



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Ναυτικής Μηχανολογίας

Διπλωματική εργασία:

**«Μελέτη εφικτότητας μετατροπής σκαφών αναψυχής σε αμιγώς
ηλεκτρικά»**

Χριστοδούλου Αντρέας

Επιβλέπων: Ιωάννης Προυσαλίδης

Περιεχόμενα

1)Εισαγωγή	5
2)Περιβαλλοντικά προβλήματα.....	7
2.1) Τα αέρια του θερμοκηπίου	7
2.2) Επιπτώσεις.....	10
2.3) Μέτρα αντιμετώπισης	12
3)Ναυτικές μηχανές εξωτερικής καύσης.....	15
3.1) Αρχή λειτουργίας μηχανής εσωτερικής καύσης	15
3.2) Κινητήρες Diesel	17
3.2.1) Αναγνώριση κινητήρων Diesel.....	18
3.2.3) Ταξινόμηση κινητήρων Diesel	18
3.2.4) Διατάξεις κινητήρων Diesel	19
3.2.2) Δίχρονοι-Τετράχρονοι κινητήρες Diesel.....	19
4) Τύποι μηχανών στα σκάφη.....	22
4.1) Εσωλέμβιες.....	22
4.2) Εξωλέμβιες.....	23
4.3) Εσω-εξωλέμβια μηχανή.....	24
5) Μπαταρίες	26
5.1) Ιστορική αναδρομή.....	26
5.2) Αρχή λειτουργίας.....	30
5.3)Κελιά μπαταριών και τα χαρακτηριστικά τους μεγέθη.....	33
5.4)Τύποι Μπαταριών	36
6) Σκάφη αναψυχής.....	42
6.1)Μηχανοκίνητα σκάφη αναψυχής.....	45
6.2) Ιστιοφόρα σκάφη αναψυχής.....	48
7) Ηλεκτροκινητήρες.....	51
7.1) Γενικά.....	51
7.2)Αρχή λειτουργίας.....	51
7.2)Είδη ηλεκτροκινητήρων.....	53
8) Μελέτη εφικτότητας μετατροπής σκαφών αναψυχής σε αμιγώς Ηλεκτρικά	60
8.1) Tempest 360	60
8.2) Cap camarat 535	65
8.3) Fairline targa 43	71
8.4) Hallberg-rassy 310	76
Συμπεράσματα.....	83

Βιβλιογραφία..... 86

Ευχαριστίες

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Ιωάννη Προυσαλίδη για την βοήθεια και την αμέριστη συμπαράσταση που μου έδειξε για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Με την ευγένεια την προθυμία και τις γνώσεις του είχαμε μια άριστη συνεργασία με αποτέλεσμα να φέρω εις πέρας την εργασία αυτή.

Επιπροσθέτως, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους δύο μου γονείς, για όλα όσα μου έχουν προσφέρει, όχι μόνο στα φοιτητικά μου χρόνια αλλά και κατά τη διάρκεια της ζωής μου μέχρι τώρα.

1) Εισαγωγή

Είναι ευρέως γνωστό πως τα σκάφη αναψυχής για την κίνηση τους χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο ορυκτά καύσιμα όπως πετρέλαιο και βενζίνη. Η πηγή ενέργειας αυτή δημιουργεί αρκετά και μη αντιστρεπτά προβλήματα στο περιβάλλον και τον άνθρωπο. Τα προβλήματα αυτά τα τελευταία χρόνια γίνονται όλο και πιο εμφανή και έχουν μια απίστευτη αρνητική για το περιβάλλον πορεία. Κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αέριοι ρύποι όπως διοξείδιο του άνθρακα(CO₂), Οξείδια του θείου(SO_x), του αζώτου(NO_x) και άλλα μεγαλομόρια που αποτελούν απειλή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Πρωτοβουλίες κρατών διεθνών οργανισμών και της ναυτιλίας ,οπού συμπεριλαμβάνεται και το κομμάτι της παρούσας εργασίας, έχουν θέσει κάποιους στόχους για την μετάβαση σε ένα πιο πράσινο και περιβαλλοντικά βιώσιμο μέλλον .Οι πρωτοβουλίες αυτές αποτελούνται κυρίως από διάφορες νομοθεσίες και κανονισμοί, όπως οι γνωστοί κανονισμοί του IMO που έχουν ως σκοπό τη σταδιακή μείωση επιβλαβών ουσιών με συγκεκριμένους χρονικούς ορίζοντες.

Καταλυτική επίσης είναι η ευσυνειδησία του κάθε πολίτη και κάθε μηχανικού. Η συνεχιζόμενη πορεία του προβλήματος αυτού θα επιφέρει καταστροφή τόσο στο περιβάλλον όσο και στον ίδιο τον άνθρωπο. Ο άνθρωπος πρέπει να εφαρμόσει πιο οικολογικές πρακτικές, τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και για θέματα υγείας .

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προμελέτη για μετασκευή σκαφών αναψυχής χρησιμοποιώντας ως ενέργεια την ηλεκτρική. Η ενέργεια αυτή θα παρέχεται από συστοιχίες μπαταριών και ενός ηλεκτρικού κινητήρα όπου θα αντικαταστήσουν τον κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Αν και η ιδέα της ηλεκτροκίνησης δεν είναι κάτι καινούργιο, εντούτοις είχε επικρατήσει όλα αυτά τα χρόνια η κίνηση με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Ωστόσο, η μεγάλη πλέον ανάγκη για την αλλαγή και τη μετάβαση στην πράσινη ενέργεια επαναφέρει το θέμα της ηλεκτροκίνητης πρόωσης ως πλέον κάτι απαραίτητο.

Η αποκλειστική ηλεκτροκίνηση σκαφών αποτελεί μια ελκυστική λύση σε πολλά από τα περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι ηλεκτροκινητήρες παράγουν έργο χωρίς την παράλληλη εκπομπή βλαβερών ουσιών για την υγεία και το περιβάλλον. Τα στοιχεία δείχνουν ότι τα ηλεκτροκίνητα σκάφη είναι απαραίτητα και υπόσχονται πολλά για το προσεχές μέλλον. Για την πρακτική εφαρμογή της ηλεκτροκίνησης απαιτείται παράλληλη βελτιστοποίηση ορισμένων τεχνολογιών όπως για παράδειγμα οι μπαταρίες και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε κατά πόσο είναι εφικτή η μετατροπή διαφόρων ειδών σκαφών σε ηλεκτροκίνηση.

Η αλλαγή δεν θα γίνει από την μια μέρα στην άλλη . Είναι αναμφισβήτητο πως όλες οι τεχνολογίες που ζούμε χρειάστηκαν κάποια χρόνια για να ωριμάσουν και να αντικαταστήσουν τις προηγούμενες. Οι ενδείξεις είναι αρκετά θετικές και υποσχόμενες.

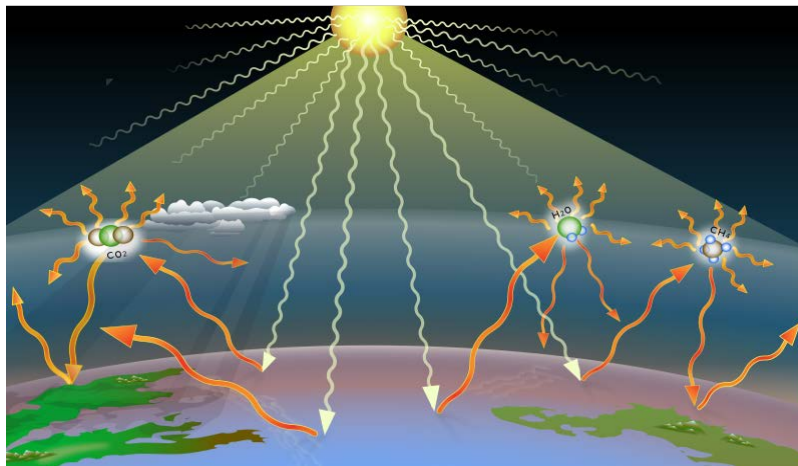
2) Περιβαλλοντικά προβλήματα

2.1) Τα αέρια του θερμοκηπίου

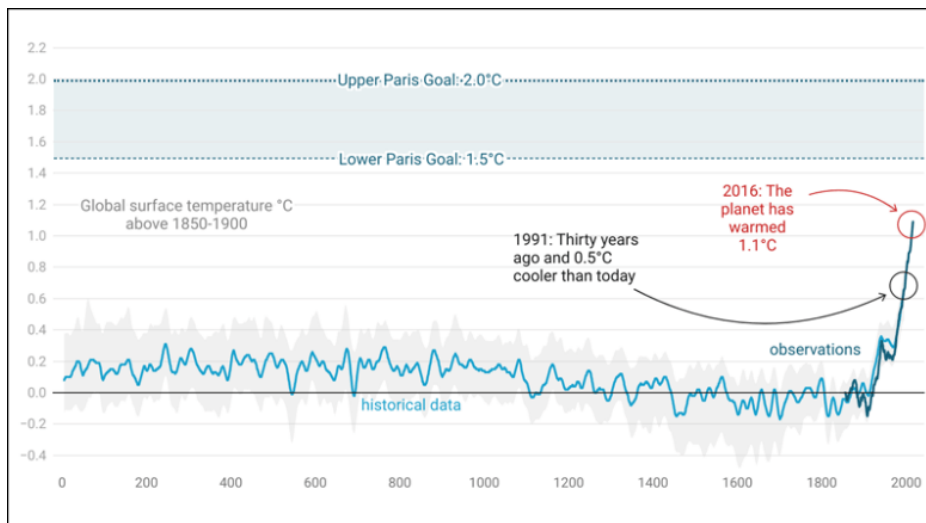
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι μια φυσική διαδικασία. Το χρειαζόμαστε για να διατηρήσουμε τη Γη μας ζεστή, ώστε να υπάρχει ζωή και ανάπτυξη. Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι τα αέρια που απορροφούν και εκπέμπουν ενέργεια ακτινοβολίας μέσα στο εύρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα κύρια αέρια θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα της Γης είναι ο υδρατμός (H_2O), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), το οξείδιο του αζώτου (N_2O), το μεθάνιο (CH_4) και το όζον (O_3). (βλέπε σχήμα 2.1)

Χωρίς τα αέρια αυτά η Γη θα ήταν κρύα, περίπου -18 βαθμών κελσίου και δεν θα μπορούσε να υπάρχει ζωή. Αντιθέτως, η μέση θερμοκρασία της Γης διατηρείται στο επίπεδο των 15 βαθμών κελσίου με τη βοήθεια του φαινομένου αυτού. Τα τελευταία χρόνια, λέγοντας φαινόμενο του θερμοκηπίου δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Επομένως, ο όρος συνδέεται με την παγκόσμιη κλιματική θέρμανση.

Με τον όρο παγκόσμια κλιματική θέρμανση δηλώνεται μια ειδική περίπτωση κλιματικής μεταβολής και αναφέρεται στην αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας της Γης και των ωκεανών. Η θέση του ΟΗΕ μέσω της διακυβερνητικής επιτροπής για την αλλαγή του κλίματος (IPCC), έχει διατυπώσει ότι η άνοδος της θερμοκρασίας ξεκίνησε στα μέσα του 20^{ου} αιώνα. Η σημερινή θερμοκρασία είναι 1.09 °C πάνω από την μέση θερμοκρασία του 1850-1900. (βλέπε σχήμα 2.2)

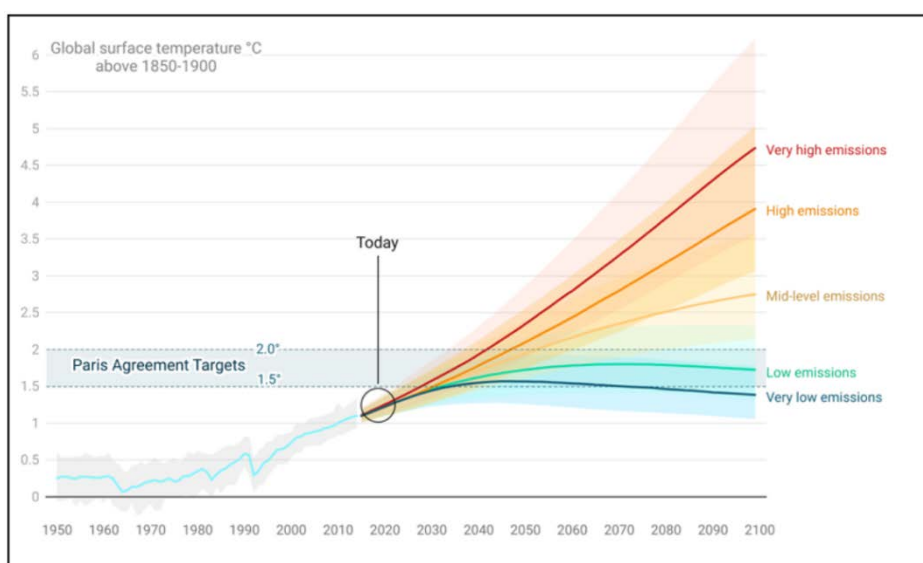


Σχήμα 2.1 Τα κύρια αέρια του θερμοκηπίου



Σχήμα 2.2 Η σταθερή πορεία της θερμοκρασίας τα τελευταία 2000 χρόνια και η απότομη αλλαγή του 20^{ου} αιώνα

Η απότομη αλλαγή της θερμοκρασίας υπήρξε η αφορμή για την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, κατά την οποία παρατηρήθηκε αύξηση ύψους 45% στην ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα. Η συγκεκριμένη αύξηση είναι η υψηλότερη συγκέντρωση αερίου άνθρακα τα τελευταία 3 εκατομμύρια χρόνια. Επίσης, ανάλογα με τον ρυθμό που θα συνεχιστούν οι εκπομπές των αερίων θα υπάρξει και η ανάλογη αύξηση της θερμοκρασίας, όπως παρουσιάζεται στην πιο κάτω γραφική παράσταση της επιτροπής του IPCC.(βλέπε σχήμα 2.3)



Σχήμα 2.3 Σενάρια αύξησης της θερμοκρασίας

Επιπλέον, μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο δείκτης GWP(global warming potential). Ο συγκεκριμένος δείκτης αντιπροσωπεύει την ποσότητα της θερμότητας που προκαλεί ένα αέριο σε μια χρονική περίοδο συνήθως 100 ετών. Το κυριότερο αέριο στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα και για αυτό τον λόγο τα GWP των υπολοίπων δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη θέρμανση προκαλούν σε σχέση με το CO₂. Οι τιμές αυτές παρουσιάζονται στον πιο κάτω πίνακα. (βλέπε πίνακα 2.1)

Greenhouse Gas	Formula	100-year GWP (AR4)
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	25
Nitrous oxide	N ₂ O	298
Sulphur hexafluoride	SF ₆	22,800
Hydrofluorocarbon-23	CHF ₃	14,800
Hydrofluorocarbon-32	CH ₂ F ₂	675
Perfluoromethane	CF ₄	7,390
Perfluoroethane	C ₂ F ₆	12,200
Perfluoropropane	C ₃ F ₈	8,830
Perfluorobutane	C ₄ F ₁₀	8,860
Perfluorocyclobutane	c-C ₄ F ₈	10,300
Perfluoropentane	C ₅ F ₁₂	13,300
Perfluorohexane	C ₆ F ₁₄	9,300

Πίνακας 2.1 Διάφορες τιμές του δείκτη GWP

2.2) Επιπτώσεις

Οι επιπτώσεις από την ατμοσφαιρική ρύπανση και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι πολλές και σε βάθος χρόνου γίνονται όλο και περισσότερες σε μεγαλύτερο βαθμό. Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται οι περιβαλλοντολογικές και αρνητικές για τον άνθρωπο επιπτώσεις.

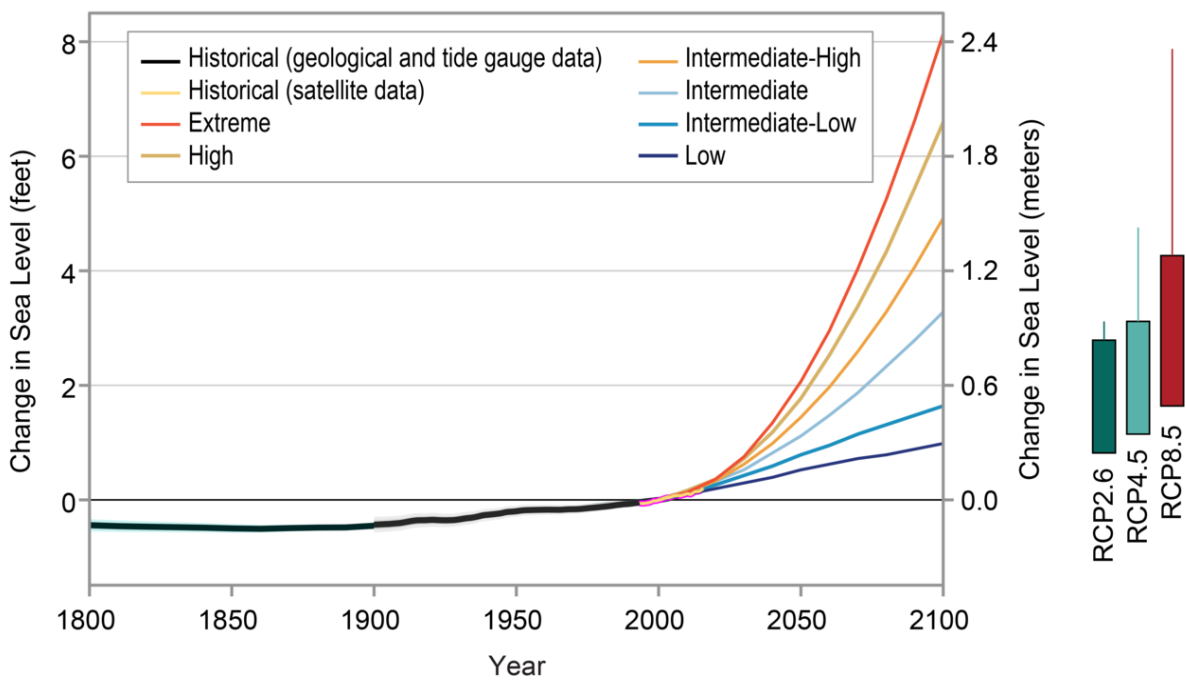
Τα αέρια του θερμοκηπίου προκαλούν βιο-γεωχημικές αλλαγές στους ωκεανούς με τεράστιες επιπτώσεις στα θαλάσσια συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται γιγαντιαία συγκέντρωση αζώτου σε περιοχές ποταμών, λιμνών, θαλασσών αναστατώνοντας την χημική ισορροπία θρεπτικών ουσιών στο νερό και προκαλώντας το φαινόμενο του ευτροφισμού. Το φαινόμενο αυτό δεσμεύει το διαθέσιμο οξυγόνο με αποτέλεσμα να μειώνονται οι πληθυσμοί των ψαριών, οστρακοειδών κλπ.

Αξιοσημείωτη, είναι η άνοδος της στάθμης της θάλασσας στα 3,1mm το χρόνο, η οποία έχει παρατηρηθεί από δορυφορικές παρατηρήσεις τα τελευταία 15 χρόνια (έναντι του μέσου όρου που ήταν 1,7 mm τον 20^ο αιώνα). Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση από τη διακυβερνητική επιτροπή των Ηνωμένων εθνών για την κλιματική αλλαγή(IPCC), εκτιμάται άνοδος της στάθμης της θάλασσας από 0.29 m μέχρι 1.1 m μέχρι το τέλος του αιώνα. Αυτή είναι μια από τις πιο τρομακτικές προβλέψεις που έγιναν ποτέ από την IPCC. (Σχήμα 2.4)

Επιπλέον, τα οξείδια του αζώτου NO_x και συγκεκριμένα ο τύπος N₂O, έχει βρεθεί ότι συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα οξείδια αυτά προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα η δημιουργία όζοντος κοντά σε επιφάνειες εδαφών που υπάρχει αντίδραση σε περίπτωση ζέστης και ηλιοφάνειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα αναπνευστικά προβλήματα σε παιδιά και σε ευάλωτες ομάδες. Επίσης, συμβάλουν στην όξινη βροχή όπου έχει επιπτώσεις σε μνημεία κτίρια κλπ. Ακόμη, στον αέρα αντιδρά με κοινές πτητικές οργανικές ενώσεις και με το όζον σχηματίζοντας τοξικά προϊόντα, κάποια από τα οποία μπορούν να προκαλέσουν βιολογικές μεταλλάξεις.

Επιπρόσθετα, ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο καύσιμο στην Ναυτιλία είναι το βαρύ πετρέλαιο, το οποίο περιέχει 2700 φορές περισσότερο θείο από το καύσιμο που χρησιμοποιείται στις οδικές συγκοινωνίες. Τα οξείδια του θείου προκαλούν αρκετά περιβαλλοντικά ζητήματα. Για παράδειγμα η όξυνση των εδαφών επηρεάζει τη διαδικασία

πρόσληψης θρεπτικών στοιχείων των φυτών, όπως είναι ο φωσφόρος, το ασβέστιο, το μαγνήσιο καθώς και το νερό. Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί πως τα συγκεκριμένα οξείδια μπορούν να προκαλέσουν ασθένεια του αναπνευστικού και των πνευμόνων μέσα σε 10 λεπτά ευάλωτης έκθεσης σε αυτά. Τα οξείδια του θείου αντιδρώντας με άλλες ενώσεις της ατμόσφαιρας συμβάλλουν σε δευτερογενή δημιουργία σωματιδίων τα οποία προκαλούν σοβαρές βλάβες στο αναπνευστικό σύστημα.



Σχήμα 2.4 Σενάρια για την άνοδο της στάθμης της θάλασσας μέχρι το 2100

2.3) Μέτρα αντιμετώπισης

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο πλανήτης μας στο θέμα της ρύπανσης είναι πολλά και συνεχώς μεγαλώνουν με ταχύτητες οι οποίες μας βρίσκουν αρκετά απροετοίμαστους. Τα καταστροφικά αυτά προβλήματα έσπευσαν να μειώσουν και να αποτρέψουν οι διάφορες νομοθεσίες, πρωτόκολλα και κανονισμοί ανά το παγκόσμιο. Στο παρόν κεφάλαιο αναφέρονται και αναλύονται κάποιες από τις λειτουργικές ρυθμίσεις για την μείωση των ρύπων.

Πρωτόκολλο του Κυότο

Το πρωτόκολλο του Κιότο που διαδέχεται τη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές μεταβολές είναι μια από τις σημαντικότερες διεθνείς νομοθετικές πράξεις καταπολέμησης των κλιματικών μεταβολών. Περιλαμβάνει τις δεσμεύσεις που έχουν αναλάβει οι εκβιομηχανισμένες χώρες για τον περιορισμό των οικείων εκπομπών ορισμένων αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό, τα κράτη που έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο ανάληψης υποχρεώσεων(2008-2012) σε σχέση με τις εκπομπές του το 1990(ή του 1995 για ορισμένα αέρια). Το πρωτόκολλο του Κιότο υιοθετήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου του 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας ενώ τέθηκε σε ισχύ στις 14 Φεβρουαρίου του 2005.

Οι στόχοι του πρωτοκόλλου καλύπτουν την εκπομπή έξι κύριων αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτά είναι τα εξής:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- Μεθάνιο (CH₄)
- Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)
- Υπερφθοράνθρακες (PFCs)
- Υδροφθοράνθρακες (HFCs)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF₆)

Πηγή: UNFCCC

Οι χώρες που συμμετέχουν στο Πρωτόκολλο μπορούν να επιτύχουν τους στόχους τους μειώνοντας τις εκπομπές τους ή εναλλακτικά χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους από τους λεγόμενους ευέλικτους μηχανισμούς που διαθέτει το πρωτόκολλο. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι :

- Μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης (Clean Development Mechanism ,CDM)
- Μηχανισμός κοινής εφαρμογής (Joint Implementation,JI)
- Εμπορία δικαιωμάτων Εφαρμογής (Emission trading, ET)

Οι συγκεκριμένοι μηχανισμοί έχουν σχεδιαστεί για βοήθεια στις χώρες του Πρωτοκόλλου που η επίτευξη των στόχων των εκπομπών τους κοστίζουν περισσότερο.

Διεθνής σύμβαση MARPOL 77/78

Η διεθνής σύμβαση της MARPOL (maritime pollution) αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό(IMO) με στόχο την ελαχιστοποίηση της ρύπανσης των ωκεανών, θαλασσών και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Οι κανονισμοί της MARPOL είναι συγκεντρωμένοι σε 6 κεφάλαια που εμφανίζονται στη σύμβαση ως προσαρτήματα (annexes).

Το προσάρτημα VI της MARPOL αναφέρεται στον περιορισμό της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τα πλοία. Το προσάρτημα αυτό έχει τεθεί σε ισχύ από το 2005. Αρχικά το προσάρτημα δεν έθετε περιορισμούς στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, το 2011 έγιναν πολύ σημαντικές τροποποιήσεις που εισάγουν μέτρα περιορισμού της ατμοσφαιρικής ρύπανσης μέσω περιορισμών της κατανάλωσης ενέργειας. Οι κανονισμοί αρχικά αποσκοπούσαν στον περιορισμό απελευθέρωσης προς την ατμόσφαιρα πτητικές οργανικές ενώσεις. Εν συνεχεία απαγορεύθηκαν οι εκπομπές αερίων που καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος όπως τα halons και τα chlorofluorocarbons (CFCs) .

Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί ότι αρκετά σημαντικό ρόλο στο παράρτημα αυτό διαδραματίζουν οι περιοχές ελέγχου εκπομπών αερίων. Οι ελεγχόμενες αυτές περιοχές εκπομπής αερίων ECA (emission control areas) καθορίστηκαν για τον έλεγχο ως προς ένα ή περισσότερους ρύπους. Οι ήδη υπάρχουσες περιοχές, όπου είναι η θάλασσα της βαλτικής και της βόρειας, ελέγχουν τις εκπομπές SOx.

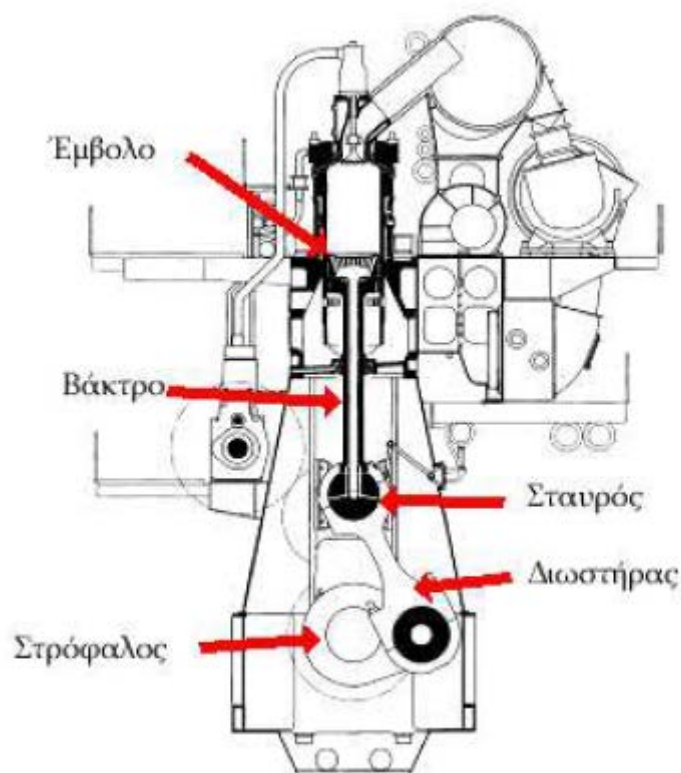
Η ναυτιλία σύμφωνα με μελέτη του IMO (MEPC 67/INF) συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 2,1% της παγκόσμιας παραγωγής αερίων παγκοσμίως με βάση το CO₂. Ο Δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας είναι ένα σημαντικό κομμάτι της ναυτιλίας το οποίο μπορεί να συμβάλει αρκετά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Ο δείκτης αυτός στοχεύει στη σταδιακή βελτίωση της υδροδυναμικής σχεδίασης γάστρας-έλικας και λιγότερο ενεργοβόρων κύριων μηχανών. Ο δείκτης εκφράζει την παραγωγή CO₂ (σε γραμμάρια) ανά μονάδα μεταφορικής ικανότητας, όσο μικρότερη είναι η τιμή τόσο ενεργειακά αποδοτικότερο είναι το πλοίο.

3) Ναυτικές μηχανές εξωτερικής καύσης

3.1) Αρχή λειτουργίας μηχανής εσωτερικής καύσης

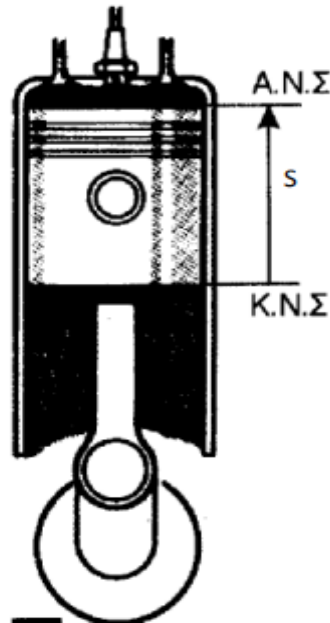
Η αρχή λειτουργίας των εμβολοφόρων παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης στηρίζεται στη μετατροπή της θερμικής ενέργειας, που δημιουργείται από την καύση του καυσίμου εντός ενός διαμορφωμένου κλειστού χώρου (θάλαμος καύσεως) και μετατρέπεται σε μηχανικό έργο δια μέσο συγκεκριμένων μηχανισμών.

Η απελευθερωμένη θερμική ενέργεια, επειδή πραγματοποιείται εντός κλειστού χώρου, έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Η πίεση αυτή μετατρέπεται σε μηχανικό έργο μέσω της ελεγχόμενης μεταβολής του όγκου στο θάλαμο καύσεως και την κίνηση του εμβόλου εντός του κυλίνδρου. Η ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση του εμβόλου μετατρέπεται σε περιστροφική μέσω ενός κινηματικού μηχανισμού το οποίο αποτελείται από τον διωστήρα και στρόφαλο. Ο διωστήρας συνδέεται στο άνω άκρο με το έμβολο και στο κάτω άκρο με τον στροφαλοφόρο άξονα. (Σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1 Ναυτικός κινητήρας

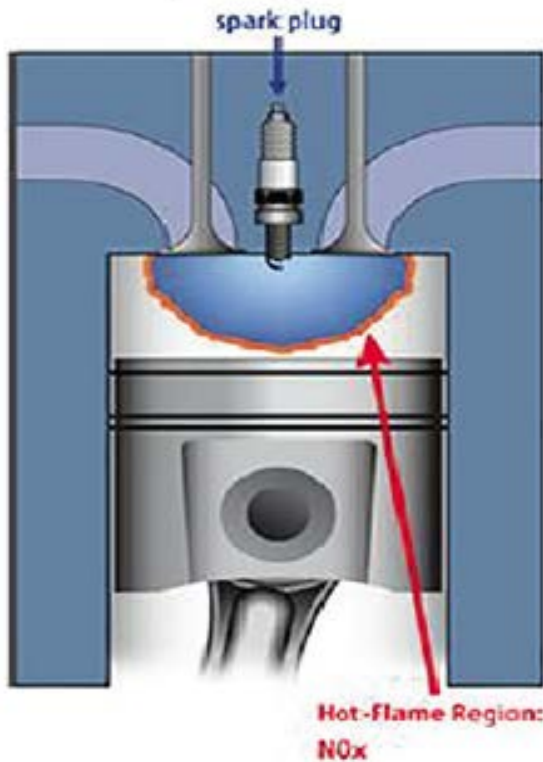
Επίσης, οι μετακινήσεις του εμβόλου έχουν δύο νεκρά σημεία, το άνω νεκρό σημείο(ΑΝΣ) και το κάτω νεκρό σημείο(ΚΝΣ). Η απόσταση μεταξύ των σημείων αυτών ονομάζεται διαδρομή του εμβόλου. Η μετακίνηση του εμβόλου μεταξύ των δύο αυτών νεκρών σημείων, εκτός από τη διαδρομή κατά την εκτόνωση των καυσαερίων, απαιτεί και την κατανάλωση έργου. Το έργο αυτό παρέχεται από το σφόνδυλο ο οποίος συνδέεται με τον στροφαλοφόρο άξονα. (Σχήμα 3.2)



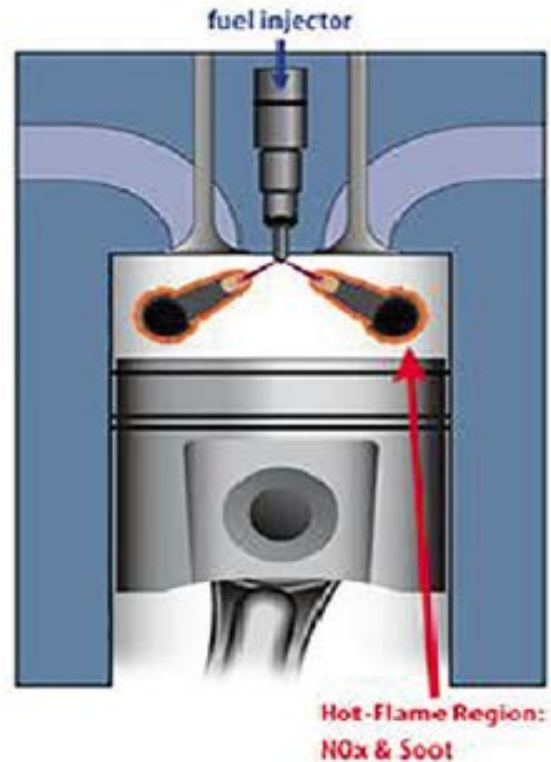
Σχήμα 3.2 Άνω και κάτω νεκρά σημεία

Με τη σειρά του το καύσιμο εισέρχεται στον κύλινδρο και ανάλογα με τον τύπο της μηχανής εισέρχεται είτε με τον αέρα εισαγωγής είτε ψεκαζόμενο κατευθείαν μέσω εγχυτήρων, τα λεγόμενα Injection valves (Σχήμα 3.3). Η μηχανή έχει κύκλο λειτουργίας που περιλαμβάνει τη διαδικασία εισαγωγής του ατμοσφαιρικού αέρα(ή του μείγματος αέρα καυσίμου) εντός του κυλίνδρου, τη συμπίεση του, την εισαγωγή του καυσίμου, τη διαδικασία καύσεως, την εκτόνωση καυσαερίων και τέλος την εξαγωγή στο περιβάλλον. Ανάλογα με τον τύπο της μηχανής η συγκεκριμένη διαδικασία πραγματοποιείται σε δύο τέσσερις διαδρομές του εμβόλου.

Gasoline Engine (Spark Ignition)



Diesel Engine (Compression Ignition)



Σχήμα 3.3 Βενζινοκινητήρας και κινητήρας ντίζελ

3.2) Κινητήρες Diesel

Η diesel μηχανή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του πετρελαίου σε κινητική. Στα βασικά μέρη της, η πετρελαιομηχανή μοιάζει με την βενζινοκίνητη όμως διαφέρει στο τρόπο ανάμειξης αέρα με το καύσιμο καθώς και τον τρόπο ανάφλεξης του μίγματος. Οι μηχανές diesel χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων, σκαφών, τρένων, βαρέων οχημάτων, όπως επίσης και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

3.2.1) Αναγνώριση κινητήρων Diesel

Οι μηχανές diesel ξεχωρίζουν εξωτερικά σε σχέση με τους βενζινοκινητήρες με εξέταση των εξωτερικών μερών τους ή με παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Οι βασικές διαφορές τους είναι:

1. Δεν υπάρχει σύστημα ανάφλεξης, γιατί το πετρέλαιο αναφλέγεται στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα
2. Στις χαμηλές στροφές, η Diesel προκαλεί ισχυρούς κτύπους ενώ η βενζινοκίνητη είναι πιο ομαλή και αθόρυβη.
3. Οι diesel έχουν μεγαλύτερο όγκο και μεγαλύτερο κυβισμό της ίδιας ισχύος.
4. Στην diesel δεν υπάρχει εξαερωτήρας και πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή τοποθετείται φίλτρο αέρα.

3.2.3) Ταξινόμηση κινητήρων Diesel

Οι πετρελαιοκινητήρες ανάλογα με τον αριθμό στροφών ανά λεπτό διακρίνονται σε :

- Αργόστροφους, οι οποίοι δουλεύουν μέχρι 350 στροφές ανά λεπτό
- Μεσαίων στροφών, μέχρι 1200 στροφές ανά λεπτό
- Πολύστροφους, που μπορούν να φτάσουν μέχρι 5000 στροφές το λεπτό

Επιπλέον, ανάλογα με την ισχύ τους στις κανονικές στροφές διακρίνονται σε :

- Μηχανές μικρής ισχύος, μέχρι 25 ίππους ανά κύλινδρο
- Μηχανές μέσης ισχύος, μέχρι 200 ίππους ανά κύλινδρο
- Μεγάλης ισχύος, πάνω από 200 ίππους ανά κύλινδρο

Οι μηχανές diesel ανάλογα με τον αριθμό κυλίνδρων διακρίνονται σε μονοκύλινδρες και φθάνουν μέχρι και 24κύλινδρες.

3.2.4) Διατάξεις κινητήρων Diesel

- Μηχανές τύπου V: Οι κύλινδροι βρίσκονται συνήθως υπό γωνιά 45 ,50 , 55 ,60 ή 90 μοιρών. Η γωνιά αυτή εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- Μηχανές επίπεδες: Έχουν τους κυλίνδρους τους στη μία πλευρά σε γωνιά 180 μοιρών και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού ύψους τους στα φορτηγά, στα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- Μηχανές αστεροειδούς τύπου: Έχουν τους κυλίνδρους τους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας. Λόγω του μικρού τους όγκου από τη σύνδεση όλων των διωστήρων σε ένα μόνο στρόφαλο χρησιμοποιούνται αρκετά σε μεγάλες ηλεκτρογεννήτριες.
- Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων: Οι μηχανές αυτές που έχουν κυλίνδρους, έχουν τους κυλίνδρους τους σε σχήμα "X", "W", "H". Ακόμη, χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.

3.2.2) Δίχρονοι-Τετράχρονοι κινητήρες Diesel

Οι δίχρονοι κινητήρες diesel ολοκληρώνουν τον κύκλο λειτουργίας τους σε τέσσερις φάσεις. Οι φάσεις αυτές είναι η εισαγωγή, η συμπίεση, η καύση-εκτόνωση και η εξαγωγή. Αυτό γίνεται σε δύο χρόνους (διαδρομές εμβόλου) σε αντίθεση με την τετράχρονη. Η διαδικασία ολοκλήρωσης ενός κύκλου λειτουργίας αντιστοιχεί σε μια πλήρη περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα (360 μοίρες γωνιά στροφάλου).

Στους δίχρονους πετρελαιοκινητήρες ναυτικών εφαρμογών έχουμε δυο κατηγορίες με βάση τους οποίους χρησιμοποιούνται. Τους κινητήρες με βάκτρο μετάδοσης κίνησης και τους κινητήρες εμβόλου-διωστήρα.

Η πλειοψηφία των Ναυτικών κινητήρων που χρησιμοποιούνται στο χώρο των ναυτικών εφαρμογών είναι με βάκτρο μετάδοσης κίνησης. Ο λόγος προτίμησης των κινητήρων αυτών

είναι λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων σε σχέση με τους κινητήρες εμβόλου-διωστήρα. Κάποια από τα μειονεκτήματα που διαδραματίζουν ρόλο στη μη προτίμηση των κινητήρων με έμβολο-διωστήρα είναι πως κάποιες φορές το λιπαντικό λάδι των κυλίνδρων μπορεί να ξεφύγει και να εισέλθει στο χώρο καύσης με πιθανή συνέπεια τη καύση του. Επιπλέον, μια πιθανότητα είναι να διαπεραστεί αέρας από τον κύλινδρο στον στροφαλοθάλαμο, δημιουργώντας υπερπίεση με αποτέλεσμα δυσκολία περιστροφής στροφαλοφόρου.

Στον κινητήρα με βάκτρο, ο χώρος καύσης πρέπει να είναι ξεχωριστός από τον στροφαλοθάλαμο και αυτό επιτυγχάνεται με το διάφραγμα. Το διάφραγμα αυτό έχει ως σκοπό να στεγανοποιεί τους 2 χώρους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην επιτρέπει στο λάδι του στροφαλοθαλάμου να εισέλθει στο χώρο καύσης και τον αέρα να μην μπορεί να περάσει στον στροφαλοθάλαμο από τον θάλαμο καύσης αντίστοιχα.

Χρησιμοποιώντας αυτόν το τύπο του δίχρονου κινητήρα diesel μπορούμε να έχουμε μακράς διάρκειας εκτονώσεις. Με αυτό τον τρόπο συνεπάγεται ότι ο κινητήρας μπορεί να κάψει μεγάλη ποσότητα μίγματος και συνεπώς να αποδώσει μεγαλύτερη ισχύ και ροπή στρέψης.

Οι τετράχρονοι πετρελαιοκινητήρες ολοκληρώνουν τον κύκλο λειτουργίας τους σε τέσσερις φάσεις και σε τέσσερις χρόνους (διαδρομές εμβόλου). Η ολοκλήρωση ενός κύκλου από την τετράχρονη πετρελαιομηχανή αντιστοιχεί σε δύο πλήρεις περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα και οι φάσεις λειτουργίας του είναι η εισαγωγή αέρα, συμπίεση, καύση-εκτόνωση και τελική φάση η εξαγωγή αερίων.

Σύγκριση και μειονεκτήματα της τετράχρονης μηχανής diesel έναντι της αντίστοιχης δίχρονης

Η κύρια διαφορά μεταξύ του δίχρονου και τετράχρονου diesel είναι ο αριθμός των χρόνων ή αλλιώς η διαδρομή των εμβόλων που είναι αναγκαία για ένα κύκλο λειτουργίας.

Αρχικά, ένα σημαντικό μειονέκτημα της τετράχρονης πετρελαιομηχανής σε σχέση με τον δίχρονο είναι το ωφέλιμο έργο που παράγεται. Στο τετράχρονο για να παραχθεί το έργο χρειάζεται τέσσερις διαδρομές, ενώ για τον δίχρονο το ίδιο ωφέλιμο έργο θα χρειαστεί δύο διαδρομές του εμβόλου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υστερούν οι τετράχρονες έναντι τις δίχρονες στο σημείο αυτό.

Ένα ακόμη μειονέκτημα αφορά την μεγάλη πολυπλοκότητα της τετράχρονης μηχανής. Στις τετράχρονες είναι απαραίτητες οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής ενώ στις δίχρονες είναι μικρότερες οι βαλβίδες αυτές και στις περισσότερες περιπτώσεις μπορεί να μην υπάρχουν καθόλου. Γενικά οι δίχρονες είναι ελαφρύτερες με λιγότερα εξαρτήματα και περίπου το μισό κόστος κατασκευής.

Πλεονέκτημα των τετράχρονων κινητήρων diesel εντοπίζεται στη διαδικασία απομακρύνσεως των καυσαερίων από τους κυλίνδρους. Ο καθαρισμός των κυλίνδρων στους τετράχρονους είναι πολύ πιο εύκολος και απλός για τον λόγο του ότι εκμεταλλευόμαστε μια πλήρη διαδρομή του εμβόλου από το άνω στο κάτω νεκρό σημείο με τη βαλβίδα εξαγωγής ανοιχτή. Αντιθέτως, υπάρχει δυσκολία στον καθαρισμό των καυσαερίων τους και για τον λόγο αυτό διατηρούνται επί ορισμένου χρόνου ταυτόχρονα ανοιχτές τόσο οι θυρίδες εξαγωγής τόσο και οι θυρίδες σάρωσης.

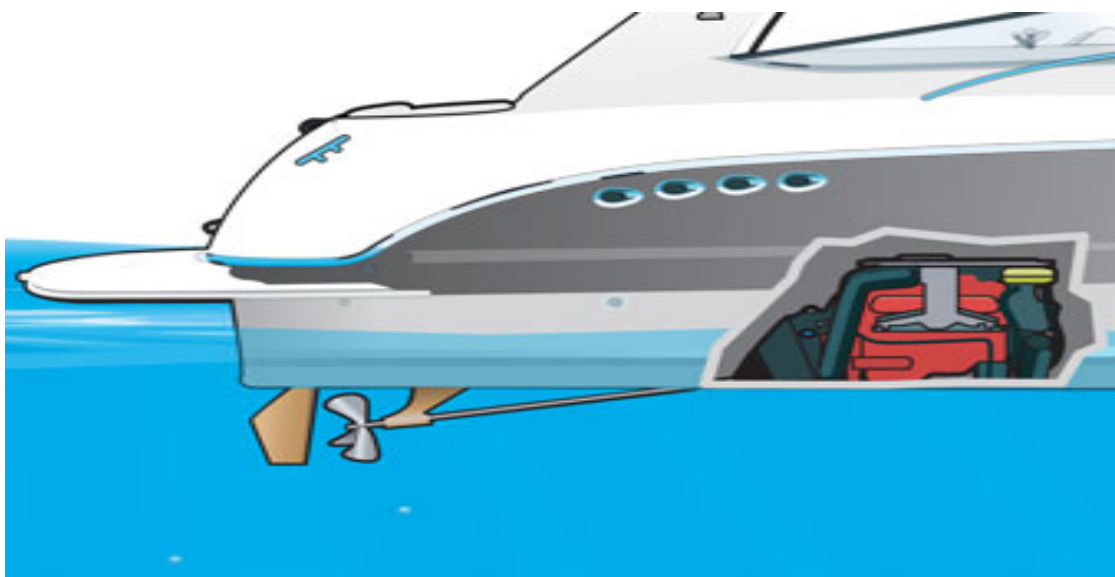
Ένα από τα πιο βασικά πλεονεκτήματα του τετράχρονου κινητήρα είναι οι καταπονήσεις των εξαρτημάτων οι οποίες είναι αρκετά λιγότερες έναντι των δίχρονων κινητήρων. Στους δίχρονους παρατηρούνται περισσότερες φθορές στους κυλίνδρους, στα έμβολα και στα ελατήρια και για τον λόγο αυτό οι τετράχρονοι θεωρούνται πιο αξιόπιστοι και μεγαλύτερης αντοχής κυρίως όταν λειτουργούν σε υψηλό αριθμό στροφών.

4) Τύποι μηχανών στα σκάφη

4.1) Εσωλέμβιες

Οι εσωλέμβιες μηχανές μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, με κριτήριο το καύσιμο των βενζινομηχανών και των ντιζελομηχανών. Οι ντιζελομηχανές είναι και οι συνηθέστερες. Το καύσιμo τους είναι φθηνότερο, η κατασκευή απλούστερη, ενώ οι ιπποδυνάμεις που αποδίδονται, λόγω της μεγάλης αναλογίας απόδοσης έργου τους, δίνει την αποκλειστικότητα πρόωσης του μεσαίου και μεγάλου σκάφους από την οπτική της ασφάλειας. Οι μηχανές ντίζελ έχουν δύο μεγάλα πλεονεκτήματα. Το καύσιμo τους δεν είναι πτητικό, όπως η βενζίνη, πράγμα που το καθιστά κατά πολύ πιο ασφαλές, ενώ δεν χρειάζονται ηλεκτρισμό για να λειτουργήσουν.

Στις σημερινές εγκαταστάσεις μηχανών ντίζελ, αν διακοπεί η παροχή ρεύματος από τους συσσωρευτές και τη γεννήτρια, ο κινητήρας θα συνεχίσει να λειτουργεί, μιας και δεν υπεισέρχεται πουθενά στον κύκλο λειτουργίας του το ρεύμα. Σε αντίθεση, φυσικά, με τον βενζινοκινητήρα που απαραίτητη προϋπόθεση για τη λειτουργία του είναι να υπάρχει σπινθήρας από το μπουζί ώστε να αναφλεγεί το καύσιμo.



Σχήμα 4.1 Εσωλέμβια μηχανή.

Τύποι εσωλέμβιων μηχανών

Ο τύπος των εσωλέμβιων κινητήρων διαθέτει τόσο μεγάλη γκάμα, που μπορεί να εξυπηρετήσει από την ώθηση ενός μικρού σκάφους, μηχανοκίνητου ή ιστιοπλοϊκού, έως υπερωκεάνια και υποβρύχια. Η εσωλέμβια μηχανή είναι εγκατεστημένη στο ειδικά διαμορφωμένο χώρο του μηχανοστασίου και διαμέσου ενός άξονα, η ισχύς της καταλήγει στην προπέλα. Στις εσωλέμβιες μηχανές χρησιμοποιείται η αιχμή της τεχνολογίας και τα ερευνητικά τμήματα των εργοστασίων προσπαθούν διαρκώς για την μεγαλύτερη οικονομία στα καύσιμα, τους χαμηλότερους ρύπους στα καυσαέρια και την ελάττωση του θορύβου κατά τη λειτουργία. Επίσης, φροντίζουν για την όσο το δυνατόν πιο ελαφριά και συμπαγή κατασκευή, ώστε το σκάφος που θα τοποθετηθεί η μηχανή, να έχει μικρότερο βάρος για μεγαλύτερες επιδόσεις. Ωστόσο, στους εσωλέμβιους ναυτικούς κινητήρες χρησιμοποιούνται ειδικά κράματα μετάλλων, ώστε να είναι ανθεκτικοί στη διάβρωση από το θαλάσσιο νερό, που πολλές φορές ψύχει τη μηχανή.

4.2) Εξωλέμβιες

Οι εξωλέμβιες μηχανές είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς και καλύπτουν τις ανάγκες ενός μεγάλου εύρους σκαφών αναψυχής από μικρά μέχρι επαγγελματικά σκάφη και ταχύπλοα που αγγίζουν πολύ υψηλές ταχύτητες. Ως προς την ισχύ τους διαθέτουν μια γκάμα που ξεκινά από τους 5 ίππους και φθάνει μέχρι τους 400 ίππους. Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες εξωλέμβιων μηχανών που διαφέρουν ως προς τους χρόνους καύσης. Έτσι έχουμε τους δίχρονους και τους τετράχρονους.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των δίχρονων είναι η απλούστερη κατασκευή τους, αφού διαθέτουν λιγότερα μέρη και κατ' επέκταση είναι πιο ελαφριές. Επίσης, το παραγόμενο έργο πραγματοποιείται σε δύο χρόνους. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι η ακαριαία απόκριση και οι υψηλές επιδόσεις. Ως μειονεκτήματα θεωρούνται οι περισσότερες καταπονήσεις, συγκριτικά πάντα με ένα κλασικό τετράχρονο, καθώς επίσης και η αυξημένη κατανάλωση. Από την άλλη μεριά, οι τετράχρονοι κινητήρες εκτελούν πιο ομαλή λειτουργία

και είναι πιο οικονομικοί στην κατανάλωση καυσίμων. Δεν έχουν όμως τη χρήσιμη δύναμη στη θάλασσα των δίχρονων και είναι πιο βαριές.



Σχήμα 4.2 Εξωλέμβια και Εσωλέμβια μηχανή.

4.3) Εσω-εξωλέμβια μηχανή

Οι έσω-εξωλέμβιες μηχανές είναι ίδιες με τις εσωλέμβιες, με εξαίρεση μερικά βασικά σημεία, το κυριότερο των οποίων είναι η απουσία του ελικοφόρου άξονα. Η μη ύπαρξη άξονα της προπέλας δημιουργεί άλλες ανάγκες, που έχουν σχέση με την ψύξη της μηχανής και την εξάτμιση. Δύο βασικές «δουλειές» της μηχανής, που θα δούμε πιο κάτω, σε σχέση με τον έλεγχο και την ομαλή λειτουργία τους. Οι έσω-εξωλέμβιες μηχανές συνήθως χρησιμοποιούνται σε σκάφη με μήκος που κυμαίνεται συνήθως από επτά έως δεκατέσσερα περίπου μέτρα. Κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι ο κινητήρας βρίσκεται εγκατεστημένος μέσα στο μηχανοστάσιο του σκάφους. Ένα άλλο μέρος τους, η επονομαζόμενη ρεβέρσα, που διαθέτει το μηχανισμό κίνησης της προπέλας βρίσκεται εγκατεστημένη στην παπαδιά.

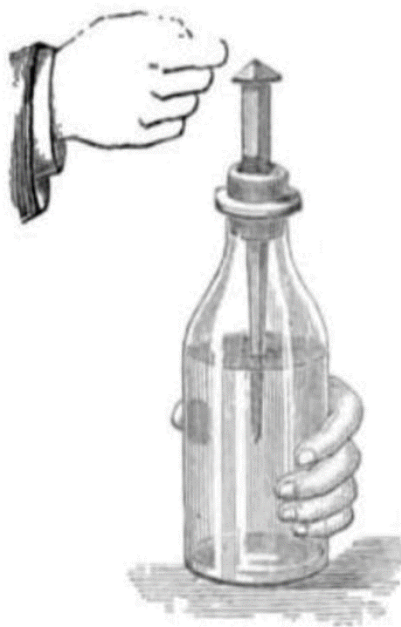


Σχήμα 4.3 Εξωλέμβια Εσω-εξωλέμβια και Εσωλέμβια μηχανή.

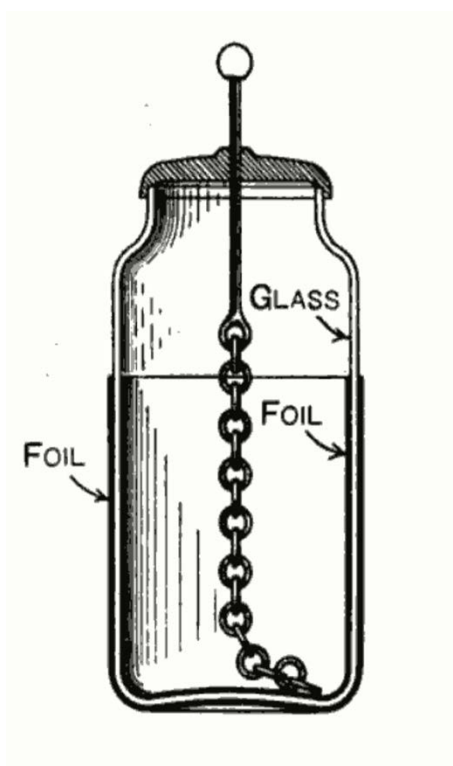
5) Μπαταρίες

5.1) Ιστορική αναδρομή

Από τα πρώτα χρόνια ανακάλυψης της ηλεκτρικής ενέργειας, ο άνθρωπος είχε την ανάγκη με κάποιο τρόπο να μπορέσει να αποθηκεύσει την ενέργεια αυτή και να την χρησιμοποιήσει όποτε χρονικά επιθυμεί. Το 1800, ο Ιταλός φυσικός Alessandro Volta κατόρθωσε να αποθηκεύσει την ηλεκτρική ενέργεια. Μετά από αρκετές δοκιμές και πειράματα έφτιαξε πρώτος από όλους την μπαταρία. Η εφεύρεση του Volta δεν ήταν μια μεμονωμένη ανακάλυψη, αλλά το αποτέλεσμα πολλών δεκαετιών έρευνας στον ηλεκτρισμό, που επιστρέφει στα πειράματα του Franklin χρόνια πριν. Ηλεκτρικοί σπινθήρες και κραδασμοί είχαν ήδη παραχθεί εκείνη την εποχή, στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο, μέσω του βάζου Leyden, μιας πρωτόγονης αλλά αποτελεσματικής μορφής πυκνωτή που εφευρέθηκε το 1745. Στα χρόνια μεταξύ 1745 και 1799, η εφεύρεση των μπαταριών εμφανιζόταν με ραγδαία επιτάχυνση στην επιστήμη, ενώ η βιομηχανική εποχή ήταν στην αρχή.

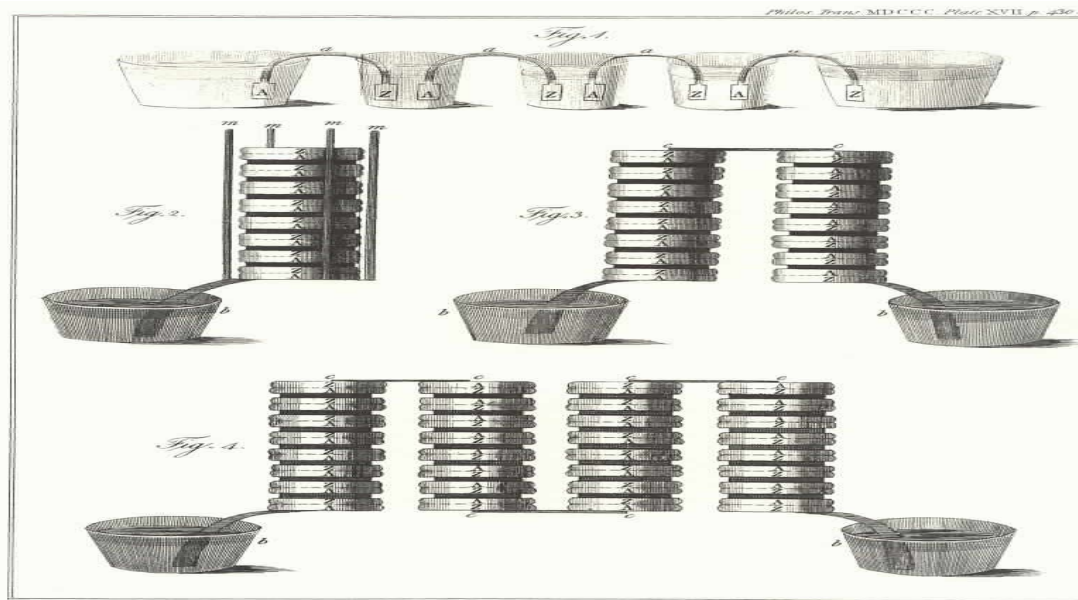


Σχήμα 4.1 Πρώιμο βάζο Leyden γεμάτο νερό, που αποτελείται από ένα μπουκάλι με μια μεταλλική ακίδα μέσα από το πώμα για να έρθει σε επαφή με το νερό



Σχήμα 4.2 Κατασκευή βάζου Leyden.

Με άλλα λόγια, η πρώτη «ηλεκτρική στήλη» συναρμολογήθηκε χάρη στην επανάληψη αυτής της σπονδυλωτής τριάδας που αποτελείται από έναν βρεγμένο δίσκο που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο ανόμοια μέταλλα. Ένα λεπτομερές σκίτσο του (Σχήμα 4.3) δημοσιεύτηκε στο άρθρο του Volta εκείνη την περίοδο και δείχνει μια μπαταρία όχι πολύ διαφορετική από μια σύγχρονη μπαταρία, εκτός από ορισμένες λεπτομέρειες. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα πιο κάτω και πάνω στοιχεία των πασσάλων "στηλών" που φαίνονται σε αυτό το σχήμα είναι όλοι επάλληλοι δίσκοι, άργυρος και ψευδάργυρος. Αυτή η περιττή υπέρθεση των δύο μετάλλων στα τερματικά ηλεκτρόδια (όπως γνωρίζουμε σήμερα) καταδεικνύει καλά την προσωπική πεποίθηση του Volta ότι το μέταλλο-μέταλλο, και όχι η διεπαφή μετάλλου-ηλεκτρολύτη, είναι η πηγή της ηλεκτρικής τάσης που δίνει ώθηση στο ρεύμα.



Σχήμα 4.3 Πρωτότυπα σχέδια της μπαταρίας άργυρου-ψευδάργυρου.

Ο Βόλτα είχε επίγνωση των διαφορών μεταξύ του βάζου του Λέιντεν και της “βολταϊκή στήλης” του και ανέφερε ρητά τα πλεονεκτήματα του δεύτερου έναντι του πρώτου. Τα βασικά πλεονεκτήματα είναι ότι η “βολταϊκή στήλη” δίνει ρεύμα σταθερής κατάστασης. Δεν χρειάζεται να φορτιστεί προηγουμένως και διατηρεί τη «φόρτίσή του», έτοιμη για χρήση, για μεγάλο χρονικό διάστημα. Επέστησε την προσοχή στο γεγονός ότι σε αντίθεση με τα βάζα Leyden που έχουν μονωτικό διαχωριστή, είναι κατασκευασμένο μόνο από αγωγούς διαφορετικών ειδών και μπορεί να θεωρηθεί το τεχνητό ανάλογο του φυσικού ηλεκτρικού οργάνου του ψαριού τορπίλης. Σχετικά με την ηλεκτρική τάση που παρέχεται από τη δική του εφεύρεση, ο Volta ανέφερε ότι εξαρτάται από το είδος των μετάλλων που χρησιμοποιούνται και ότι αυξάνεται με τον αριθμό των στοιχείων που προστίθενται, αν και δεν μπορεί ποτέ να είναι τόσο υψηλή όσο η τάση ενός πλήρους φορτισμένου βάζου Leyden. Οι παρατηρήσεις του Volta σχετικά με την τάση της μπαταρίας μπορούν να γραφτούν με τη σύγχρονη ορολογία όπως στην εξίσωση:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots E_n.$$

Δηλαδή, η συνολική τάση είναι το άθροισμα της συμβολής κάθε στοιχείου και μπορεί να είναι θετική ή αρνητική ανάλογα με τη σειρά με την οποία στοιβάζονται οι μεταλλικές πλάκες στο στοιχείο. Επειδή του έλειπε ένα αξιόπιστο όργανο για τη μέτρηση τέτοιων εντάσεων, ο Βόλτα έπρεπε να επιστρέψει στην ηλεκτροφυσιολογία χρησιμοποιώντας τις πέντε αισθήσεις του για να «μετρήσει» τη ροή του ρεύματος που παρείχε η “βολταϊκή στήλη” . Δηλώθηκε ξεκάθαρα σε αυτό το σημείο ότι για να αισθανθείτε ισχυρή ηλεκτροπληξία, έπρεπε να αγγίξετε τις υγρές μεταλλικές επιφάνειες του μπαταρίας ή/και να έρθετε σε επαφή με υγρά μέρη του σώματος (τη γλώσσα ή μια ανοιχτή πληγή).

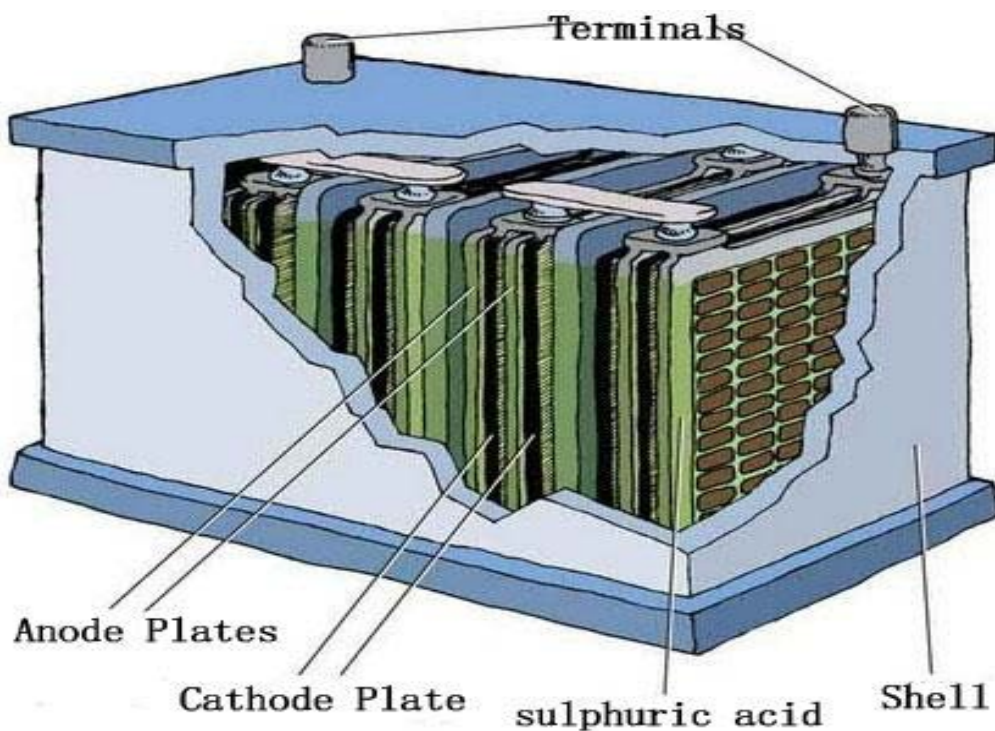


Σχήμα 4.4 Μια βολταϊκή στήλη στο Τέμπιο Βολτιάνο (ναός του Βόλτα), κοντά στο σπίτι του Volta στο Κόμο της Ιταλίας.

5.2) Αρχή λειτουργίας

Μπαταρία ή διαφορετικά συσσωρευτής, ονομάζεται εκείνη η συσκευή η οποία αποθηκεύει ή αλλιώς «συσσωρεύει» χημική ενέργεια την οποία και απελευθεώνει με μορφή ηλεκτρισμού όταν χρησιμοποιηθεί σε κάποια εφαρμογή.

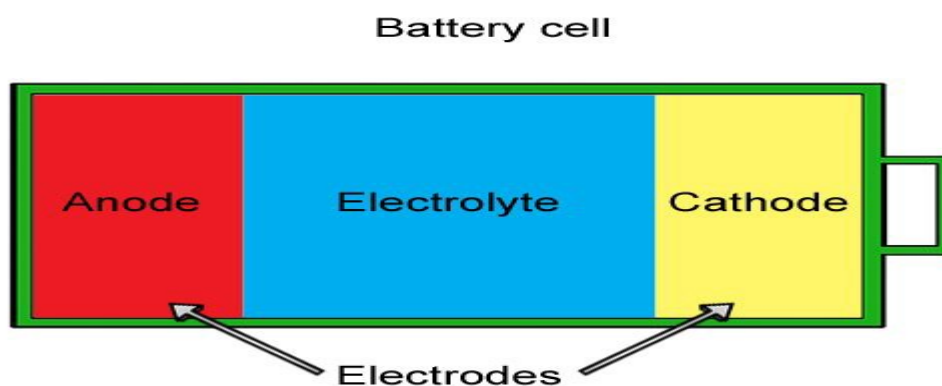
Η μπαταρία αποτελείται από ένα ανθεκτικό περίβλημα το οποίο μπορεί να είναι πλαστικό ή και αλουμίνιο. Στο εσωτερικό της μπαταρίας υπάρχουν τα δύο ηλεκτρόδια, το θετικό (κάθοδος +) και το αρνητικό (άνοδος-). Τα ηλεκτρόδια αποτελούν δύο μεταλλικές πλάκες ή σύμπλεγμα αυτών(πλακών).



Σχήμα 4.5 Βασικά μέρη μιας μπαταρίας.

Σε περίπτωση που έχουμε περισσότερο από μια μεταλλική πλάκα για κάθε ηλεκτρόδιο (σύμπλεγμα πλακών), τότε κάθε ομάδα αποτελούμενη από δύο ηλεκτρόδια (άνοδος-κάθοδος) και το μέρος του ηλεκτρολύτη που τους αντιστοιχεί αποτελεί μια κυψέλη ή κελί. Τα ηλεκτρόνια σε μια μπαταρία σε στάδιο αποφόρτισης κατευθύνονται από την άνοδο προς την κάθοδο, αφού περάσουν και ενεργοποιήσουν τη συσκευή για την οποία χρησιμοποιούνται. Επίσης, τα κελιά σε μια μπαταρία συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα ή σε σειρά. Με την σύνδεση εν σειρά έχουμε αύξηση της τάσης αλλά η αυτονομία παραμένει ίδια, ενώ στην παράλληλη σύνδεση επιτυγχάνεται το αντίθετο.

Επιπλέον, μια μπαταρία αποτελείται από κάποιο ηλεκτρολύτη ο οποίος έχει ως σκοπό να προσδίδει στην καλύτερη αγωγιμότητα. Ο ηλεκτρολύτης έχει συνήθως μορφή υγρού ή ζελέ και αποτελείται από διάλυμα νερού με κάποιο οξύ, κάποια άλατα ή κάποιο αλκάλιο που προσδίδουν καλύτερη αγωγιμότητα.

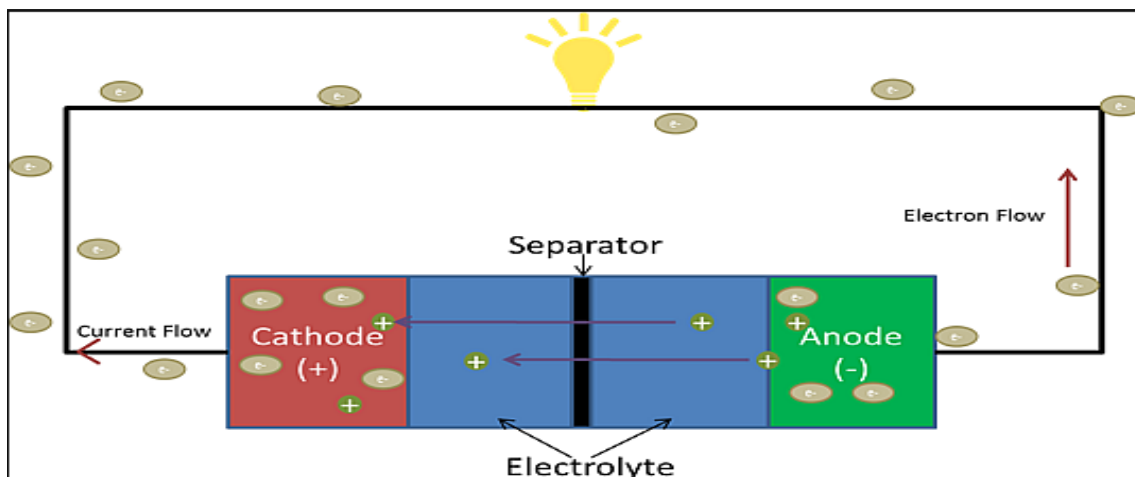


Σχήμα 4.6 Τα ηλεκτρόδια και ο ηλεκτρολύτης.

Η αρχή λειτουργίας της μπαταρίας με απλά λόγια επιτυγχάνεται όταν η άνοδος και η κάθοδος δημιουργούν ένα κύκλωμα. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην μπαταρία προκαλούν τη δημιουργία ηλεκτρονίων στην άνοδο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παράγεται ηλεκτρική διαφορά δυναμικού ανάμεσα στην άνοδο και την κάθοδο. Αυτή η

διαφορά δυναμικού οφείλεται στην ανισορροπία ανάμεσα στα ηλεκτρόνια. Έτσι, αυτά προσπαθούν να “αναδιοργανωθούν” για να εκμηδενίσουν τη διαφορά δυναμικού, απωθώντας το ένα το άλλο, για να πάνε σε κάποιο σημείο που έχει λιγότερα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια έχουν την τάση να δημιουργούν μία ισορροπία, όπου υπάρχει ανισορροπία, κινούμενα σε εκείνο το σημείο με τα λιγότερα ηλεκτρόνια.

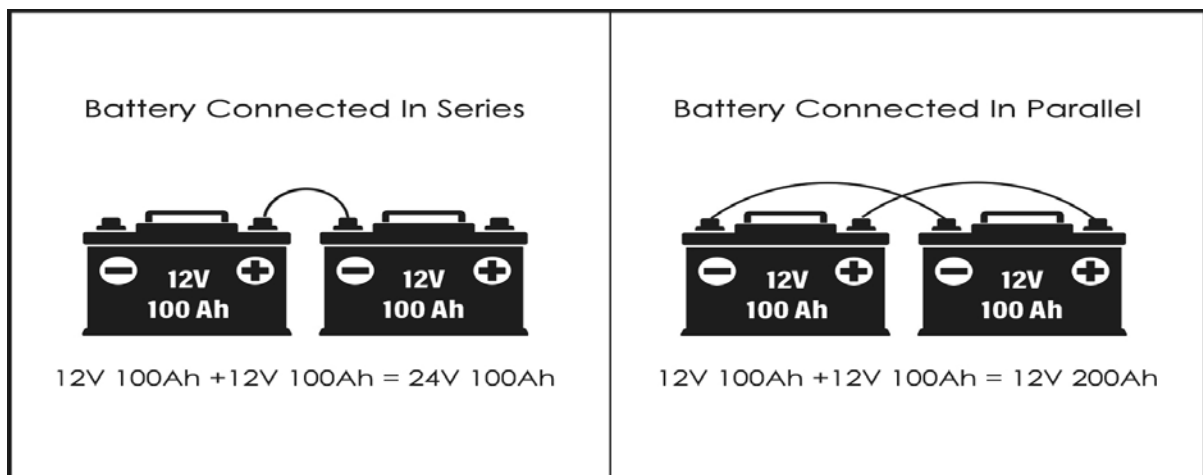
Σε μια μπαταρία λοιπόν, στο μόνο σημείο το οποίο μπορούν να οδηγηθούν τα ηλεκτρόνια, είναι η κάθοδος. Εδώ μπορούμε να αντιληφθούμε τον βασικό ρόλο του ηλεκτρολύτη. Ο ηλεκτρολύτης αναγκάζει τα ηλεκτρόνια να μην οδηγηθούν κατευθείαν στην κάθοδο, δηλαδή να κατευθύνονται με όσο το δυνατόν πιο αργό τρόπο γίνεται. Μόνο αν το κύκλωμα είναι βραχυκυκλωμένο ή διαφορετικά υπάρχει καλώδιο που συνδέει την άνοδο με την κάθοδο μπορούν να φτάσουν τα ηλεκτρόνια στην κάθοδο. Έτσι, αν για παράδειγμα η συσκευή η οποία εικάσαμε στην αρχή είναι μία λάμπα, τα ηλεκτρόνια οδηγούνται μέσα από το κύκλωμα της λάμπας, με αποτέλεσμα να την ανάβουν. Αυτός είναι ένας τρόπος για να περιγράψουμε τον τρόπο με τον οποίο το ηλεκτρικό δυναμικό κάνει τα ηλεκτρόνια να κινηθούν σε ένα κύκλωμα. Δηλαδή με άλλα λόγια, εξαιτίας του ηλεκτρολύτη, μπλοκάρονται και βρίσκουν διέξοδο μέσω του κυκλώματος της λάμπας να πάνε στην κάθοδο.



Σχήμα 4.7 Αρχή λειτουργίας της μπαταρίας.

5.3)Κελιά μπαταριών και τα χαρακτηριστικά τους μεγέθη

Το κελί είναι η βασική ηλεκτροχημική μονάδα ικανή να παράγει ηλεκτρική ενέργεια που προέρχεται από χημικές αντιδράσεις. Μια συστοιχία μπαταριών αποτελείται από ένα ή περισσότερα κελιά ηλεκτρικά συνδεδεμένα σε κατάλληλη συνδεσμολογία σειράς ή παράλληλα. Με αυτό το τρόπο δημιουργούνται συστοιχίες που αποτελούν διαφορετικούς συνδυασμούς πολλών ιδίων κελιών και έχουν διαφορετικές ονομαστικές τάσεις και ρεύματα.



Σχήμα 4.8 Συνδεσμολογία σε σειρά και παράλληλα.

Τα κελιά των μπαταριών έχουν κάποια χαρακτηριστικά μεγέθη τα οποία θα αναφερθούν και να αναλυθούν πιο κάτω.

Κατάσταση υγείας κελιού

Κατάσταση υγείας ενός κελιού υποδηλώνει την κατάσταση ή απόδοση ενός κελιού. Αφορά την ικανότητα του να αποθηκεύει ενέργεια και να διατηρεί τη φόρτιση του για μεγάλα χρονικά διαστήματα σε σύγκριση με την αρχική του. Το ποσοστό αμέσως μετά την κατασκευή του κελιού είναι στο 100% και αυτό μειώνεται με τη πάροδο του και την χρήση του. Πολλές διαφορετικές παράμετροι χρησιμοποιούνται για να γίνει εκτίμηση της κατάστασης της υγείας μια μπαταρίας ή ενός κελιού αφού αποτελεί αντικείμενο μεγάλου

αριθμού ερευνών. Θεωρείται ότι το τέλος της ζωής του επέρχεται όταν αυτό το μέγεθος φτάσει το 80%.

Χωρητικότητα

Η χωρητικότητα αφορά τις συνολικές αμπερώρες (Αμπέρ ανά ώρα), την ποσότητα ηλεκτρικού φορτίου, που είναι διαθέσιμες όταν η μπαταρία εκφορτίζεται με ένα συγκεκριμένο ρεύμα εκ φόρτισης από το 100% μέχρι το 0% του. Η μονάδα μέτρησης είναι τα αμπερώρια με $1Ah=1(C/s)*3600s$, η οποία ιδανικά περιγράφει το ονομαστικό ρεύμα που μπορεί να αποδώσει η μπαταρία για εκ φόρτιση μιας ώρας. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το ρεύμα εκ φόρτισης σε Αμπέρ με τον χρόνο εκ φόρτισης σε ώρες.

Ρυθμός εκφόρτισης/φόρτισης

Ο ρυθμός εκ φόρτισης/φόρτισης αφορά το ρεύμα που χρησιμοποιείται για την εκ φόρτιση ή την φόρτιση ενός κελιού ή μιας μπαταρίας κανονικοποιημένο σαν πολλαπλάσιο της ονομαστικής χωρητικότητας του. Ρυθμός εκ φόρτισης 1C σημαίνει ότι το ρεύμα θα εκ φορτίσει το κελί σε μια ώρα με ρεύμα όσο η ονομαστική χωρητικότητα προς τον χρόνο της μιας ώρας. Ενώ ρυθμός C/2, δηλαδή ρεύμα όσο το μισό της ονομαστικής τιμής θα χρειαστεί δύο ώρες για να εκ φορτίσει την μπαταρία.

Κύκλοι ζωής

Οι κύκλοι ζωής είναι ο αριθμός των κύκλων εκ φόρτισης-φόρτισης που μπορεί να πραγματοποιήσει ένα κελί μέχρι να θεωρηθεί ότι έφτασε στο τέλος της ζωής του. Συνήθως δίνεται από τον κατασκευαστή σαν ακέραιος αριθμός.

Ονομαστική τάση

Η τιμή της τάσης την οποία διατηρεί το κελί κατά το μεγαλύτερο κομμάτι της λειτουργίας του. Δεν πρέπει να συγχέεται με την θεωρητική τάση, η οποία είναι συνάρτηση των υλικών

ανόδου και καθόδου του κελιού, καθώς και της σύνθεσης του ηλεκτρολύτη. Δίνεται από τον κατασκευαστή συνήθως με θερμοκρασία 25 °C.

Τάση κλειστού κυκλώματος

Η τάση κλειστού κυκλώματος παρατηρείται στα άκρα του κελιού όταν αυτό είναι υπό φορτίο και ποικίλει με το επίπεδο φόρτισης και την εκάστοτε τιμή του ρεύματος φόρτισης.

Τάση αποκοπής

Η συγκεκριμένη τάση ανακοπής αναφέρεται στην ελάχιστη τάση που ορίζει ο κατασκευαστής. Είναι η τάση που επιτρέπεται να φτάσει το κελί για την ασφαλή λειτουργία του και σημαίνει το 0% επίπεδο φόρτισης. Επιλέγεται συνήθως έτσι ώστε να γίνεται χρήση της μέγιστης ωφέλιμης χωρητικότητας της μπαταρίας.

Τάση αποθήκευσης

Η τάση ανοιχτού κυκλώματος είναι η τάση η οποία πρέπει να αποθηκεύεται η μπαταρία για την ασφάλεια της όταν δεν χρησιμοποιείται για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Εσωτερική αντίσταση

Η εσωτερική αντίσταση ενός κελιού δίνεται από τον κατασκευαστή για ένα καινούριο κελί αν και γενικά διαφέρει κατά την φόρτιση και την εκφόρτιση. Εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και αυξάνει όσο περνάει ο καιρός δημιουργώντας περισσότερες απώλειες.

Ειδική ενέργεια και ειδική ισχύς

Ειδική ενέργεια και ειδική ισχύς ονομάζεται η διαθέσιμη ενέργεια ή ισχύς του κελιού αντίστοιχα ανά μονά βάρους. Και οι δύο αποτελούν χαρακτηριστικά της χημείας και του τύπου του κελιού κατασκευαστικά.

Αυτοεκφόρτιση

Η αυτό-εκφόρτιση αφορά την σταδιακή μείωση της φόρτισης ενός κελιού μετά από σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα αποθήκευσης, όταν δεν είναι συνδεδεμένο με φορτίο, λόγω εσωτερικών χημικών αντιδράσεων.

5.4) Τύποι Μπαταριών

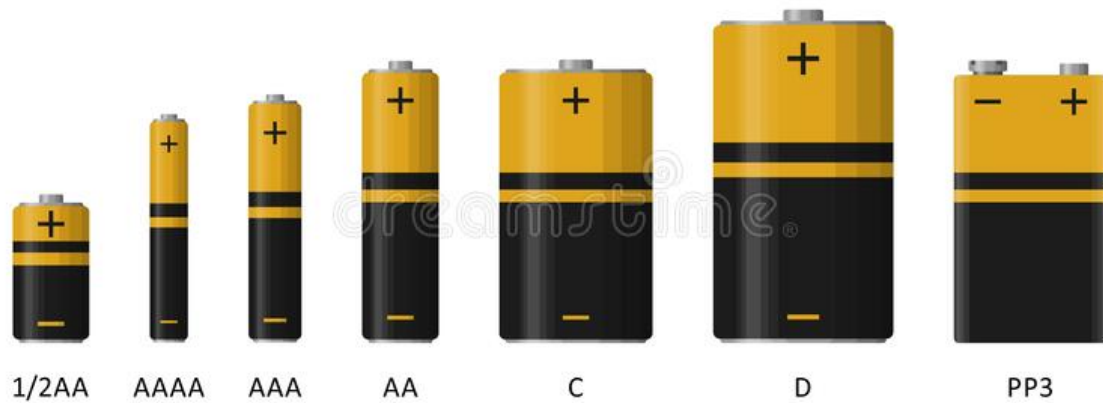
Οι τύποι μπαταριών είναι δυο, οι πρωτογενείς (οι μη επαναφορτιζόμενες) και οι δευτερογενείς(επαναφορτιζόμενες). Οι τύποι μπαταριών αυτών ξεχωρίζουν κατά τη χρήση τους και τη ζήτηση τους. Πιο κάτω θα γίνει αναλυτικότερα ο τρόπος λειτουργίας και η χρήση των δύο τύπων.

Πρωτογενείς Μπαταρίες

Στο είδος των πρωτογενών μπαταριών (μη επαναφορτιζόμενων), κατατάσσονται οι μπαταρίες όπου μετά την εφαρμογή τους και όταν τελειώσει η ηλεκτρική ενέργεια τους τότε δεν υπάρχει δυνατότητα επαναφόρτισής τους. Δηλαδή, μετά το τέλος τους οι μπαταρίες αυτές είναι "άχρηστες" και πρέπει να πεταχτούν συγκεκριμένα σε κάδο ανακύκλωσης λόγω της τοξικότητάς τους προς το περιβάλλον. Οι πρωτογενείς μπαταρίες είναι ευρέως διαδεδομένες και χρησιμοποιούνται καθημερινά από όλους μας. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε οικιακές συσκευές, ρολόγια, τηλεκοντρόλ, ζυγαριές και άλλες πολλές εφαρμογές. Οι πιο γνωστές πρωτογενείς μπαταρίες είναι οι γνωστές ως AA, AAA, C, D, 9v, 3v, 1.5 v (Βλέπε σχήμα), και η χωρητικότητά τους ανέρχεται στα 20Ah το μέγιστο.



Σχήμα 4.9 Είδη πρωτογενών μπαταριών



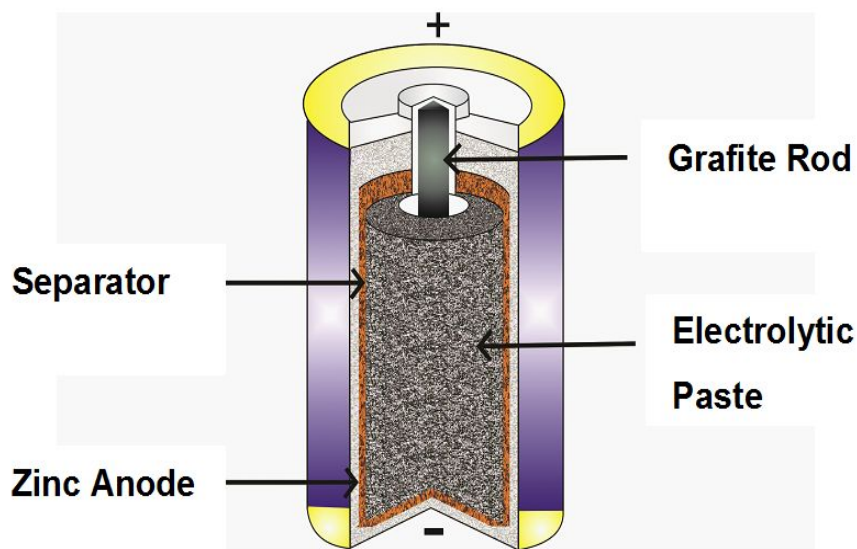
Σχήμα 4.10 Σύγκριση μεγεθών των πρωτογενών μπαταριών.

Αναλυτικότερα οι τύποι των πρωτογενών μπαταριών και τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματά τους είναι οι εξής :

- **Ψευδάργυρου - Άνθρακα**

Είναι οι κοινές φθηνές μπαταρίες πολλαπλών χρήσεων. Σε φακούς, σε κομπιουτεράκια, σε φορητά ραδιόφωνα, χρησιμοποιούνται όπου χρειάζεται μια φθηνή πηγή ενέργειας χωρίς πολλές απαιτήσεις. Τα τελευταία χρόνια περιορίζεται αισθητά η χρήση τους, καθώς άλλοι

τύποι μπαταριών με πολύ καλύτερες αποδόσεις για το ίδιο μέγεθος, γίνονται οικονομικά ανταγωνιστικοί. Άνοδος είναι το κυλινδρικό δοχείο από ψευδάργυρο που περικλείει τα υπόλοιπα μέρη του στοιχείου: στο κέντρο μια ράβδος από γραφίτη περιβάλλεται από έναν πολτό με συστατικά NH_4Cl και MnO_2 . Η ράβδος του γραφίτη αναφέρεται συχνά σαν κάθοδος, επειδή είναι ο θετικός πόλος. Από ηλεκτροχημική άποψη όμως ο γραφίτης είναι ανενεργός, απλά μεταφέρει ηλεκτρόνια από το εξωτερικό κύκλωμα. Η άνοδος στη πραγματικότητα είναι οι περιεχόμενοι στον πολτό κόκκοι πυρολουσίτη (MnO_2).



Σχήμα 4.11 Μέρη μπαταρίας ψευδάργυρου-άνθρακα.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Χαμηλό κόστος αγοράς	Μικρή διάρκεια ζωής
Χαμηλό κόστος παραγωγής	Εύκολη διάβρωση σε μηχανήματα μετά το τέλος λειτουργίας τους
Μεγάλη διαθεσιμότητα	Χαμηλή πυκνότητα ενέργειας
Μεγάλη ποικιλία	Συνεχόμενη μείωση τάσεως

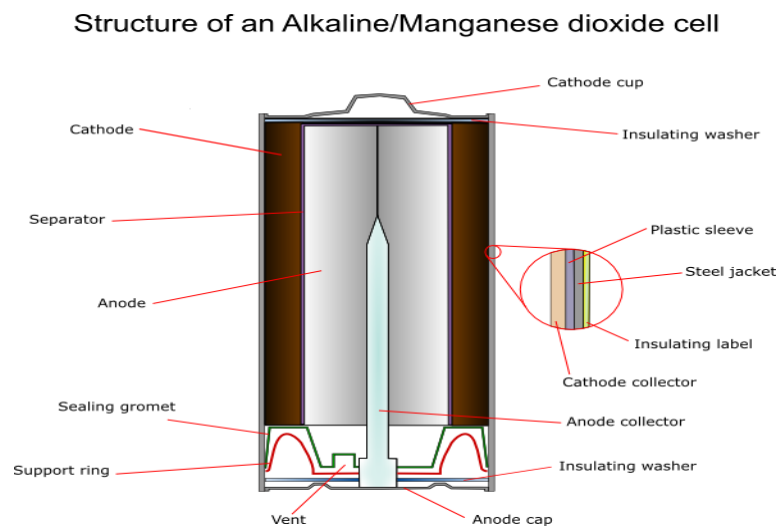
Πίνακας 4.1 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα μπαταριών ψευδάργυρου-άνθρακα

- **Ψευδάργυρου-Χλωριδίου**

Το συγκεκριμένο είδος μπαταρίας έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής , μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα και χρησιμοποιείται περισσότερο από τον προηγούμενο τύπο ψευδάργυρου-άνθρακα.

- **Αλκαλικές μαγγανίου**

Στο συγκεκριμένο είδος μπαταρίας έχουμε την κάθοδο η οποία είναι ένα μίγμα υψηλής καθαρότητας ηλεκτρολυτικού διοξειδίου του μαγγανίου και ενός αγωγού άνθρακα. Η άνοδος είναι ένα τζέλ από μίγμα σκόνης ψευδάργυρου και ο ηλεκτρολύτης αποτελείται από ένα καυστικό βασικό αραιωμένο μίγμα υδροξειδίου του καλίου. Τα πλεονεκτήματα είναι πολλά ,όπως για παράδειγμα έχει υψηλή πυκνότητα ενέργειας, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, μεγαλύτερη αντοχή σε διαρροή και το αρνητικό είναι μόνο το υψηλό της κόστος.



Σχήμα 4.12 Το εσωτερικό μιας αλκαλικής μπαταρίας μαγγανίου.

- **Μπαταρίες υδραργύρου**

Οι μπαταρίες αυτές χρησιμοποιούνται ως κάθοδος μιας ένωσης υδράργυρου ενώ η άνοδος αποτελείται από ψευδάργυρο. Ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται μια ουσία η οποία όταν είναι σε διάλυμα ιονίζει και άγει τον ηλεκτρισμό. Οι συγκεκριμένες μπαταρίες ήταν πολύ

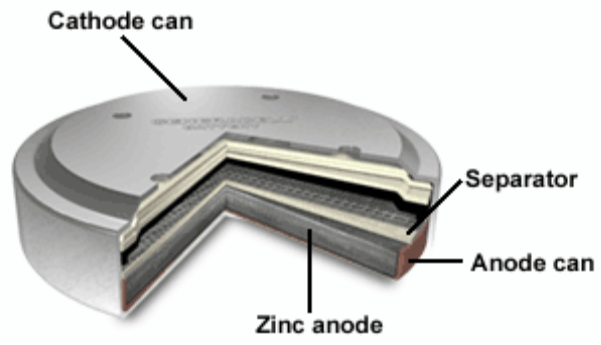
διαδεδομένες τον 20^ο αιώνα και χρησιμοποιούνται σε πολλές κοινές συσκευές. Πλεονεκτήματα τους είναι η αυξημένη χωρητικότητα, μεγάλη διάρκεια ζωής, σταθερή τάση εξόδου και χαμηλή αυτό-εκφόρτιση, ενώ μειονεκτήματα τους είναι η ακρίβεια και η βλαβερότητα προς το περιβάλλον λόγω των τοξικών στοιχείων που περιέχει.

- **Μπαταρίες λιθίου**

Έχουν ως άνοδο μέταλλο λιθίου και η κάθοδος αποτελείται από ένα υπόστρωμα σιδήρου μέσα σε φύλλα αλουμινίου. Ακόμη, ο ηλεκτρολύτης αποτελείται από άλατα λιθίου που αποτελούν ένα οργανικό διαλύτη. Επίσης, υπάρχουν και οι διαχωριστές που τους αποτελεί μια μεμβράνη πολυολεφίνης και ένας μηχανισμός ασφαλείας που παρέχει εσωτερική απελευθέρωση πίεσης σε σχήματος μπάλας. Γενικά οι μπαταρίες αυτές χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτούν μεγάλη διάρκεια ζωής. Τα πλεονεκτήματα του συσσωρευτή αυτού είναι ποικίλα. Κάποια από αυτά είναι η μεγάλη συμβατότητα με πλήθος εφαρμογών, η πολύ μεγαλύτερη ισχύ από τα υπόλοιπα είδη πρωτογενών μπαταριών και παρέχει περισσότερες ώρες λειτουργίας σε εφαρμογές με μέση έως μεγάλη απαίτηση ενέργειας. Δύο από τα αρνητικά της μπαταρίας αυτής είναι το υψηλό κόστος και η πολυπλοκότητα παραγωγής όπου συνεπάγεται και υψηλό κόστος αγοράς.

- **Μπαταρίες ψευδάργυρου-αέρα**

Μια τρύπα στην μπαταρία επιτρέπει στο οξυγόνο του αέρα να εισέλθει, ώστε να αποτελέσει την κάθοδο. Στην άνοδο ο ψευδάργυρος οξειδώνεται με τον ίδιο τρόπο όπως η μπαταρία οξειδίου του αργύρου. Η συγκεκριμένη μπαταρία είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εφαρμογές μεγάλης και μεσαίας απαίτησης ενέργειας και έχει ως μεγάλο πλεονέκτημα την υψηλότερη αναλογία χωρητικότητας μπαταρίας και όγκου σε σχέση με τις ίσες μεγέθους μπαταρίες.



Σχήμα 4.13 Τομή μιας μπαταρίας ψευδαργύρου-αέρα.

6) Σκάφη αναψυχής

Σκάφη αναψυχής (recreational boating) είναι τα σκάφη τα οποία έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την ψυχαγωγία και τη διασκέδαση των επιβατών τους. Τα σκάφη αυτά χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες. Δύο από τις κατηγοριοποιήσεις των σκαφών αυτών γίνεται βάση τον επιτρεπόμενο αριθμό επιβατών που μπορεί να φέρει ένα σκάφος και η άλλη παράμετρος είναι το μήκος του σκάφους.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας της Ελλάδας, ως σκάφος αναψυχής ορίζεται κάθε σκάφος από 2,5 έως 24 μέτρα που προορίζεται για αθλητικούς σκοπούς ή σκοπούς αναψυχής, ανεξάρτητα από το μέσο πρόωσης έστω και αν μπορεί να ναυλωθεί ή να χρησιμοποιηθεί για εκπαίδευση.

Σήμερα τα σκάφη αναψυχής γνωρίζουν μεγάλη ανάπτυξη. Έτσι χιλιάδες τέτοια σκάφη διεθνώς ταξιδεύουν στις θάλασσες ολόκληρου του πλανήτη. Βέβαια τα σκάφη αναψυχής χρησιμοποιούνται κυρίως από ανθρώπους εύπορους για διάφορους λόγους. Κάποιοι από αυτούς είναι το μεγάλο κόστος αγοράς, το μεγάλο κόστος καυσίμου. Επιπλέον, τα σκάφη αυτά επειδή προορίζονται για ψυχαγωγία είναι εξοπλισμένα με διάφορες ανέσεις που κάνουν την περιήγηση πιο εύκολη και άνετη.

Οι τρεις κύριες κατηγορίες των σκαφών αναψυχής είναι τα ιστιοπλοϊκά (sail boats) , τα μηχανοκίνητα (motor boats) και τα καταμαράν. Τα αμιγώς ιστιοπλοϊκά αποτελούν το 90% του επαγγελματικού στόλου αναψυχής, ενώ το υπόλοιπο 10% του συνόλου περιλαμβάνει μηχανοκίνητα και ιστιοφόρα-μηχανοκίνητα(για τις κατηγορίες αυτές γίνεται λεπτομερής περιγραφή πιο κάτω). Επιπλέον, οι τύποι των τουριστικών σκαφών εντάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες :

-Flotilla η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά στην οργάνωση ενός στολίσκου 7-8 μικρών σκαφών των 6 ατόμων το καθένα και μήκους συνήθως έως 10 μέτρα, τα οποία με ένα αρχηγό (skipper) επισκέπτονται συγκεκριμένα σημεία και απολαμβάνουν ένα ευχάριστο ταξίδι με ιστιοφόρο σκάφος. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα γίνεται ένα δρομολόγιο το οποίο είναι πολύ γνωστό και έχει ως προορισμό τη Λευκάδα.

-Bareboat: είναι τα σκάφη τα οποία δεν έχουν μόνιμο πλήρωμα. Δηλαδή, ο ίδιος ο ενοικιαστής κατέχει δίπλωμα με το οποίο έχει τα προσόντα και μπορεί να κυβερνήσει το σκάφος μόνος του.

-Crewed Yachting: Πρόκειται για επανδρωμένα πλοία 8-12 ατόμων, μήκους άνω των 15 μέτρων.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας χωρίζει τα σκάφη αναψυχής σε ποντοπόρα, ανοικτού πελάγους, ακτοπλοϊκά και προφυλαγμένων υδάτων. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται πιο κάτω:

- 1. Ποντοπόρα** τα οποία είναι σχεδιασμένα για παρατεταμένα ταξίδια όπου μπορεί να επικρατούν συνθήκες ανέμου ισχύος μέχρι 8 μποφόρ και κύματος σημαντικού ύψους άνω των 4 μέτρων.
- 2. Ανοικτού πελάγους** όπου είναι σχεδιασμένα για ταξίδια ανοικτού πελάγους και μπορεί να εμφανιστούν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 8 μποφόρ χαρακτηριστικού ύψους έως και 4 μέτρων.
- 3. Τα ακτοπλοϊκά** τα οποία αφορούν σε ταξίδια τα οποία γίνονται σε παράκτια ύδατα , σε μεγάλους κόλπους, λίμνες, ποτάμια όπου μπορεί να εμφανιστούν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 6 μποφόρ κύματος και ύψους κύματος στα 2 μέτρα.
- 4. Τα προφυλαγμένων υδάτων πλοίων** που προορίζονται για ταξίδια σε προφυλαγμένα παράκτια ύδατα, ορμίσκους , μικρές λίμνες , ποτάμια και διώρυγες όπου μπορεί να εμφανιστούν συνθήκες ανέμου ισχύος έως και 4 μποφόρ και κύματος ύψους έως 0,3 μέτρων με ενίοτε κύματα ύψους 0,5 μέτρων.

Κατηγορία Σχεδιασμού	Ισχύς Ανέμου (μποφόρ)	Σημαντικό ύψος κύματος
Ποντοπόρα	> 8	> 3
Ανοικτού πελάγους	≤ 8	≤ 4
Ακτοπλοϊκά	≤ 6	≤ 2
Προφυλαγμένων υδάτων	≤ 4	≤ 0,3

Πίνακας 5.1 Κατηγορίες σκαφών αναψυχής

6.1)Μηχανοκίνητα σκάφη αναψυχής

Ένα μηχανοκίνητο σκάφος ,που αναφέρεται επίσης και ως ταχύπλοο, είναι ένα είδος σκάφους που κινείται με κινητήρα. Ορισμένα μηχανοκίνητα σκάφη είναι εξοπλισμένα με εσωλέμβιους και άλλα με εξωλέμβιους κινητήρες οι οποίοι είναι εγκατεστημένοι στο πίσω μέρος των σκαφών που περιέχει τον κινητήρα εσωτερικής καύσης , το κιβώτιο ταχυτήτων και την προπέλα σε μια φορητή μονάδα. Τα κυριότερα μηχανοκίνητα σκάφη είναι τα εξής:

- **Φουσκωτά Σκάφη:** Η ασφάλεια που προσφέρουν λόγω του χαμηλού κέντρου βάρους τους και της άνωσης των αεροθαλάμων, αλλά και το χαμηλό κόστος συντήρησής τους τα κάνουν πολύ δημοφιλή κατηγορία. Τα μειονεκτήματά τους είναι το υψηλό κόστος αγοράς και οι περιορισμένοι χώροι τους λόγω του όγκου που καταλαμβάνουν τα μπαλόνια.



Εικόνα 5.1 Φουσκωτό σκάφος με εξωλέμβια μηχανή.

- **Ταχύπλοα ανοικτά – Πολυεστερικά :** Τα συγκεκριμένα σκάφη έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης σε σχέση με τα αντίστοιχα φουσκωτά, ενώ διαθέτουν άνετους χώρους επαρκείς για θαλάσσια αναψυχή και ψάρεμα. Είναι λιγότερα ασφαλή σε σχέση με τα φουσκωτά και έχουν μεγαλύτερο βάρος κάτι που καθιστά δύσκολο τη ρυμούλκηση και μεταφορά τους.



Εικόνα 5.2 Πολυεστερικό σκάφος.

- **Ταχύπλοα “καμπινάτα” :** Τα συγκεκριμένα σκάφη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκδρομές οι οποίες μπορούν να διαρκέσουν αρκετές μέρες. Ο λόγος είναι γιατί διαθέτουν χώρους για διαμονή παροχές όπως τουαλέτα, ντουζ , ψυγείο και άλλα πολλά που είναι απαραίτητα για τον άνθρωπο. Το μεγάλο μειονέκτημα στα σκάφη αυτά είναι το κόστος συντήρησης τους, γιατί για τη σωστή λειτουργία των εξαρτημάτων τους απαιτούνται αρκετά χρήματα. Επιπλέον, το βάρος τους επηρεάζει την πλεύση και το μήκος τους τα καθιστά ένα κομμάτι που δυσκολεύει το σκάφος κατά τη διάρκεια ρυμούλκησης.



Εικόνα 5.3 Ταχύπλοο καμπινάτο σκάφος.

- **Ερασιτεχνικά Ψαράδικα σκάφη:** Διαθέτουν μεγάλους ανοιχτούς χώρους στο κατάστρωμα, κατάλληλους για ψάρεμα, αλλά και για όσους θέλουν ελευθερία κινήσεων. Έχουν χαμηλό κέντρο βάρους και είναι σχεδιασμένα για χρήση στην ανοιχτή θάλασσα. Δεν έχουν τις ανέσεις των καμπινάτων σκαφών και ρυμουλκούνται εύκολα λόγω αυξημένου βάρους.



Εικόνα 5.4 Ψαράδικο σκάφος.

6.2) Ιστιοφόρα σκάφη αναψυχής

Ως ιστιοφόρο χαρακτηρίζεται οποιοδήποτε σκάφος ή πλωτό ναυπήγημα που ως κύριο μέσο πρόωσης του έχει την αιολική ενέργεια (τον άνεμο) επί των ιστών του (πανιά) τα οποία και φέρει. Επιπλέον, όμως μπορεί να χρησιμοποιήσει και ηλεκτροκινητήρες. Αποτελεί τη δεύτερη εξελικτική βασική κατηγορία τύπων πλοίων, πριν από το μηχανοκίνητο. Υπάρχουν πολλές κατηγορίες ιστιοφόρων αλλά πιο κάτω θα αναλυθούν οι τρεις πιο βασικές.

- 1. Μικρά ιστιοφόρα :** Είναι τα σκάφη τα οποία είναι σχεδιασμένα για παράκτια ύδατα, λίμνες, ποτάμια και το μήκος τους είναι συνήθως μικρότερο από 10 μέτρα συνολικά. Τα σκάφη αυτά είναι κατάλληλα για δύναμη ανέμου 4-16 κόμβων και μέγιστο ύψος κύματος 0,5 μέτρα βάση του ROYAL YACHTING ASSOCIATION(RYA). Επίσης, προορίζονται για μικρά κοντινά ταξίδια με μικρό αριθμό πληρώματος και δεν διαθέτουν αρκετές ανέσεις.



Εικόνα 5.5: Μικρό ιστιοφόρο με εξωλέμβια μηχανή.

- 2. Μεσαίου μεγέθους ιστιοφόρα :** Τα συγκεκριμένα ιστιοφόρα είναι σχεδιασμένα για να κινούνται κοντά σε ακτές και κυρίως σε κολπίσκους, λίμνες και ποτάμια. Τα σκάφη αυτά κυμαίνονται συνήθως σε μέγεθος από 10-14 μέτρα συνολικά. Η δύναμη ανέμου που μπορούν να εκμεταλλευτούν βάση του Royal Yatching Association(RYA) είναι 6 μέχρι 27 κόμβοι και ύψος κύματος 2 μέτρα. Απευθύνεται στο κοινό που θέλει να αγοράσει ή να ενοικιάσει ένα τέτοιο σκάφος. Επίσης, μπορεί να φιλοξενήσει άνετα τέσσερα άτομα.



Εικόνα 5.6: Ιστιοφόρο μεσαίου μεγέθους.

- 3. Μεγάλα ιστιοφόρα:** Τα μεγάλα ιστιοπλοϊκά είναι σχεδιασμένα για μεγάλα εκτεταμένα ταξίδια. Μπορούν δηλαδή να κινούνται οπουδήποτε ακόμη και να διασχίσουν ωκεανούς. Τα συγκεκριμένα σκάφη ξεπερνούν σε μήκος τα 14 μέτρα συνολικά και μπορούν να φιλοξενήσουν στους χώρους τους άνετα 6 άτομα. Βάση του

Royal Yatching Association (RYA) για την ισχύ ανέμου είναι κατάλληλα για συνθήκες που υπερβαίνουν από 8-40 κόμβους και ύψος κύματος 4 μέτρα.

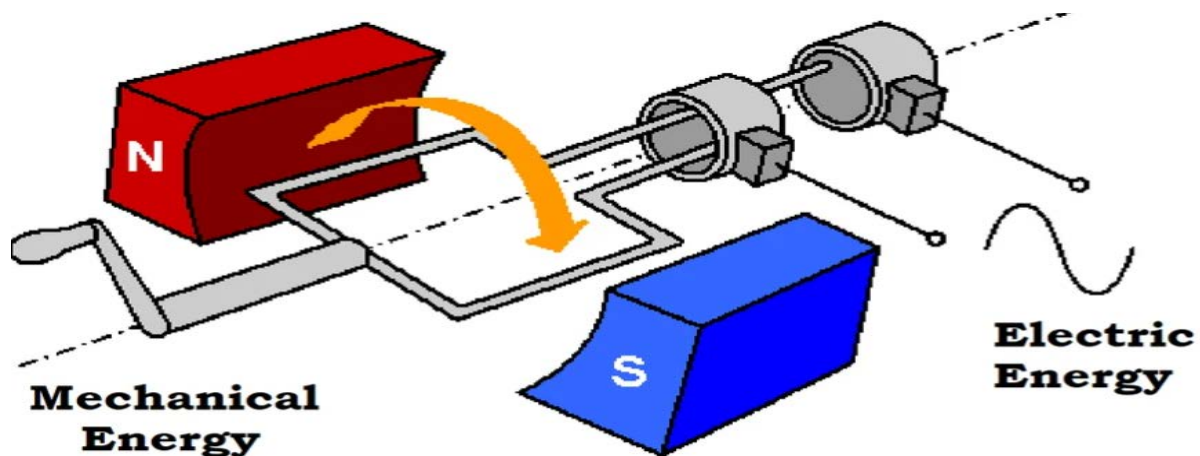


Εικόνα 5.7: Μεγάλο ιστιοπλοϊκό και το εσωτερικό του.

7) Ηλεκτροκινητήρες

7.1) Γενικά

Το 1820 ο Δανός επιστήμονας Hans Christian Oersted παρατήρησε ότι το ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, ανακαλύπτοντας έτσι το φαινόμενο του ηλεκτρομαγνητισμού το οποίο άνοιξε ένα νέο πεδίο επιστημονικής έρευνας σε όλη την Ευρώπη. Μετά την ανακάλυψη αυτή ο Βρετανός Φυσικός Michael Faraday το 1821 ξεκίνησε μια σειρά πειραμάτων μέσα από τα οποία ανακάλυψε την αρχή λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα. Στα επόμενα χρόνια τον βασάνιζε το ερώτημα, αν το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρρηε έναν αγωγό θα μπορούσε να δημιουργήσει ηλεκτρικό ρεύμα σε έναν δεύτερο γειτονικό αγωγό (αν δηλαδή το μαγνητικό πεδίο μπορεί να δημιουργήσει ηλεκτρικό ρεύμα). Η ονομασία "κινητήρας" σχετίζεται ετυμολογικά με την λέξη "κίνηση". Οι ηλεκτροκινητήρες είναι μια ηλεκτρομαγνητική διάταξη η οποία τροφοδοτείται στην είσοδο της με ηλεκτρική ενέργεια την οποία μετατρέπει στην έξοδο της με μηχανική (κινητική) ενέργεια.

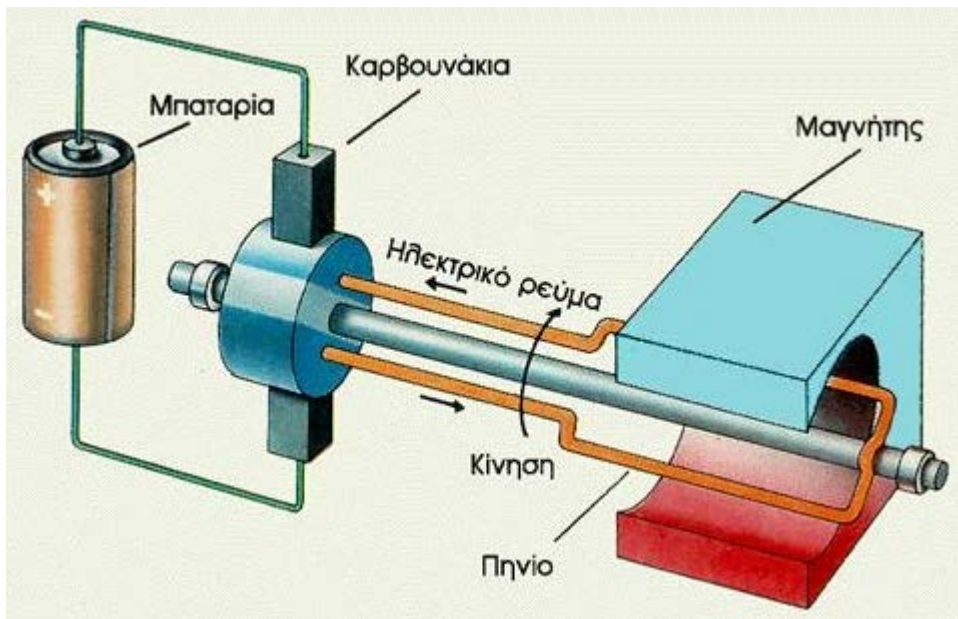


Εικόνα 6.1: Μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική.

7.2) Αρχή λειτουργίας

Ο ηλεκτρικός κινητήρας παράγει κίνηση όταν τα τυλίγματα διαρρέονται από ρεύμα και βρεθούν μέσα σε μαγνητικό πεδίο. Ο ηλεκτροκινητήρας αποτελείται από τον Ρότορα ο

ο οποίος αποτελείται από τον ηλεκτροφόρο αγωγό που είναι τοποθετημένος σε πυκνές περιελίξεις (σπείρες), ώστε να περιέχει όσο μεγαλύτερο μήκος αγωγού γίνεται για δεδομένο όγκο. Επίσης, υπάρχει ο Στάτορας ο οποίος αποτελείται από μόνιμους ή τεχνητούς μαγνήτες οι οποίοι δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο . Τέλος, αποτελείται από τις Ψήκτρες οι οποίες έρχονται σε επαφή με τον δρομέα, τροφοδοτώντας τον με ρεύμα.



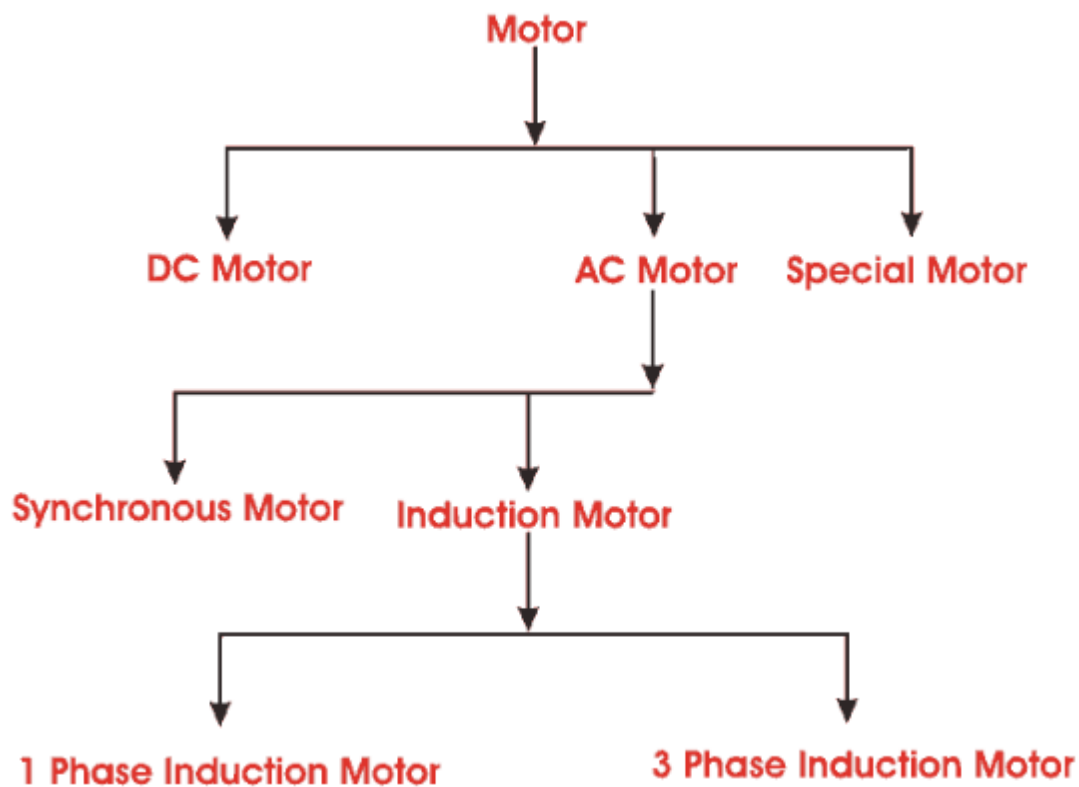
Εικόνα 6.2: Μέρη ενός ηλεκτρικού κινητήρα.

Βασικό ρόλο στη λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα έχει η δύναμη Laplace η οποία δύναμη αυτή μας λέει ότι όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο , τότε ασκείται σε αυτόν η λεγόμενη δύναμη Laplace (F_L) . Η δύναμη αυτή ισούται με :

$F_L = I * \lambda * B * \eta\mu\phi$. όπου I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, λ μήκος αγωγού, B η ένταση του μαγνητικού πεδίου και $\eta\mu\phi$ η γωνιά που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών. Επίσης, η δύναμη Laplace αποτελεί τη συνισταμένη των δυνάμεων Λόρεντζ πάνω στα φορτία του αγωγού και η φορά της δύναμης βρίσκεται με το γνωστό κανόνα του δεξιού χεριού.

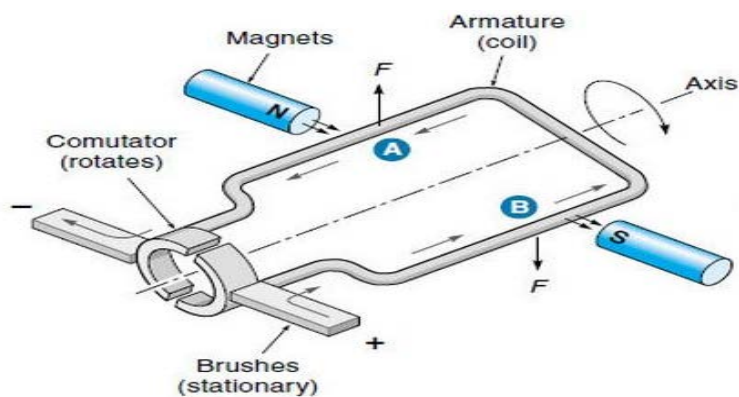
7.2)Είδη ηλεκτροκινητήρων

Οι ηλεκτροκινητήρες χωρίζονται σε αυτούς του συνεχούς ρεύματος (DC) και αυτούς του εναλλασσόμενου (AC). Επιπρόσθετα, στους ηλεκτροκινητήρες του εναλλασσόμενου ρεύματος υπάρχουν κάποιες υποκατηγορίες οι οποίες θα αναλυθούν μαζί με τις κύριες. Ακολουθεί το σχεδιάγραμμα το οποίο μπορεί πιο εύκολα να μας δείξει και να μας ξεχωρίσει τα είδη των ηλεκτροκινητήρων.



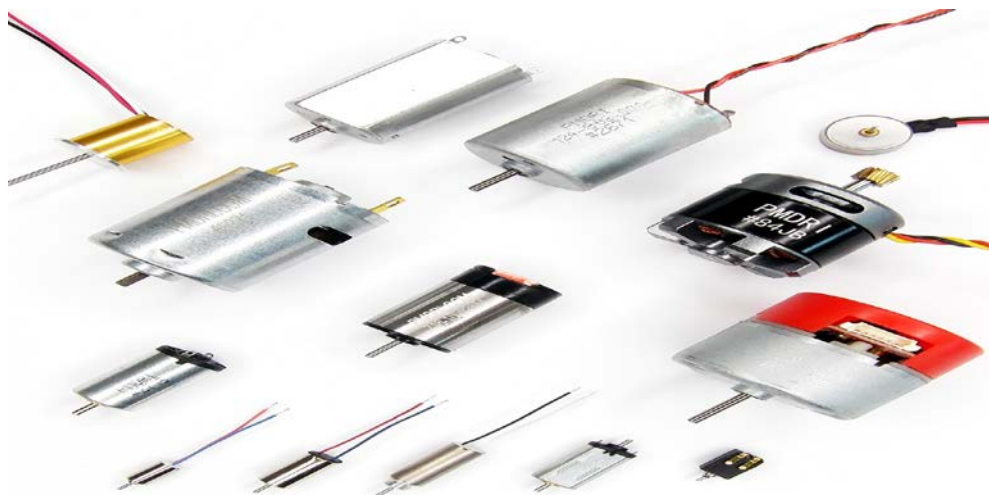
Σχεδιάγραμμα 6.1 : κατηγοριοποίηση ειδών ηλεκτροκινητήρων.

Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος DC : Για την εύκολη κατανόηση το πως λειτουργεί ένας ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος θα γίνει μέσω εικόνων και σχεδιαγραμμάτων σχολιάζοντας τα μέρη του και το πως λειτουργεί.



Εικόνα 6.3 : Μέρη του ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος.

Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος μπορεί να ποικίλουν σε μέγεθος και ισχύ. Από μικρούς κινητήρες παιχνιδιών και συσκευών έως μεγάλους μηχανισμούς που τροφοδοτούν οχήματα, έλκουν ανεγκυστήρες και ανυψωτικά μηχανήματα. Οι κινητήρες αυτοί περιλαμβάνουν δύο βασικά στοιχεία: έναν στάτορα (Μαγνήτης) και έναν οπλισμό (συρμάτινη περιέλιξη) . Ο στάτορας είναι το ακίνητο μέρος ενός κινητήρα, ενώ ο οπλισμός περιστρέφεται. Σε έναν κινητήρα συνεχούς ρεύματος, ο στάτορας παρέχει ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο που οδηγεί τον οπλισμό στην περιστροφή.

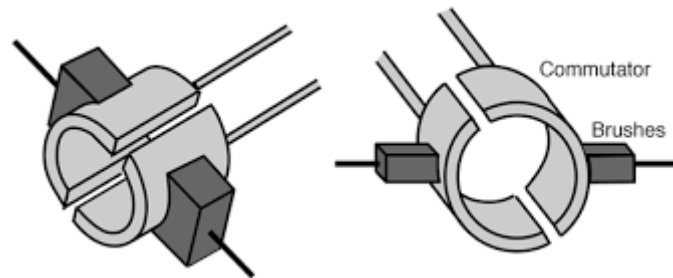


Εικόνα 6.4 : Ηλεκτροκινητήρες μικρού μεγέθους

Ένας απλός κινητήρας συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιεί ένα σταθερό σύνολο μαγνητών στον στάτορα και ένα πηνίο σύρματος με ρεύμα που τον διατρέχει για να δημιουργήσει ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο ευθυγραμμισμένο με το κέντρο του πηνίου. Μία ή περισσότερες

περιελίξεις μονωμένου σύρματος τυλίγονται γύρω από τον πυρήνα του κινητήρα για να συγκεντρωθεί το μαγνητικό πεδίο.

Οι περιελίξεις του μονωμένου σύρματος συνδέονται με έναν μεταγωγέα (έναν περιστροφικό ηλεκτρικό διακόπτη commutator). Είναι ένας δακτύλιος με δύο εγκοπές, ο οποίος επιτρέπει τη ροή του ρεύματος να κινείται προς μια κατεύθυνση και εφαρμόζει το ηλεκτρικό ρεύμα στις περιελίξεις. Ο μεταγωγέας επιτρέπει σε κάθε πηνίο σπλισμού να ενεργοποιείται με τη σειρά του, δημιουργώντας μια σταθερή περιστροφική δύναμη (γνωστή ως ροπή).

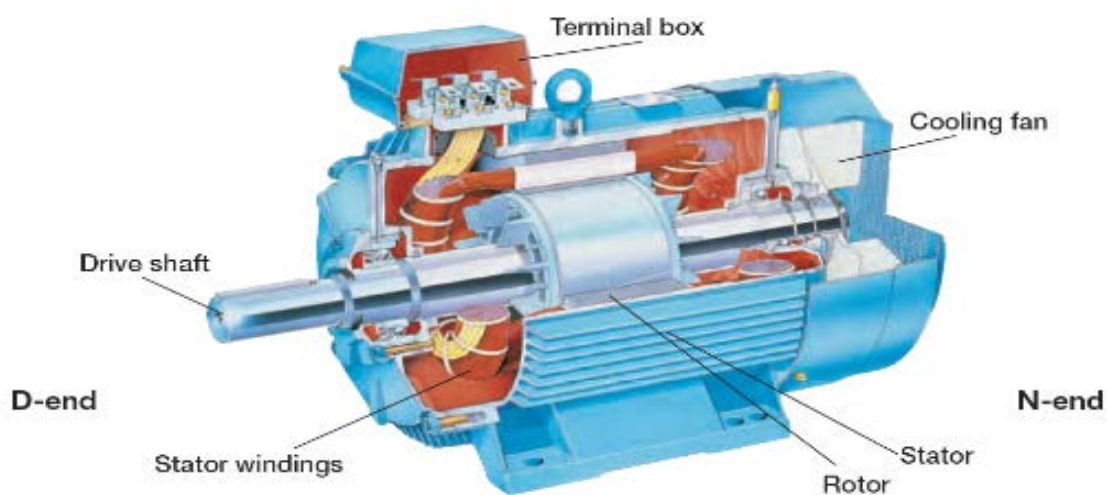


Εικόνα 6.5 : Commutator

Όταν τα πηνία ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται διαδοχικά, δημιουργείται ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο που αλληλοεπιδρά με τα διαφορετικά πεδία των ακίνητων μαγνητών στον στάτορα για να δημιουργήσει τη ροπή. Η ροπή, με τη σειρά της, προκαλεί την περιστροφή του. Αυτές οι βασικές αρχές λειτουργίας των κινητήρων συνεχούς ρεύματος τους επιτρέπουν να μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια από συνεχές ρεύμα σε μηχανική ενέργεια μέσω της περιστροφικής κίνησης, η οποία μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί για την πρόωση αντικειμένων.

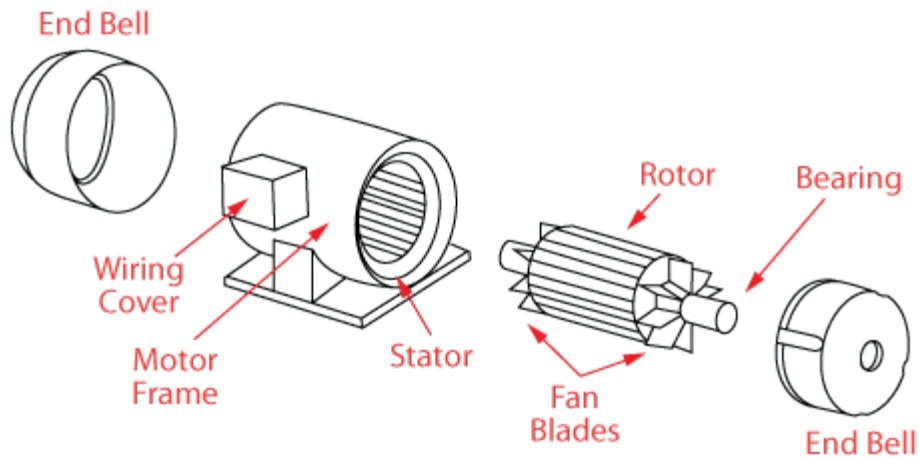
Ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) : Ένας κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ένας κοινός τύπος κινητήρα, που κινείται από εναλλασσόμενο ρεύμα. Η πλειοψηφία των αποτελεσματικών πρακτικών του χρησιμοποιούνται σε καθημερινές βιομηχανικές εφαρμογές (καθώς και σε οικιακά αγαθά και κάθε είδους επαγγελματικό εξοπλισμό). Οι κινητήρες AC προσφέρουν μια σχετικά αποδοτική μέθοδο παραγωγής της μηχανικής ενέργειας από ένα ηλεκτρικό σήμα εισόδου.

Οι κινητήρες AC διακρίνονται από πολλούς άλλους τύπους ηλεκτρικών κινητήρων (Βλέπε σχεδιάγραμμα 6.1). Ακόμη, οι κινητήρες AC έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τους ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος. Τα πιο θεμελιώδη από αυτά είναι το γεγονός ότι ένας κινητήρας AC βασίζεται ειδικά στην εναλλαγή της ροής του ρεύματος γύρω από το κύκλωμά του για την παραγωγή αποδοτικής ενέργειας. Επίσης, οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος δεν περιλαμβάνουν βούρτσες, με αποτέλεσμα να μην χρειάζονται τόσο συχνά συντήρηση και αντικατάσταση με μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής.



Εικόνα 6.6 : Ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος.

Ένα εναλλασσόμενο ρεύμα είναι εκείνο του οποίου η κατεύθυνση ροής γύρω από ένα κύκλωμα αντιστρέφεται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Αυτό το χαρακτηριστικό της κατεύθυνσης του ρεύματος μεταγωγής σημαίνει επίσης ότι η τάση σε ένα κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος αλλάζει περιοδικά. Αντίθετα, ένα συνεχές ρεύμα ρέει μόνο μονόδρομα γύρω από ένα κύκλωμα, με αποτέλεσμα η τάση σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος να παραμένει σχετικά σταθερή.



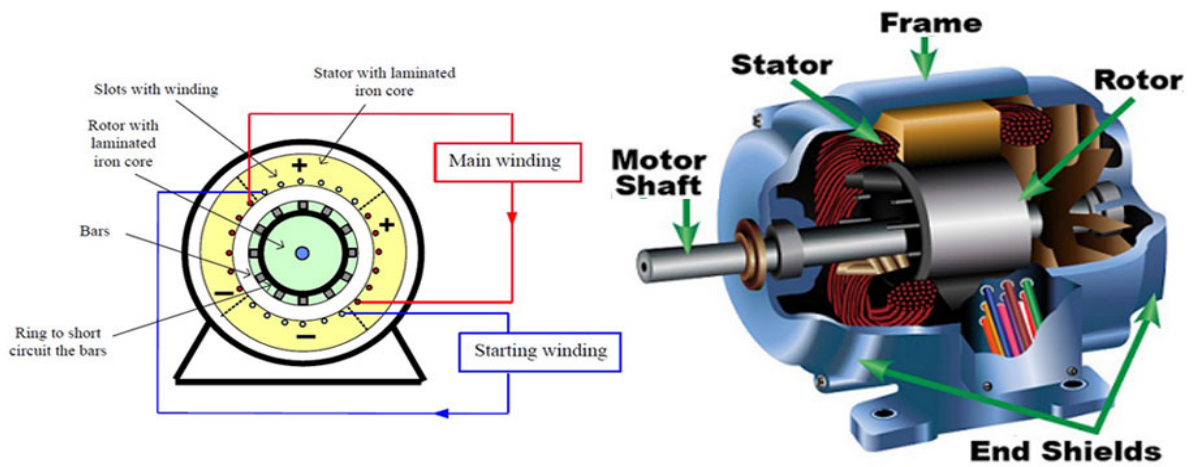
Εικόνα 6.7 : Μέρη ενός ηλεκτροκινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Όταν η ηλεκτρική ενέργεια διέρχεται στον περιστρεφόμενο άξονα (ρότορα) δημιουργείται ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Ο ρότορας περιστρέφεται γύρω ή μέσα σε ένα σύνολο στατικών πηνίων καλωδίων (τον στάτορα). Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο αλλάζει την πολικότητα, καθώς ο ρότορας περιστρέφεται σε σχέση με τον στάτορα. Επειδή αυτό το πεδίο που δημιουργείται από έναν φορτισμένο ρότορα που περιστρέφεται σε σταθερό άξονα θα αλλάξει την πολικότητα σε καθορισμένα σημεία σε σχέση με τον στάτορα, η περιοδική αντιστροφή της κατεύθυνσης του ρεύματος σε έναν κινητήρα AC συμβαίνει σε τακτά προβλέψιμα διαστήματα.

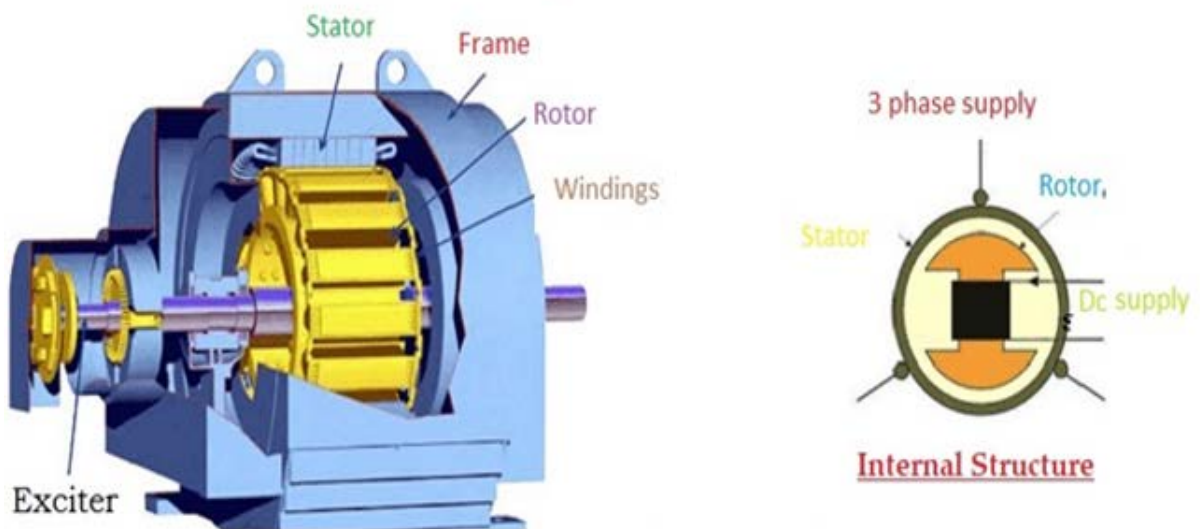
Όπως προαναφέρθηκε πιο πάνω, ένας ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος δεν διαθέτει καρβουνάκια. Σε έναν τυπικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος, τα καρβουνάκια είναι αυτά τα οποία μεταφέρουν ηλεκτρισμό απευθείας από την παροχή ρεύματος στον σπλισμό.

Σύγχρονοι και ασύγχρονοι ηλεκτροκινητήρες

Όπως είδαμε στο Σχεδιάγραμμα 6.1 οι ηλεκτροκινητήρες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες. Οι δύο βασικές κατηγορίες είναι οι σύγχρονοι και οι ασύγχρονοι ή επαγωγικοί κινητήρες. Θα δούμε τις βασικές διαφορές των ηλεκτροκινητήρων στο πιο κάτω πίνακα χωρίς περαιτέρω ανάλυση όπως έγινε πιο πάνω.



Εικόνα 6.8 : Ασύγχρονος κινητήρας.



Εικόνα 6.9 : Ασύγχρονος Ηλεκτροκινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος.

Σύγχρονοι ηλεκτροκινητήρες	Ασύγχρονοι ή επαγωγικοί ηλεκτροκινητήρες
Η ταχύτητα του δρομέα και η ταχύτητα του μαγνητικού πεδίου του στάτη είναι ίσες.	Ο ρότορας περιστρέφεται με ταχύτητα μικρότερη από τη σύγχρονη.
Δεν έχει ολίσθηση. Η τιμή της ολίσθησης είναι μηδέν.	Έχει ολίσθηση και δεν είναι ίση με το μηδέν.
Απαιτείται μια πρόσθετη πηγή ισχύος συνεχούς ρεύματος για την αρχική περιστροφή του δρομέα κοντά στη σύγχρονη ταχύτητα.	Δεν απαιτείται πρόσθετη πηγή εκκίνησης.
Απαιτούνται δακτύλιος εκκίνησης και βούρτσες(καρβουνάκια).	Δεν απαιτείται δακτύλιος ολίσθησης και βούρτσες.
Η αποδοτικότητα είναι μεγαλύτερη .	Λιγότερο αποδοτικός.
Ο σύγχρονος κινητήρας είναι δαπανηρός.	Λιγότερο δαπανηρός.

8) Μελέτη εφικτότητας μετατροπής σκαφών αναψυχής σε αμιγώς ηλεκτρικά.

Όπως προαναφέρθηκε στο κεφάλαιο 5, σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας της Ελλάδας, ως σκάφος αναψυχής ορίζεται κάθε σκάφος από 2,5 έως 24 μέτρα που προορίζεται για αθλητικούς σκοπούς ή σκοπούς αναψυχής. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η μελέτη για μετατροπή των σκαφών αυτών με κίνηση μέσω μπαταριών και αν δεν είναι εφικτό να υπάρχει μια δεύτερη μέθοδος παραγωγής ενέργειας, δηλαδή υβριδικά σκάφη.

Η μελέτη γίνεται για διάφορα σκάφη ξεκινώντας από το μικρότερο σε μήκος και απαιτήσεις και καταλήγει στο μεγαλύτερο(εντός των ορίων για σκάφη αναψυχής). Έχει ως σκοπό να δείξει πόσο εφικτό είναι τεχνολογικά εν έτη 2022 να γίνει καθαρή ηλεκτροπρόωση και ποιες είναι οι δυσκολίες που υπάρχουν για τη μετατροπή αυτή.

Επιπλέον, στη συγκεκριμένη μελέτη θα χρησιμοποιηθεί για τους υπολογισμούς μια μικρή απόσταση της τάξεως των 5-8 ναυτικών μιλίων. Τα σκάφη αυτά θα μπορούν στα συγκεκριμένα λιμάνια να φορτίζουν τις μπαταρίες οι οποίες περιλαμβάνουν την πρόωση του σκάφους.

Σκάφη προς μελέτη :

- Tempest 360
- Cap Camarat 535
- Fairline Targa 43

8.1) Tempest 360 : Το συγκεκριμένο σκάφος είναι ένα φουσκωτό σκάφος κατηγορίας bareboat (βλέπε κεφάλαιο 5). Είναι της Ιταλικής εταιρίας CAPELLI και έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

Tempest 360	
Length O.A	4.60 m
Beam O.A	2.20 m
Weight	280 kg
Max power	60 HP



1. Ενέργεια ανά ταξίδι

$$E_{PR/VOYAGE} = [P_{THRUST} \times N_{THRUST} \times L_f \times T_{CRUISING}/60 \times 1/\eta_{EL.MOTOR}] \text{ (kWh)}$$

P_{THRUST} = Thrusters nominal power output (kW)

N_{THRUST} = Number of thrusters operating while cruising

L_f = Main engine load factor (%)

$T_{CRUISING}$ = Time cruising

$\eta_{EL.MOTOR}$ = New electric motors efficiency index

P_{THRUST}	45 kW
N_{THRUST}	1
L_f	0.9
$T_{CRUISING}$	35
$\eta_{EL.MOTOR}$	-

$$E_{PR/VOYAGE} = 27 \text{ kWh}$$

2. **Απαιτούμενη ενέργεια για ενδίαίτηση** (στο συγκεκριμένο σκάφος δεν θα υπολογιστεί γιατί δεν υπάρχει ενδίαίτηση)

$$E_{\text{HOT/VOYAGE}} = [P_{\text{HOT/SEA}} \times D_f \times T_{\text{CRUISING/60}}] + [P_{\text{HOT/PORT}} \times D_f \times T_{\text{PORT/60}}] \text{ (kWh)}$$

$P_{\text{HOT/SEA}}$ = Electric Load Balance at sea (kW)

$P_{\text{HOT/PORT}}$ = Electric Load Balance at Birth (kW)

D_f = Diversity factor (%)

$T_{\text{CRUISING/60}}$ = Time cruising (min)

$T_{\text{PORT/60}}$ = Time at birth (min)

3. **Συνολική ενέργεια ανά ταξίδι :**

$$E_{\text{TRIP}} = 2 \times (E_{\text{PR/VOYAGE}} + E_{\text{HOT/VOYAGE}}) \text{ (kWh)}$$

$$E_{\text{TRIP}} = 54 \text{ kWh}$$

Μέγιστος αριθμός ταξιδιών ανά ημέρα :

$$N_{\text{TRIPS}} = 5$$

4. **Συνολική απαιτούμενη ενέργεια σε καθημερινή βάση :**

$$E_{\text{TOTAL/DAY}} = N_{\text{TRIPS}} \times E_{\text{TRIP}} \text{ (kWh)}$$

$$E_{\text{TOTAL/DAY}} = 270 \text{ kWh}$$

5. **Ελάχιστη εγκατεστημένη ενέργεια για την ομαλή πραγματοποίηση των δρομολογίων :**

$$E_{\text{MIN.INSTALLED}} = E_{\text{TOTAL/DAY}} / ((N_{\text{TRIPS}} - 1) \times f + \text{DOD}) \text{ (kWh)}$$

DOD = Depth of Discharge of Battery system for maximum life-cycles (%)

N_x = Number of trips without interval charging

f = a parameter to estimate the impact of different charging current and time needed to connect the system to the grid on charging load transferred on board(%) $f = (C1/C2) \times (T_{PORT} - T_{PLUG})/T_{100}$

$C1$ = Charging current

$C2$ = Nominal charging current

T_{100} = total time needed to charge completely (0-100%) battery system at nominal charging current

T_{PLUG} = total time needed to plug-in/off vessel to the grid

$E_{MIN.INSTALLED} = 50.94$ kWh

Η ελάχιστη απαίτηση ενέργειας για την κίνηση του συγκεκριμένου σκάφους είναι 50.95 kWh. Για την κάλυψη τέτοιας ανάγκης χρειάζεται να εγκατασταθεί μια συστοιχία μπαταριών με το σύστημα του. Στην προκειμένη περίπτωση για την κάλυψη αυτής της ενέργειας, η συστοιχία μαζί με το σύστημα που πρέπει να εγκατασταθεί πρέπει να ζυγίζουν περίπου 140kg, πράγμα το οποίο δεν είναι εφικτό για ένα τέτοια σκάφος της τάξεως των 280 kg.

8.2) Cap camarat 535 : Το συγκεκριμένο σκάφος είναι ένα σκάφος κατασκευασμένο από πλαστικό υλικό και ανήκει στην κατηγορία των σύνθετων υλικών. Το δρομολόγιο το οποίο έχει γίνει το σενάριο είναι από το λιμάνι της Άρκετσας-Αιδιψός και είναι γύρω στα 14km.

Cap camarat 535	
Length O.A	5.5 m
Beam O.A	2.36 m
Weight	800 kg
Max power	75 HP



1. Ενέργεια ανά ταξίδι

$$E_{PR/VOYAGE} = [P_{THRUST} \times N_{THRUST} \times L_f \times T_{CRUISING}/60 \times 1/n_{EL.MOTOR}] \text{ (kWh)}$$

P_{THRUST} = Thrusters nominal power output (kW)

N_{THRUST} = Number of thrusters operating while cruising

L_f = Main engine load factor (%)

$T_{CRUISING}$ = Time cruising

$n_{EL.MOTOR}$ = New electric motors efficiency index

P_{THRUST}	56 kW
N_{THRUST}	1
L_f	0.9
$T_{CRUISING}$	35
$n_{EL.MOTOR}$	-

$$E_{PR/VOYAGE} = 29.4 \text{ kWh}$$

2. **Απαιτούμενη ενέργεια για ενδιαίτηση** (στο συγκεκριμένο σκάφος δεν θα υπολογιστεί γιατί δεν υπάρχει ενδιαίτηση)

$$E_{\text{HOT/VOYAGE}} = [P_{\text{HOT/SEA}} \times D_f \times T_{\text{CRUISING/60}}] + [P_{\text{HOT/PORT}} \times D_f \times T_{\text{PORT/60}}] \text{ (kWh)}$$

$P_{\text{HOT/SEA}}$ = Electric Load Balance at sea (kW)

$P_{\text{HOT/PORT}}$ = Electric Load Balance at Birth (kW)

D_f = Diversity factor (%)

$T_{\text{CRUISING/60}}$ = Time cruising (min)

$T_{\text{PORT/60}}$ = Time at birth (min)

3. **Συνολική ενέργεια ανά ταξίδι :**

$$E_{\text{TRIP}} = 2 \times (E_{\text{PR/VOYAGE}} + E_{\text{HOT/VOYAGE}}) \text{ (kWh)}$$

$$E_{\text{TRIP}} = 58.8 \text{ kWh}$$

Μέγιστος αριθμός ταξιδιών ανά ημέρα :

$$N_{\text{TRIPS}} = 4$$

4. **Συνολική απαιτούμενη ενέργεια σε καθημερινή βάση :**

$$E_{\text{TOTAL/DAY}} = N_{\text{TRIPS}} \times E_{\text{TRIP}} \text{ (kWh)}$$

$$E_{\text{TOTAL/DAY}} = 294 \text{ kWh}$$

5. **Ελάχιστη εγκατεστημένη ενέργεια για την ομαλή πραγματοποίηση των δρομολογίων :**

$$E_{\text{MIN.INSTALLED}} = E_{\text{TOTAL/DAY}} / ((N_{\text{TRIPS}} - 1) \times f + \text{DOD}) \text{ (kWh)}$$

DOD = Depth of Discharge of Battery system for maximum life-cycles (%)

N_x = Number of trips without interval charging

f = a parameter to estimate the impact of different charging current and time needed to connect the system to the grid on charging load transferred on board(%) $f = (C1/C2) \times (T_{PORT} - T_{PLUG})/T_{100}$

$C1$ = Charging current

$C2$ = Nominal charging current

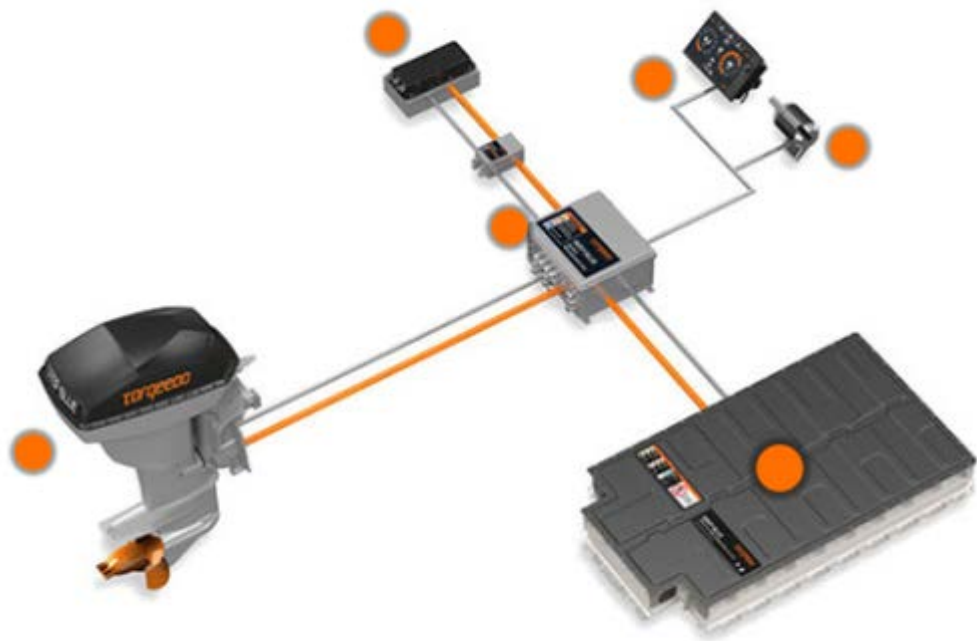
T_{100} = total time needed to charge completely (0-100%) battery system at nominal charging current

T_{PLUG} = total time needed to plug-in/off vessel to the grid

$E_{MIN.INSTALLED} = 55.47$ kWh

Για τη μετατροπή του σκάφους αυτού εγκαταστάθηκε ένα πλήρες σύστημα το οποίο αποτελείται από τα :

- On-board computer with touchscreen display
- On/Off switch with ignition key and emergency stop switch
- Connection box for wiring of DEEP BLUE components
- High voltage battery energy supply of outboard
- Outboard motor with electric motor and power electronics



Bmw i3 Battery

Nominal voltage	352.3 V
Max. continuous performance	55 kW
Capacity	42.2 kWh
Weight	284 kg
Dimensions	1666 x 993 x 173 mm

Outboard motor

Input power continuous (peak)	54.5 kW (61.8 kW)
Mech. Output power at shaft continuous (peak)	48.5 kW (55 kW)
Nominal voltage	350V
Min. voltage for full performance	330V
Dimension L/W/H	868 x 394 x 1,535 mm
Comparable petrol outboards (shaft power)	80 HP

Στο συγκεκριμένο σκάφος η μετατροπή του σε ηλεκτρικό είναι εφικτή.

8.3) Fairline targa 43 : Το σκάφος αυτό είναι ένα σκάφος καμπινάτο με αρκετές απαιτήσεις σε θέματα ενέργειας. Ο λόγος της μεγαλύτερης απαίτησης ενέργειας είναι γιατί το σκάφος προορίζεται για πιο μεγάλα ταξίδια σε σχέση με τα προηγούμενα. Είναι πιο γρήγορο και επίσης διαθέτει ενδιαιτησή.

Fairline targa 43	
Length O.A	13.74 m
Beam O.A	3.8 m
Weight	9400 kg
Max power	430 HP , 430 HP





Οι φωτογραφίες αυτές είναι από το εσωτερικό του σκάφους και δείχνουν την καμπίνα. Πιο κάτω αναφέρονται αναλυτικά το τι περιέχει το σκάφος το οποίο μας απασχολεί λόγω ενέργειας.

Electronics-inside equipment's

- Depthsounder
- TV Set
- DVD Player
- Radio
- CD Player
- Cockpit Speakers
- Stern Thruster
- Electric Bilge Pump
- Air Conditioning
- Heating
- Refrigerator
- Log-Speedometer
- Plotter
- Autopilot
- Compass
- GPS
- VHF
- Bow Thruster
- Microwave Oven
- Electric Head
- Hot Water

1. Ενέργεια ανά ταξίδι

$$E_{PR/VOYAGE} = [P_{THRUST} \times N_{THRUST} \times L_f \times T_{CRUISING/60} \times 1/n_{EL.MOTOR}] \text{ (kWh)}$$

P_{THRUST} = Thrusters nominal power output (kW)

N_{THRUST} = Number of thrusters operating while cruising

L_f = Main engine load factor (%)

$T_{CRUISING}$ = Time cruising

$n_{EL.MOTOR}$ = New electric motors efficiency index

P_{THRUST}	320 kW
N_{THRUST}	2
L_f	0.9
$T_{CRUISING}$	35
$\eta_{EL.MOTOR}$	0.98

$$E_{PR/VOYAGE} = 514.28 \text{ kWh}$$

2. Απαιτούμενη ενέργεια για ενδιαίτηση

$$E_{HOT/VOYAGE} = [P_{HOT/SEA} \times D_f \times T_{CRUISING/60}] + [P_{HOT/PORT} \times D_f \times T_{PORT/60}] \text{ (kWh)}$$

$P_{HOT/SEA}$ = Electric Load Balance at sea (kW)

$P_{HOT/PORT}$ = Electric Load Balance at Birth (kW)

D_f = Diversity factor (%)

$T_{CRUISING/60}$ = Time cruising (min)

$T_{PORT/60}$ = Time at birth (min)

$$E_{HOT/VOYAGE} = 5.475 \text{ kWh}$$

3. Συνολική ενέργεια ανά ταξίδι :

$$E_{TRIP} = 2 \times (E_{PR/VOYAGE} + E_{HOT/VOYAGE}) \text{ (kWh)}$$

$$E_{TRIP} = 1039.5 \text{ kWh}$$

Μέγιστος αριθμός ταξιδιών ανά ημέρα :

$$N_{TRIPS} = 4$$

4. Συνολική απαιτούμενη ενέργεια σε καθημερινή βάση :

$$E_{TOTAL/DAY} = N_{TRIPS} \times E_{TRIP} \text{ (kWh)}$$

$$E_{TOTAL/DAY} = 4158 \text{ kWh}$$

5. Ελάχιστη εγκατεστημένη ενέργεια για την ομαλή πραγματοποίηση των δρομολογίων :

$$E_{MIN.INSTALLED} = E_{TOTAL/DAY} / ((N_{TRIPS}-1) \times f + DOD) \text{ (kWh)}$$

DOD = Depth of Discharge of Battery system for maximum life-cycles (%)

N_x = Number of trips without interval charging

f = a parameter to estimate the impact of different charging current and time needed to connect the system to the grid on charging load transferred on board(%) $f = (C1/C2) \times (T_{PORT} - T_{PLUG})/T_{100}$

$C1$ = Charging current

$C2$ = Nominal charging current

T_{100} = total time needed to charge completely (0-100%) battery system at nominal charging current

T_{PLUG} = total time needed to plug-in/off vessel to the grid

$$E_{MIN.INSTALLED} = 1020.36 \text{ kWh}$$

6. Αριθμός μοντέλων μπαταριών που τοποθετούνται σε σειρά :

$$N_{BT.SERIES} = V_{SYST}/V_{BT}$$

V_{SYST} = System's main bus bar's voltage (v)

V_{BT} = Battery module's nominal voltage (v)

$$N_{BT.SERIES} = 6.25 = 7$$

7. Αριθμός συστοιχιών που συνδέονται παράλληλα :

$$N_{BT.PARAL} = E_{MIN.INSTALLED} / (N_{BT.SERIES} \times V_{BT} \times Ah_{BT})$$

Ah_{BT} = Battery module's nominal capacity (Ah)

$$N_{BT.PARAL} = 80$$

8. Συνολικός αριθμός μπαταριών :

$$N_{BT.TOTAL} = 560$$

9. Συνολική ενέργεια που εγκαταστάθηκε :

$$E_{INSTALLED} = N_{BT.TOTAL} \times V_{BT} \times Ah_{BT}$$

$$E_{INSTALLED} = 993 \text{ (kWh)}$$

Για να εξασφαλιστεί ασφαλής επιστροφή στον προορισμό πρέπει η ενέργεια που απομένει να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που απαιτείται προκειμένου το σκάφος να πραγματοποιήσει μια πλήρη διαδρομή.

10. Η ενέργεια που απομένει υπολογίζεται ως εξής :

$$E_{REMAIN} = (1 - DOD) \times E_{INSTALLED} / N_{PACKS} , \text{ (kWh)}$$

$$E_{VOYAGE} = E_{TRIP} / 2$$

$$E_{REMAIN} = 148 \text{ (kWh)} , \quad E_{VOYAGE} = 514.28 \text{ (kWh)}$$

11. Συνολικό βάρος και όγκος μπαταριών:

$$W_{TOTAL} = N_{BT.TOTAL} \times W_{BT} , \text{ (tn)}$$

$$V_{TOTAL} = N_{BT.TOTAL} \times V_{BT} , \text{ (m}^3\text{)}$$

$$W_{TOTAL} = 10.96 \text{ tn}$$

$$V_{TOTAL} = 5.51 \text{ m}^3$$

Από όσο μπορούμε να καταλάβουμε είναι απίθανο να γίνει μια τέτοια μετατροπή του σκάφους αυτού, γιατί οι μπαταρίες φθάνουν τους 10 τόνους βάρος , όσο είναι δηλαδή

ολόκληρο το σκάφος . Επίσης ο όγκος που καταλαμβάνουν είναι εξίσου μεγάλος. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στο πιο κάτω πίνακα :

Battery modules specifications (LiFeMgPO4)

Nominal Module Voltage		38.4 V
Nominal Capacity		46.2 Ah
Dimension (LxWxH)		306 x 172 x 255 mm
Weight		19,6 kg
Volume		0.11 m ³
Specific energy		91 Wh/kg
Energy Density		148 Wh/lt
Standard Discharging	Max Cont. Current	90A
	Peak Load current	135A
	Cut-off Voltage	30 V
Standard Charging	Max charge Voltage	43.8 V
	Float Voltage	41.4 V
	Rec. current c/2	23 A
Charging time (h)		2.5

8.4) Hallberg-Rassy 310 : Το Hallberg-rassy είναι ένα ιστιοφόρο Σουηδικής κατασκευής. Είναι περίπου στα 9,5 μέτρα και δεν υπάρχουν περιορισμοί κατά την πλεύση του.

Hallberg-rassy 310	
Length O.A	9.42 m
Beam O.A	3.18 m
Weight	4.35 tonnes
Max power	13.8 kW / 19 HP





Από τις πιο πάνω φωτογραφίες διακρίνεται το εξωτερικό και το εσωτερικό του σκάφους.

Electronics-inside equipment's

- Depthsounder
- Wind speed and direction
- Rario
- Compas
- Electric bilge pump
- Oven
- Refrigerator
- Battery charger

1. Ενέργεια ανά ταξίδι

$$E_{PR/VOYAGE} = [P_{THRUST} \times N_{THRUST} \times L_f \times T_{CRUISING/60} \times 1/n_{EL.MOTOR}] \text{ (kWh)}$$

P_{THRUST} = Thrusters nominal power output (kW)

N_{THRUST} = Number of thrusters operating while cruising

L_f = Main engine load factor (%)

$T_{CRUISING}$ = Time cruising

$n_{EL.MOTOR}$ = New electric motors efficiency index

P_{THRUST}	13.8 kW
N_{THRUST}	-
L_f	0.9
$T_{CRUISING}$	35
$n_{EL.MOTOR}$	-

$$E_{PR/VOYAGE} = 7.245 \text{ kWh}$$

2. Απαιτούμενη ενέργεια για ενδιαίτηση

$$E_{HOT/VOYAGE} = [P_{HOT/SEA} \times D_f \times T_{CRUISING/60}] + [P_{HOT/PORT} \times D_f \times T_{PORT/60}] \text{ (kWh)}$$

$P_{HOT/SEA}$ = Electric Load Balance at sea (kW)

$P_{HOT/PORT}$ = Electric Load Balance at Birth (kW)

Df = Diversity factor (%)
 $T_{\text{CRUISING}/60}$ = Time cruising (min)
 $T_{\text{PORT}/60}$ = Time at birth (min)

$E_{\text{HOT}/\text{VOYAGE}} = 2.2 \text{ kWh}$

3. Συνολική ενέργεια ανά ταξίδι :

$E_{\text{TRIP}} = 2 \times (E_{\text{PR}/\text{VOYAGE}} + E_{\text{HOT}/\text{VOYAGE}}) \text{ (kWh)}$

$E_{\text{TRIP}} = 18.89 \text{ kWh}$

Μέγιστος αριθμός ταξιδιών ανά ημέρα :

$N_{\text{TRIPS}} = 4$

4. Συνολική απαιτούμενη ενέργεια σε καθημερινή βάση :

$E_{\text{TOTAL}/\text{DAY}} = N_{\text{TRIPS}} \times E_{\text{TRIP}} \text{ (kWh)}$

$E_{\text{TOTAL}/\text{DAY}} = 75.56 \text{ kWh}$

5. Ελάχιστη εγκατεστημένη ενέργεια για την ομαλή πραγματοποίηση των δρομολογίων :

$E_{\text{MIN.INSTALLED}} = E_{\text{TOTAL}/\text{DAY}} / ((N_{\text{TRIPS}} - 1) \times f + \text{DOD}) \text{ (kWh)}$

DOD = Depth of Discharge of Battery system for maximum life-cycles (%)

N_x = Number of trips without interval charging

f = a parameter to estimate the impact of different charging current and time needed to connect the system to the grid on charging load transferred on board (%) $f = (C1/C2) \times (T_{\text{PORT}} - T_{\text{PLUG}}) / T_{100}$

$C1$ = Charging current

$C2$ = Nominal charging current

T_{100} = total time needed to charge completely (0-100%) battery system at nominal charging current

T_{PLUG} = total time needed to plug-in/off vessel to the grid

$E_{\text{MIN.INSTALLED}} = 22.22 \text{ kWh}$

6. Αριθμός μοντέλων μπαταριών που τοποθετούνται σε σειρά :

$$N_{\text{BT.SERIES}} = V_{\text{SYST}}/V_{\text{BT}}$$

V_{SYST} = System's main bus bar's voltage (v)

V_{BT} = Battery module's nominal voltage (v)

$$N_{\text{BT.SERIES}} = 6.25 = 7$$

7. Αριθμός συστοιχιών που συνδέονται παράλληλα :

$$N_{\text{BT.PARAL}} = E_{\text{MIN.INSTALLED}} / (N_{\text{BT.SERIES}} \times V_{\text{BT}} \times Ah_{\text{BT}})$$

Ah_{BT} = Battery module's nominal capacity (Ah)

$$N_{\text{BT.PARAL}} = 1.789=2$$

8. Συνολικός αριθμός μπαταριών :

$$N_{\text{BT.TOTAL}} = 14$$

9. Συνολική ενέργεια που εγκαταστάθηκε :

$$E_{\text{INSTALLED}} = N_{\text{BT.TOTAL}} \times V_{\text{BT}} \times Ah_{\text{BT}}$$

$$E_{\text{INSTALLED}} = 24.837 \text{ (kWh)}$$

10. Η ενέργεια που απομένει υπολογίζεται ως εξής :

$$E_{\text{REMAIN}} = (1 - \text{DOD}) \times E_{\text{INSTALLED}}/N_{\text{PACKS}} , \text{ (kWh)}$$

$$E_{\text{VOYAGE}} = E_{\text{TRIP}}/2$$

$$E_{\text{REMAIN}} = 3.72 \text{ (kWh)}$$

11. Συνολικό βάρος και όγκος μπαταριών:

$$W_{\text{TOTAL}} = N_{\text{BT.TOTAL}} \times W_{\text{BT}} , \text{ (tn)}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = N_{\text{BT.TOTAL}} \times V_{\text{BT}} , (\text{m}^3)$$

$$W_{\text{TOTAL}} = 274 \text{ kg}$$

$$V_{\text{TOTAL}} = 1.54 \text{ m}^3$$

Δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός στο βάρος ή τον όγκο ούτε και στην απαίτηση ενέργειας.
Αποτέλεσμα είναι η εφικτότητα για μετατροπή του ιστιοφόρου σκάφους σε ηλεκτρικό.

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό να μπορεί να καταλάβει ο αναγνώστης για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο πόσο εφικτό είναι να μετατραπεί ένα σκάφος σε αμιγώς ηλεκτρικό. Η μελέτη έγινε για μια συγκεκριμένη απόσταση περίπου στα 35 λεπτά με 3-4 δρομολόγια ημερισίως.

Για μια πιο ξεκάθαρη εικόνα του ποιες είναι οι δυσκολίες και οι ευκολίες για μια μετατροπή τέτοιου είδους, χρησιμοποιήθηκαν 4 είδη σκαφών αναψυχής με διαφορετικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις.

Ο σημαντικότερος παράγοντας για τη μετατροπή αυτή είναι οι μπαταρίες. Επομένως, για να είμαστε όσο πιο κοντά γίνεται στα δεδομένα της εποχής που διανύουμε, χρησιμοποιήθηκαν οι πιο καλές μπαταρίες σε απόδοση, οι μπαταρίες λιθίου.

Από την παρούσα μελέτη, τα συμπεράσματα είναι ξεκάθαρα και κατά κάποιο τρόπο αναμενόμενα για την εποχή μας, γιατί η μετατροπή σκαφών σε αμιγώς ηλεκτρικά είναι στα αρχικά της στάδια.

Ξεκινώντας από το πρώτο σκάφος το οποίο είχε γίνει η μελέτη το TEMPEST 310 ,είναι ένα μικρό φουσκωτό σκάφος αναψυχής με μικρές γενικά απαιτήσεις σε ενέργεια. Το αποτέλεσμα της μελέτης για το σκάφος αυτό ήταν ότι ο μεγάλος όγκος και βάρος των μπαταριών που έπρεπε να τοποθετηθούν για τις ανάγκες του σκάφους δεν επιτρέπει ούτε σε χώρο ούτε σε βάρος να τοποθετηθούν.

Το δεύτερο υπο μελέτη σκάφος, το Cap camarat 535, είναι ένα σκάφος 5,5 μέτρων και περίπου 800 κιλά χωρίς ενδιαίτηση. Οι απαιτήσεις ισχύος σε σχέση μεγέθους και βάρους δεν είναι τόσο μεγάλες, με αποτέλεσμα η μετατροπή να μπορεί να επιτευχθεί τουλάχιστον σε θεωρητικό επίπεδο. Στο σκάφος εγκαταστήθηκε ένα πλήρες σύστημα με μια μπαταρία λιθίου των 355 Volts και μέγιστη συνεχόμενη ισχύ στα 55 kw.

Συνεχίζοντας το σκάφος Fairline targa 43 είναι ένα σκάφος καμπινάτο με αρκετές απαιτήσεις σε θέματα ενέργειας. Ο λόγος της μεγαλύτερης απαίτησης ενέργειας είναι γιατί το σκάφος προορίζεται για πιο μεγάλα ταξίδια σε σχέση με τα προηγούμενα. Είναι πιο γρήγορο και επίσης διαθέτει ενδιαίτηση. Για την ομαλή πραγματοποίηση των δρομολογίων, η ελάχιστη εγκατεστημένη ενέργεια ανέρχεται στα 1020.36 kW. Από όσο μπορούμε να καταλάβουμε είναι απίθανο να γίνει μια τέτοια μετατροπή του σκάφους αυτού, γιατί οι μπαταρίες φθάνουν τους 10 τόνους σε βάρος, όσο είναι δηλαδή ολόκληρο το σκάφος. Επίσης, ο όγκος που καταλαμβάνουν είναι εξίσου μεγάλος περίπου στα 5 m³.

Το τελευταίο υπό μελέτη σκάφος είναι ένα ιστιοφόρο περίπου στα 9,5 μέτρα με μικρές απαιτήσεις, όπου φθάνουν τα 25 kw ανά ταξίδι. Το θεωρητικό μέρος της μελέτης είχε ως αποτέλεσμα την εφικτότητα μετατροπής του σκάφους χωρίς να υπάρχει πρόβλημα σε ενέργεια, βάρος ή όγκο. Ο κύριος λόγος είναι οι μικρές απαιτήσεις και η πρόωση που μπορεί να επιτευχθεί με τη βοήθεια των πανιών.

Από τα πιο πάνω μπορούμε να συμπεράνουμε αρκετά. Το πιο σημαντικό είναι ότι η τεχνολογία της μπαταρίας για τη μετατροπή σκαφών σε αμιγώς ηλεκτρικών είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο. Παρόλο που οι μπαταρίες είναι στη ζωή μας αρκετά χρόνια, στο θέμα της Ναυτιλίας είναι σχετικά νέο και χρειάζονται αρκετές μελέτες για να μπορούν να εφαρμοστούν σωστά και να εξυπηρετούνται τα σκάφη εξ ολοκλήρου με αυτές. Οι μετατροπές μπορούν να εφαρμοστούν σε πολύ συγκεκριμένα σκάφη με ελάχιστες απαιτήσεις και μικρά ταξίδια.

Ένα άλλο συμπέρασμα από τη συγκεκριμένη εργασία είναι πως οι μπαταρίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν 2^η πηγή ενέργειας, να μετατραπούν δηλαδή σε υβριδικά σκάφη, όπως για παράδειγμα το ιστιοφόρο σκάφος που έχει μελετηθεί το οποίο χρησιμοποιεί και τα πανιά σαν μέσω πρόωσης. Για την ομαλή μετάβαση σε ηλεκτροκίνηση είναι μια πολύ καλή λύση βλέποντας το και άμεσα από τη αυτοκινητοβιομηχανία.

Η δύναμη των μπαταριών είναι μεγάλη στην καθημερινότητα των ανθρώπων, επομένως σίγουρα με σωστές προσπάθειες και δοκιμές θα μπορέσουν να διαδραματίσουν ακέραιο

ρόλο στο χώρο της ναυτιλίας. Ωστόσο, αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την έμμεση αλλαγή προς το χώρο της ηλεκτροκίνησης, προσαρμόζοντας έτσι τον χώρο της ναυτιλίας στο κομμάτι της ηλεκτροκίνησης. Βλέποντας τα προβλήματα που μπορεί να προκληθούν θα έχει σαν αποτέλεσμα περεταίρω μελέτη, έρευνα, ανασκόπηση και εφαρμογή στο κοντινό και μακρινό μέλλον έτσι ώστε να επέλθει η πλήρης μετατροπή λειτουργίας των σκαφών με μπαταρίες.

Βιβλιογραφία

- 1) <https://knowledge.electrochem.org/encycl/art-v01-volta.htm>
- 2) <https://www.ipcc.ch/> The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- 3) Διπλ. Μηχανικού Ε.Ν Δημητρίου Ι. Κουκουβίνου “ΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΑ”
- 4) <https://www.geoexpro.com/>
- 5) <https://www.agu.org/>
- 6) Μελέτη II, Εκδόσεις ΕΜΠ (Nox, Sox)
- 7) <https://unfccc.int/>
- 8) Βιβλίο “Αρχές μηχανών εσωτερικής κάυσης” Ευάγγ.Γ.Γιακουμής καθηγητής ΕΜΠ
- 9) Βιβλίο “Maritime engineering reference book, Antony F.Molland”
- 10) Κωνσταντίνος Βολογιάννης Διπλωματική Εργασία: «Ναυτικοί κινητήρες και Ναυτιλιακά καύσιμα», Τμήμα Ναυτιλιακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Πειραιώς
- 11) Έρευνα IMO για GHG:
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/PollutionPrevention/AirPollution/Pages/GHG-Emissions.aspx>
- 12) E.E.A. . (2016). Air quality in Europe
- 13) MIT-EVT. (2008). A guide to understand batteries
- 14) http://batteryuniversity.com/learn/article/cycle_performance_of_nicd_nimh_and_li_ion
- 15) “Advances in Lithium-ion batteries” , Walter A. Schalkwijk and Bruno Scrosati
- 16) Advanced Batteries: Materials Science Aspects / R. Huggins

17) Handbook of batteries / David Linden, Thomas B. Reddy Third Edition

18) Industrial Applications of Batteries

19) Lithium Batteries /S. Surampudi

20) Lithium Batteries Science and technology/ G. Nazri, G. Pistoia.