

# Vragen bij Hulpwerktuigen

Deel 1 Inleiding tot de techniek

# Inhoudsopgave

---

<b>Leidingsystemen, afsluiters en appendages</b>	<b>3</b>
<b>Druk</b>	<b>6</b>
2.1 Soorten druk - Theorievragen.....	6
2.1 Soorten druk - Vraagstukken.....	8
<b>Warmteoverdracht</b>	<b>10</b>
5 Warmteoverdracht - Theorievragen .....	10
5 Warmte overdracht - Vraagstukken .....	12
5.7 Warmtedragers .....	13
<b>Rendement</b>	<b>14</b>
6 Rendement - Theorievragen .....	14
6 Rendement - Vraagstukken .....	15

# 01

## Leidingsystemen, afsluiters en appendages

Om alle systemen en werktuigen met elkaar te verbinden is elk schip uitgerust met vele, vaak grote en ingewikkelde pijpleidingsystemen die elk weer voorzien zijn van vele afsluiters en meet- en regelapparatuur. Veel van de werktuigen zijn immers dubbel of soms wel driedubbel uitgevoerd om onder alle omstandigheden door te kunnen varen. Om de installaties goed en veilig te kunnen bedienen en om snel storing te kunnen zoeken zijn op elke schip de leidingsystemen gedetailleerd op tekening gezet.

1. Maak een tabel van de leidingmarkering in nationale kleur en international hoofdkleur en bandkleur volgens ISO 14726. De processtoffen die vernoemd moeten worden zijn:

Processtof	Nationale kleur	Internationale hoofdkleur ISO 14726	Internationale bandkleur ISO 14726
Zoet koelwater			
Zout koelwater			
Brandstof HFO			
Brandstof MDO			
Smeerolie, dieselmotoren			
Smeerolie, tandwielkasten			
Startlucht			
Werklucht			
Regellucht, instrumentenlucht			
Brandblus-			geen
Stoom-			geen
Afval vloeistof			geen
Brandbaar gas	geen		geen

## 2. Teken de leidingsymbolen van de volgende onderdelen:

Onderdeel	Leidingsymbool
Afsluiter	
Terugslagklep	
SOS afsluiter	
Verdringerpomp	
Filter, enkel	
Duplex filter	
Electromotor	
Tank	
Driewegklep Driewegafsluiter	

### 3. Geef de verklaring van de volgende aan boord veel gebruikte afkortingen

Afkorting	Description	Beschrijving
FO		
GO		
DO		
MDO		
HFO		
	Day tank	
	Settling tank	
	Storage tank	
FOTP		
FOFP		
	Sludge pump	
	Drain	
<hr/>		
CW		Koelwater
CP		Circulatie pomp
HTS		Hoge temperatuur (koelwater) systeem
LTS		Lage temperatuur (koelwater) systeem
CT		Verzamel tank
DU		Doseertank (koelwater behandeling chemicaliën)
	Cooler	Koeler
	Preheater	Voorwarmer
<hr/>		
LO		
<hr/>		
<hr/>		
F	Fore	
A	Aft	
PS	Port	
SB	Starboard	
ER	Engine room	
CR	Control room	

# 02 *Druk*

In vrijwel elk (hulp)systeem aan boord komen wel één of meer pompen voor om vloeistof of gas te verpompen. In hoofdstuk 2 worden een aantal veelgebruikte termen besproken die ook weer terugkeren bij de uitleg over de werking van diverse soorten pompen. Behalve druk behandelen we in dit hoofdstuk de bereikbare zuighoogte en drukken aan de perszijde van de pomp.

## ■ 2.1 SOORTEN DRUK - THEORIEVRAGEN

1.

.....  
Uit welke eenheden is de SI-eenheid van druk, de pascal, samengesteld?

2.

.....  
Hoeveel pascal is 1 bar?

3. **Zie boek: [AFBEELDING 2.8](#) Principe enkelwerkende zuigerpomp**

.....  
Verklaar de werking van een enkelwerkende zuigerpomp

4.

.....  
Leid de formule voor de hydrostatische druk af.

5.

.....  
Hoe hoog is in Nederland ongeveer de druk van de atmosfeer? Bereken deze druk in bar. Hoe hoog is de waterkolom die door deze druk opgestuwd kan worden?

6.

.....  
Verklaar in formulevorm de termen: absolute druk, overdruk en onderdruk.

7.

.....  
Tot welke hoogte zou een pomp water maximaal op kunnen zuigen?

8.

Welke zuighoogte is ongeveer voor een waterpomp praktisch bereikbaar?

9.

Over welke hoogte kan een pomp maximaal omhoog persen?

10.

Verklaar het begrip 'geodetische pershoogte'.

11.

Wat verstaat men onder de statische persdruk?

12.

Wat verstaat men onder de manometrische persdruk?

13.

Leid de formule voor de geodetische zuigdruk af.

14.

Hoe wordt de manometrische zuigdruk bepaald en wat wordt er aangegeven?

15.

Wat is het kenmerkende onderdeel van een manometer? Hoe werkt dit onderdeel?

16.

Wat is het verschil tussen een absolute druk en een manometerdruk?

17.

Wanneer is er geen verschil tussen de statische- en de geodetische zuigdruk?

## 2.1 SOORTEN DRUK - VRAAGSTUKKEN

1.

Welke zuighoogte is ongeveer voor een waterpomp praktisch bereikbaar?

2. **Barometerdruk = 980 mbar**  
**Absolute zuigdruk in de zuigleiding van een pomp = 0,23 bar**  
**Soortelijke massa = 890 kg/m<sup>3</sup>**  
 **$g = 9,8 \text{ m/s}^2$**

Bereken hoe hoog de aangezogen vloeistof in de zuigleiding opstijgt.

3.

Als de zuighoogte van een waterpomp 4 m bedraagt en de pershoogte is 16 m, bereken dan de opvoerdruk van de pomp.

4. **Een oliepomp brengt olie over een afstand van 24 m omhoog**  
**De soortelijke massa van de olie = 700 kg/m<sup>3</sup> is**  
**Voor het overwinnen van de stromingsweerstand in de zuigleiding is 0,1 nodig**  
**Voor de stromingsweerstand in de persleiding is 0,2 bar nodig is**

**Bereken:**

- de statische opvoerdruk van het leidingsysteem;
- de manometrische opvoerdruk van de pomp.



# 03

## Hydrauliek

Onder hydrauliek verstaan we 'het overbrengen en onder controle houden van krachten en bewegingen door middel van vloeistoffen'. Hydrauliek vervult in de huidige techniek een belangrijke plaats in de aandrijf-, besturings-, en regeltechniek. De algemene toepassingen van hydrauliek in de scheepvaart zijn vooral van de laatste twintig jaar. Daarvoor werd veelal stoom en elektriciteit gebruikt voor de aandrijving van winches en kranen.

1.

Plunjerdiameter  $d = 0,04$  m  
Toerental pomplichaam  $n = 25/s$   
De verstelring staat 0,025 m uit de middenstand  
Het volumetrisch rendement  $\eta_v = 0,98$ .

Bereken de opbrengst van een radiale plunjerpomp met 5 plunjers

2.

Een axiale plunjerpomp met variabele zwenkhoek heeft 7 plunjers  
diameter  $d = 0,024$  m.  
Diameter slagplaat  $D_{st} = 0,102$  m.  
Het toerental  $n = 30/s$ .  
De verpompte olie heeft een viscositeit van  $23 \text{ mm}^2 / s$   
Het drukverschil over de pomp bedraagt 250 bar.

**Gevraagd:**

- Bereken het slagvolume per omwenteling als de pomp de maximale zwenkhoek  $\alpha = 25^\circ$  heeft.
- Bepaal uit afbeelding 6.1 en 6.2 de lekstroom van de pomp; neem als type het dichtstbijzijnde slagvolume.
- Bereken de theoretische volumestroom van de pomp.
- Bereken de effectieve volumestroom en het volumetrisch rendement van de pomp.
- Bereken het volumetrisch rendement van de pomp als de zwenkhoek  $\alpha = 10^\circ$ ; afbeelding 6.1 en 6.2 blijven 'geldig'.
- Bereken het volumetrisch rendement van hetzelfde werktuig, als het bij een zwenkhoek  $\alpha = 25^\circ$  als hydromotor gebruikt wordt.

# 05

## Warmteoverdracht

Warmtewisselaars zijn werktuigen waarin warmte van de ene stof op de andere wordt overgedragen. Een warmtewisselaar waarin de temperatuur van het medium verhoogt wordt noemen we een voorwarmer, wordt de temperatuur van het medium verlaagd dan is het een koeler. Wordt het medium zó ver afgekoeld dat het hierbij condenseert, dan noemen we de koeler een condensor. In dit hoofdstuk behandelen we het verschil tussen de pijpen- en platenwarmtewisselaars.

### ■ 5 WARMTEOVERDRACHT - THEORIEVRAGEN

1.

Waarvoor worden warmtewisselaars gebruikt?

2.

In welke twee vormen komen warmtewisselaars aan boord voornamelijk voor?

3.

Waarom wordt bij een zoetkoelwaterkoeler het zeewater door de pijpen geleid en niet er omheen?

4. Zie boek: **AFBEELDING 5.5 Keerschotten met luchtgaten (loggaten)**

Welke dubbelfunctie hebben bovenstaande 'platen' in een pijpenwarmtewisselaar?

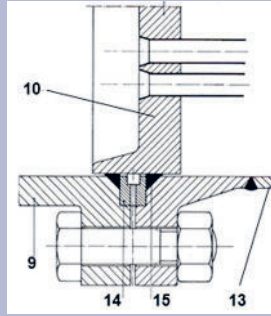
5.

Waarom hebben deze platen een kleine inkeping aan de onder- of bovenkant?

6.

Hoe wordt bij een pijpenwarmtewisselaar met rechte pijpen het verschil in uitzetting tussen pijpen en huis opgevangen?

7.



**AFBEELDING 5.4** Detail A: afdichting van het schuivende gedeelte

Wat is de functie van de ring nr.14? Waarom is er aan de onderkant van de ring een gaatje in geboord? Hoe noemt men dit gaatje?

8.

Loopt de groef over de gehele binnenomtrek?

9.

Tegen welk verschijnsel worden zinkanodes toegepast? Waardoor ontstaat dit verschijnsel?

10.

Beschrijf van minstens twee verschillende koelers hoe het medium en de koelvloeistof door de koeler kunnen circuleren.

11.

Teken een pijpenwarmtewisselaar.

12.

Op welke manieren kunnen het medium en de koelvloeistof door een koeler worden geleid?

13.

Welke twee functies hebben de pakkingen bij een platenwarmtewisselaar?

14.

Hoe kan je voorkomen dat bij een platenwarmtewisselaar de pakkingen tussen de platen uitgeblazen worden?

15.

Waarvoor dienen de ribbels op de platen van een platenwarmtewisselaar?

16.

Wat geeft over het algemeen een betere warmteoverdracht: meestroom of tegenstroom? Verklaar je antwoord.

17.

Bij welke koelers is vaak sprake van kruisstroom?

18.

Teken een zijaanzicht van een platenwarmtewisselaar en geef de manier van aansluiten aan.

19.

- a. Wat staat er altijd op de frontplaat van een platenwarmtewisselaar in een kader vermeld?
- b. Is dit belangrijk?

## 5 WARMTE OVERDRACHT - VRAAGSTUKKEN

1. Van een koeler is gegeven:
- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| Gemiddeld temperatuurverschil | $t_1 - t_2 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Werkzaam oppervlak            | $A = 20 \text{ m}^2$                    |
| Warmtedoorgangscoefficiënt    | $k = 1200 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$   |

**Gevraagd:**  
De warmtestroom  $Q$  door de koeler.

2. Een koeler heeft een warmtedoorgangscoefficiënt  $k = 1000 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . Deze moet het zoetkoelwater van een motor koelen bij een gemiddeld temperatuurverschil van  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ . De af te voeren warmtestroom uit het motorkoelwater bedraagt  $500 \text{ kW}$ .

**Gevraagd:**  
Het benodigde koeloppervlak  $A$ .

3. In een brandstofvoorwarmer wordt zware brandstof van 50 °C tot 70 °C voorverwarmd door motorkoelwater van 80 °C, dat in de voorwarmer afkoelt tot 60 °C.

- Teken het temperatuurverloop in een grafiek.
- Moet je hier meestroom of tegenstroom toepassen?
- Geef een benaderde waarde voor het gemiddeld temperatuurverschil.

4. In een smeeroliekoeler wordt 12 kg/s smeerolie van 60 °C tot 38 °C afgekoeld door zeewater van 15 °C, dat 5 °C in temperatuur stijgt. De soortelijke warmte van de olie is 2,4 kJ/kg.K en die van zeewater bedraagt 4,3 kJ/kg.K

**Gevraagd:**

De massastroom zeewater.

5. Een klimaatbeheersingsinstallatie heeft voor een deel van een schip een koelcapaciteit van 24 kW ter beschikking. In een warmtewisselaar (verdampert) onttrekt het verdampende koelmiddel warmte aan de lucht.

verdampingstemperatuur koelmiddel	tverd	= -5 °C
luchttemperatuur bij intrede	t1	= 20 °C
luchttemperatuur bij uittrede	t2	= 15 °C
warmteoverdrachtscoëfficiënt	k	= 15 W/m <sup>2</sup> .K

**Gevraagd:**

- De massastroom lucht.
- Het afkoelend oppervlak van de warmtewisselaar, berekend met het rekenkundig gemiddeld temperatuurverschil.
- Teken het temperatuurverloop.

## 5.7 WARMTEDRAGERS

1.

Bereken het gemiddeld temperatuurverschil volgens Grashof voor een koeler, die smeerolie koelt van 80 °C naar 60 °C met water van 40 °C, dat opwarmt tot 50 °C, zowel bij meestroom als bij tegenstroom. Ga voor beide gevallen na hoeveel het antwoord afwijkt van het rekenkundig gemiddelde temperatuur verschil.

2.

Bereken de warmtedoorgangcoëfficiënt k van een schone zoetkoelwaterkoeler die door zeewater wordt gekoeld. De wanddikte van de pijpen is 2 mm, de warmtegeleidingscoëfficiënt van de bronzen pijpen bedraagt 150 W/m.K. Reken met de waarden uit tabel 7 voor gemiddelde snelheid.

3.

Hoe groot moet het afkoelend oppervlak zijn van de koeler uit vraag 1 als de massastroom olie 1,6 kg/s is, colie = 2,5 kJ/kgK en de k-factor 80 W/m<sup>2</sup> K bedraagt?

# 06

## Rendement

Rendement bij energieomzettingen is de verhouding tussen de uitgaande nuttige energie en de energie die er ingaat. In dit hoofdstuk aandacht voor het theoretisch en volumetrisch rendement en het hydraulisch rendement van een pomp.

### 6 RENDEMENT - THEORIEVRAGEN

1.

Waarom is de effectieve opbrengst van een verdringerpomp kleiner dan de theoretische opbrengst?

2.

Wat verstaat men onder het volumetrisch rendement van een pomp?

3.

Waarom is de manometrische opvoerdruk van een pomp kleiner dan de theoretische opvoerdruk?

4.

Wat verstaat men onder het hydraulisch rendement van een pomp?

5.

Waarom komt niet het gehele vermogen dat de aandrijfmotor levert, op de pompzuiger terecht?

6.

Wat verstaat men onder het mechanisch rendement van een pomp?

7.

Wat verstaat men onder het pomprendement?

8.

Welk verschil is er tussen de definitie van het mechanisch rendement van een pomp en van een dieselmotor? Geef de reden van dit verschil.

## 6 RENDEMENT - VRAAGSTUKKEN

1. Een plunjerpomp heeft een slagvolume van  $0,75 \text{ dm}^3$  en maakt 8 pompprocessen per seconde. Het volumetrisch rendement bedraagt 0,85 (= 85 %).

**Gevraagd:**

de theoretische en de werkelijke opbrengst van de pomp.

2. Een dubbelwerkende zuigerpomp heeft een slag van 0,4 m, een zuigerdiameter van 0,25 m, terwijl de stangdiameter verwaarloosd wordt. De pomp maakt 2 pompprocessen (= 2 heen- en 2 teruggaande) per seconde. De opbrengst bedraagt  $70,7 \text{ dm}^3/\text{s}$ .

**Gevraagd:**

de theoretische opbrengst en het volumetrisch rendement.

3. Een enkelwerkende membraanpomp heeft een slagvolume van  $0,8 \text{ dm}^3$ . De pompas maakt 14,4 omwentelingen per minuut. Deze pomp doet er precies 25 minuten over om 2,750 ton water uit een tank te pompen.

**Bereken:**

- de theoretische opbrengst;
- de effectieve opbrengst;
- het volumetrisch rendement.

Bij een membraanpomp vindt geen lekkage plaats langs de verdringer.

- Waarom is het volumetrisch rendement dan niet 1,00 (100 %)?

4. Een dubbelwerkende zuigerpomp heeft een slagvolume van  $5 \text{ dm}^3$ , de pompas maakt 6 omwentelingen per seconde, de manometrische opvoerdruk bedraagt 4 bar. Het volumetrisch rendement is 0,80, het mechanisch rendement is 0,85 en het hydraulisch rendement bedraagt 0,9.

**Bereken:**

- de theoretische opbrengst;
- de werkelijke opbrengst;
- de theoretische opvoerdruk;
- het theoretisch benodigde vermogen;
- het werkelijke benodigde vermogen.

5. Een elektromotor van 10 kW levert 80 % van zijn vermogen aan de pomp, die bij een manometrische opvoerdruk van 4 bar een werkelijke opbrengst heeft van 12,5 dm<sup>3</sup>/s.

**Gevraagd:**

- a. het pompendement;
- b. welke druk kan deze combinatie motor/pomp leveren bij gelijkblijvend pompendement en gelijke opbrengst?