

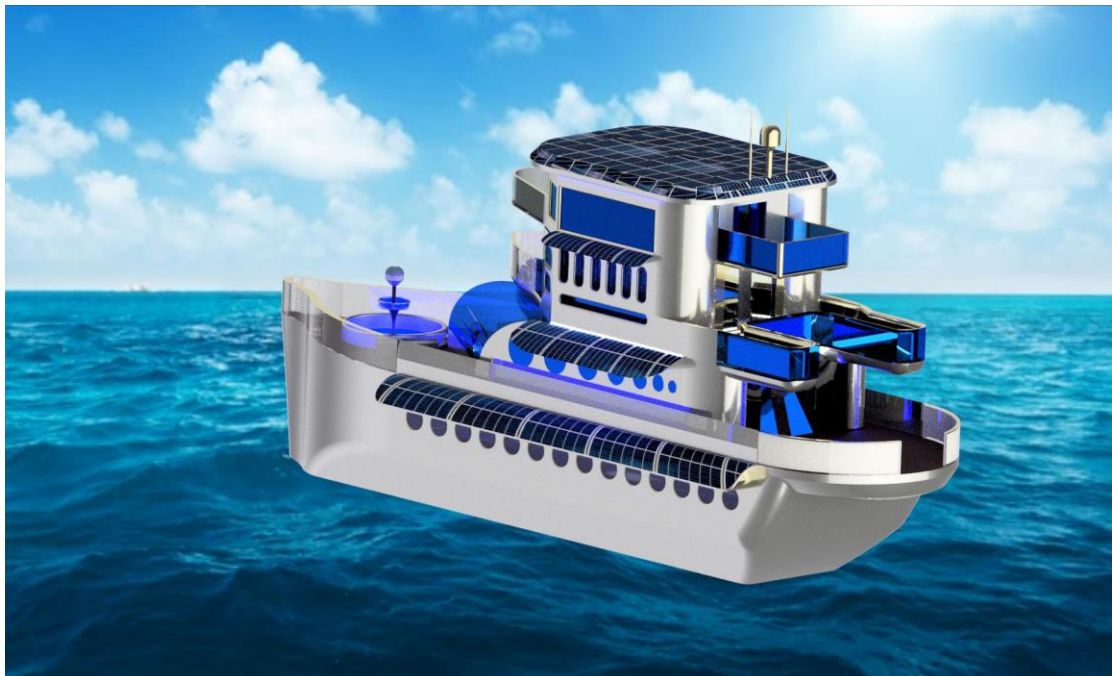


Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Πολυτεχνική Σχολή
πρώην Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικού Σχεδιασμού
(Εισαγωγική Κατεύθυνση Βιομηχανικού Σχεδιασμού)

Πτυχιακή Εργασία με τίτλο:

“Η Νέα Τάση των Σκαφών Χρησιμοποιώντας την Ηλιακή Ενέργεια”

Του: Χαλήλ Χαλήλ ογλου



Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Όροβας

Κοζάνη 2021

Πίνακας περιεχομένων.

Περίληψη.....	4
Πίνακας Εικόνων.....	5
Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1 ^ο	9
1.1 Πλοίο.....	9
1.2 Ταυτότητα ενός πλοίου.....	10
1.3 Τεχνική θεώρηση του πλοίου.....	11
1.4 Κατηγορίες των πλοίων.....	12
1.5 Τεχνολογία ενός πλοίου.....	14
Κεφαλαίο 2 ^ο	15
2.1 Ηλιακό σύστημα.....	15
2.2 Ήλιος.....	15
2.3 Ηλιακή ενέργεια.....	17
2.4 Ηλεκτρομαγνητικά κύματα.....	18
2.5 Ηλιακή ακτινοβολία.....	18
Κεφάλαιο 3 ^ο	23
3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	23
3.2 Ηλιακές κυψέλες.....	24
3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	25
3.4 Κατηγορίες των φωτοβολταϊκά στοιχείων.....	26
3.5 Τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	28
Κεφάλαιο 4 ^ο	31
Ανάλυση βασικότερων μερών ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.....	31
4.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ.....	31
4.2 Συστήματα μετατροπής ισχύος.....	33
4.3 Ρυθμιστής φόρτισης ή τάσης.....	35
4.4 Μπαταρίες.....	38
Κεφάλαιο 5 ^ο	42
5.1 Ηλεκτροκινητήρας.....	42
5.2 Είδη ηλεκτρικών κινητήρων.....	44
5.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτροκινητήρων.....	46
Κεφάλαιο 6 ^ο	47
Μελέτη περίπτωσης: Σκάφος με Ηλιακή Ενεργεία.....	47
6.1 Σχεδίαση του σκάφους.....	48

6.2 Πρώτος όροφος.	49
6.3 Δεύτερος όροφος.	54
6.4 Τρίτος όροφος.	57
6.5 Χώρος του μηχανοστασίου.	60
6.6 Μηχανολογικό σχέδιο του σκάφους.	62
6.7 Εσωτερική απεικόνιση του σκάφους.	65
6.8 Εξωτερική εμφάνιση του σκάφους.	66
Κεφάλαιο 7°.....	67
Ηλιακή ενέργεια στο σκάφος	67
7.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ.	67
7.2 Ρυθμιστής φόρτισης ή τάσης.....	69
7.3 Μπαταρίες.	69
7.4 Μετατροπέα - Αντιστροφέα (Inverter).....	70
7.5 Ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας.....	71
7.6 Φωτισμός του σκάφους.	72
7.7 Το σκάφος από όλες τις οπτικές γωνίες.	73
7.8 Συμπέρασμα για το σκάφος.	75
Συμπέρασμα.	77
Βιβλιογραφία.	79

Περίληψη.

Πρωταρχικός σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτελεί η μελέτη της σχεδίασης ενός σκάφους. Το σκάφος σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιήσει στην πρόωση του την ηλιακή ενέργεια. Αυτό το πετυχαίνει με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Με τη βοήθεια του λογισμικού *Autodesk Inventor* έχει σχεδιαστεί το σκάφος τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Όσον αφορά τον εσωτερικό χώρο του σκάφους έχει διακοσμηθεί ο κάθε χώρος με αντίστοιχα αντικείμενα.

Αρχικά, αναπτύσσεται η έννοια του πλοίου και τα χαρακτηριστικά του. Έπειτα, γίνεται αναφορά στην ηλιακή ενέργεια και κατά επέκταση στην ηλιακή ακτινοβολία. Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στα φωτοβολταϊκά συστήματα και στα μέρη από τα οποία αποτελείται. Επιπλέον, αναφέρεται η χρησιμότητα των ηλεκτρικών κινητήρων για την πρόωση του σκάφους και παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης της πτυχιακής εργασίας και η θεωρητική εγκατάσταση κάποιων συγκεκριμένων συστημάτων.

Πίνακας Εικόνων.

Εικόνα 1. Μεγάθη σύγχρονη πλοίων (πηγή:[8]).	12
Εικόνα 2. Τα μέρη του πλοίου (πηγή:[9]).	14
Εικόνα 3. Βασικά χαρακτηριστικά του Ήλιου (πηγή: [11]).	17
Εικόνα 4. Ηλιακή τροχιά στην Ελλάδα (πηγή:[16]).	19
Εικόνα 5.(πηγή:[14]).	22
Εικόνα 6.Φωτοβολταϊκή διάταξη. (πηγή:[26]).	23
Εικόνα 7. Φωτοβολταϊκά κύτταρα (πηγή:[25]).	23
Εικόνα 8. Ηλιακές κυψέλες με απόδοση έως και 24%(πηγή: [24]).	25
Εικόνα 9. (πηγή: [64]).	27
Εικόνα 10. (πηγή:[27]).	27
Εικόνα 11. Φωτοβολταϊκό σύστημα με μπαταρίες (πηγή: [30]).	30
Εικόνα 12. Μέρη ενός τυπικού φωτοβολταϊκού πάνελ (πηγή: [37]).	32
Εικόνα 13. Ολοκληρωμένο αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (πηγή:[22]).	33
Εικόνα 14. Απεικόνιση αντιστροφέα, πάνελ με αντιστροφέα και μετατροπέα.	35
Εικόνα 15. Ρυθμιστής φόρτισης MPPT και PWM.	37
Εικόνα 16. (πηγή:[56]).	39
Εικόνα 17. Μπαταρίες. (πηγή:[52]).	40
Εικόνα 18. Περιστροφή ηλεκτροκινητήρα. (πηγή:[70]).	42
Εικόνα 19. Ηλεκτρικός κινητήρας (πηγή:[61]).	43
Εικόνα 20. Ηλεκτροκινητήρες. (πηγή:[62,63]).	44
Εικόνα 21. MS Tûranor PlanetSolar (πηγή:[69]).	47
Εικόνα 22. Απεικόνιση του σκάφους.	48
Εικόνα 23. Πρύμνη.	50
Εικόνα 24. Κύρια γέφυρα.	50
Εικόνα 25. Υπνοδωμάτιο (Καμπίνα).	51
Εικόνα 26. Κοινόχρηστη τουαλέτα με λουτρό.	51
Εικόνα 27. Τραπεζαρία και καθιστικό σαλόνι.	51
Εικόνα 28. Κουζίνα.	52
Εικόνα 29.Τραπεζαρία.	52
Εικόνα 30.Σαλόνι.	52
Εικόνα 31. Πρώτος όροφος.	53
Εικόνα 32. Καθιστικό.	54
Εικόνα 33. Σουίτα – Καμπίνα.	55
Εικόνα 34. Χώρος χαλάρωσης στο μπροστινό μέρος.	55
Εικόνα 35. Χώρος χαλάρωσης στο πίσω μέρος.	56
Εικόνα 36. Δεύτερος όροφος.	56
Εικόνα 37. Κοινόχρηστη τουαλέτα.	57
Εικόνα 38. Αίθουσα διασκέδασης.	58
Εικόνα 39. Πισίνα και Σαλονάκι.	58
Εικόνα 40. Χώρος αναψυχής στο πίσω μέρος.	59
Εικόνα 41. Χώρος αναψυχής στο μπροστινό μέρος.	59
Εικόνα 42. Τρίτος όροφος.	60
Εικόνα 43. Μπαταρίες (α) και Πίνακας Ελεγχου (β).	61
Εικόνα 44. Ηλεκτροκινητήρες.	61
Εικόνα 45. Χώρος του μηχανοστασίου.	61
Εικόνα 46. Μηχανοστάσιο.	62

Εικόνα 47. 1 ^{ος} Όροφος.....	62
Εικόνα 48.1 ^{ος} και 2 ^{ος} Όροφος.....	63
Εικόνα 49. 3 ^{ος} Όροφος.....	63
Εικόνα 50. Μηχανοστάσιο.....	64
Εικόνα 51. Μηχανολογικό σχέδιο.....	64
Εικόνα 52. Σκάφος εσωτερικά από τη μία πλευρά.....	65
Εικόνα 53. Σκάφος εσωτερικά από την άλλη πλευρά.....	65
Εικόνα 54. Εμφάνιση των παραθυριών του σκάφους.....	66
Εικόνα 55. Πάνελ του σκάφους.....	68
Εικόνα 56. Άγκυρα (α) και Προπέλες (β).....	72
Εικόνα 57. Φωτισμός.....	73
Εικόνα 58. Πίσω μέρος του σκάφους.....	73
Εικόνα 59. Μπροστινό μέρος του σκάφους.....	73
Εικόνα 60. Αριστερή πλευρά του σκάφους.....	74
Εικόνα 61. Δεξιά πλευρά του σκάφους.....	74
Εικόνα 62. Το σκάφος αγκυροβολημένο στο λιμάνι.....	75
Εικόνα 63. Σκάφος.....	76

Εισαγωγή.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την **σχεδίαση ενός σκάφους**. Στο σκάφος έχει χρησιμοποιηθεί **ηλιακή ενέργεια**. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Συγκεκριμένα, η ηλιακή ενέργεια βοήθα την πρόωση του σκάφους.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** αναφέρεται ο ορισμός του πλοίου, ορισμένα χαρακτηριστικά του, οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνεται και η τεχνική θεώρηση του.

Το **δεύτερο κεφάλαιο** ασχολείται κυρίως με την ηλιακή ενέργεια. Συγκεκριμένα, αναλύεται το ηλιακό σύστημα και ο ήλιος με τα χαρακτηριστικά του καθώς και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και η ηλιακή ακτινοβολία. Ταυτοχρόνως, παρουσιάζεται ο βαθμός επίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στη Γη και μάλιστα στην Ελλάδα.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται η έννοια των φωτοβολταϊκών συστημάτων και η τεχνολογία των ηλιακών κυψελών. Σημαντική αναφορά γίνεται στα πλεονεκτήματα και στα μειονεκτήματα της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων αλλά και στις κατηγορίες των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Τέλος, δεν παραλείπεται να αναφερθεί η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** αναλύονται τα βασικά μέρη για τη λειτουργία ενός φωτοβολταϊκών συστήματος. Δηλαδή, αναλύονται τα φωτοβολταϊκά πάνελ και τα χαρακτηριστικά τους, τα συστήματα μετατροπής ισχύος του ρεύματος, της τάσης και της έντασης, ο ρυθμιστής της φόρτισης ή τάσης και οι μπαταρίες ή οι συσσωρευτές.

Το **πέμπτο κεφάλαιο** ασχολείται με τους ηλεκτρικούς κινητήρες για την πρόωση του σκάφους. Επίσης, αναφέρονται τα μέρη από τα οποία απαρτίζεται ένας ηλεκτροκινητήρας και το ρεύμα το οποίο τον διαπερνά.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης της πτυχιακής εργασίας με την βοήθεια εικόνων. Τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά παρουσιάζεται ο πρώτος όροφος, ο δεύτερος όροφος, ο τρίτος όροφος και ο χώρος του μηχανοστασίου.

Το **έβδομο κεφάλαιο** αναφέρει κατά κύριο λόγο την χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας στο σκάφος. Αναλύονται οι λόγοι επιλογής της θεωρητικής τοποθέτησης συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών πάνελ, ρυθμιστή φόρτισης ή τάσης, μπαταριών, αντιστροφή - μετατροπέα και τέλος ηλεκτρικών κινητήρων. Ακόμα, απεικονίζεται το σκάφος με εξωτερικό φωτισμό LED και γενικότερα από όλες τις οπτικές γωνίες. Τέλος, συνάγεται το συμπέρασμα για την μελέτη του σκάφους.

Κεφάλαιο 1^ο.

1.1 Πλοίο.

Με τον ορό «**Πλοίο**» εννοείται μια ειδική κατασκευή (ναυπήγημα), σχεδιασμένη για να κινείται με ασφάλεια στο νερό. [6]

Σύμφωνα με την Αρχαία Ελληνική Γλώσσα, η λέξη «**Πλοίο**» προέρχεται από την αρχαία λέξη «ναῦς». [6]

Τα πλοία διέπονται από τη νομοθεσία πρώτον του **Ναυτικού Δικαίου** το οποίο διακρίνεται στο Δημόσιο Ναυτικό Δίκαιο και στο Ιδιωτικό Ναυτικό Δίκαιο τα οποία απαρτίζουν τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου (Κ.Δ.Ν.Δ.) και τον Κώδικα Ιδιωτικού Ναυτικού Δικαίου (Κ.Ι.Ν.Δ.) και δεύτερον του **Διεθνές Ναυτικού Δικαίου**. [6]

Κατά τον Κώδικα Ιδιωτικού Ναυτικού Δικαίου (Κ.Ι.Ν.Δ.), «**Πλοίο**» είναι κάθε σκάφος καθαρής χωρητικότητας τουλάχιστον 10 κόρων, προορισμένο να κινείται αυτοδύναμα στη Θάλασσα.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό απαραίτητες προϋποθέσεις είναι:

1. να είναι **σκάφος**.
2. να έχει καθαρή χωρητικότητα από **10 κόρους** και άνω.
3. να έχει **αυτοδύναμη** κίνηση.

Κατά τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου (Κ.Δ.Ν.Δ.), «**Πλοίο**» είναι κάθε σκάφος προορισμένο να μετακινείται στο νερό για μεταφορά προσώπων, ή πραγμάτων, ρυμούλκηση, επιθαλάσσια αρωγή, αλιεία, αναψυχή, επιστημονικές έρευνες ή άλλο σκοπό.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό βασική προϋπόθεση είναι: να είναι **σκάφος** προορισμένο να μετακινείται στο νερό, ανεξαρτήτως χωρητικότητας και αυτοδύναμης κίνησης.

Επιπλέον, κατά τον Κώδικα Δημοσίου Ναυτικού Δικαίου (Κ.Δ.Ν.Δ.) υπάρχει και μια ακόμη κατηγορία το «**Βοηθητικό Ναυπήγημα**» το οποίο θεωρείται κάθε πλωτό ναυπήγημα ανεξαρτήτως χωρητικότητας που προορίζεται να χρησιμοποιείται σε σταθερή παραμονή για βοηθητικούς σκοπούς εντός λιμένων και αλλού.

Τα ναυπηγήματα τα οποία είναι κάτω των **10 κόρων** χαρακτηρίζονται «**Πλοιάρια**» και είναι κυρίως σκάφη αγώνων (racing boats), αλιευτικά (fishing boats), βοηθητικών υπηρεσιών (service boats) κ.ά.

Ο «**κόρος**» είναι μονάδα μέτρησης όγκου με την οποία γίνεται η μέτρηση της χωρητικότητας του πλοίου. Ένας κόρος αντιστοιχεί σε **100 κυβικά πόδια** ή αλλιώς **2,83 κυβικά μέτρα**. Στην αγγλική γλώσσα αποδίδεται με τον όρο «**register ton**».

1.2 Ταυτότητα ενός πλοίου.

Κάθε πλοίο έχει την δική του νομική ταυτότητα. Τα στοιχεία της ταυτότητα του είναι τα εξής:

1. Το **όνομα** το οποίο ορίζεται ελεύθερα από τον πλοιοκτήτη ή την υπηρεσία αν είναι κρατικό (π.χ. πολεμικό, ακταιωρός) και αναγράφεται στη πρύμνη και στις παρείες του σκάφους ενώ τα κρατικά φέρουν κωδικό αριθμό.
2. Η **χωρητικότητα πλοίου** η οποία υπολογίζεται σε κόρους από ειδικούς φορείς-Νηογνώμονες και διακρίνεται σε ολική (κ.ο.χ.) και καθαρή (κ.κ.χ.).
3. Ο **λιμένας νηολόγησης** ο οποίος είναι ελεύθερης επιλογής του πλοιοκτήτου και ο **αριθμός νηολογίου**. Το πρώτο προσδιορίζει και την εθνικότητα - σημαία του πλοίου καθώς σημειώνεται στη πρύμνη κάτω από το όνομα.
4. Το **διεθνές διακριτικό σήμα Δ.Δ.Σ.** το οποίο αποτελείται από το συνδυασμό τεσσάρων γραμμάτων του λατινικού αλφαβήτου και δίνεται σε πλοία άνω των 30 κόρων καθαρής χωρητικότητας (κ.κ.χ.). Στην Ελλάδα έχουν παραχωρηθεί από SVAA μέχρι SZZZ όπου αρμόδιος φορέας διαχείρισης είναι η Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων (ΕΕΠ) του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας (ΥΕΝ).

1.3 Τεχνική θεώρηση του πλοίου.

Τα κύρια χαρακτηριστικά τα οποία διέπουν ένα πλοίο είναι τα εξής:

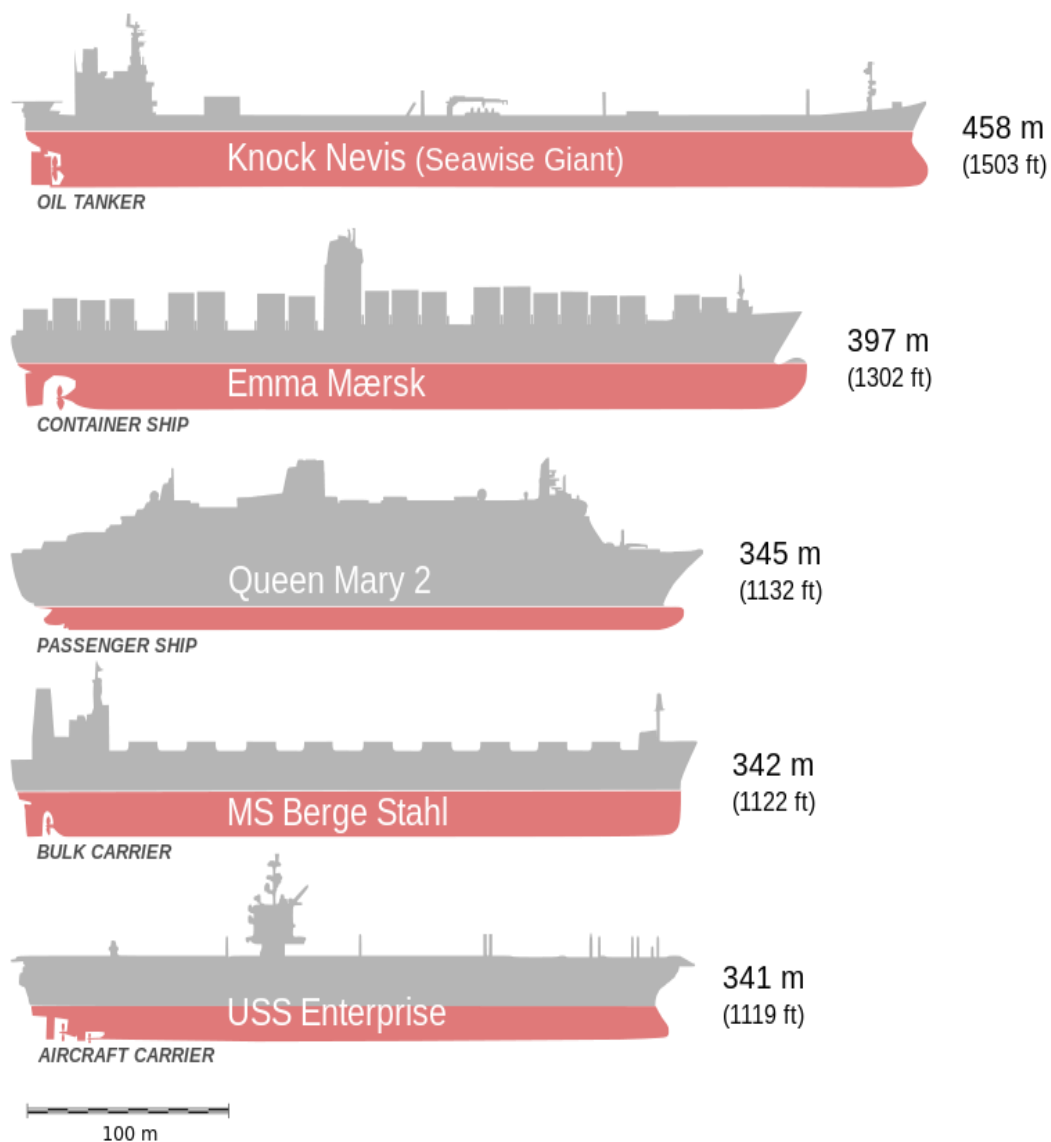
- i. Η ικανότητά του να **πλέει** ασφαλώς όταν βρίσκεται σε κατάσταση που πληροί τις προδιαγραφές.
- ii. Η ικανότητα ασφαλούς **μεταφοράς** φορτίου και επιβατών παράλληλα με την ικανότητά του να πλέει.
- iii. Η ικανότητα ασφαλούς **κίνησης** επάνω στο νερό παράλληλα με την ικανοποίηση των παραπάνω προδιαγραφών.

Το **μέγεθος** εκφράζεται άλλοτε με το **εκτόπισμα** και άλλοτε με τη **χωρητικότητα** του πλοίου η οποία είναι συνάρτηση οικονομικότερης κατασκευής, ευνοϊκότερης εκμετάλλευσης αλλά και ειδικών συνθηκών της ζήτησης χωρητικότητας κατά κατηγορία. Το μεγάλο μέγεθος εμφανίζει πλεονεκτήματα στο κόστος κατασκευής και εκμετάλλευσης (αντί 3-4 πλοίων) αλλά έχει και ουσιώδη μειονεκτήματα.

Το τελευταίο χρονικό διάστημα σε ευρεία πλέον χρήση είναι ο **αυτοματισμός** στη τηλεκίνηση της προωστηρίου εγκατάστασης, των μηχανημάτων χειρισμού των φορτίων, στους μηχανισμούς σήμανσης και αντιμετώπισης κινδύνων, στα συστήματα ελέγχου μηχανών - χώρων - θυρών ασφαλείας - πυροπροστασίας κ.ά.

Στα συστήματα **πρώωσης** των πλοίων, από τα κουπιά και τα ιστία (πανιά) περάσαμε στην ατμομηχανή, το πετρέλαιο αντικατέστησε το κάρβουνο, η έλικα το τροχήλατο, εισήχθη η μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ), ντηζελομηχανή, χρησιμοποιήθηκαν οι στρόβιλοι (τουρμπίνες), ντηζελοηλεκτρικά (diesel electric) και στροβιλοηλεκτρικά (turbo-electric) συστήματα και φθάσαμε στη πυρηνοκίνηση και ηλεκτροκίνηση.

Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται ο «Συγκριτικός πίνακας μεγεθών των μεγαλύτερων σύγχρονων πλοίων, εκ του ολικού μήκους τους» . Από άνω προς τα κάτω το "μαμούθ τάνκερ" Knock Nevis, το κοντέινερ Emma Mærsk, το Κρουαζιερόπλοιο RMS Queen Mary 2, το Μπαλκ κάριερ Berge Stahl και το πυρηνοκίνητο αεροπλανοφόρο USS Enterprise».



Εικόνα 1. Μεγέθη σύγχρονη πλοίων (πηγή:[8]).

1.4 Κατηγορίες των πλοίων.

Οι κατηγορίες των πλοίων διακρίνονται:

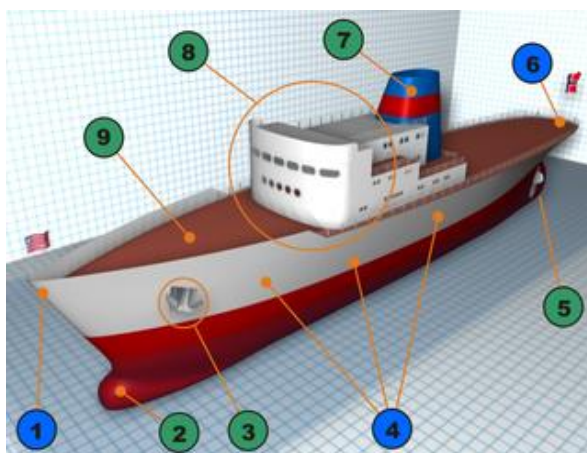
- Με κριτήριο το γενικότερο **προορισμό** σε Κρατικά (κυρίως Πολεμικά) και σε Εμπορικά.

- Με κριτήριο τον **τομέα δραστηριότητας**, τα Εμπορικά διακρίνονται σε Πλοία μεταφοράς προσώπων ή εμπορευμάτων, σε Αλιευτικά, σε Πλοία εξωοικονομικών σκοπών (ερευνητικά, επιστημονικά, εκπαιδευτικά), σε Πλοία ειδικών υπηρεσιών, σε Πλοία βοηθητικής ναυτιλίας και σε Πλοία Αναψυχής.
- Με κριτήριο το **τύπο των υδάτων** που κινούνται τα πλοία, σε Πλοία θαλάσσης, σε Ποταμόπλοια και σε Λιμνόπλοια.
- Με κριτήριο το **αντικείμενο μεταφοράς**, σε πλοία μεταφοράς προσώπων καλούμενα Επιβατηγά και μεταφοράς φορτίων καλούμενα Φορτηγά.
- Με κριτήριο τη γενικότερη **μορφή κατασκευής**. Σ' αυτή τη κατηγορία ακολουθούνται οι αγγλικοί όροι ναυπήγησης διεθνώς.
- Με κριτήριο το **υλικό κατασκευής**, σε Ξύλινα, σε Μεταλλικά, σε Πλαστικά και σε Αλουμινίου.
- Με κριτήριο τα **μέσα πρόωσης** (κίνησης), σε Ιστιοφόρα και σε Μηχανοκίνητα υποδιαιρούμενα αυτά σε Ατμόπλοια άλλοτε τροχήλατα και ελικοφόρα, Νηζελόπλοια, Ηλεκτροκίνητα (στροβιλο-ηλεκροκίνητα και νηζελο-ηλεκροκίνητα) και Πυρηνοκίνητα.
- Με κριτήριο το **τύπο του πλού** που εκτελούν, σε Ακτοπλοϊκά, σε Κλειστών θαλασσών ή Εσωτερικού και σε Ποντοπόρα.
- Με κριτήριο την **ηλικία του πλοίου**, σε Νεότευκτα, σε Μικρής ηλικίας και σε Παρήλικα ή Υπερήλικα.
- Με κριτήριο τον **αριθμό των ελίκων** που φέρει το πλοίο, σε μονέλικα, σε διπλέλικα, σε τριπλέλικα και σε μέχρι τετραπλέλικα.

Τα κοινώς χρησιμοποιούμενα πλοία τα οποία είναι πιο σύγχρονα κατατάσσονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες όπως «Αναψυχής», «Εμπορικά», «Πολεμικά» και «Ειδικά σκάφη».

1.5 Τεχνολογία ενός πλοίου.

Το κύριο σώμα του πλοίου σκάφος διακρίνεται σε τρία μέρη τα οποία είναι το μπροστινό καλούμενο **πλώρη (1)**, το μεσαίο και μεγαλύτερο καλούμενο **μέσο (8)** και το πίσω μέρος καλούμενο **πρύμνη (6)**.



Γενικά, τα μέρη του πλοίου είναι: 1:Πλώρη, 2:Βολβοειδής πλώρη, 3:Άγκυρα, 4:Έξαλα πλοίου, 5:Έλικας και Πηδάλιο, 6:Πρύμνη, 7:Καπνοδόχος, 8:Μεσόστεγο ή Γέφυρα πλοίου, και 9:Κατάστρωμα. Απεικονίζεται στην εικόνα 2.

Εικόνα 2. Τα μέρη του πλοίου (πηγή:[9]).

Κεφαλαίο 2^ο .

2.1 Ηλιακό σύστημα.

Το **ηλιακό σύστημα** απαρτίζεται από τον **Ήλιο** και όλα τα αντικείμενα τα οποία κινούνται σε τροχιά γύρω από αυτόν μέσα στο πεδίο της βαρύτητας του. Αυτό βρίσκεται στο *τοπικό διαστρικό Νέφος* το οποίο ανήκει στην *Τοπική Φυσαλίδα* η οποία ανήκει στον βραχίονα του *Ωρίωνα* στο *Γαλαξία* και σε απόσταση **27.000 ετών φωτός** από το κέντρο του. Όλα αυτά σχηματίστηκαν πριν από **4,6 δισεκατομμύρια έτη** εξαιτίας της βαρυτικής κατάρρευσης ενός γιγάντιου μοριακού νέφους. Τα αντικείμενα τα οποία διαθέτουν τη μεγαλύτερη μάζα και περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο είναι οι οκτώ πλανήτες οι οποίοι σχηματίζουν το πλανητικό σύστημα και οι τροχιές τους είναι σχεδόν ελλειπτικές όπου βρίσκονται πάνω από το επίπεδο που ορίζει η εκλειπτική. Οι τέσσερις εσωτερικοί είναι ο **Ερμής**, η **Αφροδίτη**, η **Γη** και ο **Άρης** οι οποίοι αποτελούν τους γήινους πλανήτες και αποτελούνται κυρίως από πετρώματα και μέταλλα. Οι τέσσερις εξωτερικοί πλανήτες ονομάζονται αέριοι γίγαντες εκ των οποίων οι δύο μεγαλύτεροι είναι ο **Δίας** και ο **Κρόνος** οι οποίοι αποτελούνται από υδρογόνο και ήλιο ενώ οι άλλοι δύο ονομάζονται παγωμένοι γίγαντες και είναι ο **Ουρανός** και ο **Ποσειδώνας** οι οποίοι αποτελούνται από νερό, αμμωνία και μεθάνιο. Στο βαρυτικό πεδίο του Ήλιου υπάρχουν και άλλα διάφορα μικρότερα ουράνια αντικείμενα λόγω χάρη αστεροειδείς και κομήτες. Οι δύο κύριες ζώνες αυτών των αντικειμένων είναι η *Κύρια Ζώνη Αστεροειδών* και η *Ζώνη του Καίπερ*. [12]

2.2 Ήλιος.

Ο **Ήλιος** είναι ο βασικότερος αστέρας του ηλιακού συστήματος και κατά επέκταση ο κεντρικός πλανήτης του καθώς αποτελεί το λαμπρότερο σώμα του ουρανού. Είναι σχεδόν μια *τέλεια σφαίρα* η οποία έχει διάμετρο **1,4 εκατομμύρια χιλιόμετρα** και έχει μάζα **2×10^{30} κιλά** η οποία αποτελεί το

99,8632% της συνολικής μάζας του ηλιακού συστήματος. Ο σχηματισμός του Ήλιου συνέβη πριν από περίπου **4.570 εκατομμύρια χρόνια** και η ωφέλιμη διάρκεια της ζωής του στη Γη εκτιμάται ότι θα διαρκέσει άλλα **5 δισεκατομμύρια χρόνια**. Ύστερα, πιθανολογείται ότι θα χάσει την τρέχουσα εμφάνισή του πράγμα που σημαίνει ότι θα λάμπει περισσότερο και θα θερμαίνει λιγότερο και φυσικά θα γίνει ένα τεράστιο κόκκινο αστέρι το οποίο θα καταβροχθίσει τους κοντινότερους πλανήτες του. Γύρω του βρίσκονται πρώτον οι τροχιές των 8 πλανητών με τους δορυφόρους τους και δεύτερον άλλα σώματα όπως αστεροειδείς και κομήτες. Θεωρείται ότι είναι σχεδόν *σφαιρικός* με πεπλατυση **10 χιλιομέτρων** αφού απαρτίζεται από πλάσμα και δεν είναι στερεός. Επιπλέον, η διαμόρφωση του είναι πιθανόν να έχει προκληθεί από κρουστικά κύματα από ένα ή περισσότερους κοντινούς υπερκαινοφανείς αστέρες. Ο Ήλιος αποτελείται από τα εξής μέρη: τον *πυρήνα*, τη *ζώνη ακτινοβολίας*, τη *ζώνη μεταφοράς*, τη *φωτόσφαιρα*, τη *χρωμόσφαιρα* και τέλος το *στέμμα*. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην επιφάνειά του μπορούν να δοκιμάσουν θερμοκρασίες έως και **5.500° C**.

Πιο συγκεκριμένα, είναι μια θερμή **σφαίρα αερίων** στο εσωτερικό της οποίας γίνονται θερμοπυρηνικές αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την *παραγωγή ενέργειας* η οποία προέρχεται από τον πυρήνα. Με αποτέλεσμα, η παραγωγή ενέργειας να φτάνει στην επιφάνεια του Ήλιου ύστερα από **εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια** [12] και στη συνέχεια μόλις σε **8,3 λεπτά** να φτάνει στη Γη. Οι ενέργειες αυτές είναι τόσο σημαντικές όσο και απαραίτητες για την ανάπτυξη και την εξέλιξη της ζωής. Έτσι, διατηρούν την επιφανειακή θερμοκρασία της Γης σε ανεκτά επίπεδα για τη ζωή. Παρεμβαίνουν σε διάφορες διαδικασίες λόγω χάρη στη φωτοσύνθεση των φυτών όπου προσφέρουν την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών και στην εμφάνιση της σηματοδότησης του ορίου μεταξύ ημέρας και νύχτας. Τέλος, καθορίζουν τη μετεωρολογία και στη συνέχεια επηρεάζουν τις κλιματολογικές διεργασίες σε διάφορες περιοχές του πλανήτη.

Βασικά χαρακτηριστικά του Ήλιου.



Εικόνα 3. Βασικά χαρακτηριστικά του Ήλιου (πηγή: [11]).

Μάζα: 332,830 γήινες μάζες

Μέση πυκνότητα: 1.410 gm/cm³

Περίοδος περιστροφής: 25 έως 36 μέρες

Μέση θερμοκρασία επιφανείας: 6,000°C

Ηλικία: 4.5 δις χρόνια

Ακτίνα Ήλιου: 108.97 γήινες ακτίνες

Χημική Σύσταση: Υδρογόνο 70.5%, Ήλιο 28.2%, Μέταλλα (O,Fe,C) 1.3%

Φασματικός τύπος: G2V (Κύρια ακολουθία)

2.3 Ηλιακή ενέργεια.

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων *μορφών ενέργειας* οι οποίες προέρχονται από τον **Ήλιο**. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Ο Ήλιος ακτινοβολεί ενέργεια από τα εξωτερικά του στρώματα προς το διάστημα η οποία κατανέμεται στις περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Με άλλα λόγια, εκπέμπει ακτινοβολία στην *περιοχή των ραδιοκυμάτων*, του *υπέρουθρου*, του *ορατού* και του *υπεριώδους* και στις *ακτίνες X* και *Υ*. Ακόμα εκπέμπει *σωματική σωματιδιακή ακτινοβολία* μέσω του **ηλιακού ανέμου**. Όλες οι ακτινοβολίες μεταφέρουν πληροφορίες οι οποίες αφορούν διαφορετικά φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν σε διαφορετικά στρώματα του Ηλίου. Θα αποτελούσε παράλειψη να μην αναφερθεί ότι οι ακτινοβολίες του Ηλίου είναι **ορατές** και **αόρατες** .

Ο **ηλιακός άνεμος** έχει χαρακτηριστεί και ως ηλιακή σωματιδιακή ακτινοβολία η οποία αποτελείται από *ηλεκτρόνια* και *πρωτόνια* τα οποία εκπέμπονται σχεδόν ακτινικά από το στέμμα του ήλιου με υπερηχητικές ταχύτητες. Οι **στεμματικές οπές** είναι τα κύρια σημεία διαφυγής και επιταχύνσεως του ηλιακού ανέμου και βρίσκονται σε περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται από ανοιχτές μαγνητικές γραμμές, χαμηλή θερμοκρασία και

πυκνότητα σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές του στέμματος. Για αυτό το λόγο, εκτοξεύεται από διαφορετικά σημεία της επιφάνειας του Ηλίου και με διαφορετική αρχική ταχύτητα εξαιτίας των διαφορετικών συνθηκών που επικρατούν στις στεμματικές οπές ή της περιστροφής του Ήλιου που φτάνει στη Γη κατά ριπές ή ως ρεύματα ή ως κύματα ηλιακού ανέμου.

2.4 Ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

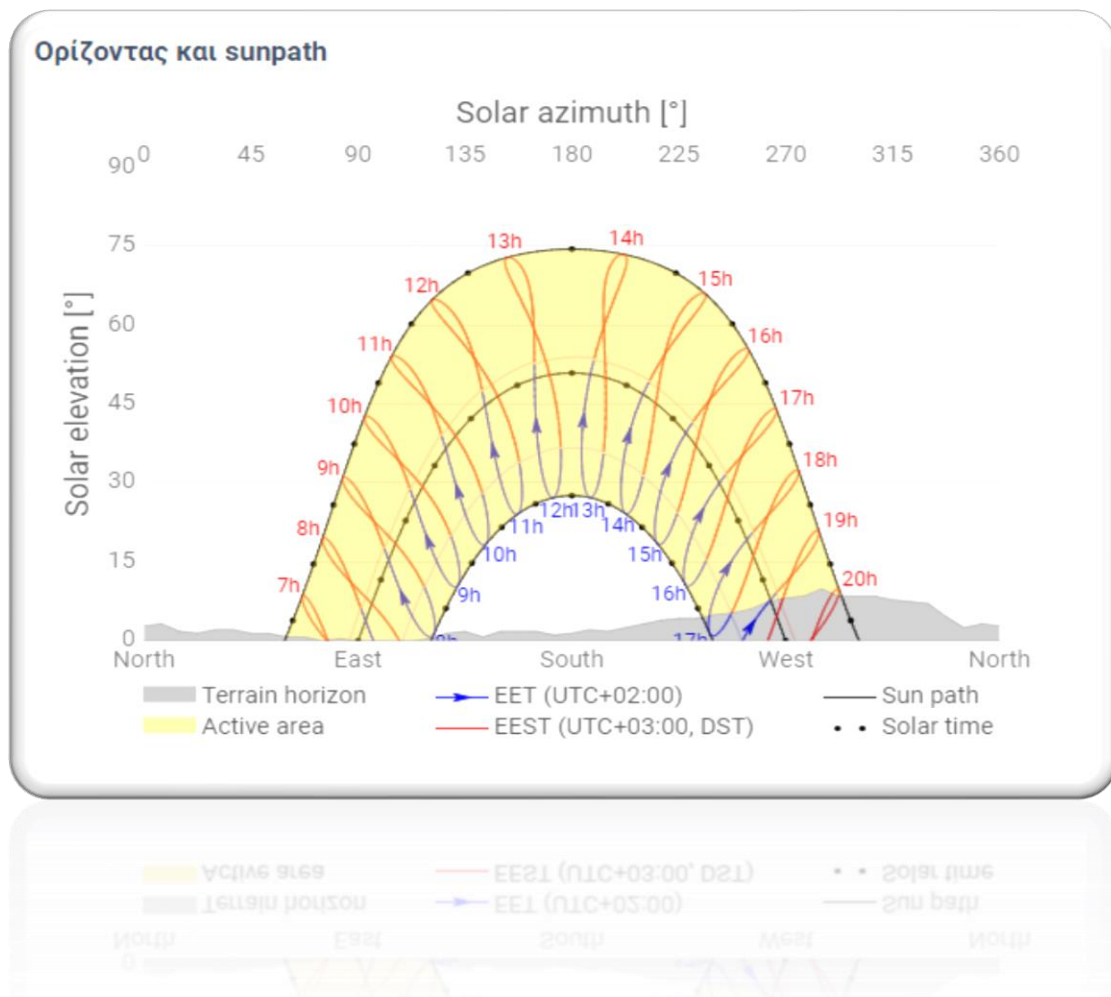
Από τα παραπάνω συνάγεται εύκολα το συμπέρασμα ότι η ηλιακή ακτινοβολία εκπέμπεται και διαδίδεται στο χώρο με τη μορφή κύματος η οποία απελευθερώνει ενέργεια αφού απορροφηθεί από κάποιο αντικείμενο. Τα **ηλεκτρομαγνητικά κύματα** χαρακτηρίζονται από το **μήκος κύματος (λ)**, την **συχνότητα (ν)** και την **ταχύτητα (c)**. Το σύνολο των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με όλα τα μήκη κύματος αποτελούν το **ηλεκτρομαγνητικό φάσμα** της ηλιακής ακτινοβολίας το οποίο δεν έχει άνω και κάτω φράγμα. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα διαιρείται σε διάφορες φασματικές είτε περιοχές είτε ζώνες όπου μερικές περιοχές συχνά υποδιαιρούνται και σε μικρότερες υποπεριοχές. Τέλος, αυτή η ακτινοβολία προέρχεται κυρίως από τη **φωτόσφαιρα**.

2.5 Ηλιακή ακτινοβολία.

Στο σύνολο της η ηλιακή ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη διότι προέρχεται από τον Ήλιο και φυσικά δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών οι οποίες είναι τα **παθητικά ηλιακά συστήματα**, τα **ενεργητικά ηλιακά συστήματα** ή **ηλιοθερμικά συστήματα** και τα **φωτοβολταϊκά συστήματα**. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα η οποία εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη

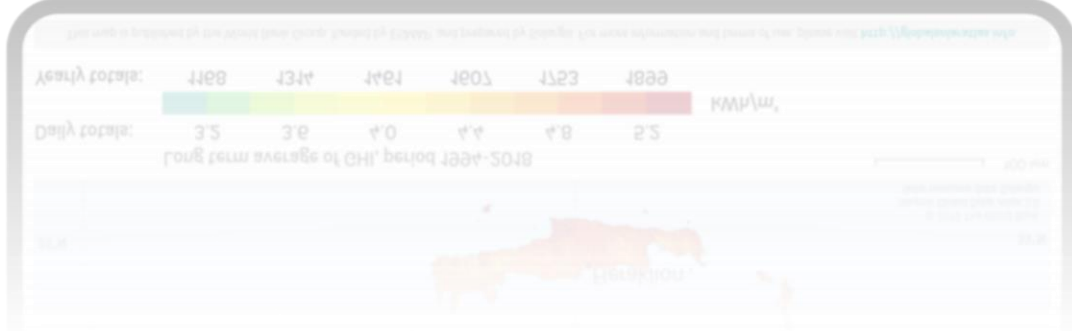
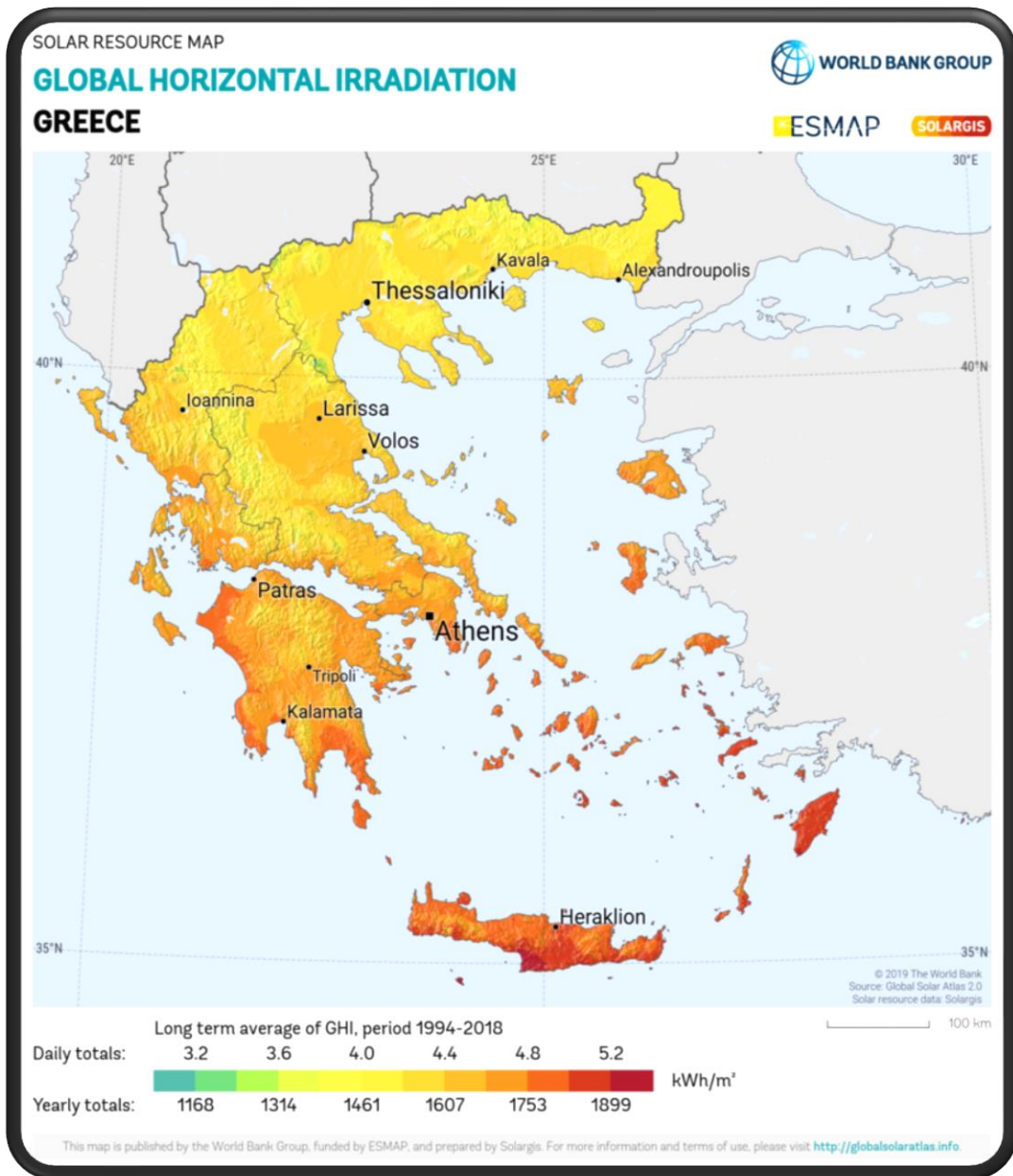
μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ρεύμα μέσω του *φωτοβολταϊκού φαινομένου*.

Η **ηλιακή ακτινοβολία** είναι υπεύθυνη για τη γενική *κυκλοφορία* της *ατμόσφαιρας* και *εξατμίζει* μεγάλες *μάζες* του *νερού* ωστόσο δημιουργεί *οπτικά φαινόμενα* φερειπείν το *γαλάζιο χρώμα* του ουρανού. Αντίθετα, εξασθενεί όπως διέρχεται την ατμόσφαιρα εξαιτίας της **διάχυσης**, της **ανάκλασης** στο διάστημα και της **απορρόφησης** την οποία υφίσταται σε όλα τα μέρη του φάσματος. Όσο μεγαλύτερη είναι η οπτική μάζα την οποία διασχίζει η ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερη είναι η εξασθένηση της λόγω απορρόφησης. Συνεπώς, η ηλιακή ενέργεια η οποία φτάνει στη Γη αντιπροσωπεύει το **99,97%** των αναγκών της.



Εικόνα 4. Ηλιακή τροχιά στην Ελλάδα (πηγή:[16]).

Εικόνα 5. Ηλιακή ακτινοβολία χάρτης της Ελλάδας (πηγή:[17])



Ο Ήλιος παράγει τεράστια ποσά ενέργεια εντούτοις ένα μέρος από αυτά κατακρατάται από την εξωτερική ατμόσφαιρα. Η εισερχόμενη ακτινοβολία επηρεάζεται από το ύψος του Ήλιου πάνω από τον ορίζοντα του τόπου, την απόσταση Ήλιου - Γης και την διαδρομή της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει διαφορά στα ποσά της ηλιακής ενέργειας λόγω της κίνησης του Ήλιου η οποία εξαρτάται από την ώρα της ημέρας και την εποχή. Ο βαθμός της ηλιακής ενέργειας είναι υψηλότερος σε περιοχές οι οποίες βρίσκονται πιο κοντά στον ισημερινό. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να τονιστεί ότι οι εποχιακές και γεωγραφικές διαφορές στην ακτινοβολία καλό είναι να λαμβάνονται υπόψη για όλες τις εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας. Ο σχηματισμός των νεφών επηρεάζεται από τα τοπικά γεωγραφικά χαρακτηριστικά (βουνά, ωκεανοί, λίμνες) πράγμα που σημαίνει ότι επηρεάζει την εισερχόμενη ακτινοβολία. Άρα, το ποσό της ακτινοβολίας που λαμβάνουν οι περιοχές αυτές διαφέρει από αυτό των γειτονικών τους περιοχών. Επομένως, η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια μιας ημέρας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις *τοπικές ατμοσφαιρικές συνθήκες*.

Η Ελλάδα εμφανίζει ένα ιδιαίτερο υψηλό ηλιακό δυναμικό περίπου **1,400 - 1,800 (kWh/(m² .yr.))** ετησίως (year=yr) σε οριζόντιο επίπεδο σε σύγκριση με το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν σταθερή και έχει προβλέψιμη ένταση στη διάρκεια της ημέρας και του χρόνου. Κατά τη διάρκεια του *μεσημεριού* παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της (W/ m²) τόσο την θερινή περίοδο όσο και την χειμερινή περίοδο. Ειδικότερα, κατά τη θερινή περίοδο η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη εξαιτίας της θέσης του Ήλιου και της αύξησης του ορίου της ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων). Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν οι μέσες τιμές όσον αφορά στη μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο για διάφορες περιοχές της Ελλάδας. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν με χρονική διάρκεια πάνω από 30 έτη για τις περισσότερες περιοχές οι οποίες παραχωρήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ). Αντιθέτως, οι περιοχές οι οποίες δεν διαθέτουν τιμές χρησιμοποιούνται δεδομένα από την πλησιέστερη περιοχή στην οποία παρατηρείται παρόμοια μορφολογία εδάφους και παρόμοιος προσανατολισμός.

Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο.

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αγρίνιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγγιάλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αλιάρτος	51,0	70,0	114,0	158,0	206,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Αραξος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Αργος (Πυργέλα)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργαστόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Καλυμμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Κομοτηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λήμνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0
Μεθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πύργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ρόδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	58,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	225,0	204,0	160,0	199,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

Εικόνα 5.(πηγή:[14]).

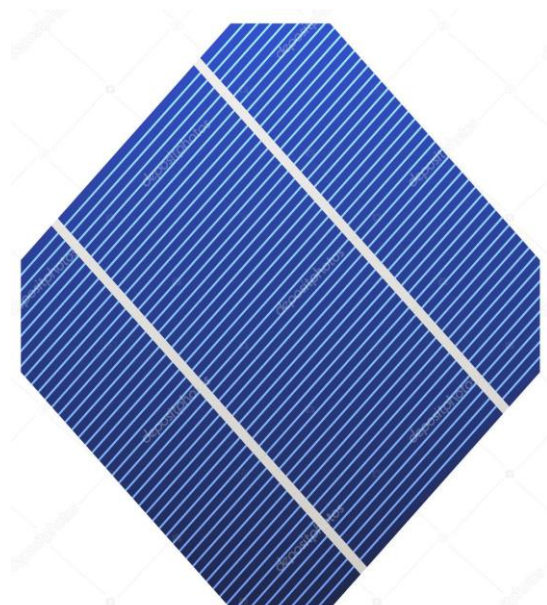
Κεφάλαιο 3° .

3.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα.

«**Φωτοβολταϊκά**» ονομάζεται οι βιομηχανικές διατάξεις (εικόνα [6]) πολλών **φωτοβολταϊκών κυττάρων** σε μία σειρά (εικόνα [7]). Ουσιαστικά είναι **τεχνητοί ημιαγωγοί**, συνήθως από πυρίτιο, οι οποίοι **ενώνονται** για να δημιουργήσουν ένα **ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά**. Αυτοί οι ημιαγωγοί απορροφούν τα φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και στη συνέχεια παράγουν μια ηλεκτρική τάση. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **φωτοβολταϊκό φαινόμενο**. Ο όρος «**Φωτοβολταϊκά**» είναι μία σύνθετη λέξη και προέρχεται από τη λέξη «**Φως**» και τη μονάδα μέτρησης της ηλιακής τάσης η οποία είναι το «**Volt**». Ο όρος «**Volt**» προέρχεται από τον πρωτοπόρο *Alessandro Volta* ο οποίος μελέτησε τον ηλεκτρισμό.



Εικόνα 6. Φωτοβολταϊκή διάταξη. (πηγή:[26]).



Εικόνα 7. Φωτοβολταϊκά κύτταρα (πηγή:[25]).

Ειδικότερα, τα φωτοβολταϊκά είναι **ηλεκτρονικές διατάξεις ημιαγωγών** (Φωτοδιόδων) όπου παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα όταν βέβαια εκτεθούν στην ακτινοβολία φωτονίων του Ήλιου. Οι ηλεκτρονικές διατάξεις πυριτίου ενός ή περισσότερων επιπέδων οι οποίες παράγουν ρεύμα όταν εκτεθούν στο φως του Ήλιου ονομάζονται «**Φωτοδίοδοι**». Κάθε άτομο του πυριτίου διαθέτει στην εξωτερική του στοιβάδα 4 ηλεκτρόνια. Η σύνδεση πολλών φωτοδίοδων μαζί αποτελούν την «**φωτοβολταϊκή κυψέλη**» και

πολλές κυψέλες μαζί συναρμολογημένες αποτελούν το «**φωτοβολταϊκό συλλέκτη**».

Για να γίνουν πιο σαφείς όλα τα προηγούμενα πρόκειται ουσιαστικά για **γεννήτριες** οι οποίες αποτελούνται από τα *φωτοβολταϊκά πάνελ*, τα *συστήματα στήριξης*, τους *αντιστροφείς τάσης*, τους *συσσωρευτές*, τους *μετρητές ενέργειας* και τους *ρυθμιστές φόρτισης*. Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στην κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Αντιθέτως, στην κατηγορία αυτή τα ηλιοθερμικά συστήματα είναι πιο αποδοτικά από τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

3.2 Ηλιακές κυψέλες.

Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν το *ηλιακό φως* σε *ηλεκτρισμό*. Συχνά λαμβάνουν την ονομασία και ως «**ηλιακές κυψέλες**». Αυτή η τεχνολογία ως πιο απλή εφαρμογή συναντάται στους υπολογιστές τσέπης και στα ρολόγια χειρός. Ωστόσο, τα πιο σύνθετα συστήματα συναντιούνται από τη βοήθεια που παρέχουν λόγω της άντλησης του νερού και λόγω της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος σε απομακρυσμένους επικοινωνιακούς σταθμούς. Ο Ήλιος εκπέμπει στη Γη **1 KW/m^2** αλλά η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών δεν μπορεί να αποδώσει ενέργεια μεγαλύτερη του **40%**. Τέλος, είναι ευρέως γνωστό ότι τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν την πιο οικονομική μορφή ηλεκτρισμού.



Εικόνα 8. Ηλιακές κυψέλες με απόδοση έως και 24%(πηγή: [24]).

Μια νέα ηλιακή κυψέλη από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο με απόδοση ρεκόρ της τάξεως του 21% ενώ διαθέτουν δυνατότητα να αποδώσουν έως και 24%.

3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Πολλοί άνθρωποι στην καθημερινότητά τους χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο τα φωτοβολταϊκά συστήματα επειδή τους συμφέρουν και φυσικά διαθέτουν πολλά πλεονεκτήματα. Το κυριότερο πλεονέκτημα τους είναι ότι λειτουργούν μέσω του Ήλιου ο οποίος είναι μια απεριόριστη πηγή ενέργειας. Αναμφισβήτητα, δεν προκαλούν ρύπανση στο φυσικό περιβάλλον, αντέχουν κατά τη διάρκεια του χρόνου, δεν χρειάζονται κάποια ιδιαίτερη συντήρηση και μάλιστα δεν απαιτούν μεγάλο κόστος αγοράς. Υπάρχουν κάποια επιδοτούμενα προγράμματα στα οποία η χρηματοδότησή τους είναι δυνατόν να φτάσει έως και 100% παραδείγματος χάρη το «*φωτοβολταϊκά σε στέγες*».

Τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα εξής:

- ✓ Τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον.
- ✓ Ανεξάντλητη ηλιακή ενέργεια.
- ✓ Εύκολη τοποθέτηση.
- ✓ Εγκατάσταση χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής.
- ✓ Αθόρυβη λειτουργία.

- ✓ Σχεδόν μηδενική απαίτηση συντήρησης.
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- ✓ Δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης.
- ✓ Εγκατάσταση πάνω στις ήδη υπάρχουσες κατασκευές.
- ✓ Αυτόνομα συστήματα.
- ✓ Αξιοπιστία όσον αφορά στη λειτουργία τους.
- ✓ Αυτόνομα υβριδικά συστήματα.
- ✓ Δυνατότητα αποθήκευσης παραγόμενης ενέργειας είτε στο δίκτυο είτε σε συσσωρευτές.
- ✓ Προσφέρονται για δημιουργικές και καινοτόμες αρχιτεκτονικές εφαρμογές.

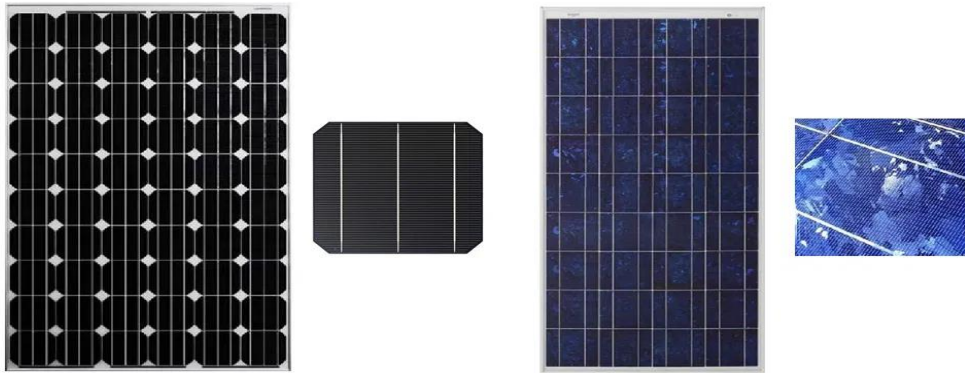
Τα μειονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τα εξής:

- ✓ Δεν παράγουν ενέργεια κατά τη διάρκεια της νύχτας.
- ✓ Δεν παράγουν ενέργεια κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων.
- ✓ Μειωμένη παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.
- ✓ Κάποιες φορές απαιτούν μεγάλο χώρο εγκατάστασης.
- ✓ Απώλεια ενέργειας κατά 4% – 12% λόγω μετατροπής από συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη.

3.4 Κατηγορίες των φωτοβολταϊκά στοιχείων.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. **Κρυσταλλικού πυριτίου** τα οποία διακρίνονται σε μονοκρυσταλλικού πυριτίου με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21% και σε πολυκρυσταλλικού πυριτίου με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.

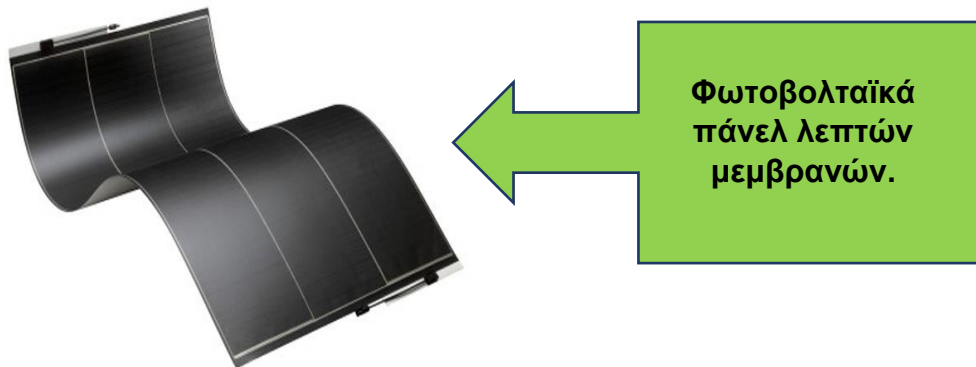


Εικόνα 9. (πηγή: [64]).

Φωτοβολταϊκά πάνελ από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο.

Φωτοβολταϊκά πάνελ από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο.

2. **Λεπτών μεμβρανών** τα οποία διακρίνονται σε άμορφου πυρίτιου με ονομαστική απόδοση 7% και σε χαλκοπυριτών με ονομαστική απόδοση από 7% έως και 14%.



Εικόνα 10. (πηγή:[27]).

Πίνακας 3.1 Χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πάνελ.			
	Μονοκρυσταλλικά	Πολυκρυσταλλικά	CIGS
Απόδοση	14 - 20%	12 - 16%	13 - 15%
Με χαμηλή ακτινοβολία	Σημαντική μείωση της απόδοσης	Σημαντική μείωση της απόδοσης	Πολύ μικρή μείωση της απόδοσης
Με υψηλή Θερμοκρασία	Μείωση της απόδοσης	Μείωση της απόδοσης	Πολύ μικρή μείωση της απόδοσης
Κόστος	Ακριβότερα από πολυκρυσταλλικά	Φτηνότερα από μονοκρυσταλλικά και CIGS	Ακριβά
Διάρκεια ζωής	Μικρές απώλειες της απόδοσης με την πάροδο του χρόνου υψηλή διάρκεια ζωής	Απώλειες της απόδοσης με την πάροδο του χρόνου υψηλή διάρκεια ζωής	Νέα τεχνολογία χωρίς πληροφορίες για διάρκεια ζωής
Βάρος	Υψηλό	Υψηλό	Χαμηλό

3.5 Τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Ένα **φωτοβολταϊκό σύστημα** αποτελείται από ένα ή περισσότερα **πάνελ** (ή πλαίσια ή κρύσταλλα) **φωτοβολταϊκών στοιχείων** (ή κυψελών ή κυττάρων) μαζί με τις απαραίτητες διατάξεις και συσκευές για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται στην επιθυμητή μορφή. Τις περισσότερες φορές, ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει το **σχήμα του τετραγώνου** και **πλευρά 120 έως 160mm**. Στο εμπόριο υπάρχουν φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία δεν είναι πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκαθιτωσμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο. Διατίθενται σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος σε σχέση με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών από τα οποία αποτελούνται. Επιπλέον, η κατασκευή μιας γεννήτριας παραδείγματος χάρη από κρυσταλλικό πυρίτιο μπορεί να κατασκευαστεί και από ερασιτέχνες αφού προμηθευτούν τα απαραίτητα

στοιχεία. Το κόστος, συνήθως, είναι μεγαλύτερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας διότι η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ ακριβή. Για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί το *κάδμιο - τελλούριο* και ο *ινδοδισεληνιούχος χαλκός* όπου η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου με μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκος αρκετών εκατοστών. Έτσι, τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα να δημιουργούν τη **φωτοβολταϊκή συστοιχία** η οποία μπορεί να περιλαμβάνει δύο ή και περισσότερες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

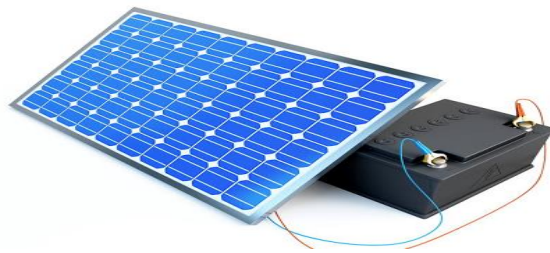
Τα **φωτοβολταϊκά συστήματα** διακρίνονται σε *δύο κυρίες κατηγορίες*: το **διασυνδεδεμένο με το δίκτυο** και το **αυτόνομο**. Η απλούστερη μορφή του δεύτερου από τα δύο αποτελείται από μία **φωτοβολταϊκή γεννήτρια** η οποία τροφοδοτεί με συνεχές ρεύμα ένα φορτίο οπότε υπάρχει επαρκής φωτεινότητα. Ταυτόχρονα, το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα αριθμό μερών ή υποσυστημάτων τη **φωτοβολταϊκή γεννήτρια με τη μηχανή υποστήριξης** και ένα **σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς**, τις **μπαταρίες**, τον **καθορισμό ισχύος**, τη **συσκευή ελέγχου** η οποία περιλαμβάνει φροντίδα για μέτρηση και παρατήρηση και την **εφεδρική γεννήτρια**.

Κατά πρώτο λόγο, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται είναι **συνεχούς ρεύματος (DC)** και είναι δυνατόν να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση όπως μια κατοικία η οποία χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).

Το γεγονός ότι όλο και περισσότεροι άνθρωποι εξυπηρετούνται από την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει χωρίσει την *εφαρμογή των φωτοβολταϊκών* σε κάποιες κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι παρακάτω:

- Απλό είτε ανεξάρτητο φωτοβολταϊκό σύστημα.
- Φωτοβολταϊκό σύστημα με αποθήκευση σε μπαταρίες.
- Φωτοβολταϊκό σύστημα συνδεδεμένο στον οργανισμό κοινής ωφέλειας.
- Φωτοβολταϊκό σύστημα σε επίπεδο εργοστασίου παραγωγής ενέργειας.
- Μικτά ή υβριδικά συστήματα.

Ωστόσο κρίνεται σκόπιμο να αναφερθεί ότι τα **φωτοβολταϊκά συστήματα με μπαταρίες** αποτελούν μια αποτελεσματική λύση για την παραγωγή ενέργειας σε περίπτωση ακραίων καιρικών φαινομένων. Κατά τη διάρκεια της ημέρας συλλέγουν ηλιακή ενέργεια την οποία την μετατρέπουν σε ηλεκτρικό ρεύμα και στη συνέχεια την αποθηκεύουν στις μπαταρίες. Ακόμα, υπάρχει ο «**ρυθμιστής φόρτισης**» ο οποίος είναι μια συσκευή που φροντίζει την σωστή φόρτιση των μπαταριών, την επιμήκυνση της διάρκειας της ζωής τους και την προστασία είτε από υπερφόρτωση είτε από ολική τους αποφόρτιση. Μετά τη δύση του ηλίου ή σε συννεφιασμένο καιρό, η ποσότητα του ηλεκτρικού ρεύματος καθορίζεται από την παραγωγή των φωτοβολταϊκών καθώς και το είδος και την ποσότητα των μπαταριών.



Εικόνα 11. Φωτοβολταϊκό σύστημα με μπαταρίες (πηγή: [30]).

Κεφάλαιο 4^ο.

Ανάλυση βασικότερων μερών ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Τα βασικότερα μέρη ενός τυπικού φωτοβολταϊκού συστήματος είναι τα εξής:

- ❖ **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο** το οποίο είναι η βασική μονάδα παραγωγής ρεύματος και αποτελείται από ορισμένο αριθμό φωτοβολταϊκών στοιχείων συνήθως 10 έως 50 που είναι ενωμένα με κατάλληλες μεταλλικές επαφές και προστατευμένα εξωτερικά από αντανάκλαστική μεμβράνη και επικάλυψη γυαλιού.
- ❖ **Μετατροπέας inverter** ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο ώστε να γίνει συμβατό με τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών.
- ❖ **Ρυθμιστής τάσης** ο οποίος ρυθμίζει και διατηρεί την κανονική φόρτιση των μπαταριών.
- ❖ **Μπαταρία** η οποία προσφέρει την αποθηκευμένη ενέργεια σε περίπτωση που δεν υπάρχει ηλιακό φως.

4.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ.

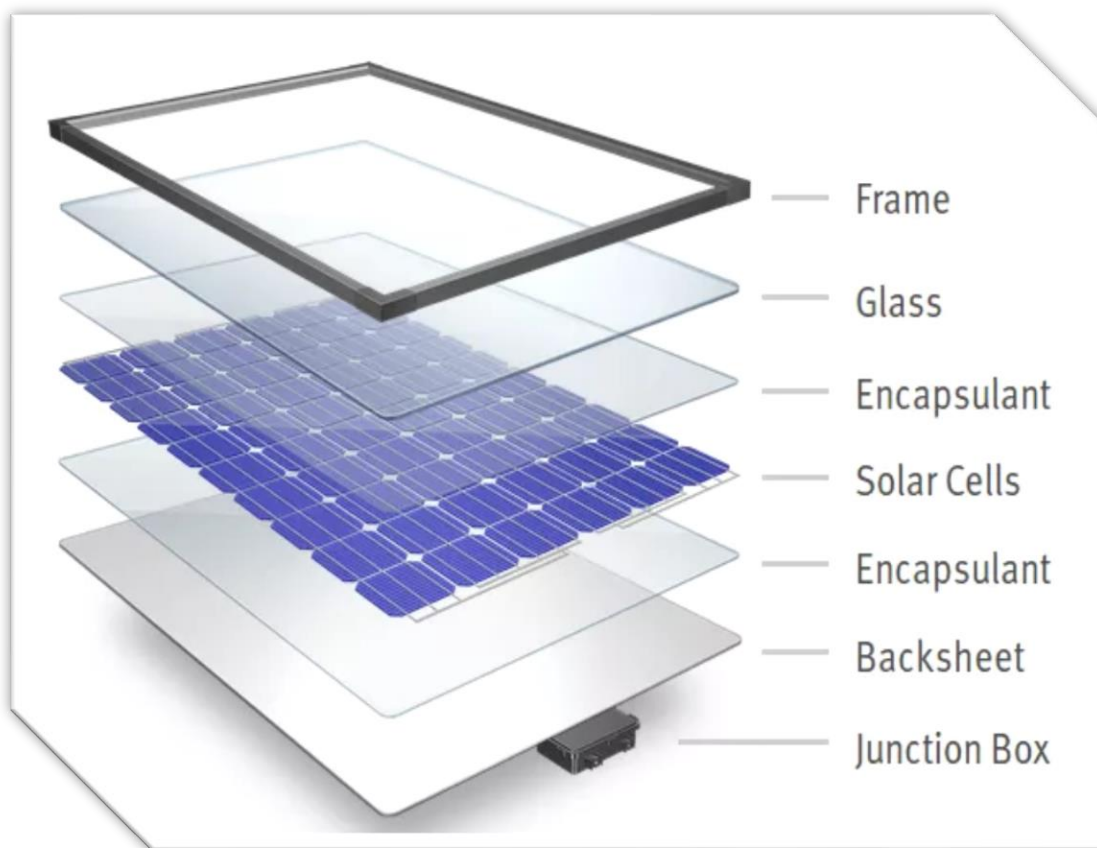
Τα «**φωτοβολταϊκά πάνελ**» αποτελούν το κυριότερο μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος. Τα κύρια χαρακτηριστικά τους καλό είναι να λαμβάνονται υπόψη πριν την τελική αγορά τους.

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής:

- Η ονομαστική μέγιστη ισχύς σε Watt.
- Η τάση η οποία αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ σε Volt.
- Η ένταση ρεύματος η οποία αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ σε Ampere.
- Η τάση ανοιχτού κυκλώματος σε Volt.
- Η ένταση ρεύματος βραχυκυκλώματος σε Ampere.
- Η μέγιστη τάση συστήματος σε Volt.

- Οι συντελεστές επίδρασης θερμοκρασίας α_{Pm} (%/C), α_{Isc} (%/C), α_{Voc} (mV/C).
- Η εγγύηση απόδοσης Solar panel.
- Η εγγύηση κατασκευής προϊόντος.

Τα **φωτοβολταϊκά πάνελ** αποτελούνται από το πλαίσιο του αλουμινίου (**Frame**), το γυαλί στο εμπρόσθιο μέρος (**Glass**), το ενθυλάκωτικο υλικό (**Encapsulant**), τα ηλιακά κύτταρα (**Solar Cells**), το φύλλο προστασίας στο κάτω μέρος (**Backsheet**) και τέλος το κουτί σύνδεσης (**Junction Box**). Απεικονίζονται στην εικόνα 12.



Εικόνα 12. Μέρη ενός τυπικού φωτοβολταϊκού πάνελ (πηγή: [37]).

Τα ηλεκτρονικά ισχύος έχουν ως αντικειμενικό σκοπό την αντιστοίχιση των δυνατοτήτων του συστήματος παραγωγής ισχύος στις απαιτήσεις της κατανάλωσης τόσο για την ποιότητα όσο και για την ποσότητα της ενέργειας κατά τον βέλτιστο δυνατό τρόπο. Συνεπώς, αυτά αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των συστημάτων των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), ενδιάμεσο τμήμα ανάμεσα στα συστήματα παραγωγής ισχύος (λόγω χάρη φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες) και τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνήθως, στα φωτοβολταϊκά συστήματα για τη μετατροπή της ισχύος χρησιμοποιούνται **αντιστροφείς (inverters)** συνεχούς σε εναλλασσόμενο (DC - AC). Για την επιλογή του κατάλληλου αντιστροφέα τα σημαντικότερα κριτήρια είναι η ενεργειακή απόδοση, οι αρμονικές παραμορφώσεις, η αξιοπιστία, το κόστος και η συμβατότητα με τις τεχνικές απαιτήσεις της ΔΕΗ.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα τοποθετεί τον αντιστροφέα ή τους αντιστροφείς σε απόσταση από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε στεγασμένο χώρο. Με αποτέλεσμα, οι καλωδιώσεις να είναι συνεχούς ρεύματος. Από την άλλη πλευρά, έχουν δημιουργηθεί **φωτοβολταϊκά πλαίσια με ενσωματωμένους αντιστροφείς (AC - modules)** τα οποία αντικαθιστούν τις καλωδιώσεις συνεχούς ρεύματος με αντίστοιχες εναλλασσόμενου ρεύματος. Στις περιπτώσεις αυτές τα φωτοβολταϊκά έχουν χαμηλότερο κόστος και είναι περισσότερο ασφαλής.

Ο «**Αντιστροφέας**» (Inverter) ή **μετατροπέας DC – AC** ή **αναστροφέας** ο οποίος μετατρέπει το *συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα σε εναλλασσόμενο* όπου υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης του πλάτους και της συχνότητας. (βλ. εικόνα 14)

Έχει τη δυνατότητα να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρική συσκευή ή ως ένα μέρος κάποιας άλλης ηλεκτρικής συσκευής. Έτσι, ο αντιστροφέας ως αυτόνομη ηλεκτρική συσκευή χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις των φωτοβολταϊκών συστημάτων, αυτόνομα συστήματα ενέργειας με συσσωρευτές και όπου αλλού χρειάζεται η μετατροπή της συνεχούς τάσης (12 Volt ή 24 Volt) σε εναλλασσόμενη (220 Volt).

Ο «Μετατροπέας συνεχούς ρεύματος» (DC - DC converter) μετασχηματίζει το **συνεχές ρεύμα σε συνεχές** διαφορετικού πλάτους και είναι μια ηλεκτρονική διάταξη.(βλ. εικόνα 14)



Εικόνα 14. Απεικόνιση αντιστροφέα, πάνελ με αντιστροφέα και μετατροπέα.

(πηγή:[42,49,50]).

4.3 Ρυθμιστής φόρτισης ή τάσης.

Ο **ρυθμιστής φόρτισης ή τάσης** είναι ένα όργανο το οποίο προστατεύει τους **συσσωρευτές (μπαταρίες)** από υπερβολική φόρτιση και από υπερβολική εκφόρτιση. Επίσης ονομάζεται είτε **αυτόνομος** είτε **κόφτης** είτε **σταθεροποιητής**. Βρίσκεται ανάμεσα στο φωτοβολταϊκό συλλέκτη και στο συσσωρευτή. Κατά τη διάρκεια που η μπαταρία δεν δέχεται περισσότερη ηλεκτρική φόρτιση, ο ρυθμιστής φόρτισης διακόπτει τη ροή του ρεύματος προς τον συσσωρευτή έτσι ώστε στον συσσωρευτή να μην προκληθεί κάποια βλάβη. Υπάρχουν δύο είδη ρυθμιστές φόρτισης ο **απλός (PWM)** και ο **προηγμένος (MPPT)**. (βλ. εικόνα 15)

Ο απλός (PWM) είναι ένας διακόπτης ο οποίος συνδέει το φωτοβολταϊκό συλλέκτη με την μπαταρία και διαβάζει την τάση της μπαταρίας. Εάν η μπαταρία δεν είναι γεμάτη επιτρέπει να προστεθεί ρεύμα στην μπαταρία. Αντιθέτως, αν η μπαταρία είναι γεμάτη, κόβει τη ροή του ρεύματος ώστε να μην υπερφορτισθεί και αλλοιωθούν τα στοιχεία της.

Ο προηγμένος (MPPT) ρυθμίζει την τάση η οποία έρχεται από το συλλέκτη για να χρησιμοποιεί την περισσότερη ισχύ και να την μετασχηματίζει με σκοπό να φορτίσει την μπαταρία στο μέγιστο δυνατό ρεύμα. Ο προηγμένος MPPT είναι ακριβότερος και πολυπλοκότερος από τον απλό PWM. Στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαφορές των δύο ειδών ρυθμιστών.

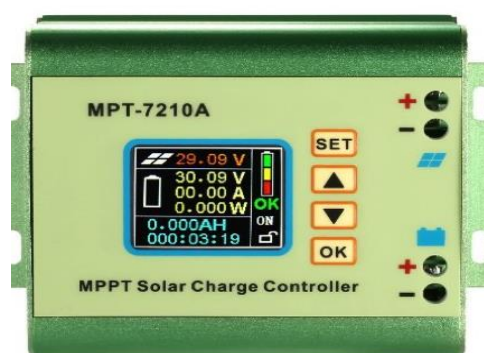
Πίνακας 4.1 Σύγκριση Ρυθμιστών φόρτισης PWM και MPPT.		
	PWM	MPPT
Κόστος	Συνήθως χαμηλό	Υψηλό
Τάση Φ/Β	Πρέπει να «ταιριάζει» με την τάση της μπαταρίας	Η τάση του Φ/Β μπορεί να είναι αρκετά υψηλότερη
Μέγεθος Συστήματος	Συμφέρει σε μικρά συστήματα	Συνήθως συμφέρει σε συστήματα > 200Wr
Τύπος Φ/Β	Ακατάλληλο για πάνελ δικτύου ή Thin Film	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κάθε τύπο πάνελ
Διαστασιολόγηση	Γίνεται με βάση τα Amπερε εξόδου του Φ/Β	Γίνεται με βάση τα Wr του πάνελ και την τάση της μπαταρίας

Είναι αλήθεια ότι ο ρυθμιστής φόρτισης είναι ένα βασικό στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού συστήματος διότι ρυθμίζει την τάση με την οποία θα γίνει η φόρτιση των μπαταριών. Πολλοί ρυθμιστές φόρτισης φωτοβολταϊκών έχουν υποδοχή πάνω στην οποία συνδέονται οι ηλεκτρικές συσκευές για να τροφοδοτηθούν από την μπαταρία.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ρυθμιστής φόρτισης είναι η *αυτόματη προσαρμογή τάσης*, η *οθόνη ενδείξεων*, η *προστασία ανοιχτού κυκλώματος*, η *ρύθμιση ανάλογα με την κατάσταση της φόρτισης*, η *περιγραφή κατάστασης*

της λειτουργίας και τέλος οι αναφορές των προβλημάτων στη λειτουργία. Επιπροσθέτως, ο ρυθμιστής φόρτισης μπορεί να προστατεύσει μια λανθασμένη σύνδεση σε κάποιο πάνελ, ένα βραχυκύκλωμα ενός φορτίου και από αντιστροφής ρεύματος.

Η επιλογή του σωστού ρυθμιστή φόρτισης φωτοβολταϊκών εξαρτάται από κάποια συγκεκριμένα στοιχεία όπως το μέγεθος του ρυθμιστή φόρτισης το οποίο εξαρτάται από το μέγεθος των φωτοβολταϊκών που συνδέονται πάνω του για να καλύπτεται η συνολική ένταση των φωτοβολταϊκών σε Ampere. Παραδείγματος χάρη, αν η ονομαστική ένταση των φωτοβολταϊκών αντιστοιχεί σε 10 Ampere τότε η επιλογή του ρυθμιστή φόρτισης πρέπει να είναι 12 Ampere. Επιπλέον, σημαντικό είναι ο ρυθμιστής να είναι ιδανικός για την τάση του φωτοβολταϊκού συστήματος πράγμα που σημαίνει ότι όσο είναι η τάση του ρυθμιστή τόσο να είναι και του φωτοβολταϊκού συστήματος. Παραδείγματος χάρη, αν η συνολική τάση των φωτοβολταϊκών αντιστοιχεί σε 12 Volt, η επιλογή του ρυθμιστή των φωτοβολταϊκών πρέπει να είναι 12 Volt.



Προηγμένος MPPT.



Απλός PWM.

Εικόνα 15. Ρυθμιστής φόρτισης MPPT και PWM.

(πηγή:[47,48].

4.4 Μπαταρίες.

Η **μπαταρία** ή ο **ηλεκτρικός συσσωρευτής** ή **συσσωρευτής** είναι η συσκευή η οποία αποθηκεύει χημική ενέργεια και την αποδεσμεύει με τη μορφή ηλεκτρισμού. Αποτελείται από δοχείο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό (όπως εβονίτη, πλαστικό, γυαλί) με ηλεκτρολύτη οξύ ή αλκάλιο στο οποίο βυθίζονται τα ηλεκτρόδια.

Η χωρητικότητα μιας μπαταρίας μετριέται σε **αμπερώρια** (Ah). Για παράδειγμα, μια μπαταρία των 100Ah μπορεί να παρέχει ρεύμα έντασης 1 Amperes για 100 ώρες πριν την εκφόρτωση της ολοκληρωτικά. Αυτό δεν πρέπει να συμβεί διότι μια μπαταρία δεν πρέπει να εκφορτίζεται **100%** με αποτέλεσμα να χάνει διάρκεια από τη ζωή της. Με την προϋπόθεση ότι η μπαταρία χρησιμοποιείται σε καθημερινή βάση καλό είναι να μην πέφτει κάτω από το **60%** της ικανότητας αποθήκευσης. Η διάρκεια της ζωής μιας μπαταρίας φαίνεται από τους *κύκλους φόρτισης εκφόρτισης* οι οποίοι εξαρτώνται άμεσα από τη χρήση του ποσοστού εκφόρτισης. Για παράδειγμα, μια μπαταρία η οποία υφίσταται βαθιές εκφορτίσεις δηλαδή 80% αντέχει 400 κύκλους ενώ η ίδια μπαταρία με 20% εκφορτίσεις αντέχει 1.200 κύκλους. Τους περισσότερους κύκλους (4 έως 6.000) τους διαθέτουν οι **μπαταρίες φωτοβολταϊκών λιθίου** οι οποίες έχουν μεγαλύτερο κόστος και χαμηλό βάρος.

Η **μπαταρία λιθίου** ή **συσσωρευτής ιόντων λιθίου** είναι ένας τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας που τα ιόντα λιθίου κινούνται από το αρνητικό ηλεκτρόδιο προς το θετικό ηλεκτρόδιο κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης και αντίστροφα κατά τη διάρκεια της φόρτισης. Αυτή, η μπαταρία χρησιμοποιεί μια παρεμβαλλόμενη ένωση του λιθίου ως υλικό του ενός ηλεκτροδίου σε σύγκριση με το μεταλλικό λίθιο το οποίο χρησιμοποιείται σε μία μη επαναφορτιζόμενη μπαταρία λιθίου. Τα συστατικά του στοιχείου μιας μπαταρίας ιόντων λιθίου είναι ο **ηλεκτρολύτης** ο οποίος επιτρέπει την ιονική μετακίνηση και στα δύο ηλεκτρόδια.



Εικόνα 16. (πηγή:[56]).

Οι μπαταρίες διακρίνονται σε δύο τύπους τις **μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης** και τις **μπαταρίες εκκίνησης**.

- 1) Οι **μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης** ή **μπαταρίες φωτοβολταϊκών** χρησιμοποιούνται σε καθημερινή χρήση και για την αποθήκευση ενέργειας. Η δυνατότητα χρήσης βαθιάς εκφόρτισης οφείλεται στις χοντρές πλάκες μολύβδου οι οποίες αντέχουν στη διάβρωση. Αυτό το είδος μπαταρίας είναι πιο βαριές και μεγαλύτερες από τις μπαταρίες εκκίνησης. Οι μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες οι οποίες είναι οι ανοιχτού τύπου μπαταρίες με υγρά με ανοιγόμενες τάπες και οι κλειστού τύπου VALVE REGULATE LEAD ACID (VRLA) με μιας κατεύθυνσης βαλβίδες ασφαλείας οι οποίες διακρίνονται σε κλειστού τύπου με gel και κλειστού τύπου AGM (Absorbed glass mat). Στον παρακάτω πίνακα συγκρίνονται οι δύο τελευταίες υποκατηγορίες. Τέλος, οι μπαταρίες αυτές προτείνονται για αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα.
- 2) Οι **μπαταρίες εκκίνησης** χρησιμοποιούνται είτε σε αυτοκίνητα είτε σε μοτοσικλέτες είτε σε θαλάσσια σκάφη. Είναι κατασκευασμένες με λεπτές πλάκες μολύβδου και παρέχουν υψηλή ποσότητα ρεύματος για μικρό χρονικό διάστημα. Η αποφόρτιση τους δεν πρέπει να ξεπερνά το 10% της χωρητικότητάς τους και όταν το ξεπερνάει αχρηστεύονται. Τέλος, δεν προτείνονται για *αυτόνομα συστήματα* και για *συστήματα UPS*.



Εικόνα 17. Μπαταρίες. (πηγή:[52]).

Πίνακας 4.2 Σύγκριση μπαταριών.	
<u>Μπαταρίες ανοιχτού τύπου.</u>	<u>Μπαταρίες κλειστού τύπου.</u>
Εύκολη παρακολούθηση.	Μηδενική συντήρηση.
Μηνιαία αναζωογόνηση.	Χωρίς μηνιαία αναζωογόνηση.
Έκλυση αερίων.	Δεν εκλύονται αέρια.
Συντήρηση.	

Υπάρχουν **βασικοί τύποι επαναφορτιζόμενων μπαταριών** οι οποίοι είναι οι παρακάτω:

- Μολύβδου - Οξέος (κλειστού τύπου).
- Νικελίου Καδμίου.
- Νικελίου Υδριδίου του μετάλλου.
- Λιθίου πολυμερών.
- Ιόντων Λιθίου.

Οι μπαταρίες των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα κάθε συστήματος αυτόνομης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας με φωτοβολταϊκά. Κρίσιμο στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού είναι η σωστή επιλογή του τύπου και των διαστάσεων της μπαταρίας. Σκοπός της μπαταρίας ενός φωτοβολταϊκού είναι η αποθήκευση της διαθέσιμης ενέργειας και η λήψη της όταν καθίσταται ανάγκη. Ο ρυθμιστής τάσης διέπει τη λειτουργία της μπαταρίας ενός φωτοβολταϊκού ο οποίος ορίζει την διακοπή της φόρτισης της για να ανατρέψει την υπερφόρτιση. Έτσι, ο ιδανικός ρυθμιστής τάσης δύναται να αυξήσει τη διάρκεια της ζωής μιας μπαταρίας.

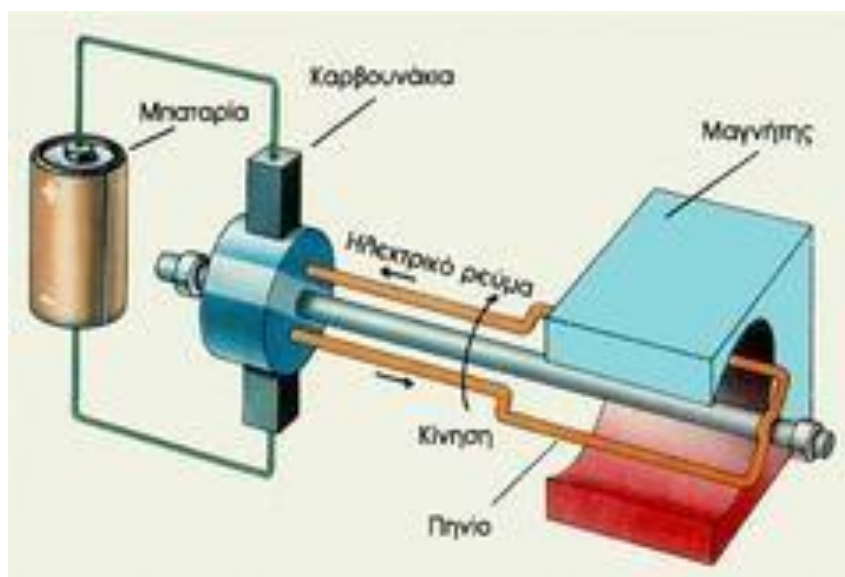
Γενικά, η τάση μιας μπαταρίας ενός φωτοβολταϊκού συστήματος επιλέγεται με βάση το μέγεθος του συστήματος. Όσον αφορά στα *μικρά συστήματα* με ισχύ φωτοβολταϊκό κάτω από **1000 Watts** και με αντιστροφείς κάτω από **1.200 Watts** επιλέγεται **12 Volt**. Τα *μεσαία συστήματα* τα οποία διαθέτουν ισχύ φωτοβολταϊκού **1000** έως **2000 Watts** και αντιστροφείς κάτω από **3.500 Watts** επιλέγετε **24 Volt**. Μολονότι, τα *μεγαλύτερα συστήματα* με ισχύ φωτοβολταϊκού πάνω από **2.000 Watts** και αντιστροφείς πάνω από **3.500 Watts** έχουν ως επιλογή **48 Volt**.

Κεφάλαιο 5°.

5.1 Ηλεκτροκινητήρας.

Ο **ηλεκτροκινητήρας** ή **ηλεκτρικός κινητήρας** ή κοινώς **μοτέρ** είναι η διάταξη η οποία χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της **ηλεκτρικής ενέργειας** σε **μηχανική ενέργεια**. Η λειτουργία των περισσότερων ηλεκτροκινητήρων βασίζεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα σε δύο φορείς ηλεκτρομαγνητικών πεδίων οι οποίοι έχουν την τάση να προσανατολίζονται μεταξύ τους. Με αποτέλεσμα, αυτή η αλληλεπίδραση να δημιουργεί δύναμη και στη συνέχεια ροπή πάνω στον άξονα του ηλεκτροκινητήρα.

Εσωτερικά που κινούνται τα **ηλεκτρικά φορτία**, τα οποία λέγονται **ηλεκτρικό ρεύμα**, ενεργοποιούνται από μία μηχανική δύναμη η οποία τείνει να εκτρέψει την κατεύθυνση τους σε ένα επίπεδο το οποίο είναι τοποθετημένο κάθετα στον προσανατολισμό των γραμμών του μαγνητικού πεδίου. Κατά τη διάρκεια που το ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται είτε από ένα μεταλλικό αγωγό είτε από ένα πηνίο κατασκευασμένο από αυτό, η δύναμη αυτή τείνει να κινεί ή ακόμα να περιστρέφει οποιοδήποτε αγωγό με ρεύμα και γενικά ολόκληρη την περιέλιξη στο σύνολο της. Η εικόνα 18 απεικονίζει ένα μεταλλικό πλαίσιο μέσω του οποίου ρέει και έπειτα δημιουργεί μία περιστροφική κίνηση.



Εικόνα 18. Περιστροφή ηλεκτροκινητήρα. (πηγή:[70]).

Οι **ηλεκτροκινητήρες** αποτελούνται από τον δρομέα, τον στάτη, τις ψήκτρες και το διάκενο. (βλ. εικόνα 19)

- 1) Ο **δρομέας** ή **ρότορας** αποτελείται από το ηλεκτροφόρο αγωγό ο οποίος τοποθετείται σε πυκνές περιελίξεις (σπείρες) για να περιέχει το μεγαλύτερο μήκος του αγωγού για έναν δεδομένο όγκο.
- 2) Ο **στάτης** ή **στάτορας** αποτελείται από είτε μόνιμους είτε τεχνητούς μαγνήτες οι οποίοι δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.
- 3) Οι **ψήκτρες** έρχονται σε επαφή με τον δρομέα ή ρότορα τροφοδοτώντας τον έτσι με ρεύμα.
- 4) Το **διάκενο** είναι ο χώρος αέρα ανάμεσα στον στάτη και στον δρομέα. Όταν λειτουργεί ένας κινητήρας, η ηλεκτρική μηχανή απορροφά ηλεκτρική ενέργεια και παράγει μηχανικό έργο που συχνά είναι η περιστροφική κίνηση φορτίων παραδείγματος χάρη αντλιών, ανυψωτικών μηχανημάτων, ελίκων και συμπιεστών. Παρόλα αυτά μία ηλεκτρική μηχανή μπορεί να εργαστεί ως *κινητήρας* και ως *γεννήτρια* υπό την προϋπόθεση ότι οι υπόλοιποι παράγοντες λειτουργίας το επιτρέπουν. Η μόνη διαφορά η οποία υπάρχει είναι ότι λειτουργούν με την ακριβώς αντίθετη ροή ηλεκτρομηχανικής ενέργειας.



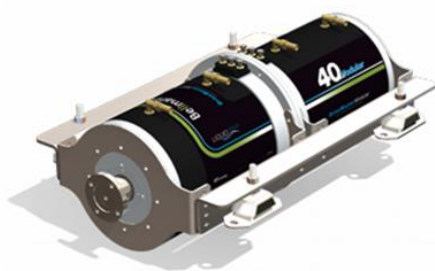
Εικόνα 19. Ηλεκτρικός κινητήρας (πηγή:[61])

5.2 Είδη ηλεκτρικών κινητήρων.

Κατά κανόνα, ένας ηλεκτρικός κινητήρας έχει σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να εκτελεί μηχανικές εργασίες αφού καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια και στη συνέχεια την μετατρέπει σε περιστροφική κίνηση.

Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε δύο είδη: τους **συνεχούς ρεύματος (DC Motors)** και τους **εναλλασσόμενου ρεύματος (AC Motors)**. Τα δύο είδη των ηλεκτροκινητήρων διαθέτουν μεγάλο αριθμό τροποποιήσεων χρησιμοποιώντας διαφορετικές τεχνολογικές διαδικασίες. Οι ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (AC Motors) διακρίνονται σε ασύγχρονους ή επαγωγικούς κινητήρες και σε σύγχρονους κινητήρες. (βλ. εικόνα 20)

Οι **ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC Motors)** διαθέτουν ένα μαγνητικό πεδίο στάτορα το οποίο δημιουργείται από σταθερούς ηλεκτρομαγνήτες ή ειδικούς ηλεκτρομαγνήτες με περιελίξεις διέγερσης. Ωστόσο, το ηλεκτρικό ρεύμα των **ηλεκτροκινητήρων AC** το οποίο ρέει στην περιέλιξη τους περιγράφεται από μία περιοδικά μεταβαλλόμενη κατεύθυνση (πινακίδα). Έτσι, η τροφοδοσία της τάσης τους παρέχεται από γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος.



**Ηλεκτροκινητήρας
DC MOTORS.**



**Ηλεκτροκινητήρας
AC MOTORS.**

Εικόνα 20. Ηλεκτροκινητήρες. (πηγή:[62,63])

Ο **σύγχρονος κινητήρας** είναι ένας κινητήρας που η ταχύτητα του δρομέα και η ταχύτητα του μαγνητικού πεδίου του στάτη είναι ισόποσες. Αντιθέτως, ο **ασύγχρονος κινητήρας ή επαγωγικός κινητήρας** είναι ένας κινητήρας που ο ρότορας περιστρέφεται με ταχύτητα μικρότερη από τη σύγχρονη ταχύτητα. Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ σύγχρονου και ασύγχρονου κινητήρα.

Πίνακας 5.1 Διαφορές μεταξύ σύγχρονου και ασύγχρονου κινητήρα.		
	Σύγχρονος κινητήρας.	Ασύγχρονος κινητήρας.
Ολίσθηση.	Δεν έχει ολίσθηση. Η τιμή της ολίσθησης είναι ίση με μηδέν.	Έχει ολίσθηση. Η τιμή της ολίσθησης δεν είναι ίση με μηδέν.
Πρόσθετη πηγή ενέργειας.	Απαιτεί μία πρόσθετη πηγή ισχύος συνεχούς ρεύματος.	Δεν απαιτεί μία πρόσθετη πηγή εκκίνησης.
Κόστος.	Αρκετά δαπανηρός.	Λιγότερο δαπανηρός.
Αποδοτικότητα.	Μεγαλύτερη αποδοτικότητα.	Μικρότερη αποτελεσματικότητα.
Συντελεστή ισχύος.	Μπορεί να ρυθμιστεί αναλόγως ως καθυστέρηση, οδήγηση.	Λειτουργεί μόνο με συντελεστή ισχύος που παρουσιάζει καθυστέρηση.
Ταχύτητα.	Είναι σταθερή, γιατί δεν εξαρτάται από τη μεταβολή του φορτίου.	Μειώνεται με το αυξημένο φορτίο.
Επηρεασμός ροπής.	Η αλλαγή στην εφαρμοζόμενη τάση δεν επηρεάζει την ροπή του.	Η αλλαγή στην εφαρμοζόμενη τάση επηρεάζει την ροπή του.

Τα απαραίτητα στοιχεία ενός ηλεκτροκινητήρα είναι η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του Volt, το είδος της απαιτούμενης τάσης δηλαδή συνεχές ρεύμα ή εναλλασσόμενο ρεύμα και μονοφασικό (1PH) ή τριφασικό (3PH), η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος για ηλεκτροκινητήρα AC, η ισχύς του κινητήρα σε Watt ή ίππους (HP), η ένταση του ρεύματος η οποία διαρρέει τον κινητήρα και η αποκτώμενη ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές.

5.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ηλεκτροκινητήρων.

Στις μέρες μας, η χρήση των ηλεκτρικών κινητήρων είναι ευρύτατα διαδεδομένη μέσα από τα μαγνητόφωνα, τις οικιακές συσκευές και τα ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς παραδείγματος χάρη ηλεκτρικοί σιδηρόδρομοι, τρόλεϊ, υποβρύχια. Στις βιομηχανικές μονάδες χρησιμοποιούνται οι ηλεκτροκινητήρες και διαθέτουν εκατοντάδες ίππους.

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** των ηλεκτροκινητήρων είναι τα εξής:

- ❖ Χαμηλή στάθμη θορύβων και κραδασμών.
- ❖ Οικονομία καυσίμου.
- ❖ Προσφέρουν εξοικονόμηση ωφέλιμου χώρου.
- ❖ Φιλικό προς το περιβάλλον.
- ❖ Είναι αποδοτικότεροι.
- ❖ Χαμηλό κόστος συντήρησης.

Τα κυριότερα **μειονεκτήματα** των ηλεκτροκινητήρων είναι τα εξής:

- ❖ Υψηλό κόστος αγοράς.

Κεφάλαιο 6°.

Μελέτη περίπτωσης: Σκάφος με Ηλιακή Ενέργεια.

Σκάφος με ηλιακή ενέργεια είναι ένα σκάφος που χρησιμοποιεί 100% ηλιακή ενέργεια και κινείται με ηλεκτρική πρόωση. Έχει *μηδενική ρύπανση* και είναι *οικολογικό* για το περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία για την ηλιακή ενέργεια σε σκάφη αναψυχής και ιστιοπλοϊκά έχει αναπτυχθεί αρκετά. Η συνεχής αύξηση των ηλεκτρικών συστημάτων και των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχουν επιτρέψει την χρήση της ηλιακής ενέργειας στα σκάφη. Η τεχνολογία αυτή είναι εύκολα εφαρμόσιμη σε όλα τα πλοία ανεξαρτήτως μεγέθους. Εν τέλει, τα σκάφη με ηλιακή ενέργεια είναι πλήρως αποδοτικά και μπορούν να μεταφέρουν μεγάλο αριθμό επιβατών. [68]

Το πρώτο πλοίο το οποίο ταξίδεψε στον κόσμο αποκλειστικά με την ηλιακή ενέργεια είναι το **MS Tûranor PlanetSolar**. Στις 27 Σεπτεμβρίου 2010, το σκάφος ξεκίνησε από το *Μονακό* με σκοπό να περιηγηθεί στον κόσμο με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας. Αποτελεί το μεγαλύτερο ηλιακό σκάφος στον κόσμο το οποίο τροφοδοτείται αποκλειστικά από την ηλιακή ενέργεια. Αργότερα, ναυπηγήθηκαν διάφορες κατηγορίες πλοίων τα οποία τροφοδοτούνταν με την ηλιακή ενέργεια. (βλ. εικόνα 21)

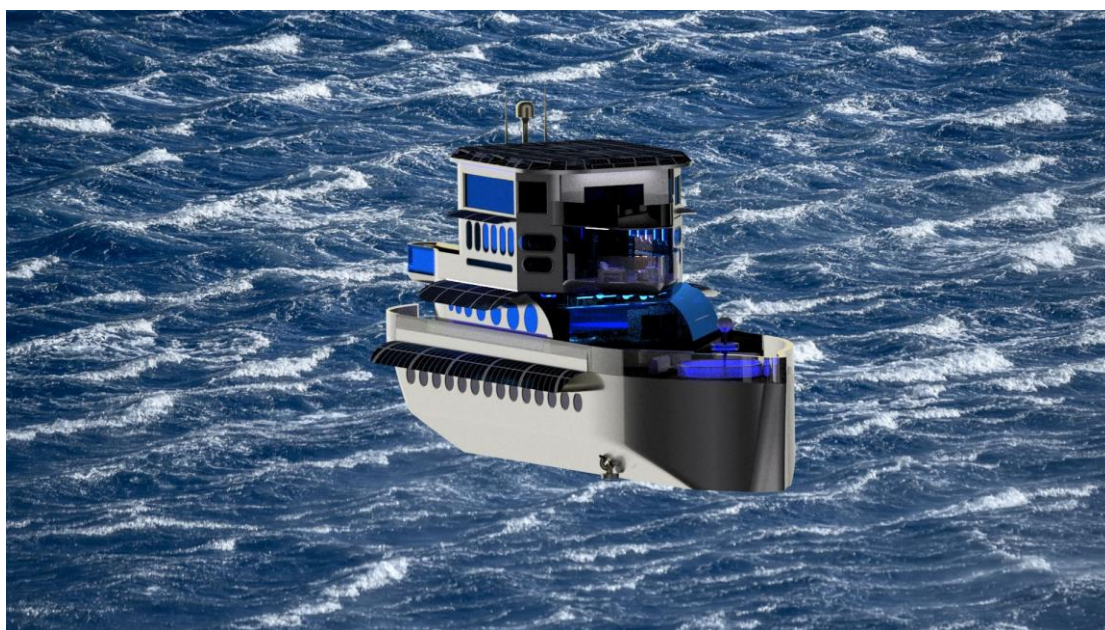


Εικόνα 21. MS Tûranor PlanetSolar (πηγή:[69]).

6.1 Σχεδίαση του σκάφους.

Το πλοίο σχεδιάστηκε από την αρχή εξ ολοκλήρου και δημιουργήθηκε στο σχεδιαστικό πρόγραμμα **Autodesk Inventor**. Το *Autodesk Inventor* είναι μία εφαρμογή σχεδιασμού μέσω του υπολογιστή για 3D μηχανικό σχεδιασμό προσομοίωση, οπτικοποίηση και τεκμηρίωση. [61]

Σκοπός της κατασκευής του συγκεκριμένου σκάφους είναι η κίνηση του με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας.



Εικόνα 22. Απεικόνιση του σκάφους.

Οι διαστάσεις του σκάφους φαίνονται στον πίνακα 6.1:

Πίνακας 6.1 Οι διαστάσεις του σκάφους.	
Μήκος	58m
Πλάτος	15m
Ύψος	26m
Βύθισμα	9m

Οι διαστάσεις του σκάφους επιλέχθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποδοτικότερο. Δηλαδή, η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων πάνω στο σκάφος να ταιριάζει απόλυτα με τις διαστάσεις του. Αυτό πραγματοποιήθηκε με σκοπό να αυξηθεί η ισχύς της πρόωσης του.

Το συγκεκριμένο σκάφος αναψυχής χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την εκτέλεση *ταξιδιών αναψυχής και περιήγησης*. Αποτελείται από **τρεις ορόφους** ενώ στο κάτω μέρος του σκάφος έχει το **χώρο του μηχανοστασίου**. Προσφέρει μια σειρά χαρακτηριστικών τα οποία εξυπηρετούν όλες τις απαιτούμενες ανέσεις και θα μπορούσε να καλύψει τις βασικές ανάγκες.

Επιπλέον, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ιδιωτική χρήση και να φιλοξενήσει αρκετά άτομα. Είναι εξοπλισμένο με δύο ιδιωτικές κρεβατοκάμαρες οι οποίες εκπληρώνουν όλες τις απαραίτητες απαιτήσεις. Παράλληλα, διαθέτει εσωτερική πισίνα με μπαρ. Διαθέτει πλούσιο και σύγχρονο τεχνολογικό εξοπλισμό και φυσικά επαγγελματικό φωτισμό LED με κρυφό φωτισμό.

6.2 Πρώτος όροφος.

Στο *εσωτερικό* του **πρώτου ορόφου** υπάρχει μία τραπεζαρία η οποία έχει θέα ένα ιδιαίτερο διακοσμητικό σιντριβάνι με τρεχούμενο νερό και ένα καθιστικό σαλόνι με έναν καναπέ, μία πολυθρόνα, ένα τραπεζάκι και ένα φωτιστικό δαπέδου. Επιπροσθέτως, στον ίδιο χώρο υπάρχει μία μοντέρνα κουζίνα η οποία περιλαμβάνει ηλεκτρικές συσκευές. Υπάρχει κοινόχρηστη τουαλέτα με λουτρό και ένα υπνοδωμάτιο (καμπίνα) με διπλό κρεβάτι, αποθηκευτικό χώρο (ντουλάπα) και 4K QLED τηλεόραση. Θα αποτελούσε παράλειψη να μην υπάρχει εκεί η κύρια γέφυρα του σκάφους (καμπίνα του καπετάνιου) η οποία περιέχει τελευταίας γενιάς τεχνολογικά συστήματα όπως συστήματα πλοήγησης, οθόνη ραντάρ, πλοήγηση χαρτογράφησης, πυξίδα, ένδειξη ποσοστού μπαταρίας της ηλιακής ενέργειας, εύρεση ψαριών με απεικόνιση πλευρικής σάρωσης και πλοήγηση με αυτόνομη δρομολόγηση.

Στο μπροστινό μέρος του σκάφους, δηλαδή στην πρύμνη, υπάρχει ένα διακοσμητικό σιντριβάνι κλασικού τύπου το οποίο συνοδεύουν δύο καναπέδες όπου ο κάθε καναπές έχει από ένα τραπέζακι.

- **Το μπροστινό μέρος του σκάφους στον πρώτο όροφο.**



Εικόνα 23. Πρύμνη.

- **Απεικόνιση του πρώτου ορόφου εσωτερικά.**



Εικόνα 24. Κύρια γέφυρα.



Εικόνα 25. Υγνοδομάτιο (Καμπίνα).



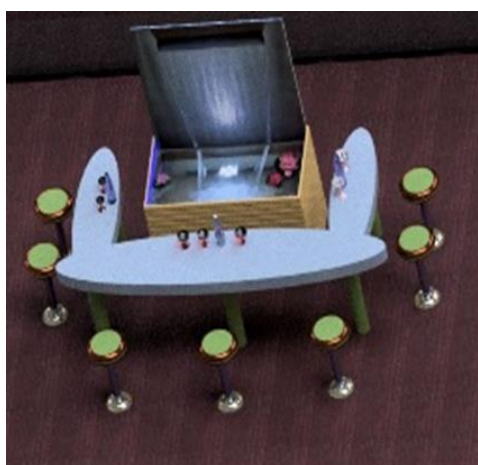
Εικόνα 26. Κοινόχρηστη τουαλέτα με λουτρό.



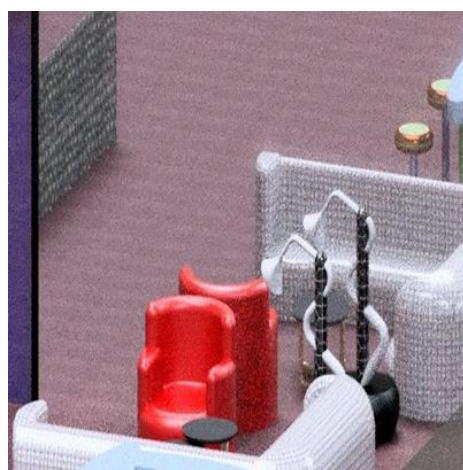
Εικόνα 27. Τραπεζαρία και καθιστικό σαλόνι.



Εικόνα 28. Κουζίνα.



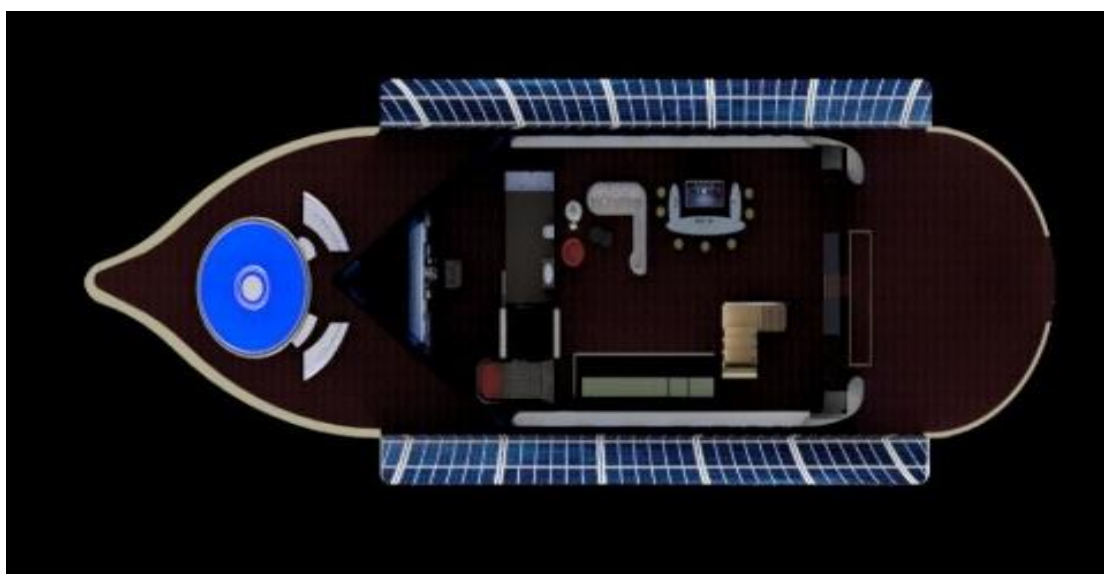
Εικόνα 29. Τραπεζαρία.



Εικόνα 30. Σαλόνι.

➤ Απεικόνιση του πρώτου ορόφου.

- ✚ Ο πρώτος όροφος του σκάφους έχει μήκος 58 μέτρα και πλάτος 15 μέτρα.



Εικόνα 31. Πρώτος όροφος.

6.3 Δεύτερος όροφος.

Καταρχάς, ο **δεύτερος όροφος** είναι μικρότερος σε μέγεθος σε σχέση με τον πρώτο. Οι δυο όροφοί συνδέονται μεταξύ τους μέσω μιας εσωτερικής σκάλας.

Εσωτερικά, υπάρχει ένα ζωνηρό στρογγυλό καθιστικό με ένα τραπέζακι στη μέση. Πέρα από αυτά, ο δεύτερος όροφος εμπεριέχει μία υπερπολυτελείας σουίτα - καμπίνα με άνετο χώρο και απεριόριστη θεά από τα μεγάλα φωτεινά παράθυρα (φινιστρίνια). Η καμπίνα αυτή προσφέρει ένα κρεβάτι, μία μπανιέρα υδρομασάζ 2 ατόμων και μικρό σαλόνι. Παράλληλα, έχει ένα γραφείο με φορητό υπολογιστή, βοηθητικά έπιπλα παραδείγματος χάρη μπουντουάρ - τουαλέτα με καθρέφτη, ντουλάπα καθώς και 4K QLED τηλεόραση.

Εξωτερικά, τόσο στο μπροστινό μέρος όσο και στο πίσω μέρος του σκάφους υπάρχει χώρος χαλάρωσης. Στο μπροστινό μέρος, λοιπόν, έχουν τοποθετηθεί και ξαπλώστρες με ένα τραπέζακι.

➤ Απεικόνιση του δεύτερου ορόφου εσωτερικά.

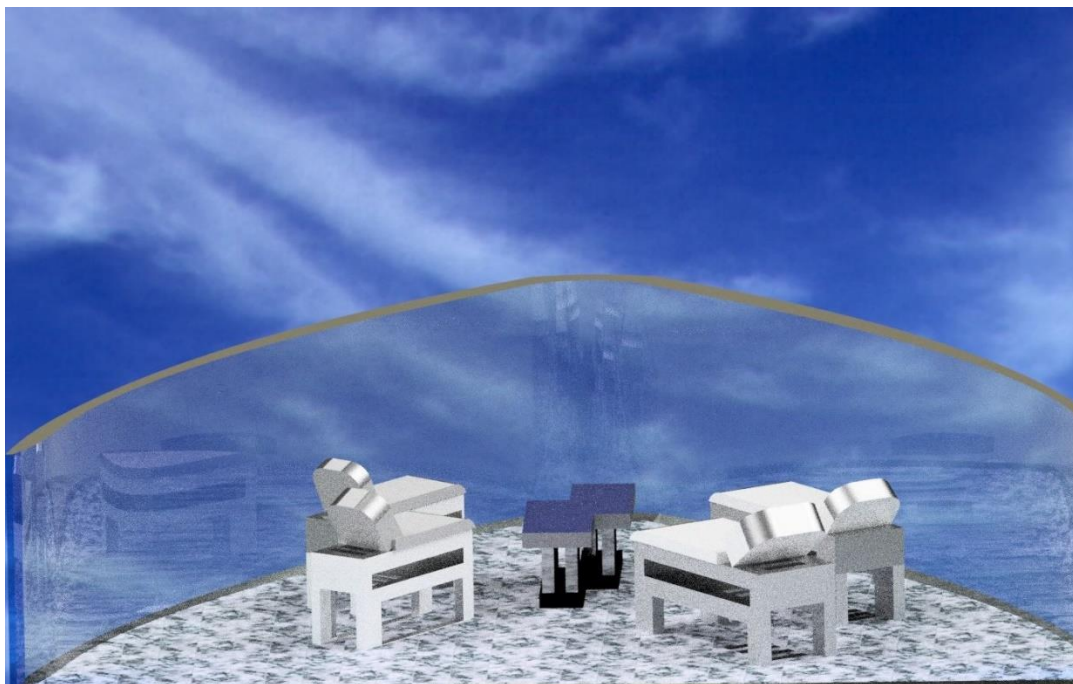


Εικόνα 32. Καθιστικό.

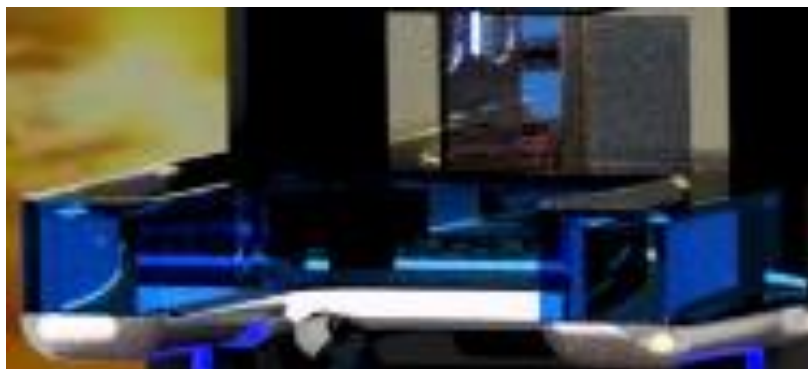


Εικόνα 33. Σουίτα – Καμπίνα.

➤ Απεικόνιση του δεύτερου ορόφου εξωτερικά.



Εικόνα 34. Χώρος χαλάρωσης στο μπροστινό μέρος.



Εικόνα 35. Χώρος χαλάρωσης στο πίσω μέρος.

➤ Απεικόνιση του δεύτερου ορόφου.

- ✚ Ο δεύτερος όροφος του σκάφους έχει μήκος 31 μέτρα και πλάτος 13 μέτρα.



Εικόνα 36. Δεύτερος όροφος.

6.4 Τρίτος όροφος.

Ο **τρίτος όροφος** αποτελεί τον *τελευταίο* όροφο του σκάφους. Ο όροφος αυτός συγκροτείται από τον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο του σκάφους.

Εσωτερικά, υπάρχει μία μεγάλη αίθουσα διασκέδασης με ένα μπαρ, ένα σαλονάκι και μια ντισκομπάλα. Η αίθουσα διασκέδασης μπορεί να μετατραπεί εύκολα ακόμα και σε αίθουσα χορού. Ταυτοχρόνως, διαθέτει εσωτερική πισίνα και μια κοινόχρηστη τουαλέτα.

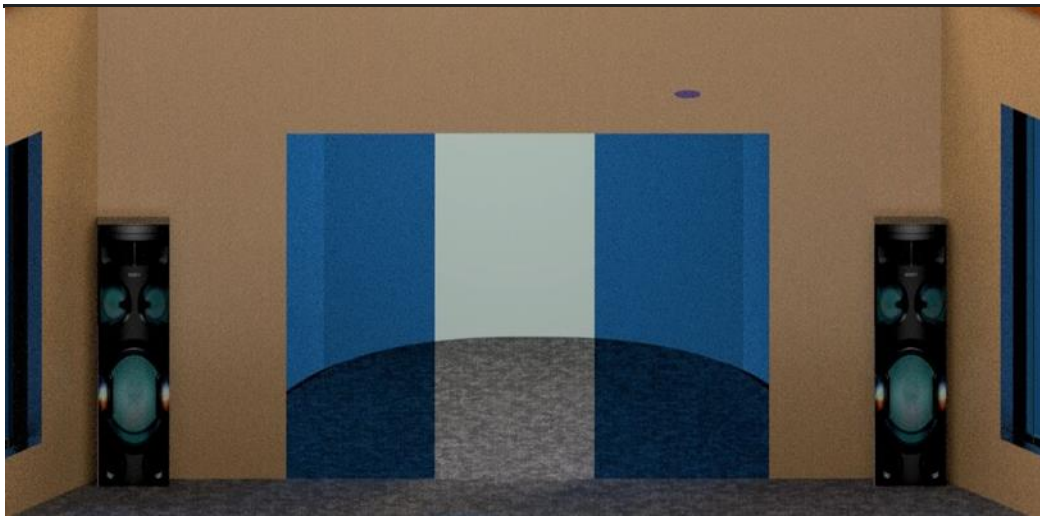
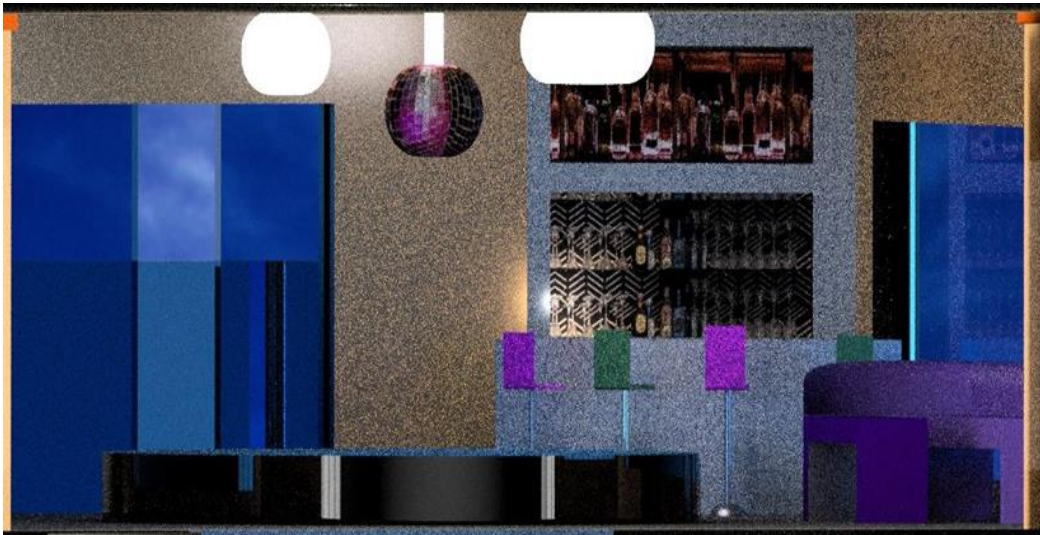
Ο εξωτερικός χώρος του τρίτου ορόφου απαρτίζεται από δύο χώρους αναψυχής, ο καθένας βρίσκεται στο μπροστινό και στο πίσω μέρος του σκάφους. Οι δύο χώροι αυτοί έχουν απέραντη θέα στο βυθό της θάλασσας.

Εν κατακλείδι, ο δεύτερος και ο τρίτος όροφος ενώνονται μεταξύ τους μέσω μιας εσωτερικής σκάλας.

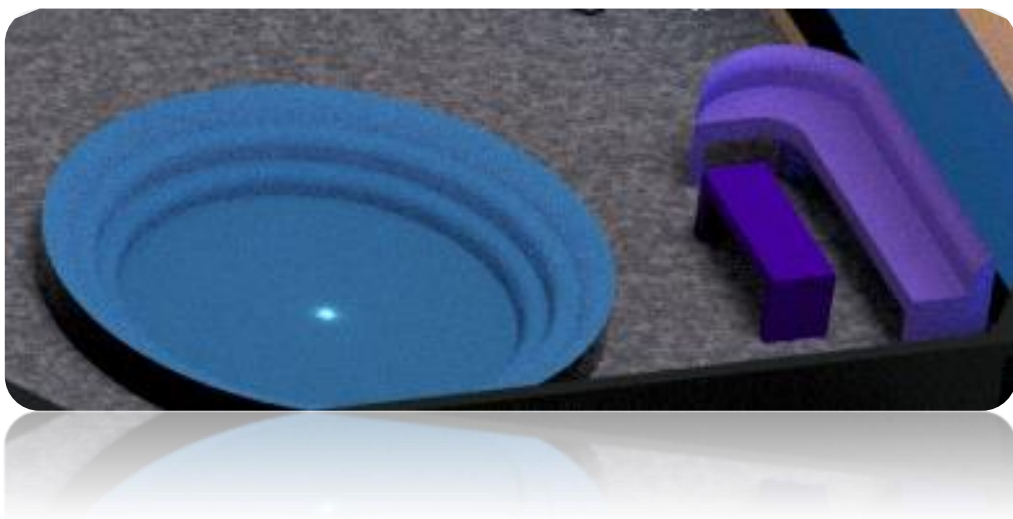
➤ Απεικόνιση του τρίτου ορόφου εσωτερικά.



Εικόνα 37. Κοινόχρηστη τουαλέτα.

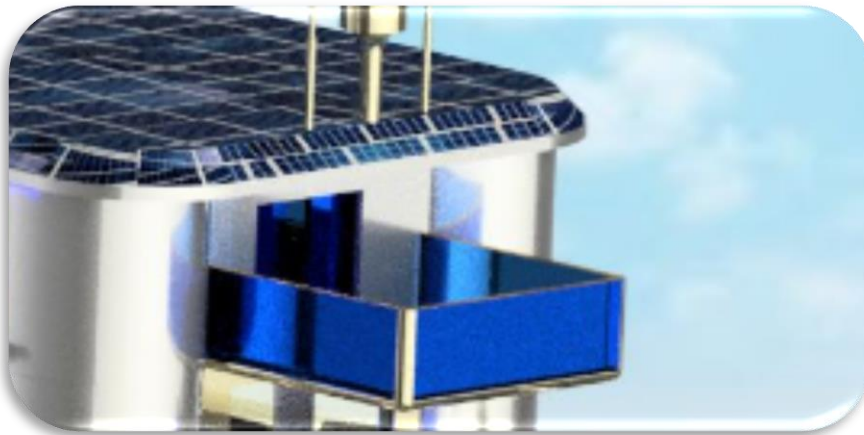


Εικόνα 38. Αίθουσα διασκέδασης.

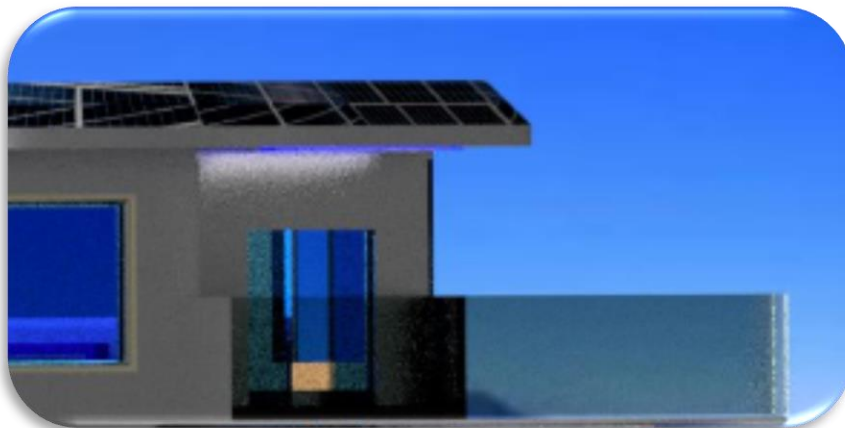


Εικόνα 39. Πισίνα και Σαλονάκι.

➤ Απεικόνιση του τρίτου ορόφου εξωτερικά.



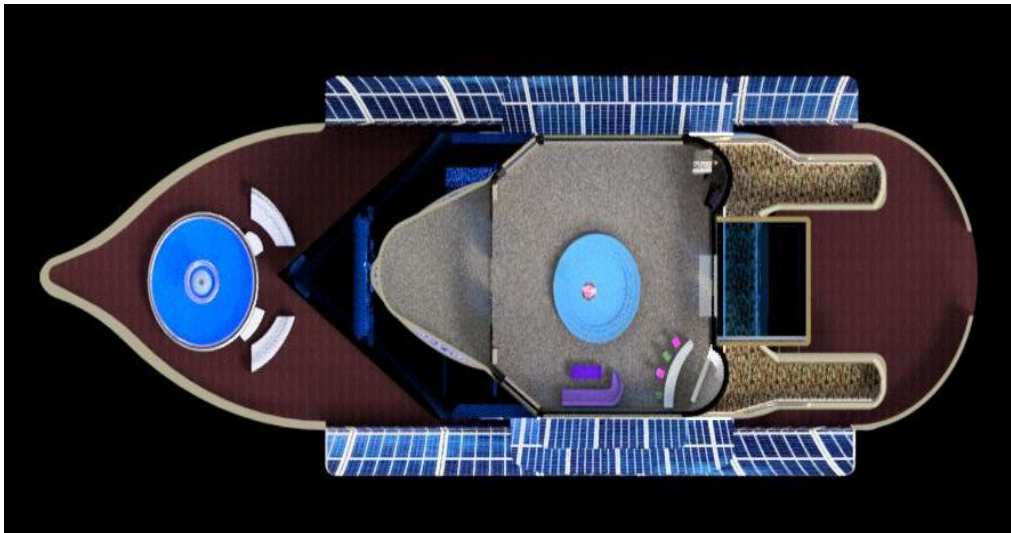
Εικόνα 40. Χώρος αναψυχής στο πίσω μέρος.



Εικόνα 41. Χώρος αναψυχής στο μπροστινό μέρος.

➤ Απεικόνιση του τρίτου ορόφου.

- ✚ Ο τρίτος όροφος του σκάφους έχει μήκος **26** μέτρα και πλάτος **13** μέτρα.



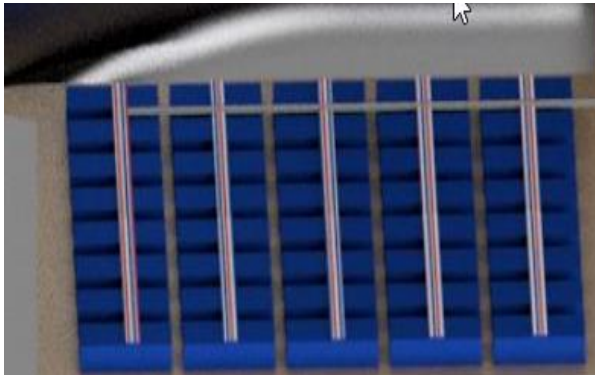
Εικόνα 42. Τρίτος όροφος.

6.5 Χώρος του μηχανοστασίου.

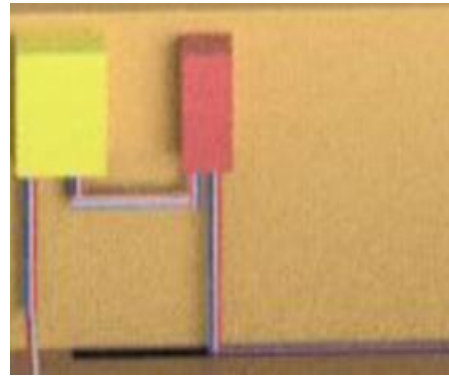
Στο **χώρο του μηχανοστασίου** ή απλά στο **μηχανοστάσιο** είναι κατά κύριο λόγο οι κινητήριες μηχανές του σκάφους. Βρίσκεται κάτω ακριβώς από τον πρώτο όροφο του σκάφους.

Το μηχανοστάσιο συγκροτείται από τις μπαταρίες των φωτοβολταϊκών, τον ρυθμιστή φόρτισης ή τάσης, τον μετατροπέα - αντιστροφέα (inverter), τον πίνακα ελέγχου και τους δύο ηλεκτροκινητήρες όπως προείπα.

Τέλος, αυτός ο χώρος έχει πρόσβαση στους υπόλοιπους ορόφους του πλοίου μέσω μιας εσωτερικής σκάλας.

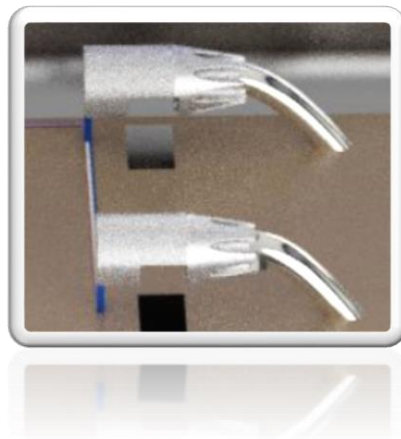


Μπαταρίες (α)



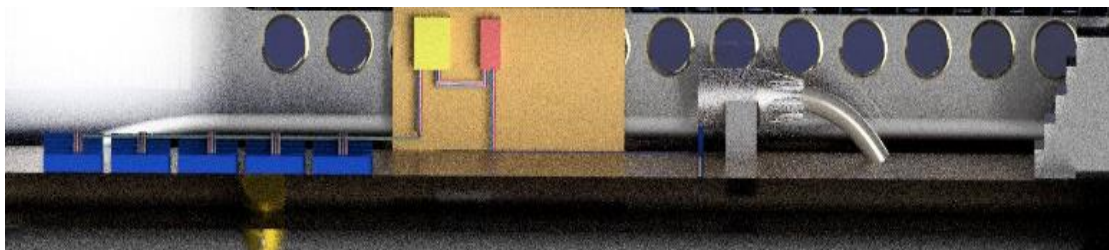
Πίνακας Ελεγχου (ρυθμιστή φόρτισης, Inverter) (β)

Εικόνα 43. Μπαταρίες (α) και Πίνακας Ελεγχου (β).

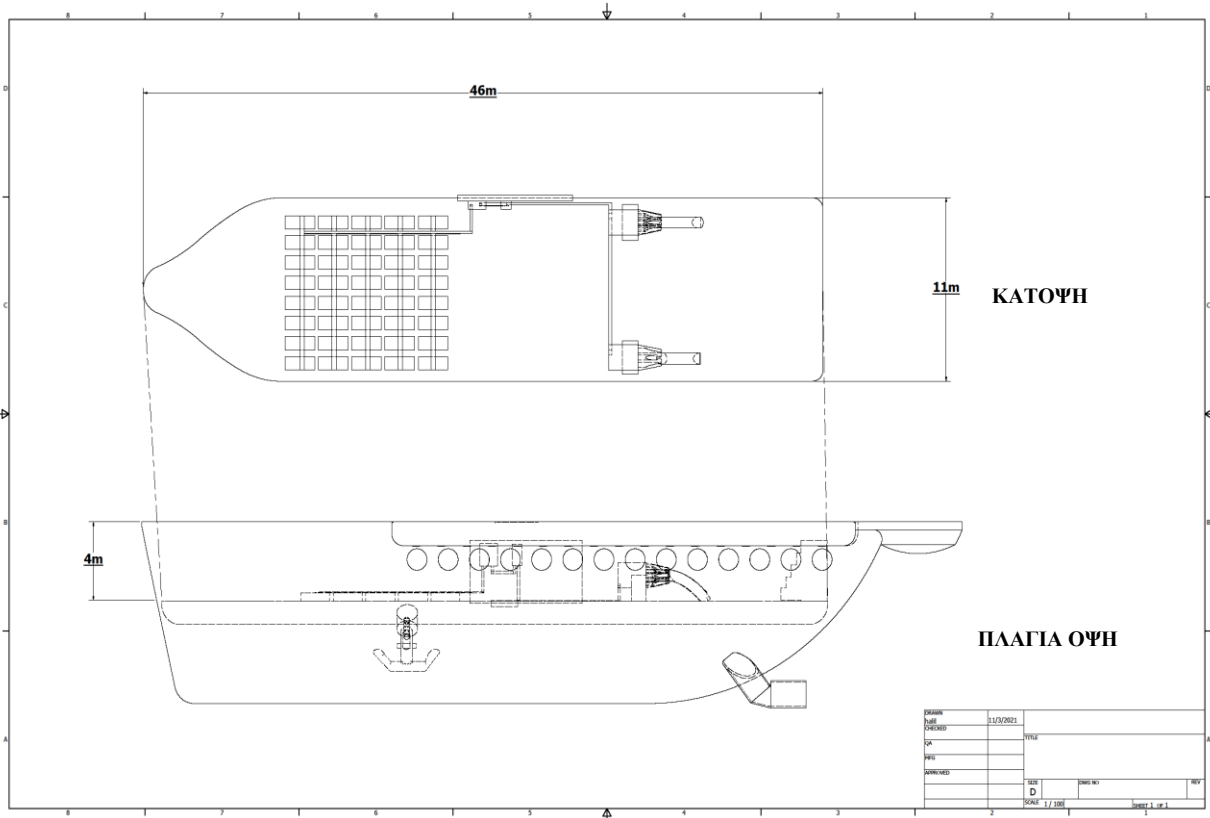


Εικόνα 44. Ηλεκτροκινητήρες.

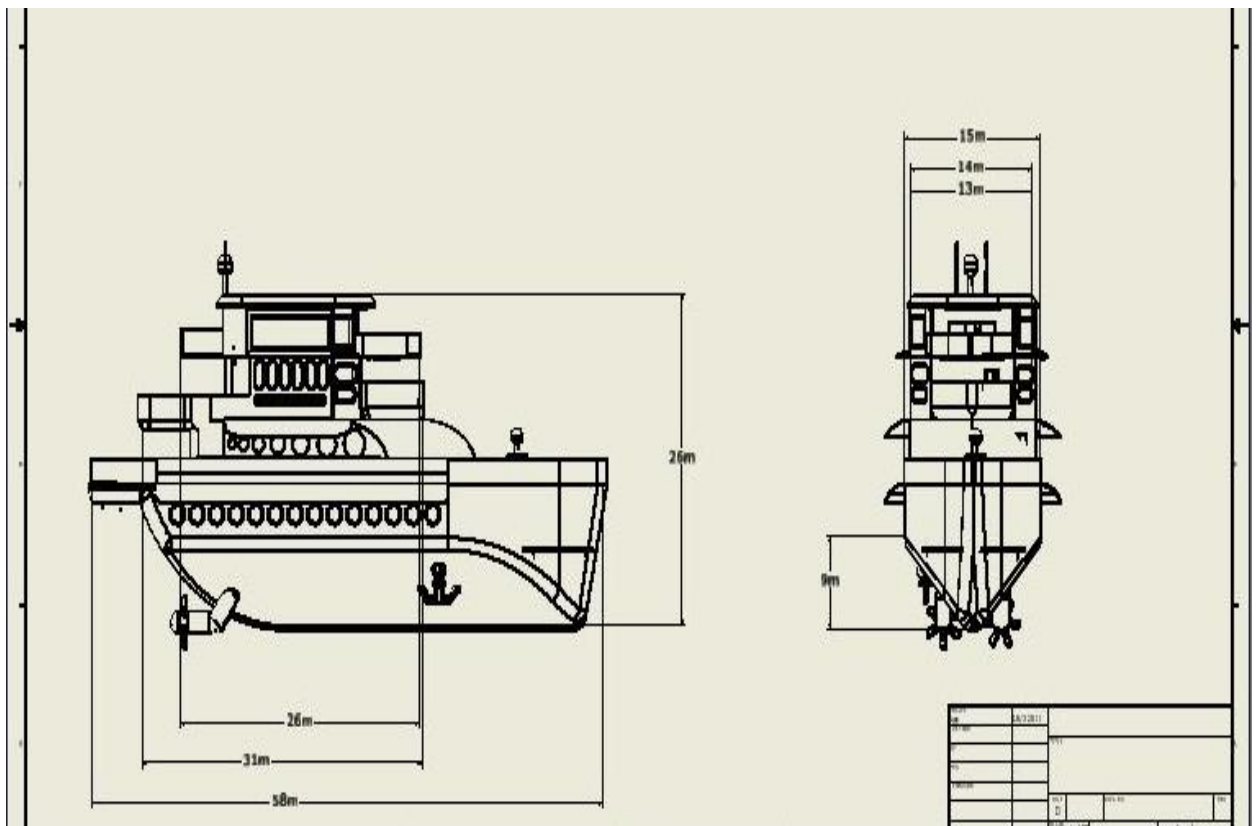
- ✚ Ο χώρος του μηχανοστασίου του σκάφους έχει μήκος **46 μέτρα** και πλάτος **11 μέτρα**.



Εικόνα 45. Χώρος του μηχανοστασίου.



Εικόνα 50. Μηχανοστάσιο.



Εικόνα 51. Μηχανολογικό σχέδιο.

6.7 Εσωτερική απεικόνιση του σκάφους.

- ❖ Ολόκληρο το σκάφος εσωτερικά από τη μία πλευρά.



Εικόνα 52. Σκάφος εσωτερικά από τη μία πλευρά.

- ❖ Ολόκληρο το σκάφος εσωτερικά από την άλλη πλευρά.



Εικόνα 53. Σκάφος εσωτερικά από την άλλη πλευρά.

6.8 Εξωτερική εμφάνιση του σκάφους.

Σε όλα τα παράθυρα έχει τοποθετηθεί γυαλί τελευταίας τεχνολογίας το οποίο φαίνεται διαφανές στο εσωτερικό του σκάφους και αδιαφανές στο εξωτερικό του.



Εικόνα 54. Εμφάνιση των παραθυριών του σκάφους.

Κεφάλαιο 7°.

Ηλιακή ενέργεια στο σκάφος

Το συγκεκριμένο σκάφος λειτουργεί με τη βοήθεια της **ηλιακής ενέργειας**. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται με την τοποθέτηση στο σκάφος **φωτοβολταϊκών συστημάτων**. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα ακόμα και σε ακραίες καιρικές συνθήκες υπόσχονται εξαιρετικά αποτελέσματα τόσο ως προς την αντοχή των υλικών κατασκευής τους όσο ως προς την παραγωγή ενέργειας. Με αποτέλεσμα, η παραγόμενη ενέργεια να καλύπτει όλα τα μέρη του σκάφους τα οποία απαιτούν ηλεκτρικό ρεύμα για τη χρήση τους.

7.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ.

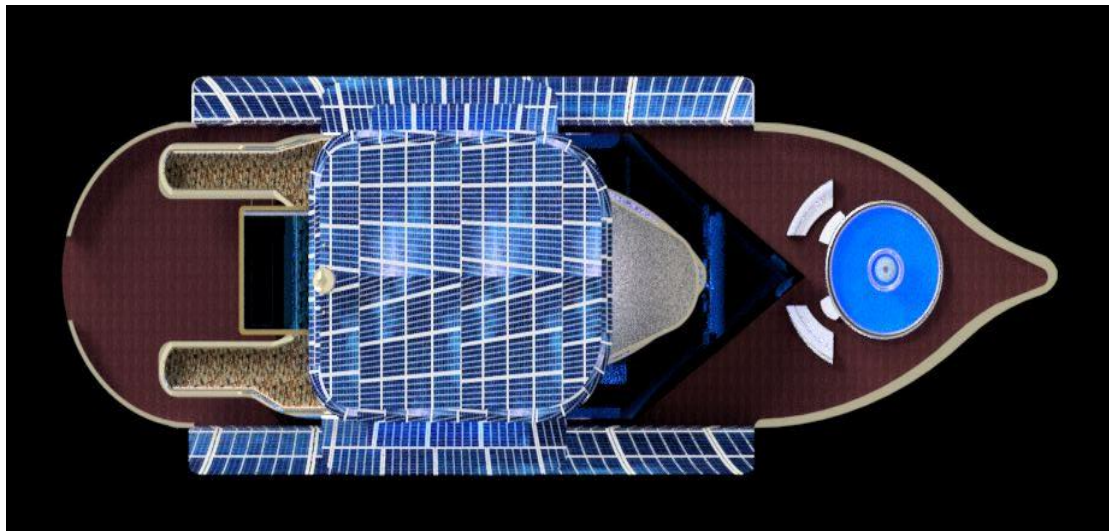
Στο σκάφος έχουν τοποθετηθεί **φωτοβολταϊκά πάνελ** τα οποία βρίσκονται στις πλευρές ανάμεσα του μηχανοστασίου με του πρώτου ορόφου, ανάμεσα του πρώτου ορόφου με του δεύτερου ορόφου και ανάμεσα του δεύτερου ορόφου με του τρίτου ορόφου. Ωστόσο, στην οροφή του τρίτου ορόφου έχουν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκά πάνελ. Το νερό της θάλασσας δεν εμποδίζει τα φωτοβολταϊκά πάνελ να συλλέγουν ηλιακή ενέργεια. Όμως, τα σύννεφα έχουν την ικανότητα να σκιάζουν τα φωτοβολταϊκά πάνελ πράγμα που σημαίνει ότι μειώνουν την συλλογή της ηλιακής ενέργειας.

✓ Λόγος επιλογής των συγκεκριμένων φωτοβολταϊκών πάνελ.

Στο σκάφος έχουν χρησιμοποιηθεί φωτοβολταϊκά πάνελ της τελευταίας γενιάς της κατηγορίας **λεπτών μεμβρανών**. Τα συγκεκριμένα φωτοβολταϊκά πάνελ έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε σύγκριση με τις υπόλοιπες κατηγορίες τους. Κατά τη διάρκεια του χρόνου έχουν μεγάλη αντοχή κυρίως σε αντίξοες καιρικές συνθήκες. Δεν είναι ογκώδεις, για αυτό το λόγο είναι εύκαμπτα και

προτείνονται για το σχεδιασμό του σκάφους. Έχει παρατηρηθεί ότι σε υψηλές θερμοκρασίες αποδίδουν περισσότερο ενώ σε χαμηλή ακτινοβολία μειώνεται ελάχιστα η απόδοσή τους. Όμως, έχουν αυξημένο κόστος αγοράς.

✚ Απεικόνιση των φωτοβολταϊκών πάνελ πάνω στο σκάφος.



Εικόνα 55. Πάνελ του σκάφους.

7.2 Ρυθμιστής φόρτισης ή τάσης.

Ο **ρυθμιστής φόρτισης** είναι ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τη λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων του σκάφους διότι ρυθμίζει την φόρτιση των συσσωρευτών σε περίπτωση υπερβολικής φόρτισης και υπερβολικής εκφόρτισης.

Ο κατάλληλος ρυθμιστής φόρτισης των φωτοβολταϊκών συστημάτων του σκάφους είναι ο **προηγμένος MPPT** επειδή αξιοποιείται ακόμα και η τελευταία σταγόνα διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας στους συλλέκτες για να αποθηκευτεί. Η τεχνολογία του προηγμένου MPPT είναι εμφανής όταν η ένταση της ηλιακής ενέργειας μεταβάλλεται λόγω των νεφών και γενικότερα του άστατου καιρού.

✓ Λόγος επιλογής του συγκεκριμένου ρυθμιστή φόρτισης.

Αρχικά, η εγκατάσταση του συγκεκριμένου ρυθμιστή φόρτισης είναι κατάλληλη για τη λειτουργία των φωτοβολταϊκών συστημάτων του τύπου λεπτών μεμβρανών. Επίσης, δίνει την ευκαιρία στην τάση των φωτοβολταϊκών να είναι αρκετά υψηλότερη. Ο ρυθμιστής φόρτισης MPPT έχει μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης στα φωτοβολταϊκά συστήματα σε σχέση με τους απλούς ρυθμιστές φόρτισης. Τέλος, επιτυγχάνει την πλήρη φόρτιση των μπαταριών σε ταχύτερο χρονικό διάστημα.

7.3 Μπαταρίες.

Οι **μπαταρίες** ή αλλιώς **συσσωρευτές** αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των φωτοβολταϊκών συστημάτων του σκάφους. Συνεχώς, οι μπαταρίες επαναφορτίζονται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ ακόμα και όταν το σκάφος είναι αγκυροβολημένο.

Το σκάφος κάνει χρήση των **μπαταριών ιόντων λιθίου με 24V και 200Ah**. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου είναι κατάλληλες για το σκάφος γιατί έχουν μεγάλη ενεργειακή πυκνότητα. Οι μετρήσεις έγιναν με την βοήθεια του **Ncalculators.com** και συγκεκριμένα του **Solar Panel (Power) Calculator** [71]. Όπως είναι αναμενόμενο, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν

δείχνουν πως τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποδίδουν σε μεγαλύτερο βαθμό κατά την διάρκεια των πρωινών ωρών με μεσημεριανών ωρών. Αντίθετα, κατά την διάρκεια της νύχτας τα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν αποδίδουν τόσα έντονα. Ο πίνακας 7.1 δείχνει συνοπτικά τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στα 60 φωτοβολταϊκά πάνελ του σκάφους.

Πίνακας 7.1 Συνοπτικές μετρήσεις.					
Ωρα μέτρησης	Μεγίστη Ισχύ Πάνελ (W)	Τάση (V)	Ένταση (A)	Ισχύ (W)	Συνολική απόδοση (%)
Πρωί	150	24	375	9.000	75%
Μεσημέρι	200	24	500	12.000	100%
Απόγευμα	180	24	450	10.800	90%
Βράδυ	0,60	24	1.5	36	0,3%

✓ **Λόγος επιλογής των συγκεκριμένων μπαταριών.**

Οι **μπαταρίες** αυτού του είδους φορτίζονται με πιο γρήγορο ρυθμό και έχουν πολύ λίγες απώλειες. Εκτός των προηγούμενων, έχουν μηδενική ανάγκη συντήρησης και δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μάλιστα σταθερή απόδοση ανεξαρτήτως από την διάρκεια των ωρών λειτουργίας τους.

7.4 Μετατροπέα - Αντιστροφέα (Inverter).

Τα **συστήματα μετατροπής ισχύος** είναι πολύ σημαντικά για το σκάφος διότι χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου δεν είναι δυνατή η πρόσβαση σε δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος.

Στο σκάφος εμπεριέχει δύο συστήματα μετατροπής ισχύος το **μετατροπέα DC - DC** και τον **αντιστροφέα DC - AC**. Δηλαδή ο μετατροπέας DC - DC μετατρέπει το ρεύμα από συνεχές σε συνεχές και ο αντιστροφέας DC - AC μετατρέπει το ρεύμα από συνεχές σε εναλλασσόμενο. Ο **μετατροπέας DC - DC** ο οποίος έχει επιλεγεί διαθέτει είσοδος: **24V DC** και έξοδος: **10-15V DC** , διαστάσεις: **65x88x195mm** και βάρος: **0.90kg**. Αντίθετα, ο **αντιστροφέας DC - AC** διαθέτει είσοδος: **24V DC** και έξοδος: **230VAC**

50/60Hz , διαστάσεις: **385X210X155mm** και ισχύ: **4000VA**. Συνεπώς, τα δύο συστήματα προστατεύουν από την υπέρταση, την υπερφόρτωση, την υπερθέρμανση και από ένα βραχυκύκλωμα.

✓ **Λόγος επιλογής των συστημάτων μετατροπείς και αντιστροφείς.**

- i) Ο μετατροπέας DC - DC διασφαλίζει την καλή λειτουργία των ηλεκτροκινητήρων.
- ii) Ο αντιστροφέας DC - AC διασφαλίζει την εύρυθμη λειτουργία όλων των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούνται στο σκάφος.

7.5 Ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας.

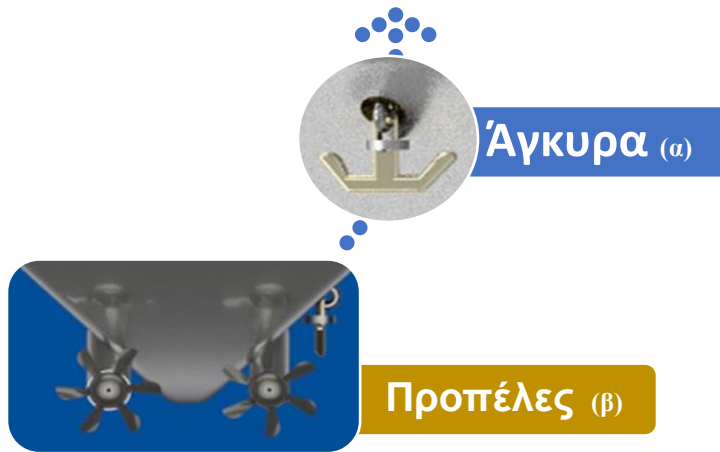
Ο **κινητήρας** έχει μεγάλη σημασία για ένα πλοίο και πιο συγκεκριμένα για την πρόωση του. Το σκάφος λειτουργεί με βάση την ηλιακή ενέργεια μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στο σκάφος έχουν εγκατασταθεί **ηλεκτροκινητήρες**. Ειδικότερα, έχουν τοποθετηθεί **δύο ηλεκτρικοί κινητήρες** του τύπου **μόνιμη μαγνήτη (DC)** οι οποίοι βρίσκονται στο χώρο του μηχανοστασίου.

✓ **Λόγος επιλογής των δύο κινητήρων.**

Οι δύο ηλεκτροκινητήρες είναι εξαιρετικά ισχυροί και ανθεκτικοί στο νερό. Επίσης, είναι κατάλληλη για το συγκεκριμένο σκάφος τόσο για το βάρος του όσο και για το μέγεθός του. Η υιοθέτηση των συγκεκριμένων κινητήρων έχει ως αποτέλεσμα την μη μεταφορά επιπλέον καυσίμου για την πρόωση του σκάφους. Παράλληλα, δεν θα προκύψουν αναθυμιάσεις από καύσιμο όπως diesel καθώς και άλλες δυσάρεστες οσμές. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες δεν προκαλούν θόρυβο και γενικότερα ενοχλητικούς ήχους πράγμα που σημαίνει ότι δεν απειλούν την ηρεμία σε ένα ταξίδι.

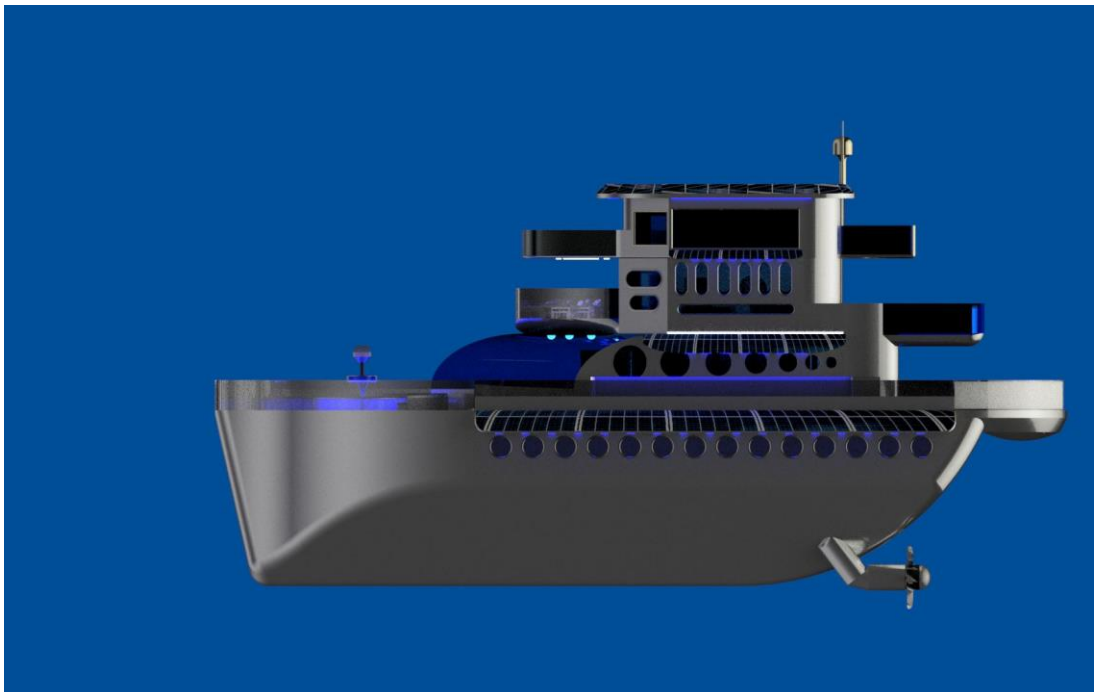
Αξίζει να σημειωθεί ότι το σκάφος απαρτίζεται από **δύο προπέλες** εξαιτίας των δύο ηλεκτροκινητήρων. Στο πλάι του σκάφους υπάρχει φυσικά και η **άγκυρα** η οποία εξασφαλίζει τη σταθερότητα και την ασφάλεια του.

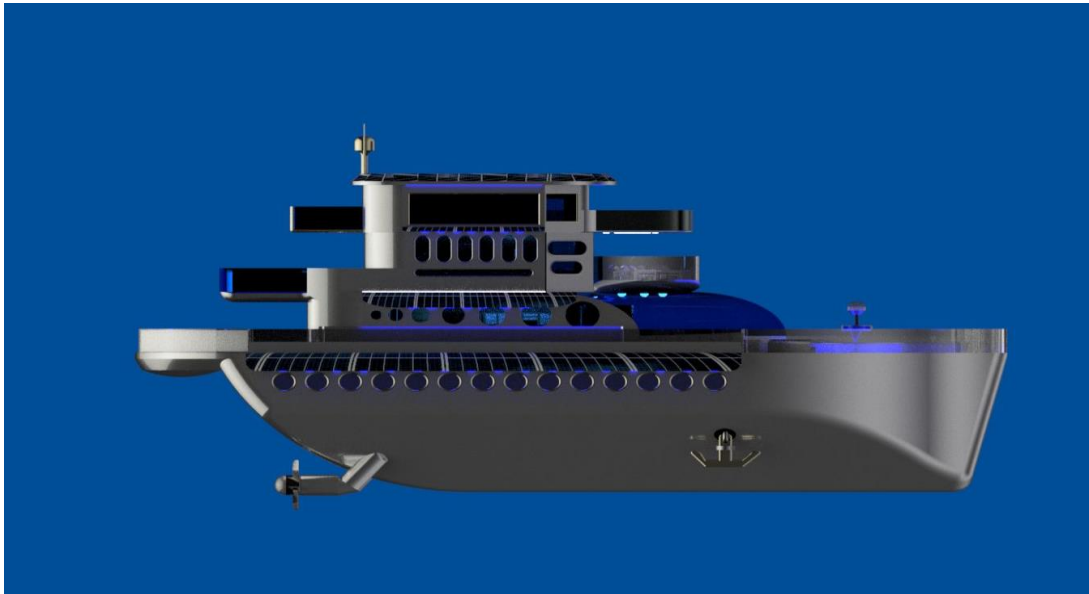


Εικόνα 56. Άγκυρα (α) και Προπέλες (β).

7.6 Φωτισμός του σκάφους.

Φωτισμός του σκάφους.

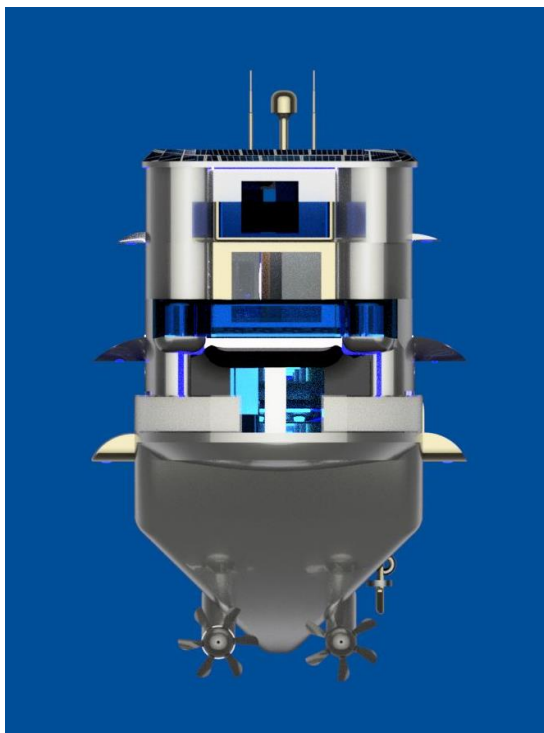




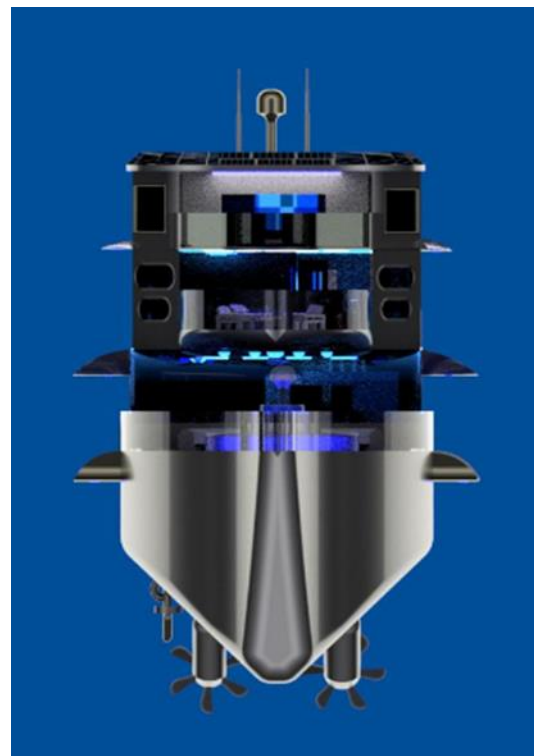
Εικόνα 57. Φωτισμός.

7.7 Το σκάφος από όλες τις οπτικές γωνίες.

Απεικόνιση του σκάφους από όλες οπτικές γωνίες.



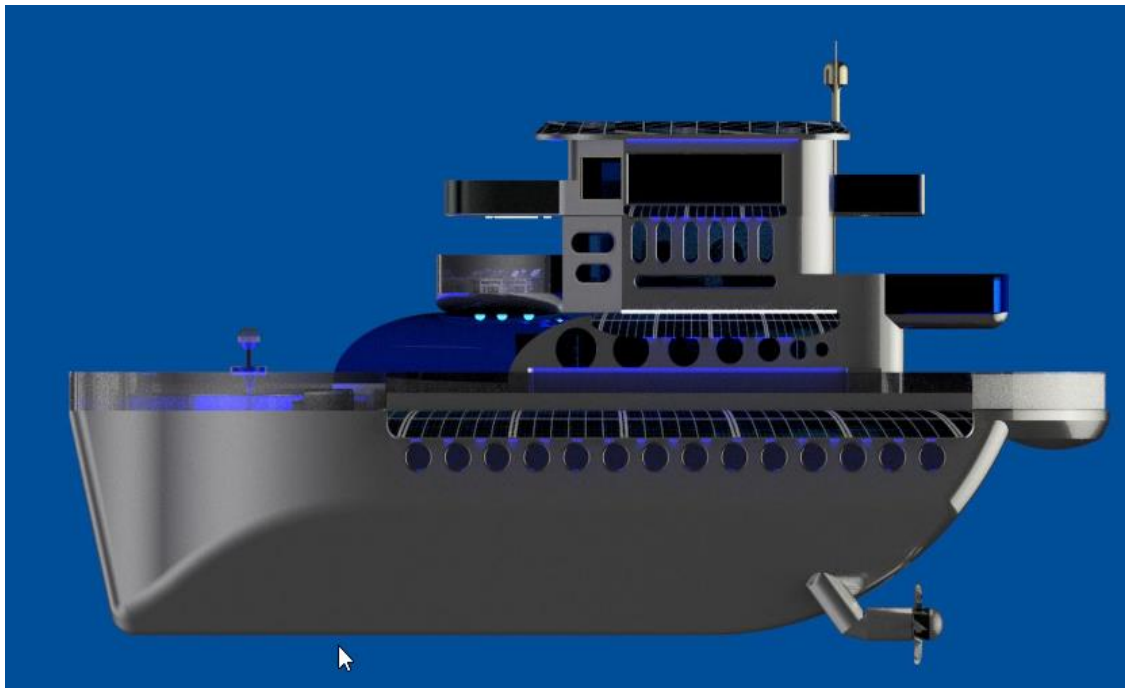
Εικόνα 58. Πίσω μέρος του σκάφους.



Εικόνα 59. Μπροστινό μέρος του σκάφους.



Εικόνα 60. Αριστερή πλευρά του σκάφους.



Εικόνα 61. Δεξιά πλευρά του σκάφους.



Εικόνα 62. Το σκάφος αγκυροβολημένο στο λιμάνι.

7.8 Συμπέρασμα για το σκάφος.

Το σκάφος χρησιμοποιώντας ηλιακή ενέργεια έχει οικονομία καυσίμου διότι ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν χωρίς καύσιμο. Επιπροσθέτως, δεν εκπέμπονται ρύποι και δεν υπάρχει κίνδυνος ρύπανσης του περιβάλλοντος εφόσον προκληθεί κάποιο ατύχημα. Δεν υπάρχει συχνή αναγκαιότητα για συντήρηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ωστόσο, το κυριότερο μειονέκτημα είναι ότι υπάρχει υψηλό κόστος επένδυσης στα φωτοβολταϊκά συστήματα και στους ηλεκτρικούς κινητήρες. Σε περίπτωση που επικρατούν ακραίες καιρικές συνθήκες, το σκάφος μπορεί να μην πραγματοποιήσει μακρινά ταξίδια διότι υπάρχει περιορισμένη δραστηριότητα των μπαταριών.

Πέρα από τα προηγούμενα, ο κάθε άνθρωπος μπορεί να πραγματοποιήσει διάφορες αλλαγές στο σκάφος ανάλογα βέβαια με την οικονομική του δυνατότητα. Αφενός μπορεί να τοποθετήσει διαφορετικό είδος

φωτοβολταϊκών συστημάτων αφετέρου μπορεί να τοποθετήσει διαφορετικό είδος ηλεκτρικών κινητήρων με τάση από 30V έως 50V. Δηλαδή, μπορεί στα φωτοβολταϊκά συστήματα να επιλέξει άλλο μέγεθος τάσης (από 12V έως 24V) και ισχύς ρεύματος (από 100W έως 150W). Επιπροσθέτως, έχει τη δυνατότητα να επιλέξει διαφορετικό τύπο μπαταρίας με μεγαλύτερη χωρητικότητα (από 150Ah έως 250Ah) οι οποίες θα αποδίδουν σε μεγαλύτερο βαθμό.



Εικόνα 63. Σκάφος.

Συμπέρασμα.

Ως τελικό στάδιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα τα οποία προκύπτουν από την μελέτη η οποία έχει προηγηθεί προηγούμενως.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια ασφαλής τεχνολογία παραγωγής ενέργειας. Για το λόγο αυτό, στο σκάφος έχει χρησιμοποιηθεί αυτού του είδους η τεχνολογία με στόχο να τροφοδοτείται το πλοίο με ηλιακή ενέργεια. Η χρησιμοποίηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων έχει βοηθήσει το σκάφος στην μη χρήση καυσίμου και στην μην ανάγκη προμήθειας του. Έτσι, οι μπαταρίες των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποθηκεύουν την παραγόμενη ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Δηλαδή το σκάφος έχει την δυνατότητα να λειτουργεί και κάτω από αυτές τις συνθήκες.

Στο σκάφος έχουν τοποθετηθεί συγκεκριμένου είδους φωτοβολταϊκά συστήματα ωστόσο μπορούν να δοκιμάσουν και διαφορετικού είδους φωτοβολταϊκά συστήματα χωρίς να είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν στην πραγματικότητα. Κατά συνέπεια, η χρησιμότητα της ηλιακής ενέργειας στο σκάφος είναι μία αξιόπιστη λύση για την πρόωση του πλοίου και θα χρησιμοποιηθεί αρκετά στο μέλλον.

Στο σημείο αυτό, καλό είναι να αναφερθεί ότι το περιβάλλον και η προστασία του αποτελεί σημαντικό ζήτημα. Η ηλιακή ενέργεια η οποία συλλέγεται από τα φωτοβολταϊκά πάνελ έχει βοηθήσει το πλοίο να μην αποτελεί απειλή για το φυσικό και το υδάτινο περιβάλλον. Επιπλέον, το σκάφος δεν έχει καταστρεπτικές επιδράσεις στα θαλάσσια οικοσυστήματα επειδή δεν προκαλεί ρύπους. Πράγμα που σημαίνει ότι δεν θα προκύψουν κάποιες ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Παράλληλα, οι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες χρησιμοποιούνται στο σκάφος μπορούν να λειτουργήσουν άψογα ανάλογα βέβαια με τις απαιτήσεις του καθενός. Επομένως, η ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί εύκολα να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες μιας ημέρας.

Για την πραγματοποίηση της σχεδίασης του σκάφους χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Autodesk Inventor. Το πρόγραμμα βοήθησε αρκετά τον λεπτομερή σχεδιασμό του σκάφους τόσο εξωτερικά όσο εσωτερικά. Τα διάφορα κομμάτια τα οποία σχεδιάστηκαν μπορούν να συναρμολογηθούν μεταξύ τους έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Ο τελικός σχεδιασμός του πλοίου έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί σε animation με στόχο να γίνει εμφανής η πρόωση του σκάφους. Βασικό συμπέρασμα είναι ότι η χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος βοήθησε αρκετά στον επιθυμητό τελικό σχεδιασμό του σκάφους.

Συνεπώς, το συμπέρασμα που συνάγεται είναι ότι το σκάφος θεωρητικά είναι λειτουργικό και αποτελεσματικό χωρίς να απαιτεί την ανάγκη επιπλέον οικονομικής επιβάρυνσης διότι χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια.

Βιβλιογραφία.

1. Φραγκιαδάκης Ιωάννης Ε., (2019) Φωτοβολταϊκά συστήματα, Ζήτη.
2. Κιοσκερίδης Ιορδάνης, (2019) Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας , Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.
3. Πέτρος Καραϊσάς, (2014) Φωτοβολταϊκά συστήματα & Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ΓΣΕΒΒΕ – Ινστιτούτο μικρών επιχειρήσεων.
4. Σαφάκας Αθανάσιος, Ν., (2019) Ηλεκτρικές μηχανές, Ζήτη.
5. Stephen J. Chapman, (2009) Ηλεκτρικές μηχανές, Τζιόλα.
6. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF>
7. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CF%8C%CF%81%CE%BF%CF%82>
8. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/22/Bateaux_comparaison2.svg/200px-Bateaux_comparaison2.svg.png
9. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/70/Lod_Schema.png/320px-Lod_Schema.png
10. <https://el.encyclopedia-titanica.com/significado-del-sol>
11. <https://www.sportime.gr/wp-content/uploads/2019/03/sunn.jpg>
12. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1>
13. https://www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%89%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%82&fbclid=IwAR2hH-v8JQicbl8M8caECEo5TadGMrOEdrGEMctdOuiA7c2CpQ_7cGIh-2k
14. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1>
15. http://www.teidasoponias.gr/site/news/xtra/morfologia/iliaki_aktinovolia.pdf
16. <https://globalsolaratlas.info/detail?c=41.43449,17.127686,6&r=DEU&s=38.995368,21.987713&m=site>
17. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/SolarGIS-Solar-map-Greece-en.png/315px-SolarGIS-Solar-map-Greece-en.png>
18. <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/ENV127/%CE%91%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CF%84%CE%AC%20%CE%9C%CE%B1%CE%B8%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/2%CE%B2.%20%CE%95%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%20-%20%CE%91%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1%20-%20%CE%95%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C%20%CE%99%CF%83%CE%BF%CE%B6%CF%8D%CE%B3%CE%B9%CE%BF.pdf>
19. <https://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf>
20. <http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc318y/th/math9.html>
21. <http://www.electronicandyou.com/advantages-and-disadvantages-of-solar-energy.html>
22. https://www.4green.gr/jpg/news/700/Autonomo_tx32_2.jpg

23. <http://www.sunblog.org/diethni-nea/2012/03/zebra-%CE%BD%CE%AD%CE%B5%CF%82-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82-2-2904.html>
24. <http://www.sunblog.org/wp-content/uploads/2012/03/50-%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AD%CF%82-%CE%BA%CF%85%CF%88%CE%AD%CE%BB%CE%B5%CF%82.jpg>
25. https://static9.depositphotos.com/1674252/1149/v/950/depositphotos_11495647-stock-illustration-photovoltaic-cell.jpg
26. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f3/SolarpanelBp.JPG>
27. <https://solaradvice.co.za/wp-content/uploads/2016/04/thin-film-solar-panel.jpg>
28. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>
29. <http://www.solar-systems.gr/solar-systems-information.html>
30. https://lh3.googleusercontent.com/proxy/h4VB2sF_c0iR9NZGMINj6RvS8wdpwwfyXJDVzb5SpD2FNi-IDle_nR_5DzUMVp-d-fWk27ZMqdBxJVXPFrYSMuHW0b8wjSO5aexpMzS7Y3iYWqzXeWpnn5wX
31. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1
32. <https://sites.google.com/site/photovoltaicssystems93/orismos>
33. <https://www.fotovoltaiika-systems.gr/fotovoltaiika-systhma.html>
34. <https://agrosimvoulos.gr/wp-content/uploads/2012/10/panels.jpg>
35. https://el.wikibooks.org/wiki/%CE%A7%CF%81%CE%AE%CF%83%CE%B7_%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CF%8E%CE%BD_%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%BA%CE%B1%CE%B9_%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B3%CF%89%CE%B3%CE%AE_%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82_%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD_%CE%95%CF%85%CF%81%CF%8E%CF%80%CE%B7
36. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC>
37. <https://www.eco2day.gr/wp-content/uploads/2018/03/fotovoltaiika-panel-parts.png>
38. <https://www.eco2day.gr/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%AC-%CF%80%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BB/>
39. <https://www.agelopoulos.gr/fotovoltaiika.html>
40. <https://acepower.gr/el/%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%BF%CE%AF-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%B5%CE%AF%CF%82-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%80/>
41. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC_%CE%B9%CF%83%CF%87%CF%8D%CE%BF%CF%82

42. <https://acepower.gr/wp-content/uploads/2015/09/TL-Inverter-1500-12500-W.jpg>
43. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%BD%CF%84%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AD%CE%B1%CF%82>
44. <https://www.solarcooking.com/rythmistes-fortishs>
45. <http://www.solar-systems.gr/chargers/index.htm>
46. <https://shop.solar.com.gr/el/17-rythmistes-fortisis>
47. https://onewheel.wiki/File:Charge_controller.png
48. https://www.inverter.com/images/thumbs/0000952_60a-12v24v48v-pwm-solar-charge-controller_415.jpeg
49. <https://5.imimg.com/data5/TX/MB/PS/SELLER-89519488/smart-350-wattac-solar-panel-with-micro-inverter-system-500x500.jpg>
50. https://www.victronenergy.gr/upload/cache/1580987731_upload_products_532_532-365_985_20200206121531.png
51. <https://www.batteryclub.gr/blog-news/bataries-gia-aftonoma-fotovoltaika-sistimata>
52. <https://www.oleng.eu/aytonomous-photovoltaics-batteries/>
53. <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%80%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1>
54. <https://www.mp-energy.gr/%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B1-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/%CE%B2%CE%BF%CE%B7%CE%B8%CE%B5%CE%B9%CE%B1/%CE%BC%CF%80%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%B9%CE%B5%CF%83.html>
55. https://el.m.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CF%80%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%B9%CF%8C%CE%BD%CF%84%CF%89%CE%BD_%CE%BB%CE%B9%CE%B8%CE%AF%CE%BF%CF%85
56. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/99/Lithium-Ionen-Accumulator.jpg/220px-Lithium-Ionen-Accumulator.jpg>
57. <https://www.e-smarteck.gr/blog/epanafortizomenes-mpataries>
58. https://en.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor
59. https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BF_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF%CF%85
60. https://el.m.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82
61. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcThZanmgE3Xgtgi5v_4PFNpF9ut70-MBFctRw&usqp=CAU
62. https://www.iliofos.gr/images/Products/Drivemaster_Modular/1-DriveMaster-Modular_motor-thumb.jpg
63. <https://boznos.gr/images/virtuemart/product/omec9.jpg>
64. <https://i2.wp.com/albaenergy.com/wp-content/uploads/2018/04/colored-solar-panels-mono-vs-poly-crystalline.jpg?resize=1000%2C666&ssl=1>

65. <https://yooutube.ru/el/razbiraemnya-v-principah-raboty-elektrovdigatelei-preimushchestva-i/>
66. https://i0.wp.com/electricalschool.info/uploads/posts/2015-08/1438611943_princip-um.jpg
67. <https://illustrationprize.com/el/77-difference-between-synchronous-and-asynchronous-motor.html>
68. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_solar-powered_boats
69. https://www.designboom.com/weblog/images/images_2/2011/jenny/planet_solar/planetsolar01.jpg
70. [https://2.bp.blogspot.com/ERRQDQSpqw/URroBPhvrJI/AAAAAAAAARnQ/LjAhXAXCCak/s1600/%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9A%CE%99%CE%9D%CE%97%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%91%CE%A3\(5\).jpg](https://2.bp.blogspot.com/ERRQDQSpqw/URroBPhvrJI/AAAAAAAAARnQ/LjAhXAXCCak/s1600/%CE%97%CE%9B%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%9A%CE%99%CE%9D%CE%97%CE%A4%CE%97%CE%A1%CE%91%CE%A3(5).jpg)
71. <https://ncalculators.com/electrical/solar-panel-calculator.htm>