

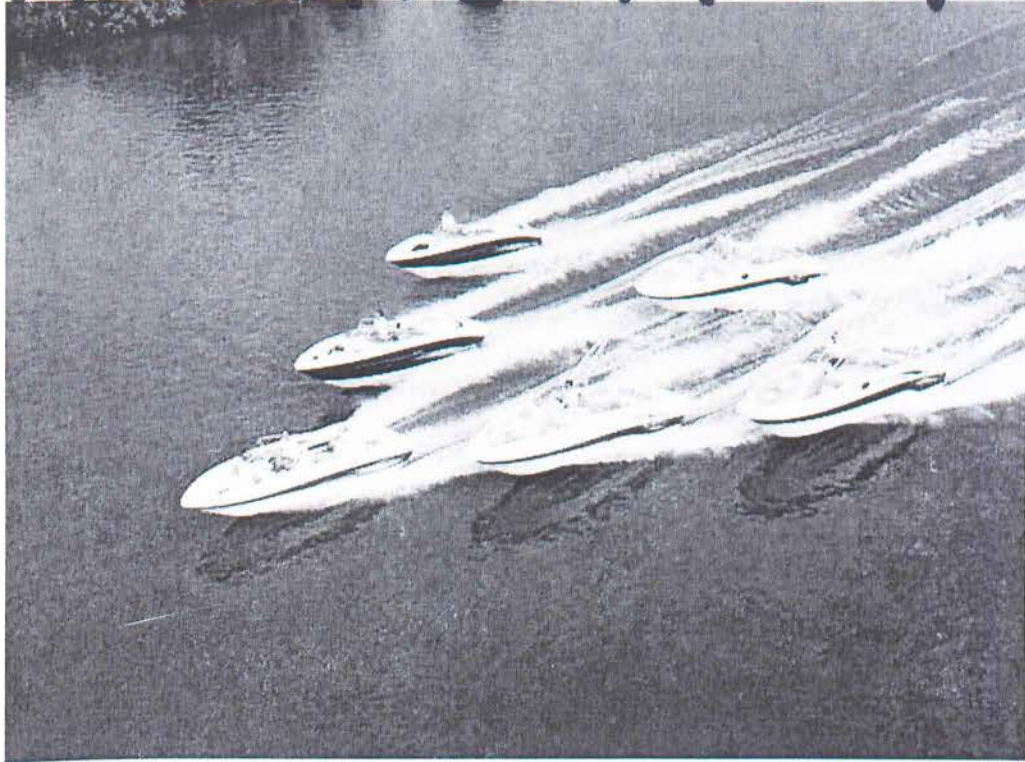


ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΗΧ  
623

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧ/ΠΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Συστήματα μετάδοσης κίνησης σε ναυτικές μηχανές  
μικρής ισχύος**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΑΡΟΖΗΣ ΑΝΤΩΝΗΣ

Α.Μ: 29258

ΕΞ: 19'

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Α.ΤΣΟΛΑΚΗΣ

2012

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

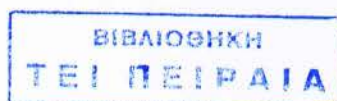
Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι, η κατανόηση του τρόπου μετάδοσης της κίνησης διαφόρων ειδών σκαφών, ανάλογα με τον τύπο μηχανής που χρησιμοποιούν. Επίσης αναφέρονται τα είδη των μηχανών με τα βασικά εξαρτήματά τους και η περιγραφή λειτουργίας τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται τα είδη σκαφών καθώς και οι πιο δημοφιλείς μηχανές που χρησιμοποιούνται σε αυτά. Επίσης γίνεται αναφορά με το ιστορικό τους στα ήδη των εξωλέμβιων μηχανών που είναι και τα πιο γνωστά. Στην συνέχεια γίνεται μια αναλυτική περιγραφή λειτουργίας της προπέλας, που είναι πολύ χρήσιμη για την κατανόηση της κίνησης του σκάφους μέσα στο νερό, όπως επίσης και η λειτουργία της εξωλέμβιας μηχανής αναλυτικά με τα εξαρτήματα της. Επίσης αναφέρονται τα συστήματα μετάδοσης κίνησης αναλόγως με τον τύπο κινητήρα που χρησιμοποιείτε και στο τέλος γίνεται μια παρουσίαση της ηλεκτρικής πρόωσης και οι εφαρμογές αυτής σε μικρά πλωτά μέσα μεταφοράς καθώς επίσης τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτής.

## ABSTRACT

The aim of this thesis is to understand the transmission of different kinds of boats, depending on the type of machine they use. Also mentioned types of machines with the main components and describing their function.

The first chapter listed the kinds of ships as well as how popular machines concerned are being used to them. Also refers to the history to already outboard engines which are the most popular. Next is a detailed functional description of the prop, which is very useful for understanding the motion of the vessel into the water, as well as the functioning of outboard engine with the detail parts. Also a referred transmission depending on engine type and at last, there is a presentation of electric propulsion and applications of this small waterway transport as well as the advantages and disadvantages of this.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ένα ταχύπλοο σκάφος.....σελ. 5	σελ. 5
1.2 Ονοματολογία σκαφών.....σελ. 7	σελ. 7
1.3 Οι πιο δημοφιλείς μηχανές σκαφών.....σελ. 8	σελ. 8
1.4 Οι εξωλέμβιες μηχανές.....σελ. 8	σελ. 8
1.5 Δίχρονοι και τετράχρονοι κινητήρες.....σελ. 13	σελ. 13
1.6 Τάσεις και ανακατατάξεις στην αγορά.....σελ. 14	σελ. 14
1.7 Τα πάντα για την προπέλα.....σελ. 22	σελ. 22
1.7.1 Η έλικα.....σελ.22	σελ.22
1.7.2 Η διάμετρος.....σελ.28	σελ.28
1.7.3 Το βήμα.....σελ.29	σελ.29
1.7.4 Παράδειγμα υπολογισμού $\dot{u}$ του βήματος.....σελ.30	σελ.30
1.7.5 Φορά περιστροφής της έλικας.....σελ.33	σελ.33
1.7.6 Ο αριθμός των πτερυγίων.....σελ.33	σελ.33
1.7.7 Η ανεπτυγμένη επιφάνεια.....σελ.33	σελ.33
1.7.8 Ο αφαλός της προπέλας (πλήμνη).....σελ.34	σελ.34
1.7.9 Η κατασκευή της προπέλας.....σελ.36	σελ.36
1.7.10 Η επιλογή της προπέλας.....σελ.37	σελ.37
1.7.11 Σπηλαίωση.....σελ.38	σελ.38
1.7.12 Αλληλεπίδραση γάστρας - έλικας.....σελ.39	σελ.39

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

2.1 Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.....σελ.40	σελ.40
2.2 Συστήματα μετάδοσης κίνησης εξωλέμβιας μηχανής.....σελ.41	σελ.41
2.2.1. Πεδίο της εφεύρεσης.....σελ.41	σελ.41
2.2.2. Περιγραφή Σχετική Τέχνης.....σελ.41	σελ.41
2.2.3.ΠΕΡΙΛΗΨΗ της εφεύρεσης.....σελ.42	σελ.42
2.2.4.Συνοπτική περιγραφή του σχεδιασμού.....σελ.44	σελ.44
2.2.5.Αναλυτική περιγραφή των προνομιούχων ενσωματώσεων.....σελ.47	σελ.47
2.3 Πως λειτουργεί η ρεβέρσα.....σελ. 52	σελ. 52
2.4 Κινητήρες (Συστήματα μετάδοσης κίνησης).....σελ. 54	σελ. 54

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**

3.1 Ηλεκτρική πρόωση πλωτών μέσων μεταφοράς.....σελ. 64	σελ. 64
3.2 Εφαρμογές ηλεκτρικής πρόωσης σε μικρά πλωτά μέσα μεταφοράς – Ηλεκτρικές βάρκες.....σελ. 65	σελ. 65
3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης.....σελ. 71	σελ. 71
3.3.1 Πλεονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης.....σελ.71	σελ.71
3.3.2 Μειονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης.....σελ.73	σελ.73
3.4 Σκάφη με δύο κινητήρες.....σελ. 74	σελ. 74
3.5 Συμπεράσματα.....σελ. 76	σελ. 76
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 77</b>	<b>σελ. 77</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1



### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1.1 Ένα ταχύπλοο σκάφος

Ένα μηχανοκίνητο σκάφος με κινητήρα εσωτερικής καύσης όπως αντλία jet ή έλικα, ακόμη και ένα ιστιοφόρο, ενώ έχει ένα κινητήρα σε λειτουργία, είναι τεχνικά ένα μηχανοκίνητο σκάφος. Τα σκάφη σήμερα διαθέτουν μια ευρεία γκάμα που μπορεί να καλύψει ανάγκες από αναψυχή μέχρι επαγγελματική χρήση. Ανάλογα με τη χρήση του αλλά και τις απαιτήσεις του υποψήφιου αγοραστή, μπορεί να πραγματοποιηθεί ένας εύστοχος τρόπος προσέγγισης. Το μοτέρ είναι το κύριο μέρος του σκάφους. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι κινητήρων.

Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα σκάφη που προορίζονται για βοηθητική χρήση εξυπηρετώντας τις ανάγκες των σκαφών αναψυχής-ιστιοπλοϊκών και μηχανοκίνητων. Όλοι έχουμε δει άλλωστε το βοηθητικό βαρκάκι που είναι τοποθετημένο σε κάποιο σημείο της πλώρης ενός ιστιοπλοϊκού ή είναι δεμένο πρίμα και εξυπηρετεί στα μέγιστα τους επιβάτες αφού ένα φουσκωτό με μια μικρή εξωλέμβια μηχανή ισχύος 2 ίππων για παράδειγμα, μπορεί να μεταφέρει τους επιβάτες του ιστιοπλοϊκού στη στεριά, όταν αυτό έχει δέσει αρόδου. Στα μηχανοκίνητα τα βοηθητικά σκάφη αποτελούν μέρος του βασικού εξοπλισμού και διατίθενται από μικρά φουσκωτά μέχρι εξάμετρα ή και παραπάνω με μηχανές μάλιστα μεγάλης ισχύος-

σε μεγάλες θαλαμηγούς. Πέρα από την μεταφορά επιβατών και προσωπικού, εξυπηρετούν στην πραγματοποίηση θαλασσίων χόμπι. Τα σκάφη αυτά έχουν ειδικές προδιαγραφές και διάταξη που δεν απευθύνεται σε ένα κοινό χρήστη.

Το μήκος των σκαφών που ανήκει στην πρώτη κατηγορία ξεκινάει από τα 2 μέτρα και καταλήγει στα 6 ή και παραπάνω. Ως μέσο πρόωσης χρησιμοποιούνται εξωλέμβιες μηχανές ή υδροτζέτ.

Στην δεύτερη κατηγορία κατατάσσονται τα σκάφη που προορίζονται για το αγοραστικό κοινό που έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με το υγρό στοιχείο και με δυνατότητες μικρών παράκτιων ταξιδιών. Στην προκειμένη περίπτωση το σκάφος πρέπει να είναι ευκολόχρηστο και να μπορεί να μεταφερθεί και φυλαχτεί εύκολα και γρήγορα. Μπορεί να είναι κατασκευασμένα από πολλά υλικά, όπως για παράδειγμα, φουσκωτά, πολυεστερικά ακόμη και μεταλλικά από κράμα αλουμινίου, όταν πρόκειται για χρήση σε ήρεμα νερά που τα συναντά κανείς σε λίμνες. Τα σκάφη αυτής της κατηγορίας έχουν μήκος συνήθως από 2,5 έως 3.80 μέτρα μεταφορική ικανότητα τριών ατόμων με μια σχετική θα λέγαμε άνεση ενώ ως μέσο πρόωσης χρησιμοποιούνται εξωλέμβιες μηχανές μικρής ισχύος.

Στην τρίτη κατηγορία ανήκουν τα σκάφη των οποίων ο ιδιοκτήτης έχει-κατά 90%-περάσει από τη δεύτερη κατηγορία κι έχει αυξημένες απαιτήσεις σχετικά με τη διάνυση μεγαλύτερων αποστάσεων στη μεταφορά περισσότερων ατόμων καθώς και την πραγματοποίηση θαλάσσιων χόμπι όπως για παράδειγμα σκι, ψαροντούφεκο, ψάρεμα. Το μήκος των σκαφών αυτών κυμαίνεται συνήθως από τα 3.80 έως τα 5 μέτρα ενώ απαιτούνται μεγαλύτερες ιπποδυνάμεις κινητήρων.

Στην τέταρτη κατηγορία, κατατάσσονται τα σκάφη των οποίων οι ιδιοκτήτες είναι ιδιαίτερα απαιτητικοί τόσο από άποψη χρήσης-όπως για παράδειγμα μεγάλα μακρινά ταξίδια - όσο και από άποψη εξοπλισμού του σκάφους. Τα σκάφη αυτά διαθέτουν κάτω από το πιλοτήριο μικρή καμπίνα η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας ιδανικός αποθηκευτικός χώρος δεδομένου ότι ο ιδιοκτήτης του δεν είναι ανάγκη να μεταφέρει διαρκώς όλα τα παρελκόμενα, αξεσουάρ, εργαλεία και εξοπλισμό μαζί του. Συνήθως αυτή η καμπίνα διαθέτει και μικρά στρώματα τα οποία βέβαια σε ένα σκάφος που διαθέτει μήκος 6 μέτρα είναι μεν βολικά για λίγη ξεκούραση και προστασία από τον ήλιο δεν είναι όμως ιδιαίτερα βολικά για διανυκτέρευση. Αυτή η κατηγορία είναι ίσως η δημοφιλέστερη στη χώρα μας αφού με ένα λογικό χρηματικό ποσό μπορεί κάποιος να αποκτήσει ένα σκάφος επαρκές σε χώρους και με ικανοποιητικές επιδόσεις. Το μήκος τους κυμαίνεται από 5 μέτρα έως 8 περίπου μέτρα, ενώ για την πρόωσή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξωλέμβιοι κινητήρες μεγάλης ισχύος ή εσωεξωλέμβιοι κινητήρες. Το υλικό κατασκευής τους είναι πολυεστερικό ή ακόμη και φουσκωτό.

Στην πέμπτη κατηγορία διατίθενται σκάφη με μεγαλύτερες ανέσεις και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε τύπος κινητήρα (εξωλέμβιος, εσωεξωλέμβιος, εσωλέμβιος). Τα σκάφη αυτά διαθέτουν υπερκατασκευή με σχετικά άνετους εσωτερικούς χώρους που περιλαμβάνουν καμπίνες σαλονάκι κουζίνα και λουτρό /w.c. Ως μέσο πρόωσης χρησιμοποιούν εσωεξωλέμβιους ή εσωλέμβιους κινητήρες με προτίμηση σε αυτούς του πετρελαίου για την οικονομικότερη κατανάλωση. Το μήκος τους κυμαίνεται από τα 9 περίπου μέτρα και καταλήγει στα 15 μέτρα.

Στην έκτη κατηγορία κατατάσσονται τα σκάφη με μήκος επάνω από 15 μέτρα και απευθύνονται στο αγοραστικό κοινό που ενδιαφέρεται να έχει μια μικρή κατοικία με ανέσεις στη θάλασσα. Τα σκάφη αυτά πέρα από τους μεγάλους χώρους διαθέτουν πολύ καλές επιδόσεις πλεύσης και, αυτονομίας αφού είναι εξοπλισμένα με μεγάλες δεξαμενές καυσίμων και νερού.

Τέλος μπορούμε να κλείσουμε την κατηγοριοποίηση των θαλαμηγών με την καθιερωμένη διεθνώς ορολογία των super yachts για σκάφη με μήκος μέχρι 30 μέτρα και mega yachts για σκάφη με μήκος επάνω από 30 μέτρα.

## 1.2 Ονοματολογία σκαφών

Για την κατηγοριοποίηση των σκαφών επικρατεί ένας διεθνής κώδικας ονοματολογίας που αφορά τον τύπο των σκαφών ανάλογα με τη χρήση και δίνεται παρακάτω.

**DAY CRUISER:** Σκάφος με ανοικτό κατάστρωμα ή ημικαμινάτο με μικρό χώρο ενδιαίτησης με μήκος που κυμαίνεται από έξι έως εννιά περίπου μέτρα.

**CRUISER:** Καμινάτο με επαρκή αυτονομία για τη διάνυση μεσαίων υδάτινων δρομολογίων με μήκος από εννιά έως δεκαέξι μέτρα.

**SPORT / OFFSHORE:** Αναπτύσσουν πολύ υψηλές ταχύτητες και διαθέτουν λιτούς εσωτερικούς χώρους.

**CONVERTIBLE / FISH:** Ειδικό για ψάρεμα με υπερυψωμένο πιλοτήριο. Μπορεί να είναι καμινάτο ή ημικαμινάτο.

**FLYING BRIDGE:** Μηχανοκίνητο καμινάτο που διαθέτει γέφυρα και διπλό πιλοτήριο.

**OPEN:** Τα καμριολέ της θάλασσας. Σκάφη των οποίων η οροφή ανοίγει και αναπτύσσουν υψηλές ταχύτητες.

**PILOT:** Προσδιορίζεται ως σκάφος αναψυχής με γάστρα εκτοπίσματος όμοια με τα επαγγελματικά σκάφη.

**SUPER YACHTS:** Πολυτελή θαλαμηγά σκάφη των οποίων το μήκος εκτείνεται συνήθως μέχρι τα 30 μέτρα.

**MEGA YACHTS:** Πολυτελείς θαλαμηγοί με μήκος επάνω από 30 μέτρα.

## 1.2 Οι πιο δημοφιλείς μηχανές σκαφών

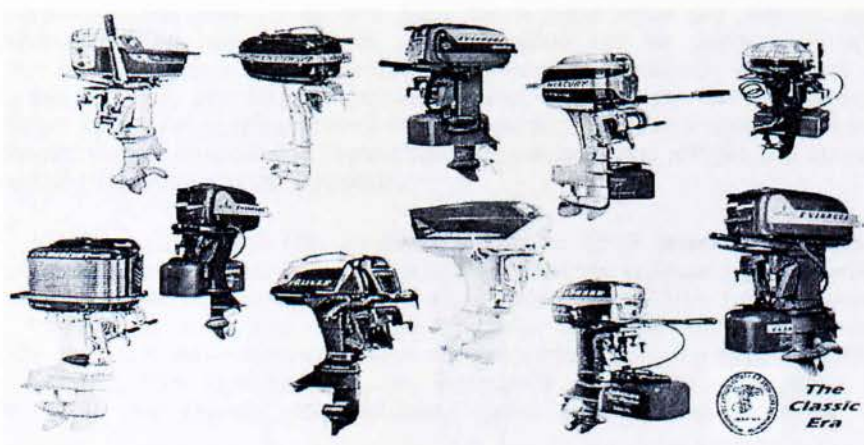
**Οι τετράχρονοι κινητήρες** εσωτερικής καύσης βενζίνης. Αυτός ο τύπος του κινητήρα είναι επαρκής για κάθε σκάφος μέχρι μέσω ενός cruiser οικογενειακό μέγεθος μέσα. Σκάφος κινητήρες είναι περίπου ισοδύναμη με εκείνη ενός κινητήρες βαρέος τύπου φορτηγών. Να θυμάστε ότι ένα βενζινοκινητήρα πρέπει πάντα να αερίζεται καλά για την πρόληψη πυρκαγιάς ή έκρηξης.

**Οι δύχρονοι κινητήρες** είναι ακόμα διαθέσιμοι και είναι αρκετά ελαφρύ, αλλά απαιτούν την προσθήκη λαδιού στο μείγμα. Έχουν την τάση να καπνίζουν και δεν θεωρούνται πλέον ιδανικοί.

**Οι Κινητήρες ντζελ** σε πολλές περιπτώσεις είναι ανώτερα από τους κινητήρες βενζίνης και είναι η κινητήρια δύναμη της επιλογής για τα μεγάλα πλοία και εμπορικά σκάφη, καθώς και ορισμένες εκδόσεις του σκάφους αθλητισμού. Καίνε πιο καθαρό τρόπο και δεν θα εκραγεί. Ωστόσο, το αρχικό κόστος είναι πολύ υψηλότερο από αυτό ενός βενζινοκινητήρα.

**Οι Ηλεκτρικοί κινητήρες**, στους οποίους ο ηλεκτρικός κινητήρας μπορεί να είναι έξω από το νερό, αντίστοιχα με τους συμβατικούς εξωλέμβιους κινητήρες, αλλά και μέσα στο νερό .

## 1.4 Εξωλέμβιες μηχανές



**Οι εξωλέμβιες μηχανές** είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς και καλύπτουν τις ανάγκες ενός μεγάλου εύρους σκαφών αναψυχής από μικρά βαρκάκια μέχρι επαγγελματικά σκάφη και ταχύπλοα που αγγίζουν πολύ υψηλές ταχύτητες.



Ως προς την ισχύ τους διαθέτουν μια γκάμα που ξεκινά από τους δύο ίππους και φθάνει μέχρι τους 300 ίππους(!).

Η πρώτη εξωλέμβια μηχανή ανακαλύφθηκε στην Αμερική το 1912 από τον **Ole Evinrude** και επρόκειτο για έναν δίχρονο κινητήρα. Με την ανακάλυψη αυτού του τύπου το σκάφος αναφυχής διαδόθηκε στα λαϊκά στρώματα, αφού αποτελούσε κτήμα μόνο των πλουσίων.



**Ο Ole Evinrude**, παιδί Νορβηγών μεταναστών στις ΗΠΑ, ζούσε στις Αρχές του προηγούμενου αιώνα στο Milwaukee Wisconsin, εργαζόμενος σαν μηχανικός και σχεδιαστής κινητήρων αυτοκινήτων. Μια όμορφη καλοκαιρινή μέρα του 1907, μαζί με τη μέλλουσα σύζυγό του Bess μπήκαν στη βάρκα τους, που είχαν σε μια κοντινή λίμνη, και με τα κουπιά πήγαν για πικ-νικ σε ένα νησάκι που βρίσκονταν σε απόσταση 4 μιλίων από την ακτή. Εκεί η Bess μετά το φαγητό εξέφρασε την επιθυμία της για ένα παγωτό. Ο ρομαντικός αλλά και ερωτευμένος Ole δεν κάθισε να το σκεφτεί, μπήκε στη βάρκα του και κωπηλατώντας έφτασε μέχρι την απέναντι ακτή όπου και πήρε το παγωτό που ζήτησε η αγαπημένη του. Όμως, όσο γρήγορα κι αν κωπηλατούσε κάτω από το δυνατό ήλιο, τα 4 μίλια ήταν μια αρκετά μεγάλη απόσταση. Έτσι το παγωτό έφτασε στο προορισμό του σε μορφή... γάλακτος. Όλη την επόμενη μέρα ο Ole σκεφτόταν πώς θα μπορούσε κάποιος να κινείται με τη βάρκα πιο γρήγορα, από όσο του επέτρεπε η ώση των κουπιών, και σαν σχεδιαστής κινητήρων κάθισε και σχεδίασε έναν κινητήρα που θα μπορούσε ο καθένας εύκολα να τον τοποθετεί στην παπαδιά της βάρκας του. Τα υπόλοιπα είναι ιστορία, μια ιστορία με επικεφαλίδα το όνομα του Ole Evinrude.

Η πρώτη εξωλέμβια που σχεδίασε ο **Ole** το 1907 (**εικόνα 1**), βγήκε σε παραγωγή δύο χρόνια αργότερα, αλλά ακόμα και όταν την κρέμασε στην παπαδιά της βάρκας τους η Bess δεν πίστεψε ότι αυτή η εφεύρεση του συζύγου της είχε σπουδαία αξία. Το γεγονός, όμως, που της έπεισε ήταν όταν ένας πωλητής την πήρε για μια επίδειξη στη λίμνη Pewaukee και γύρισε πίσω με παραγγελίες και προκαταβολές για 10 εξωλέμβιες. Έτσι ξεκίνησε η πρώτη βιομηχανία παραγωγής εξωλέμβιων, αλλά επειδή στον Ole έλειπαν τα κεφάλαια, έβαλε συνέταιρο με ποσοστό 50%.

Το 1914, όταν ο Ole και η Bess είχαν αποκτήσει ένα γιο ο οποίος ήταν τότε 7 ετών, ήταν μια άσχημη χρονιά για την οικογένεια. Η Bess αρρώστησε από μια περίεργη ασθένεια, γεγονός που ανάγκασε τον Ole να πουλήσει το 50% του μεριδίου του στη εταιρία κατασκευής εξωλέμβιων και να φύγει με την οικογένειά του για

διακοπές, ίσως τις τελευταίες της αγαπημένης του συζύγου. Ωστόσο, από αυτή την αλλαγή η Bess συνήλθε, έτσι ο Ole επέστρεψε πάλι στο αντικείμενο που εκείνος είχε εφεύρει. Από την πώληση της πρώτης επιχείρησής τους είχαν απομείνει \$ 35.000, τα οποία χρησιμοποίησαν για την ίδρυση μιας νέας εταιρίας, την οποία ονόμασαν ELTO OUTBOARD MOTOR. Το ELTO είναι τα αρχικά των λέξεων: Light Twin Outboard. Στα δύο πρώτα χρόνια της ίδρυσης αυτού του εργοστασίου, πουλούσαν ήδη 3500 κινητήρες ετησίως. **(εικόνα 2)**

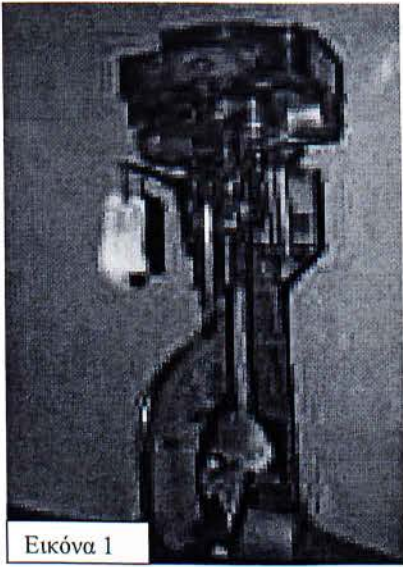
Το 1921 ήταν μια σημαντική χρονιά στην εξέλιξη των εξωλέμβιων ELTO, αφού ο Ole με την αντικατάσταση μεγάλου τμήματος των βαρέων μετάλλων του κινητήρα από το πολύ ελαφρύτερο αλλά και ανθεκτικότερο αλουμίνιο, κατάφερε να κάνει τις εξωλέμβιές του ακόμα πιο χρηστικές, ενώ μετέφερε και την εξαγωγή των καυσαερίων πάνω από την προπέλα. Το 1928, ο εικοσαετής πλέον γιος του Ole, Ralph, πρόβλεψε ότι το μέλλον του εξωλέμβιου κινητήρα είχε άμεση σχέση με την ταχύτητα που θα μπορούσε να αποδώσει στο σκάφος. Αν και μόλις δευτεροετής φοιτητής τότε, έπεισε τον πατέρα του να κατασκευάσει ένα μοτέρ που θα απέδιδε μεγαλύτερη ισχύ από κάθε άλλο ναυτικό κινητήρα που υπήρχε εκείνη την εποχή.

Η νέα Super Elto Quad **(εικόνα 3)** είχε μοτέρ που απέδιδε ισχύ 18 ίππων, η οποία τοποθετημένη στην παπαδιά ενός κατάλληλου σκάφους, τού έδινε τη δυνατότητα να αναπτύξει ταχύτητα μέχρι 35 μιλίων την ώρα. Και έτσι πλανάρισε η γάστρα, σπάζοντας το φράγμα της ανώτερης ταχύτητας των 6-8 μιλίων. Μετά από αυτό το επίτευγμα, το οποίο για εκείνη την εποχή ήταν κάτι σαν θαύμα, ο Ole Evinrude χαρακτηρίστηκε σαν ο «βασιλιάς των εξωλεμβίων». Αυτό, μετά από την πρώτη εφεύρεση, ήταν το μεγαλύτερο βήμα που έκανε ο Ole, το οποίο έπεισε και τον πρώην συνεταιίρο του Steven Briggs να του προτείνει να ιδρύσουν μαζί την EVINRUDE & LOCKWOOD MOTORS, η οποία μετονομάστηκε σε OUTBOARD MOTORS CORPORATION, το γνωστό γίγαντα OMC. Αυτή ήταν και η μεγάλη ευκαιρία για τον Ole, να πάρει πάλι πίσω το "όνομά" του. Και η έρευνα συνεχίστηκε.

Το 1930 παρουσιάστηκε η πρώτη εξωλέμβια με μίζα **(εικόνα 4)**, ο πρώτος στρόφαλος με περιστροφική βαλβίδα, αλλά και η στήριξη της εξωλέμβιας σε σινεμπλόκ από rubber.

Το 1934 ο Ole Evinrude αποσύρθηκε από την ενεργή δράση, παραδίδοντας τη σκυτάλη στο γιο του Ralph, ο οποίος ανέλαβε πρόεδρος της OMC. Το 1954, 10 χρόνια μετά από το Β' παγκόσμιο πόλεμο στον οποίο οι εξωλέμβιες EVINRUDE χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον, εξελίχθηκε και εφαρμόστηκε το σύστημα Aquasonic, ένα σύστημα σιγαστήρων το οποίο μείωσε το θόρυβο της εξάτμισης κατά 50%, ενώ συγχρόνως παρουσιάστηκε και ένα νέο μοτέρ V4, το οποίο ονόμασαν Starflite. Αυτό ήταν και η αρχή για την αύξηση των ιπποδυνάμεων, όπου μέχρι και τα τέλη της δεκαετίας του 50 η μεγαλύτερη εξωλέμβια δεν ξεπερνούσε την ισχύ των 50 ίππων.

Το 1973 η Evinrude παρουσίασε ένα νέο μοτέρ με πρωτοποριακό σύστημα περιστροφικής καύσης για αγωνιστική χρήση, το οποίο όμως ποτέ δεν βγήκε στην παραγωγή. Αυτή η εξωλέμβια χρησιμοποιήθηκε σε ένα σκάφος που ίσως θυμούνται οι μεγαλύτεροι, αυτό που είδαμε στην ταινία του James Bond «Ζήσε και άσε τους άλλους να πεθαίνουν» να εκτινάσσεται σε ύψος πάνω από τα 30 μέτρα, γεγονός που ήταν πραγματικό και όχι κινηματογραφικό εφέ και υπάρχει καταγεγραμμένο στο βιβλίο των ρεκόρ Guinness.



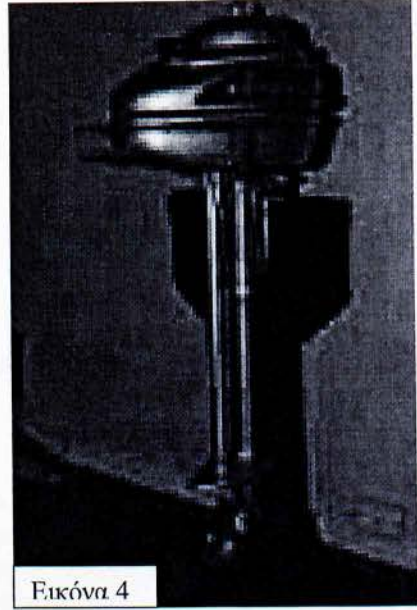
Εικόνα 1



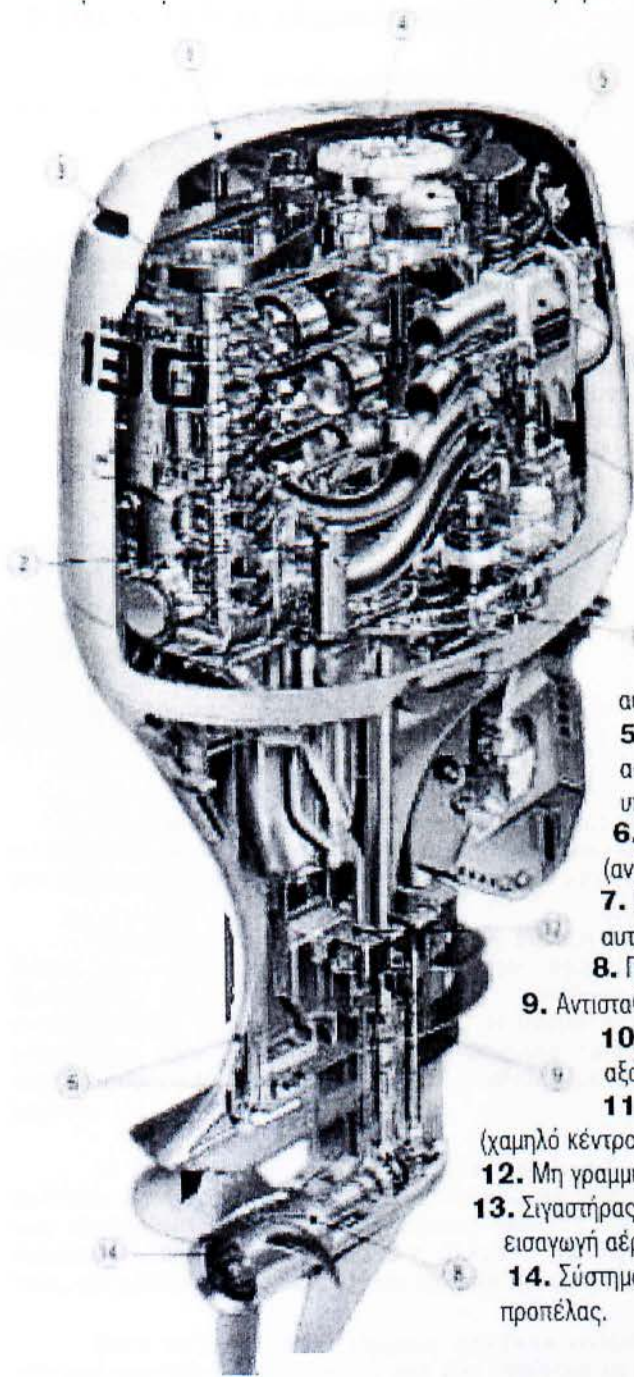
Εικόνα 2



Εικόνα 3



Εικόνα 4



Σχήμα 6: Τομή εξωλέμβιας μηχανής μεγάλης ιπποδύναμης HONDA. Η θέση της είναι με κάθετο τον στροφαλοφόρο άξονα στο οριζόντιο επίπεδο.

1. Μεταλλικό περίβλημα.
2. Σύστημα ηλεκτρονικού ψεκασμού καυσίμου.
3. Τετράτροχη τεχνολογία 16 βαλβίδων.
4. Μεταλλικά εξαρτήματα δοκιμασμένα σε κινητήρες αυτοκινήτων.
5. Ηλεκτρονικές συσκευές ασφαλείας (υπερθέρμανση - υπερστροφία - πίεση λαδιού).
6. Υψηλού επιπέδου προστασία (ανόδια - 4 στρώματα βαφής).
7. Πηνίο φόρτισης 40 Αμπέρ τύπου αυτοκινήτων.
8. Προπέλα (έλικας).
9. Αντισταθμιστικό πτερύγιο.
10. Σύστημα διπλών αντικραδασικών αξόνων με αντίβαρα.
11. Αντίθετα τοποθετημένο βολάν (χαμηλό κέντρο βάρους).
12. Μη γραμμικά τοποθετημένες βάσεις μηχανής.
13. Σιγαστήρας μεγάλης χωρητικότητας στην εισαγωγή αέρα.
14. Σύστημα εξαγωγής μέσα από το μάτι της προπέλας.

## 1.5 Δίχροννοι και τετράχροννοι κινητήρες

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 πιο απλή κατασκευή τους αφού διαθέτουν λιγότερα μέρη, και κατ' επέκταση είναι πιο ελαφριές, ενώ το παραγόμενο έργο πραγματοποιείται όπως άλλωστε υποδηλώνει και η ονομασία τους 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 τετράχροννοι κινητήρες εκτελούν πιο ομαλή λειτουργία και είναι πιο οικονομικοί στην κατανάλωση καυσίμων δεν έχουν όμως την χρήσιμη δύναμη στη θάλασσα των δίχρονων και είναι πιο βαριοί.

Στις μέρες μας η γοργή τεχνολογική εξέλιξη παρέσυρε και τον τομέα των κινητήρων. Έτσι προέκυψαν προηγμένες δίχρονες εξωλέμβιες με χαμηλή κατανάλωση καυσίμων και λίγους εκπεμπόμενους ρύπους στα καυσαέρια. Η υψηλή τεχνολογία όμως πληρώνεται προς το παρόν λοιπόν οι μηχανές αυτές έχουν υψηλό κόστος κτήσης το οποίο αποσβένεται σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.

Οι τετράχροννοι κινητήρες έχουν εξελιχθεί επίσης, τρανή απόδειξη άλλωστε είναι η δυναμική πλέον παρουσία τους στο χώρο των εξωλέμβιων ενώ την προηγούμενη δεκαετία είχαν πολύ μικρή παρουσία στο χώρο. Με δεδομένη άλλωστε και την εμπορικότητα τους, φαίνεται να έχουν αποκτήσει μάλιστα και αρκετούς θαυμαστές.

Στον ανταγωνισμό υπάρχουν ορισμένα ονόματα που έχουν ήδη καθιερωθεί και προέρχονται από δύο Ηπείρους με μεγάλη ιστορία στις μηχανές εσωτερικής καύσης, την Αμερική με τις εξωλέμβιες μηχανές Johnson Evinrude και Mercury και την Ιαπωνία με του κολοσσούς Yamaha Honda Suzuki και Tohatsu. Η ιταλική εταιρεία Selva είναι η μοναδική ευρωπαϊκή στο χώρο και παράγει στην πλειοψηφία της κλασικούς δίχρονους.



Ο τεχνολογικός πόλεμος που έχει ξεσπάσει μεταξύ των εταιρειών είναι μεγάλος με αποτέλεσμα να έχουν προκύψει από τη γραμμή παραγωγής τους αληθινά τεχνολογικά θαύματα. Θα πρέπει να τονίσουμε πως οι μηχανές αυτές έχουν μελετηθεί πάρα πολύ αφού οι συνθήκες λειτουργίας τους είναι εξορισμού σκληρές, βλέπετε η θάλασσα είναι ένα πολύ ζωντανό περιβάλλον και διαβρώνει εύκολα ακόμη και τα μέταλλα.

Τα εργοστάσια παραγωγής κινητήρων για να προωθήσουν περαιτέρω το προϊόν τους έχουν επενδύσει σε εταιρείες κατασκευής σκαφών αναψυχής ώστε να μπορούν να διαθέσουν ένα ολοκληρωμένο πλέον πακέτο σκάφους-μηχανής σε πιο ελκυστική τιμή.

Στη χώρα μας αντιπροσωπεύονται όλες οι μάρκες εξωλέμβιων μηχανών με ένα ισχυρό δίκτυο αντιπροσώπων και μηχανικών.

## **1.6 Τάσεις και ανακατατάξεις στην αγορά**

Οι εξωλέμβιοι κινητήρες, και κυρίως οι κλασικοί δίχρονοι, έχουν μια ιδιαίτερη σημασία, καθώς χάρη σε αυτούς το σκάφος αναψυχής διαδόθηκε στα λαϊκά στρώματα, που εξήντα περίπου χρόνια πριν αποτελούσε κτήμα μόνο των πλουσίων. Καθώς η Ευρώπη έβγαινε από έναν παγκόσμιο πόλεμο ο οποίος είχε καταστρέψει απόλυτα την οικονομία της, παρά τις αντίξοες οικονομικές συνθήκες, ο εξωλέμβιος κινητήρας κατάφερε σταδιακά να φέρει σε όλες σχεδόν τις οικογένειες τη δυνατότητα του θαλάσσιου ταξιδιού.

Στις μέρες μας οι εξωλέμβιοι κινητήρες διαθέτουν εξελιγμένη τεχνολογία εξαιτίας της οποίας ρυπαίνεται ελάχιστα το περιβάλλον.

Οι εταιρίες κατασκευής εξωλέμβιων κινητήρων είναι γνωστές και εκπροσωπούνται στην ελληνική αγορά, εξαιτίας δε του μεγάλου ανταγωνισμού τους ο καταναλωτής βγαίνει σίγουρα ωφελημένος αφού από την γραμμή παραγωγής των εργοστασίων έχουν προκύψει εξαιρετικές μηχανές.

Η μεγαλύτερη κατηγοριοποίηση των εξωλέμβιων κινητήρων έγκειται στους χρόνους καύσης και αναφερόμαστε βέβαια στις δίχρονες και τις τετράχρονες μηχανές. Η κάθε κατηγορία έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Κάθε εταιρεία εξωλέμβιων μηχανών έχει την δική της κατασκευαστική φιλοσοφία, ενδεικτικά αναφέρεται η ιαπωνική εταιρεία Honda που υποστηρίζει την κατασκευή μόνο τετράχρονων μηχανών.

## Οι εταιρείες που κατασκευάζουν εξωλέμβιες μηχανές είναι:

- Evinrude/Johnson
- Honda
- Mercury/Mariner
- Suzuki
- Tohatsu
- Yamaha Motor Corporation

### Evinrude



Οι μηχανές Evinrude οφείλουν το όνομα τους στον άνθρωπο που εφηύρε και κατασκεύασε την πρώτη εξωλέμβια στον κόσμο, τον Ole Evinrude Νορβηγικής καταγωγής. Η έμπνευση προέκυψε μετά από μια βόλτα για πικνίκ, μια ζεστή καλοκαιρινή ημέρα σε ένα κοντινό νησάκι με κωπήλατη βάρκα, συνοδευόμενος από το κορίτσι του. Έτσι προέκυψε το 1909 μια δίκυλινδρη εξωλέμβια κατασκευασμένη από αλουμίνιο και ισχύ 3 ίππους. Στη συνέχεια, ο Ole Evinrude ιδρύει μια μικρή εταιρεία κατασκευής εξωλέμβιων που την διευθύνει ο ίδιος ενώ μετά τον θάνατο του στις 12 Ιουλίου 1934, τα ινία της επιχείρησης αναλαμβάνει ο γιος του Ralph. Δύο χρόνια μετά, η Evinrude συγχωνεύεται με την εταιρεία Johnson Motor Company και ιδρύεται μια νέα εταιρεία με την επωνυμία Outboard Marine Corporation (O.M.C.)



Το 1941 κατά τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η OMC τροφοδοτεί με εξωλέμβιες τον αμερικάνικο στρατό και με το πέρας του, παρουσιάζει πολλές νέες μηχανές σημειώνοντας υψηλή κερδοφορία.

Η Outboard Marine Corporation κατασκεύασε πολλά επιτυχημένα μοντέλα που καταξιώθηκαν γρήγορα στην αγορά. Για να αντεπεξέλθει εμπορικά ιδρύει εργοστάσια παραγωγής σε όλο τον κόσμο μεταξύ των οποίων και μία υπερσύγχρονη μονάδα στο Brugge του Βελγίου με αξιόλογο τμήμα έρευνας και ίσως το καλύτερο τμήμα αγώνων ιδιαίτερα κατά την περίοδο από το 1986 έως το 1994.

Η OMC και τα προϊόντα της έχουν αλλάξει ιδιοκτησία και ανήκουν πλέον στην καναδική Bombardier. Η συγκεκριμένη εταιρεία έχει επενδύσει μεγάλα ποσά και κατάφερε να κατασκευάσει δίχρονους εξωλέμβιους κινητήρες υψηλής τεχνολογίας με χαμηλή κατανάλωση και μεγάλη αξιοπιστία ενώ προσφέρει και μια μεγάλη γκάμα από τετράχρονους.

**Δίχρονες:** E-TEC 40, E-TEC 50, E-TEC 60, E-TEC 75, E-TEC 90, E-TEC 115, E-TEC 150, E-TEC 175, E-TEC 200, E-TEC 225, E-TEC 250.

**Τετράχρονες:** 2,5 hp, 4 hp, 5 hp, 6 hp, 9,9 hp, 15 hp, 25 hp, 40 hp, 50 hp, 60 hp, 70 hp, 90 hp, 115 hp, 140 hp, 200 hp, 225 hp.

## Mercury



Για επάνω από 60 χρόνια η αμερικάνικη εταιρεία Mercury Marine κατασκευάζει μηχανές με πλήθος καινοτομιών, πρωταγωνιστώντας μάλιστα στην παγκόσμια αγορά. Η Mercury Marine, όντας μέλος του ομίλου Brunswick Corporation κατασκευάζει τις εξωλέμβιες Mercury και Mariner, τις εσωλέμβιες και εσωεξωλέμβιες Mercury MerCruiser, εξωλέμβιες Mercury ειδικών προδιαγραφών για αγώνες ταχυποΐας, προπέλες και μηχανές αντενέργειας ( Jet Drives). Στον όμιλο Brunswick Corporation ανήκουν τα παρακάτω ναυπηγεία: Albemarle, Arvor, Baja, Bayliner, Bermuda, Boston Whaler, Cabo Yachts, Crestliner, HarrisKayot, Hatteras, Laguna, Lowe, Lund, Maxum, Meridian, Örnvik, Palmetto, Princecraft, , Savage, Sea Boss, Sea Pro, Sea Ray, Sealine, Triton, Trophy, Uttern καθώς επίσης τα φουσκωτά Valiant και Quicksilver.

Ιδρυτής είναι ο Carl Kiekhaefer ο οποίος δημιούργησε το 1939 μια μικρή εταιρεία, την Kiekhaefer Cedarburg και με ολιγάριθμο προσωπικό ξεκίνησε να παράγει εξωλέμβιες. Το 1940, η εταιρεία συμμετείχε στο ναυτικό σαλόνι της Νέας Υόρκης με μεγάλη μάλιστα επιτυχία, αφού δέχτηκε παραγγελίες που άγγιξαν τα 16.000 τεμάχια. Μέσα σε λίγα μόλις χρόνια η εταιρεία εξελίχθηκε σε μια από τις μεγαλύτερες κατασκευάστριες εταιρείες κινητήρων.

Το 1941, με την έναρξη του 2<sup>ου</sup> παγκοσμίου πολέμου η εταιρεία Kiekhaefer Cedarburg υποστήριξε με τα προϊόντα της τον αμερικάνικο στρατό, περνώντας όμως οικονομική ύφεση. Εκείνη την περίοδο η διοίκηση έκανε ότι μπορούσε προκειμένου της επιβίωσης του εργοστασίου. Υπέγραψε μάλιστα μία σύμβαση με το αμερικάνικο δημόσιο που απέβλεπε στην κατασκευή αλυσοπρίονων που προορίζονταν για στρατιωτικές ανάγκες. Ενώ δεν υπήρχε αντίστοιχη προϋπηρεσία εντούτοις η



Kiekhaefer αντεπεξήλθε πλήρως λαμβάνοντας μάλιστα βραβείο ποιότητας, ενώ έγινε το μεγαλύτερο εργοστάσιο παραγωγής αλυσοπριόνων παγκόσμια! Στην συνέχεια και με το πέρας του πολέμου, επήλθε η οικονομική ανάκαμψη με επακόλουθο να χρησιμοποιούνται ευρέως τα σκάφη αναψυχής. Η Mercury Marine αντεπεξήλθε σε αυτή την πρόκληση, κατασκευάζοντας εξωλέμβιες μηχανές μεσαίας και μεγάλης ισχύος και καθιερώθηκε διεθνώς.

Το 1948, παρουσίασε έναν εξαιρετικό εξωλέμβιο κινητήρα με την επωνυμία Thunderbolt, ο οποίος ήταν δίχρονος με τέσσερις κυλίνδρους σε σειρά και ισχύ 40 ίππους.

Το 1957, η επιχείρηση εξαγόρασε 1400 στρέμματα κοντά σε μια λίμνη της Φλώριδας την επονομαζόμενη "λίμνη X" στην οποία πραγματοποιεί τις δοκιμές της. Την ίδια χρονιά, από την γραμμή παραγωγής προέκυψε ο εξωλέμβιος Mark 75 ο πρώτος εξακύλινδρος της βιομηχανίας, με ισχύ 60 ίππους.

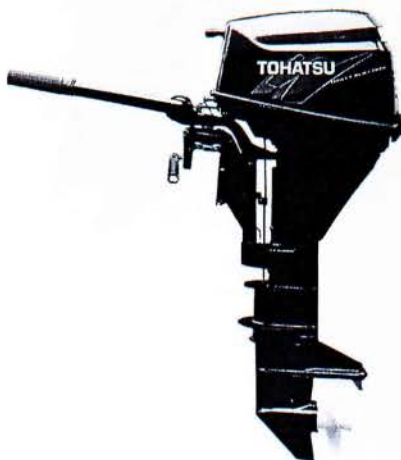
Σήμερα η εταιρεία Mercury Marine απασχολεί 6000 άτομα και είναι ένας από τους κυρίαρχους κατασκευαστές συστημάτων πρόωσης. Διαθέτει ευρεία γκάμα δίχρονων και τετράχρονων εξωλέμβιων προηγμένης τεχνολογίας με ισχύ που ξεκινά από 2.5 ίππους και καταλήγει στους 300 ίππους. Διαθέτει επίσης εξειδικευμένες μηχανές για αγωνιστική χρήση.

Η Mercury Marine έχει έδρες στην Αυστραλία, Ευρώπη, Βραζιλία και Ιαπωνία.

**ΔΙΧΡΟΝΕΣ:** 2.5 hp , 3,3 hp, 4 hp, 5 hp, 6 hp, 8 hp, 10 hp, 15 hp, 20 hp, 25 hp, 30 hp, 40 hp, 50 hp, 60 hp, 75 hp, 90 hp, 115 hp, 125 hp, 135 hp, 150 hp, 175 hp, 200 hp, 225 hp, 250 hp

**ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΕΣ:** 2.5 hp, 3.5 hp, 4 hp, 5 hp, 6 hp, 8 hp, 9.9 hp, 15 hp, 25 hp, 30 hp, 40 hp, 50 hp, 60 hp, 80 hp, 100 hp, 75 hp, 90 hp, 115 hp, 135 hp, 150 hp, 200 hp, 225 hp, 250 hp, 275 hp.

## Tohatsu



Η εταιρεία Tohatsu ιδρύθηκε στις 20 Οκτωβρίου του 1932 και απασχολεί 350 άτομα. Τα κεντρικά γραφεία βρίσκονται στο Τόκιο ενώ διαθέτει και έδρα στο Τέξας των Η.Π.Α. Πρόεδρος της εταιρίας είναι ο κ. Satoshi Inomata.

Η ιστορία της Tohatsu ξεκινά το 1922 με την έρευνα και την κατασκευή μιας μικρής μηχανής βενζίνης, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται σε μοτοσυκλέτες, ψαρόβαρκες και πυροσβεστικές αντλίες. Το 1956 η ιαπωνική εταιρεία κατασκευάζει την πρώτη της εξωλέμβια

με την επωνυμία «OB-2» με ισχύ 1.5 ίππους. Από τότε και μέχρι σήμερα οι μηχανές Tohatsu έχουν εδραιωθεί στην παγκόσμια αγορά. Τον Ιανουάριο του 2005 η εταιρεία άνοιξε ένα υπερσύγχρονο εργοστάσιο στην Ιαπωνία το οποίο καταλαμβάνει έκταση 34.000 τετραγωνικών μέτρων και έχει δυνατότητα κατασκευής έως 200.000 κινητήρες ετησίως.

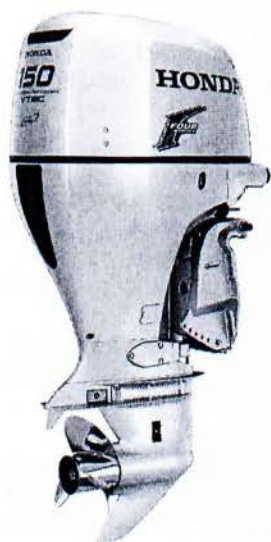
Το 2006 πραγματοποιεί την αισθητική ανανέωση όλων των εξωλέμβιων με νέα χρώματα και λογότυπα. Η Tohatsu εκτός από εξωλέμβιες κατασκευάζει σκάφη αναψυχής, πυροσβεστικές αντλίες και μικρά πυροσβεστικά οχήματα.

#### **ΓΚΑΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ:**

**ΔΙΧΡΟΝΕΣ:** 2,5 hp, 3.5 hp, 4 hp, 5 hp, 6 hp, 8 hp, 9.8 hp, 15 hp, 18 hp, 25 hp, 30 hp, 40 hp, 50 hp, 60hp, 70 hp, 90 hp, 115 hp, 120 hp, 140 hp.

**ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΕΣ:** 2.5 hp, 3.5 hp, 4 hp, 5 hp, 6 hp, 8 hp, 9.8 hp, 9.9 hp, 15 hp, 18 hp, 25 hp, 30 hp.

#### **Honda**



Το τμήμα εξωλέμβιων μηχανών Honda ιδρύθηκε το 1964 και το πρώτο μοντέλο που κατασκεύασε ήταν το GB30. Η ιαπωνική εταιρεία στράφηκε αποκλειστικά στην κατασκευή τετράχρονων εξωλέμβιων, εφαρμόζοντας υψηλή τεχνολογία όπως για παράδειγμα την ηλεκτρονική έγχυση καυσίμου.

Το 1999, για να αποδείξει η Honda την απροβλημάτιστη λειτουργία των μηχανών της, εξόπλισε ένα σκάφος με μία εξωλέμβια ισχύος 90 ίππων και πραγματοποίησε ένα ταξίδι από την Αυστραλία μέχρι την Ιαπωνία διανύοντας απόσταση 6.000 χιλιομέτρων. Το 2000, στον αγώνα Camel Trophy χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά εξωλέμβιες μηχανές Honda. Σήμερα κατασκευάζει μια γκάμα από 2 έως 225 ίππους.

**Μοντέλα:** BF 2.3, 5, 6, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 90, 115, 130, 135, 150, 175, 200, 225

## Suzuki



Η εταιρεία Suzuki ιδρύθηκε από τον Osamu Suzuki το 1909 στο Hamamatsu της Ιαπωνίας. Σήμερα απασχολεί 13.760 εργαζόμενους.

Το 1965, η ιαπωνική εταιρεία Suzuki παρουσιάζει την πρώτη μηχανή της με την επωνυμία D55 η οποία είναι δίχρονη και διαθέτει ισχύ 5.5 ίππους.

Το 1977 επεκτείνει την γκάμα της με μια επαναστατική εξωλέμβια για την εποχή με ισχύ 25 ίππους ενώ πραγματοποιεί εμπορικό άνοιγμα στην αγορά των Η.Π.Α.

Το 1980 εφαρμόζει σε μια εξωλέμβια μηχανή ισχύος 85 ίππων ψεκασμό λαδιού.

Το 1983 η Suzuki παρουσιάζει τις πρώτες εξωλέμβιες με διπλή εισαγωγή νερού στο σύστημα ψύξης, στους 25, 30, 75, 85, 115 και 140 ίππους.

Το 1985 οι περισσότερες εξωλέμβιες Suzuki είναι εφοδιασμένες με δύο αναφλεκτήρες ανά κύλινδρο.

Το 1989 παρουσιάζει για πρώτη φορά στην παγκόσμια αγορά ψηφιακά ελεγχόμενο σύστημα ψεκασμού καυσίμων χρησιμοποιώντας παράλληλα προηγμένα υλικά για το εσωτερικό των κυλίνδρων.

Το 1998, η Suzuki παρουσιάζει την πρώτη της τετράχρονη εξωλέμβια με ηλεκτρονική έγχυση καυσίμων και ισχύ 60/70 ίππους.

Το 1999 προκύπτουν από την γραμμή παραγωγής τετράχρονες μηχανές 40/50 ίππων, με δύο εκκεντροφόρους επικεφαλείς και τέσσερις βαλβίδες ανά κύλινδρο.

Το 2002 κατασκευάζει μια νέα τετράχρονη εξωλέμβια 140 ίππων με ηλεκτρονική έγχυση καυσίμου και μικρό βάρος.

Το 2004 παρουσιάζει μια επαναστατική σειρά εξωλέμβιων οι οποίες είναι οι πιο ελαφριές στην αγορά. Έχουν μικρές διαστάσεις ενώ διαθέτουν έξι κυλίνδρους σε διάταξη V και ισχύ 200, 225 και 250 ίππους. Οι μηχανές αυτές βραβεύονται από την Nmma (National Marine Manufacturers Association).

## ΓΚΑΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

**Δίχρονοι:** DT2.2, DT15, DT30.

**Τετράχρονοι:** DF2.5, DF6/4, DF 15/9.9, DF25VT, DF 30, DF 50/40, DF 70/60, DF 115, 90, DF 140, DF 175/150, DF 225/200, DF 250.

### Yamaha



Η ιαπωνική εταιρεία Yamaha ιδρύθηκε την 1<sup>η</sup> Ιουλίου του 1955, κατασκευάζει εξωλέμβιες μηχανές από το 1960 και απασχολεί συνολικά 39.381 υπαλλήλους.

Το 1958, ο ιδρυτής της εταιρείας Genichi Kawakami όντας ιδιοκτήτης ενός μικρού ιστιοπλοϊκού σκάφους, χρησιμοποιούσε μια μικρή εξωλέμβια μηχανή αμερικάνικης προέλευσης, η οποία όμως αντιμετώπιζε προβλήματα στο σύστημα ψύξης. Αποφάσισε λοιπόν την κατασκευή μιας εξωλέμβιας Yamaha, με κινητήρα βασισμένο σε αυτούς που χρησιμοποιούνταν για τις μοτοσυκλέτες. Ένας μηχανικός ονόματι Ishizawa που μόλις είχε προσληφθεί στην εταιρεία, ανέλαβε επικεφαλής της ομάδας P-7 η οποία ήταν αρμόδια για την κατασκευή της πρώτης εξωλέμβιας μηχανής Yamaha. Ολοκληρώθηκε το 1960 και ήταν μονοκύλινδρη 124 κ.εκ. με ισχύ 7 ίππους.

Το 1964 εφαρμόστηκε στις μηχανές ένα επαναστατικό για την εποχή σύστημα ψεκασμού ελαίου, το επονομαζόμενο Autolube. Το 1970 ιδρύεται η Yamaha Motor Europe N.V. στην Ολλανδία, με σκοπό να εξυπηρετεί άμεσα τις ανάγκες των Ευρωπαϊκών χωρών. Επτά χρόνια μετά, επεκτείνεται η Yamaha Motor Corporation στις Η.Π.Α. Το 1991 η συνολική παραγωγή εξωλέμβιων φθάνει τις 4.000.000 μηχανές.

Το 1993 προκειμένου η ιαπωνική εταιρεία να αναπτυχθεί περαιτέρω τεχνολογικά, πραγματοποιεί συνεργασία με την αμερικάνικη πολυεθνική Brunswick με σκοπό την κατασκευή τετράχρονων μηχανών. Ωστόσο η Yamaha συμμετέχει σε μεγάλους ιστιοπλοϊκούς αγώνες και το 1994 κόβει πρώτη το νήμα του Whitbread Round The World Yacht Race με την πρώτη κιόλας συμμετοχή της. Δύο χρόνια μετά, ολοκληρώνει κατασκευαστικά το σκάφος που θα συμμετάσχει στο America's Cup.

Το 1996 δημιουργεί μία επιπλέον έδρα στην Νότια Αμερική με έδρα στην Αργεντινή, την Yamaha Motor Argentina S.A. Την ίδια χρονιά, οι συνολικές πωλήσεις της εταιρείας από την ίδρυση της φθάνουν τις 5.000.000 μηχανές. Το 1997 η Yamaha ανεβάζει την επίσημη ιστοσελίδα της στο διαδίκτυο. Το 1998 ανακοινώνει την παραγωγή πέντε νέων δίχρονων κινητήρων με ηλεκτρονική έγχυση καυσίμου και δύο τετράχρονων στους 80 και 100 ίππους.



Το 2000, η Yamaha παράγει την μεγαλύτερη τετράχρονη της στους 225 ίππους. Στα μέσα της ίδιας χρονιάς, οι συνολικές πωλήσεις φθάνουν τις 6.000.000 μηχανές ενώ στην έδρα της στην Ευρώπη κατασκευάζεται η πρώτη τετράχρονη μηχανή. Το ίδιο έτος, η Yamaha επιτυγχάνει μια σημαντική συμφωνία με την επίσης ιαπωνική εταιρεία κατασκευής κινητήρων Yanmar για περαιτέρω ανάπτυξη μηχανών. Το 2001 παράγει μια νέα τετράχρονη 200 ίππων η οποία διαθέτει μικρό βάρος είναι συμπαγής και έχει επιδόσεις δίχρονης.

Το 2003 οι πωλήσεις της Yamaha φθάνουν συνολικά από την ημέρα της ίδρυσης της τις 7.000.000 μηχανές.

Στα πλαίσια της επεκτατικής πολιτικής της το 2005 η εταιρεία παρουσιάζει τρεις νέες μονάδες στην Ινδονησία καθώς επίσης και μια έδρα στην Σαγκάη. Δημιουργεί επίσης και μια επιπλέον έδρα στην Ρωσία.

#### **ΓΚΑΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ:**

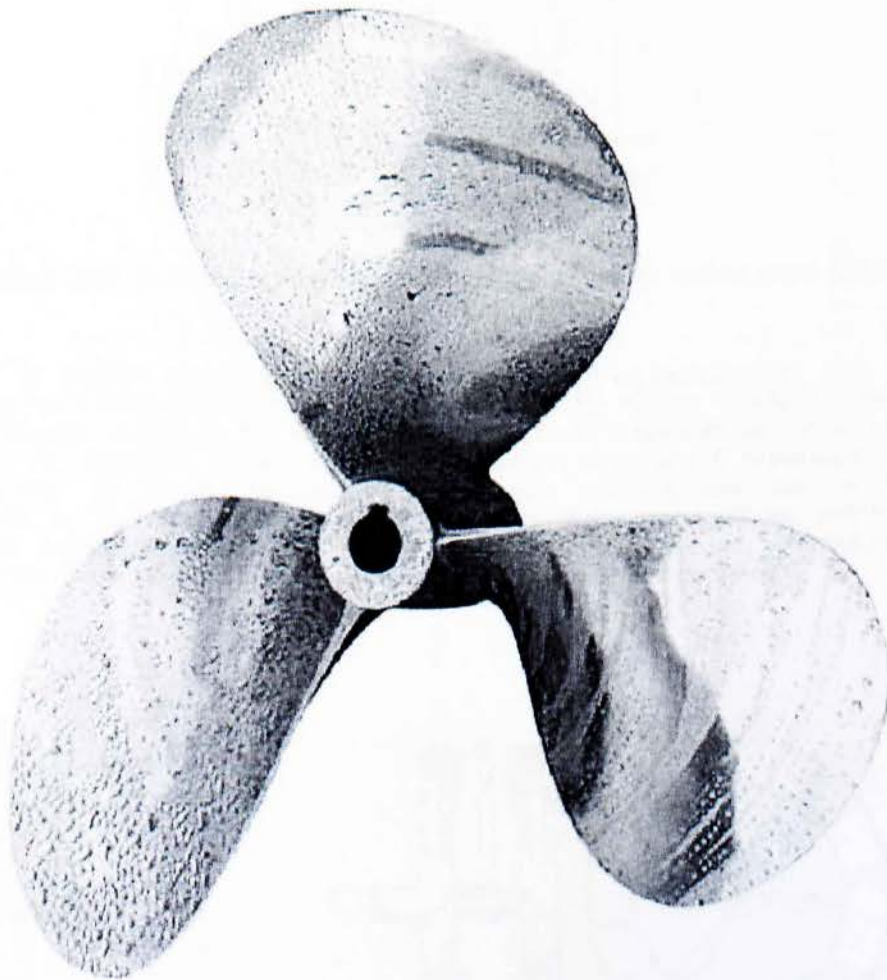
**Δίχρονες:** 5, 6, 8, 9,9, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 90, 115, 130, 150, 200, 250

**Τετράχρονες:** F2.5, F 4,F 6, F8, F9.9, F15, F20, F25, F30, F40, F50, F60, F80, F100, F115, F150, F200, F225, F250.

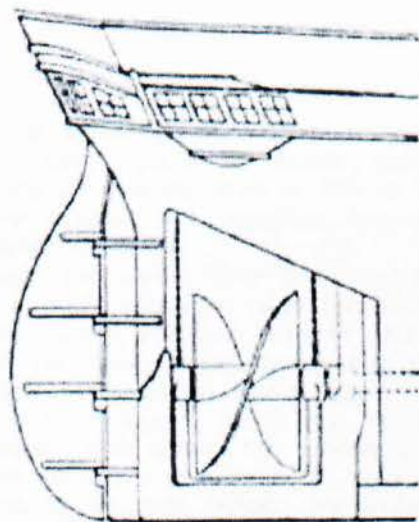
## **1,7 ΤΑ ΠΑΝΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΠΕΛΑ**

### **7.1 Η Έλικα**

Η έλικα ή προπέλα είναι ίσως το πιο μυστήριο εξάρτημα ενός σκάφους και είναι αυτό, που καθορίζει την ταχύτητά του. Είναι σημαντικό να μπορεί να υπολογίσει κανείς τα χαρακτηριστικά της, που θα την κάνουν να εκμεταλλευτεί όσο γίνεται περισσότερο τις δυνατότητες της μηχανής.

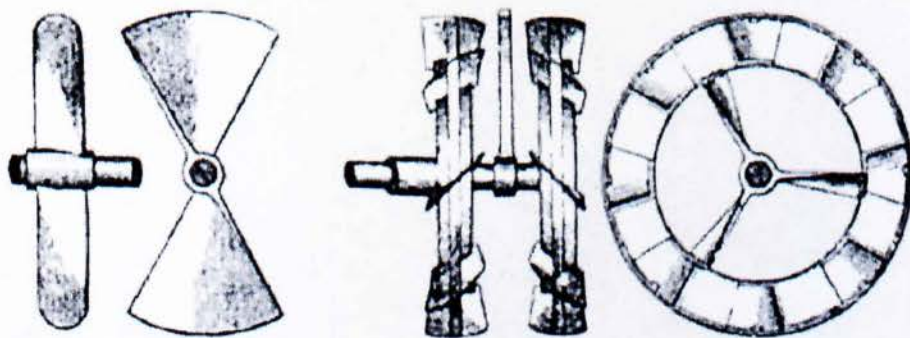


Η ιστορία της προπέλας δεν είναι πολύ παλιά. Με την εφαρμογή της μηχανικής κίνησης των σκαφών, οι πρώτοι προωστήρες ήταν οι παραδοσιακοί τροχοί της πρύμης και των πλευρών, που ακόμα και σήμερα συναντάμε σε ρηχά ποτάμια και λίμνες.



*Σχήμα 2.10 Η προπέλα Smith όπως εγκαταστάθηκε την πρώτη φορά [23]*

Οι πρώτες προπέλες, που χρησιμοποιήθηκαν ήταν σχεδιασμένες από τον Francis Pettit Smith και τον John Ericsson το 1836. Οι πρώτες προπέλες (σχήμα 2.10) θύμιζαν κοχλία με δύο περιελίξεις και στην ουσία ήταν δίπτερες. Η σημερινή μορφή της προπέλας με φτερά έγινε από καθαρή σύμπτωση. Ο περιορισμός της επιφάνειας σε φτερά βρέθηκε από ένα τυχαίο γεγονός, όταν μια προπέλα χτύπησε σε βράχο και αντί να περιοριστεί η ταχύτητα του σκάφους αυξήθηκε. Έκτοτε παρουσιάστηκαν πολλοί παρεμφερείς τύποι ελίκων, για να φτάσουμε στην εποχή μας και στην προπέλα υψηλής τεχνολογίας του σήμερα.



*Σχήμα 2.11 Οι προπέλες Smith (1838) και Ericsson (1836) [23]*

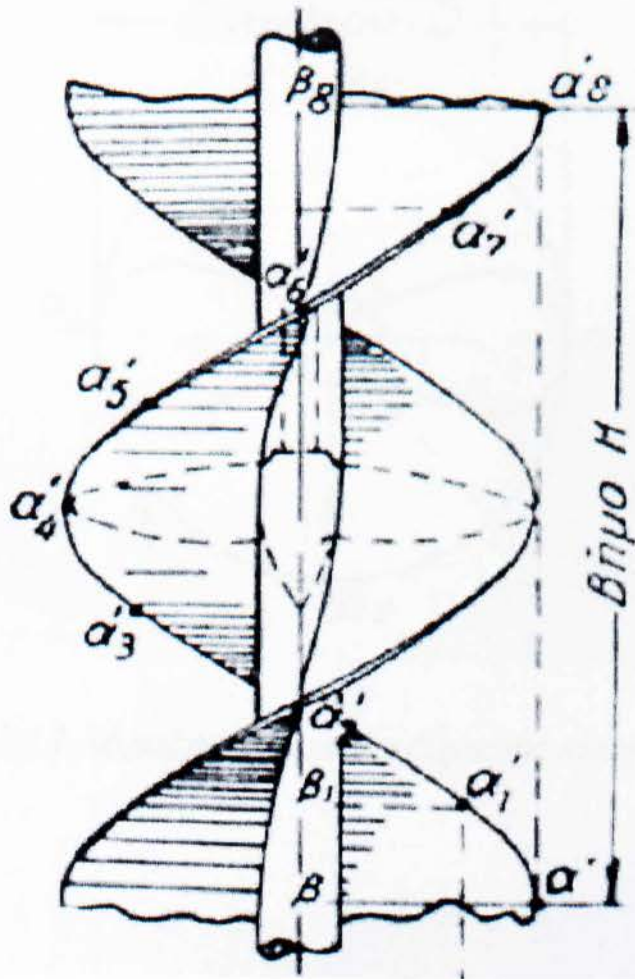
Πολλοί «ξέρουν» να επιλέξουν τη σωστή προπέλα για ένα σκάφος. Εκτός από την εμπειρική αυτή εκλογή, το σωστό αποτέλεσμα και η καλή απόδοση είναι θέμα ειδικού. Στην ουσία είναι το ίδιο το σκάφος και η μηχανή του που προσδιορίζουν το μέγεθος της προπέλας. Ακολουθεί η ποιότητα της κατασκευής της και η ζυγοστάθμισή της.

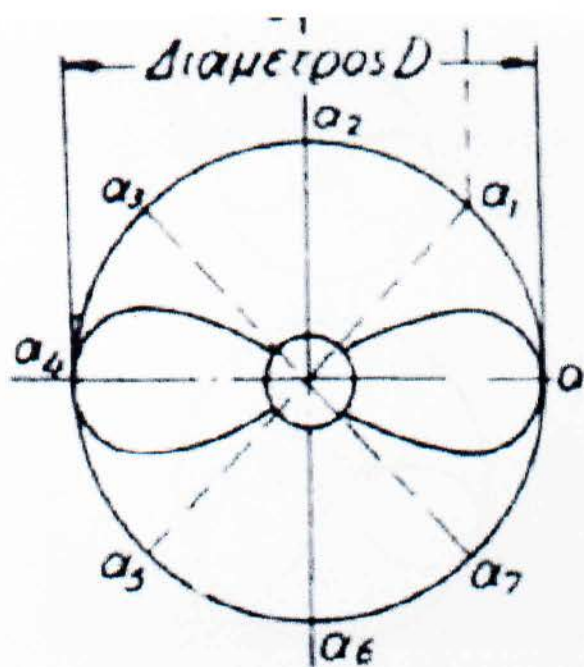
Η απλούστερη θεωρία της έλικας είναι η παρομοίωσή της με αυτή του κοινού κοχλία, της βίδας, η οποία βιδώνεται μέσα στο ξύλο (περικόχλιο) και που στην προκειμένη περίπτωση είναι η θάλασσα. Κατά το «βίδωμα» αυτό η προπέλα προχωρεί κατά μήκος με μια δύναμη αντίστοιχη προς την ώση. Στην ουσία η ενέργεια της προπέλας μέσα στο νερό συνίσταται στο ότι αυτή «παραλαμβάνει» μια ποσότητα θάλασσας από το πλωριό τμήμα της, την οποία «ρίχνει» πρύμα με μια ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη της εισροής. Αυτό σημαίνει πως η ταχύτητα του νερού, όταν «μπαίνει» στην προπέλα, είναι μικρότερη από αυτήν με την οποία βγαίνει. Κατά τη διέλευση δηλαδή της μάζας του νερού από τον κύκλο που διαγράφει η έλικα, αυτή επιταχύνεται προς τα πρύμα, καταναλώνοντας την ενέργεια της προπέλας, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας αντίδρασης. Η αντίδραση αυτή είναι μία δύναμη αντίθετη προς τη διεύθυνση της επιτάχυνσης του νερού και συνιστά την ωστική δύναμη, που εφαρμόζεται στην πρυμιά πλευρά της επιφάνειας των πτερυγίων. Η προπέλα δίνει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα από κάθε άλλο μέσο πρόωσης, που έχει εφευρεθεί μέχρι σήμερα.

Ο προσδιορισμός των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της υπαγορεύεται από τον τύπο του σκάφους, την ισχύ της μηχανής και βέβαια από την ταχύτητα του κινητήρα, δηλαδή τις στροφές του ανά λεπτό.

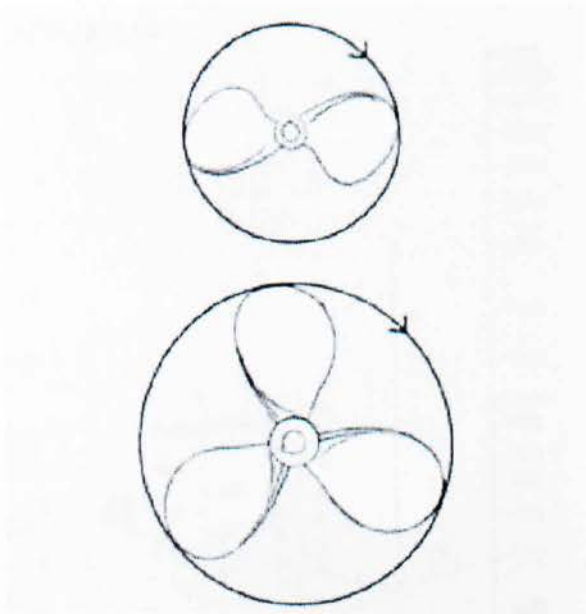
Η ταυτότητα κάθε προπέλας πρέπει να αναφέρει πάντα τη διάμετρο (diameter), το βήμα (pitch), τον αριθμό των φτερών (blades), την ανεπτυγμένη επιφάνεια των φτερών (blade surface area), τη φορά της περιστροφής της (rotation) και τη διάμετρο της κωνικής τρύπας στο κέντρο της για την τοποθέτηση του κωνικού του άξονα (shaft hole).







Σχήμα 2.12 Χάραξη επιφανειών δίφτερης προπέλας [23]



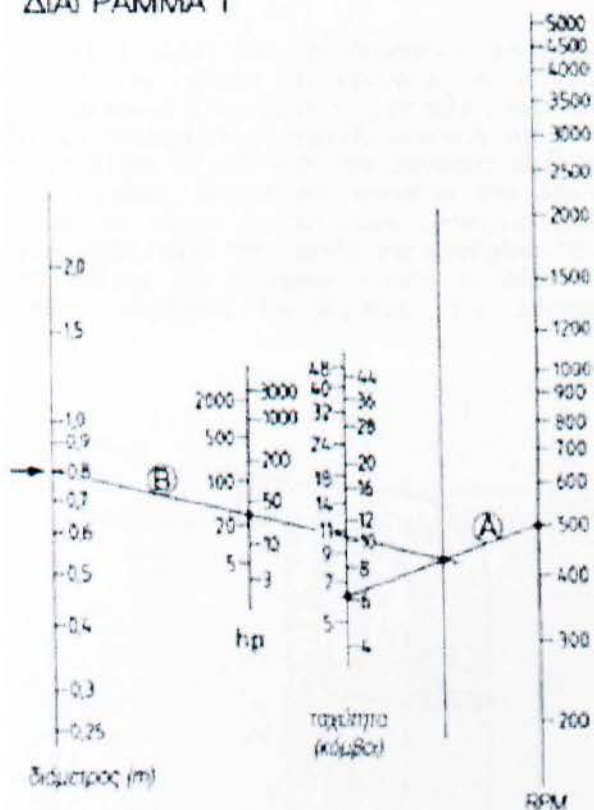
*Σχήμα 2.13 Διάμετρος της προπέλας είναι η διάμετρος της περιφέρειας [23]*

## **7.2 Η διάμετρος**

Η διάμετρος της προπέλας (σχήμα 2.13) καθορίζεται από : α . Την ισχύ της μηχανής σε kW ή hp. β . Τις στροφές στο στροφαλοφόρο άξονα , δηλαδή τις στροφές της μηχανής διηρημένες δια της σχέσης μετάδοσης του μειωτήρα (ρεβέρσα) . γ . Την ταχύτητα του σκάφους . Είναι το σφάλμα που κάνουν οι περισσότεροι , δηλαδή να πιστεύουν πως η προπέλα καθορίζει την ταχύτητα του σκάφους . Θα πρέπει να θυμόμαστε πως το σκάφος είναι εκείνο , που προσδιορίζει την ταχύτητα και όχι η μηχανή . Το σκάφος και η μηχανή με τη σειρά τους προσδιορίζουν την προπέλα .

Στο διάγραμμα 2.1 μπορούμε να προσδιορίσουμε τη διάμετρο της προπέλας , αφού πρώτα έχουμε προσδιορίσει και τη μέγιστη ταχύτητα του σκάφους μας . Σε αυτό το διάγραμμα σε συνδυασμό με εμπειρικές μεθόδους βασίστηκε και η επιλογή της προπέλας για την εφαρμογή μας , όπως θα αναφερθεί παρακάτω .

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1

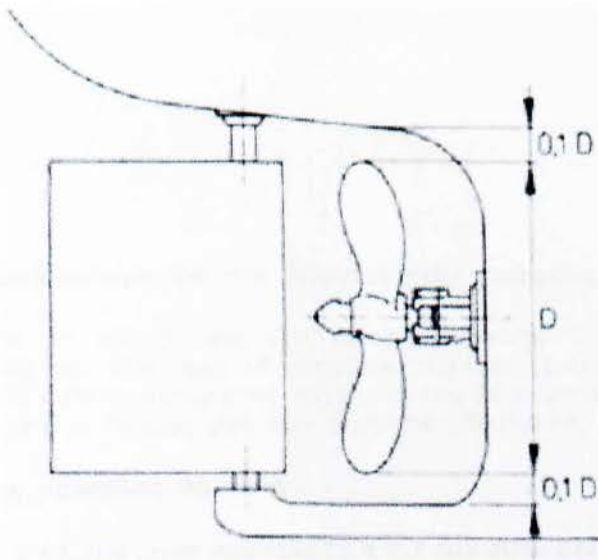


Διάγραμμα 2.1 Επιλογή διαμέτρου προπέλας [23]

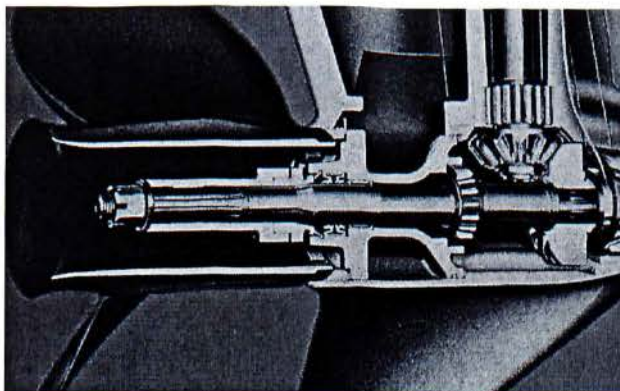
Το διάγραμμα 2.1 αναφέρεται μόνο σε σκάφη εκτοπίσματος, που ταξιδεύουν συμβατικά και δεν πλανάρουν, για τον προσδιορισμό του κλωβού (σχήμα 2.14), δηλαδή του ανοίγματος στην πρύμη, όπου κινείται η προπέλα. Η σωστή διάμετρος καθώς και το βήμα θα πρέπει να υπολογίζονται από κάποιον ειδικό. Η διάμετρος, όπως και το βήμα της προπέλας εκφράζονται σχεδόν πάντα σε ίντσες (in) όπου  $1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} = 25,4 \text{ mm}$ . Μία προπέλα με χαρακτηριστικά 18x15 για παράδειγμα σημαίνει πως η διάμετρος της είναι 18 ίντσες και το βήμα της 15 ίντσες.

### 7.3 Το βήμα

Το βήμα (σχήμα 2.12) είναι η θεωρητική απόσταση που διανύει το σκάφος με μια ολόκληρη στροφή της προπέλας. Αυτό καθορίζεται 100% από την ταχύτητα του σκάφους. Οποιαδήποτε προπέλα, που στρέφεται μέσα στο νερό παρουσιάζει μια απώλεια στη θεωρητική απόδοσή της που λέγεται ολίσθηση (slip). Στην πραγματικότητα η ταχύτητα του σκάφους είναι μόλις 60% με 75% του βήματος της προπέλας. Η ολίσθηση οφείλεται στο γεγονός ότι η προπέλα δεν «δουλεύει» μέσα σε κάποιο στερεό σώμα (όπως μια βίδα στο ξύλο), αλλά μέσα σε μια υγρή μάζα, μέσα στην οποία και ολισθαίνει. Έτσι σε κάθε στροφή της προπέλας το σκάφος δεν «προχωρεί» κατά το βήμα της προπέλας αλλά κατά μίαν απόσταση μικρότερη του βήματος, που λέγεται προχώρηση του σκάφους.



Σχήμα 2.14 Κλωβός είναι το άνοιγμα της προπέλας στην πρόμνη [23]

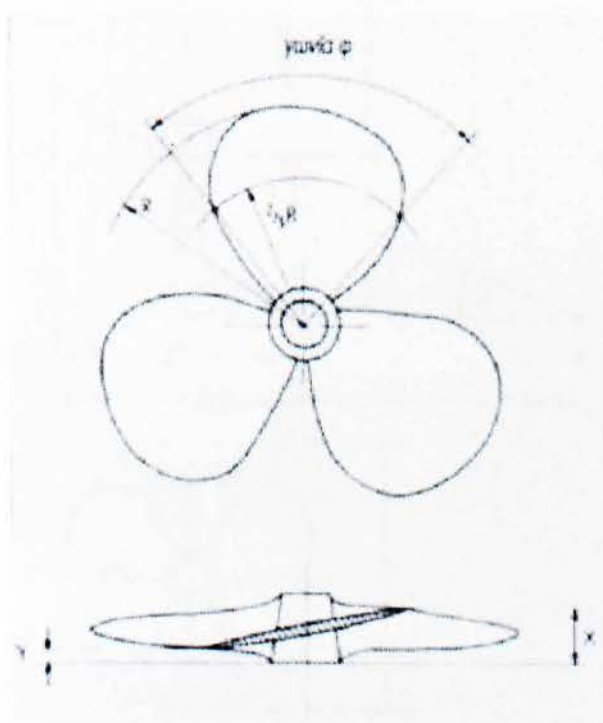


#### 7.4 Παράδειγμα υπολογισμού του βήματος ενός σκάφους

Έστω ότι το σκάφος μας έχει μέγιστη ταχύτητα 9,7 κόμβους, δηλαδή 9,7 ναυτικά μίλια την ώρα, άρα 18 χιλιόμετρα την ώρα (1 ναυτικό μίλι είναι ίσο με 1.852 μέτρα). Μετατρέπουμε την ταχύτητα των 18 km/h σε μέτρα ανά λεπτό και βρίσκουμε ότι το σκάφος μας έχει ταχύτητα 300 m/min.

**Το βήμα H της προπέλας θα είναι :**

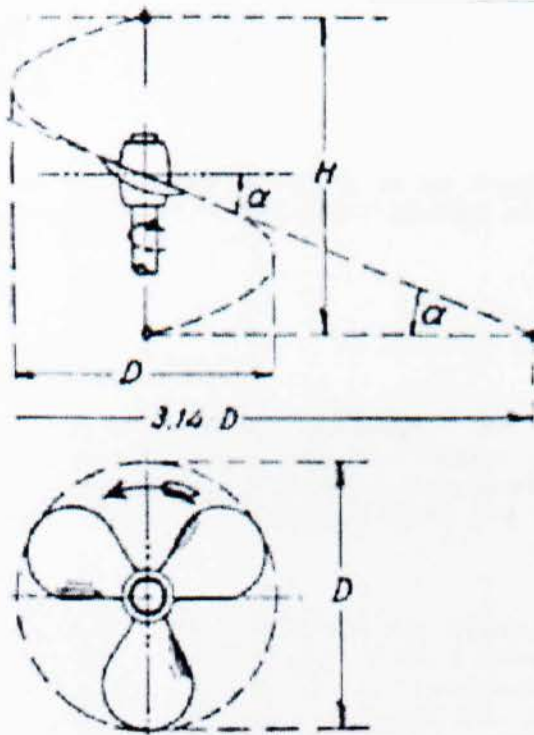
**$300 \text{ (m/min)} / \{1.200 \text{ (rpm προπέλας)} \times 0,7 \text{ (με 30\% ολίσθηση)}\} = 0,357\text{m} = 35,7 \text{ cm.}$**  (2.6) *Προσοχή :* οι στροφές της προπέλας είναι οι στροφές της μηχανής διηρημένες δια της σχέσης μετάδοσης. Αν οι στροφές της μηχανής είναι 2.400 και ο μειωτήρας είναι 2:1, τότε οι στροφές της προπέλας είναι 1.200. Μια προπέλα με κάποιο βήμα, που δεν ταιριάζει στην ταχύτητα του σκάφους, θα έχει μειωμένη απόδοση. Όταν χρειάζεται να μειωθεί η διάμετρος για να χωρέσει στον κλωβό (σχήμα 2.14) πολλές φορές αυξάνουμε το βήμα κατά το ίδιο μέγεθος, μειώνοντας έτσι και την απόδοση της προπέλας. Και όπως είδαμε, το βήμα όπως και η διάμετρος της προπέλας, εκφράζονται σχεδόν πάντα σε ίντσες (in) όπου 1 in = 2,54 cm = 25,4 mm.



Σχήμα 2.15 Μέτρηση βήματος [23]

Έστω ότι έχουμε μια προπέλα και θέλουμε να βρούμε τα στοιχεία της . Η διάμετρος είναι εύκολη στον υπολογισμό της , αλλά το βήμα χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη μέτρηση . Για παράδειγμα , θέλουμε να μετρήσουμε το βήμα της προπέλας του σχήματος 2.15. Αφού την τοποθετήσουμε σε μια επίπεδη επιφάνεια μετράμε τις αποστάσεις  $\chi$  και  $\psi$  καθώς και τη γωνία  $\phi$  μεταξύ δύο σημείων του πτερυγίου , που τέμνονται από μια περιφέρεια με ακτίνα τα  $2/3$  της ακτίνας της προπέλας , δηλαδή της διαμέτρου δια δύο ( $R = D/2$ ). Το βήμα μπορούμε να το βρούμε στη συνέχεια επιλύοντας τον τύπο :

$$P (\text{βήμα} ) = (\chi - \psi ) \times (360\circ / \phi)$$



Σχήμα 2.16 Μέτρηση γωνίας βήματος [23]

Σημαντική για τη σχεδίαση αλλά και για τη σύγκριση της προπέλας με κάποια άλλη είναι και η γωνία του βήματος. Η γωνία βήματος είναι η επαπτομένη της γωνίας  $\alpha$  του σχήματος 2.16 και βγαίνει από τη σχέση :

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{H}{\pi D} = \frac{H}{2\pi R} \quad (2.8)$$

όπου  $H$  είναι το βήμα,  $D$  είναι η διάμετρος,  $R$  είναι η ακτίνα του κύκλου και  $\pi$  ο γνωστός μας σταθερός αριθμός 3,1416. Η γωνία  $\alpha$  δίνει την κλίση της καμπύλης της προπέλας προς το κάθετο επίπεδο του άξονα ή γενικότερα δίνει τη γωνία που σχηματίζει η επαπτομένη της έλικας σε κάθε σημείο της καμπύλης. Η ολίσθηση είναι η διαφορά της θεωρητικής ταχύτητας του σκάφους  $V$  (δρόμος έλικας) από την προχώρηση του σκάφους  $V$  (δρόμος του σκάφους). Ο δρόμος της προπέλας υπολογίζεται με τον τύπο :

$$V_{\theta} = H \cdot n \cdot \frac{60}{1852} \quad (2.9)$$

όπου  $H$  = το βήμα της προπέλα και  $n$  = ο αριθμός στροφών της προπέλας. Ο δρόμος του σκάφους είναι :



$$V_{\theta} = \Pi \cdot \eta \cdot \frac{60}{1852}$$

όπου  $\Pi$  = η απόσταση που προχωρεί το σκάφος σε μια στροφή της προπέλας και  $\eta$  = ο αριθμός των στροφών της προπέλας. Η ολίσθηση είναι:

$$\Sigma = V_{\theta} - V$$

### 7.5 Φορά περιστροφής της έλικας

Οι προπέλες χαρακτηρίζονται δεξιόστροφες (RH = Right Handed ή Clockwise) όταν στρέφονται κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού και αντίστοιχα αριστερόστροφες (LH = Left Handed ή Anti-clockwise). Τη φορά τη χαρακτηρίζουμε, παρατηρώντας τους ελικοφόρους άξονες από την πύμνη.

### 7.6 Ο αριθμός των πτερυγίων

Και αυτός καθορίζεται από την ταχύτητα του σκάφους, τις στροφές της προπέλας και τον τύπο του σκάφους (σχήμα 2.17). Ο καθορισμός του αριθμού των φτερών είναι κυρίως θέμα εμπειρίας. Για ένα συνηθισμένο σκάφος μήκους μέχρι 20 μέτρα και στροφές μηχανής περισσότερες από 800, χρησιμοποιούμε κυρίως τρίφτερες προπέλες. Αν επιθυμούμε μεγαλύτερες ταχύτητες με λιγότερες στροφές μηχανής, χρησιμοποιούμε, κυρίως προπέλες με περισσότερα φτερά.

Η επιλογή είναι και εδώ δουλειά για τον ειδικό. Για το ίδιο σκάφος μια τετράφτερη προπέλα μπορεί να είναι κατά 10% μικρότερη από μία τρίφτερη. Δίπτερες προπέλες χρησιμοποιούνται κυρίως σε βοηθητικές μηχανές ιστιοφόρων σκαφών για μείωση της τριβής. Μήκος των πτερυγίων λέγεται η απόσταση από τη ρίζα μέχρι την άκρη τους.

### 7.7 Η ανεπτυγμένη επιφάνεια

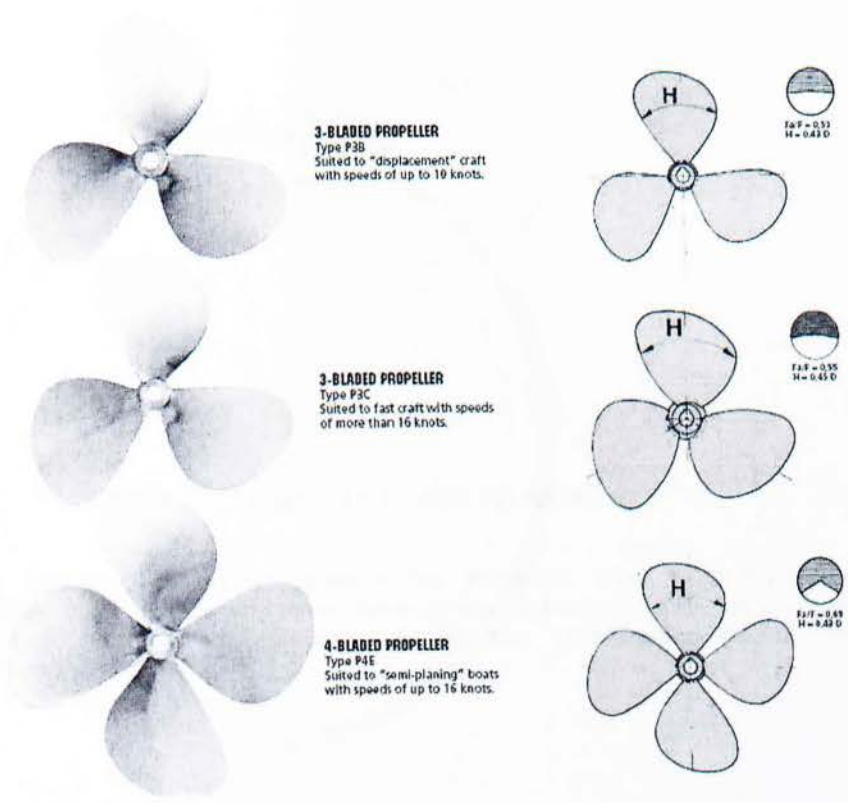
Ανεπτυγμένη επιφάνεια των πτερυγίων  $F_a$  είναι το σύνολο των πραγματικών επιφανειών ώσης, δηλαδή των πρυμίων ελικοειδών επιφανειών όλων των πτερυγίων. Η επιφάνεια  $F$  δίσκου  $F$  είναι το εμβαδόν του κύκλου, που έχει τη διάμετρο της προπέλας.

Για παράδειγμα, το  $F$  μιας προπέλας με διάμετρο 40 cm είναι :

$$F = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 40^2 = 1256 \text{ cm}^2$$

Η επιφάνεια των πτερυγίων κάθε προπέλας δίνεται από το λόγο των δύο παραπάνω, δηλαδή  $F_a / F$  (σχήμα 2.17). Επίσης, προβεβλημένη επιφάνεια  $F_p$

λέγεται το σύνολο των επιφανειών των πτερυγίων, όταν αυτά προβληθούν πάνω σε ένα επίπεδο κάθετο στον άξονα της προπέλας. Επειδή η επιφάνεια αυτή προκύπτει από την προβολή κατά τη διεύθυνση της πραγματικής ώσης, πολλές φορές αναφέρεται και σαν «ενεργός επιφάνεια» της προπέλας.



Σχήμα 2.17 Διάφορα είδη έλικων[16]

«Σχέση επιφανειών» λέγεται αυτή της ανεπτυγμένης ή της προβεβλημένης επιφάνειας προς την επιφάνεια του δίσκου της έλικας, δηλαδή είναι ο λόγος  $Fa / F$  και  $Fp / F$ . Οι δύο αυτές σχέσεις χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό ή τη σύγκριση όμοιων κατασκευών.

**7.8 Ο αφαλός της προπέλας (πλήμνη)**

Για να τοποθετηθεί σωστά η προπέλα και να είναι κεντραρισμένη, πρέπει να διαθέτει ένα κολουροκωνικό άνοιγμα στο κέντρο της, που να δεχτεί το προμικό κωνικό τμήμα του άξονα και τη σφήνα της ασφάλειας. Ο αφαλός (σχήμα 2.18) διαμορφώνεται έτσι περισσότερο για λόγους αντοχής, παρά με βάση την απόδοση.

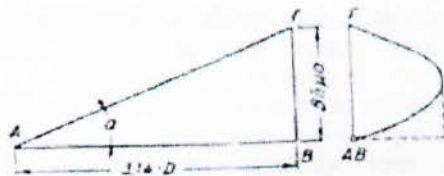


*Σχήμα 2.18 Τα μέρη της προπέλας*

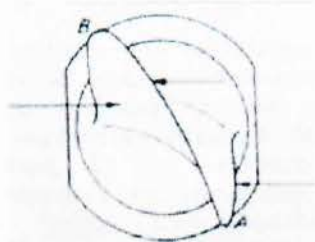
Συνήθως το κωνικό άνοιγμα της προπέλας είναι 1:10, στην Αγγλία και τις ΗΠΑ όμως μπορεί να συναντήσουμε και σχέσεις 1:12 ή 1:16. Η γωνία του κώνου δίδεται από τη διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης με τη μικρότερη διάμετρο .

### **Άλλα στοιχεία της προπέλας**

Εφόσον αναλύονται τα μυστικά της προπέλας , δεν μπορούν να παραλειφθούν και τα συμπληρωματικά στοιχεία της , που βέβαια δεν αποτελούν βασικά κριτήρια στην επιλογή της έλικας , αλλά για λόγους ορολογίας και γενικών πληροφοριών θα πρέπει να αναφερθούν . Οι παρακάτω όροι αφορούν καθαρά και μόνο το σχεδιασμό της προπέλας . «Οδηγήτρια » (σχήμα 2.19) λέγεται η καμπύλη της έλικας ή η σπείρα , με την οποία σαν βάση κατασκευάζεται η επιφάνεια της προπέλας . «Ακμή εισόδου » ή «κόψη εισόδου » (σχήμα 2.20) λέγεται εκείνη , με την οποία το φτερό , κατά την περιστροφή του , εισέρχεται στο νερό .



Σχήμα 2.19 Σχηματισμός της καμπύλης της προπέλας



Σχήμα 2.20 Κόψη εισόδου

Για μια δεξιόστροφη προπέλα είναι η δεξιά ακμή και αντίστροφα . Επίσης, «ακμή εξόδου» ή «κόψη εξόδου» λέγεται η άλλη όψη του πτερυγίου . «Επιφάνεια ώσης» του φτερού , αλλά και ολόκληρης της προπέλας λέγεται η πρυμιά επιφάνεια των φτερών, δηλαδή αυτή που δίνει την ώθηση στο σκάφος και κατ' επέκταση την προς τα πρόσω πορεία . Αντίθετα η πλωριά επιφάνεια των φτερών λέγεται «κυρτή επιφάνεια» ή «επιφάνεια ράχης» ή «επιφάνεια ρόφησης» κατά τον αγγλικό όρο drag surface (σχήμα 2.20).

## 7.9 Η κατασκευή της προπέλας

Όπως είπαμε παραπάνω , η κατασκευή μιας προπέλας χρειάζεται μεγάλη ακρίβεια. Αν σκεφτούμε ότι μια προπέλα στρέφεται με μια ταχύτητα 1.500 στροφών το λεπτό , σε μερικές δε περιπτώσεις ακόμα πιο γρήγορα , αυτό σημαίνει κάποιες 25 του λ άχιστον στροφές το δευτερόλεπτο . Γι' αυτό οι πιο σημαντικοί παράμετροι της κατασκευής είναι η ισορροπία (ζυγοστάθμιση) , το βήμα , η ίση απόσταση των φτερών και το υλικό . Η ισορροπία της προπέλας ξεκινάει από τη διάνοξη της τρύπας του άξονα στο κέντρο της . Μια ελάχιστη διαφορά μπορεί να θέσει την προπέλα εκτός ισορροπίας , με αποτέλεσμα μειωμένη απόδοση, κραδασμούς , περισσότερο θόρυβο και επιπλέον φθορά των εδράνων του άξονα (shaft bearings).

Συνήθως οι προπέλες « ζυγίζονται » στατικά (statically balanced), αλλά προπέλες που προορίζονται για μεγάλες ταχύτητες και στροφές ζυγοσταθμίζονται δυναμικά (dynamically balanced). Το βήμα πρέπει να είναι ακριβώς το ίδιο σε κάθε φτερό για οποιαδήποτε διάμετρο . Διαφορές στο βήμα μεταξύ των φτερών δημιουργούν κραδασμούς και σπηλαίωση της προπέλας . Η απόσταση των φτερών πρέπει να είναι με μεγάλη ακρίβεια ίση για να αποφεύγονται η μειωμένη απόδοση και οι κραδασμοί. Για μια τρίφτερη προπέλα, η απόσταση μεταξύ των φτερών θα πρέπει να είναι ακριβώς 120ο, για μια τετράφτερη 90οκ .λ .π ..

Το θέμα του υλικού είναι πολύ σημαντικό . Για παράδειγμα , υπάρχει διαφορά μεταξύ μπρούτζου και μπρούτζου . Τα κράμα των μετάλλων παίζει ένα σοβαρό ρόλο στην κατασκευή . Σε περίπτωση που χτυπάει η προπέλα , το φτερό θα στραβώσει χωρίς όμως να σπάσει , πράγμα που επιτρέπει την επισκευή της . Οι συνηθισμένες προπέλες αποτελούνται από ένα κράμα μαγανιού και μπρούτζου , αυτές για μεγαλύτερες επιδόσεις γίνονται από κράμα αλουμινίου και μπρούτζου , άλλες από ανοξείδωτο χάλυβα , αλουμίνιο , ακόμα και από πλαστικό , για εξωλέμβιες .

## 7.10 Η επιλογή της προπέλας

Βέβαια δεν είναι δυνατόν να γίνει ακριβής επιλογή της κατάλληλης προπέλας χωρίς τη συμβολή ενός ειδικού, αλλά μπορεί να προσδιοριστεί κατά προσέγγιση. Γενικά για ένα σκάφος εκτοπίσματος, μια τρίφτερη προπέλα με ένα  $F_a / F$  περίπου 0,51 είναι αρκετή. Περισσότερα ή μεγαλύτερα πτερύγια δεν προσθέτουν τίποτα παραπάνω στην επίδοση του σκάφους. Σε ένα ιστιοφόρο, μια δίπτερη προπέλα θα ήταν αρκετή για λόγους περιορισμού της αντίστασης, αλλά μια τρίφτερη θα περιόριζε τους κραδασμούς (σχήμα 2.17). Για ένα σκάφος ημiekτοπίσματος, συνήθως επιλέγουμε τρίφτερες ή τετράφτερες προπέλες με ένα  $F_a / F$  περίπου 0,54. Για σκάφη πλαναρίσματος διαλέγουμε οπωσδήποτε τετράφτερες με  $F_a / F$  από 0,54 μέχρι 0,74.

Πεντάφτερες προπέλες συναντάμε μόνο σε σκάφη πλαναρίσματος. Ένα σκάφος για να πλανάρει γρήγορα χρειάζεται προπέλες με μεγάλο βήμα. Αυτό όμως θα πρέπει να βρίσκεται μέσα στα επιτρεπτά όρια, γιατί αφού το σκάφος πλανάρει, το μεγάλο βήμα της προπέλας του περιορίζει την απόδοση σε ταχύτητα. Τα σκάφη υψηλών επιδόσεων σε ταχύτητα έχουν προπέλες μικρού βήματος. Αυτός είναι ο λόγος, που οι σύγχρονες προπέλες διαθέτουν χαμηλό βήμα κοντά στον αφαλό, που αυξάνεται προς τις άκρες των πτερυγίων.

Τα στοιχεία που χρειάζονται για τον υπολογισμό της κατάλληλης έλικας είναι: 1. Η ισχύς της μηχανής σε kW ή hp. 2. Οι στροφές της μηχανής RPM. 3. Η σχέση του μειωτήρα (σχέση μετά δοσης της ρεβέρσας). 4. Η μέγιστη ταχύτητα του σκάφους μας.

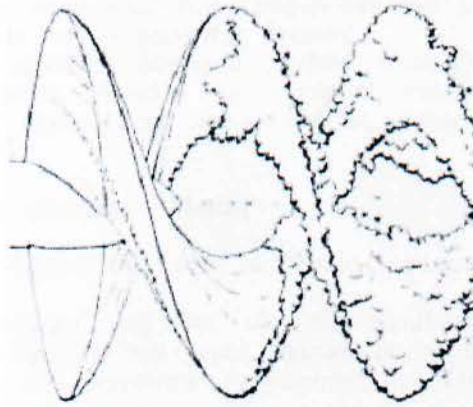
Μερικά καθοριστικά στοιχεία για την καλή απόδοση μιας προπέλας είναι και τα παρακάτω: α. Για να αποφύγουμε τους κραδασμούς, η απόσταση των πτερυγίων από το πάνω και κάτω τμήμα του κλωβού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10% της διαμέτρου της προπέλας (βλ. Σχήμα 3.14). β. Απαραίτητο για την απόδοση της προπέλας είναι να φτάνει σ' αυτήν αρκετή ποσότητα νερού με καθαρή ροή χωρίς δίνες. γ. Υπάρχει η άποψη πως κάποια μεγαλύτερη επιφάνεια πτερυγίων καθώς και περισσότερα φτερά κάνουν την προπέλα πιο αποδοτική, πράγμα όμως που δεν είναι σωστό. Στην πραγματικότητα η προπέλα χάνει πολύ από την επίδοσή της, αφού μια μεγαλύτερη επιφάνεια πτερυγίων προκαλεί μεγαλύτερη αντίσταση. δ. Οι προπέλες, όπως και τα σκάφη, πρέπει να καθαρίζονται από τη στρειδώνα και τη μαλούπα, που πιάνουν παραμένοντας στο νερό. Όταν οι προπέλες δεν καθαρίζονται συχνά και παραμένουν βρόμικες, χάνουν πολύ από την απόδοσή τους, προβάλλουν μεγαλύτερη αντίσταση τριβής και φυσικά μειώνουν την ταχύτητα του σκάφους. ε. Χαμηλές στροφές στην προπέλα προσφέρουν καλύτερες επιδόσεις και λιγότερους κραδασμούς.

Οι σύγχρονες μηχανές θαλάσσης και οι ηλεκτροκινητήρες μπορεί να στρέφονται με υψηλό αριθμό στροφών, γι' αυτό είναι απαραίτητη η προσθήκη μειωτήρα, που θα περιορίσει τις στροφές της μηχανής σε αποδεκτά επίπεδα για την προπέλα. στ. Οι προπέλες πρόωσης είναι σχεδιασμένες για να δίνουν πλήρη απόδοση στο πρῶσω. Στο ανάποδα η απόδοσή τους φτάνει μόνο το 40% μέχρι 50%, γι' αυτό και δεν είναι κατάλληλες για bow thrusters. ζ. Το πλεονέκτημα των δύο προπελών σε αντίθεση με τη μια είναι ότι κάνουν το σκάφος πιο ασφαλές σε περίπτωση κάποιας μηχανικής βλάβης και βέβαια κάνουν τη μανούβρα πιο εύκολη. Αντίθετα, το μειονέκτημα είναι ότι οι δύο μηχανές σημαίνουν δύο φορές το πρόβλημα της μιας και φυσικά είναι ακριβότερες από μια. Άλλη μια παράμετρος, που θα πρέπει να γνωρίζουμε είναι ότι δύο μηχανές έχουν κατά 10% μέχρι 15% χαμηλότερη απόδοση από μια μηχανή με συνολική ισχύ αυτή και των δύο μηχανών μαζί.

η . Μια κακώς υπολογισμένη προπέλα για παράδειγμα με μεγαλύτερο από το απαιτούμενο βήμα , μπορεί να δημιουργήσει το φαινόμενο της σπηλαιώσ ης. Η σπηλαιώση παρουσιάζεται όταν η χαμηλή πίεση από την πλωριά πλευρά που γίνεται η αναρρόφηση της ροής δεν είναι αρκετή , προκαλώντας φυσαλίδες αέρα που μπορεί να προξενήσουν ζημιά στην προπέλα .

### 7.11 Σπηλαιώση

Πριν ολοκληρωθεί η αναφορά στις προπέλες θα πρέπει να αναφερθούν κάποια στοιχεία και για τη σπηλαιώση η οποία αναφέρεται συχνά σαν κάτι προς αποφυγή .



**Σχήμα 2.21** Σχηματική αναπαράσταση του φαινομένου της σπηλαιώσης [23]

Με τον όρο «σπηλαιώση» (cavitation) χαρακτηρίζουμε το φαινόμενο όπου παρατηρείται ο σχηματισμός κενών χώρων κοντά στα φτερά της προπέλας , που διακόπτουν τη συνεχή ροή του νερού προς την έλικα . Με άλλα λόγια , τα φτερά της προπέλας δεν «δουλεύουν» μέσα σε μια συμπαγή μάζα νερού , αλλά μέσα σε ένα μίγμα μάλλον αφρώδες , με μικρότερη πυκνότητα , αυξάνοντας έτσι την ολίσθηση και μειώνοντας την απόδοση της προπέλας (σχήμα 2.21). Αποτέλεσμα όμως της κατάστασης αυτής είναι επίσης και η βαθιά τοπική διάβρωση του μετάλλου των πτερυγίων . Ο σχηματισμός των κενών αυτών οφείλεται στο ότι σε ορισμένα σημεία των φτερών και κάτω από ορισμένη ταχύτητα περιστροφής, η αύξηση των μορίων του νερού είναι τόσο , ώστε η απόλυτη πίεσή τους, δηλαδή αυτή που περιλαμβάνει πέρα από την ατμοσφαιρική και την υδροστατική πίεση της υπερκείμενης στήλης νερού , να κατέρχεται μέχρι το μηδέν, με άλλα λόγια να αγγίζει το απόλυτο κενό . Σύμφωνα με το θεμελιώδη νόμο του Bernoulli, το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του ρέοντος ύδατος είναι σταθερό, άρα η αύξηση της ταχύτητας συνεπάγεται ελάττωση της πίεσης και αντιστρόφως . Με την απόλυτη αυτή πίεση το νερό , όπως είναι ίσως γνωστό εξατμίζεται και δημιουργείται ο κενός χώρος και η διακοπή της συνέχειας της ροής, που βέβαια συνεχίζεται εφόσον εξακολουθούν οι ίδιες συνθήκες ταχύτητας και πίεσης . Με δύο λόγια το νερό παύει να έρχεται σε επαφή με τα πτερύγια , που στρέφονται .

Η σπηλαιώση παρουσιάζεται και στην πλωριά και την πρυμιά επιφάνεια των φτερών, ειδικότερα στα άκρα, όπου η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη.

Επίσης παρουσιάζεται, όταν μικρές προπέλες στρέφονται με μεγαλύτερη από το κανονικό ταχύτητα ή όταν τα φτερά είναι πιο στενά από το απαιτούμενο πλάτος, άρα και με ανεπαρκή επιφάνεια πτερυγίων. Προπέλες κακώς τοποθετημένες, χωρίς ομαλή ροή νερού προς και από τα φτερά τους μπορεί να παρουσιάσουν σπηλαιώση, ακόμα και αν η επιφάνεια των φτερών είναι στα σωστά όρια. Επίσης, αν η άκρη των πτερυγίων βρίσκεται πολύ κοντά στην επιφάνεια του νερού, μπορεί αυτά να «τραβήξουν» αέρα με αποτέλεσμα, εκτός από την κακή απόδοση να παρουσιαστεί και το φαινόμενο της σπηλαιώσης. Η σπηλαιώση μπορεί να αντιμετωπιστεί μόνο με πολύ προσεκτικό υπολογισμό της έλικας και βέβαια τον περιορισμό των στροφών ανάλογα με τις διαστάσεις και με βάση πάντα στοιχεία από πειραματικές έρευνες.

Η εξέλιξη της προπέλας δεν είναι ραγδαία όπως θα περιμέναμε. Ακόμα και σήμερα, η συμβατική προπέλα έχει υποστεί πολύ λίγες αλλαγές και βελτιώσεις. Η εξέλιξη έγκειται σε διαφοροποιήσεις, όπως αυτές που έχουν οι προπέλες επιφανείας.

### 7.12 Αλληλεπίδραση γάστρας – έλικας

Η αλληλεπίδραση εμφανίζεται κατά τους ακόλουθους τρόπους :

Η γάστρα παρασύρει μαζί της μία συγκεκριμένη μάζα νερού. Αυτό σημαίνει ότι η μέση ταχύτητα του νερού σχετικά με το δίσκο της έλικας δεν είναι πλέον ίση με την ταχύτητα προχώρησης της έλικας σχετικά με το αδιατάρακτο νερό.

Η ταχύτητα του νερού θα διαφέρει και σε μέτρο και σε διεύθυνση κατά τη διάμετρο του δίσκου της έλικας και η απόδοση της έλικας θα διαφέρει από αυτή σε ελεύθερη ροή νερού, ακόμα και αν γίνει η παραδοχή για τη διαφορά στη μέση ταχύτητα.

Η έλικα προκαλεί μεταβολές στις τοπικές πιέσεις του νερού και αυτές θα δράσουν στη γάστρα, οδηγώντας σε μία ουσιαστική αύξηση της αντίστασης.

Η διαφορά μεταξύ της απόλυτης ταχύτητας του πλοίου και της σχετικής ταχύτητας του νερού ως προς το πλοίο ονομάζεται ομόρρους (**wake**). Εάν το νερό κινείται στην ίδια κατεύθυνση με το πλοίο, ο ομόρρους είναι θετικός. Εάν η ταχύτητα του πλοίου είναι  $V$  και η μέση ταχύτητα του πλοίου σχετικά με το νερό στη θέση της έλικας είναι  $V_1$ , τότε :

$$\text{ομόρρους} = V - V_1$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης

Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης για μηχανοκίνητα σκάφη μπορεί να είναι εσωλέμβιες, εξωλέμβιες, εσωλέμβιες ή μη / μηχανές (επίσης γνωστή ως εσω-εξωλέμβιες) και το υδροτζέτ. Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης ελέγχει τη μεταβίβαση της εξουσίας του κινητήρα με το νερό και διευθύνει την ώθηση.

#### Εξωλέμβιοι

Ένα σύστημα εξωλέμβιας συγκρατεί τα τμήματα του κινητήρα μαζί σε μια κατοικία που βρίσκεται στο εξωτερικό του σκάφους. Η όλη μονάδα είναι ικανή να αλλάξει κατεύθυνση. Η εξωλέμβιοι κινητήρες είναι ελαφριές, συνήθως φορητή, και καταλαμβάνουν λίγο έως κανένα ποσοστό του εσωτερικού χώρου του σκάφους.

#### Εσωλέμβιοι

Ένα σύστημα εσωλέμβιας τοποθετεί τη μηχανή μέσα στη βάρκα, κοντά στο κέντρο του σκάφους. Η τοποθεσία εσωτερικά του κινητήρα δημιουργεί καλύτερη ισορροπία στη βάρκα. Ωστόσο, η εσωλέμβιοι τύπου είναι γενικά βαρύτεροι από το σύστημα εξωλέμβιας και η χρήση του εσωτερικού χώρου είναι μειωμένη.

#### Z-DRIVE (έσω - εξωλέμβιοι)

Σε μια εσω-εξωλέμβια ή εσωλέμβια / εξωλέμβια μηχανή, η μηχανή βρίσκεται μέσα στο σκάφος καθώς και με το σύστημα εσωλέμβιας. Ωστόσο, το υπόλοιπο του κινητήρα βρίσκεται εξωλέμβια. Αυτό ελαχιστοποιεί την απώλεια του εσωτερικού χώρου, διατηρώντας παράλληλα την ισορροπία και το χαμηλό κέντρο βάρους του συστήματος εσωτερικά. Το σημαντικότερο μειονέκτημα σε αυτό το σύστημα σε μηχανοκίνητα σκάφη είναι ότι ο κινητήρας είναι πιο περίπλοκος και συνεπώς πιο επιρρεπής σε αστοχία, είτε από τους εσωλέμβιους ή εξωλέμβιους κινητήρες. Στον κόσμο κωπηλασίας, υπάρχουν μερικά πράγματα τόσο απογοητευτικό για το γεγονός ότι έχει ένα σκάφος με πολύ μικρή δύναμη. Ένα underpowered σκάφος είναι πολύ αναποτελεσματικό από την άποψη της χρήσης των καυσίμων, που θα έχουν την τάση να «περνούν» στο νερό και όχι από τον προγραμματισμό μακριά από πάνω του.

#### Το υδροτζέτ

Στο σύστημα αυτό, το νερο αναρροφάτε από το κέντρο περίπου του σκάφους και φεύγει με δύναμη σαν πίδακας από το πίσω μέρος, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.



## **2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΕΞΩΛΕΜΒΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ**

(ιστορικό εφεύρεσης με διπλές προπέλες)

### **2.2.1. Πεδίο της εφεύρεσης**

Η παρούσα εφεύρεση αφορά γενικά σε ναυτικό σύστημα πρόωσης και ειδικότερα, τη διαβίβαση για ένα σύστημα προώθησης σε εξωλέμβιες μηχανές.

### **2.2.2. Περιγραφή Σχετική Τέχνης**

Πολλές εξωλέμβιες των θαλάσσιων σκαφών αναψυχής απασχολούν εμπρός / ουδέτερο / αντίστροφη μεταδόσεις σε συνδυασμό με μια διπλή έλικα σύστημα πρόωσης. Οι εν λόγω μεταδόσεις είναι κινές και στα δύο ίδια εξωλέμβιων κινητήρων (εσωλέμβιοι / εξωλέμβιοι κινητήρες).

Οι μεταδόσεις περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά οδήγησης γρανάζι γωνιακής μετάδοσης και ένα ζευγάρι αντίθετων περιστρεφόμενων εργαλείων. Κάθε οδηγός εργαλείων περιλαμβάνει ένα κομβικό σημείο που είναι Journalled μέσα σε μία χαμηλότερη μονάδα στις εξωλέμβιες μηχανές. Ένα μέτωπο συμπλέκτη της διπλής σύμπλεξης παρεμβάλλεται μεταξύ του ζεύγους αντίθετων περιστρεφόμενων γραναζιών. Σε αυτή τη θέση, ο μπροστινός συμπλέκτης κινείται μεταξύ των θέσεων των συμπλεκτών με το κιβώτιο ταχυτήτων. Η μπροστινή σύμπλεξη γίνεται μέσω ενός κινητήριου άξονα και ενός εργαλείου που επιτρέπει την πρώτη έλικα να κινηθεί προς την εμπρός ή αντίστροφη κατεύθυνση.

Η διαβίβαση περιλαμβάνει επίσης ένα δεύτερο συμπλέκτη που είναι τοποθετημένο στην πίσω πλευρά του πίσω ομφαλού ταχυτήτων. Η πίσω σύμπλεξη επιλεκτικά αντιστοιχεί σε δόντια που σχηματίζονται στην πίσω πλευρά του κέντρου των πίσω εργαλείων για τη λειτουργία μιας εξωτερικής έλικας.

Τα εν λόγω σχέδια μεταφοράς τείνουν να καταλαμβάνουν ένα σημαντικό χώρο στη κάτω μονάδα το οποίο στεγάζει επίσης ένα πέρασμα καυσαερίων για την εκπλήρωση των καυσαερίων του κινητήρα. Η εξωλέμβια οδηγεί συνήθως την απόρριψη των καυσαερίων κάτω από τη στάθμη του νερού του σώματος του ύδατος κατά την οποία λειτουργεί έτσι ώστε να επιτινχάνεται η σιωπή του θορύβου της εξατμίσεως. Για το σκοπό αυτό, τα καυσαέρια περνούν μέσω του συστήματος σε χαμηλότερη μονάδα.

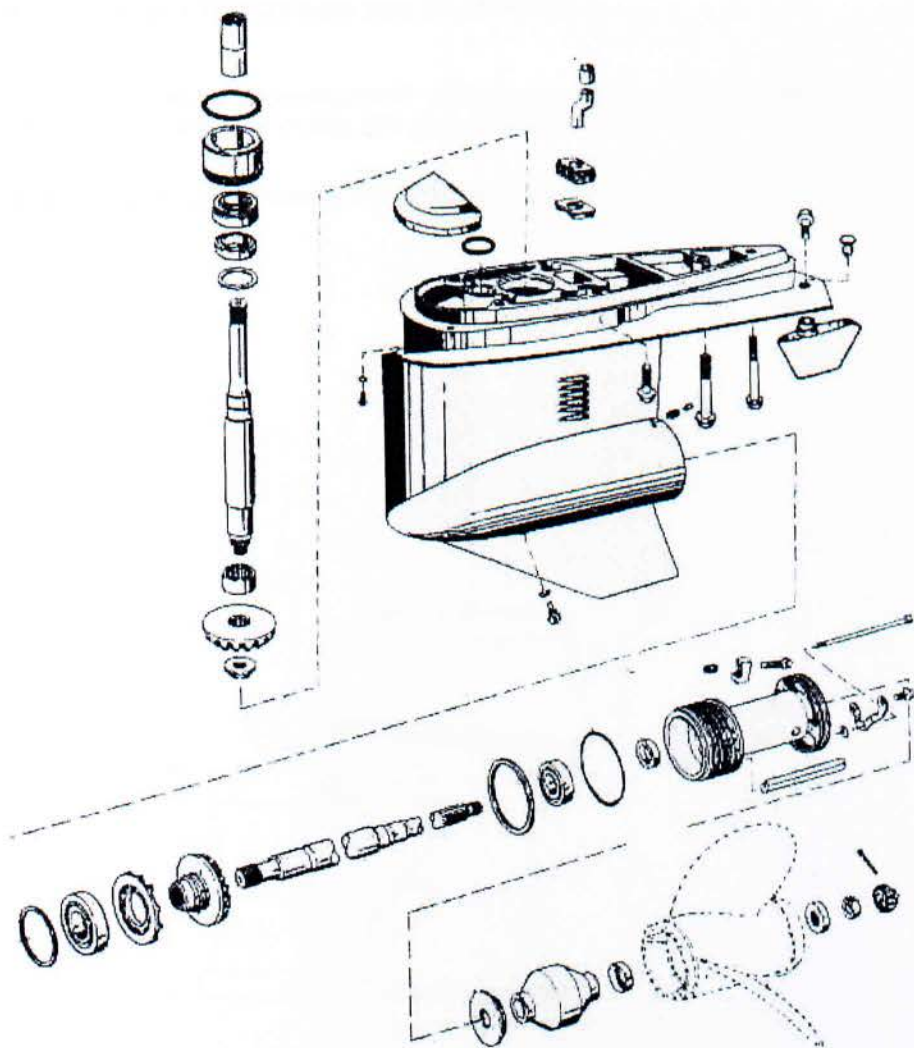
### **2.2.3 ΠΕΡΙΛΗΨΗ της εφεύρεσης**

Η ανάγκη που υπάρχει, επομένως, είναι στη μετάδοση ενός αντιπεριστροφής σύστημα πρόωσης το οποίο στεγάζεται σε ένα μικρότερο όγκο στην κάτω μονάδα σε σχέση με προηγούμενα σχέδια, έτσι ώστε να παρέχουν μεγαλύτερη ροή καυσαερίων μέσω της κάτω μονάδας χωρίς να αυξηθεί το συνολικό μέγεθος, βάρος της κάτω μονάδα.

Η διαβίβαση της κίνησης περιλαμβάνει πρώτα από όλα την καταπολέμηση των εργαλείων περιστροφής. Μια πρώτη σύμπλεξη είναι συνδεδεμένη με τον πρώτο άξονα πρόωσης και είναι προσαρμοσμένη στη επιλεκτικά ασκούμενη πρώτη ταχύτητα ή δεύτερη ταχύτητα. Η μετάδοση, επίσης, περιλαμβάνει μια δεύτερη σύμπλεξη που συνδέεται με το πρώτο συμπλέκτη και είναι συνδεδεμένος με ένα δεύτερο άξονα πρόωσης. Η δεύτερη σύμπλεξη επιλέγει τη δεύτερη ταχύτητα που λαμβάνει ένα σημαντικό μέρος του συμπλέκτη.

Σύμφωνα με μια επιπλέον πτυχή της παρούσας εφεύρεση, μία μετάδοση κίνησης για εξωλέμβια σκάφη περιλαμβάνει πρώτο και δεύτερο αντιθέτως περιστρεφόμενα εργαλεία. Μια πρώτη σύμπλεξη της μετάδοσης θα είναι προσαρμοσμένη στο επιλεκτικά συμμετάσχουσα πρώτο εργαλείο και είναι συνδεδεμένο με ένα πρώτο άξονα πρόωσης.

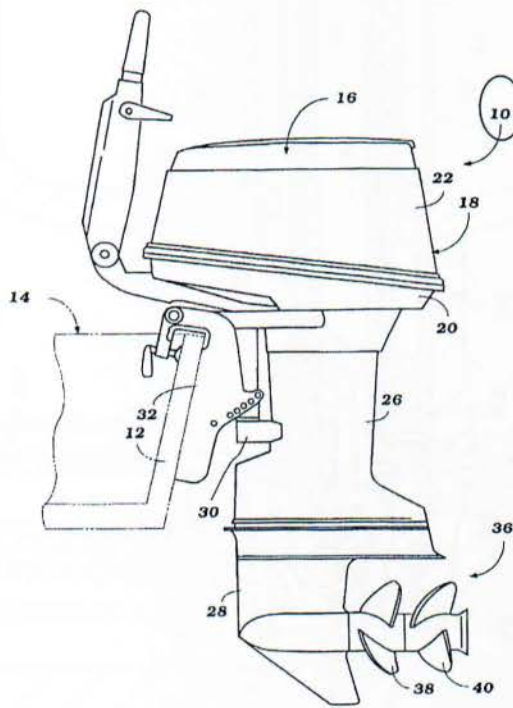
Η διαβίβαση περιλαμβάνει επίσης ένα δεύτερο συμπλέκτη που είναι σε συνδυασμό με το πρώτο συμπλέκτη και είναι συνδεδεμένος με ένα δεύτερο άξονα πρόωσης. Ο πρώτος και δεύτερος άξονας πρόωσης επεκτείνονται σε μια αξονική κατεύθυνση. Ο δεύτερος συμπλέκτης επιλεκτικά χρησιμοποιείται για το δεύτερο εργαλείο.



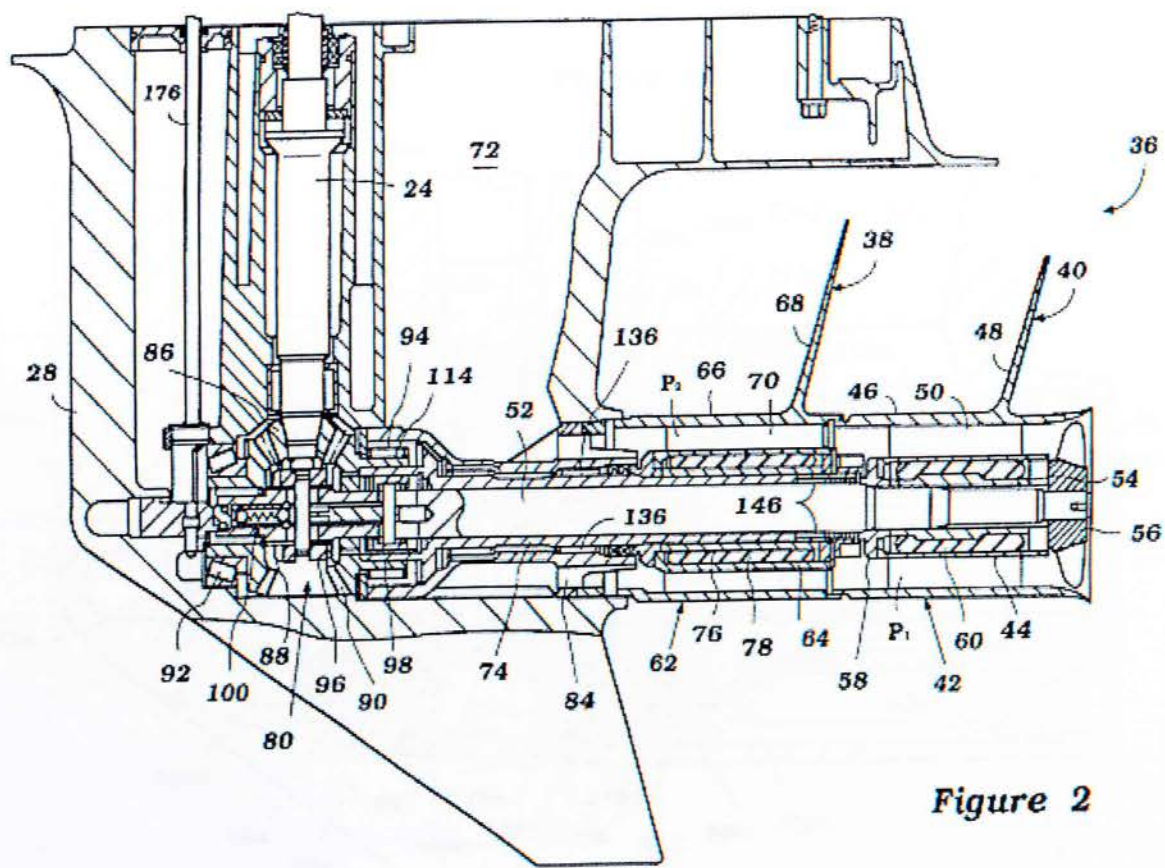
#### 2.2.4.ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Αυτά και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της εφεύρεσης, θα είναι πλέον περιγραφεί με αναφορά σε σχέδια του προνομιούχου σχεδιαστή.

**FIG. 1** είναι μια γενική πλευρα της εξολέμβιας μηχανής.



**FIG. 2** είναι μια συγχρονική πλευρά elevational που παρουσιάζει την κάτω μονάδα της εξαλείφτριας μηχανής της FIG. 1 και απεικονίζει τη διαβίβαση.



**Figure 2**

Figure 5

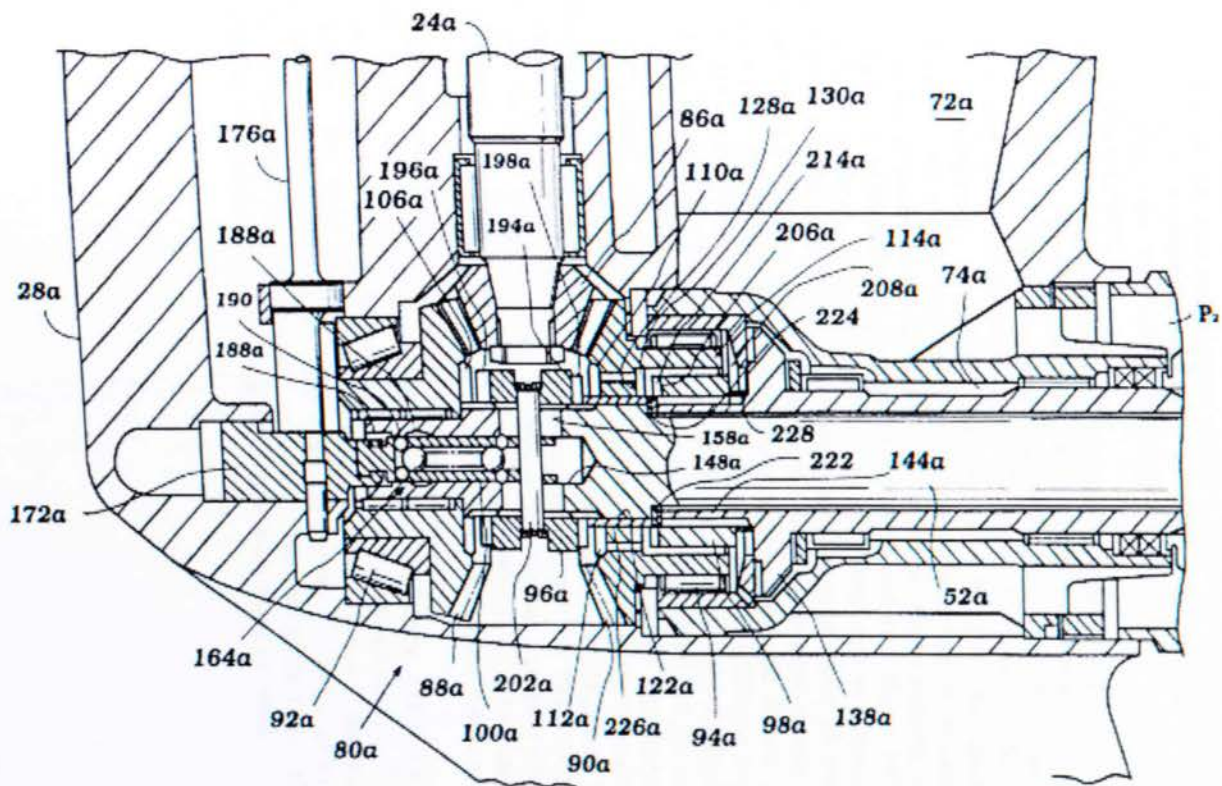


FIG. 5 είναι μια «Διευρυμένη, διατομής ηλέυρα elevational προβολή του συστήματος μετάδοσης που έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με μια άλλη προ-ανατιθέμενη ενσωμάτωση της παρούσας εφεύρεσης»

## 2.2.5.ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΡΟΝΟΜΙΟΥΧΩΝ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΕΩΝ

Η FIG. 1 απεικονίζει μια θαλάσσια εξωλέμβια μηχανή 10 τοποθετημένη στη βάση 12 από ένα σκάφος 14. Ένα ενδεχόμενο, ωστόσο, είναι ότι οι ειδικοί στην τέχνη, θα εκτιμήσουν εύκολα ότι η παρούσα εφεύρεση μπορεί να εφαρμοστεί στην πρύμνη των μονάδων οδήγησης των εσωλέμβιων-εξωλέμβιων κινητήρων και σε άλλους τύπους μονάδων σκαφών επίσης.

Στο εικονογραφημένο σχέδιο μηχανής 10 έχει ένα κεφάλι ενέργειας σε 16 το οποίο περιλαμβάνει μια μηχανή. Ένα συμβατικό προστατευτικό κάλυμμα 18 περιβάλλει τον κινητήρα. Το κάλυμμα 18 desirably περιλαμβάνει ένα χαμηλότερο δίσκο 20 και ένα κορυφαίο μέλος περίβλημα 22. Αυτά τα στοιχεία 20, 22 του προστατευτικού περιβλήματος 18 καθορίζουν από κοινού ένα διαμέρισμα του κινητήρα που στεγάζει τον κινητήρα. Ο κινητήρας είναι τοποθετημένος συμβατικά με τον παραγωγής άξονα (δηλαδή, στροφαλοφόρου άξονα) που περιστρέφεται περί ένα γενικά κάθετο άξονα. Ο στρόφαλος (δεν απεικονίζεται) οδηγεί ένα άξονα 24 (Εικ. 2), όπως είναι γνωστό στην τέχνη. Ο άξονας κίνησης 24 εξαρτάται από το κεφάλι 15 της εξωλέμβιας μηχανής 10. Ένα περίβλημα του άξονα μετάδοσης κίνησης 26 παρατείνεται προς τα κάτω από το χαμηλότερο δίσκο 20 και καταλήγει σε μία χαμηλότερη μονάδα 28. Ο άξονας κίνησης 24 επεκτείνεται εντός του περιβλήματος του άξονα 26. Ένα στήριγμα του συστήματος διεύθυνσης 30 είναι συνδεδεμένο με το περίβλημα του άξονα μετάδοσης κίνησης 26, σε ένα γνωστό θέμα. Το στήριγμα του συστήματος διεύθυνσης 30 συνδέεται με ένα βραχίονα σύσφιξης 32 από μια καρφίτσα 34. Το στήριγμα σύσφιξης 32, με τη σειρά του, έχει ρυθμιστεί ώστε να αποδίδουν σε τραβέρσα 12 του watercraft 14. Η συμβατική αυτή αναφοράς για τη δειγματοληψία επιτρέπει στην εξωλέμβια μηχανή 10 να μπορεί να περιστραφεί σε σχέση με το υποστήριγμα τιμονιού 30 για τους σκοπούς του συστήματος διεύθυνσης, καθώς και να περιστρέφεται σε σχέση με το pin 34 που επιτρέπουν τη μεταβολή της θέσης και της κλίσης της εξωλέμβιας μηχανής 10. Αν και δεν φαίνεται, εξυπακούεται ότι ένα συμβατικό μηχανικό τιμόνι και ένα συμβατικό υδραυλικό τιμόνι κύλινδρου Assem-bly θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην παρούσα εξωλέμβια.

Ο κινητήρας της εξωλέμβιας οδηγεί διάταξη πρόωσης 36, όπως, για παράδειγμα, μια έλικα, ένα υδροδυναμικό jet. Στο εικονογραφημένο της FIG. 1, η συσκευή πρόωσης 36 είναι μια αντι-περιστρεφόμενου έλικα συσκευή που περιλαμβάνει έναν εμπρόσθιο έλικα 38 που έχει σχεδιαστεί για να γυρίζει σε μία κατεύθυνση και να διεκδική μία ώθηση προς τα εμπρός, και ένα πίσω έλικα 40 για να γυρίζει στην αντίθετη κατεύθυνση και να διεκδική μία ώθηση προς τα πίσω.

Η FIG. 2 επεξηγεί τα στοιχεία του εμπρός και πίσω έλικα 38, 40. Ο πίσω έλικας 40 αποτελείται από ένα εσωτερικό περίβλημα 44 και ένα εξωτερικό περίβλημα 46 και των πτερυγίων του έλικα 48. Μια πολλαπλότητα των ακτινωτών πλευρών 50 εκτείνονται μεταξύ του εσωτερικού περιβλήματος 44 και του εξωτερικού περιβλήματος 46 για να διαμορφώσει ένα πέρασμα P1 μέσα από την έλικα 42. Τα Καουσαερίων του κινητήρα αποφορτίζονται μέσω της P19.

Το πίσω άκρο του εσωτερικού άξονα 52 πραγματοποιεί μια δέσμευση με το περίβλημα 54 που έχουν σχέση με τα spline του εσωτερικού άξονα 52. Το περίβλημα 54 καθορίζεται από το πίσω άκρο του εσωτερικού άξονα 52 από ένα βιδωτό παξιμάδι 56 στο πίσω άκρο του άξονα 52 και έναν δακτυλιοειδή δακτύλιο συγκράτησης 10 58 που τοποθετείται μεταξύ του εμπρός και του πίσω έλικα 38, 40.

Ένα ελαστικό δακτύλιο 60 παρεμβάλλεται μεταξύ της δέσμευσης περίβλημα 54 και το πίσω αφεντικό έλικα 42 και συμπιέζεται. Η τριβή μεταξύ του αφεντικού 42, η ελαστική bushing 60, καθώς και το περίβλημα δέσμευση 54 επαρκούν για την μεταδώσει περιστροφής δυνάμεων από το περίβλημα 54 και του εσωτερικής πρόωσης άξονα 52, στο πίσω μέρος Πτερύγια έλικα 48.

Ο μπροστινός έλικας 38 περιλαμβάνει επίσης ένα μέτωπο έλικα αφεντικό 62. Το μπροστινό αφεντικό έλικα 62 έχει ένα εσωτερικό περίβλημα 64 και ένα εξωτερικό περίβλημα 66. Οι Πλευρές 70 διασυνδέουν την εσωτερική μανικιών 66 και το εξωτερικό περίβλημα 64 και αποτελούν αξονικά επέκταση P2 στο πέρασμα ανάμεσα στα περίβλημα 64, 66. Το P2 πέρασμα επικοινωνεί με ένα συμβατικό εξάτμισης πέρασμα απαλλαγή 72 από την χαμηλότερη μονάδα.

Ο εξωτερικός άξονα 74 φέρει στο μπροστινό έλικα 38. Όπως καλύτερα φαίνεται στο σχήμα. 2, το πίσω τμήμα άκρο της εξωτερικής άξονα 74 30 φέρνει μια μπροστινή δέσμευση μανίκι 76 κατά την οδήγηση που εμπλέκεται εκεί κοντά από μια spline σύνδεση. Η μπροστινή δέσμευση μανίκι 76 στερεώνεται στον εξωτερικό άξονα μεταξύ του δακτυλιοειδούς δακτύλιου συγκράτησης 58 και της κάτω μονάδας 28.

Το μπροστινό ελαστικό δακτύλιο δακτυλιοειδή 78 περιβάλλει το μέτωπο μανίκι 76. Ο πυρος 78 στερεώνεται στο μανίκι 76 από θερμική επεξεργασία γνωστή στην τέχνη. Το μπροστινό αφεντικό έλικα 62 περιβάλλει το ελαστικό δακτύλιο 78, η οποία τελεί υπό πίεση μεταξύ του αφεντικού 62 και το μανίκι 76 το τριβής. Η τριβής ασκούν-συμφωνία μεταξύ της έλικας αφεντικό 62 και το έδρανο 78 που επαρκούν για να μεταδώσει μια περιστροφική δύναμη από το περίβλημα 76 έως των πτερυγίων του έλικα 68.

Όπως φαίνεται στο σχήμα. 2, ο κινητήριος άξονας 24 εκτείνεται από τη μονάδα στέγασης του άξονα 26 στην κάτω μονάδα 28 και με τον εξωτερικό άξονα πρόωσης 74. Όπως περιγράφεται αναλυτικότερα παρακάτω, η μετάδοση 80 επωφελώς να είναι μια προς τα εμπρός / ουδέτερο / μετάδοσης αντίστροφος-τύπου τροπή που ταυτόχρονα οδηγεί το εσωτερικό και εξωτερικό προ-άξονες πρόωση 52, 74 σε μια πρώτη κατεύθυνση και σε μια δεύτερη αντίθετη κατεύθυνση, αντίστοιχα. Η πρόωση άξονες 52,74 με τη σειρά τους εκτείνονται από τη μετάδοση 80, μέσα από ένα ρουλεμάν μανίκι 82 της κάτω μονάδας 28. Το μπροστινό δακτυλίδι τέλος 84, η οποία επισυνάπτεται στην κατώτερη μονάδα 28, φέρει περίβλημα 82 στην κάτω μονάδα 28. Ο άξονας κίνησης 24 φέρνει ένα γρανάζι κίνησης 86 στο κατώτερο άκρο του, που διατίθεται στην κατώτερη μονάδα 28 και το οποίο αποτελεί ένα μέρος της μετάδοσης 80. Η γραναζιού κίνηση 86 προς 60 είναι επιδέξια από ένα γρανάζι γωνιακής μετάδοσης τύπου.



Η μετάδοση των 80 περιλαμβάνει επίσης ένα ζευγάρι των αντι-περιστρεφόμενο οδηγείται εργαλεία 88, 90 που είναι σε ματιών εμπλοκή με το εργαλείο κίνησης 86. Το ζεύγος των κινητήριων εργαλείων 88, 90 κατά προτίμηση είναι τοποθετημένα σε διαμετρικά αντίθετες πλευρές του 65γρναζιού κίνησης 86 και είναι κατάλληλα Journalled στην κατώτερη μονάδα 28 που εμπρός και πίσω φέρουν συγκροτήματα 92, 94, αντίστοιχα όπως περιγράφεται παρακάτω

Η FIG. 2 απεικονίζει επίσης ένα συμπλέκτη μπροστά 96 και πίσω συμπλέκτη 98 της παρόντος μετάδοσης 80. Στην εικονογραφημένη ενσωμάτωση, ένα έμβολο 100 διασυνδέει τα νύχια 96, 98 για ταυτόχρονη λειτουργία. Όπως αναλύεται λεπτομερώς κατωτέρω, ο συμπλέκτης εμπρός 96 επιλέγει τον εσωτερικό άξονα κίνησης 52 είτε προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Η πίσω συμπλέξη 98 ζευγαριών επιλέγουν τον εξωτερικό άξονα πρόωσης 74 έως και των πίσω εργαλείων 90. Τα νύχια 96, 98 είναι θετικοί συμπλέκτες, ωστόσο, είναι κατανοητό ότι η παρούσα αποστολή θα μπορούσε να σχεδιαστεί με συμπλέκτη τήπου τριβής.

Η FIG. 5 δείχνει μια πρόσθετη προτιμημένη ενσωμάτωση της μετάδοσης. Ανάλογα με την περίπτωση, όπως αριθμούς με ένα "α" έχουν χρησιμοποιηθεί για να δείξει, τα τμήματα μεταξύ των δύο ενσωματώσεις για ευκολία κατανόησης. Η παρούσα 80α μετάδοση είναι ουσιαστικά πανομοιότυπο με τη μετάδοση 80 που περιγράφεται ανωτέρω, εκτός από το συμπλέκτη του μηχανισμού ενεργοποίησης και τη διάταξη του πίσω συμπλέκτη 98 α σε σχέση με το πίσω μέρος 90α ταχυτήτων και το εμπρόσθιο άκρο του εξωτερικού 74α άξονα πρόωσης.

Όπως φαίνεται στο σχήμα. 5, το πίσω 98 α συμπλέκτη τοποθετείται περίπου στο τμήμα της εξωτερικής 74α άξονα κίνησης εντός του κοίλου 114α κέντρου. Ο πίσω 98 α συμπλέκτης έχει γενικά σωληνωτό σώμα που εκτείνεται από μια μπροστινή πλάκα 206 με οπίσθιο 208Α τέλος. Η μπροστινή πλάκα εμπλοκής 206α, φέρνει μια σειρά από clutching 214α δόντια που συδέωντε αντίστοιχα με 130Α clutching δόντια που μεταφέρονται από οπίσθια 128α επιφάνεια εμπλοκής των πίσω 90α ταχυτήτων. Η 98 α συμπλέξη περιλαμβάνει επίσης ένα εσωτερικό χώρο που εκτείνεται μεταξύ των εμπρόσθιων 206α επιφανειών εμπλοκής και του οπισθίου άκρου 208Α. Το εσωτερικό έχει επαρκές μέγεθος για να λάβει ένα μέρος του εσωτερικού 52α άξονα κίνησης και ένα τμήμα της εξωτερικής 74α άξονα πρόωσης, όπως φαίνεται στο σχήμα. 5.

Σε αυτήν την ενσωμάτωση, η εξωτερική 74α άξονα πρόωσης περιλαμβάνει μια 144Α μανίκι δέσμευση που εκτείνεται προς τα εμπρός ενός 138α φλάντζας ώθηση της 74α άξονα. Το μανίκι 144Α έχει μια εξωτερική διάμετρο γενικά ίση με τη διάμετρο του εξωτερικού 74α άξονα κίνησης πίσω από την 138Α φλάντζα και μέγεθος τόσο ώστε να χωράει μέσα στην εσωτερική διάτρηση του πίσω 98 α συμπλέκτη. Το 144Α μανίκι δέσμευσης έχει επίσης εσωτερική διάμετρο με διαστάσεις που λαμβάνουν ένα μέρος του εσωτερικού 52α άξονα πρόωσης. Μια σύνδεση spline 220 ζευγαριών του πίσω 98 α συμπλέκτη στην δέσμευση μανίκι 144 του εξωτερικού 74α άξονα πρόωσης.

Μια σύνδεση spline 220 επιτρέπει στο 98 α συμπλέκτη να οδηγεί το εξωτερικό 74α άξονα πρόωσης, που επιτρέπει ακόμη στον 98 α συμπλέκτη να σύρετε πάνω από την 74α άξονα σε σχέση με το πίσω μέρος ταχυτήτων 90α για την εκλεκτική δέσμευση με τα 90α εργαλεία.

Όπως συνέβη και στη FIG. 5, το εσωτερικό του 52α άξονα πρόωσης περιλαμβάνει ένα βήμα 222 που σχηματίζεται από ένα βήμα προς τη διάμετρο του άξονα. Το βήμα 222 βρίσκεται μέσα στην κοίλη 114α κέντρο που φέρει τα πίσω 90α εργαλεία, ακριβώς μπροστά από το τέλος του εξωτερικού πρόωσης 144Α μανίκι άξονα εμπλοκής. Ο εσωτερικός άξονα πρόωσης 52α μεταβάλλεται σε διάμετρο στο στάδιο 222 από μεγαλύτερης διαμέτρου, που ταιριάζει γενικά η εξωτερική διάμετρος του 144Α μανίκι εμπλοκής της εξωτερικής 74α άξονα πρόωσης, με μικρότερη διάμετρο, η οποία είναι ελαφρώς χαμηλότερη από την εσωτερική διάμετρο του κοίλου εξωτερικού 74α άξονα πρόωσης.

Ένα χάσμα μεταξύ της βαθμίδας 222 του εσωτερικού 52α άξονα πρόωσης και του εμπρόσθιου άκρου της εξωτερικής 74α άξονα τροπής. Ένα πλυντήριο αντι-τριβής 224 συμπληρώνει το κενό. Το πλυντήριο 224 έχει εσωτερική διάμετρο που χωράει πάνω από τα μικρότερα τμήματα του εσωτερικού 52α άξονα και με εξωτερική διάμετρο η οποία είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από ό, τι η εξωτερική διάμετρος του εξωτερικού πρόωσης 144Α μανίκι άξονα εμπλοκής. Το πλυντήριο 224, έχει ρυθμιστεί ώστε να μην παρεμβαίνει με την ενεργοποίηση του πίσω 98 α συμπλέκτη. Στην ενσωμάτωση φαίνεται στο σχήμα. 5, η σύμπλεξη περιλαμβάνει ένα κοίλο 100Α έμβολο εντός ενός διαμήκους 148Α του εσωτερικού προουλι- 52α άξονα. Η διαμήκης 148Α εκτείνεται σε ένα σημείο που συμπίπτει συνήθως με την αξονική θέση του πίσω 90α ταχυτήτων κατά μήκος του εσωτερικού 52α άξονα πρόωσης. Το κοίλο 100 έμβολο φέρει το ανασχετικών 164α μηχανισμό που περιγράφεται IQ ανωτέρω, το οποίο συνεργάζεται με τα αυλάκια διατήρηση και έκκεντρο 188α, 190α σχηματίζεται στον τοίχο της διαμήκους 148Α.

Μια καρφίτσα 202Α συνδέει μια 96α συμπλέκτη εμπρός προς το έμβολο 100. Το 202Α ριπ περνά συγκεκριμένα ένα εγκάρσιο διάφραγμα 158α σχηματίζοντας στο εσωτερικό 52α άξονα πρόωσης και μία εγκάρσια τρύπα διαμορφώνεται στο τέλος του 100α. Το 158α διάφραγμα βρίσκεται γενικά συμμετρικά μεταξύ εμπρός και πίσω οδηγεί τα εργαλεία 88α, 90α στη συναρμολόγηση. Ένα συμβατικό πηνίο εξασφαλίζει την 202Α ριπ στη θέση του. Ο μηχανισμός ενεργοποίησης του συμπλέκτη περιλαμβάνει επίσης ένα μανίκι 20 το οποίο διέρχεται από μια εσωτερική έφεβρωση 122α των πίσω 90α εργαλείων και περιβάλλει μία μερίδα της εσωτερικής κίνησης 52<sup>α</sup> του άξονα στη θέση αυτή. Ο μονωτήρα του μετασχηματιστή 226 έχει μέγεθος τέτοιο ώστε να σύρετε πάνω από την εσωτερική 52α άξονα πρόωσης και μέσω του εσωτερικού 122α του πίσω 90α εργαλείων. Στο εικονογραφημένο ενσωμάτωση, η φέρουσα μανίκι 226 είναι desirably στερεωμένο στην εσωτερική 52α άξονα με ένα τρόπο που να επιτρέπει το μανίκι 226 να ολισθαίνει πάνω στον άξονα 52 στις κατευθύνσεις προς τα εμπρός και προς τα πίσω, αλλά η οποία προκαλεί το μανίκι 226 έως περιστρέφεται με τον εσωτερικό άξονα 52.

Το πίσω άκρο του μονωτήρα του μετασχηματιστή με μανίκι 226 άμεσα επικοινωνεί με το αντι-τριβής πλυντήριο 224 που φέρει έναντι του μπροστά 206α επιφάνεια εμπλοκής του πίσω 98 α συμπλέκτη για να ελαχιστοποιήσει την τριβή μεταξύ αυτών των στοιχείων, η οποία σύμφωνα με τις συνθήκες κίνησης των εμπρός και όπισθεν περιστρέφεται σε σχέση του ένος και του άλλου. Τουλάχιστον ένα μέλος της πόλωσης 228 (π.χ., με συμπίεση) των επαφών του συμπλέκτη ενεργοποιεί τον πίσω 208Α τέλος του πίσω 98 α συμπλέκτη. Η στρέβλωση μέλος 228 προκαταλήψει τον 98 α συμπλέκτη προς την πίσω επιφάνεια δέσμευσης 128α των πίσω 90α ταχυτήτων. Η πόλωση μέλος 228 εκτείνεται μεταξύ του οπισθίου 208Α και του οπίσθιου 98 α συμπλέκτη και μια μπροστινή επιφάνεια της εξωτερικής άξονα πρόωσης φλάντζα 138α.

Τα ακόλουθα αναλύουν την προηγούμενη περιγραφή λειτουργίας της παρούσας 80α μετάδοσης. Ο 164α μηχανισμός διατηρεί το έμβολο 100 A, σε αυτό το νεκρό σημείο με τη μονάδα καρφίτσα 202A και τοN μπροστά 96γ συμπλέκτη τοποθετείται γενικά symmetri-Cally μεταξύ εμπρός και πίσω γρανάζια 88α, 90α. Το φέρων μανίκι 226 ενεργεί ως διαχωριστικό μεταξύ εμπρός 60 και πίσω συμπλέκτες 96α, 98 α και εμποδίζει το πίσω 96α συμπλέκτη από την κίνηση προς τα εμπρός, παρά την προκατάληψη σε αυτή την κατεύθυνση που παράγεται από το μέλος 228. Η στρέβλωση του μέλος 228 προτρέπει τον πίσω 98 α συμπλέκτη σε επαφή με το φέρουν μανίκι 226, και αναστέλλει κίνηση του πίσω συμπλέκτη 65 98 α διεύθυνση προς τα πίσω (δηλαδή, σε μια κατεύθυνση προς των ελίκων 38, 40).

Με τον τρόπο αυτό, ο συνδυασμός τους φέρουν μανίκι 226 και η στρέβλωση του μέλος 228 του πίσω 98 α συμπλέκτη με το μπροστινό 96α συμπλέκτη έτσι ώστε να προχωρήσουνε μαζί, καθώς και να διατηρηθεί η θέση του πίσω 98 α συμπλέκτη σε σχέση με το Μπροστά 98 α συμπλέκτη. Για να αποδειχθεί η κατάσταση κίνηση προς τα εμπρός, μια cam ενεργοποιητή 172α κινεί το έμβολο προς τα εμπρός 100 A, η οποία με τη σειρά της, κινεί προς τα εμπρός συμπλέκτη 96α όλο τον εσωτερικό άξονα κίνησης 52α. Η εμπρός κίνηση του εμβόλου 100 θετικά δυνάμεις μπροστά συμπλέκτη 96α να ασκούν τα εμπρός 88α ταχυτήτων με τα αντίστοιχα δόντια clutching 106α ζευγαρώματος. Έτσι την πρόσληψή του, τα εργαλεία μέτωπο 88α οδηγεί το εσωτερικό 52α άξονα πρόωσης μέσω της spline 200α σύνδεση μεταξύ των 96α συμπλέκτη και την εσωτερική 52α άξονα πρόωσης. Ο εσωτερικός άξονα πρόωσης 52 κινεί έτσι το πίσω έλικα 40 (εικ. 1), σε ένα πρώτο κατεύθυνση που ισχυρίζονται ώθηση προς τα εμπρός.

Όπως φαίνεται στο σχήμα. 5, η στρέβλωση μέλος 228 προτρέπει τα πίσω 98 α συμπλέκτη να ακολουθήσει την κίνηση μπροστά από τους εμπρόσθιους συμπλέκτη 96α. Ο φέρων μανίκι 226 διαφάνειες πάνω από την εσωτερική 52α άξονα μεταξύ των 96α συμπλέκτες, 98 α ως τα νύχια 96α, 98 α ταυτόχρονη κίνηση προς τα εμπρός. Η στρέβλωση του μέλος 228 δυνάμεις του πίσω 98 α συμπλέκτη σε δέσμευση με την πίσω 206α clutching επιφάνεια του οπισθίου 90α ταχυτήτων εντός το κοίλο φέρει 114α κέντρο του πίσω 90α ταχυτήτων. Τα αντίστοιχα δόντια 130α, 214α του πίσω 90α ταχυτήτων και πίσω συμπλέκτη 98 α mate να θεσπιστεί υπό συνθήκες οδήγησης μεταξύ των εν λόγω στοιχεία. Έτσι την πρόσληψή του, το πίσω ταχυτήτων 90α οδηγεί το εξωτερικό 74α άξονα πρόωσης μέσω της σύνδεσης spline 220 μεταξύ των πίσω 98 α του συμπλέκτη και την εξωτερική 74α άξονα πρόωσης. Η εξωτερική 74α άξονα πρόωσης οδηγεί έτσι το μέτωπο ωθήσει-ler 38 (εικ. 1) να περιστρέφεται προς την αντίθετη κατεύθυνση με εκείνη του πίσω έλικα 40 και να διεκδικήσουν μία ώθηση προς τα εμπρός.

Με την αναπομπή στην **FIG. 5**, το έκκεντρο ενεργοποιητή 172α κινείται το έμβολο 100 σε διεύθυνση προς τα πίσω, αναγκάζοντας τον μπροστινά δόντια 196α του Μπροστά 98 α συμπλέκτη για να απενεργοποιήσετε το αντίστοιχο 106α δόντια του εμπρόσθιου 88α εργαλείων. Η πίσω κίνηση του εμπρόσθιου 96α συμπλέκτη δυνάμεις και το μανίκι που φέρει 226 έως παρακάμπω το εσωτερικό 52α άξονα πρόωσης, η οποία, με τη σειρά της, τις δυνάμεις του πίσω 98 α του συμπλέκτη για να απενεργοποιήσετε το πίσω 90α ταχυτήτων και συμπιέζει την προκαταλαμβάνοντας μέλος 228. Η συνεχής προς τα πίσω κίνηση του εμβόλου 100 κινήσεις και οι δύο συμπλέκτες 96α, 98 α μέσω ουδέτερη θέση σε μια θέση όπου το 96α του συμπλέκτη εμπρός δεσμεύει τα πίσω ταχυτήτων 90α.

Συγκεκριμένα, τα δόντια 198A στο πίσω 194α επιφάνειας εμπλοκής του συμπλέκτη εμπρός 96α ζευγαρώνουν με 112α δόντια στο μπροστινό 110α τέλος εμπλοκή του πίσω 90α ταχυτήτων. Το πίσω 90α ταχυτήτων οδηγεί έτσι το συμπλέκτη 96α και η συνδεδεμένη εσωτερική 52α άξονα πρόωσης μέσω αυτό τη θετική ζεύξη. Το εσωτερικό 52α άξονα πρόωσης με τη σειρά τους οδηγεί το πίσω έλικα 40 (εικ. 1) για να γυρίσετε σε μια κατεύθυνση η οποία προβάλλει ως ώθηση για να οδηγήσουν το σκάφος 14 σε αντίστροφη κατεύθυνση.

Όπως έγινε κατανοητό από την FIG. 5, ο πίσω συμπλέκτης 98 α συμπιέζει με στρέβλωση του μέλους περαιτέρω, όταν μετακόμισε από την ουδέτερη θέση σε μια αντίστροφη θέση οδήγησης. Η αυξημένη δύναμη που ασκείται από το μέλος 228 πόλωσης στη διεύθυνση προς τα εμπρός, λόγω του επιπλέον συμπίεστη του ασίστ ο μηχανισμός ενεργοποίησης του συμπλέκτη όταν αποδεσμευή μέτωπο 98 α του συμπλέκτη από πίσω 90α ταχυτήτων. Ως κοινή και στις δύο ενσωματώσεις περιγράφονται ανωτέρω, η λειτουργία του πίσω συμπλέκτη της παρούσας μεταφοράς που λαμβάνει χώρα κυρίως κατά την περιστροφή των πίσω εργαλείων, και τον μηχανισμό που βρίσκεται γενικά στο μπροστινό μέρος από το πίσω άκρο του πίσω ομφαλού ταχυτήτων. Ένα τμήμα της εξωτερικής άξονα πρόωσης εκτείνεται μπροστά από τον οπίσθιο τέλος του πίσω ρουλεμάν κόμβου για να συνδεθεί με ένα μέρος του clutching μηχανισμού. Αυτή η διαμόρφωση του clutching μηχανισμού μειώνει το μήκος του κατά μήκος του άξονα πρόωσης και παρέχει περισσότερο χώρο στο εσωτερικό στην κατώτερη μονάδα πίσω από τη διαβίβαση των καουσαερίων απαλλαγής. 5

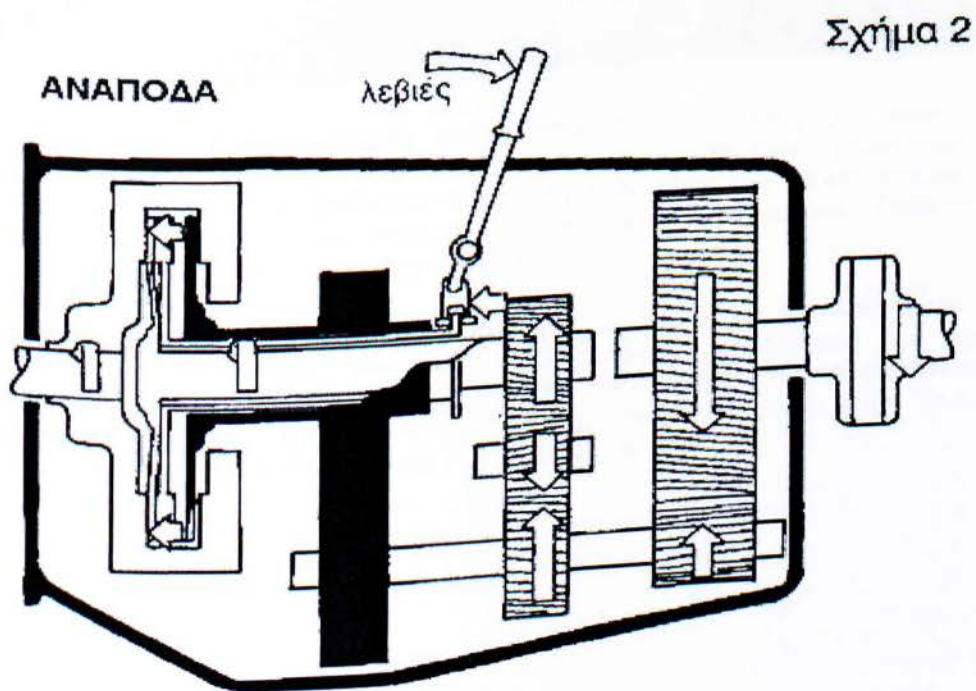
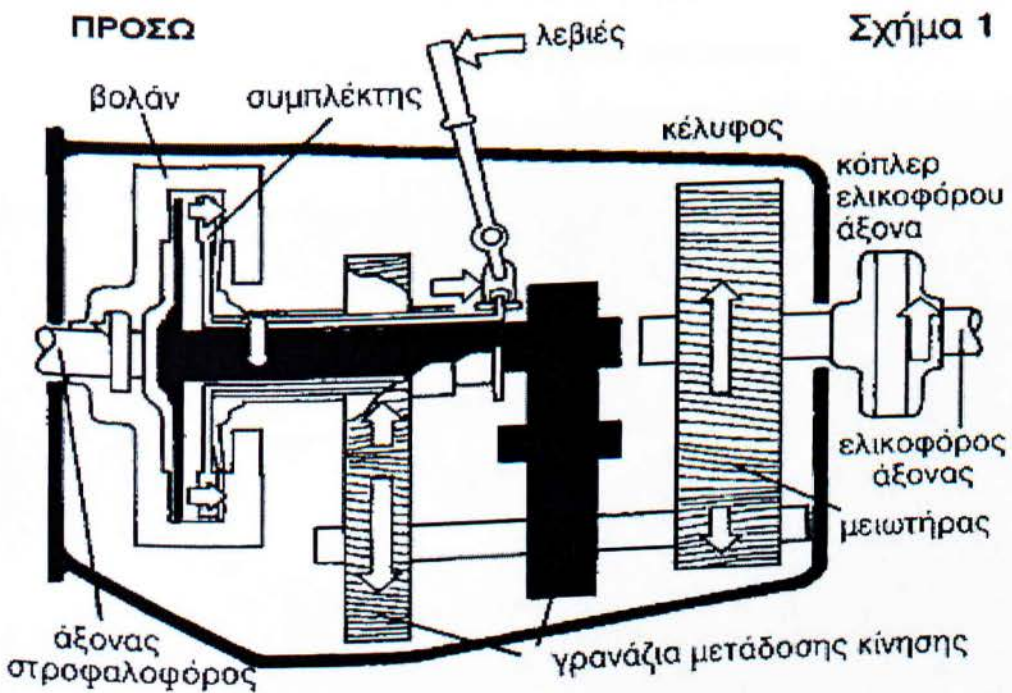
Αυτή η αυξημένης ροής περιοχή πίσω από τη διαβίβαση των καουσαερίων του αγωγού εκκένωσης στην κατώτερη μονάδα της εξάτμισης διαμορφώνεται μέσα από τους έλικες και επιτρέπει την ομαλότερη απόρριψη των καουσαερίων από τον κινητήρα. Η αυξημένη επιφάνεια ροής αυξάνει επίσης την παροχευτικότητα του συστήματος της εξάτμισης για να φιλοξενήσει μεγαλύτερου μέγεθους μηχανές.

### 2.3 Πως λειτουργεί η ρεβέρσα

Τα σκάφη δεν σταματούν με φρένο, όπως το αυτοκίνητο. Για την ανάποδη κίνηση έχουν τη ρεβέρσα, που είναι και πολύ πιο απλή, μια και διαθέτει μόνο μια ταχύτητα.

Στο **σχήμα 1**, βλέπουμε τη λειτουργία μιας μηχανικής ρεβέρσας στο πρόσω. Δεν είναι τίποτε άλλο από ένα σύστημα με γρανάζια, που μεταφέρουν την κίνηση από τη μηχανή στην προπέλα.

Στο **σχήμα 2**, ενώ η φορά του στροφαλοφόρου άξονα είναι δεξιόστροφη, ο συμπλέκτης θέτει σε λειτουργία ένα άλλο σύστημα γραναζιών, που αντιστρέφουν τη φορά στο στροφαλοφόρο άξονα. Όταν λέμε σχέση μετάδοσης 2:1 για παράδειγμα, σημαίνει ότι ο μειωτήρας, στο πίσω μέρος της ρεβέρσας μειώνει τις στροφές της μηχανής, δηλαδή δύο στροφές στη μηχανή αντιστοιχούν σε μια στροφή στην προπέλα. Ο λόγος είναι ότι οι μηχανές λειτουργούν καλύτερα στις υψηλές στροφές από ότι οι προπέλες, για αυτό είναι αναγκαίος και ο μειωτήρας στη ρεβέρσα.



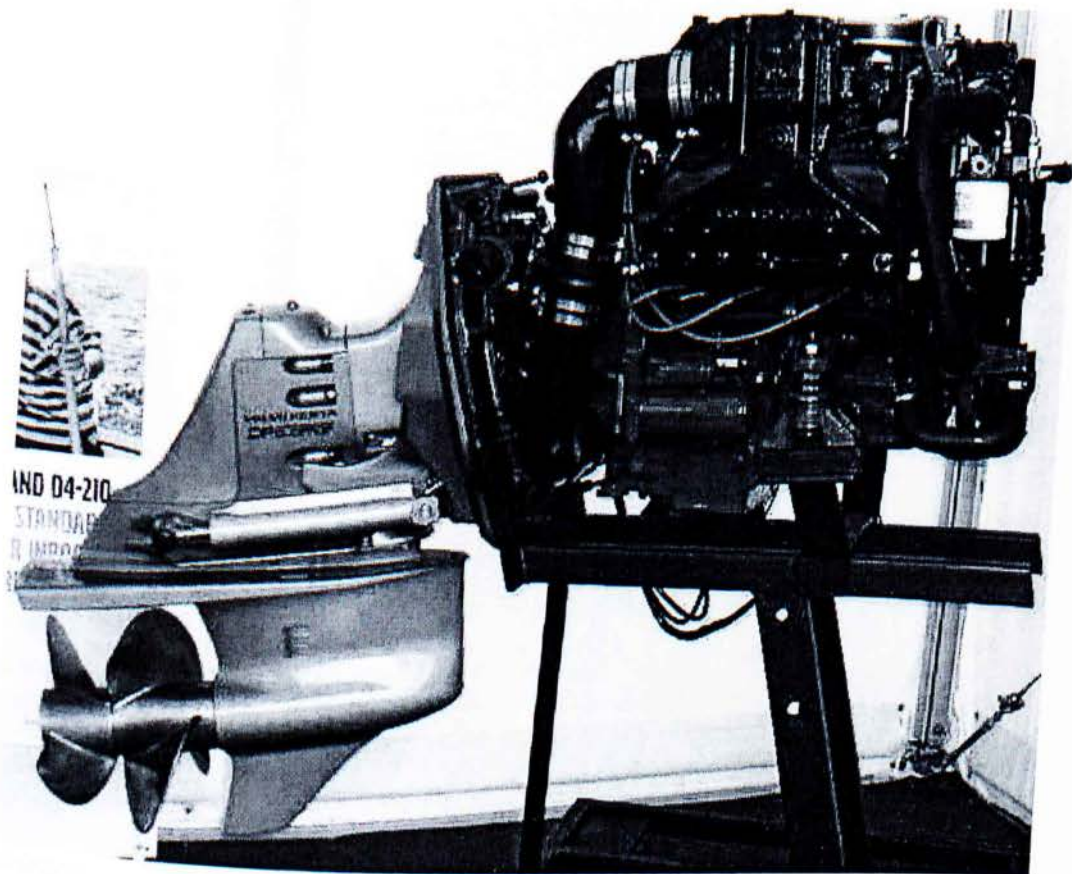
## 2.4 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ (Συστήματα μετάδοσης κίνησης )

### Μετάδοση Z-DRIVE (έσω - εξωλέμβιοι)



Οι εσω-εξωλέμβιες μηχανές 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 και ένα άλλο μέρος τους η επονομαζόμενη ρεβέρσα που διαθέτει το μηχανισμό κίνησης της προπέλας στην παπαδιά.

Οι μηχανές αυτές είναι πολύ διαδεδομένες με σημαντικά πλεονεκτήματα. Ως προς τους χρόνους καύσης, είναι όλες τετράχρονες με αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία και την χαμηλή κατανάλωση. Ως προς την καύσιμη ύλη, προσφέρονται οι πετρελαιοκίνητες και οι βενζινοκίνητες. Η ισχύς τους είναι μεγαλύτερη από τις εξωλέμβιες και κυμαίνεται από 130 έως 560 περίπου ίππους.



Στις ρεβέρσες είναι εγκατεστημένο ένα ανθεκτικό σύστημα οδοντωτών τροχών κατασκευασμένο από πολύ γερά μέταλλα που μετατρέπουν την ισχύ του κινητήρα σε περιστροφική ενέργεια με τελικό αποδέκτη την προπέλα. Υπάρχουν διάφοροι τύποι από ρεβέρσες και απευθύνονται ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη, όπως για παράδειγμα ρεβέρσα με σκοπό την επίτευξη υψηλών ταχυτήτων, ώθηση μεγάλου φορτίου, κλπ. Για καλύτερα αποτελέσματα έχει επινοηθεί και σύστημα που περιλαμβάνει δύο προπέλες. Οι εσω-εξωλέμβιες είναι αξιόπιστες και ανθεκτικές μηχανές αλλά θέλουν κάθε χρόνο μια σχολαστική επιθεώρηση ιδιαίτερα στο μέρος που είναι εκτεθειμένο στο νερό.

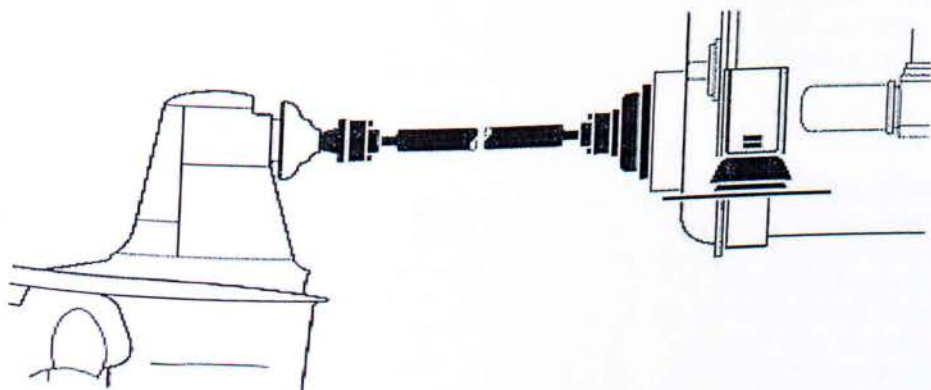
Η μετάδοση τύπου Z-DRIVE αποτέλεσε μια τεχνική επανάσταση όταν πρώτοι οι μηχανικοί της VOLVO την εφάρμοσαν στις κατασκευές τους. Η επιτυχία ήρθε αμέσως αφού το σύστημα βρήκε οπαδούς τόσο από τους κατασκευαστές σκαφών όσο και από τους αγοραστές. Τους κατασκευαστές διότι οι κινητήρες αυτοί παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευκολία στην εγκατάσταση. Πράγματι, για το Z-DRIVE αρκεί μόνο ένα τρύπημα στον καθρέφτη του σκάφους.

Για τους αγοραστές, εξάλλου, το Z-DRIVE προσφέρει μεγάλη ευκολία στη χρήση και στις μανούβρες σε σχέση με την κλασική τεχνική του απευθείας άξονα. Το εξωτερικό μέρος του συστήματος Z-DRIVE συμπεριφέρεται όπως και το αντίστοιχο ενός εξωλέμβιου, με το οποίο άλλωστε μοιάζει πολύ. Προσανατολίζεται κι αυτό δεξιά-αριστερά κι ανασηκώνεται για να αποφύγει προσκρούσεις σε ρηχά νερά ή για να προστατευθεί αυτόματα από διάφορες άλλες κρούσεις. Όπως και στις εξωλέμβιες, όταν λειτουργεί το «ανάποδα», ένα ειδικό σύστημα ασφαλείας εμποδίζει τα ανέβασμα του κινητήρα.

Η ρύθμιση της κλίσης πραγματοποιείται με μια περόνη που εφαρμόζει σε μια από τις ειδικές τρύπες που έχουν προβλεφθεί γι' αυτό το σκοπό. Το ανασήκωμα της βάσης μπορεί να γίνει και μέσω ενός ηλεκτρικού συστήματος για να μπορεί το σκάφος να κάνει π.χ. τις απαραίτητες μανούβρες στο άραγμα.

Μια βελτιωμένη έκδοση του συστήματος αυτού, με ενισχυμένους κοχλίες, που λέγεται POWER-TRIM (υπάρχουν διάφοροι τύποι ανάλογα με τις μάρκες), επιτρέπει τη ρύθμιση της κλίσης του κινητήρα την ώρα που το σκάφος κινείται, ακόμα και με μεγάλη ταχύτητα. Αυτό διευκολύνει τη διόρθωση της θέσης του σκάφους ως προς την επιφάνεια του νερού σε σχέση με την κατανομή του βάρους-φορτίου του.

Πολύ σπουδαίο επίσης είναι τα ότι επιτρέπει την εκλογή της σωστής θέσης του σκάφους, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στη θάλασσα, ώστε να μπορεί αυτό να πλέει όσο γίνεται πιο παράλληλα με την επιφάνεια της θάλασσας, δηλαδή όχι με την πλώρη ανασηκωμένη.





## Σύστημα απευθείας μετάδοσης (Εσωλέμβιες)



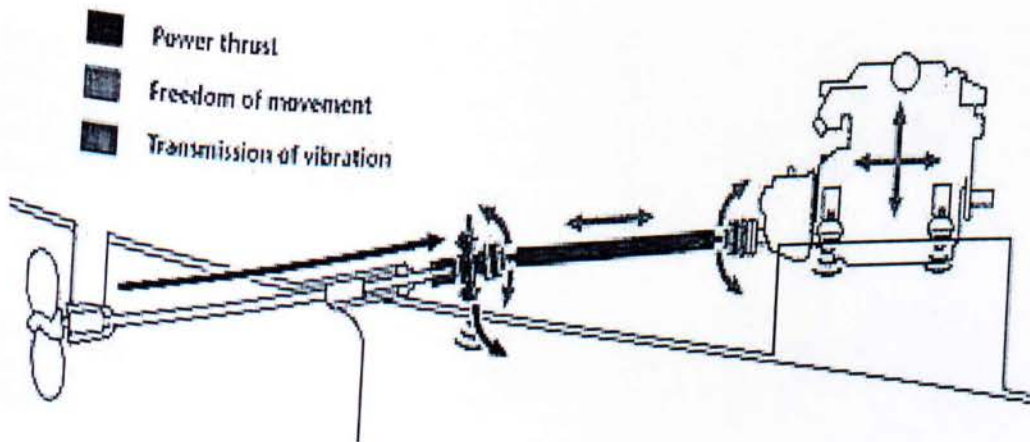
Ο τύπος των εσωλεμβίων κινητήρων διαθέτει τόσο μεγάλη γκάμα, που μπορεί να εξυπηρετήσει από την ώθηση ενός μικρού σκάφους, μηχανοκίνητου ή ιστιοπλοϊκού, έως υπερωκεάνια και υποβρύχια. Τα μεγαλύτερα ονόματα κατασκευαστών μηχανών εσωτερικής καύσεως διαθέτουν τμήμα ναυτικών κινητήρων όπως η Rolls Roys, Mercedes, Volkswagen, Volvo, MTU, Yanmar, Caterpillar κ.ά.

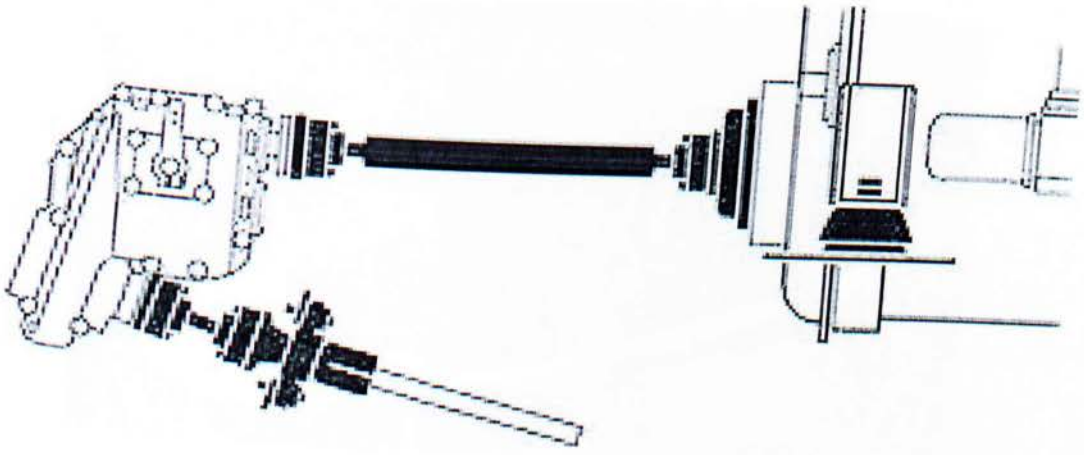
Η εσωλέμβια μηχανή είναι εγκατεστημένη στο ειδικά διαμορφωμένο χώρο του μηχανοστασίου και διαμέσου ενός άξονα η ισχύς της καταλήγει στην προπέλα. Στις εσωλέμβιες μηχανές χρησιμοποιείται η αιχμή της τεχνολογίας και στα ερευνητικά τμήματα των εργοστασίων προσπαθούν διαρκώς για την μεγαλύτερη οικονομία 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.

Οι πιο διαδεδομένες εσωλέμβιες είναι οι πετρελαιομηχανές οι οποίες εμφανίστηκαν πριν από 100 περίπου χρόνια συμπίπτοντας χρονικά με την ωρίμανση της βιομηχανικής επανάστασης. Η πρώτη μηχανή με καύσιμο το πετρέλαιο εμφανίστηκε το 1892, από τον Ροδόλφο Ντήζελ χωρίς όμως ιδιαίτερη επιτυχία, εξαιτίας των ακανόνιστων εκρήξεων κατά τη λειτουργία της. Με την πάροδο του χρόνου μετά από πέντε χρόνια και μετά από εκτενείς δοκιμές και βελτιστοποιήσεις παρουσίασε το 1897 μια μονοκύλινδρη μηχανή, στην οποία η εισαγωγή του πετρελαίου γινόταν με αέρα πίεσης 55 atm. ενώ έδινε πίεση εκτόνωσης 32 atm και ισχύ 25 hp.

Η απευθείας μετάδοση με άξονα αποτελεί την κλασική τεχνική για τη μετάδοση της κίνησης από τον κινητήρα στον έλικα. Πρέπει, ωστόσο, να τοποθετείται ένας μειωτήρας στροφών κατά μήκος της διαδρομής του άξονα για να ελέγχονται οι στροφές του έλικα μέσω των γρναζιών. Το σύστημα της απευθείας μεταδόσεως απαιτεί μια προσεκτική εγκατάσταση και μια τέλεια ευθυγράμμιση του άξονα με μια κλίση της τάξης των 15°. Κατά το μοντάρισμα, ο άξονας περνά μέσα από ένα σωλήνα της πρύμνης που βρίσκεται στην καρίνα, το λεγόμενο «χωνί».

Ο έλικας προστατεύεται ώστε αν προσαράξει το σκάφος σε κάποιο επικίνδυνο σημείο να μην πάθει ζημιά. Για το μοντάρισμα δύο κινητήρων συνηθίζεται η εφαρμογή του απευθείας άξονα με ένα σημείο στήριξης μπροστά από τον έλικα που τον συγκρατεί. Η τεχνική αυτή δεν εγγυάται όμως την αποφυγή ζημίας από προσάραγμα μια και οι έλικες δεν προστατεύονται.





### Μετάδοση V-DRIVE

Η μετάδοση V-DRIVE είναι μια παραλλαγή του προηγούμενου τύπου, που χρησιμοποιεί ένα κιβώτιο μετάδοσης σε συνδυασμό μ' ένα μειωτήρα στροφών και επιτρέπει - χάρη στη γωνία κλίσης που είναι της τάξης των 30°- να τοποθετείται τα μοτέρ πιο πίσω απ' ό,τι στην περίπτωση του συστήματος της απευθείας μετάδοσης της κινήσεως. Η διαφορετική αυτή θέση του μοτέρ αφήνει «ελεύθερο» τα κόκπιτ ή την καμπίνα του σκάφους.

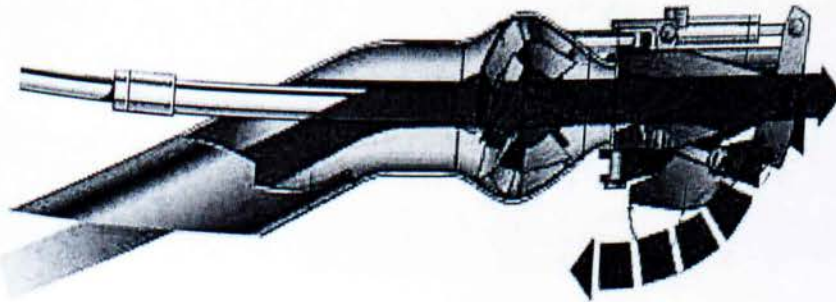
Ένα άλλο είδος εφαρμογής ελαιοκινητικής μετάδοσης επιτρέπει την τοποθέτηση του κινητήρα στο εμπρός μέρος του σκάφους. Χρησιμοποιεί μια μέθοδο κυκλοφορίας του λαδιού υπό πίεση σε εύκαμπτες σωληνώσεις και τη συναντάμε σε μερικούς τύπους ιστιοφόρων.

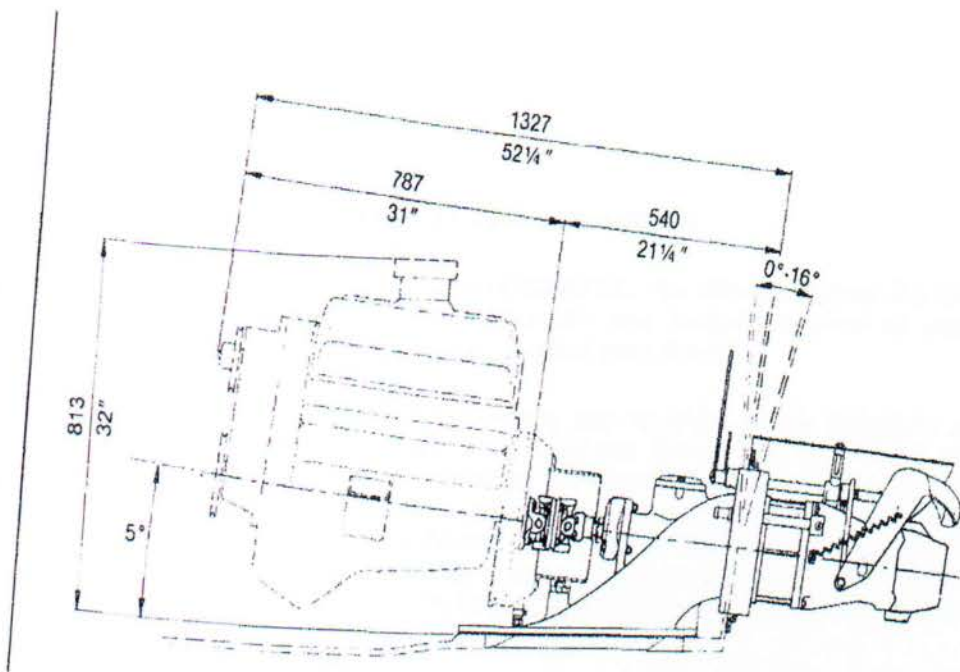
## Τα HYDRO JETS



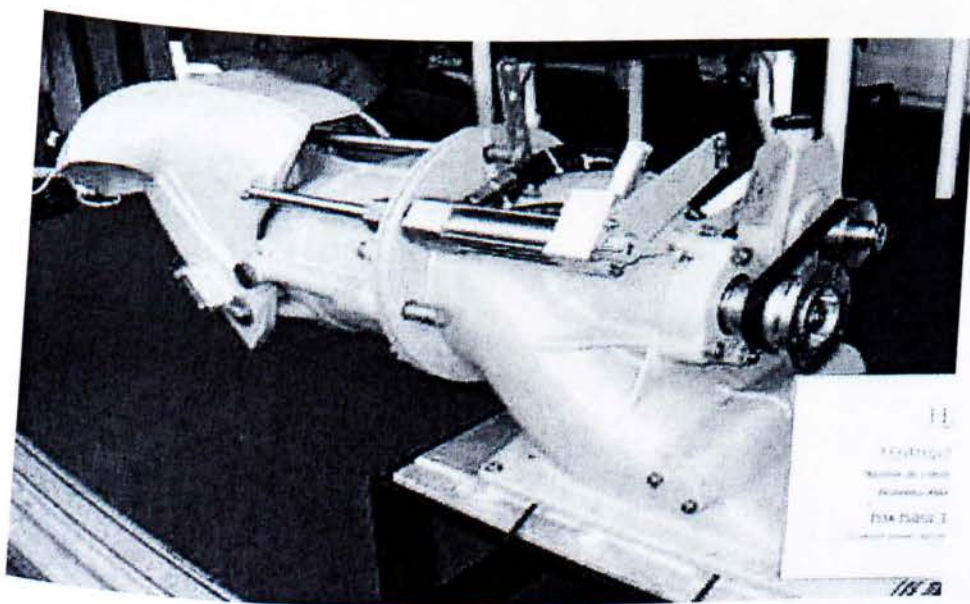
Εδώ και μερικά χρόνια, ένα καινούριο είδος προώθησης έκανε την εμφάνιση του στον τομέα των σκαφών αναψυχής, αλλά και των αγώνων: Το υδροτζέτ. Στο σύστημα αυτό, το νερό αναρροφάτε από το κέντρο περίπου του σκάφους για να φύγει με δύναμη σαν πίδακας από το πίσω μέρος, κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Με αυτή την τεχνική ασχολούνται σοβαρά οι Ιταλοί, κυρίως με τη τουρμπίνα της ΡΙΑΓΓΙΟ - μάρκας γνωστής από τη VESPA - που δεν είναι όμως πολύ ισχυρή. Αντίθετα οι τουρμπίνες της CASTOLDI μπορούν σε συνδυασμό με 4 κύλινδρους και 6 κύλινδρους κινητήρες να προσφέρουν ένα πολύ δυνατά σύνολο.





Απ' την άλλη πλευρά όμως η απουσία του έλικα επιτρέπει στο σκάφος με HYDROJET να πλέει και σε πολύ λίγο νερά, σε ρηχά νερά ή ξυστά πάνω από την άμμο. Επί πλέον είναι πολύ ασφαλές όταν κινείται σε περιοχές ανάμεσα σε λουόμενους. Η Ιταλική μάρκα CARNITI ασχολήθηκε πρώτη με την βιομηχανοποίηση των εξωλέμβιων κινητήρων με τουρμπίνα HYDROJET. Τα πειράματα πάνω σε μικρά φουσκωτά σκάφη και DINGHIES ήταν αρκετά ικανοποιητικά. Η φίρμα προσφέρει 4 μοντέλα: 2 βενζίνης των 9.5 ίππων και 20 ίππων και 2 πετρελαίου των 6 και 16 ίππων.



Φαίνεται όμως πώς θα πρέπει να περάσουν ακόμα αρκετά χρόνια για να τελειοποιηθεί το σύστημα αυτό σε σκάφη αναψυχής. Οι τουρμπίνες των εσωλέμβιων κινητήρων τώρα αρχίζουν να πείθουν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 Ηλεκτρική πρόωση πλωτών μέσων μεταφοράς

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις είναι παρούσες σε οποιοδήποτε σκάφος, από την τροφοδότηση του εξοπλισμού επικοινωνίας και ναυσιπλοΐας, του συναγερμού και του συστήματος παρακολούθησης, των μηχανών για τις αντλίες, των ανεμιστήρων, των βαρούλκων, μέχρι την εγκατάσταση υψηλής ισχύος για την ηλεκτρική πρόωση. Η ηλεκτρική πρόωση αποτελεί μία αναδυόμενη περιοχή έρευνας για τους κλάδους της μηχανικής. Ναυπηγοί, μηχανολόγοι και ηλεκτρολόγοι μηχανικοί συνεργάζονται γύρω από κατασκευαστικά, λειτουργικά και οικονομικά ζητήματα. Η κοινή γλώσσα επικοινωνίας και η αμοιβαία κατανόηση μεταξύ των μηχανικών είναι αυτά που οδηγούν στην επίτευξη του βέλτιστου σχεδιασμού μιας εγκατάστασης ηλεκτροπρόωσης.

Ως ηλεκτροπρόωση ορίζεται το είδος εκείνο της πρόωσης στο οποίο οι άξονες του πλοίου κινούνται απ' ευθείας (ή και σπανιότερα μέσω μειωτήρων) από ηλεκτρικούς κινητήρες και όχι από άλλες μηχανές όπως diesel, αεριοστρόβιλους και ατμοστρόβιλους. Οι συμβατικοί κινητήρες εξακολουθούν να υπάρχουν στις εγκαταστάσεις ηλεκτροπρόωσης, αλλά αντί να κινούν απ' ευθείας το αξονικό σύστημα με την έλικα κινούν ηλεκτρικές γεννήτριες, που με τη σειρά τους τροφοδοτούν τους ηλεκτρικούς κινητήρες προώσεως. Η προωστήρια εγκατάσταση συμπληρώνεται από κάποιο σύστημα ελέγχου για τον χειρισμό της, δηλαδή την κράτηση ηεκκίνηση, την αυξομείωση στροφών και την αλλαγή φοράς περιστροφής των ηλεκτρικών κινητήρων.

Η ηλεκτροπρόωση δε αποτελεί καινούρια έννοια, η ιδέα δημιουργήθηκε περισσότερο από 100 έτη πριν. Επί μεγάλο διάστημα, τα συστήματα ήταν του τύπου Σ.Ρ./Σ.Ρ. (συχνά συστήματα Ward-Leonard) δηλ. παραγωγή συνεχούς τάσης και κίνηση κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Το εναλλασσόμενο ρεύμα αρχίζει να χρησιμοποιείται στα πλοία στις αρχές της δεκαετίας του 1950, αλλά τα συστήματα ηλεκτρικής πρόωσης εξακολουθούν να στηρίζονται σε κινητήρες Σ.Ρ.. Τα τελευταία 20 έτη η ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών ισχύος έφερε επανάσταση στον έλεγχο των ηλεκτρικών κινητήρων. Η ανάπτυξη διατάξεων και τεχνικών ελέγχου κινητήρων E.P., που να ικανοποιούν τις απαιτήσεις της πρόωσης από πλευράς τόσο ευελιξίας όσο και οικονομίας καυσίμου, έδωσε τη δυνατότητα για ευρύτερη διάδοση της ηλεκτρικής πρόωσης σε εμπορικά πλοία και έτσι στις μέρες μας εκατοντάδες πλοίων χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες ως μέσο πρόωσης. Το 2002 η εγκατεστημένη ισχύς συστημάτων ηλεκτροπρόωσης ήταν 6-7 GW, εκτός των εγκαταστάσεων σε εφομογές πολεμικών σκαφών υποβρυχίων και επιφάνειας.

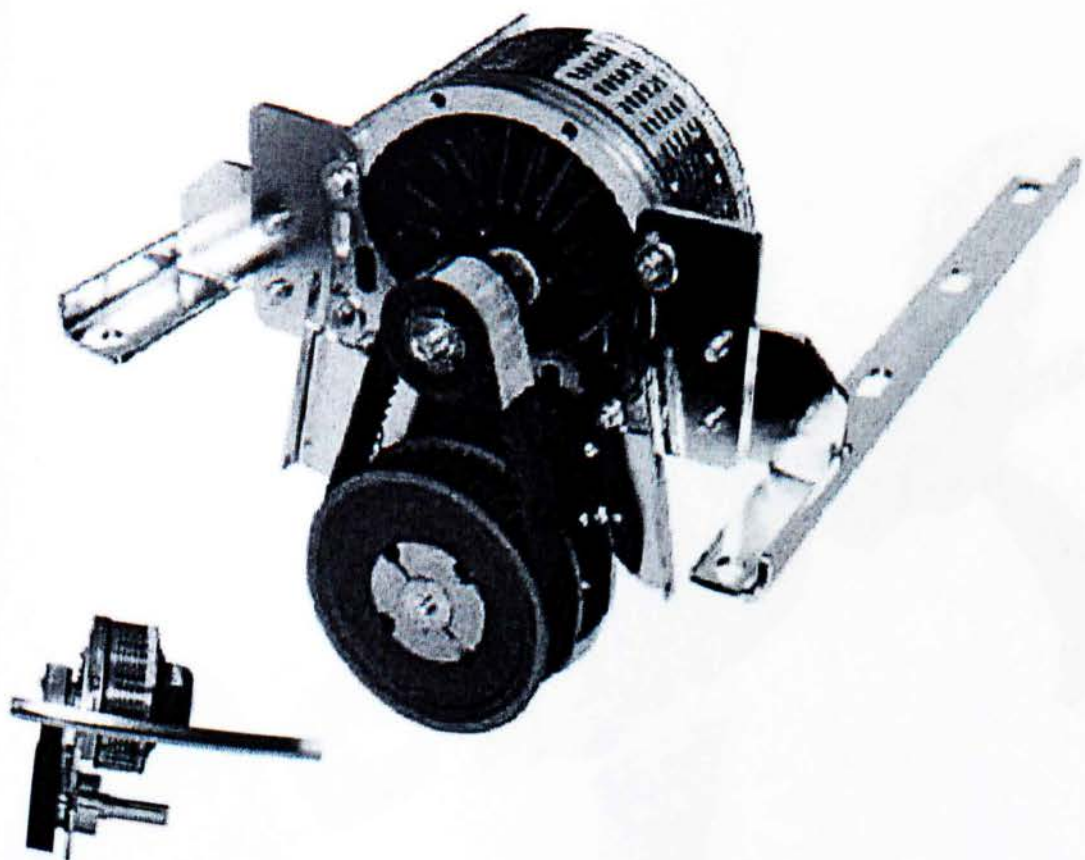
### 3.2 Εφαρμογές ηλεκτρικής πρόωσης σε μικρά πλωτά μέσα μεταφοράς - Ηλεκτρικές βάρκες

Εφαρμογές ηλεκτροπρόωσης έχουμε όπως είναι φυσικό και σε μικρότερα σκάφη, όπως σε μικρού και μεσαίου μεγέθους σκάφη αναψυχής, σε ιστιοπλοϊκά, σε αλιευτικές βάρκες κ.α.. Χρησιμοποιούνται σαν βοηθητική ή αλλά και σαν κύρια πρόωση. Τα συστήματα πρόωσης είναι όμοια με αυτά των ηλεκτροκίνητων πλοίων, βέβαια μειώνεται κατά πολύ η ονομαστική ισχύς λειτουργίας και ο βαθμός πολυπλοκότητας τους.

Τα μικρά σκάφη μέχρι 6-7 μέτρα χρησιμοποιούν αμιγώς ηλεκτρική πρόωση, όπου μπαταρίες τροφοδοτούν τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος Σ.Ρ./Σ.Ρ ή Σ.Ρ./Ε.Ρ., αναλόγως τον ηλεκτρικό κινητήρα, ελέγχουν τις στροφές της έλικας. Η ντιζελοηλεκτρική πρόωση χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερα σκάφη και έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με την αντίστοιχη της στα πλοία.

Η χρήση των κινητήρων συνεχούς ρεύματος Σ.Ρ. είναι ευρέως διαδεδομένη στις εφαρμογές ηλεκτροπρόωσης χαμηλής ισχύος όπως και των σύγχρονων κινητήρων, κυρίως μονίμου μαγνήτη και για τα δύο είδη κινητήρων. Δε λείπουν όμως και οι ασύγχρονοι κινητήρες. Η μηχανή πρόωσης συνδέεται απευθείας ή μέσω μειωτήρων (τροχαλίες - ιμάντες) με τον άξονα της έλικας. Η αζιμουθιακή πρόωση (azimuth thrusters) σε αυτά τα συστήματα βρίσκεται εφαρμογή κυρίως στην βοηθητική ή πρόωση (bow thrusters). Ένα bow thruster που βρίσκεται εφαρμογή σε βοηθητική ή πρόωση σκαφών αναψυχής 22 - 29 μέτρα είναι αυτό που φαίνεται στην εικόνα 1.17 της ολλανδικής εταιρίας Vetus. Η κίνηση δίνεται από έναν 16kW κινητήρα Σ.Ρ. ονομαστικής τάσης 48V.

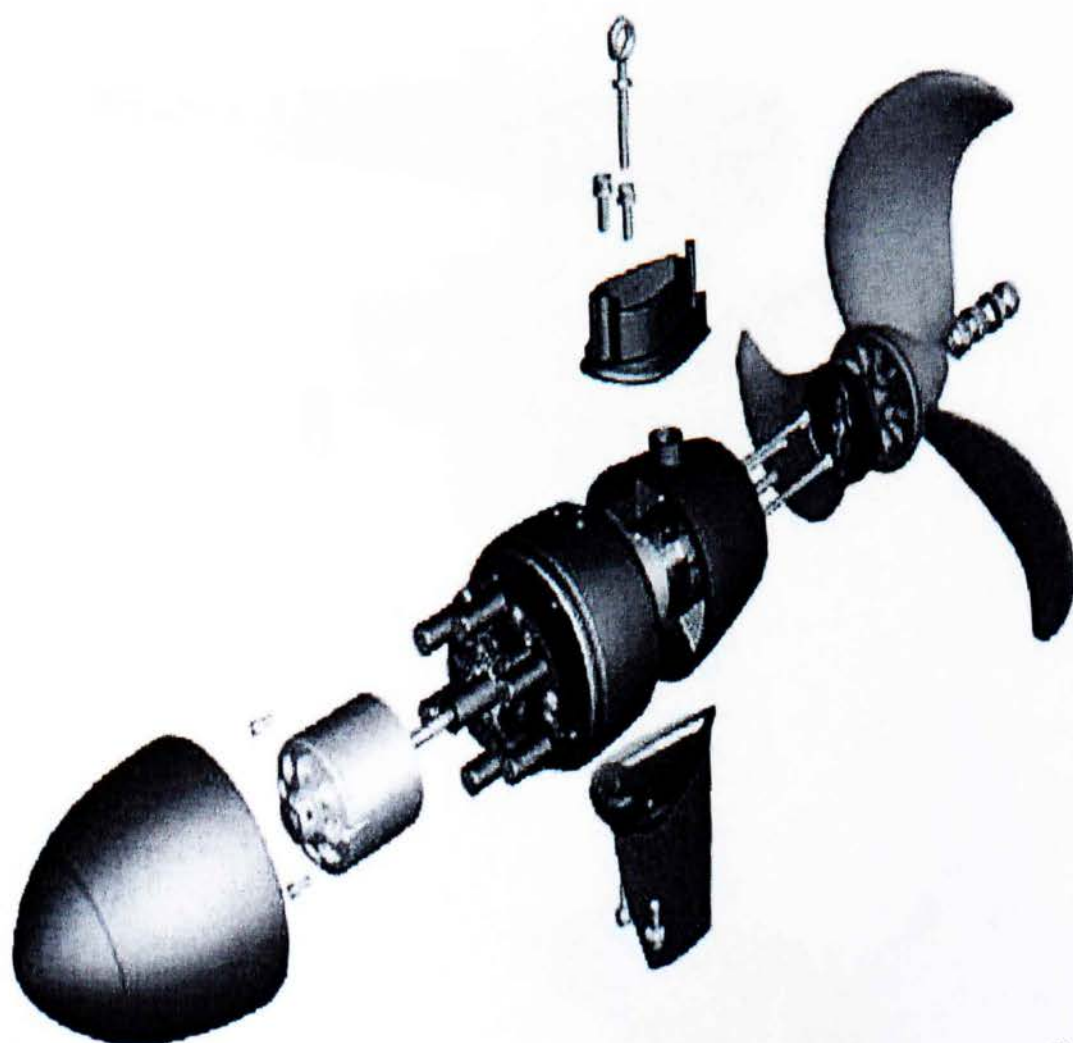
Στην εικόνα 1.14 φαίνεται το ένα σύστημα ηλεκτροπρόωσης της Asmo Marine, ονομαστικής ισχύος 6kW, αποτελούμενο από ένα κινητήρα Σ.Ρ. μονίμου μαγνήτη ονομαστικής τάσης 48V και ένα σύστημα μεταφοράς κίνησης μέσω ιμάντα στο οποίο γίνεται και μείωση των στροφών.



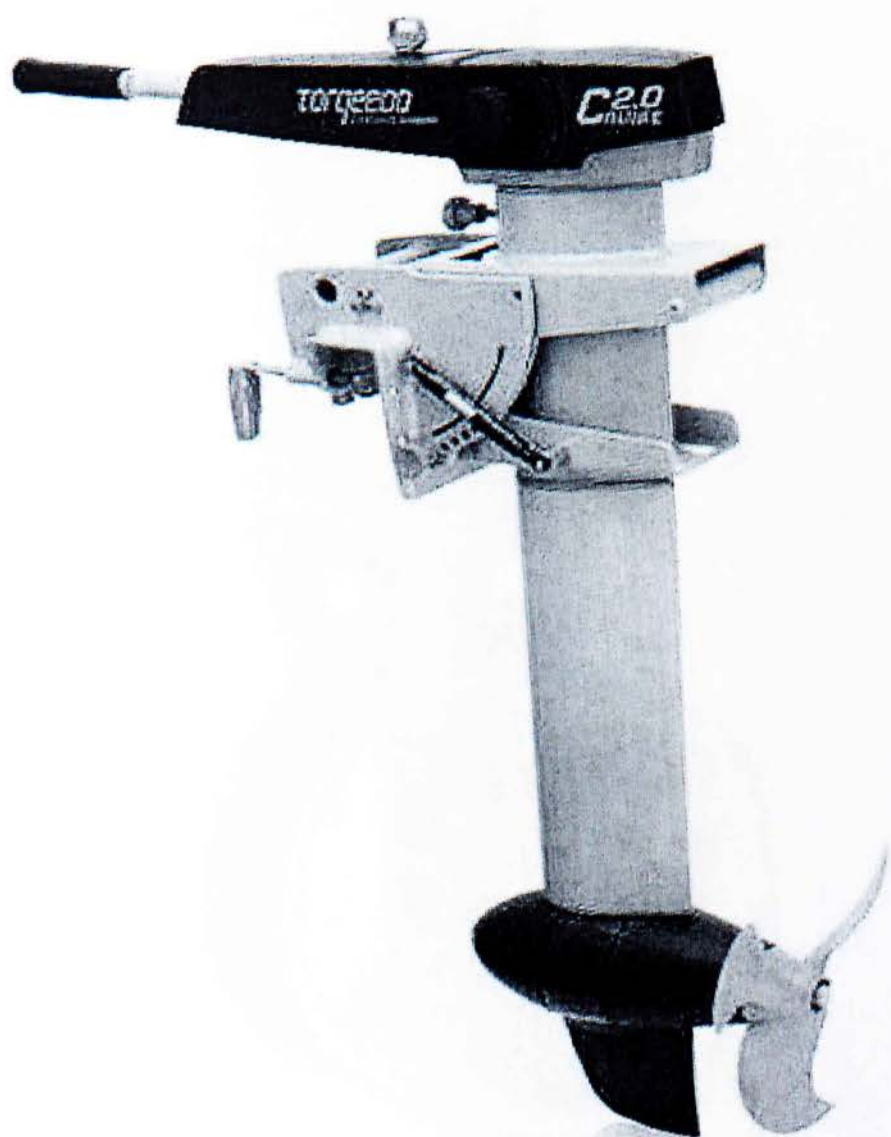
*Εικόνα 1.14 Σύστημα ηλεκτροπρόωσης της Asmo Marine ισχύος 6kW [17]*

Διαδεδομένοι είναι και οι εξωλέμβιοι ηλεκτρικοί κινητήρες, στους οποίους ο ηλεκτρικός κινητήρας μπορεί να είναι έξω από το νερό, αντίστοιχα με τους συμβατικούς εξωλέμβιους κινητήρες, αλλά και μέσα στο νερό. Ένας τέτοιος ηλεκτροκινητήρας είναι σύγχρονος μονίμου μαγνήτη, που χρησιμοποιεί η γερμανική εταιρία Torqeedo στις εφαρμογές της (Εικόνες 1.15, 1.16)

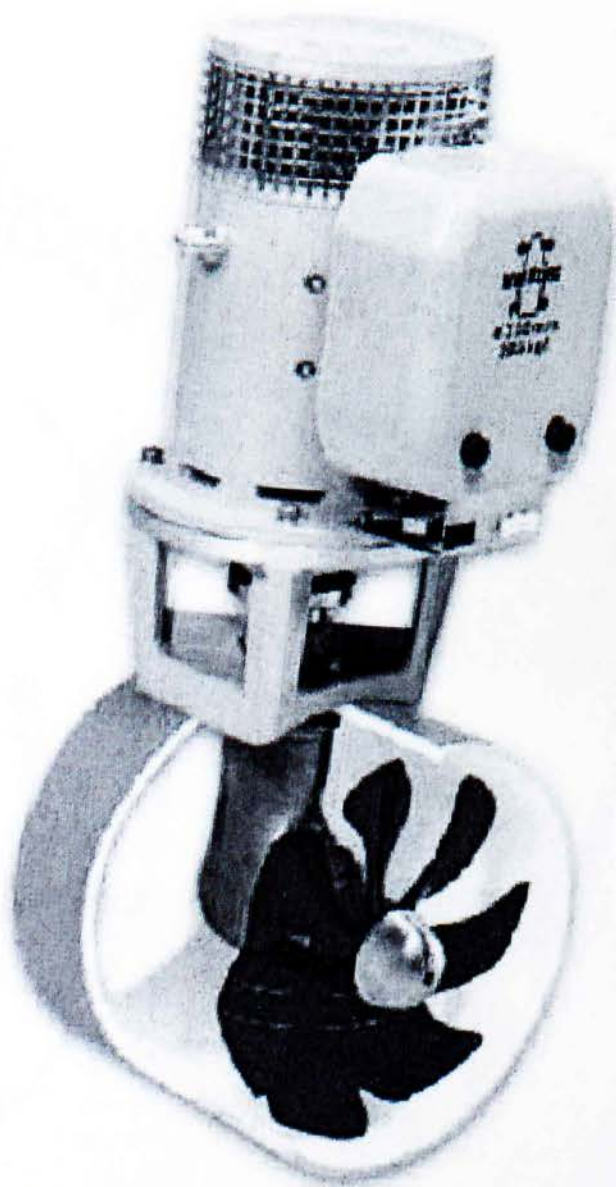




Εικόνα 1.15 Σύγχρονος κινητήρας μονίμου μαγνήτη και έλικα της Torqeedo [18]

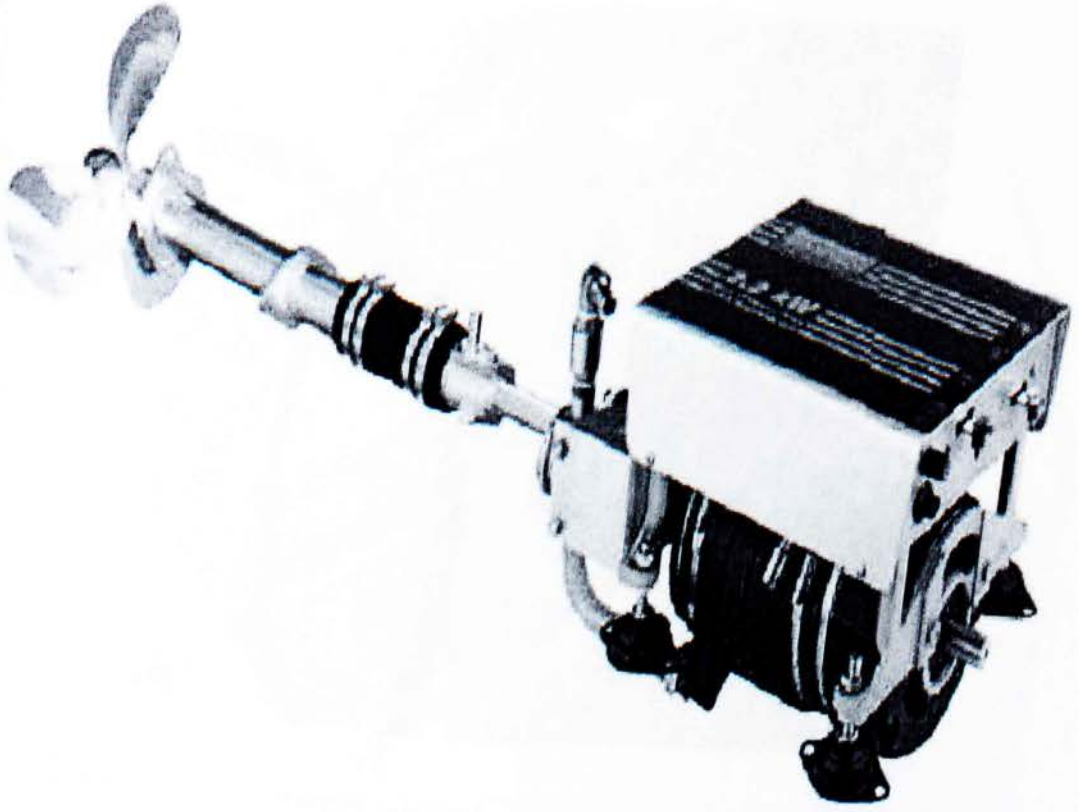


*Εικόνα 1.16 Εξωλέμβιος ηλεκτροκινητήρας 2kW της Torqeedo [18]*



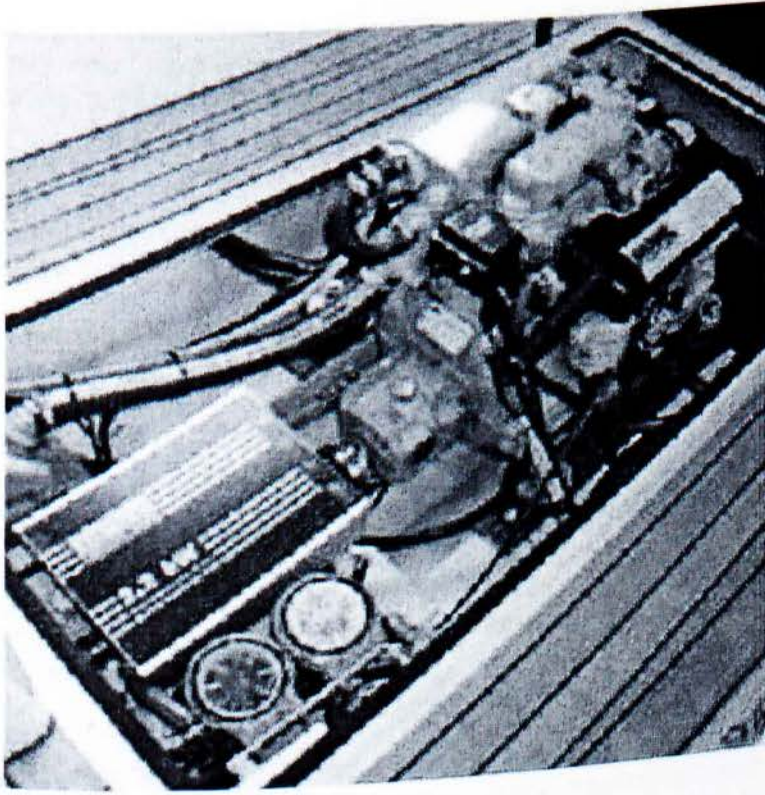
Εικόνα 1.17 Bow thruster με κινητήρα Σ.Ρ. 16 kW της Vetus [16]

Ένα ακόμη σύστημα ηλεκτροπρόωσης είναι αυτό της εταιρίας Vetus, βλ. εικόνα 1.18, το οποίο βρίσκει εφαρμογές σε εγκαταστάσεις αμιγώς ηλεκτρικής αλλά και υβριδικής πρόωσης, όπου ο κινητήρας οδηγούμενος από τον κινητήρα diesel δρα και ως δυναμό, φορτίζοντας τους συσσωρευτές (Εικόνα 1.19).



*Εικόνα 1.18 Σύστημα ηλεκτροπρόωσης της Vetus [16]*

Ο κινητήρας που χρησιμοποιείται στην παραπάνω εφαρμογή είναι ένας σύγχρονος κινητήρας ονομαστικής τάσης 24V και ισχύος 2.2kW με ονομαστικό αριθμό στροφών 1200rpm. Δοκιμές έγιναν με το παραπάνω σύστημα σε ένα σκάφος 6 μέτρων με εκτόπιση 1.2 τόνους (4 άτομα και 4 συσσωρευτές μέσα στο σκάφος).



*Εικόνα 1.19 Υβριδικό σύστημα ηλεκτροπρόωσης της Vetus [16]*

### **3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης**

#### **3.3.1 Πλεονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης**

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της ηλεκτρικής πρόωσης, στα οποία οφείλεται και η διάδοσή της στις εφαρμογές που προαναφέρθηκαν, είναι τα ακόλουθα:

- Συνεχής μεταβολή της ταχύτητας περιστροφής της έλικας και της ταχύτητας του πλοίου σε όλο το πεδίο 0-100 %.
- Γρήγορη απόκριση κατά τη διάρκεια χειρισμών και δυναμικής τοποθέτησης του σκάφους.
- Χαμηλή στάθμη θορύβου και κραδασμών.
- Οικονομία καυσίμου, καθώς είναι δυνατή η επιλογή των μηχανών που θα λειτουργούν έτσι, ώστε η κάθε μια να λειτουργεί κοντά στο βέλτιστο σημείο.

- Ελευθερία στην τοποθέτηση των επιμέρους μηχανημάτων του ενεργειακού συστήματος, που προσφέρει ευελιξία στον σχεδιασμό του σκάφους και εξοικονόμηση ωφέλιμου χώρου
- Πλήρης εκμετάλλευση της στρεπτικής ροπής σε όλο το πεδίο λειτουργίας.
- Ευκολία αυτοματισμού .
- Αυξημένη αξιοπιστία (πολλά συστήματα συνδεδεμένα παράλληλα ) και , επομένως , αυξημένη ασφάλεια .
- Περιορισμός των εκπεμπόμενων ρύπων διότι : α . η κατανάλωση καυσίμου είναι μικρότερη , όπως αναφέρθηκε προηγουμένως , β . ιδιαίτερα οι εκπομπές NOX είναι αισθητά χαμηλότερες όταν , π .χ ., ένας μεσόστροφος κινητήρας Diesel λειτουργεί με σταθερές στροφές , όπως συμβαίνει στα νέα συστήματα ηλεκτρικής πρόωσης .
- Περιορισμός του κινδύνου ρύπανσης του περιβάλλοντος από ατυχήματα όπως αυτά των δεξαμενόπλοιων, χάρη στην ταχύτερη απόκριση του συστήματος κατά τους χειρισμούς και τη δυναμική τοποθέτηση του σκάφους .

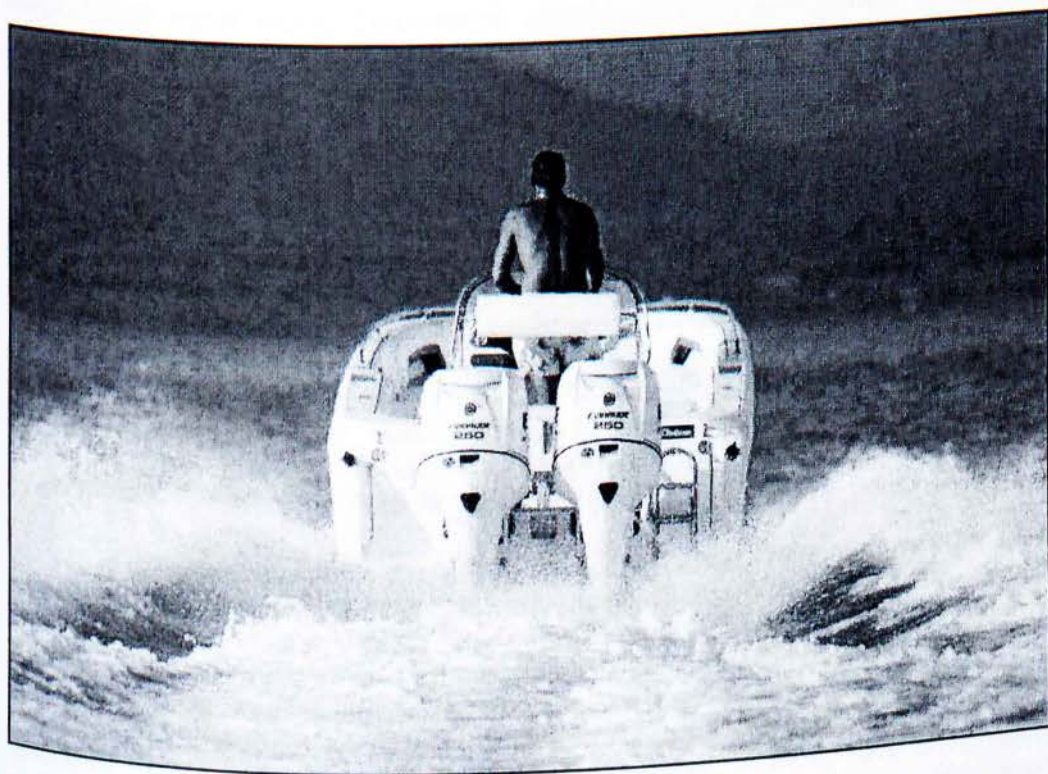
### 3.3.2 Μειονεκτήματα ηλεκτρικής πρόωσης

Το υψηλό κόστος επένδυσης. Σ' αυτό γίνεται η προσπάθεια να μειωθεί κατά το δυνατόν, αξιοποιώντας την υπάρχουσα τεχνολογία των ηπειρωτικών ηλεκτρικών δικτύων (Commercial Off The Shelf - COTS), ωστόσο το υψηλό κόστος των κινητήρων και των διατάξεων ελέγχου τους δεν δείχνει να προσπερνάται εύκολα. Υψηλότερες απώλειες στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης, σε σύγκριση με το μηχανικό σύστημα. Π.χ., σε συμβατικό σύστημα κινητήρα Diesel - έλικα ρυθμιζομένου βήματος, οι απώλειες του συστήματος μετάδοσης είναι περίπου 4%: 2% στην έλικα και 2% στον μειωτήρα, όταν η έλικα λειτουργεί στον βέλτιστο συνδυασμό ταχύτητας / βήματος. Σε εγκατάσταση ντίζελο -ηλεκτρικής πρόωσης, το σύστημα μετάδοσης προκαλεί απώλειες 7 - 8%: 3% στις γεννήτριες, 2% στους μετασχηματιστές και μετατροπείς συχνότητας και 2 - 3% στους προωστήριους ηλεκτροκινητήρες.

Επομένως, ο ολικός βαθμός απόδοσης είναι υψηλότερος στο σύστημα ηλεκτρικής πρόωσης μόνον όταν κάθε μηχανή λειτουργεί σε σταθερή ταχύτητα περιστροφής και επί μεγάλα χρονικά διαστήματα στη βέλτιστη περιοχή. Ένα πρόβλημα που προκύπτει από την εκτεταμένη χρησιμοποίηση των διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος είναι ότι εμφανίζονται προβλήματα ποιότητας ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς πέραν των χρήσιμων συχνοτήτων αναπτύσσεται και μεγάλο πλήθος αρμονικών συνιστωσών ρεύματος και τάσεως. Οι αρμονικές αυτές αφενός προσαυξάνουν τη συνολική κυκλοφορούσα άεργο ισχύ στο ηλεκτρικό δίκτυο αλλά επιπλέον δημιουργούν προβλήματα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Έτσι ο "ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος" που παράγεται επηρεάζει αρνητικά όλες τις ευαίσθητες ηλεκτρονικές διατάξεις -πρωτίστως τα κυκλώματα ελέγχου των ίδιων των ηλεκτρονικών ισχύος - ενώ σε περιπτώσεις στρατιωτικών εφαρμογών αυξάνει τα επίπεδα της ηλεκτρομαγνητικής υπογραφής των πλοίων.

Τέλος, είναι δυνατόν οι αρμονικές παραμορφώσεις των ηλεκτρικών μεγεθών να διεγείρουν ιδιοσυχνότητες για ηλεκτρομηχανικών ταλαντώσεων, όπως είναι τα φαινόμενα σιδηροσυντονισμού στους δρομείς των σύγχρονων γεννητριών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η σειρά αυτή των προβλημάτων λόγω της εξηλεκτρικής των συστημάτων του πλοίου αντιμετωπίζεται με εξειδικευμένες αναλύσεις και μελέτες κυρίως κατά της φάση της σχεδίασης τους ηλεκτρολογικού συστήματος.

### 3.4 Σκάφη με δύο κινητήρες.



Όταν ένα σκάφος εξοπλίζεται με έναν κινητήρα σχεδόν πάντα χρησιμοποιούνται δεξιόστροφα ποδάρια και προπέλες. Χωρίς να σημαίνει ότι η δεξιόστροφη κίνηση έχει κάποιο πλεονέκτημα, αυτό φαίνεται να είναι κάτι σαν συμφωνία μεταξύ των κατασκευαστών σκαφών και κινητήρων και ο λόγος είναι μόνον ένας: Η περιστροφή της προπέλας, δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη, έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας αντίρροπης δύναμης στο σκάφος, η οποία τείνει να το «μπαντιάζει» αριστερά. Για να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο, εκτός του ότι προτιμάται να τοποθετείται η θέση του χειριστή δεξιά, ώστε να αντισταθμίζεται αυτή η δύναμη με το βάρος του, αρκετοί κατασκευαστές σκαφών εφαρμόζουν κάποιες τεχνικές στο transom, ώστε να εξισορροπείται αυτή η ροπή της στρέψης της προπέλας χωρίς να επηρεάζεται η κλίση του σκάφους. Συνήθως ένα μικρό «δόντι» στην κατάληξη της διέδρου είναι αρκετό, ενώ κάποιοι διαφοροποιούν το μήκος ή και την κλίση ακόμα των spray rails της αριστερής επιφάνειας της διέδρου.

Όπως καταλαβαίνετε, όμως, όταν στο σκάφος πρόκειται να τοποθετηθεί ζευγάρι κινητήρων αυτό το φαινόμενο αντιμετωπίζεται πολύ πιο εύκολα και απλά, με την τοποθέτηση αντίθετης περιστροφής ποδαριών και αντίστοιχων προπελών. Ωστόσο, και σ' αυτή την περίπτωση το ερώτημα που δημιουργείται είναι το εξής: Οι προπέλες θα είναι εξωστρεφείς ή εσωστρεφείς. Δηλαδή, η δεξιόστροφη μηχανή θα τοποθετηθεί δεξιά και η αριστερόστροφη αριστερά ή το αντίθετο;

Χωρίς να είναι κανόνας, σχεδόν πάντα επιλέγεται η «εξωστρεφής» τοποθέτηση του ζευγαριού των κινητήρων, γιατί έτσι, γενικώς, το τιμόνεμα είναι πιο σταθερό, ιδίως όταν το τριμάρισμα είναι διαφορετικό. Και ακόμα, όταν χρειαστεί να ταξιδέψει το σκάφος με τον έναν κινητήρα, η συμπεριφορά του είναι καλύτερη και σταθερότερη.



Αλλά και οι τελικές επιδόσεις του σκάφους, συνήθως, είναι καλύτερες όταν οι δύο προπέλες διώχνουν τα νερά μακριά από το απόνερο της γάστρας παρά όταν συγκλίνουν προς αυτό. Σπανιότερα επιλέγεται η «εσωστρεφής» τοποθέτηση των κινητήρων, χωρίς να υπάρχει, όμως, κανένας κανόνας, αλλά το κάνουμε όταν διαπιστώνεται ότι η συγκεκριμένη γάστρα έχει έτσι καλύτερες επιδόσεις ή σταθερότερη πλεύση.

Σ' εκείνο, επίσης, που θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο διμήχανο σκάφος, είναι στο σύστημα ηδάλιουχίας. Στους δύο κινητήρες, ως επί το πλείστον, χρησιμοποιείται υδραυλικό σύστημα τιμόνευσης. Όμως, η επιλογή δεν είναι μόνον μία και δεν εννοώ τη μάρκα αλλά τη διάταξη τοποθέτησης. Αν οι εξωλέμβιες είναι αντίθετης περιστροφής (δεξιόστροφη-αριστερόστροφη), τότε αρκεί ένας κύλινδρος (υδραυλική μονάδα) και για τις δύο εξωλέμβιες, ακόμα κι αν αυτές έχουν τη μέγιστη ισχύ (2Χ350hp). Αν είναι και οι δύο δεξιόστροφες (ή αριστερόστροφες), χρειάζονται δύο κύλινδροι, ένας για κάθε εξωλέμβια. Αυτή, όμως, η διάταξη θα αυξήσει τη διαδρομή του τιμονιού, όπου θα χρειάζονται πλέον από τέρμα σε τέρμα 6,5 περιστροφές του βολάν αντί 5 με τον ένα κύλινδρο.

Πιο πάνω ανέφερα ότι υπάρχουν περιπτώσεις, που η πραγματική ταχύτητα μπορεί κάποιες φορές να ξεπερνάει την ανώτατη θεωρητική. Αυτό το φαινόμενο το συνάντησα για πρώτη φορά πριν από οκτώ χρόνια σε ένα επτάμετρο RIB BARRACUDA, το οποίο ήταν εξοπλισμένο με δύο 150άρες MERCURY. Αυτό το σκάφος έχει μια αρκετά «γρήγορη» γάστρα, αλλά και οι 300 ίπποι μηχανικής ισχύος, ήταν πάνω από τα φυσιολογικά όρια (το συγκεκριμένο σκάφος προοριζόταν για τις ειδικές δυνάμεις του πολεμικού ναυτικού). Διαπιστώνοντας, λοιπόν, τότε ότι η πραγματική του τελική ταχύτητα ξεπερνούσε γύρω στους δύο κόμβους τη θεωρητική στις συγκεκριμένες στροφές, άρχισα να ρωτάω, πρώτα απ' όλα ναυπηγούς και στη συνέχεια κατασκευαστές, αλλά αυτά που μου έλεγαν ήταν αβάσιμα. Ρώτησα και έναν φίλο μου, τον αειμνηστο Μίλτο Χαραλαμπίδη (ερευνητής χημικός μηχανικός, αυτός που επινόησε τα συστήματα εκμετάλλευσης των αποβλήτων ώστε να παράγεται θερμική ενέργεια, αλλά και εκείνος που είχε κατασκευάσει το ραδιοφωνικό σταθμό του Πολυτεχνείου το 1973). Αφού άκουσε με προσοχή, λοιπόν, αυτός ο ξεχωριστός επιστήμονας όσα τού είπα, μου είχε πει τότε: «Το μυστικό, που στη φυσική δεν υπάρχει κανένα μυστικό, βρίσκεται στην προπέλα. Εκεί θα ψάξεις να το βρεις. Και τότε επικοινωνήσα με την QUICKSILVER, η οποία μου έστειλε ένα βιβλίο, στο οποίο βρήκα όλες τις απαντήσεις που σας έδωσα πιο πάνω για το μεταβλητό βήμα των ποιοτικών προπελών, αλλά και πολλά ακόμα που αναφέρονται σ' αυτό το άρθρο.

Οι εξειδικευμένες, λοιπόν, ή για την ακρίβεια οι πιο «μελετημένες» προπέλες με rake και cup, διαμορφώνουν ένα προοδευτικό βήμα. Δηλαδή, ενώ στην είσοδο του πτερυγίου αναπτύσσεται βήμα, π.χ. 21'', στην έξοδο του μπορεί να καταλήγει μέχρι και στις 25''. Αυτή η προπέλα χαρακτηρίζεται με το μέσο όρο βήματος 23''. Αν τώρα αυτή η προπέλα τοποθετηθεί σε κινητήρα με ισχύ τη μέγιστη που δέχεται το σκάφος και η γάστρα είναι από αυτές που χαρακτηρίζονται σαν «γρήγορες», τότε αξιοποιούνται όλα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της προπέλας, με κυριότερο να «δουλεύει» το βήμα της εξόδου, δηλαδή το 25'' και όχι το αναγραφόμενο 23''. Σε μια τέτοια περίπτωση, λοιπόν, λέμε ότι ξεπερνιέται η ανώτατη θεωρητική, αλλά στην ουσία εκείνο που συμβαίνει είναι η άριστη εκμετάλλευση των χαρακτηριστικών της προπέλας.

### 3.5 Συμπεράσματα

Σε πολλές εφαρμογές, η συνισταμένη πλεονεκτημάτων - μειονεκτημάτων είναι θετική, οπότε η ηλεκτρική πρόωση είναι η ενδεδειγμένη λύση, οδηγώντας σε χαμηλότερο κόστος λειτουργίας (μειωμένο πλήρωμα, οικονομικότερη συντήρηση, γρηγορότερα ταξίδια, μη αναγκαιότητα ρυμούλκησης κ.ο.κ.).

Η ηλεκτροπρόωση αποτελεί μία αρκετά δελεαστική επιλογή για τα πλοία και τα μικρότερα σκάφη που συνεχώς κερδίζει έδαφος τα τελευταία χρόνια μεταξύ των άλλων λόγω και της γενικά εντατικής εξέλιξης όλων των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων και κυρίως στον τομέα των διατάξεων ελέγχου των ηλεκτρικών κινητήρων και των ηλεκτρονικών ισχύος. Η έρευνα κατά την τρέχουσα περίοδο επικεντρώνεται στη μείωση του αρχικού κόστους επένδυσης αλλά και στην αύξηση των επιδόσεων του συνολικού συνδυασμού των διατάξεων που αξιοποιούνται από συστήματα ηλεκτροπρόωσης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.ortsa.gr>
- <http://www.amcorfu.gr>
- <http://www.fouskoto.com/menu/kinitires/kinitires.asp>
- <http://archive.in.gr> **Απέραντο Γαλάζιο**
- [www.naftemporiki.gr](http://www.naftemporiki.gr)
- [www.cruising.org](http://www.cruising.org)
  
- ΒΑΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΠΛΟΙΟΥ. Συγγραφείς: **K. J. Rawson, E. C. Tupper**  
**Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ**
- ΤΕΧΝΙΚΟ ΘΕΜΑ του τεχνολόγου οχημάτων Καραμπίλα Πέτρου
- ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥΣ . Γ. Δανιήλ, εκδ.  
Ευγ. Ιδρύματος
- ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ..Εκδοτικός Οίκος ΈΜΜ. Ν.  
ΣΤΑΥΡΙΔΑΚΗ"