

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ & ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

1.1.1 Τι είναι η Υδραυλική;

Η υδραυλική είναι ο κλάδος της μηχανικής που ασχολείται με τη μετάδοση ισχύος μέσω ασυμπίεστων ρευστών (κυρίως λάδια).

ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ

ΜΗΧΑΝΙΚΗ → ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ → ΜΗΧΑΝΙΚΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
(Κινητήρας) (Ρευστό) (Ενεργοποιητής)

1.1.2 Γιατί Υδραυλικά στα Πλοία;

Πλεονέκτημα	Περιγραφή
Υψηλή ισχύς	Πολύ μεγάλες δυνάμεις σε μικρό μέγεθος
Ακρίβεια	Ομαλός και ελεγχόμενος έλεγχος κίνησης
Αξιοπιστία	Λίγα κινούμενα μέρη, μεγάλη διάρκεια ζωής
Αυτολίπανση	Το λάδι λιπαίνει τα εξαρτήματα
Ασφάλεια	Προστασία από υπερφόρτιση

1.2 ΑΡΧΗ ΤΟΥ PASCAL

1.2.1 Διατύπωση της Αρχής

"Η πίεση που ασκείται σε ένα εγκλεισμένο ρευστό μεταδίδεται αμείωτη προς όλες τις κατευθύνσεις και ασκείται κάθετα σε κάθε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το ρευστό."

— Blaise Pascal (1623-1662)

1.2.3 Επεξήγηση με Απλά Λόγια

Φανταστείτε ότι έχετε δύο σύριγγες συνδεδεμένες με σωλήνα γεμάτο νερό:

- Αν πιέσετε τη μικρή σύριγγα, η μεγάλη θα σηκώσει μεγαλύτερο βάρος!
- Η "μαγεία" είναι η διαφορά εμβαδών

100 φορές μεγαλύτερο εμβαδόν = 100 φορές μεγαλύτερη δύναμη

1.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ: ΠΙΕΣΗ, ΡΟΗ, ΙΣΧΥΣ

1.3.1 ΠΙΕΣΗ (Pressure - P)

Ορισμός: Η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας

$$P = \frac{F \text{ (Δύναμη σε N)}}{A \text{ (Εμβαδόν σε m}^2\text{)}}$$

Μονάδες Πίεσης:

Μονάδα	Σύμβολο	Μετατροπή
Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
Bar	bar	1 bar = 100.000 Pa

Μονάδα	Σύμβολο	Μετατροπή
PSI	psi	1 psi = 6.895 Pa
Ατμόσφαιρα	atm	1 atm = 101.325 Pa

ΤΥΠΙΚΕΣ ΠΙΕΣΕΙΣ ΣΕ ΠΛΟΙΑ

- Πηδάλιο (Steering Gear): 100-175 bar
- Εργάτες Αγκύρας: 150-250 bar
- Γερανοί: 200-350 bar
- Καπάκια Αμπαριών: 100-200 bar

1.3.2 ΠΑΡΟΧΗ / ΡΟΗ (Flow Rate - Q)

Ορισμός: Ο όγκος ρευστού που διέρχεται από ένα σημείο ανά μονάδα χρόνου

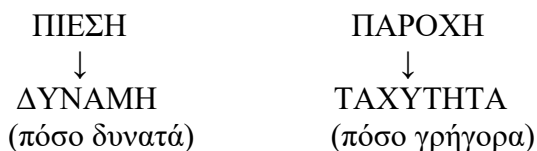
$$Q = \frac{V \text{ (Όγκος σε m}^3\text{)}}{t \text{ (Χρόνος σε s)}}$$

Μονάδες Παροχής:

- **L/min** (λίτρα ανά λεπτό) - Συνηθέστερη
- **m³/h** (κυβικά μέτρα ανά ώρα)
- **GPM** (γαλόνια ανά λεπτό) - Αμερικανικό

Η παροχή καθορίζει την ΤΑΧΥΤΗΤΑ κίνησης του εμβόλου ή του υδραυλικού κινητήρα

1.3.3 ΣΧΕΣΗ ΠΙΕΣΗΣ - ΠΑΡΟΧΗΣ



Παράδειγμα: Έμβολο υδραυλικού γερανού

- Υψηλή πίεση = Μεγάλο βάρος ανύψωσης
- Υψηλή παροχή = Γρήγορη ανύψωση

1.3.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (Hydraulic Power)

Τύπος:

$$P_{\text{hyd}} = p \times Q$$

Όπου:

$$P_{\text{hyd}} = \text{Υδραυλική ισχύς (Watt)}$$

$$p = \text{Πίεση (Pa)}$$

$$Q = \text{Παροχή (m}^3\text{/s)}$$

Πρακτικός τύπος:

$$P_{\text{hyd}} = \frac{p \text{ (bar)} \times Q \text{ (L/min)}}{600} \text{ (kW)}$$

1.4 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1.5.1 ΙΞΩΔΕΣ (Viscosity)

Ορισμός: Η αντίσταση του ρευστού στη ροή, ή αλλιώς η "πυκνότητα" του.

ΧΑΜΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ

(Λεπτόρρευστο)

Ρέει εύκολα

(σαν νερό)

ΥΨΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ

(Παχύρρευστο)

Ρέει δύσκολα

(σαν μέλι)

Τύποι Ιξώδους:

Τύπος	Σύμβολο	Μονάδες
Δυναμικό ιξώδες	μ (mu)	Pa·s ή cP (centipoise)
Κινηματικό ιξώδες	ν (nu)	m ² /s ή cSt (centistokes)

Σχέση: $\nu = \mu / \rho$ (όπου ρ = πυκνότητα ρευστού)

1.4.2 Επίδραση Θερμοκρασίας στο Ιξώδες

→ Όσο ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ η θερμοκρασία, ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ το ιξώδες

1.4.3 Δείκτης Ιξώδους (Viscosity Index - VI)

Ορισμός: Μέτρο της μεταβολής του ιξώδους με τη θερμοκρασία.

ΥΨΗΛΟΣ VI (π.χ. 100-150)

→ Σταθερό ιξώδες σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών

→ ΕΠΙΘΥΜΗΤΟ για ναυτιλιακές εφαρμογές

ΧΑΜΗΛΟΣ VI (π.χ. <80)

→ Μεγάλη μεταβολή ιξώδους με τη θερμοκρασία

→ Προβλήματα σε ακραίες συνθήκες

1.4.4 Σημασία Σωστού Ιξώδους

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΛΑΘΟΣ ΙΞΩΔΟΥΣ

ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ:

X Εσωτερικές διαρροές

X Αυξημένη φθορά

X Κακή λίπανση

X Υπερθέρμανση

X Απώλεια ισχύος

ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ:

X Δυσκολία ροής

X Υψηλές πτώσεις πίεσης

X Αργή απόκριση

X Σπηλαίωση (cavitation)

X Δύσκολη εκκίνηση εν ψυχρώ

1.4.5 ΑΛΛΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

A) Συμπιεστότητα

Το υδραυλικό λάδι θεωρείται ΑΣΥΜΠΙΕΣΤΟ για πρακτικούς σκοπούς, αλλά:

- Σε πολύ υψηλές πιέσεις (>300 bar) υπάρχει μικρή συμπίεση (~1% ανά 150 bar)
- Αέρας στο σύστημα αυξάνει δραματικά τη συμπιεστότητα
→ "Σπογγώδης" αίσθηση στο πηδάλιο
→ Καθυστερήση απόκρισης

B) Λιπαντικές Ιδιότητες

Το υδραυλικό λάδι πρέπει να:

- ✓ Σχηματίζει σταθερό λιπαντικό φιλμ
- ✓ Προστατεύει από φθορά μέταλλο-μέταλλο
- ✓ Αντέχει σε υψηλές πιέσεις χωρίς διάρρηξη
- ✓ Περιέχει πρόσθετα anti-wear (AW)

Γ) Καθαρότητα

ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΛΑΔΙΟΥ

 Το 80% των βλαβών υδραυλικών συστημάτων οφείλεται σε μολυσμένο λάδι!

Πηγές μόλυνσης:

- Σωματίδια φθοράς
- Νερό (συμπύκνωση, διαρροές)
- Σκόνη και ρύποι από περιβάλλον
- Οξείδωση λαδιού

Κώδικας Καθαρότητας ISO 4406:

Παράδειγμα: 18/16/13

(αριθμός σωματιδίων >4μm / >6μm / >14μm)

1.6 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΛΑΙΑ

1.6.1 Τύποι Υδραυλικών Ελαίων

ΤΥΠΟΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΛΑΔΙΩΝ

1. ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ (Mineral Oils)

- Προέρχονται από πετρέλαιο
- Οικονομικά, ευρέως διαδεδομένα
- Τυπικά: ISO VG 32, 46, 68
-  Εύφλεκτα

2. ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ (Synthetic Oils)

- Υψηλότερος δείκτης ιξώδους
- Καλύτερη σταθερότητα σε ακραίες θερμοκρασίες
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής
- Ακριβότερα

3. ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ (Fire-Resistant)

HFA: Γαλακτώματα νερού-λαδιού (95% νερό)

HFB: Αντίστροφα γαλακτώματα (40% νερό)

HFC: Γλυκόλη-νερό (35-50% νερό)

HFD: Συνθετικά (εστέρες φωσφορικού οξέος)

- Χρήση: Κοντά σε πηγές θερμότητας (π.χ. μηχανοστάσιο)

1.6.2 Κριτήρια Επιλογής Υδραυλικού Λαδιού

1. ΙΞΩΔΕΣ

- Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή
- Θερμοκρασιακό εύρος λειτουργίας

2. ΔΕΙΚΤΗΣ ΙΞΩΔΟΥΣ

- Υψηλός VI για ναυτιλιακές εφαρμογές (>95)

3. ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ

- Υψηλό (>200°C) για ασφάλεια

4. ΣΗΜΕΙΟ ΡΟΗΣ

- Χαμηλό, για λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες

5. ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΗΝ ΟΞΕΙΔΩΣΗ

- Για μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

6. ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ

- Με τσιμούχες και άλλα υλικά του συστήματος

1.6.3 Ταξινόμηση ISO VG

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΛΑΔΙΩΝ ΚΑΤΑ ISO

ISO VG = Viscosity Grade (Βαθμός Ιξώδους)

Αριθμός = Κινηματικό ιξώδες σε cSt στους 40°C

ISO VG	Τυπικές Εφαρμογές
22	Ελαφρά συστήματα, χαμηλή θερμοκρασία
32	Γενικής χρήσης, κλειστά συστήματα
46	Πιο συνηθισμένο για ναυτιλιακά συστήματα
68	Βαριά φορτία, υψηλότερες θερμοκρασίες
100	Ειδικές εφαρμογές υψηλής θερμοκρασίας

1.7 ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΜΑΘΗΜΑ 1ο

ΑΣΚΗΣΗ 1.1 - Αρχή του Pascal

Πρόβλημα: Ένα υδραυλικό πιεστήριο έχει μικρό έμβολο διαμέτρου 5 cm και μεγάλο έμβολο διαμέτρου 25 cm. Αν ασκηθεί δύναμη 100 N στο μικρό έμβολο:

- α) Ποια είναι η πίεση στο σύστημα;
- β) Πόση δύναμη ασκείται από το μεγάλο έμβολο;
- γ) Αν το μικρό έμβολο κατέβει 10 cm, πόσο θα ανέβει το μεγάλο;

ΛΥΣΗ:

Δεδομένα:

- $d_1 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ (μικρό έμβολο)
- $d_2 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$ (μεγάλο έμβολο)
- $F_1 = 100 \text{ N}$

Βήμα 1: Υπολογισμός εμβαδών

$$A_1 = \pi \times r_1^2 = \pi \times (0,025)^2 = 0,00196 \text{ m}^2 \approx 19,6 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \pi \times r_2^2 = \pi \times (0,125)^2 = 0,0491 \text{ m}^2 \approx 491 \text{ cm}^2$$

Βήμα 2: Υπολογισμός πίεσης (α)

$$P = F_1/A_1 = 100/0,00196 = 51.020 \text{ Pa} \approx 0,51 \text{ bar}$$

Βήμα 3: Υπολογισμός δύναμης μεγάλου εμβόλου (β)

$$F_2 = P \times A_2 = 51.020 \times 0,0491 = 2.505 \text{ N}$$

Ή με τη σχέση:

$$F_2 = F_1 \times (A_2/A_1) = 100 \times (491/19,6) = 100 \times 25 = 2.500 \text{ N}$$

Ο λόγος εμβαδών (25:1) είναι ο "μηχανικός
πολλαπλασιαστής" του συστήματος!
Με 100 N σηκώνουμε 2.500 N (250 kg περίπου)

Βήμα 4: Υπολογισμός μετατόπισης μεγάλου εμβόλου (γ)

Διατήρηση όγκου: $V_1 = V_2$

$$A_1 \times h_1 = A_2 \times h_2$$

$$h_2 = h_1 \times (A_1/A_2) = 10 \times (19,6/491) = 10 \times 0,04 = 0,4 \text{ cm}$$

Προσοχή! Κερδίζουμε σε δύναμη, αλλά χάνουμε
σε μετατόπιση. Αυτό είναι η "τιμή" της
μηχανικής υπεροχής.

ΑΣΚΗΣΗ 1.2 - Υπολογισμός Υδραυλικής Ισχύος

Πρόβλημα: Μια υδραυλική αντλία παρέχει 60 L/min σε πίεση 200 bar.

- α) Υπολογίστε την υδραυλική ισχύ.
- β) Αν ο βαθμός απόδοσης της αντλίας είναι 85%, ποια είναι η απαιτούμενη ισχύς του κινητήρα;

ΛΥΣΗ:

Δεδομένα:

- $Q = 60 \text{ L/min}$
- $P = 200 \text{ bar}$

• $\eta = 85\% = 0,85$

(α) Υδραυλική ισχύς:

$$P_{\text{hyd}} = (p \times Q) / 600 = (200 \times 60) / 600 = 20 \text{ kW}$$

(β) Ισχύς κινητήρα:

$$P_{\text{motor}} = P_{\text{hyd}} / \eta = 20 / 0,85 = 23,5 \text{ kW}$$

Ο κινητήρας πρέπει να παρέχει 23,5 kW για να καλύψει τις απώλειες (15%) της αντλίας

ΑΣΚΗΣΗ 1.3 - Ερωτήσεις Κατανόησης για το Ιξώδες

Ερώτηση: Γιατί το ιξώδες του υδραυλικού λαδιού είναι τόσο σημαντικό; Εξηγήστε τι μπορεί να συμβεί αν το ιξώδες είναι:

α) Πολύ χαμηλό

β) Πολύ υψηλό

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Το ιξώδες είναι ΚΡΙΣΙΜΟ γιατί επηρεάζει:

- Την ικανότητα λίπανσης
- Τις εσωτερικές διαρροές
- Την απόδοση του συστήματος
- Την φθορά των εξαρτημάτων

(α) ΠΟΛΥ ΧΑΜΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ:

Χ Εσωτερικές διαρροές: Το λάδι περνά εύκολα από τα διάκενα

→ Απώλεια πίεσης και ισχύος

Χ Κακή λίπανση: Λεπτό λιπαντικό φιλμ

→ Φθορά μεταλλικών επιφανειών

Χ Υπερθέρμανση: Από την τριβή μέταλλο-μέταλλο

Χ Χαμηλή απόδοση: Η αντλία δεν "κρατάει" πίεση

(β) ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΟ ΙΞΩΔΕΣ:

Χ Δύσκολη ροή: Υψηλές πτώσεις πίεσης στους αγωγούς

Χ Αργή απόκριση: Το σύστημα "καθυστερεί"

Χ Σπηλαιώση: Η αντλία δεν γεμίζει σωστά

→ Φθορά και θόρυβος

Χ Υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας

Χ Δύσκολη εκκίνηση εν ψυχρώ: Ειδικά το χειμώνα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Πρέπει να επιλέγουμε λάδι με σωστό ιξώδες σύμφωνα με:

- Τις προδιαγραφές του κατασκευαστή
- Τις συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία)
- Τον τύπο του συστήματος

ΑΣΚΗΣΗ 1.4 - Σύγκριση Συστημάτων

Ερώτηση: Ένα πλοίο χρησιμοποιεί υδραυλικό σύστημα για το πηδάλιο και πνευματικό σύστημα για τον αυτοματισμό βαλβίδων στο μηχανοστάσιο. Εξηγήστε γιατί γίνεται αυτή η επιλογή.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

ΠΗΔΑΛΙΟ → ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- ✓ Απαιτούνται ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΕΣ δυνάμεις για στροφή του πηδαλίου (εκατοντάδες τόνοι)
- ✓ Απαιτείται ΑΚΡΙΒΗΣ και ΟΜΑΛΟΣ έλεγχος της γωνίας
- ✓ Το σύστημα είναι ΚΡΙΣΙΜΟ για την ασφάλεια του πλοίου
- ✓ Η υδραυλική μπορεί να παρέχει fail-safe λειτουργία
- ✓ Η αργή αλλά ελεγχόμενη κίνηση είναι επιθυμητή

ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΒΑΛΒΙΔΩΝ → ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

- ✓ Απαιτούνται μικρότερες δυνάμεις
- ✓ Η γρήγορη απόκριση (ON/OFF) είναι επιθυμητή
- ✓ ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ: Αν υπάρξει διαρροή, είναι μόνο αέρας (σημαντικό κοντά σε καύσιμα και λάδια)
- ✓ ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Ο αέρας δεν είναι εύφλεκτος
- ✓ Χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης
- ✓ Ο αέρας είναι διαθέσιμος παντού στο πλοίο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ:

Η επιλογή γίνεται με βάση τις ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ κάθε εφαρμογής!

ΑΣΚΗΣΗ 1.5 - Πρακτική Εφαρμογή

Σενάριο: Κατά τη διάρκεια πλεύσης, ο αξιωματικός μηχανής παρατηρεί ότι το σύστημα πηδαλίου έχει "σπογγώδη" αίσθηση και καθυστερημένη απόκριση. Ποια μπορεί να είναι η αιτία και πώς θα το διερευνήσετε;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

ΠΙΘΑΝΕΣ ΑΙΤΙΕΣ:

1. ΑΕΡΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ← Πιο πιθανή αιτία!

- Διαρροή στην αναρρόφηση της αντλίας
- Χαμηλή στάθμη λαδιού στη δεξαμενή
- Κακή στεγανοποίηση σε κύλινδρο ή βαλβίδα

Έλεγχος:

- Στάθμη λαδιού δεξαμενής
- Επιθεώρηση για φουσκάλες στο γυαλί στάθμης
- Έλεγχος σύσφιξης συνδέσεων αναρρόφησης

2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΡΡΟΗ

-
- Φθαρμένες τσιμούχες κυλίνδρου
 - Φθορά στην αντλία

Έλεγχος:

→ Μέτρηση πίεσης συστήματος

→ Παρατήρηση της κίνησης του εμβόλου

3. ΛΑΘΟΣ ΙΞΩΔΕΣ ΛΑΔΙΟΥ

- Πολύ λεπτό λάδι (χαμηλό ιξώδες)

Έλεγχος:

→ Έλεγχος θερμοκρασίας λαδιού

→ Επιβεβαίωση τύπου λαδιού που χρησιμοποιήθηκε

ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ:

1. Εξαέρωση συστήματος (αν υπάρχει αέρας)
2. Συμπλήρωση στάθμης λαδιού
3. Επισκευή διαρροών
4. Αντικατάσταση λαδιού αν χρειάζεται



ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

ΚΥΡΙΑ ΣΗΜΕΙΑ

1. ΑΡΧΗ PASCAL: Η πίεση μεταδίδεται αμείωτη σε όλο το ρευστό
 $F_1/A_1 = F_2/A_2 = P$ (Σταθερή πίεση)
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ:
 - Πίεση (bar) → Καθορίζει τη ΔΥΝΑΜΗ
 - Παροχή (L/min) → Καθορίζει την ΤΑΧΥΤΗΤΑ
 - Ισχύς = Πίεση × Παροχή
3. ΙΞΩΔΕΣ: Η αντίσταση στη ροή
 - Μειώνεται με την αύξηση θερμοκρασίας
 - Πρέπει να είναι στο σωστό εύρος για κάθε εφαρμογή
4. ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΛΑΔΙΑ: Ορυκτέλαια, Συνθετικά, Πυράντοχα
 - Επιλογή με βάση: ιξώδες, VI, σημείο ανάφλεξης
5. ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ vs ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ:
 - Υδραυλικά: Μεγάλες δυνάμεις, ακρίβεια, αργά
 - Πνευματικά: Μικρές δυνάμεις, γρήγορα, καθαρά

ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ & ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

1. ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ (ACCUMULATORS)

1.1 Τι είναι ο Συσσωρευτής;

ΟΡΙΣΜΟΣ: Ο συσσωρευτής είναι μια συσκευή που αποθηκεύει ενέργεια υπό μορφή πίεσης υδραυλικού υγρού, χρησιμοποιώντας συμπιεσμένο αέριο (συνήθως άζωτο) ως ελαστικό μέσο.

Απλή Αναλογία:

Σκεφτείτε τον συσσωρευτή σαν μια **"μπαταρία υδραυλικής ενέργειας"** - φορτίζει όταν υπάρχει περίσσεια πίεσης και εκφορτίζει όταν χρειάζεται επιπλέον ισχύς!

1.2 Σκοποί Χρήσης Συσσωρευτών

5 ΒΑΣΙΚΟΙ ΣΚΟΠΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ

1. ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Παροχή στιγμιαίας ισχύος σε αιχμές ζήτησης
- Συμπλήρωση παροχής της αντλίας

2. ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ (SHOCK ABSORPTION)

- Απορρόφηση υδραυλικών πλημμμάτων
- Προστασία εξαρτημάτων από απότομες μεταβολές πίεσης

3. ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (EMERGENCY POWER)

- Λειτουργία σε περίπτωση βλάβης αντλίας
- Ασφαλής επαναφορά συστήματος πηδαλίου

4. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΔΙΑΡΡΟΩΝ

- Διατήρηση πίεσης παρά τις μικρές διαρροές

5. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ

- Απορρόφηση μεταβολών όγκου λόγω θερμοκρασίας

1.3 Τύποι Συσσωρευτών

Τύπος Α: Συσσωρευτής με Διάφραγμα (Bladder Type)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Γρήγορη απόκριση
- Χαμηλή αδράνεια
- Καλή στεγανότητα

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Περιορισμένος όγκος
- Το διάφραγμα φθείρεται

Τύπος Β: Συσσωρευτής με Έμβολο (Piston Type)

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Μεγάλος όγκος αποθήκευσης
- Υψηλές πιέσεις λειτουργίας
- Μεγάλη διάρκεια ζωής

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Μεγαλύτερη αδράνεια
- Πιθανή τριβή εμβόλου

- Πιο αργή απόκριση

1.4 Σύγκριση Τύπων Συσσωρευτών

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	ΜΕ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ	ΜΕ ΕΜΒΟΛΟ
Πίεση λειτουργίας	Έως 350 bar	Έως 700 bar
Ταχύτητα απόκρισης	Πολύ γρήγορη	Μέτρια
Χωρητικότητα	Μικρή-Μέτρια	Μεγάλη
Συντήρηση	Αλλαγή διαφράγμ.	Έλεγχος στεγαν.
Κόστος	Χαμηλότερο	Υψηλότερο
Τυπική εφαρμογή	Απόσβεση κραδ.	Εφεδρική ενέργ.

1.7 Εφαρμογές Συσσωρευτών στα Πλοία

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ



ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ

- Εφεδρική ισχύς για επαναφορά σε ουδέτερη θέση
- Απαίτηση SOLAS για emergency operation



ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΓΚΥΡΑΣ

- Απόσβεση κραδασμών κατά την άφεση



ΓΕΡΑΝΟΙ ΦΟΡΤΙΟΥ

- Ομαλή λειτουργία κατά την ανύψωση/καταβίβαση



ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΕΙΣ ΠΟΡΤΕΣ

- Εφεδρική ενέργεια για κλείσιμο έκτακτης ανάγκης



ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ

- Απόσβεση παλμών αντλίας
- Σταθεροποίηση πίεσης συστήματος

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΟΜΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Βασικά Στοιχεία ενός Υδραυλικού Συστήματος

ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Κατηγορίες Εξαρτημάτων

Κατηγορία	Εξαρτήματα	Λειτουργία
Πηγή Ισχύος	Κινητήρας, Αντλία, Δεξαμενή	Παροχή ενέργειας
Έλεγχος	Βαλβίδες κατεύθυνσης, πίεσης, ροής	Ρύθμιση λειτουργίας
Ενεργοποιητές	Κύλινδροι, Υδραυλικοί κινητήρες	Εκτέλεση εργασίας
Βοηθητικά	Φίλτρα, Συσσωρευτές, Ψύκτες	Υποστήριξη λειτουργίας
Σωληνώσεις	Σωλήνες, Εύκαμπτοι σωλήνες, Συνδέσεις	Μεταφορά ρευστού

2.2 ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ (ISO 1219)

Γιατί είναι σημαντικός ο συμβολισμός;

Τα διεθνή σύμβολα επιτρέπουν:

- ✓ Ανάγνωση διαγραμμάτων από τεχνικούς όλων των χωρών
- ✓ Σχεδίαση κυκλωμάτων με κοινή γλώσσα
- ✓ Εύκολη αναγνώριση εξαρτημάτων

2.3 Υπολογισμοί Κυλίνδρων

Δύναμη εξόδου:

$$F=p \times A$$

Για κύλινδρο διπλής ενέργειας:

Κίνηση	Τύπος Δύναμης
Εκταση	$F_{\text{ext}}=p \times A_{\text{piston}}=p \times 4\pi D^2$
Συστολή	$F_{\text{ret}}=p \times A_{\text{ring}}=p \times 4\pi(D^2-d^2)$

Όπου:

- **D** = Διάμετρος εμβόλου
- **d** = Διάμετρος βέργας

Ταχύτητα εμβόλου:

$$v=QA$$

2.4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ (Hydraulic Motors)

2.4.1 Ορισμός και Λειτουργία

Υδραυλικός κινητήρας: Ενεργοποιητής που μετατρέπει την υδραυλική ενέργεια σε **περιστροφική κίνηση**.

2.4.2 Τύποι Υδραυλικών Κινητήρων

Τύπος	Χαρακτηριστικά	Εφαρμογές
Γραναζωτοί	Απλή κατασκευή, χαμηλό κόστος	Βοηθητικά συστήματα
Πτερυγιοφόροι	Ομαλή λειτουργία, μέτρια απόδοση	Εργάτες, βαρούλκα
Εμβολοφόροι (αξονικοί/ακτινικοί)	Υψηλή απόδοση, υψηλές πιέσεις	Γερανοί, πηδάλια

2.4.3 Υπολογισμοί

Ροπή:

$$T=p \times V_g 2\pi \times \eta_m$$

Όπου:

- **T** = Ροπή (Nm)
- **p** = Πίεση (Pa)
- **V_g** = Γεωμετρικός όγκος (m³/rev)
- **η_m** = Μηχανική απόδοση

Στροφές:

$$n=QV_g \times \eta_v$$

Όπου:

- **n** = Στροφές (rpm)
- **Q** = Παροχή (lt/min)

- η_v = Ογκομετρική απόδοση

2.5 ΑΝΤΛΙΕΣ (Pumps)

2.5.1 Γενικά

Αντλία: Η "καρδιά" του υδραυλικού συστήματος. Μετατρέπει τη **μηχανική ενέργεια** σε **υδραυλική ενέργεια**.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ

Μηχανική Ενέργεια (Κινητήρας) → ΑΝΤΛΙΑ → Υδραυλική Ενέργεια (Ροή + Πίεση)

 Η αντλία ΔΕΝ δημιουργεί πίεση!
Δημιουργεί ΡΟΗ. Η πίεση προκύπτει από την ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ στη ροή (φορτίο).

2.5.2 Αντλίες Σταθερής Παροχής (Fixed Displacement)

Χαρακτηριστικό: Παρέχουν **σταθερό όγκο** ρευστού ανά περιστροφή.

Α) Γραναζωτές Αντλίες (Gear Pumps)

2.5.2 Αντλίες Σταθερής Παροχής (Fixed Displacement Pumps)

 Τι είναι;

Οι **αντλίες σταθερής παροχής** παρέχουν **σταθερό όγκο λαδιού** σε κάθε περιστροφή του άξονα, ανεξάρτητα από την πίεση του συστήματος.

ΒΑΣΙΚΗ ΑΡΧΗ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

$$\text{Παροχή (Q)} = V \times n$$

Όπου: V = Όγκος εκτόπισης ανά περιστροφή (σταθερός)

n = Στροφές ανά λεπτό (rpm)

→ Η παροχή αλλάζει ΜΟΝΟ αν αλλάξουν οι στροφές!

Α) Γραναζωτές Αντλίες (Gear Pumps)

Πώς λειτουργεί:

1. Τα δύο γρανάζια περιστρέφονται μέσα στο περίβλημα
2. Το λάδι παγιδεύεται ανάμεσα στα δόντια και το κέλυφος
3. Μεταφέρεται από την αναρρόφηση στην κατάθλιψη
4. Στο κέντρο (εμπλοκή δοντιών) το λάδι "σπρώχνεται" έξω

Τύποι Γραναζωτών Αντλιών:

Τύπος	Χαρακτηριστικά	Πίεση Λειτουργίας
Εξωτερικής Εμπλοκής	Απλή κατασκευή, αξιόπιστη	Εως 250 bar
Εσωτερικής Εμπλοκής	Πιο ήσυχη, ομαλότερη ροή	Εως 300 bar
Τροχοειδής (Gerotor)	Πολύ συμπαγής	Εως 175 bar

Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα:

ΓΡΑΝΑΖΩΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

✓ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Απλή και ανθεκτική κατασκευή
- Χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης
- Αντέχουν σε "βρώμικο" λάδι
- Αυτοαναρροφητικές
- Μπορούν να λειτουργήσουν και προς τις δύο κατευθύνσεις

✗ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Σταθερή παροχή (δεν ρυθμίζεται)
- Θορυβώδης λειτουργία
- Παλμική ροή (pulsation)
- Μέτριος βαθμός απόδοσης (80-90%)

Εφαρμογές στα Πλοία:

Εφαρμογή	Λόγος Επιλογής
Αντλίες κυκλοφορίας λαδιού	Ανθεκτικότητα, απλότητα
Βοηθητικά υδραυλικά συστήματα	Χαμηλό κόστος
Αντλίες μεταφοράς καυσίμων	Αντοχή σε ακαθαρσίες
Λίπανση μηχανών	Σταθερή παροχή

Β) Πτερυγιοφόρες Αντλίες (Vane Pumps)

Τα πτερύγια ακουμπούν στο κέλυφος λόγω φυγόκεντρης δύναμης ή ελατηρίων

Πώς Λειτουργεί (Βήμα-Βήμα):

ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

1. ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ:

- Ο χώρος μεταξύ πτερυγίων ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ
- Δημιουργείται υποπίεση
- Το λάδι "ρουφιάται" μέσα

2. ΜΕΤΑΦΟΡΑ:

- Το λάδι παγιδεύεται ανάμεσα στα πτερύγια
- Μεταφέρεται περιστροφικά

3. ΚΑΤΑΘΛΙΨΗ:

- Ο χώρος μεταξύ πτερυγίων ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ
- Το λάδι "σπρώχνεται" προς την έξοδο
- Αύξηση πίεσης

Τύποι Πτερυγιοφόρων Αντλιών:

1. Μη-ισοζυγισμένη (Unbalanced)

2. Ισοζυγισμένη (Balanced)

Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα:

ΠΤΕΡΥΓΙΟΦΟΡΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

✓ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Ομαλότερη ροή από γραναζωτές
- Ήσυχη λειτουργία
- Καλός βαθμός απόδοσης (85-92%)
- Αυτοαντισταθμιζόμενη φθορά πτερυγίων
- Διατίθενται και σε έκδοση μεταβλητής παροχής

✗ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Ευαίσθητες σε ακαθαρσίες
- Όχι για πολύ υψηλές πιέσεις (max ~280 bar)
- Απαιτούν καλή ποιότητα λαδιού
- Πιο σύνθετη κατασκευή από γραναζωτές

Γ) Εμβολοφόρες Αντλίες (Piston Pumps)

Γενικά:

Οι **εμβολοφόρες αντλίες** είναι οι πιο αποδοτικές και ισχυρές αντλίες. Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται:

- Υψηλή πίεση (έως 700 bar!)
- Υψηλή απόδοση (έως 95%)
- Ακριβής έλεγχος

Τύποι Εμβολοφόρων Αντλιών:

A) Αξονική Εμβολοφόρος - Τύπου Swash Plate:

Αρχή Λειτουργίας:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΝΤΛΙΑΣ SWASH PLATE

1. Ο άξονας περιστρέφει το κυλινδρικό τύμπανο
2. Ο δίσκος ταλάντωσης (swash plate) είναι υπό γωνία
3. Τα έμβολα ακολουθούν τη γωνία του δίσκου:
 - Μισή στροφή → Έμβολο ΕΞΕΡΧΕΤΑΙ → Αναρρόφηση
 - Άλλη μισή → Έμβολο ΕΙΣΕΡΧΕΤΑΙ → Κατάθλιψη
4. Η παροχή εξαρτάται από:
 - Τη γωνία του δίσκου (μεταβλητή ή σταθερή)
 - Τις στροφές του άξονα
 - Τον αριθμό εμβόλων (συνήθως 7, 9, 11)

B) Αξονική Εμβολοφόρος - Τύπου Bent Axis (Κεκλιμένου Άξονα):

Διαφορά από Swash Plate:

- Το ίδιο το τύμπανο είναι υπό γωνία ως προς τον άξονα
- Πιο ανθεκτική κατασκευή
- Καλύτερη απόδοση σε υψηλές πιέσεις

Γ) Ακτινική Εμβολοφόρος (Radial Piston):

Τα έμβολα είναι ΑΚΤΙΝΙΚΑ (κάθετα στον άξονα)

Σύγκριση Τύπων Εμβολοφόρων:

Χαρακτηριστικό	Swash Plate	Bent Axis	Radial
Μέγιστη πίεση	420 bar	450 bar	700 bar
Απόδοση	90-95%	92-97%	88-92%
Μέγεθος	Συμπαγής	Μέτριο	Μεγάλο
Κόστος	Μέτριο	Υψηλό	Υψηλό
Θόρυβος	Χαμηλός	Πολύ χαμηλός	Μέτριος
Μεταβλητή παροχή	Εύκολα	Εύκολα	Δύσκολα

✂ Σύγκριση Όλων των Τύπων Αντλιών Σταθερής Παροχής:

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Χαρακτηριστικό	Γραναζωτή	Πτερνιοφόρα	Εμβολοφόρα
Μέγιστη πίεση	250 bar	280 bar	700 bar
Βαθμός απόδοσης	80-90%	85-92%	90-97%
Ομαλότητα ροής	Μέτρια	Καλή	Εξαιρετική
Θόρυβος	Υψηλός	Χαμηλός	Πολύ χαμηλός
Ευσαιθησία βρωμιά	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή
Κόστος	Χαμηλό	Μέτριο	Υψηλό
Συντήρηση	Εύκολη	Μέτρια	Δύσκολη

2.5.3 Αντλίες Μεταβλητής Παροχής (Variable Displacement Pumps)

🌀 Τι είναι και γιατί τις χρειαζόμαστε;

ΓΙΑΤΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΠΑΡΟΧΗ;

ΠΡΟΒΛΗΜΑ με σταθερή παροχή:

- Η αντλία παρέχει ΠΑΝΤΑ τον ίδιο όγκο λαδιού
- Αν δεν χρειαζόμαστε τόση παροχή → Σπατάλη ενέργειας
- Το περίσσειμα πηγαίνει στην ανακουφιστική (relief)
- Θέρμανση του λαδιού → Πρόβλημα!

ΛΥΣΗ με μεταβλητή παροχή:

- Η αντλία δίνει ΟΣΟΣ χρειάζεται
- Εξοικονόμηση ενέργειας έως 50%!
- Λιγότερη θέρμανση
- Ακριβέστερος έλεγχος

✚ Πώς Επιτυγχάνεται η Μεταβλητή Παροχή:

A) Πτερυγιοφόρα Μεταβλητής Παροχής:

ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΠΑΡΟΧΗ
(Μέγιστη εκκεντρότητα)	(Μηδενική εκκεντρότητα)
$Q = Q_{max}$	$Q = 0$

Μηχανισμός: Μετακίνηση του δακτυλίου (cam ring) αλλάζει την εκκεντρότητα

B) Εμβολοφόρα Μεταβλητής Παροχής (Swash Plate):

ΜΕΓΙΣΤΗ ΓΩΝΙΑ	= Μέγιστη παροχή
Μεγάλη διαδρομή	εμβόλου
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΓΩΝΙΑ	= Μηδενική παροχή
Μηδενική διαδρομή	εμβόλου

Μηχανισμός: Αλλαγή της γωνίας του swash plate

✚ Τύποι Ελέγχου Μεταβλητής Παροχής:

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

1. ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ:

- Με μοχλό ή χειροτροχό
- Απλός αλλά απαιτεί χειριστή

2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ (Pressure Compensated):

- Όταν φτάσει η επιθυμητή πίεση → Μειώνεται η παροχή
- ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ για συστήματα πλοίων!

3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ (Flow Compensated):

- Διατηρεί σταθερή ροή ανεξαρτήτως πίεσης

4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΙΣΧΥΟΣ (Power/Torque Limiting):

- Περιορίζει τη μέγιστη ισχύ που απορροφά η αντλία
- Προστατεύει τον κινητήρα

5. ΗΛΕΚΤΡΟ-ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ:

- Με σερβοβαλβίδες και ηλεκτρονικό controller
- Ακριβέστατος έλεγχος

✚ Αντλία με Αντισταθμισμό Πίεσης (Pressure Compensated):

Πώς λειτουργεί:

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ PRESSURE COMPENSATED PUMP

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1: Πίεση < Ρύθμιση

- Η αντλία δίνει μέγιστη παροχή
- Ο swash plate στη μέγιστη γωνία

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 2: Πίεση = Ρύθμιση

- Η πίεση κατάθλιψης ωθεί τον swash plate
- Μειώνεται η γωνία → Μειώνεται η παροχή
- Η αντλία δίνει μόνο όσο χρειάζεται για να αναπληρώνει τις διαρροές

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ: Εξοικονόμηση ενέργειας!

 Εφαρμογή στο Πηδάλιο Πλοίου:

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ ΜΕ ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Ακριβής έλεγχος γωνίας πηδαλίου
- Χαμηλή κατανάλωση σε σταθερή πλεύση
- Ταχεία απόκριση σε ελιγμούς
- Χαμηλή θέρμανση λαδιού

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

2.1 Βασικά Στοιχεία Κυκλώματος

ΒΑΣΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

1. ΔΕΞΑΜΕΝΗ (Reservoir/Tank)
 - Αποθήκευση υδραυλικού υγρού
 - Απαγωγή θερμότητας
 - Διαχωρισμός αέρα και ακαθαρσιών
2. ΑΝΤΛΙΑ (Pump)
 - Μετατροπή μηχανικής σε υδραυλική ενέργεια
 - Δημιουργία ροής (όχι πίεσης!)
3. ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ (Relief Valve)
 - Προστασία από υπερπίεση
 - Καθορισμός μέγιστης πίεσης συστήματος
4. ΒΑΛΒΙΔΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (Directional Control Valve)
 - Έλεγχος κατεύθυνσης ροής
 - Καθορισμός κίνησης κυλίνδρου
5. ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ (Cylinder/Actuator)
 - Μετατροπή υδραυλικής σε μηχανική ενέργεια
 - Παραγωγή γραμμικής κίνησης

2.2 Λειτουργία Κυκλώματος - Ανάλυση

ΑΝΑΛΥΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

ΘΕΣΗ 1: ΟΥΔΕΤΕΡΗ (Κέντρο)

- Η βαλβίδα 4/3 είναι σε θέση κλειστού κέντρου
- Δεν υπάρχει ροή προς τον κύλινδρο
- Το υγρό επιστρέφει μέσω της ανακουφιστικής
- Ο κύλινδρος παραμένει ακίνητος (υδραυλικά κλειδωμένος)

ΘΕΣΗ 2: ΕΚΤΑΣΗ (Extension)

- Η βαλβίδα μετακινείται αριστερά
- Ροή: $P \rightarrow A$ (πίσω από το έμβολο)
- Επιστροφή: $B \rightarrow T$ (δεξαμενή)
- Ο κύλινδρος εκτείνεται

ΘΕΣΗ 3: ΣΥΣΤΟΛΗ (Retraction)

- Η βαλβίδα μετακινείται δεξιά
- Ροή: $P \rightarrow B$ (μπροστά από το έμβολο)
- Επιστροφή: $A \rightarrow T$ (δεξαμενή)
- Ο κύλινδρος συστέλλεται

2.5 Ρόλος της Ανακουφιστικής Βαλβίδας

ΓΙΑΤΙ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΣΤΕ ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ;

ΠΡΟΒΛΗΜΑ:

Η αντλία σταθερής παροχής παράγει ΣΥΝΕΧΗ ΡΟΗ ανεξάρτητα από τη ζήτηση του συστήματος.

Αν κλείσει η βαλβίδα κατεύθυνσης ή ο κύλινδρος φτάσει στο τέλος της διαδρομής του, η ροή δεν έχει πού να πάει!

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ: Ακραία αύξηση πίεσης → ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ!

ΛΥΣΗ: ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ 1

Άσκηση 1.1: Ερωτήσεις Κατανόησης

ΕΡΩΤΗΣΗ 1:

Ποια είναι η βασική διαφορά μεταξύ αντλίας σταθερής και μεταβλητής παροχής;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

ΑΝΤΛΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ:

- Παράγει ΠΑΝΤΑ την ίδια παροχή (l/min)
- Δεν μπορεί να προσαρμοστεί
- Απαιτεί ανακουφιστική βαλβίδα
- Απλούστερη κατασκευή, χαμηλότερο κόστος

ΑΝΤΛΙΑ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ:

- Η παροχή μπορεί να ρυθμιστεί (0 έως max)
- Προσαρμόζεται στις ανάγκες
- Μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση
- Πιο πολύπλοκη, ακριβότερη

Άσκηση 1.2: Ρόλος Ανακουφιστικής

ΕΡΩΤΗΣΗ 2:

Γιατί χρησιμοποιούμε ανακουφιστική βαλβίδα σε κύκλωμα με αντλία σταθερής παροχής;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η αντλία σταθερής παροχής δημιουργεί συνεχή ροή. Αν η ροή δεν μπορεί να περάσει (κλειστή βαλβίδα, κύλινδρος στο τέρμα), η πίεση αυξάνεται επικίνδυνα.

2. ΟΡΙΟ ΠΙΕΣΗΣ

Η ανακουφιστική βαλβίδα ορίζει τη μέγιστη πίεση του συστήματος. Όταν ξεπεραστεί, ανοίγει και εκτονώνει το υγρό στη δεξαμενή.

3. ΑΠΟΦΥΓΗ ΒΛΑΒΩΝ

Χωρίς αυτήν: σπασμένες σωληνώσεις, κατεστραμμένα παρεμβύσματα, βλάβη αντλίας, κίνδυνος ατυχήματος.

Άσκηση 1.3: Ρόλος Συσσωρευτή

ΕΡΩΤΗΣΗ 3:

Ποιος ο ρόλος του συσσωρευτή σε ένα υδραυλικό σύστημα;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ:

Ο συσσωρευτής λειτουργεί ως:



ΑΠΟΘΗΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αποθηκεύει υδραυλική ενέργεια υπό πίεση για χρήση σε στιγμές υψηλής ζήτησης ή έκτακτης ανάγκης.

ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΚΡΑΔΑΣΜΩΝ

Απορροφά απότομες μεταβολές πίεσης (υδραυλικά πλήγματα) που μπορεί να καταστρέψουν εξαρτήματα.

ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΠΗΓΗ

Σε περίπτωση βλάβης αντλίας, παρέχει ενέργεια για ασφαλή λειτουργία (π.χ. επαναφορά πηδαλίου).

ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Διατηρεί σταθερή πίεση παρά τις διακυμάνσεις της ζήτησης.

Άσκηση 1.4: Σχεδιασμός Κυκλώματος

ΑΣΚΗΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ:

Σχεδιάστε το κύκλωμα και εξηγήστε τη λειτουργία του.

ΒΗΜΑΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ:

1. Ξεκινήστε από τη ΔΕΞΑΜΕΝΗ (κάτω)
2. Προσθέστε την ΑΝΤΛΙΑ με κατεύθυνση ροής
3. Τοποθετήστε την ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ παράλληλα
4. Σχεδιάστε τη ΒΑΛΒΙΔΑ 4/3 με όλες τις συνδέσεις
5. Συνδέστε τον ΚΥΛΙΝΔΡΟ στις εξόδους Α και Β
6. Σημειώστε τη γραμμή επιστροφής στη δεξαμενή

ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ:

- Χρησιμοποιήστε τα σωστά σύμβολα ISO
- Σημειώστε τις θύρες (P, T, A, B)
- Δείξτε την κατεύθυνση ροής

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

3. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

3.1 Γιατί Υδραυλικά στα Πλοία;

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

ΥΨΗΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Μεγάλη δύναμη σε μικρό μέγεθος

ΑΚΡΙΒΗΣ ΕΛΕΓΧΟΣ

Ομαλή και ακριβής ρύθμιση ταχύτητας και θέσης

ΑΝΤΙΣΤΡΕΨΙΜΟΤΗΤΑ

Εύκολη αλλαγή κατεύθυνσης κίνησης

ΑΥΤΟΛΙΠΑΝΣΗ

Το υδραυλικό υγρό λιπαίνει τα εξαρτήματα

ΥΠΕΡΦΟΡΤΩΣΗ

Αντοχή σε στιγμιαίες υπερφορτώσεις χωρίς βλάβη

ΕΥΕΛΙΞΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ

Οι σωληνώσεις επιτρέπουν ευέλικτη διάταξη

4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ (STEERING GEAR)

4.1 Εισαγωγή

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ

ΟΡΙΣΜΟΣ: Το σύστημα πηδαλίου είναι το υδραυλικό σύστημα που μετατρέπει τις εντολές από τη γέφυρα σε κίνηση του πηδαλίου, επιτρέποντας τον έλεγχο της πορείας του πλοίου.

ΚΡΙΣΙΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ!

Η αστοχία του συστήματος πηδαλίου μπορεί να οδηγήσει σε:

- Σύγκρουση
- Προσάραξη
- Ναυάγιο

Για αυτό υπάρχουν ΑΥΣΤΗΡΕΣ απαιτήσεις SOLAS!

4.2 Τύποι Συστημάτων Πηδαλίου

Τύπος RAM (Εμβολοφόρος)

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ ΤΥΠΟΥ RAM

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

- Δύο υδραυλικοί κύλινδροι τοποθετημένοι εκατέρωθεν του μοχλού (tiller)
- Όταν ο ένας κύλινδρος εκτείνεται, ο άλλος συστέλλεται
- Η γραμμική κίνηση μετατρέπεται σε περιστροφική μέσω του tiller

Τύπος ROTARY VANE (Περιστροφικός Πτερυγιοφόρος)

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥ ΤΥΠΟΥ ROTARY VANE

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:

- Ο άξονας φέρει πτερύγια (vanes) μέσα σε κυλινδρικό περίβλημα
- Υδραυλικό υγρό εισέρχεται στους θαλάμους Α ή Β δημιουργώντας περιστροφική κίνηση

- Άμεση μετατροπή υδραυλικής σε περιστροφική κίνηση (χωρίς μοχλό)

4.3 Σύγκριση Τύπων Πηδαλίου

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΟ	RAM TYPE	ROTARY VANE
Μέγεθος	Μεγαλύτερο	Συμπαγές
Δύναμη/Ροπή	Πολύ υψηλή	Υψηλή
Πολυπλοκότητα	Πιο πολύπλοκο	Απλούστερο
Συντήρηση	Ευκολότερη	Δυσκολότερη
Χώρος εγκατάστασης	Μεγάλος	Μικρός
Τυπική χρήση	Μεγάλα/δεξαμενόπλοια	Μεσαία πλοία
Κόστος	Υψηλότερο	Χαμηλότερο

4.4 Απαιτήσεις SOLAS για Πηδάλιο

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ SOLAS - STEERING GEAR

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ:

- Δύο ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου από τη γέφυρα
- Δύο ανεξάρτητες μονάδες ισχύος (power units)
- Μετακίνηση πηδαλίου $35^\circ \rightarrow 35^\circ$ σε max 28 sec

ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ:

- Αυτόματη εκκίνηση εφεδρικής αντλίας σε 45 sec
- Δυνατότητα χειρισμού από το διαμέρισμα πηδαλίου

ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΙ (ALARMS):

- Χαμηλή στάθμη λαδιού
- Βλάβη μονάδας ισχύος
- Υπερφόρτωση ηλεκτροκινητήρων
- Απώλεια τροφοδοσίας

FAIL-SAFE ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ:

- Σε απώλεια ισχύος: το πηδάλιο παραμένει στη θέση του
- Εφεδρική υδραυλική ενέργεια (συσσωρευτής) για επαναφορά

5. ΕΡΓΑΤΕΣ ΑΓΚΥΡΑΣ & ΒΑΡΟΥΛΚΑ

5.1 Εργάτης Αγκύρας (Windlass)

ΕΡΓΑΤΗΣ ΑΓΚΥΡΑΣ (WINDLASS)

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ:

- Άφεση (veering) και ανέλκυση (heaving) της αλυσίδας
- Χειρισμός του αγκυροβολίου

5.2 Βαρούλκα Πρόσδεσης (Mooring Winches)

ΤΥΠΙΚΟ ΒΑΡΟΥΛΚΟ ΠΡΟΣΔΕΣΗΣ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΑΥΤΟΜΑΤΗΣ ΤΑΣΗΣ (Auto-tension):

- Διατηρεί σταθερή τάση στους κάβους
- Αντισταθμίζει τη μεταβολή παλίνρροιας
- Αποτρέπει σπάσιμο κάβων
- Χρησιμοποιεί βαλβίδα ελέγχου πίεσης

6. ΓΕΡΑΝΟΙ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΤΟΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ

6.1 Γερανοί Φορτίου (Cargo Cranes)

ΓΕΡΑΝΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΓΕΡΑΝΟΥ:

1. HOISTING: Ανύψωση/Καταβίβαση φορτίου
2. LUFFING: Αλλαγή γωνίας βραχίονα
3. SLEWING: Περιστροφή γύρω από τον άξονα