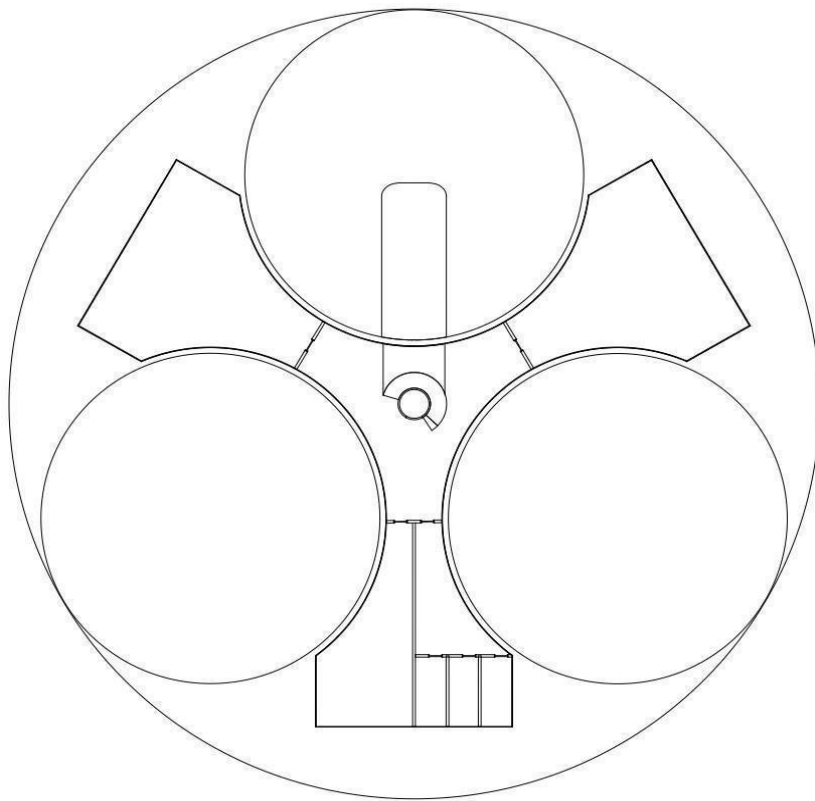




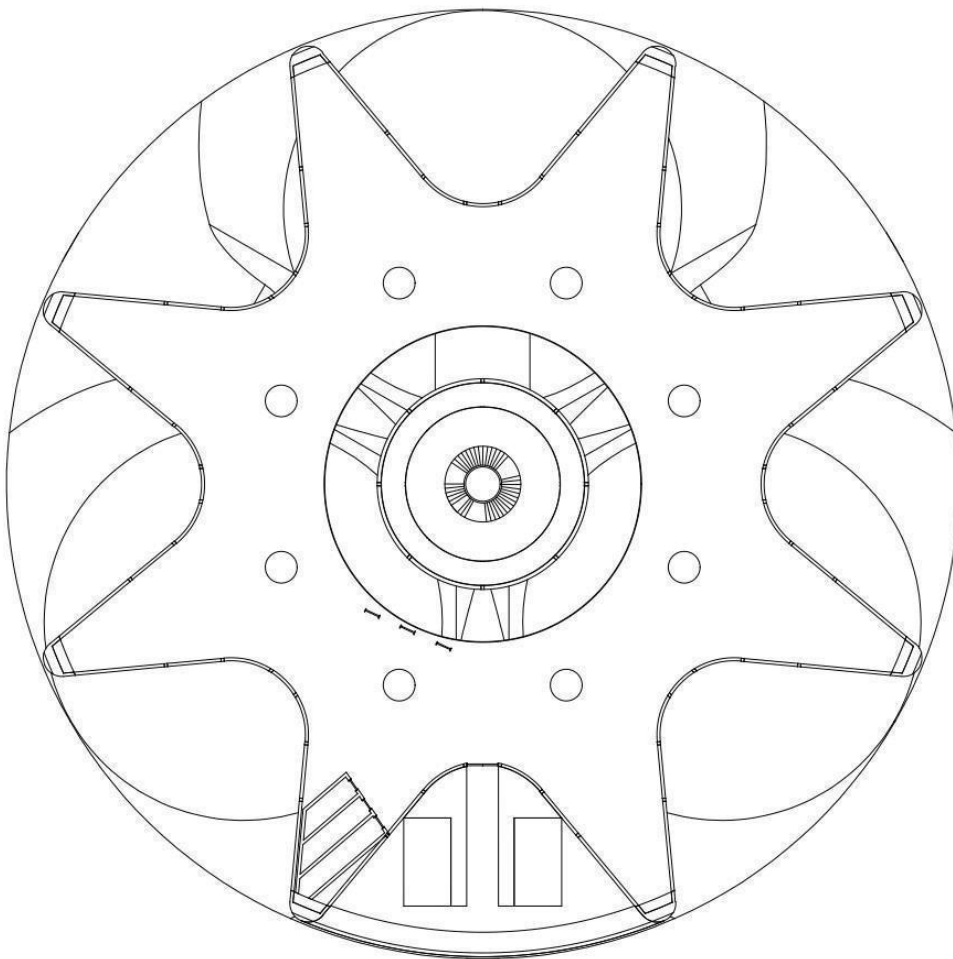


3.6.1 ΣΧΕΔΙΑ

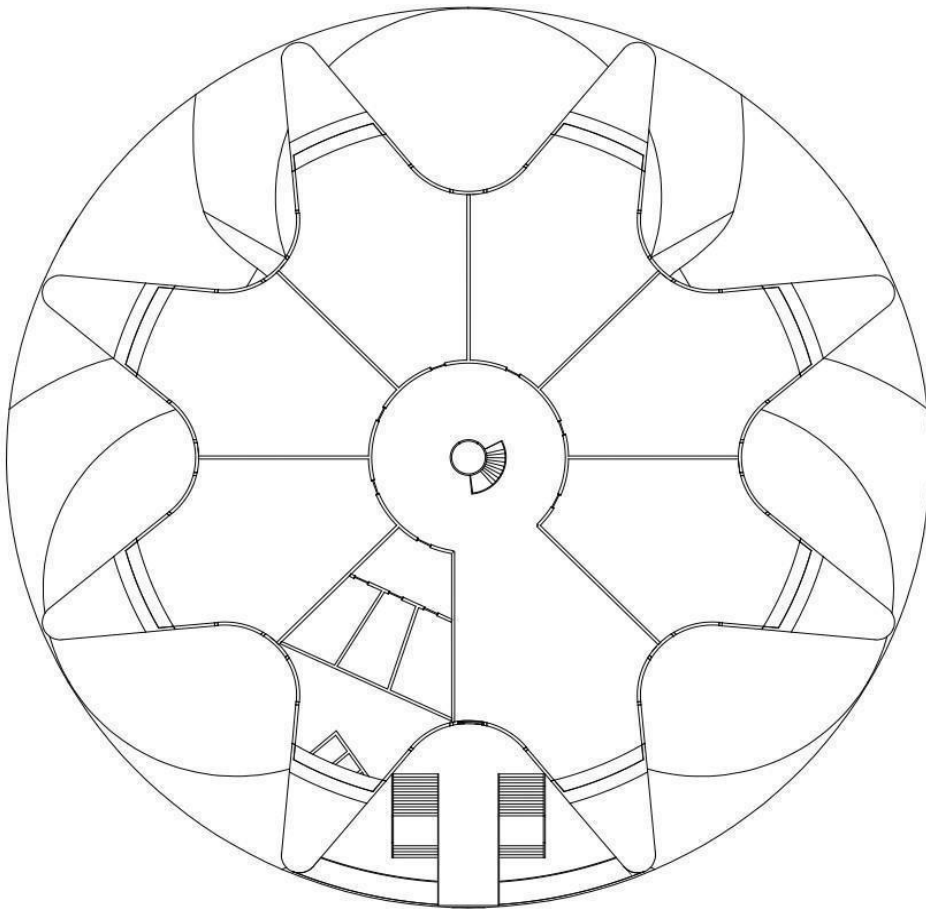
ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



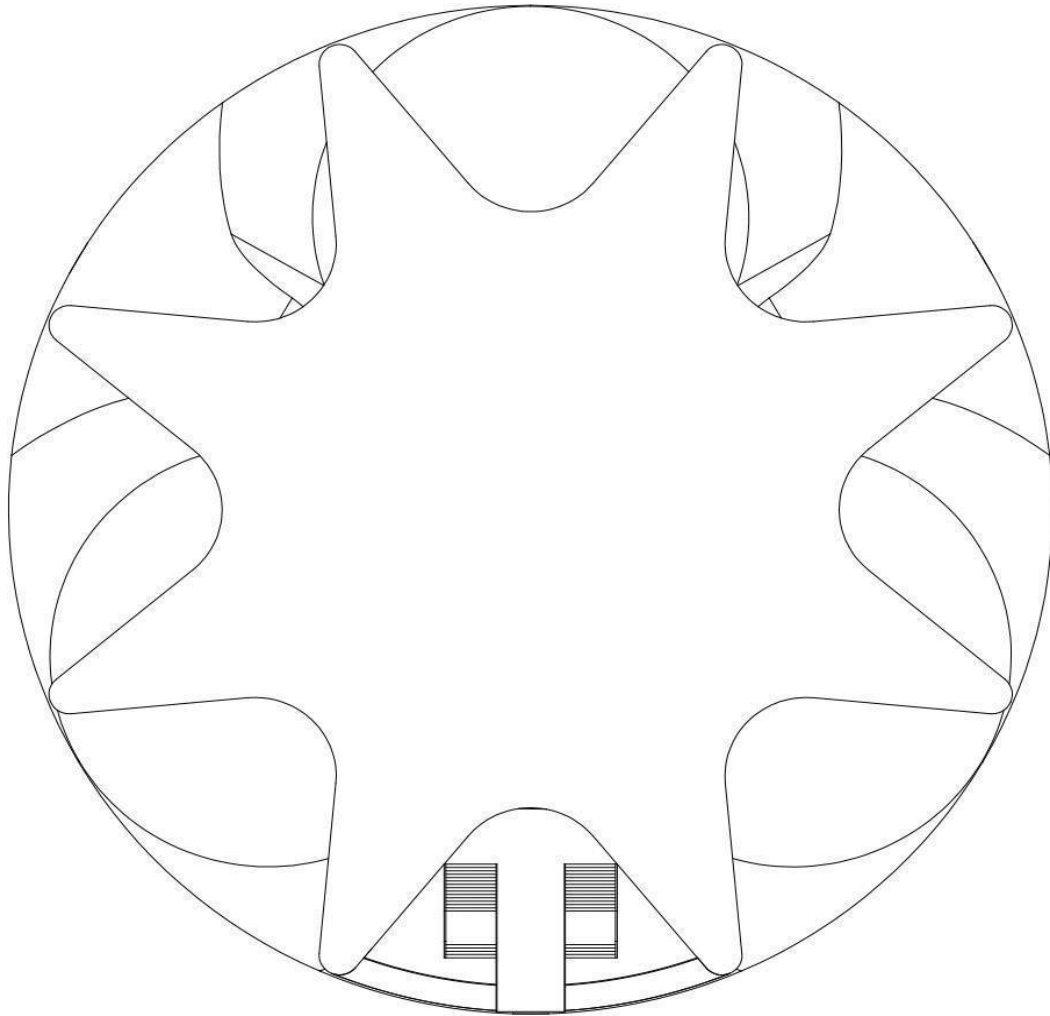
ΚΑΤΟΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ 2^{ου} ΟΡΟΦΟΥ



ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΠΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

4.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα τελευταία χρόνια οι αυξημένες δραστηριότητες με στόχο την έρευνα και την εκμετάλλευση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη και την εγκατάσταση πλωτών κατασκευών[33]⁹³. Η ανάγκη κατασκευής πλωτών κατασκευών εμφανίζεται και σε περιοχές που πλήττονται από έντονα καιρικά φαινόμενα ή που έχουν μεγάλο πληθυσμό σε συνδυασμό με μικρή γεωγραφική έκταση, οπότε η επέκταση της δομημένης έκτασης στη θάλασσα αποτελεί μία λύση. Με την απότομη αύξηση του πληθυσμού, την κλιματική αλλαγή, την μείωση των αποθεμάτων ενέργειας και την ανάπτυξη της βιομηχανίας η αξιοποίηση των πλωτών κατασκευών είναι ένα σημαντικό εργαλείο για τους ερευνητές και μπορεί να τους βοηθήσει στην εξάλειψη αυτών των προβλημάτων[34]⁹⁴.

Η πλωτή αρχιτεκτονική μπορεί να επιλύσει οικολογικά ζητήματα και πραγματοποιούνται έρευνες για την ανάπτυξή της από κυβερνήσεις, ιδιωτικούς φορείς και πανεπιστήμια. Οι αρχιτέκτονες βασιζόμενοι στην πλωτή τεχνολογία έχουν σχεδιάσει κτίρια και γέφυρες και η δυνατότητα της πλωτής αρχιτεκτονικής μπορεί να ξεκινήσει από ένα απλό κτίριο μέχρι κι ένα πλωτό νησί[34].



Εικόνα 44. Πλωτή Κατοικία. Πηγή: Πλωτές κατασκευές παραθεριστικής κατοίκησης.

⁹³ΙΩΑΝΝΗΣ, Α. (2016). ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

⁹⁴ΓΡΑΒΑΡΗ, Σ. (2011). ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ. ΕΛΛΑΔΑ.

4.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι πλωτές κατασκευές που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς. Η πρώτη απόπειρα πλωτής κατασκευής έγινε το 480 π.χ. από το βασιλιά Ξέρξη της Περσίας που προσπάθησε να διασχίσει με τον στρατό του τον Ελλήσποντο, κατασκευάζοντας μία πλωτή γέφυρα από 300 βάρκες⁹⁵.



Εικόνα 45. Πλωτή γέφυρα για το Βασιλιά Ξέρξη 480 π.χ. Πηγή: ΥΔΡΟΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, 2012, σελίδα 50.

⁹⁵ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ, Κ. (2012). ΥΔΡΟΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΥΚΑΜΠΤΩΝ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ.

4.1.3 ΕΙΔΗ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι πλωτές κατασκευές διαχωρίζονται ανάλογα με τη δυνατότητα μετακίνησής τους[36].

Παράκτιες Πλωτές Κατασκευές

Οι κατασκευές αυτές μπορούν να τοποθετηθούν κοντά σε ακτογραμμή ή μόνο σε ήρεμα νερά όπως κόλπους ή λίμνες. Η δομή τους είναι σχετικά απλή, όπως και ο σχεδιασμός τους, ο κορμός τους έχει μεγάλη σταθερότητα, το κόστος συντήρησης και κατασκευής τους είναι χαμηλό, μπορούν να επισκευαστούν εύκολα και θεωρούνται πιο εύκαμπτες σε σύγκριση με άλλες θαλάσσιες κατασκευές[36].

Υπεράκτιες Πλωτές Κατασκευές

Οι υπεράκτιες πλωτές κατασκευές είναι προτιμότερες στην ανοιχτή θάλασσα λόγω του ύψους των κυμάτων. Είναι ημιβυθισμένες και διακρίνονται σε κινητή υπεράκτια βάση και σταθεροποιημένη πλατφόρμα[36]⁹⁶.



Εικόνα 46. Διαδικασία συναρμολόγησης πλωτής κατασκευής. Πηγή: A review of Very Large Floating Structures (VLFS) for coastal and offshore uses, 2015, σελίδα 5.



Εικόνα 47. Απεικόνιση κινητής υπεράκτιας βάσης. Πηγή: A review of Very Large Floating Structures (VLFS) for coastal and offshore uses, 2015, σελίδα 6.

⁹⁶MIGUEL LAMAS-PARDI, G. I. (2015). A REVIEW OF VERY LARGE FLOATING STRUCTURES FOR COASTAL AND OFFSHORE USES. In OCEANENGINEERING.

4.1.4 ΥΔΡΟΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ

Οι μεγάλες πλωτές κατασκευές φαίνονται σαν τεράστιες πλάκες που στηρίζονται στην επιφάνεια της θάλασσας. Αυτές οι κατασκευές έχουν μεγάλη επιφάνεια, μικρό βάθος και έχουν ελαστική συμπεριφορά κάτω από τα κύματα. Η αλληλεπίδραση του νερού με την κατασκευή ονομάζεται υδροελαστικότητα. Οπότε για να σχεδιαστεί μία πλωτή κατασκευή πρέπει πρώτα να γίνει υδροελαστική ανάλυση, που μπορεί να πραγματοποιηθεί με 2 μεθόδους:

- Προσέγγιση στο πεδίο της συχνότητας: Χρησιμοποιείται για να προσδιοριστεί το πλάτος της υδροελαστικής απόκρισης της πλωτής κατασκευής, είναι πιο απλοϊκή και μπορεί να αποτυπώσει τις παραμέτρους της υδροελαστικής απόκρισης όταν η κατασκευή βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας.
- Προσέγγιση στο πεδίο του χρόνου: Στη μέθοδο αυτή οι εξισώσεις κίνησης αφορούν τόσο τη δομή της κατασκευής όσο και το πεδίο του ρευστού[37]⁹⁷.

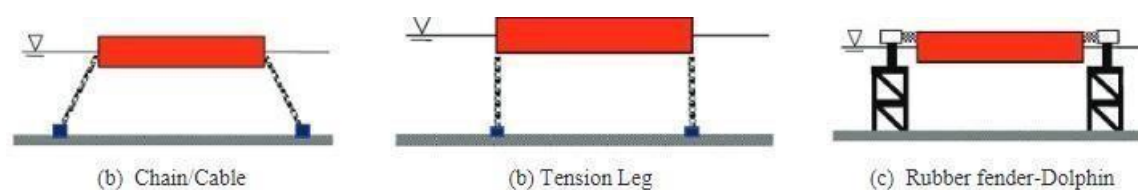
⁹⁷WANG C.M., T. (2011). VERY LARGE FLOATING STRUCTURES: APPLICATIONS, RESEARCH AND DEVELOPMENT. Στο *PROCEDIA ENGINEERING*.

4.1.5 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ & ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Η λειτουργικότητα και η ασφάλεια αποτελούν βασικά ζητήματα για το σχεδιασμό μιας πλωτής κατασκευής. Η πλωτή κατασκευή θα πρέπει αρκετή δυσκαμψία ώστε να μειώνεται η υδροελαστική απόκριση από τη δράση των κυμάτων. Πρέπει να διασφαλιστεί ότι η κατασκευή μπορεί να αντέξει τις καταπονήσεις λόγω των περιβαλλοντικών φορτίων[37]⁹⁸.

4.1.6 ΣΧΕΔΙΑ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

Σε περίπτωση που οι πλωτές κατασκευές έχουν μεγάλο μέγεθος χωρίζονται σε τμήματα, κατασκευάζονται σε ναυπηγεία και στη συνέχεια μεταφέρονται στη θάλασσα, όπου συνδέονται ή με τη χρήση άκαμπτων συνδέσμων ή με συγκόλληση. Οι σύνδεσμοι έχουν σχεδιαστεί για να απορροφούν αξονικές, οριζόντιες, κατακόρυφες, διατμητικές δυνάμεις όπως επίσης ροπές στρέψης και κύλισης[36]⁹⁹.



Εικόνα 48. Συστήματα Πρόσδεσης. Πηγή: Very Large Floating Structures: Applications, Research and Development).

⁹⁸WANG C.M., T. (2011). VERY LARGE FLOATING STRUCTURES: APPLICATIONS, RESEARCH AND DEVELOPMENT. Στο *PROCEDIA ENGINEERING*.

⁹⁹MIGUEL LAMAS-PARDI, G. I. (2015). A REVIEW OF VERY LARGE FLOATING STRUCTURES FOR COASTAL AND OFFSHORE USES. In *OCEANENGINEERING*.

4.1.7 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΩΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι πλωτές κατασκευές έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές κατασκευές αλλά και μειονεκτήματα.

Πλεονεκτήματα:

- Το στάδιο της κατασκευής είναι γρήγορο, οπότε τα οικονομικά οφέλη λαμβάνονται από την αρχή.
- Υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης, καθώς αποτελούν αρθρωτά συστήματα και μπορούν να συναρμολογηθούν εύκολα.
- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον γιατί δεν προκαλούν προβλήματα στα οικοσυστήματα και δεν εμποδίζουν τα θαλάσσια ρεύματα.
- Δεν επηρεάζονται από τους σεισμούς.
- Ελευθερία στην επιλογή της τοποθεσίας[36].

Μειονεκτήματα:

- Έχουν χαμηλή κινητικότητα, γιατί πρόκειται για μεγάλες κατασκευές.
- Υπάρχει κίνδυνος εισχώρησης νερού.
- Λόγω των εσωτερικών μετακινήσεων, υπάρχει κίνδυνος κόπωσης της κατασκευής.
- Η τεχνολογία των συνδέσμων είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο[36]¹⁰⁰.

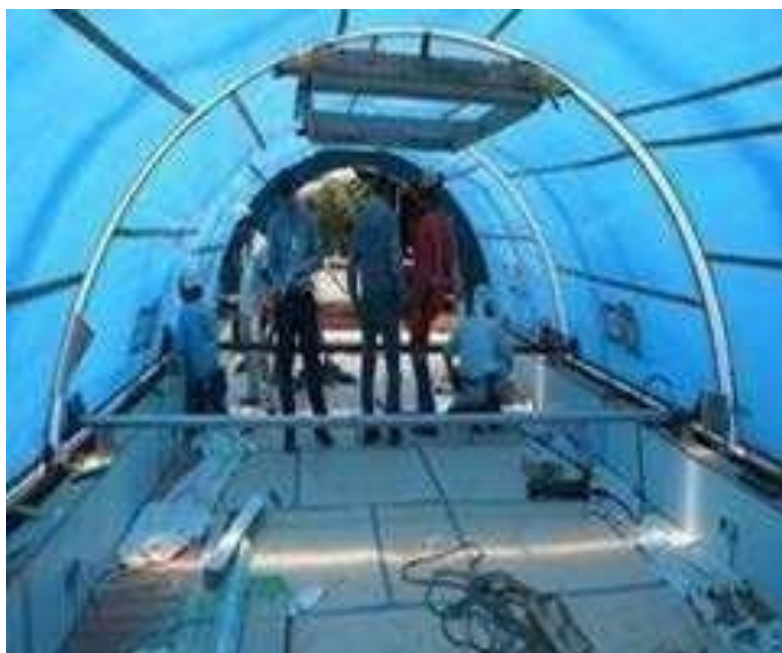
¹⁰⁰MIGUEL LAMAS-PARDI, G. I. (2015). A REVIEW OF VERY LARGE FLOATING STRUCTURES FOR COASTAL AND OFFSHORE USES. In *OCEAN ENGINEERING*.

4.2 ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

4.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται σε υψηλούς ρυθμούς κάθε χρόνο και αυτό έχει αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και στον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Για το λόγο αυτό γίνονται προσπάθειες για τη δημιουργία υποβρύχιων κατασκευών, από τις οποίες θα μπορούν να επωφεληθούν και οι άνθρωποι και το περιβάλλον. Εκτός από τη βελτίωση του τρόπου ζωής, τέτοιου είδους κατασκευές, με την κατάλληλη τεχνολογία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και ως χώροι ψυχαγωγίας, εστίασης, μάθησης και έρευνας[38].

Οι υποβρύχιες κατασκευές αποτελούν κατασκευές που βρίσκονται και υλοποιούνται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και η κάθε κατασκευή διαμορφώνεται ανάλογα με το κίνητρό της. Η ανάπτυξη υποβρύχιων κατοικιών πρωτοεμφανίστηκε τη δεκαετία του 1960 από τον Jacques Cousteau (Γάλλος ωκεανογράφος) και την ομάδα του, Ως μια απόπειρα για τη βελτίωση του τρόπου διαβίωσης και για το θετικό αντίκτυπο που έχουν στο περιβάλλον[38]¹⁰¹.



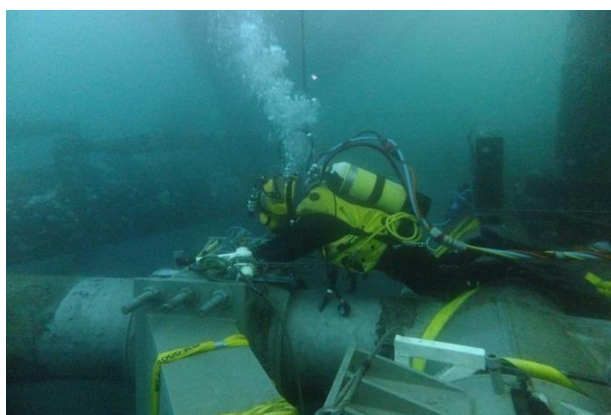
Εικόνα 49. .Δημιουργία υποβρύχιας κατασκευής. Πηγή: A Study on the Developing concepts of Underwater Construction.

¹⁰¹JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION

4.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Η κατασκευή ενός κτιρίου κάτω από το νερό είναι σαφώς δυσκολότερη από την κατασκευή ενός κτιρίου στην ξηρά, αυξάνοντας έτσι και το κόστος της κατασκευής. Ειδικά όταν πρόκειται για την κατασκευή ενός κτιρίου, που είναι μεγάλο σε μέγεθος, τότε το κτίριο χωρίζεται σε κτίρια, το κάθε τμήμα ξεχωριστά κατασκευάζεται στην ξηρά και στο τέλος συναρμολογείται μέσα στο νερό[38]¹⁰².

Η θάλασσα δεν είναι και το καλύτερο μέρος για οικοδόμηση. Τα υλικά κατασκευής και τα εργαλεία μιας οικοδομής λειτουργούν καλύτερα στην ξηρά όταν είναι στεγνά. Οι κατασκευές κάτω από το νερό μπορούν να πραγματοποιηθούν από δύτες, αλλά η επικινδυνότητα είναι μεγάλη και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια όλα τα είδη εργαλείων και εξοπλισμού. Ως εναλλακτική λύση είναι η χρήση υποβρύχιου εξοπλισμού, όπως τηλεκατευθυνόμενα υποβρύχια οχήματα, αλλά το κόστος είναι υψηλό. Για τον λόγο αυτόν στις περισσότερες κατασκευές πρώτα απομακρύνεται το νερό από το σημείο κατασκευής με τη χρήση εξοπλισμού, ειδικού για κατασκευές σε περιοχές με νερό, στις οποίες δεν θα ήταν εφικτή η δόμηση[39]¹⁰³.



Εικόνα 50. Υποβρύχιες Κατασκευές με δύτε. Πηγή:

<https://ergodive.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%83%CE%AF%CE%B5%CF%82/>

¹⁰²JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION

¹⁰³KONRAD, J. (2022, FEBRUARY 23). HOW ARE STRUCTURES BUILT UNDERWATER

4.2.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ (COFFERDAMS)

Τα εργοτάξια που αφορούν υποβρύχιες κατασκευές ανέκαθεν αποστραγγίζονταν με τη βοήθεια προκατασκευασμένων φραγμάτων. Τα φράγματα αυτά αποτελούν κλειστές κατασκευές, οι οποίες βυθίζονται στο νερό και αντλείται νερό μέχρι να απομακρυνθεί εντελώς και να εμφανιστεί το έδαφος και να ξεκινήσουν οι διαδικασίες κατασκευής. Τα cofferdams αποτελούν προσωρινά φράγματα και αφαιρούνται μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή^[39]¹⁰⁴.

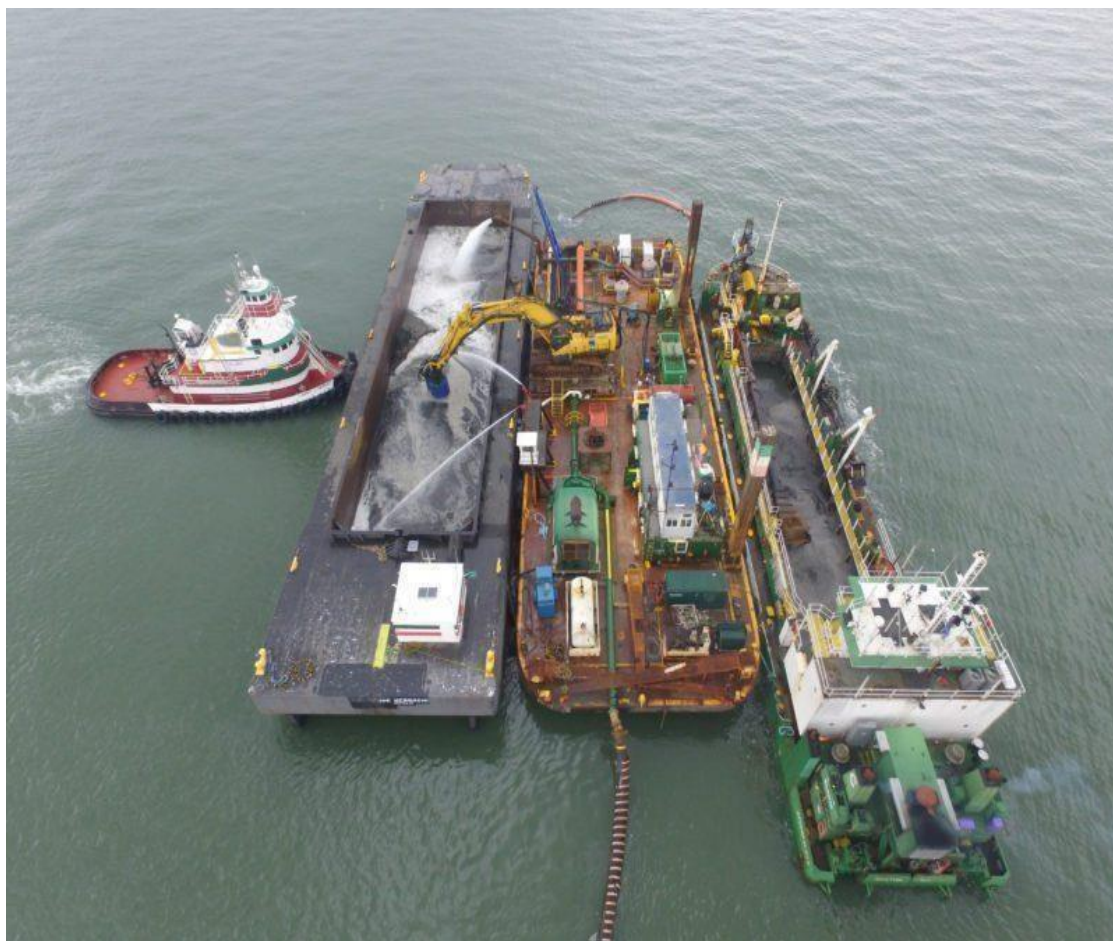


Εικόνα 51. Χαλύβδινο φράγμα πάνω σε κατάστρωμα πλοίου. Πηγή: How are Structures built underwater.

¹⁰⁴KONRAD, J. (2022, FEBRUARY 23). HOW ARE STRUCTURES BUILT UNDERWATER

4.2.2.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΩΝ

Η κατασκευή ενός χωμάτινου αναχώματος είναι μια ποιο εύκολη μέθοδος. Ανάχωμα θεωρείται ένας επίπεδος χώρος ή ένα υπερυψωμένο φράγμα, το οποίο αποτελείται από συμπιεσμένο χώμα και διαχωρίζει κάθετα δύο τμήματα. Τα χωμάτινα αναχώματα δεν αποτελούν και την καλύτερη λύση για τις υποβρύχιες κατασκευές γιατί το χώμα και οι βράχοι που συνθέτουν ένα ανάχωμα είναι διαπερατά και πρέπει να αντλείται συνεχώς νερό και γιατί το συμπιεσμένο χώμα όταν έχει βραχεί δεν θεωρείται και πολύ ισχυρό υλικό, οπότε τίθεται θέμα ασφαλείας για τους εργάτες και πρέπει να ενισχυθεί[39]¹⁰⁵.

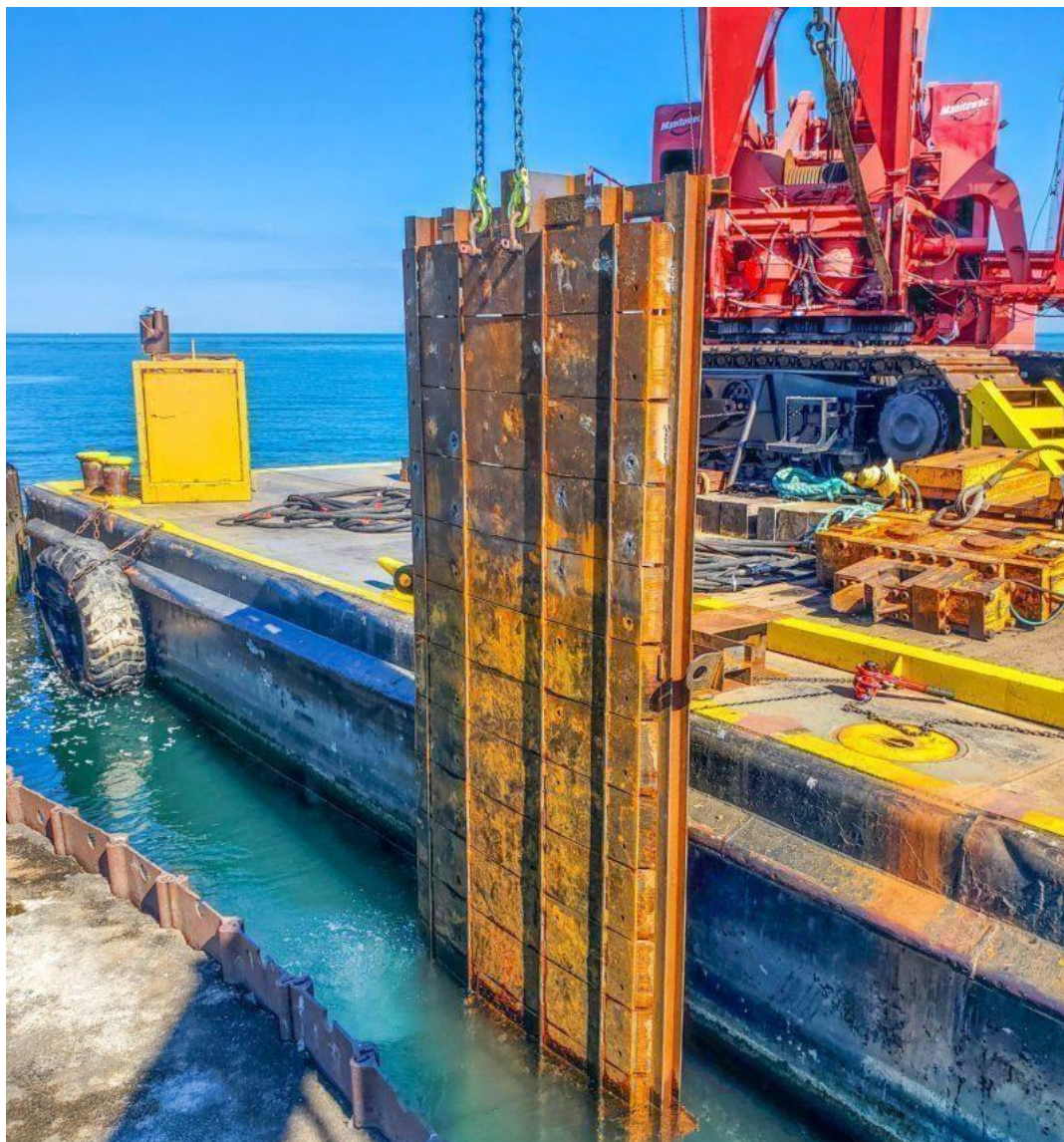


Εικόνα 52. Φορηγίδα βυθοκόρησης εν ώρα εργασίας. Πηγή: How are Structures built Underwater.

¹⁰⁵KONRAD, J. (2022, FEBRUARY 23). HOW ARE STRUCTURES BUILT UNDERWATER

4.2.2.3 ΦΥΛΛΑ ΠΑΣΣΑΛΩΝ

Οι πάσσαλοι είναι χαλύβδινες πλάκες, συνδεδεμένες μεταξύ τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία υποβρύχιων κατασκευών και είναι ένα είδος τοίχου αντιστήριξης και μοιάζουν με ανάχωμα. Οι πάσσαλοι μπορούν επίσης να βοηθήσουν και στη δημιουργία μικρών χωμάτινων φραγμάτων[39]¹⁰⁶.

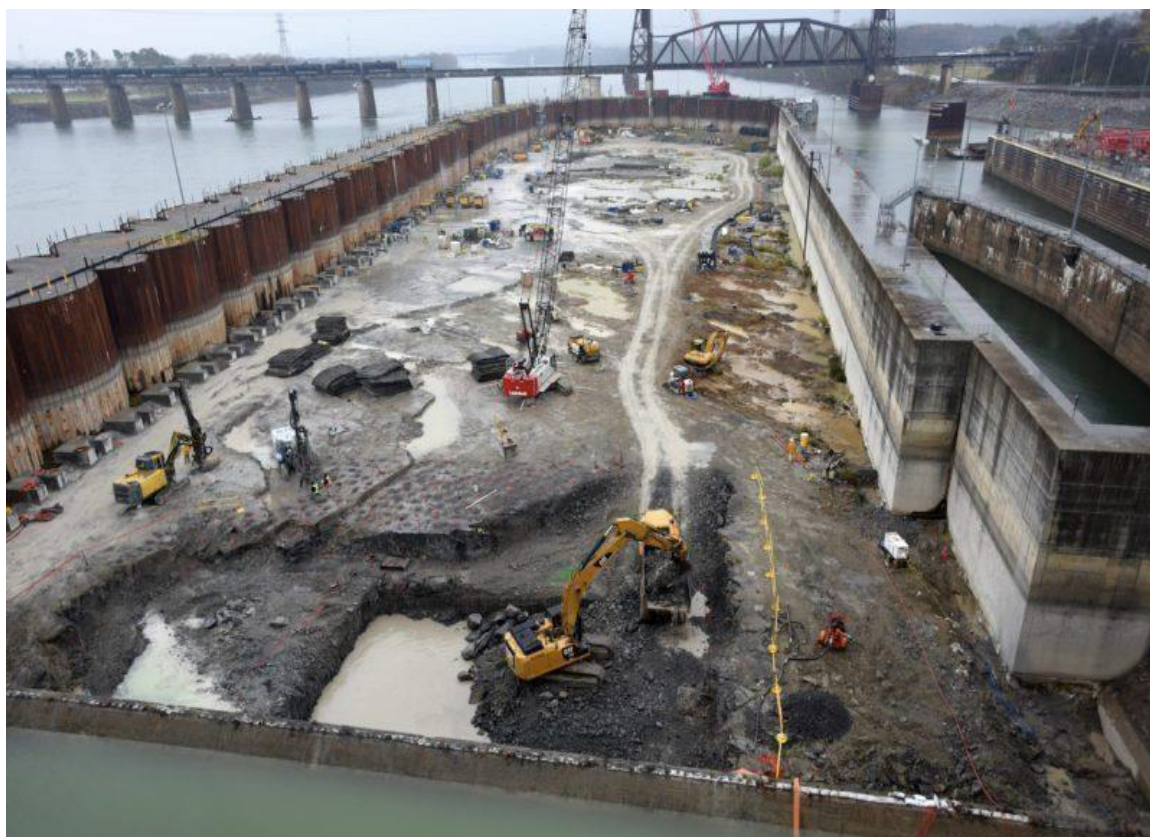


Εικόνα 53. Πάνελ το οποίο χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κυματοθραύστη σε λιμάνι. Πηγή: How are Structures built Underwater.

¹⁰⁶KONRAD, J. (2022, FEBRUARY 23). HOW ARE STRUCTURES BUILT UNDERWATER

4.2.2.4 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Ένας διαφορετικός τρόπος κατασκευής στο νερό είναι και τα υποβρύχια συστήματα θεμελίωσης, στα οποία δεν χρειάζεται άντληση νερού και αποτελεί μια πιο ασφαλή λύση. Τα συστήματα αυτά αποτελούν γεωτρημένα φρεάτια, στα οποία χρησιμοποιείται ειδικός εξοπλισμός και κατασκευαστικές τεχνικές για την εκσκαφή και την τοποθέτηση χάλυβα οπλισμού και η διαδικασία ολοκληρώνεται με την πλήρωσή τους με σκυρόδεμα[39]¹⁰⁷.



Εικόνα 54. Φράγμα από το οποίο απομακρύνονται βράχοι για μελλοντικές τοποθετήσεις σκυροδέματος.
Πηγή: How are Structures built Underwater.

¹⁰⁷KONRAD, J. (2022, FEBRUARY 23). HOW ARE STRUCTURES BUILT UNDERWATER

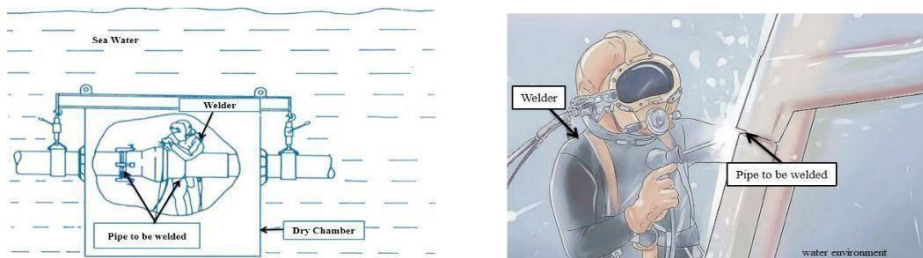
4.2.3 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ

Η υποβρύχια συγκόλληση πραγματοποιείται με τη βοήθεια ειδικού εξοπλισμού και ταξινομείται ανάλογα με τις τεχνικές συγκόλλησης σε υγρή και ξηρή[40].

Η ξηρή συγκόλληση πραγματοποιείται μέσα σε θάλαμο, οπότε η περιοχή της συγκόλλησης δεν έρχεται σε επαφή με το νερό. Με τη διαδικασία αυτή μπορεί να αυξηθεί η αντοχή και η ανθεκτικότητα και εξαιτίας της μικρής ποσότητας υδρογόνου που παράγεται κατά τη διαδικασία της συγκόλλησης, μπορεί να εξασφαλιστεί και η ψηλή αντοχή στη διάβρωση. Το μειονέκτημα που προκύπτει από αυτόν τον τρόπο είναι ότι ο χώρος στον οποίο γίνεται η συγκόλληση είναι περιορισμένος, οπότε ο εξοπλισμός είναι περίπλοκος και έχει μεγάλο κόστος[40].

Η υγρή συγκόλληση γίνεται με τη χρήση ειδικών ηλεκτροδίων. Τα ηλεκτρόδια, ο συγκολλητής και το βασικό μέταλλο έρχονται σε επαφή με το νερό και η διαδικασία είναι απλή επειδή δεν απαιτεί πολλή προετοιμασία και ο χώρος είναι απεριόριστος γι' αυτόν που πραγματοποιεί τη συγκόλληση. Το κόστος συγκριτικά με την άλλη μέθοδο είναι φθηνότερο, ωστόσο η άμεση επαφή με το νερό μπορεί να προκαλέσει μείωση των μηχανικών ιδιοτήτων του υλικού[40].

Η υποβρύχια συγκόλληση είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις όπου υπάρχει βλάβη στη δομή της κατασκευής και δεν είναι εύκολη η μεταφορά της αποσυναρμολόγησης στην ξηρά, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους. Το μειονέκτημα της υποβρύχιας συγκόλλησης είναι ότι παγιδεύεται υδρογόνο στο μέταλλο, το οποίο αργότερα μπορεί να προκαλέσει ρωγμές και να μειωθεί η αξιοπιστία των κατασκευών συγκόλλησης. Για να αποφευχθεί κάτι τέτοιο πρέπει να επιλεγούν οι κατάλληλοι τεχνικοί για να ολοκληρωθεί σωστά η διαδικασία[40]¹⁰⁸.



Εικόνα 55. Υποβρύχια Συγκόλληση. Αριστερά ξηρή συγκόλληση και δεξιά υγρή συγκόλληση. Πηγή: Recent Developments on Underwater Welding of Metallic Material.

¹⁰⁸ΕΚΟ SUROJO, E. D. (2020). RECENT DEVELOPMENTS ON UNDERWATER WELDING OF METALLIC MATERIAL. Στο *PROCEEDIASTRUCTURAL INTEGRITY*

4.2.4 ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μια υποβρύχια κατασκευή πρέπει να επιλεγούν προσεκτικά όσον αφορά και το εξωτερικό αλλά και το εσωτερικό μέρος της κατασκευής, γιατί θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις της κατασκευής και να μην υπερβούν σε κόστος[41].

Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται σε κατασκευές κάτω από το νερό έχει διαφορετικές ιδιότητες από αυτό που χρησιμοποιείται στην ξηρά. Το υποβρύχιο σκυρόδεμα έχει τον κίνδυνο να διαχωριστεί και να δημιουργήσει αρμούς που εγκλωβίζουν νερό. Γι' αυτό και πρέπει να έχει κάποια χαρακτηριστικά για να μπορεί να διατηρηθεί στις συνθήκες του θαλάσσιου περιβάλλοντος[41].

- Ρευστότητα και περιεκτικότητα σε αέρα: Το υποβρύχιο σκυρόδεμα δεν χρειάζεται περαιτέρω χειρισμό και συμπίεση όταν τοποθετηθεί σε ξυλότυπο και μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση προσμίκτων για να περιορίζεται η περιεκτικότητά του σε αέρα και επιβραδυντή για να είναι ομοιόμορφη η αντοχή του σε όλο τον ξυλότυπο.
- Χρόνος πήξης: Ο χρόνος πήξης του σκυροδέματος πρέπει να είναι συγκεκριμένος γιατί ο μεγαλύτερος χρόνος μπορεί να προκαλέσει διαχωρισμό και συρρίκνωση του σκυροδέματος.
- Αδρανή: Τα αδρανή που πρέπει να χρησιμοποιούνται είναι λεπτόκοκκα υψηλής περιεκτικότητας για να αποφεύγεται ο διαχωρισμός του σκυροδέματος[41]¹⁰⁹.

Ακρυλικό γυαλί

Το ακρυλικό γυαλί χρησιμοποιείται αντί για γυαλί στις υποβρύχιες κατασκευές γιατί προφέρει καλύτερη ορατότητα, είναι διαυγές και αν επεξεργαστεί σωστά έχει και μεγαλύτερη αντοχή στο ηλιακό φως. Μπορεί να επεξεργαστεί όπως το ξύλο και να διαμορφωθεί σε οποιοδήποτε σχήμα. Έχει υψηλότερη διαφάνεια και μεγαλύτερη αντοχή σε κρούσεις. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής το υλικό καταπονείται και υποβάλλεται σε έντονη πίεση και μπορεί να αντέξει σε τέτοιες συνθήκες[38]¹¹⁰.

¹⁰⁹HANNANEE, F. (2021). GEOPOLYMER AS UNDERWATER CONCRETING MATERIAL: A REVIEW . In *CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS*.

¹¹⁰JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION.

Χάλυβας

Ο χάλυβας έχει πολλές δυνατότητες και χρησιμοποιείται και στις υποβρύχιες κατασκευές και πολλές φορές χρησιμοποιείται μαζί με το σκυρόδεμα. Ο ανοξείδωτος χάλυβας έχει αντίσταση στη διάβρωση και τη σκουριά και μπορεί να διατηρήσει την αρχική κατάσταση της υποβρύχιας κατασκευής παρά τη συνεχή έκθεσή της σε υγρασία και οξυγόνο. Επιπλέον η αντοχή του χάλυβα στην ξηρά, δεν διαφέρει και πολύ από την αντοχή του χάλυβα στο νερό[38]¹¹¹.

¹¹¹JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION.

4.2.5 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η συντήρηση μιας υποβρύχιας κατασκευής σίγουρα έχει μεγάλο κόστος. Μία μέθοδος συντήρησης είναι η διαίρεση της κατασκευής σε τμήματα, τα οποία μπορούν να διαχωριστούν από την κεντρική κατασκευή και να μεταφερθούν στην ξηρά, ώστε να μπορέσει να μειωθεί το κόστος της ανακαίνισης. Όσον αφορά το εσωτερικό μέρος του κτιρίου, το οποίο είναι ορατό από εργαζόμενους πελάτες ή επισκέπτες θα πρέπει να συντηρείται και να είναι καθαρό συνεχώς, ώστε να μπορεί να είναι ορατό το θαλάσσιο περιβάλλον[38]¹¹².



Εικόνα 56. Δύτης κατά τη διάρκεια συντήρησης της κατασκευής. Πηγή: A Study on the Developing concepts of Underwater Construction.

¹¹²JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION

4.2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΒΡΥΧΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Οι άνθρωποι μπορούν να λάβουν πολλά οφέλη από την ύπαρξη υποβρύχιων κατασκευών. Θα υπάρξει μείωση των ανθρώπων που κατοικούν στην ξηρά, οπότε οι πυκνά κατοικημένες περιοχές θα αραιώσουν και θα μειωθεί και το κυκλοφοριακό πρόβλημα. Για τη δημιουργία των υποβρύχιων κατασκευών θα χρησιμοποιηθούν νέες βελτιωμένες μέθοδοι, οπότε είναι αναμενόμενη και η τεχνολογική πρόοδος. Επιπλέον κάθε περιοχή, η οποία θα διαθέτει μια υποβρύχια κατασκευή θα αποτελεί πόλο έλξης για τους τουρίστες αλλά και για τους επενδυτές, οπότε θα ενισχύεται οικονομικά και η περιοχή[38]¹¹³.



Εικόνα 57. Υποβρύχιο θέρετρο στο Ντουμπάι. Πηγή: A Study on the Developing concepts of Underwater Construction.

¹¹³JAYESHKUMAR, P. (2017). A STUDY ON THE DEVELOPING CONCEPTS OF UNDERWATER CONSTRUCTION

4.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΣΕ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΑΚΤΟΓΡΑΜΜΗ

4.3.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα κτίρια που κατασκευάζονται σε θαλάσσια ακτογραμμή, επηρεάζονται από το περιβάλλον και υπάρχει αντίκτυπο στην ανθεκτικότητά τους, κυρίως όσον αφορά τη διάβρωση του οπλισμού. Σε περιοχές που βρίσκονται σε θαλάσσιο περιβάλλον η ατμόσφαιρα έχει πολύ υγρασία και έχει μεγάλο ποσοστό αλάτων, τα οποία συνδυαστικά επιταχύνουν τη διάβρωση του οπλισμού λόγω των ιόντων χλωρίου και της ενανθράκωσης του σκυροδέματος. Αυτά είτε δράσουν μαζί ή ξεχωριστά επηρεάζουν την ανθεκτικότητα των κτιρίων από σκυρόδεμα[42].

Η διάβρωση στον οπλισμό επηρεάζεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Την απόσταση που έχει το κτίριο από τη θάλασσα. Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση του κτιρίου από την ακτή, τόσο μικρότερη θα είναι και η επίδραση της αλατότητας στο κτίριο.
- Την ατμοσφαιρική υγρασία, η οποία παίζει καθοριστικό ρόλο στην ταχύτητα διάβρωσης, καθώς επηρεάζει την ειδική αντίσταση του σκυροδέματος.
- Την ταχύτητα και την κατεύθυνση των ανέμων. Όταν οι άνεμοι έχουν ταχύτητα πάνω από 3 m/s, αυξάνεται η αλατότητα στην ατμόσφαιρα, όπως επίσης και όταν ο άνεμος είναι κάθετος στην ακτή[42]¹¹⁴.

¹¹⁴JOSE M. ADAM, J. D. (2016). Classification of damage to the structures of buildings in towns in coastal areas. In *ENGINEERING FAILURE ANALYSIS*.

4.3.2 ΒΛΑΒΕΣ

Οι βλάβες που εντοπίζονται κυρίως σε κτίρια που βρίσκονται σε θαλάσσια ακτογραμμή αφορούν κυρίως ρωγμές, παράλληλες προς τις δοκούς των άκρων, όπως επίσης και αποκολλήσεις του καλύμματος σκυροδέματος. Ζημιές τέτοιου τύπου εντοπίζονται κυρίως σε σημεία όπου το σκυρόδεμα είναι πιο εκτεθειμένο στη θαλάσσια ατμόσφαιρα, όπως στις ταράτσες. Επιπλέον η θαλάσσια ατμόσφαιρα μπορεί να προκαλέσει βλάβες και στα υποστρώματα των κτιρίων ιδιαίτερα στα εξωτερικά τοιχώματα, εξαιτίας της μεγαλύτερης έκθεσής τους στην ατμόσφαιρα[42]¹¹⁵.

4.3.3 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ

Για την προστασία των κτιρίων και την διασφάλιση της ανθεκτικότητάς τους μπορούν να ληφθούν τα παρακάτω μέτρα προστασίας:

- Χρήση ανασταλτικών διάβρωσης. Πρόκειται για οργανικά ή ανόργανα άλατα, τα οποία τοποθετούνται στο σκυρόδεμα και επιβραδύνουν τη διάβρωση.
- Πάχος και ποιότητα επικάλυψης οπλισμών. Με τη μείωση του πορώδους και την αύξηση της ποσότητας του τσιμέντου, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη προστασία γιατί όσο περισσότερο είναι το πορώδες τόσο περισσότερο επιταχύνεται η διάβρωση και γιατί αν είναι μεγαλύτερη η ποσότητα του τσιμέντου αυξάνεται η προστατευτικότητα.
- Χημικά πρόσμικτα. Τα χημικά πρόσμικτα βελτιώνουν την εργασιμότητα του σκυροδέματος, αλλά η χρήση τους δεν πρέπει να είναι αλόγιστη.
- Χρήση υδατοστεγανών μεμβρανών. Οι υδατοστεγανές μεμβράνες τοποθετούνται στο σκυρόδεμα και εμποδίζουν την εισχώρηση διαβρωτικών ουσιών.
- Επιχρίσματα στον οπλισμό. Η χρήση επιχρισμάτων στον οπλισμό, τον εμποδίζουν να έρθει σε επαφή με οξυγόνο, χλωριόντα ή υγρασία.
- Χρήση ανοξειδωτων χαλύβων. Το χρώμιο που υπάρχει στους ανοξειδωτους χάλυβες αυξάνει την ανθεκτικότητά του στη διάβρωση.
- Στεγανοποίηση. Η στεγανοποίηση εμποδίζει το νερό από το να εισχωρήσει στο σκυρόδεμα και αυτό επιτυγχάνεται με ασφαλικές και πλαστικές ενώσεις και σιλικόνες[43]¹¹⁶.

¹¹⁵JOSE M. ADAM, J. D. (2016). Classification of damage to the structures of buildings in towns in coastal areas. In *ENGINEERING FAILURE ANALYSIS*.

¹¹⁶ΚΥΡΙΑΚΟΥ, Ε. (2011). ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ. ΛΕΜΕΣΟΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο κεφάλαιο 2 αναλύσαμε τι είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τι προσφέρουν όπως και τις εφαρμογές τους. Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογών, γιατί καταναλώνουν ένα μεγάλο ποσό ενέργειας, πόσο μάλλον κτίρια όπως τα ερευνητικά κέντρα που έχουν αυξημένες ανάγκες ενέργειας.

Οι εφαρμογές των ΑΠΕ διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες.

- Στις άμεσες εφαρμογές, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αξιοποιούνται απευθείας για να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, καθώς τα συστήματα βρίσκονται εντός του κτιρίου ή πολύ κοντά σε αυτό, περιορίζοντας έτσι στο ελάχιστο τις απώλειες ενέργειας κατά τη μεταφορά. Με τη χρήση άμεσων εφαρμογών ΑΠΕ υπάρχει η δυνατότητα κάλυψης όλων των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.
- Οι έμμεσες εφαρμογές παραγωγής ενέργειας αφορούν ενέργεια η οποία αξιοποιείται μέσω δικτύων μεταφοράς. Όπως για παράδειγμα ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο που παράγει ηλεκτρική ενέργεια[44]¹¹⁷.

¹¹⁷ΝΙΚΟΣ ΠΑΠΑΜΑΝΩΛΗΣ, 'ΔΟΜΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ', σ. 179, 2015.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Οι ενεργειακές ανάγκες κάθε ερευνητικού κέντρου θα καλύπτονται με τη βοήθεια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικότερα οι εφαρμογές ΑΠΕ που θα χρησιμοποιηθούν θα αντιστοιχούν και στο πεδίο έρευνας κάθε ερευνητικού κέντρου[45].

5.3 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω της χρήσης ηλιακών συστημάτων θέρμανσης ή δροσισμού. Στο κτίριό μας θα χρησιμοποιήσουμε φωτοβολταϊκά πάνελ, το οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και ικανά να παράγουν συνεχές ρεύμα. Το βασικό υλικό τους είναι το πυρίτιο και το βασικό τους τμήμα η φωτοβολταϊκή γεννήτρια. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ δεν θα είναι ενσωματωμένα στο κέλυφος του κτιρίου αλλά προσαρτημένα. Δηλαδή η εγκατάστασή τους δεν θα γίνει πάνω στο κτίριο, αλλά κοντά σε αυτό, χωρίς να επηρεάζεται η κατασκευή τους. Ωστόσο η τοποθέτησή τους πρέπει να συμβαδίζει αισθητικά με το κτίριο και για τη διασφάλιση της λειτουργίας τους θα πρέπει να έχουν σωστό προσανατολισμό για να έχουν και σωστή κλίση για να εκμεταλλεύεται πλήρως η ενέργεια του ήλιου. Τοποθετούνται σε συστοιχίες, ο προσανατολισμός τους είναι νότιος και έχουν μια απόσταση μεταξύ τους, ώστε να μην σκιάζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος ενός νοικοκυριού στην Ελλάδα υπολογίζεται περίπου στις 14000 kWh. Έστω ότι έχουμε ένα κτίριο, όπως ένα ερευνητικό κέντρο με κατανάλωση 50000 kWh/ έτος, καθώς έχει μεγαλύτερες ανάγκες κατανάλωσης ρεύματος. Αν επιλέξουμε ένα πάνελ 540 Watt, για να υπολογίσουμε τον αριθμό των πανέλων, πρέπει να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

$$1 \text{ kW} \rightarrow 1500 \text{ kWh/έτος}$$

$$x \text{ kW} \rightarrow 50000 \text{ kWh/έτος}$$

Κατόπιν υπολογισμού τα ετήσια kW είναι $x=33.333 \text{ kW}$

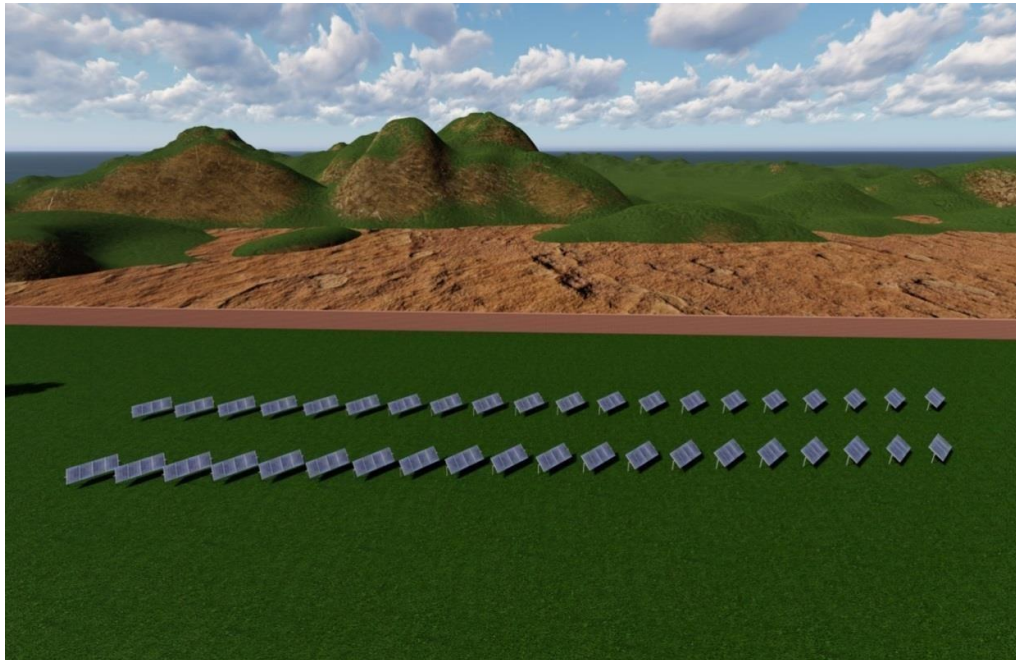
Για τον υπολογισμό των πάνελ:

$$x=33333 \text{ Watt} / 540 \text{ Watt} = 61,73=62 \text{ πάνελ}[45]^{118}$$

¹¹⁸Ράμμος Ιωάννης, 'Ενεργειακή αναβάθμιση πετρόκτιστου κτιρίου με χρήση ξενώνα σε παραδοσιακό ορεινό οικισμό σε κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας', σ. 237, 2018.

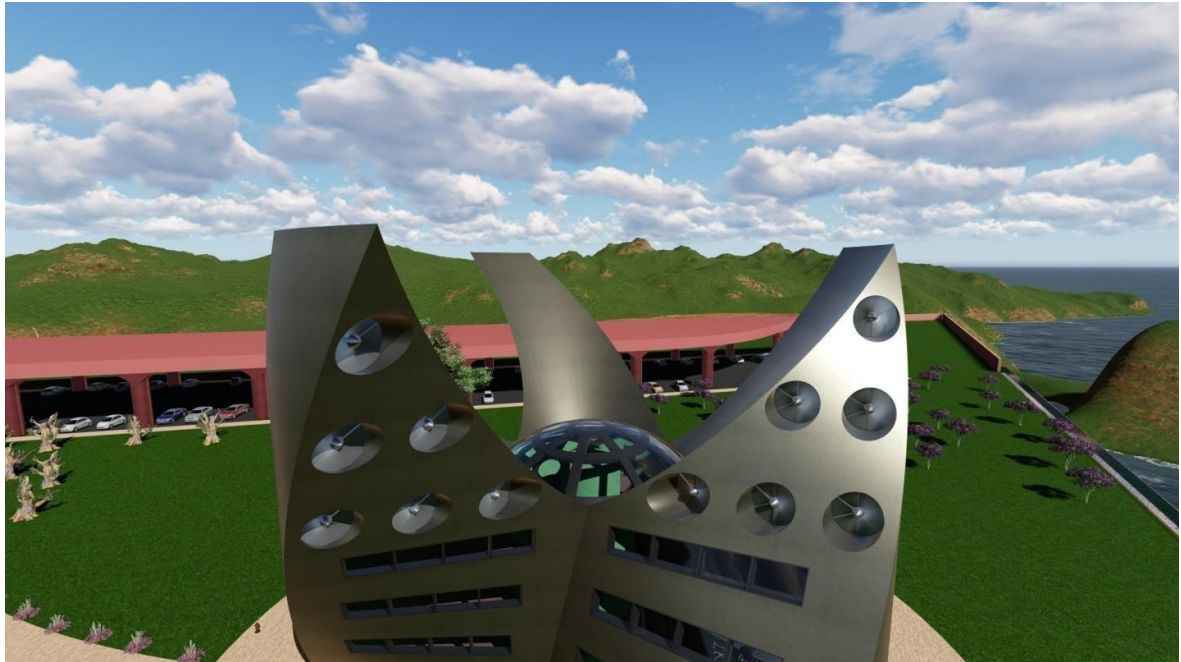
5.4 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ/ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Το κέντρο έρευνας Γεωθερμίας και Βιομάζας θα λειτουργεί και αυτό με φωτοβολταϊκά πάνελ των 540 Watt, εγκατάσταση των οποίων δεν θα είναι πάνω στο κτίριο, αλλά σε κοντινή απόσταση στο οικόπεδο. Αυτό συμβαίνει γιατί το κόστος εγκατάστασης συστημάτων γεωθερμίας είναι πολύ υψηλότερο, όπως επίσης και γιατί το συγκεκριμένο έδαφος δεν αποτελεί και την ιδανικότερη γεωθερμική πηγή.



5.5 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η αιολική ενέργεια θα αξιοποιηθεί για το κτίριό μας μέσω ανεμογεννητριών μικρού μεγέθους με ισχύ 100 kW, που θα τοποθετηθούν πάνω στο κέλυφος του κτιρίου και θα μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια και θα καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου. Στο κτίριο θα τοποθετηθούν ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα για καλύτερη απόδοση, καλύτερη αισθητική στο κτίριο, γιατί θα είναι ενσωματωμένες σε αυτό οπότε δεν θα χαλάνε αισθητικά το κτιριακό συγκρότημα και χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης.

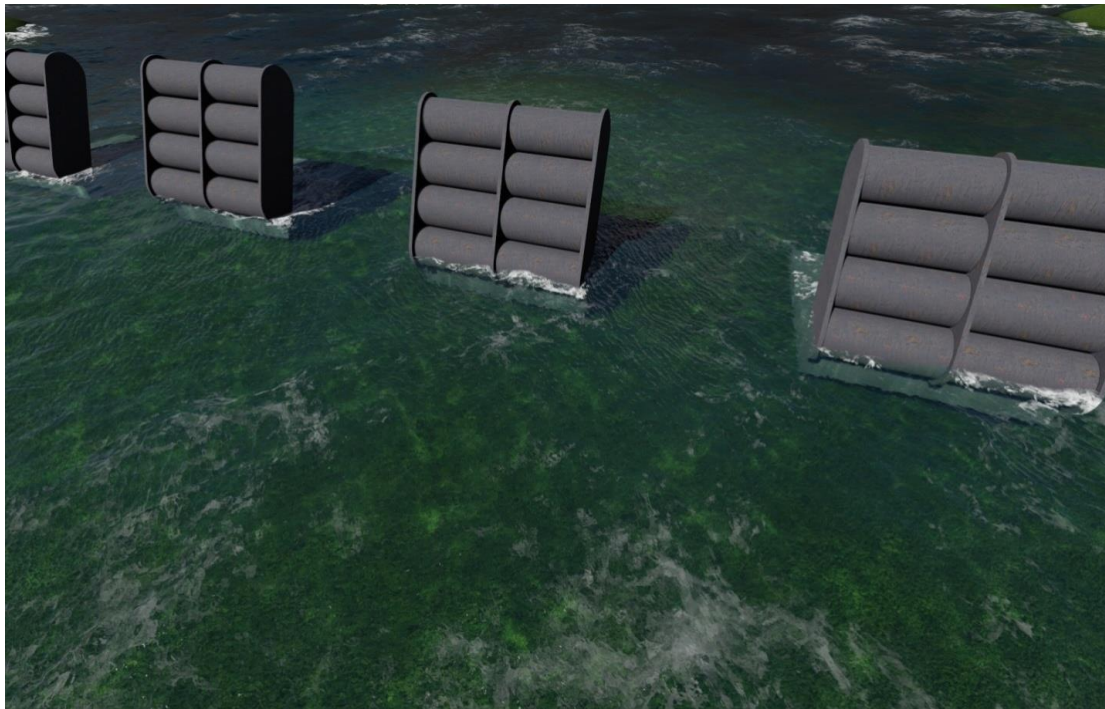


5.6 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που θα χρησιμοποιήσουμε σε αυτό το κτίριο είναι το Oyster. Το Oyster είναι ένας μετατροπέας κυματικής ενέργειας σε ηλεκτρική έχει σκωτσέζικη προέλευση και ανήκει στην κατηγορία των παράκτιων τεχνολογιών και των τεχνολογιών οριζόντιας κίνησης. Τοποθετείται κοντά στην ακτή και παράγει ενέργεια έως 600 kW. Αποτελείται από μία βάση που ακουμπάει στον πάτο της θάλασσας και από ένα πτερύγιο ταλάντωσης μαζί με τις αντλίες εμβόλου. Από την ταλαντευόμενη κίνηση του συστήματος παράγεται συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια και υπό ακραίες καιρικές συνθήκες. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ιδανικός και για την αφαλάτωση του νερού, οπότε θα μπορεί να τροφοδοτεί και τα ερευνητικό κέντρο με καθαρό νερό[46]¹¹⁹.

5.7 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

Η λειτουργία αυτού του κέντρου έρευνας θα βασίζεται και αυτή στην κυματική ενέργεια. Ηλεκτρική ενέργεια θα παράγεται μέσω του μετατροπέα Oyster, που θα τοποθετηθεί στη θάλασσα σε κοντινή απόσταση από το κτίριο, καθώς η μισή κατασκευή του κτιρίου αυτού είναι υποβρύχια.



¹¹⁹ΜΟΤΣΩΑΣΩΟΩ ΓΑΡΑΛΑΜΟΥΤΣΑΤΣΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, ΠΡΟΣΚΕΦΑΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, 'Κυματική Ενέργεια και Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης – Μετατροπής Θαλασσιών Κυμάτων', σ. 135, 2019.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Στην παρούσα διπλωματική μελετήθηκε ο σχεδιασμός 5 ερευνητικών κέντρων, όπου το αντικείμενο έρευνάς τους αφορά τη μελέτη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τη μελέτη θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Οι χώροι στους οποίους διεξάγεται έρευνα αποτελούν ζωτικό στοιχείο για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της κοινωνίας μας. Μέσω της έρευνας μπορούν να δοθούν λύσεις, στα σύγχρονα προβλήματα, που αντιμετωπίζει η κοινωνία μας. Η επιστήμη δεν μπορεί να εξελιχθεί χωρίς τα ερευνητικά κέντρα και τα ειδικά κτίρια αυτά με την τεχνολογία που διαθέτουν, μπορούν να ερευνήσουν διαδικασίες και φυσικά φαινόμενα.

Η περιοχή στην οποία τοποθετούνται τα ερευνητικά κέντρα μπορεί να λάβει πολλαπλά οφέλη. Από τη στιγμή που στις εγκαταστάσεις τους διεξάγεται επιστημονική έρευνα, θα πρέπει να καλυφθούν αρκετές θέσεις εργασίας σε διάφορους τομείς των ερευνητικών κέντρων, οπότε θα προσφέρουν απασχόληση σε ανθρώπους, ντόπιους και μη.

Η Ζάκυνθος είναι ένα νησί μεγάλης βιοποικιλότητας, με πλούσια θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα και μπορείς να συναντήσεις σπάνια και προστατευόμενα είδη στις θάλασσές της. Οπότε αυτό την καθιστά το ιδανικό μέρος για τη δημιουργία ενός ερευνητικού κέντρου θαλάσσιας βιοποικιλότητας με σκοπό την μελέτη και την προστασία αυτών των ειδών και γενικά τη διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής.

Η ενεργειακή ανεξαρτησία των ερευνητικών κέντρων, εξασφαλίζει την αδιάκοπη λειτουργία του, χωρίς να επιβαρύνει οικονομικά και περιβαλλοντικά το νησί. Αντιθέτως θα προωθήσει το πόσο σημαντική είναι η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών μας και με την απόδοση των ερευνών θα μπορούσαν να προσελκύσουν ακόμα και επενδυτές.

Το συγκεκριμένο συγκρότημα ερευνητικών κέντρων, είναι κατάλληλα σχεδιασμένο για να δέχεται και επισκέπτες. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός των κτιρίων, σε συνδυασμό με την τοποθεσία τους μπορεί να αποτελέσει πόλο έλξης και για τους τουρίστες, εκτός από τους ντόπιους, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη και την οικονομική ενίσχυση της περιοχής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] MAMcIntosh, 'History of the Beginnings of the Laboratory in the Early Modern World', *Brewminate*, 10 Φεβρουάριος 2018. <https://brewminate.com/history-of-the-beginnings-of-the-laboratory-in-the-early-modern-world/> (ημερομηνία πρόσβασης 12 Απρίλιος 2021).
- [2] M. Bisadi, F. Mozaffar, και S. B. Hosseini, 'Future Research Centers: The Place of Creativity and Innovation', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, τ. 68, σσ. 232–243, Δεκεμβρίου 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.12.223.
- [3] 'Research Facilities | WBDG - Whole Building Design Guide'. <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μάιος 2021).
- [4] 'Woods Hole Oceanographic Institution', <https://www.whoi.edu/>. <https://www.whoi.edu/> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μάιος 2021).
- [5] 'Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών', *Edujob | Συμβουλευτική - Επαγγελματικός Προσανατολισμός*. <http://edujob.gr/node/118545> (ημερομηνία πρόσβασης 17 Μάιος 2021).
- [6] 'Research Centers : A guideline to the design of Research Centers by Maryam Saeed - issuu'. https://issuu.com/maryammaeed/docs/graduation_thesis (ημερομηνία πρόσβασης 12 Απρίλιος 2021).
- [7] 'Research Laboratory | WBDG - Whole Building Design Guide'. <https://www.wbdg.org/building-types/research-facilities/research-laboratory> (ημερομηνία πρόσβασης 18 Μάιος 2021).
- [8] P. Bajpai, 'Background and introduction', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 1–11. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00001-3.
- [9] Anani, Nader, *Renewable Energy Technologies and Resources*. Artech House, 2020.
- [10] P. Bajpai, 'Biomass types', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 13–19. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00002-5.
- [11] P. Bajpai, 'Biomass properties and characterization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 21–29. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00003-7.
- [12] P. Bajpai, 'Biomass conversion processes', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 41–151. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00005-0.
- [13] P. Bajpai, 'Advantages and disadvantages of biomass utilization', στο *Biomass to Energy Conversion Technologies*, Elsevier, 2020, σσ. 169–173. doi: 10.1016/B978-0-12-818400-4.00007-4.
- [14] A. Manzella, A. Allansdottir, και A. Pellizzone, Επιμ., *Geothermal Energy and Society*, τ. 67. Cham: Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-319-78286-7.
- [15] I. Dincer και M. Ozturk, 'Energy, environment, and sustainable development', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 31–56. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00005-2.
- [16] I. Stober και K. Bucher, *Geothermal Energy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. doi: 10.1007/978-3-642-13352-7.

- [17] I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy sources', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 57–83. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.
- [18] I. Dincer και M. Ozturk, 'Geothermal energy utilization', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 85–136. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00003-9.
- [19] I. Dincer και M. Ozturk, 'Future directions', στο *Geothermal Energy Systems*, Elsevier, 2021, σσ. 497–503. doi: 10.1016/B978-0-12-820775-8.00007-6.
- [20] Burton, Tony; Jenkins, Nick; Bossanyi, Ervin; Sharpe, David; Graham, Michael, *Wind Energy Handbook*, 3rd έκδ. John Wiley & Sons, 2021. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: https://app-knovel-com.tudelft.idm.oclc.org/web/toc.v/cid:kpWEHE0022/viewerType:toc//root_slug:wind-energy-handbook/url_slug:wind-energy-handbook-3rd-edition?b-toc-cid=kpWEHE0022&b-toc-title=m&b-toc-url-slug=introduction
- [21] '51099_01.pdf'.
- [22] 'file0.pdf'.
- [23] '15738_08.pdf'.
- [24] 'Roy and Bandyopadhyay - 2019 - Wind Power Based Isolated Energy Systems.pdf'.
- [25] A. Roy και S. Bandyopadhyay, *Wind Power Based Isolated Energy Systems*. Cham: Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-00542-9.
- [26] '7050.pdf'.
- [27] 'Bostan et al. - 2013 - Resilient Energy Systems.pdf'.
- [28] '15738_02.pdf'.
- [29] '01X00Z01Z0148.pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μάρτιος 2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/3748/1/01X00Z01Z0148.pdf>
- [30] '012012117.pdf'. Ημερομηνία πρόσβασης: 2 Μάρτιος 2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/1818/1/012012117.pdf>
- [31] ΜΑΝΑΛΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ, 'ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΩΚΕΑΝΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ. ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ', σ. 156, 2012.
- [32] ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΛΑΚΚΟΣ ΛΑΜΠΡΟΣ, 'ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ', σ. 127.
- [33] ΑΓΟΥΡΙΔΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ, 'ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΕ ΠΛΩΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ', σ. 158, 2016.
- [34] ΓΡΑΒΑΡΗ ΣΤΥΛΙΑΝΗ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, 'Στρατηγικός σχεδιασμός για την κατασκευή πλωτών κατοικιών', σ. 132, 2011.
- [35] ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΙΧΑΗΛΙΔΗΣ, 'Διατριβή: Υδροελαστική ανάλυση και βελτιστοποίηση εύκαμπτων πλωτών κατασκευών για προστασία και παραγωγή κυματικής ενέργειας - Κωδικός: 26902'. <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/26902?lang=el#page/1/mode/2up> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος 2022).
- [36] 'A review of Very Large Floating Structures (VLFS) for coastal and offshore uses | Elsevier Enhanced Reader'. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0029801815004783?token=0670A0>

- C907483CF8B4D8A36DB750A1C60FB8AA5F4C24C3E3EB2852FCA33DAFF746CB
DAD08C9F6E5BBE7ED26D7F3030FF&originRegion=eu-west-
1&originCreation=20220906104406 (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος
2022).
- [37] ‘Very Large Floating Structures: Applications, Research and Development | Elsevier Enhanced Reader’.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705811010848?token=52C1D7A833353EAF8BDDD99398F0D5783F8C4EA00A1F5D9D9929FBD0A0C4F7589C5C5EC998482EDA80661B5842DF2CA5&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220906104506> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος
2022).
- [38] Z. Patel και J. Pitroda, ‘A Study on the Developing Concepts of Underwater Construction’, σσ. 37–28. doi: 10.29007/xhmj.
- [39] J. Konrad, ‘How Are Structures Built Underwater?’, *gCaptain*, 23 Φεβρουάριος 2022. <https://gcaptain.com/how-are-structures-built-underwater/> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος 2022).
- [40] EKO SUROJO, E. D., ‘RECENT DEVELOPMENTS ON UNDERWATER WELDING OF METALLIC MATERIAL’, 2020.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S245232162030473X?token=9561631FA5E8175FBAF3C51E8F5A7DCB36AB05DFB3C6E2940496D3C76D3B6F61EF64889E780D8E0A7BC9A4A5314412B2&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220906104805> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος
2022).
- [41] ‘Geopolymer as underwater concreting material: A review | Elsevier Enhanced Reader’.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061821010369?token=7369F2600C765213F89A313D832BC922D1D318E1C413D7194D2F1C94A17C2EE9B42293C332EB41FC8243216843BE2423&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220906104918> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος
2022).
- [42] ‘Classification of damage to the structures of buildings in towns in coastal areas | Elsevier Enhanced Reader’.
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1350630716306264?token=51A747CF4DF03B5292351B56DD1898559532367FC5984ABB185A98EFD343C701D4CE263FA896FCD2A16CB927DBEA8A04&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220906105005> (ημερομηνία πρόσβασης 6 Σεπτέμβριος
2022).
- [43] ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΕΛΕΝΗ, ‘ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ’, σ. 100, 2011.
- [44] ΝΙΚΟΣ ΠΑΠΑΜΑΝΩΛΗΣ, ‘ΔΟΜΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ’, σ. 179, 2015.
- [45] Ράμμος Ιωάννης, ‘Ενεργειακή αναβάθμιση πετρόκτιστου κτιρίου με χρήση ξενώνα σε παραδοσιακό ορεινό οικισμό σε κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας’, σ. 237, 2018.
- [46] ΜΟΤΣΑΣΟΪ ΓΑΡΑΛΑΜΟΥΤΣΑΤΣΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, ΠΡΟΣΚΕΦΑΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ‘Κυματική Ενέργεια και Τεχνολογίες Εκμετάλλευσης – Μετατροπής Θαλασσίων Κυμάτων’, σ. 135, 2019.