

# MOTORLÆRE

## SKIBSSYSTEMER OG ELTEKNIK



Flemming Hauge Pedersen

MOTORLÆRE, SKIBSSYSTEMER OG ELTEKNIK  
1. udgave 2007  
ISBN: 87-90749-17-0

UDGIVER  
Fiskericirklen

COPYRIGHT  
Fiskericirklen

FORFATTER  
Flemming Hauge Pedersen  
Maskinmester og lektor ved Århus Maskinmesterskole

Projektet er finansieret af Fødevareministeriet og  
EU's Fiskerisektorprogram FIUF.

# INDHOLD

---

	■	FORORD	1
KAPITEL 01	■	FORBRÆNDINGSMOTOR	2
		DIESELMOTOREN	2
		OTTOMOTOREN	2
		MASKINELEMENTER	3
		FORBRÆNDINGSPROCES	11
		4- OG 2-TAKST DIESEL- OG OTTOMOTOR	12
		4-TAKST PRINCIPPET	13
		2-TAKST PRINCIPPET	14
		FORKAMMERMOTOR	14
		KOMPRESSIONSFORHOLD	16
		OTTOMOTOR KONTRA DIESELMOTOR	18
KAPITEL 02	■	GEAR OG PROPELANLÆG	19
		GEARTYPER	19
		STILBARE OG FASTE PROPELANLÆGS FUNKTIONER	21
		VEDLIGEHOLDELSE OG FEJLFINDING	23
KAPITEL 03	■	BRÆNDELSOLIER	24
		SPECIFIKATIONSDATA	24

---

## INDHOLD

	DENSITET	24
	FARVE	24
	VISKOSITET	24
	UKLARHEDS- OG FLYDEPUNKT	25
	FLAMMEPUNKT	25
	ANTÆNDELSESPUNKT	25
	SELVANTÆNDINGSPUNKT	25
	DESTILLATIONSKENDINGSTAL	26
	BRÆNDVÆRDI	26
	SVOVLINDHOLD	26
	INDHOLD AF VAND	26
	ASKEINDHOLD	26
	CETANTAL	26
	OKTANTAL	26
	BRÆNDELSOLIETYPEN	27
	BENZIN	27
	GASOLIE	27
	DIESELolie	28
	FUEL-OLIE	28
	DIESELPEST	28
	TRIMSYSTEMER	29
KAPITEL 04	■ SMØREOLIER OG -MIDLER	30
	SMØREOLIER	30

---

## INDHOLD

SMØREOLIETYPER OG SPECIFIKATIONSDATA	30
GRUPPE 1 SMØREOLIE UDEN ELLER MED ET LILLEINDHOLD AF SELVRENSENDE ADDITIVER	31
GRUPPE 2 SMØREOLIE MED ET HØJT INDHOLD AF ALKALISKE ADDITIVER	32
GRUPPE 3 HEAVY DUTYSELVRENSENDE SMØREOLIER	32
GRUPPE 4 SMØREOLIE TIL DAMPTURBINER	32
GRUPPE 5 SMØREOLIE TIL TRYKOLIEANLÆG (HYDRAULIKOLIER)	32
GRUPPE 6 SMØREOLIE TIL KØLEANLÆG	32
GRUPPE 7 SYNTETISKE OLIER	32
KVALITETKVALIFICERING	32
SAE-NUMRE	33
VISKOSITETSINDEKS	33
FLAMMEPUNKT	33
INDHOLD AF VAND	33
SPEKTROSKOPISK ANALYSE	33
SMØREFEDT	34
<b>KAPITEL 05 ■ BRÆNDSTOFTILFØRSEL</b>	<b>35</b>
BRÆNDSTOFPUMPER	36
BRÆNDSTOFDYSER	37

	REGULATOR _____	38
	BRÆNDSTOFFILTER _____	39
	UDLUFTNING AF BRÆNDSTOFSYSTEM _____	40
	INJEKTORSYSTEMER _____	41
<b>KAPITEL 06</b>	<b>ELEKTRISKE ANLÆG _____</b>	<b>42</b>
	SPÆNDING _____	42
	STRØM _____	43
	MODSTAND (RESISTANS) _____	43
	LEDNINGSNETTET _____	43
	GENERATOR OG GENERATORANLÆG _____	46
	DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE AF GENERATOR _____	48
	GENERATORANLÆG _____	48
	AKKUMULATOR _____	48
	SIKKERHED, SIKRINGER, ISOLATIONSTEST OG FEJLEFINDING _____	50
	SIKKERHED _____	50
	ER ELEKTRICITET FARLIGT? _____	50
	SIKRINGER _____	51
	HVAD ER SIKRINGER? _____	51
	NH-SIKRINGER OG PATRONSIKRINGER _____	52
	PROPSIKRINGER _____	53
	AUTOMATSIKRINGER _____	54
	DEFINITION _____	54
	OPBYGNING OG VIRKEMÅDE _____	54
	ISOLATIONSTEST _____	55

KAPITEL 06		FEJLFINDING	56
KAPITEL 07	■	STARTANLÆG	57
		ELEKTRISKE STARTANLÆG	57
		AKKUMULATOR OG STARTMOTOR	57
		TRYKLUFSTART	58
		HÅNDSTART	59
KAPITEL 08	■	SMØRING AF MOTORER	61
		OLIEKØLER	62
		OLIEFILTER	62
		CJC-FILTER OG CENTRIFUGE	63
KAPITEL 09	■	KØLING	67
		SALTVANDSKØLING	67
		VARMEVEKSLERKØLING	67
		KØLKØLING	68
		FERSKVANDSBEHANDLING I MOTOREN	68
		KØLER OG KØLEPUMPE	68
		CENTRIFUGALPUMPE OG REGULERING	70
		KAVITATION	71
		IMPELLERPUMPER	72
KAPITEL 10	■	MOTORTYPER	73
		BÅDMOTOR - DIESEL OG BENZIN	73
		UDENBORDSMOTOR	75
		STØRRE DIESELMOTOR	77

KAPITEL 11	<span style="color: #4F6078;">■</span>	DRIFTSFORSTYRRELSER _____	89
		GENERELT _____	89
		FEJLFINDINGSSKEMAER FOR DIESELMOTORER _____	90
		FEJLFINDINGSSKEMAER FOR BENZINMOTORER _____	93
KAPITEL 12	<span style="color: #4F6078;">■</span>	LÆNSESYSYSTEMER _____	96
		PUMPER _____	96
		LÆNSEVANDSYSTEMER _____	97
		DRIFT, VEDLIGEHOEDELSE OG FEJLFINDING _____	98
KAPITEL 13	<span style="color: #4F6078;">■</span>	HYDRAULIKANLÆG _____	100
		HØJ- OG LAVTRYKSHYDRAULIK _____	100
		HYDRAULIKSYSTEMER _____	100
		STYREMASKINER _____	102
		DÆKSMASKINERI _____	103
		DRIFT OG VEDLIGEHOEDELSE _____	109
		FEJLFINDING - REPARATIONER _____	110
KAPITEL 14	<span style="color: #4F6078;">■</span>	VEDLIGEHOEDELSESSKEMAER OG MOTORJOURNALER _____	111
		VEDLIGEHOEDELSESSKEMAER _____	111
		MOTORJOURNALER _____	112
KAPITEL 15	<span style="color: #4F6078;">■</span>	SKIBETS BRANDANLÆG _____	114
		UNDERVISNINGSSKIBET ATHENES BRANDSLUKNINGSANLÆG _____	114



KAPITEL 16	■	METODER TIL NØDREPARATION AF SKIBETS SKROG OG RØRSYSTEMER	116
		NØDREPARATION AF SKROG	116
		TÆTNING VED FODRING	116
		TÆTNING VED BRUG AF PLATFORME	117
		TÆTNING AF EN STØRRE SAMMENSTØDSSKADE	117
		NØDREPARATION AF RØRSYSTEMER	118
		GREJ TIL REPARATION	118
KAPITEL 17	■	ADMINISTRATIVE BESTEMMELSER	119
		SØFARTSSTYRELSENS BEKENDTGØRELSE	119
		DUELIGHED I MOTORPASNING	122
		FOREBYGGELSE AF OLIFORURENING	128
	■	LITTERATURHENVISNINGER	119
	■	STIKORDSREGISTER	121

## FORORD

---

### KÆRE UNGE FISKER

Bogen motorlære, skibssystemer og elteknik indeholder en masse nyttig information til dig, der er på havet hver dag. Her kan du f.eks. lære om alt fra brændselsolier til startanlæg. Du får overblik over forskellige motortyper og deres funktion.

Med denne bog bliver du ikke uddannet maskinmester, men du får en rigtig god indsigt, hvordan du håndterer den motor, der er om bord på det fartøj, du arbejder.

Gennem hele bogen er der faktabokse, som forklarer fagudtryk, giver yderligere oplysninger og samler op på de enkelte kapitler.

Velkommen til faget motorlære og god læselyst.

Med venlig hilsen



Niels Wichmann.

# FORBRÆNDINGSMOTOR

*Enhver, der beskæftiger sig med dieselmotorer, bør kende opfinderen af denne maskine. Nedenfor er et kort resume af, hvem han var. Rudolf Diesel blev født i Paris i 1858 af tyske forældre. Under den fransk-tyske krig i 1870 blev de tvunget til at flygte. Derfor kom den unge Diesel til at studere ved universitetet i München, hvor han uddannede sig til ingeniør. Han vendte tilbage til Paris, da hans tidligere professor i München udnævnte ham til direktør i "Company of Refrigeration Machines".*

## DIESELMOTOREN

Den tyske ingeniør Rudolf Diesel blev tidligt opmærksom på, at dampmaskinen kun udnyttede ca. 10 % af brændslets energi. Han brugte resten af sit liv på udviklingen af en mere effektiv kraftmaskine. I 1897 fik han patent på fremtidens forbrændingsmotor, der udnyttede hele 34 % af brændslets energi.



**Rudolf Diesel**  
1858 - 1913  
Frankrig

Fransk ingeniør og opfinder. Diesel udviklede ideen om dieselmotoren i det sidste årti af 1800-tallet, udtog patent på denne i 1893 og byggede en fungerende prototype i 1897.

Til at begynde med blev maskinen kendt som 'Oliemaskinen', men efter proto-typen fik den hurtigt navnet Diesel-maskinen. Ved verdensudstillingen i Paris i 1900 brugte han jordnøddeolie som drivmiddel til maskinen.

Diesel døde under mystiske omstændigheder under en kanaloverfart til England i 1913.

KILDE: WWW.TEKNISKMUSEUM.DK

## OTTOMOTOREN

Før Rudolf Diesel kom på banen havde andre leget med motortankerne, heriblandt tyskeren Nicolaus August Otto.



**Nicolaus August Otto**  
1831 - 1891  
Tyskland

Opfinderen af det såkaldte 4-takts princip. Otto begyndte sine første eksperimenter med 4-takts motoren i 1862.

I 1863 byggede Otto sin første Gaskraftmaskine. I 1864 grundlagde Otto sammen med Eugen Langen firmaet "N.A. Otto & Cie". Otto og Langen udtog i 1866 et preussisk patent på deres atmosfæriske gasmaskiner.

Otto får en guldmedalje på den parisiske verdensudstilling i 1867.

KILDE: WWW.DA.WIKIPEDIA.ORG

Det siges om Rudolf Diesel, at hvis han havde haft det samme forretningstalant som Microsoftstifter Bill Gates, ville han have været god for den dobbelte formue.

Nu ved du lidt om, hvordan det hele startede. Men Diesel og Otto var naturligvis ikke de eneste, der arbejdede med motorer for mere end 150 år siden. Hvis du surfer lidt rundt på internettet via nogle af de ovennævnte links, vil du få kendskab til mange andre interessante 'motor-mennesker', fx brødrene Hovmøller (Burmeister og Wain) og brødrene Sulzer (Sulzer motorer).

Lad os nu gå i gang med at finde ud af, hvordan en dieselmotor er opbygget. Senere i kapitlet vil vi se på, hvordan det hele virker. På figur 1.1 er der nogle små skitser, som viser, hvilke dieselmotortyper, der ligger til grund for nutidens typer. I den

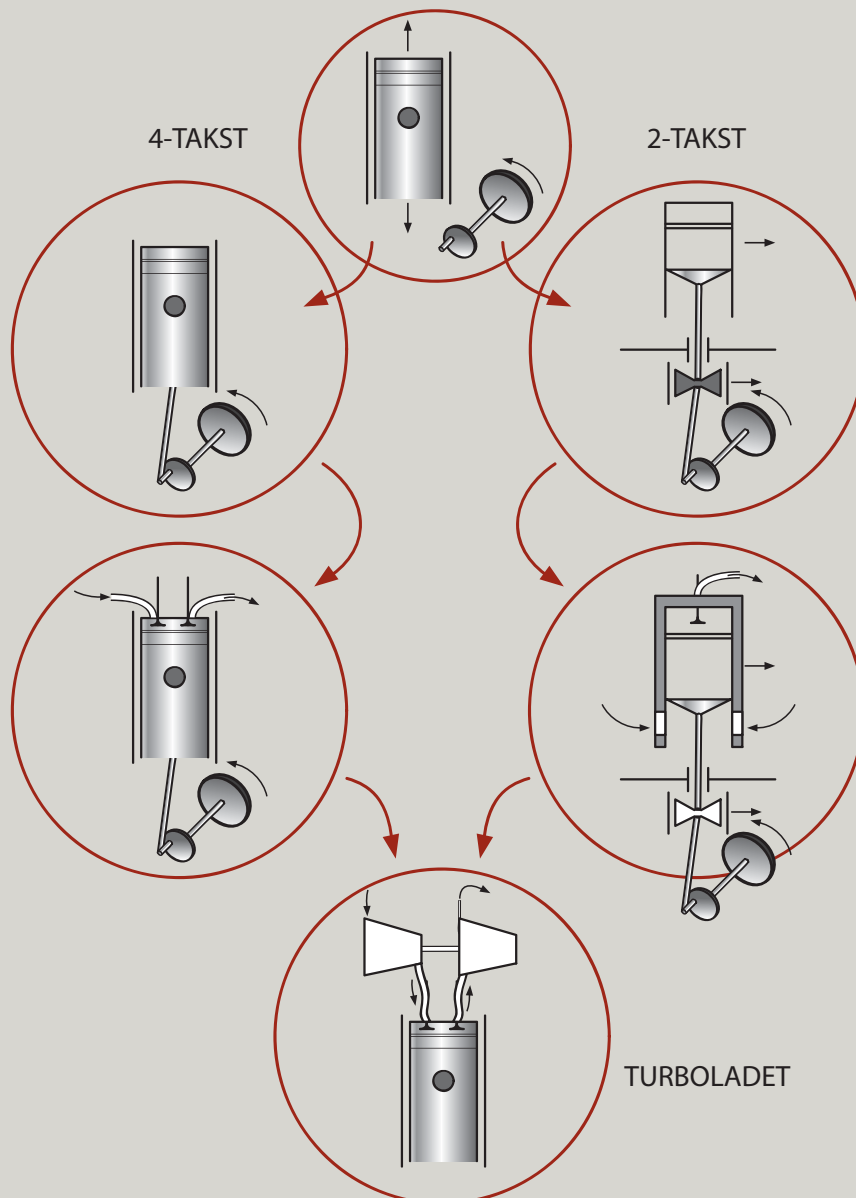
forbindelse vil vi både se på 2- og 4-takts dieselmotorer og ottomotorer.

### MASKINELEMENTER

De motorer, som du kommer til at beskæftige dig med, er i langt de fleste tilfælde 4-takts motorer. Derfor gennemgår vi i det følgende opbygningen af den type.

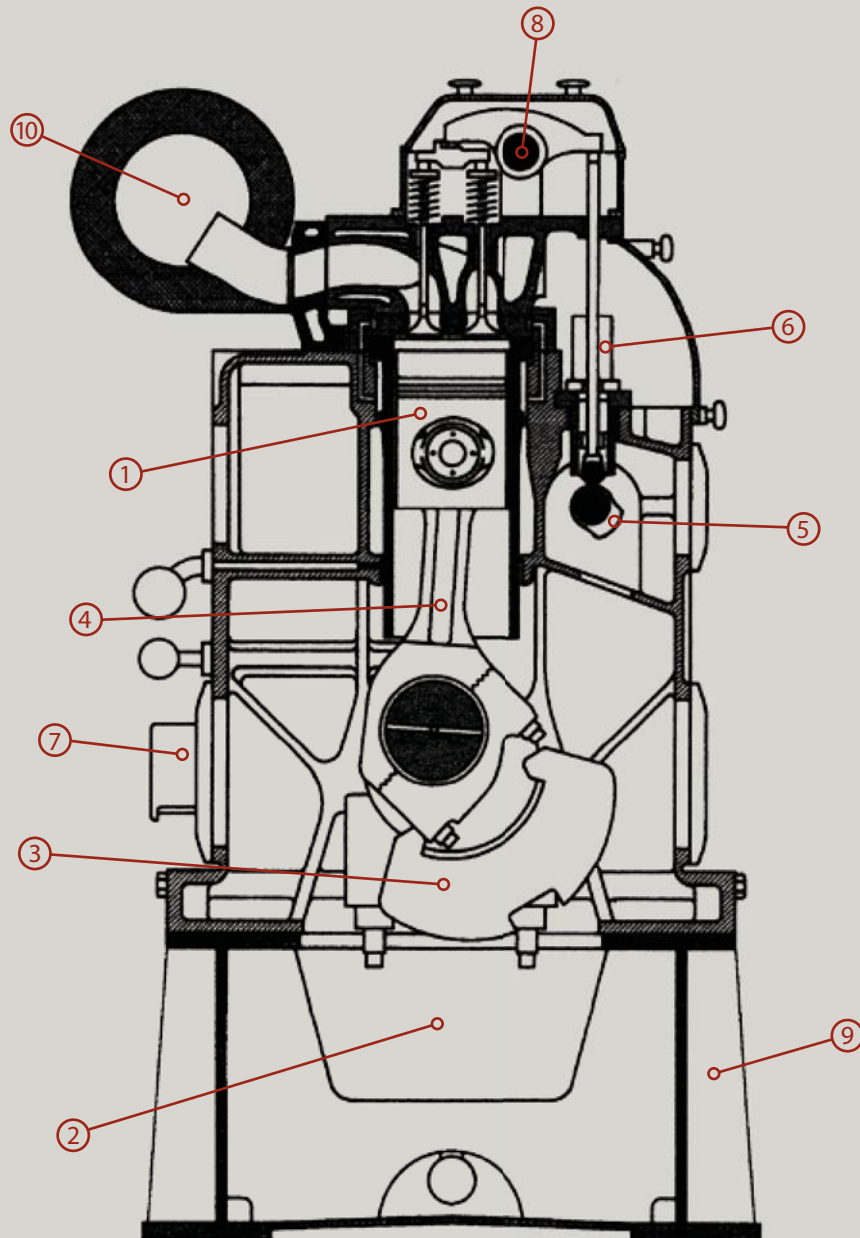
Her er brugt mange billeder, og det betyder, at de forskellige dele ikke nødvendigvis stammer fra den samme motor. Men det betyder ikke noget, for grundlæggende er en motor sammensat af den samme slags dele. Forskellen på motorerne ligger ofte i kvaliteten af delene.

#### 1.1 GRUNDLÆGGENDE TYPER AF DIESELMOTORER



For overblikkets skyld er der valgt en gennemskåret motor i figur 1.2.

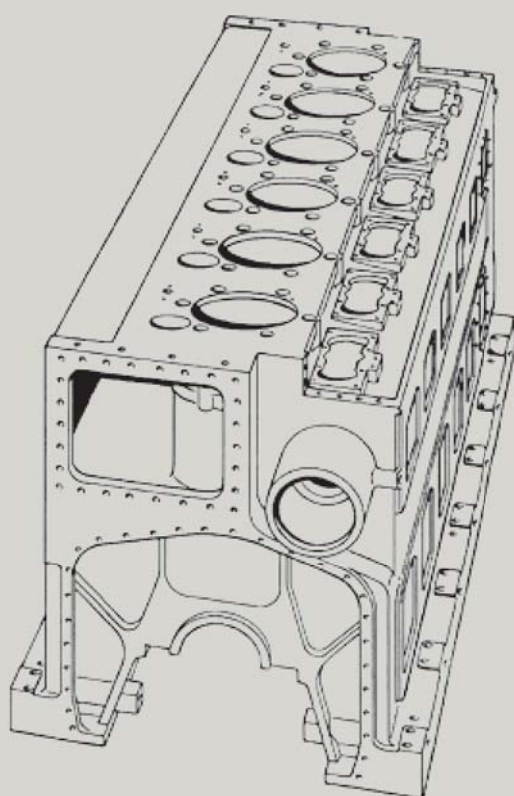
### 1.2 TVÆRSNIT AF DIESELMOTOR



1. STEMPEL
2. BUNDKAR
3. KRUMTAP MED KONTRAVÆGT
4. PLEJLSTANG
5. KNASTAKSEL (KAMAKSEL)
6. BRÆNDSTOFPUMPE
7. EKSPLOSIONSDÆKSEL PÅ KRUMTAPHUS
8. VIPPETØJ FOR VENTILÅBNING
9. BUNDRAMME
10. UDSTØDNINGSRØR

Hvis man starter nedefra på motoren er bundrammen (figur 1.3) boltet fast til skibet.

### 1.3 BUNDRAMME



KILDE: MAN B&W

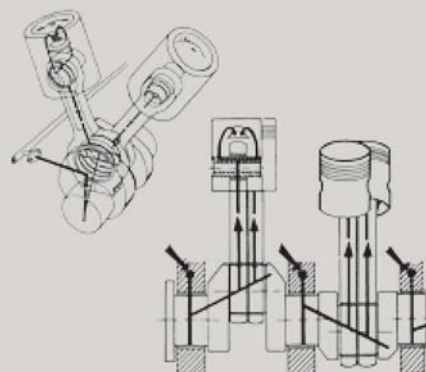
I bundrammen monteres krumtapakslen i de såkaldte hovedlejer (se også figur 1.4).

### 1.4 KRUMTAP



KILDE: MAN B&W

### 1.5 SMØRING AF KRUMTAPLEJER

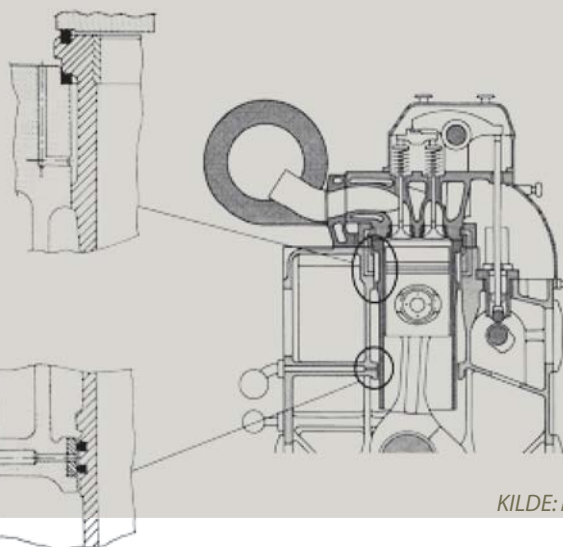


KILDE: MAN B&W

Det er meget vigtigt, at alt er tilspændt korrekt omkring krumtappen.

Det er også vigtigt, at alle dele i krumtaphuset bliver tryksmurt fra en tvunget trukket smøreliepumpe. Et eksempel på krumtapsmøring kan ses i figur 1.5.

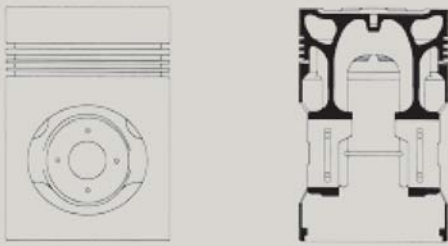
### 1.6 CYLINDERFORING



KILDE: MAN B&W

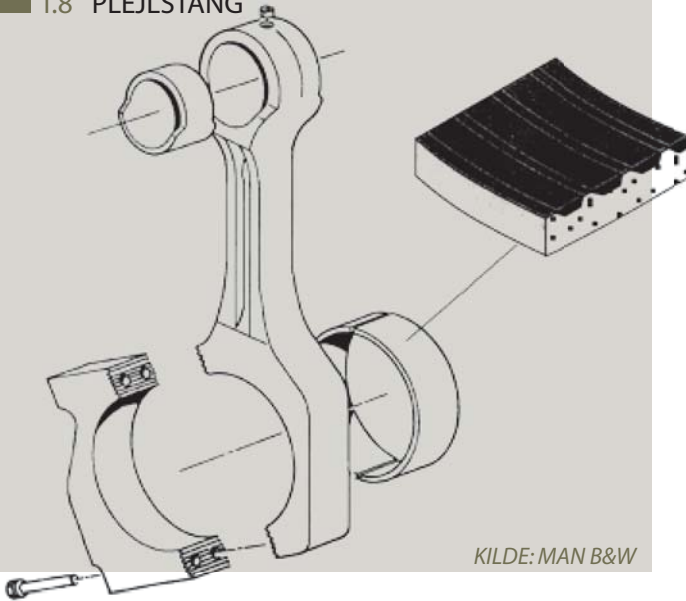
I bundrammen er der boringer, hvor cylinderforingerne (figur 1.6) kan monteres. Motorens stempler (figur 1.7) monteres på plejlstængerne (figur 1.8) og de sænkes ned i foringerne, og plejlstængerne monteres på krumtapakslen.

## 1.7 STEMPEL



KILDE: MAN B&amp;W

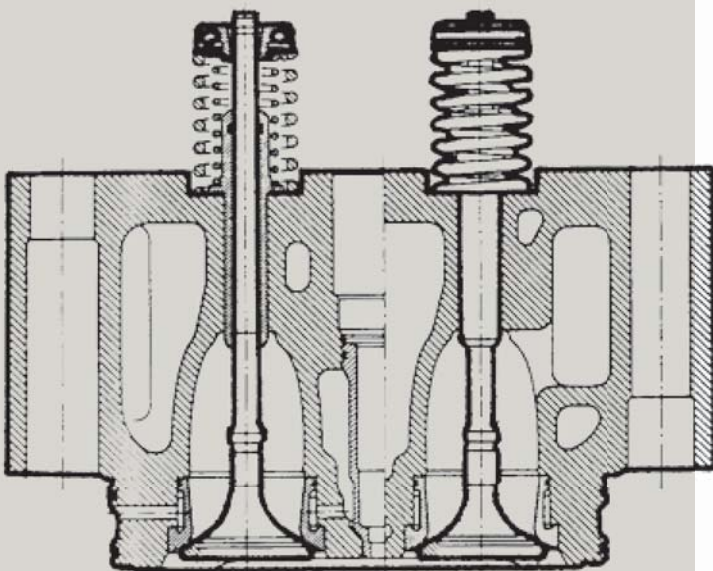
## 1.8 PLEJLSTANG



KILDE: MAN B&amp;W

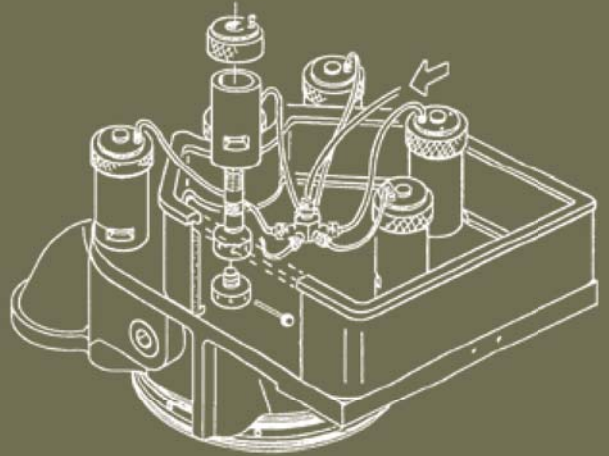
Nu lukkes cylinderforingerne med et topstykke/cylinderdæksel (figur1.9).

## 1.9 CYLINDERDÆKSEL



KILDE: MAN B&amp;W

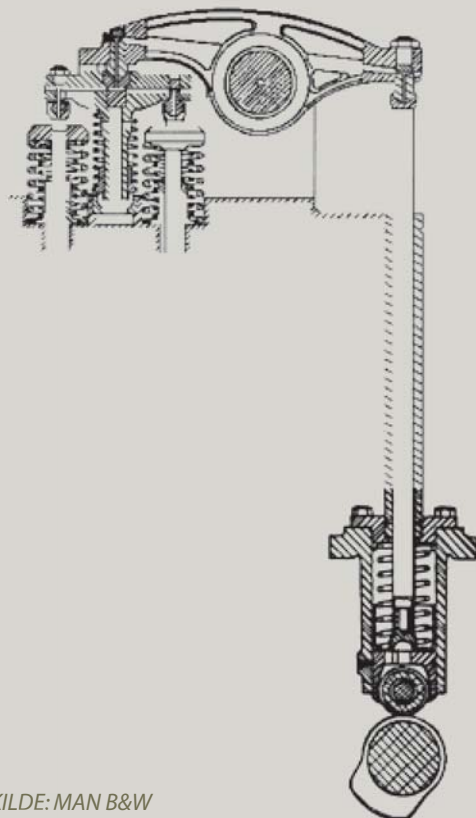
På små motorer er topstykket normalt fremstillet til at dække for alle cylindrene, mens der på større motorer er et topstykke på hver cylinder. På større motorer monteres topstykkerne ofte med hydraulisk værktøj for at sikre en ensartet tilspænding.



fakta

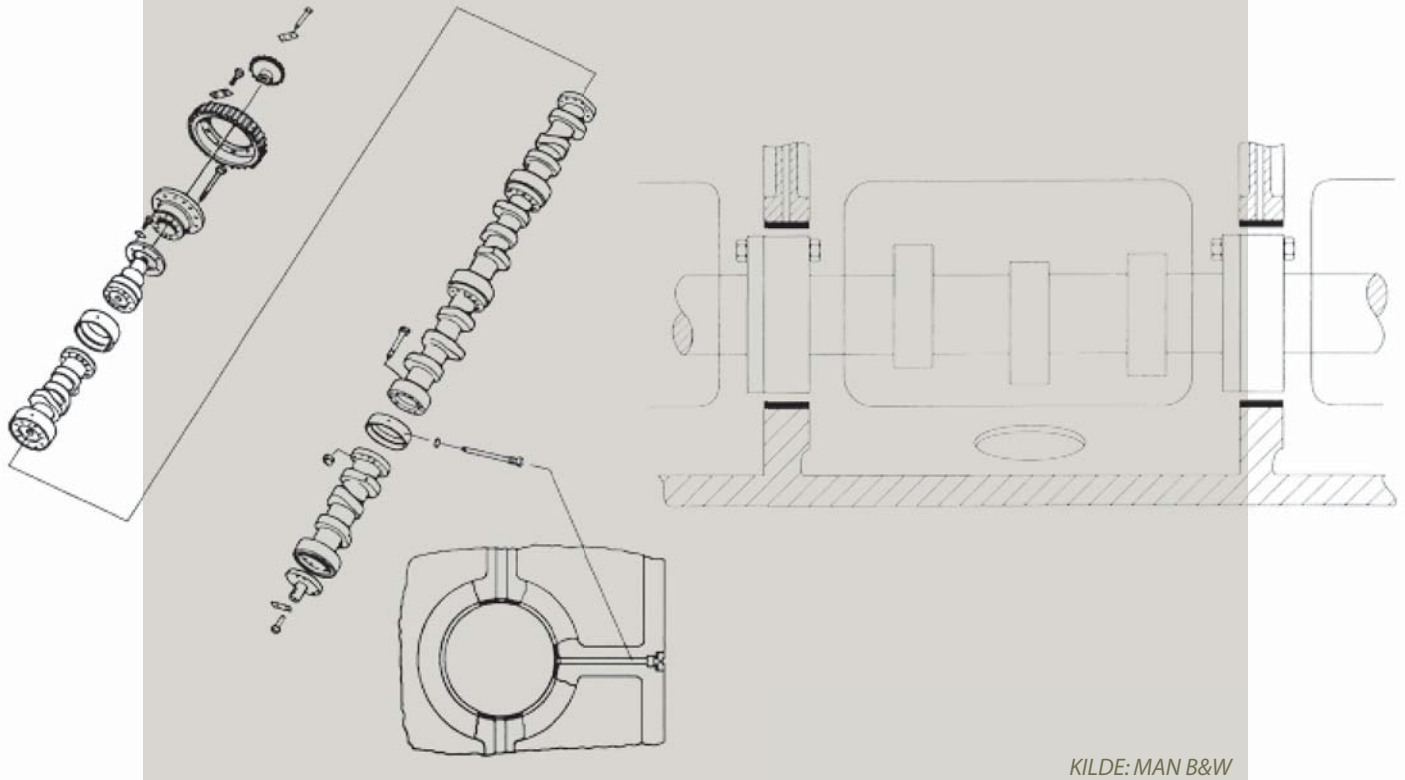
For at styre ventilbevægelsen (figur1.10) på udstødnings- og indsugningsventilerne samt indsprøjtningen af dieselolie er der

## 1.10 VENTILDREV



KILDE: MAN B&amp;W

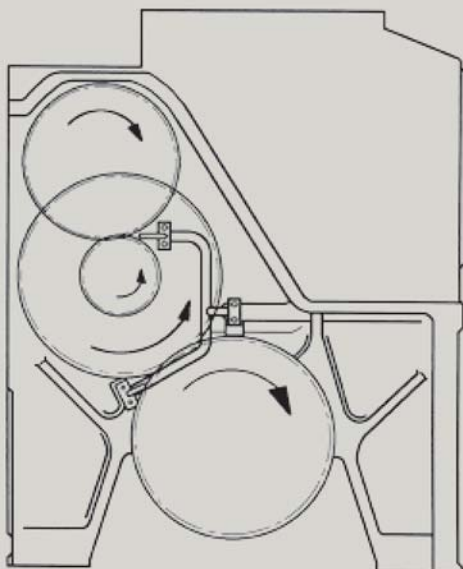
## 1.11 KAMAKSEL OG KAMAKSELSEKTION



på motoren monteret en knastaksel/kam-aksel (figur 1.11), der er trukket via tandhjul af krumtappen (figur 1.12). Det kræver en ganske bestemt justering af kammene

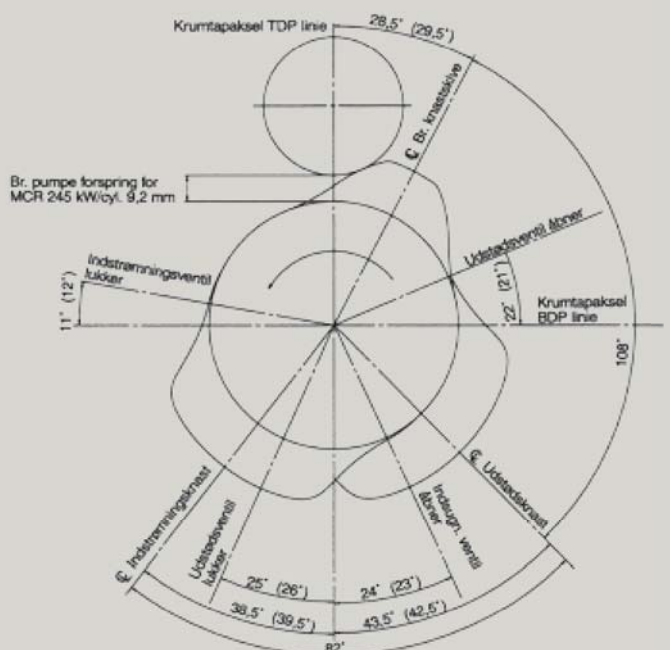
på kamakslen for at få motoren til at køre rigtigt. I figur 1.13 er vist et såkaldt styringsvinkeldiagram, som viser lidt om, hvordan en motor er justeret.

## 1.12 KAMAKSELDREV



KILDE: MAN B&amp;W

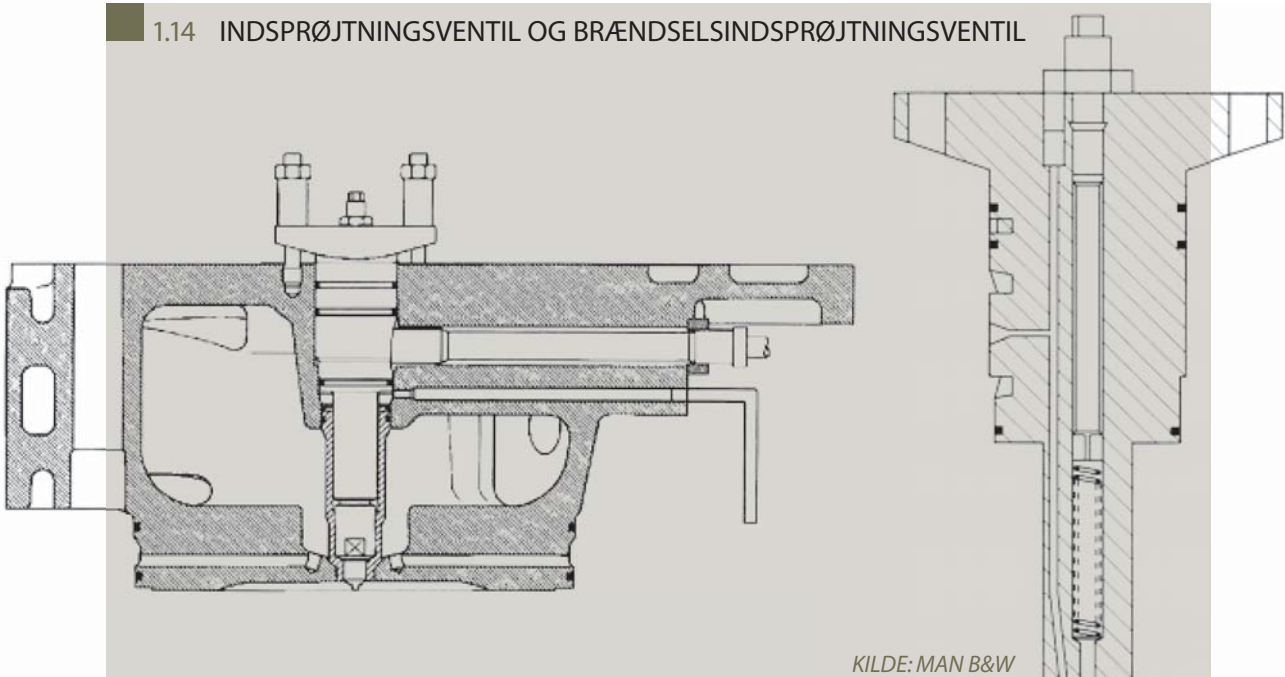
## 1.13 STYRINGSVINKLER FOR BRÆNDELSPUMPE OG VENTILER



KILDE: MAN B&amp;W

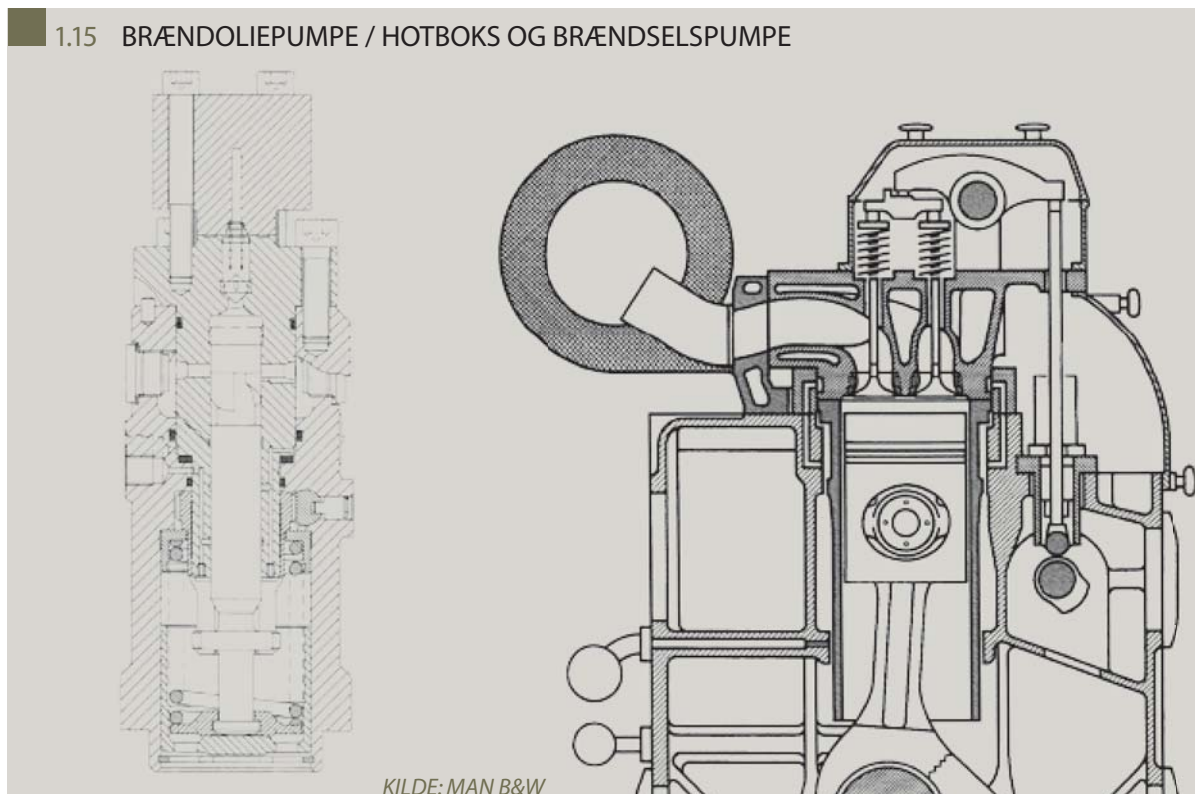


## 1.14 INDSPRØJTINGSVENTIL OG BRÆNDELSINDSPRØJTINGSVENTIL

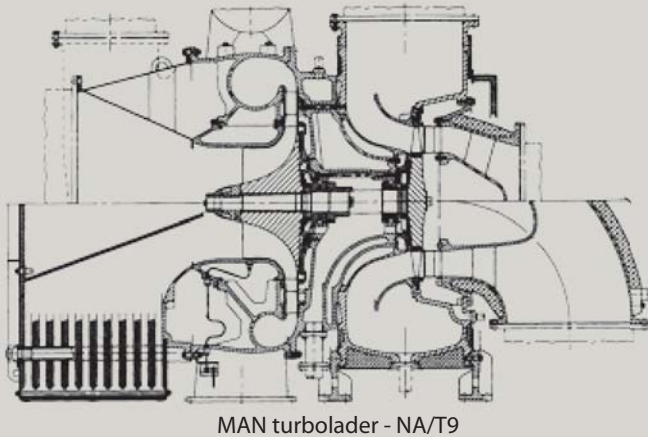


I topstykket/topdækslet er der normalt monteret en brændselolieventil (figur 1.14). Brændselolieventilen får tilført brændselolie via en højtrykspumpe (figur 1.15), der enten er en pumpe pr. cylinder eller, som på mindre motorer, er en blok-pumpe. Brændstoffet indsprøjtes normalt med et tryk på 500-1000 bar.

## 1.15 BRÆNDOLIEPUMPE / HOTBOKS OG BRÆNDELSPUMPE



## 1.16 TURBOLADERE



MAN turbolader - NA/T9

KILDE: MAN B&amp;W

Til forbrænding af olie kræves en hel del luft. Som tommelfingerregel skal man regne med, at 1 kg olie kræver 50 kg atmosfærisk luft. Det betyder, at motoren skal udstyres med en luftpumpe, som vi kalder en turbolader (figur 1.16). Turboladeren består af en gasturbine, der får tilført udstødningsgas. Herved bringes blæserhjulet, der er monteret på samme aksel, i rotation, hvorved det indsuger og komprimerer luften til forbrændingen.

Denne proces varmer luften op til henved 200°C. Det betyder, at luften fylder uforholdsmæssig meget, og derfor er det nødvendigt, at køle den ned. Det sikres ved, at der på motoren er monteret en ladeluftkøler, der enten er kølet af ferskvand eller saltvand (figur 1.17).

Ovennævnte beskrivelse med tilhørende skitser og billeder giver et overblik over de væsentligste dele på en skibsdieselmotor. Men det er altid nødvendigt at sætte sig grundigt ind i det aktuelle skibs motorinstallation med tilhørende instruktionsbøger, inden man giver sig i kast med drift og vedligeholdelse.

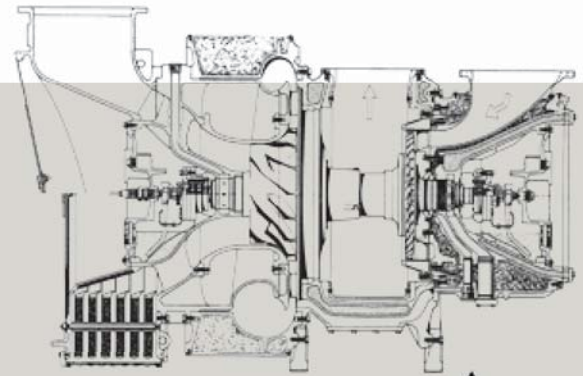
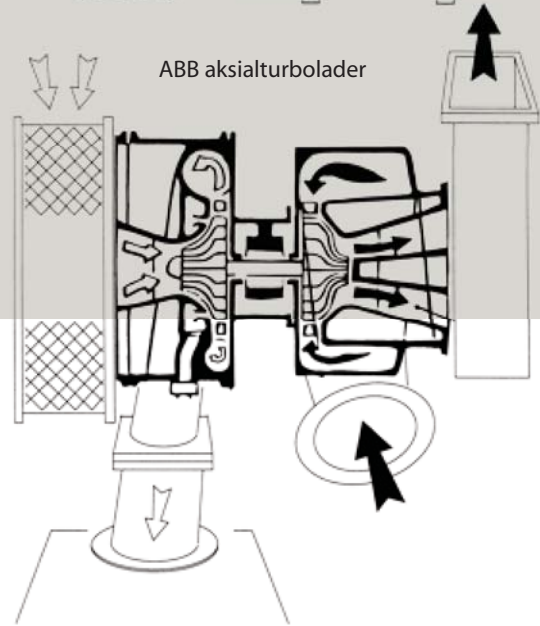
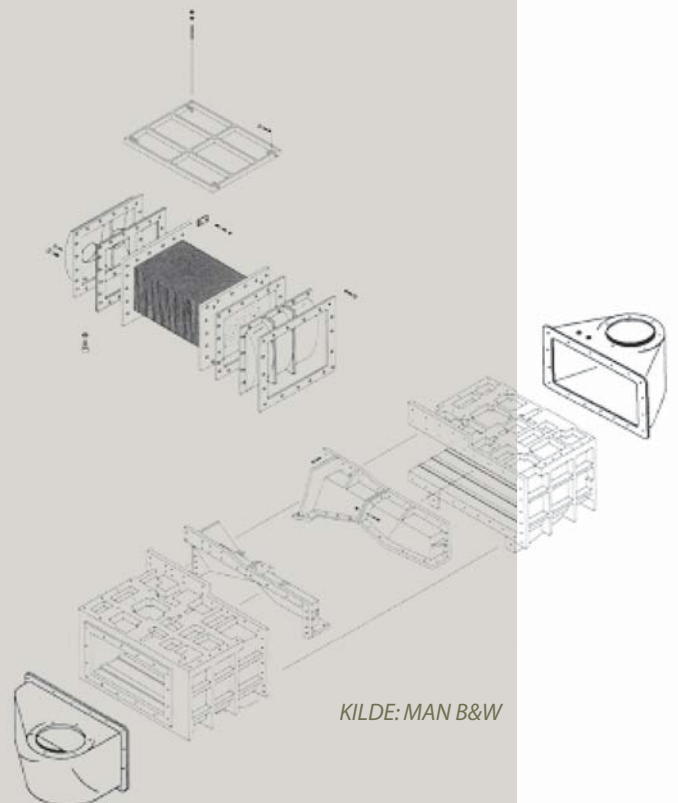


ABB aksialturbolader



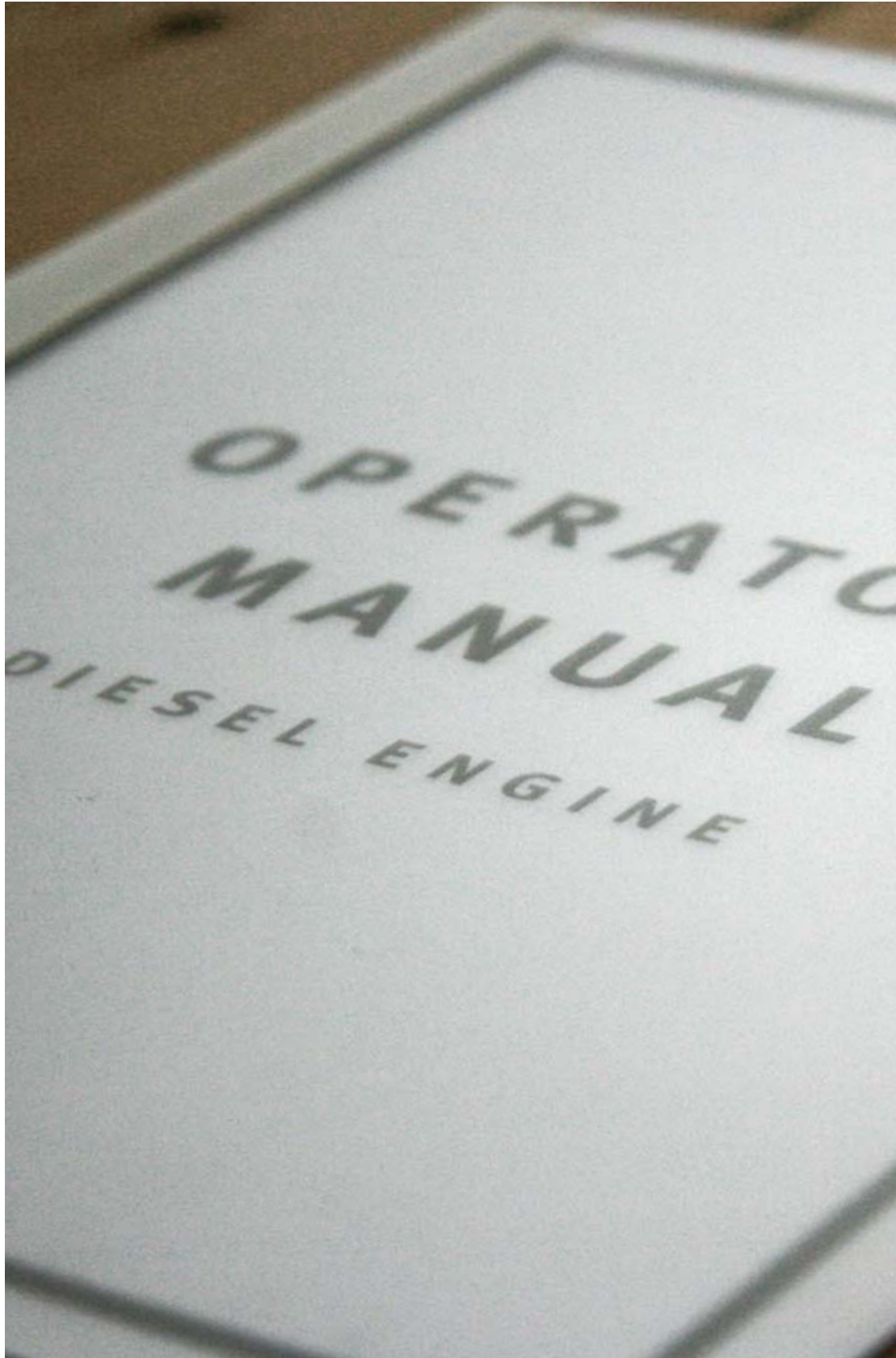
## 1.17 LADELUFTKØLER



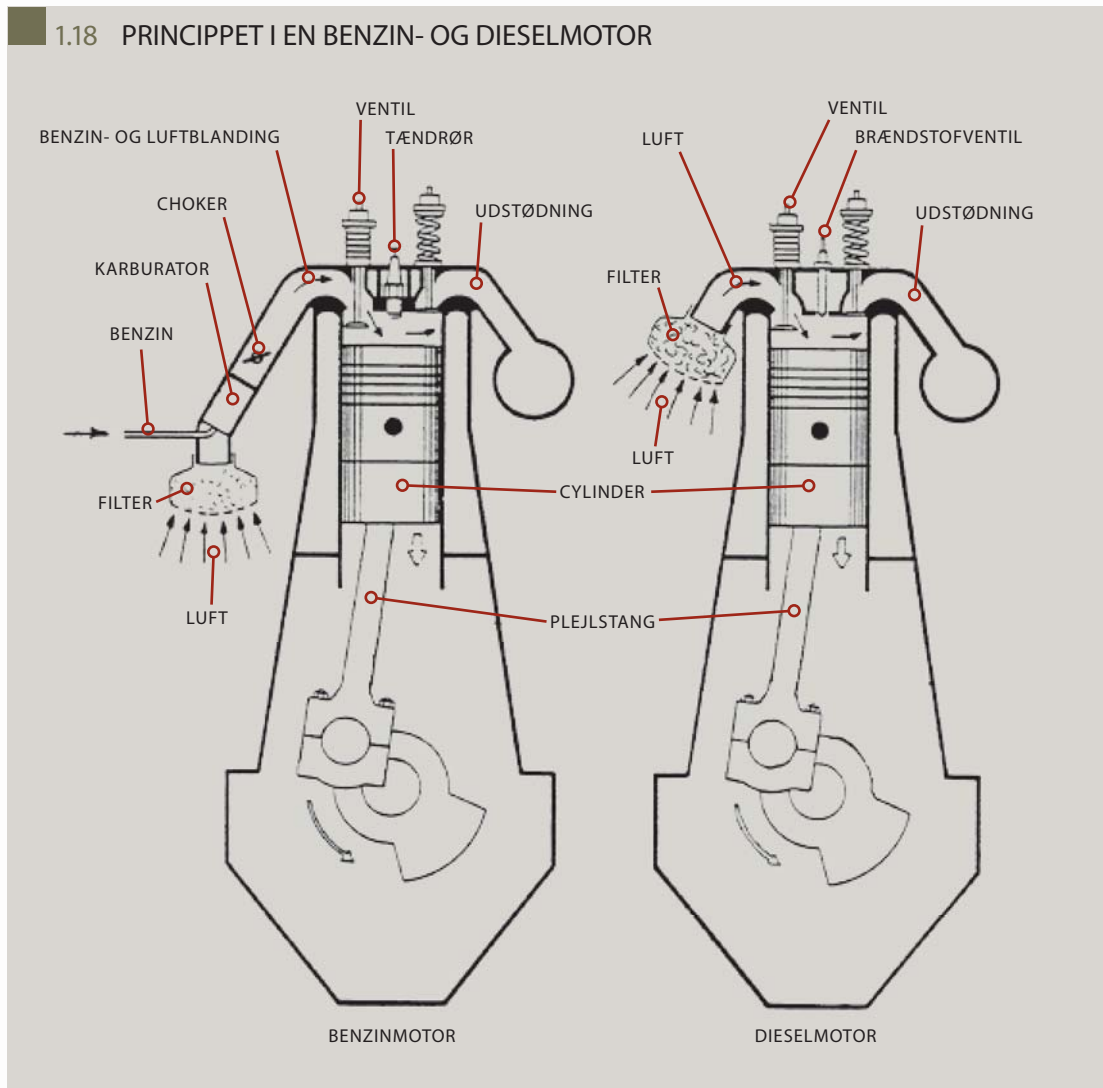
KILDE: MAN B&amp;W

Det er særlig vigtigt i forhold til vedligeholdelse. Brug altid motorens instruktionsbogsanvisninger, og anvend altid originale reservedele. Der ligger tusindvis af forsknings- og udviklingstimer i designet af en dieselmotor, og derfor kan det være en

rigtig dum ide, at fikle lidt for meget med tingene selv. Lad dig ikke friste af billige kopivarer. Så ender det måske med, at fx en udstødsventilspindel knækker under drift med disse følger.



## 1.18 PRINCIPPET I EN BENZIN- OG DIESELMOTOR



## FORBRÆNDINGSPROCES

Forbrændingsprocessen i en motors cylindre bliver udført ved at tilføre en brændbar blanding af brændstof og luft. Som tidligere nævnt kræver afbrænding af 1 kg olie en ganske bestemt mængde ilt (oxygen). Det betyder, at den maksimale mængde brændstof, der kan forbrændes, afhænger af hvor meget ilt, der er tilstede.

I atmosfærisk luft er iltprocenten 21% vol. Energien, som udløses ved forbrændingen, frembringer meget høje temperaturer. Det bevirker, at trykket stiger, og denne trykstigning omdannes via motorens stempel

og krumtap til mekanisk arbejde. Forbrændingsprocessen sættes enten i gang ved at olie-luftblandingen selvantænder eller med hjælp fra en gnist.

Når forbrændingen er afsluttet og forbrændingsprodukterne (dvs udstødningsgassen) er ekspanderet til et tryk lige omkring atmosfærens, lukkes udstødgassen normalt ud i det fri via turboladeren. Når udstødgassen er ledt bort, fyldes cylindren igen med frisk luft eller en blanding af luft og brændstof. Det kan ske ved selvansug (motorer uden turbolader) eller via en turbolader.

Man skelner altså mellem to væsentligt forskellige motortyper. De adskiller sig fra hinanden ved at forbrændingsprocessen finder sted på to forskellige måder i cylinderen. Som indledningsvis beskrevet taler man om - ottomotorer og dieselmotorer. De er begge opkaldt efter deres opfindere. I figur 1.18 er vist et par meget simple udgaver af de to motorer.

I ottomotoren indføres en brændbar, eksplosiv blanding af brændsel og luft, som man kalder ladningen, i cylinderen.

kunne finde sted, da det kun er luft, som komprimeres. Tændingen sker først, når man efter kompressionen sprøjter forstøvet brændstof ind i cylinderrummet via brændselsolieventilen.

#### 4- OG 2-TAKTS DIESEL- OG OTTOMOTOR

Arbejdsprocesserne for de to motortyper kan udføres på to forskellige måder. Man taler om 4-takts princippet og 2-takts princippet.

##### DISSE TAKTER KALDER MAN

###### 1. TAKT

Indsugningslaget (stemplet bevæger sig fra top til bund).

###### 2. TAKT

Kompressionsslaget (stemplet bevæger sig fra bund til top).

###### 3. TAKT

Ekspansionslaget (stemplet bevæger sig fra top til bund).

###### 4. TAKT

Udstødningslaget (stemplet bevæger sig fra bund til top).

## 4 takter

Ladningen komprimeres under stemplets opadgående slag. Antændelsen finder sted umiddelbart før, stemplet når topdødpunktet. Antændelsen af ladningen finder ofte sted ved hjælp af en gnist fra et tændrør, og forbrændingen sker som en eksplosionslignende forpufning. Derfor kaldes motoren en eksplosionsmotor. Kompressionen i en sådan motor må naturligvis ikke være høj, for det kan medføre selvantændelse af ladningen på grund af den høje kompressionsvarme. Derfor er det heller ikke muligt at anvende et alt for højt kompressionsforhold, jf. figur 1.21.

I dieselmotoren bliver atmosfærisk luft suget eller trykket ind i cylinderen. Luften komprimeres til et meget højt tryk (op til 150 bar i nogle motorer) med et stor temperaturstigning til følge. Selvantændelse og dermed for tidlig tænding vil ikke

En 4-takts motor har selvfølgelig 4 takter. Det betyder altså, at en 4-takts motors krumtap roterer 2 omgange for hver arbejdsproces. Bemærk, at knastakslens krumtap roterer 1 omgang for hver arbejdsproces.

En 2-takts motor har selvfølgelig 2 takter. Det betyder altså, at en 2-takts motors krumtap roterer 1 omgang for hver arbejdsproces. Knastakslens krumtap roterer ligeledes 1 omgang for hver arbejdsproces.

## 2 takter

##### DISSE TAKTER KALDER MAN:

###### 1. TAKT

Kompressionsslaget (stemplet bevæger sig fra bund til top).

###### 2. TAKT

Ekspansionslaget (stemplet bevæger sig fra top til bund).

## 4-TAKTS PRINCIPPET

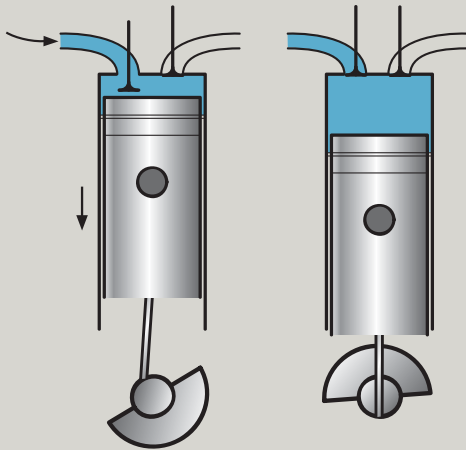
Det var en overordnet beskrivelse af, hvordan motorerne i princippet virker. Med hjælp fra skitserne i figur 1.19 gennemgås 4-takts-princippet.

Dieselmotoren og ottomotoren virker på principielt samme måde. Den eneste forskel er, at dieselolien selvantænder i dieselmotoren, mens ladningen i en ottomotor kræver en gnist fra tændrøret.

### 1.19 4-TAKSPRINCIPPET

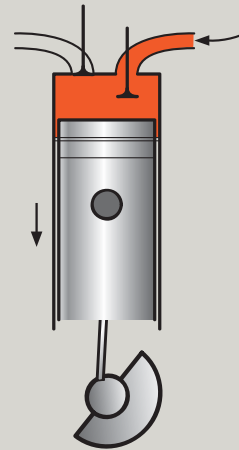
#### 1. TAKT

Stemplet er i top og begynder sin nedadgående bevægelse. Indsugningsventilen åbner, og der suges eller trykkes luft ind i cylinderen. Når stemplet er i bund, lukker indsugningsventilen.



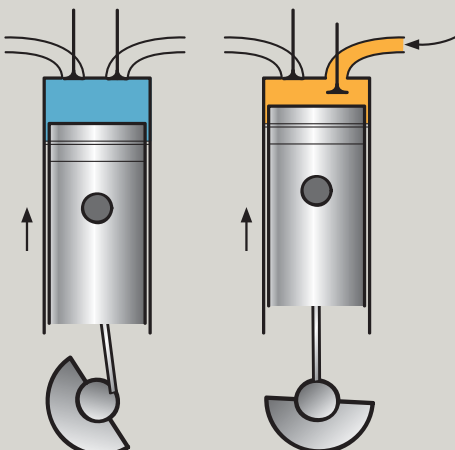
#### 3. TAKT

Det derved opståede forbrændingstryk trykker nu stemplet ned i cylinderen igen, hvorved der afsættes arbejde i krumtappen. Stemplet når til sidst igen ned i bunddødpunktet.



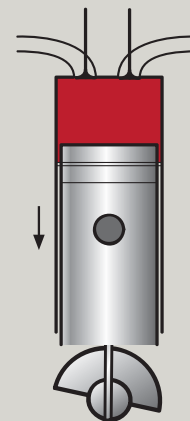
#### 2. TAKT

Stemplet begynder at bevæge sig op i cylinderen og komprimerer derved den indespærrede luft. Når stemplet er meget tæt på topdødpunktet, sprøjtes der brændstof ind i cylinderen via brændstofventilen. Brændstoffet antænder på grund af kompressionsvarmen.



#### 4. TAKT

Udstødningsventilen åbner, og forbrændingsprodukterne/røggassen strømmer ud, mens stemplet atter bevæger sig op mod topdødpunktet.



## 2-TAKTS PRINCIPPET

De to takter i en 2-takts motor skal også beskrives nærmere. En moderne 2-takts motor er udstyret med en udstødningsventil, men ikke nogen indsugningsventil. Til gengæld har den nogle indsugningsporte. Portenes placering i bunden af cylinderforingen gør, at luften til forbrændingen skal trykkes ind af en blæser eller en turbolader. På figur 1.20 begynder vi med, at stemplet er i bunddødpunkt, så skylleluftportene er blottede, og udstødsventilen står åben. Frisk luft strømmer igennem cylinderen og blæser den gamle udstødningsgas ud.

Her kunne vi også gennemgå principperne i 2-takts ottomotoren, men den fungerer som beskrevet under 4-takts motoren.

## FORKAMMERMOTOR

Der findes en mindre type dieselmotor, hvor forbrændingsrummet er delt op i to rum, forkammeret og hovedforbrændingsrummet (arbejds-cylinder). De to rum er forbundet med hinanden igennem relativt små huller.

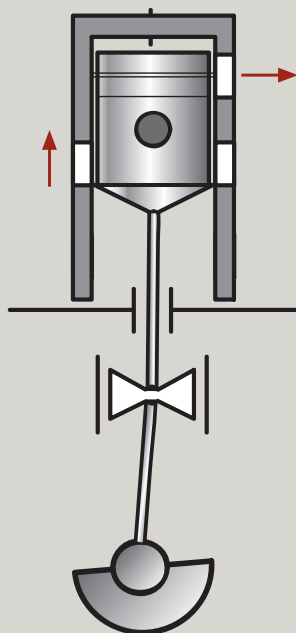
Under motorens kompressionslag komprimeres luften til 60-80 bar, og ved slutningen af slaget sprøjtes brændselsolie ind i forkammeret gennem et enkelt, relativt stort hul i brændstofventilen. Indsprøjtningstrykket er ret lavt, normalt ca. 200-300 bar.

I forkammeret sker en delvis forbrænding af den indsprøjtede og forstøvede brændselsolie.

### 1.20 2-TAKTSPRINCIPPET

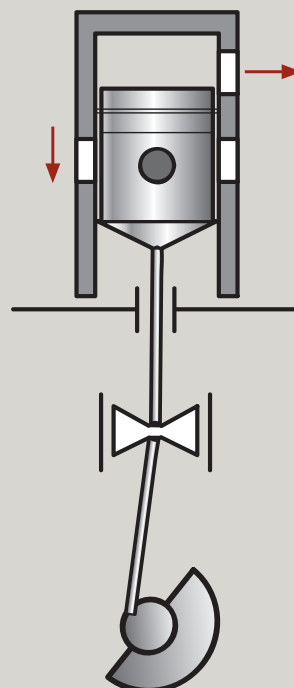
#### 1. TAKT

Stemplet bevæger sig opad, og så snart indsugningsportene er lukkede, gør udstødsventilen det samme. Nu starter kompressionen. Når stemplet har nået topdødpunkt, indsprøjtes brændstoffet som antænder på grund af den høje temperatur.



#### 2. TAKT

Det opståede forbrændingstryk trykker nu stemplet ned i cylinderen igen og afsætter sit arbejde i krumtappen. Lige før stemplet igen blottet skylleluftportene, åbner udstødningsventilen og tager trykket af cylinderen. På den måde strømmer skylleluften ind gennem portene og presser gassen ud, så snart portene blottes.



Herved opstår der et forbrændingstryk, som blæser resten af de endnu brændbare dele af brændselsolien fra forkammeret ind i arbejds cylinderen, hvor den afsluttende forbrænding finder sted.

Ved indsprøjtningen i forkammeret behøver brændselsolien ikke at være så fint forstøvet, som tilfældet er ved den normale dieselmotor med direkte indsprøjtning. Det skyldes, at forkammerets volumen er så lille, at en fuldstændig forbrænding i forkammeret alligevel ikke kan finde sted på grund af iltmangel.

Forkammerets størrelse er normalt valgt sådan, at iltindholdet i det netop svarer til brændstofmængden med motoren i tomgang. Det betyder, at temperaturen af forkammerets vægge ved alle belastninger bliver tilstrækkelig høj til at undgå koksaflejringer.

## fakta

For at forhindre en efterforbrænding i cylinderen skal brændselsolien ved indsprøjtningen i forkammeret sprøjtes så tæt som muligt hen til hullerne, der forbinder forkammer og arbejds cylinder.

Herved opnås, at brændselsolien straks presses ud i arbejds cylinderen – det sker fordi den begyndende forbrændingsproces i forkammeret øger trykket. Af samme grund skal indsprøjtningens periode være kort.

Der er naturligvis både ulemper og fordele ved at anvende forkammerprincippet i stedet for direkte indsprøjtning i arbejds cylinderen.

Den direkte indsprøjtning er relativ følsom på grund af de fine dysehuller i brændstofventilen, som let tilstoppes af forureninger i brændselsolien.

Her imod bevirker de store dysehuller i brændstofventilerne til en forkammermotor, at man sjældent har problemer med tilstoppede brændstoffdyser. Til gengæld betyder varmeafgivelsen fra forkammeret til det omgivende kølevand et let øget brændstofforbrug.

En forkammermotor arbejder som regel roligere og 'blødere' end en dieselmotor med direkte indsprøjtning. Det skyldes, at forbrændingstrykket, på grund af forbrændingsrummets opdeling, stiger langsommere, end det gør i en tilsvarende dieselmotor med direkte indsprøjtning.

Hvis motoren er kold, kan det være vanskeligere at starte en forkammermotor, fordi de kølende overflader er relativt store, og en del af kompressionsvarmen ledes væk med kølevandet, der omgiver forkammeret. Man kan korrigere for denne mangel ved at forøge kompressionsforholdet, så man ved slutningen af kompressionslaget opnår samme lufttemperatur som ved en dieselmotor med direkte indsprøjtning.

Hvis man ikke vil forhøje kompressionsforholdet, kan man under starten anvende en elektrisk glødespiral eller en tændpatron (der populært kaldes 'en smøg') bestående af papir imprægneret med salpeter.



## KOMPRESSIONSFORHOLD

Flere steder i teksten er udtrykket 'kompressionsforhold' brugt som noget der har betydning for antændelsestidspunktet i motoren. Vi skal lige have defineret, hvad kompressionsforholdet egentlig er.

Det er klart, at man ikke kan tillade, at stemplet i en cylinder rammer topstykket, når det er i øverste stilling (topdødpunktet). Derfor er der i alle motorer altid et lille volumen mellem stempel og topstykke, når stemplet er i topdødpunktet.

Man kalder dette volumen for det skadelige rum ( $V_{sk}$ ). Når stemplet er i sin nederste position, bunddødpunkt, vil der oven over stemplet være et volumen, som er summen af slagvoluminet ( $V_s$ ) og det skadelige rum ( $V_{sk}$ ). Vi kan nu definere kompressionsforholdet som forholdet mellem voluminet over stemplet i henholdsvis bund- og topstilling.

Kompressionsforholdet  $\epsilon$  er:

$$\epsilon = \frac{V_{sk} + V_s}{V_{sk}}$$

### SLAGVOLUMINET

Er det volumen, der fremkommer, hvis man ganger cylinderarealet med stemplets slaglængde.

### $\epsilon$

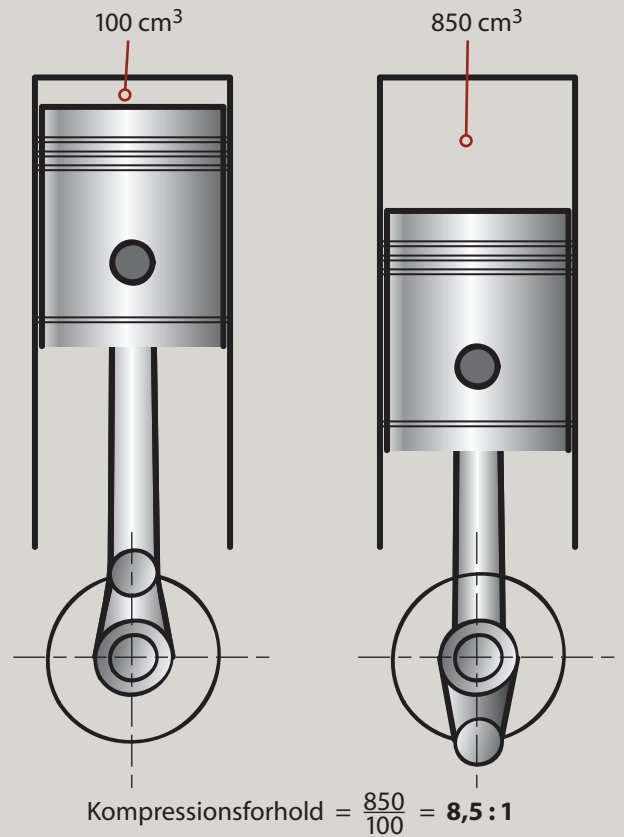
Det 'omvendte' 3-tal er det græske bogstav epsilon. Det bruges som formeltegnet for kompressionsforholdet.

*fakta*

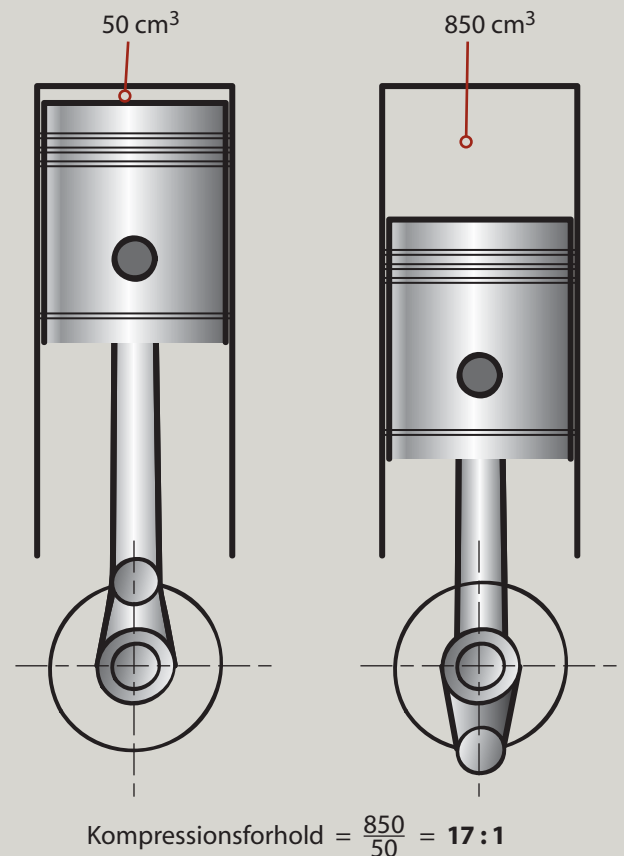
I figur 1.21 er ovennævnte tekst omsat til tegninger.

## 1.21 KOMPRESSIONSFORHOLD

### BENZINMOTOR



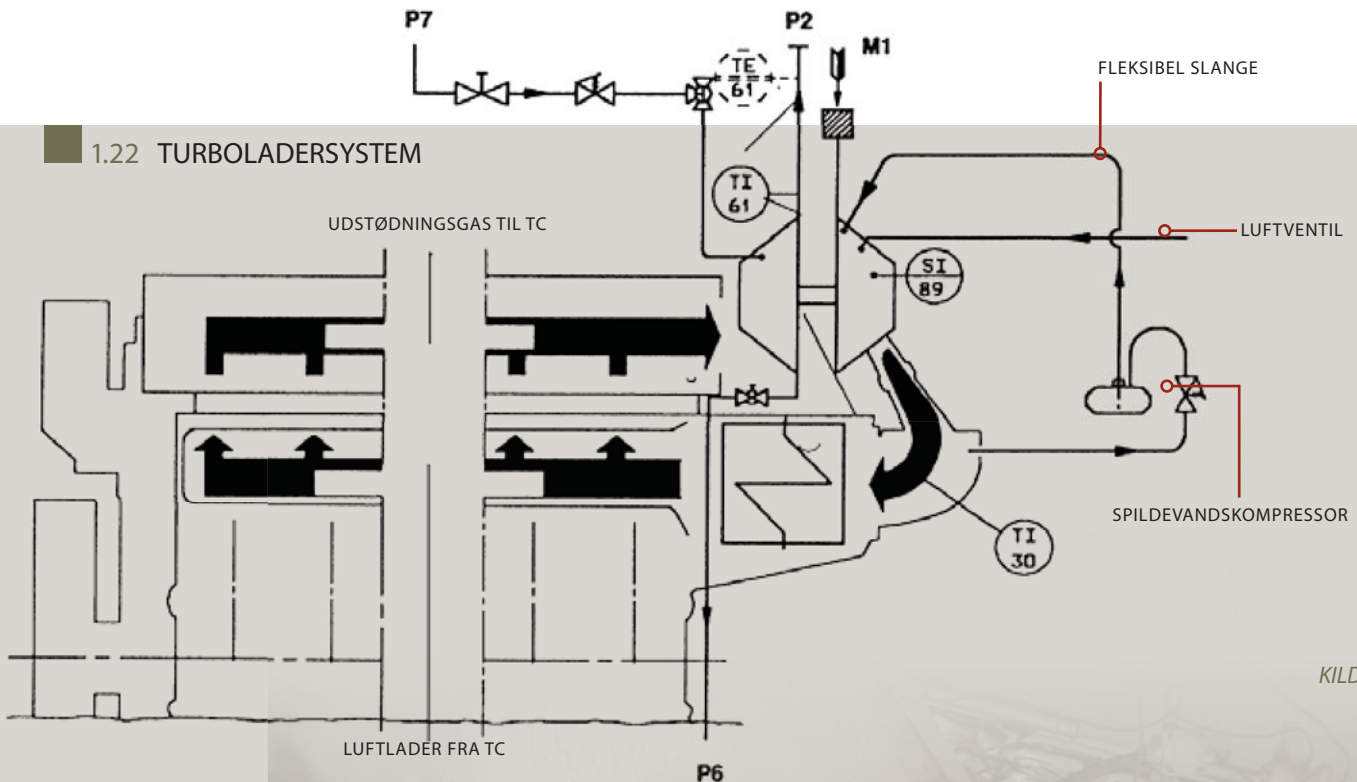
### DIESELMOTOR



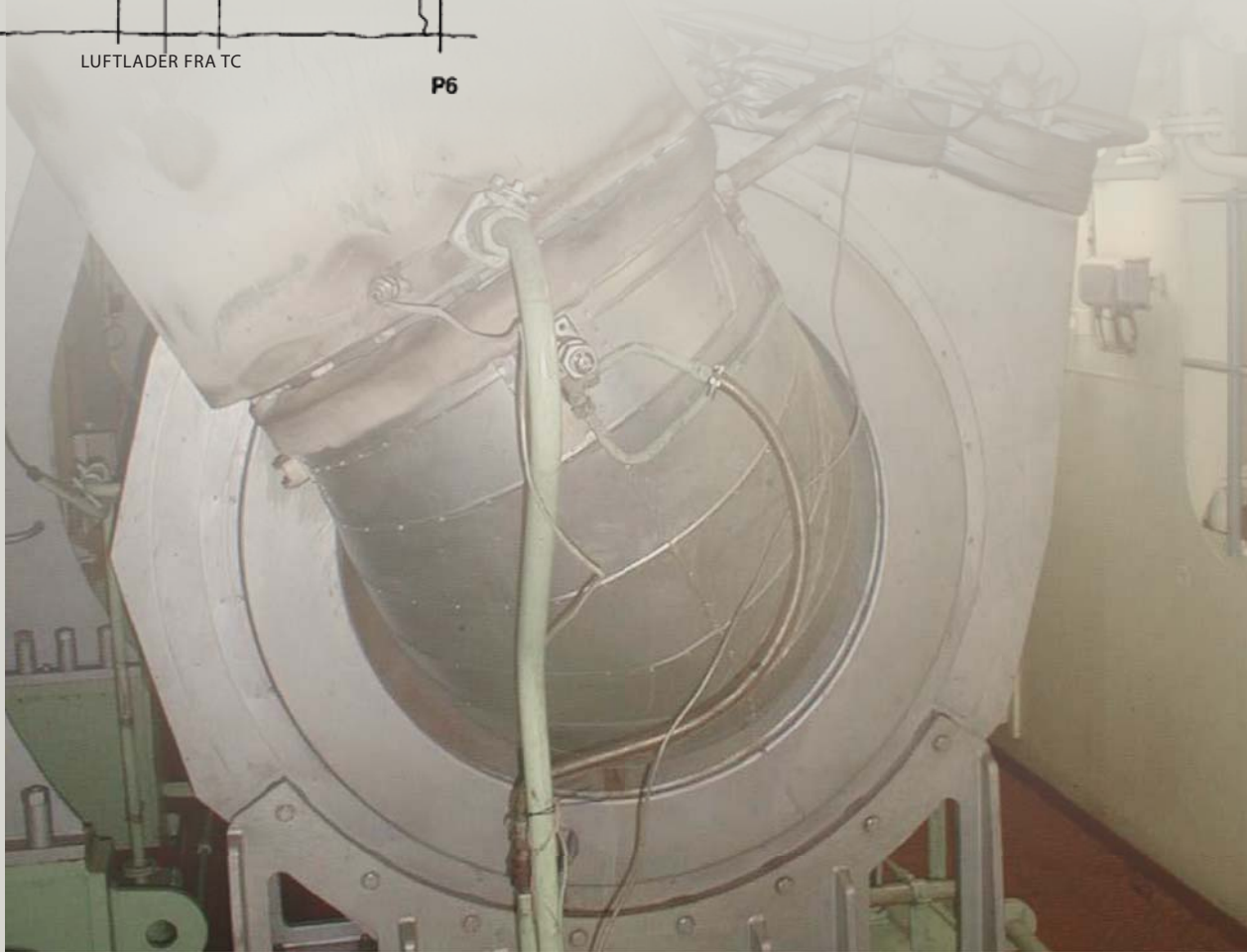
Det betyder, at blæserhjulet indsuger og komprimerer luften, som så efterfølgende bliver afkølet i ladeluftkøleren. Resultatet bliver, at motoren får tilført op til 5 gange den luftmængde, som den selv vil kunne indsuget, og det betyder igen, at der kan forbrændes en hel del mere brændstof.

Turboladeren sørger for, at motorens ydelse øges med helt op til 40 %.

I figur 1.22 ses et turboladersystem.



KILDE: MAN B&W



## OTTOMOTOR KONTRA DIESELMOTOR

Det er altid blevet diskuteret - blandt både fag- og lægfolk – om dieselmotorer er bedre end ottomotorer eller om det forholder sig omvendt.

Diskussionen er egentlig irrelevant set i forhold til den maritime verden, for håndteringen af brændstoffet til ottomotoren er meget besværlig og typen er derfor helt forbudt i handelsflåden.

Loven siger, at brændstof med et flammepunkt under 60°C ikke må opbevares i tanke, der indgår i skibets konstruktion.

Alligevel kommer her et skema, der viser forskellige karakteristika for de to typer af maskiner.

	OTTOMOTOR	DIESELMOTOR
Hvad kaldes de	benzinmotor lavtryksmotor eksplosionsmotor	højtryksmotor
Brændstof	benzin petroleum gas diverse bioprodukter	gasolie dieselolie fuel-olie fuel/gas = duel fuel
Indsugning	ladningen (brændstof og luft)	luft
Antændelse sker med	gnist fra tændrør	ved selvantændelse på grund af kompressionsvarmen
Kompressionsforhold	8-15	15-30
Kompressionstryk	10-15 bar	40-150 bar
Forbrændingstryk	12-20 bar	50- 220 bar
Brændstofftilførsel	reguleres ved hjælp af gasspjældet, der lukker en større eller mindre luftmængde gennem karburatoren. Ladningen sendes ind via en direkte indsprøjtning (elektronisk indsprøjtning)	reguleres ved at ændre brændstofmængden fra brændstofhøjtrykspumpen, som reguleres fra motorens omdrejningsregulator
Start	normalt el-start kan startes med håndkraft	kan startes med håndkraft el-start hydraulisk startanordning med komprimeret luft

## GEAR OG PROPELANLÆG

*Der er ofte uoverensstemmelse mellem en skibsmotors omløbstal og det omløbstal, som skibets propel skal arbejde med. Det betyder, at der skal indskydes noget mekanik, der kan ændre dette forhold. Mekanikken kaldes et gear. Langt de fleste store skibe er udstyret med faste propeller, medens små skibe normalt bruger stilbare udgaver. Det er overordnet, størrelsen der bestemmer valget, idet propellere over 7 m i diameter ikke kan fås i stilbar udgave. Fiskeskibe vil som udgangspunkt være udstyret med stilbare propellere.*

### GEARTYPER

Alle kender en cykel. Foran ved pedalerne sidder et stort tandhjul, og på siden af baghjulet er der monteret et mindre tandhjul. De fleste har sikkert lagt mærke til, at jo større tandhjulet er foran, og jo mindre tandhjulet er bagpå, desto sværere er det at træde rundt på pedalerne. Nogle cykler har flere tandhjul til at skifte imellem, så man kan afpasse, hvor hårdt eller let det er at træde pedalerne rundt – cyklen er udstyret med udvendige gear. Andre cykler er udstyret med et såkaldt indvendigt gear. Det fungerer principielt på samme måde, men er opbygget lidt mere kompliceret.

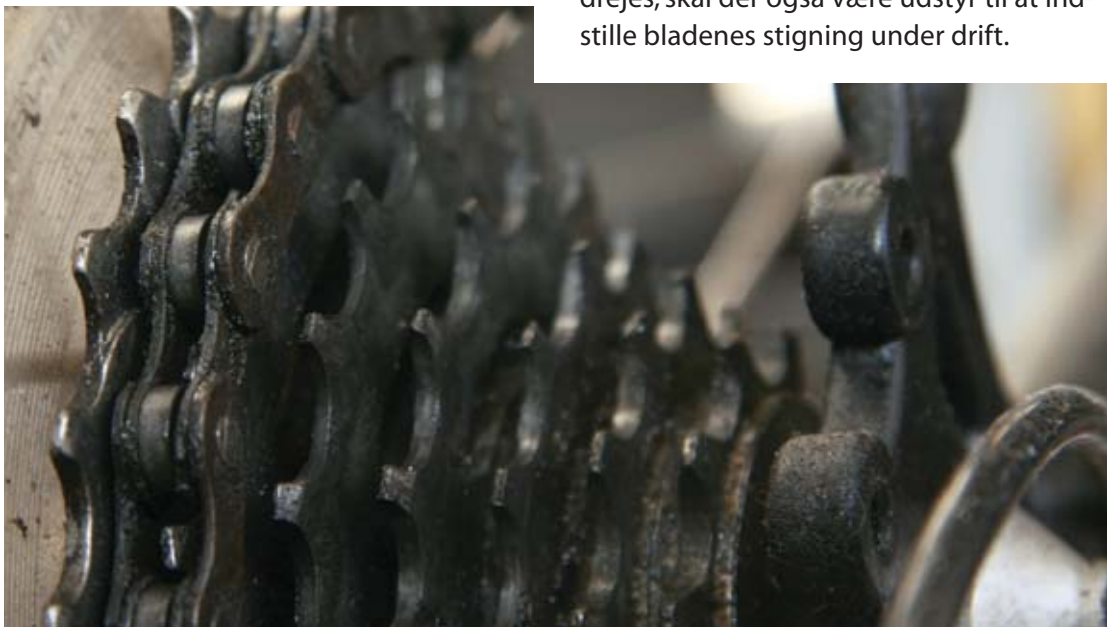
I den maritime verden, har man også forskellige maskiner, der på en eller anden måde er gearret i forhold til drivmotoren. Der findes et hav af geartyper, som alle fungerer ved hjælp af tandhjulsudveksling. Drivakslen har et tandhjul med et antal tænder, som så driver en anden aksel med et andet antal tænder.

Prøv at tænke tilbage på beskrivelsen af 4-takts motoren: Der kører krumtappen, som driver knastakslen, 2 omgange for hver gang knastakslen har bevæget sig 1. Altså en gearing på 2:1. Forholdet på 2-takts motoren er 1:1.

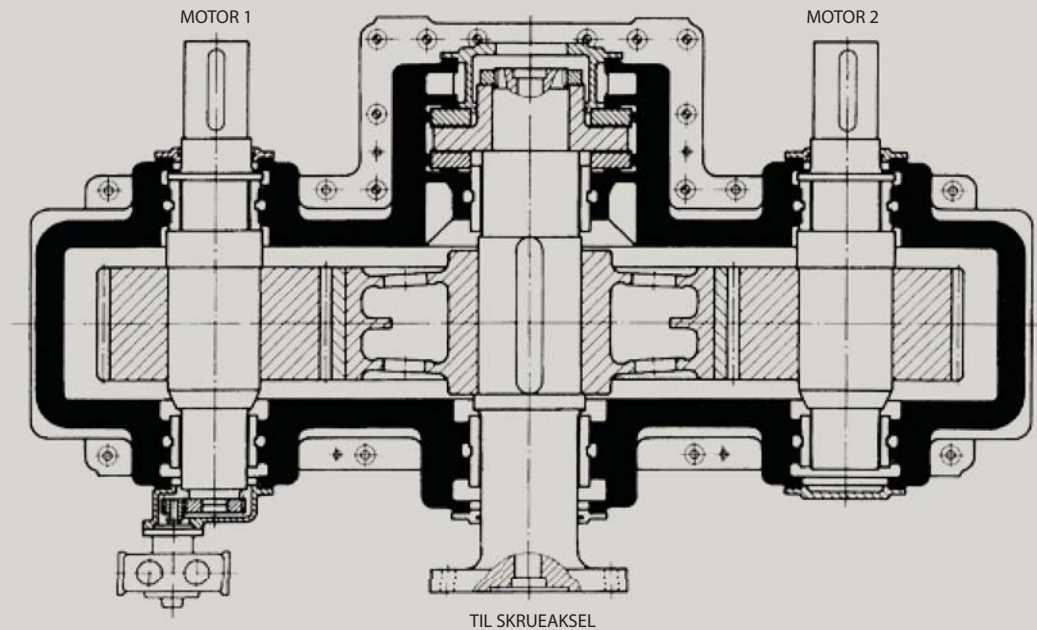
Da Bjarne Riis kørte fra alt og alle i Tour de France var hans gearing op ad bjerget 55 tænder foran og 11 bagpå, altså 5:1.

fakta

På et skib er der i fremdrivningsmaskineriet altid indgået nogle kompromiser vedrørende omdrejningshastighederne på motorerne og på propellen. Når skibet er udstyret med en mindre eller mellemstor motor, vil motoren altid have et højere omløbstal, end det der er optimalt for propellen. Det gælder også, hvis båden er udstyret med 2 motorer. Det betyder, at der må skydes et reduktionsgear ind mellem motoren og propellen. Hvis ydermere propellen er af typen, hvor bladene kan drejes, skal der også være udstyr til at indstille bladernes stigning under drift.



## 2.1 2-MOTORS GEAR



KILDE: MAN B&amp;W

I figur 2.1 ses et sådan 2-motors gear. Gearet vil være tilkøbt dieselmotorerne med en elastisk kobling og en udrykkerkobling, undertiden kombineret til en enhed, hvor lamellerne sammentrykkes af lufttryk eller ved en indbygget hydraulisk aktiveret lamelkobling.

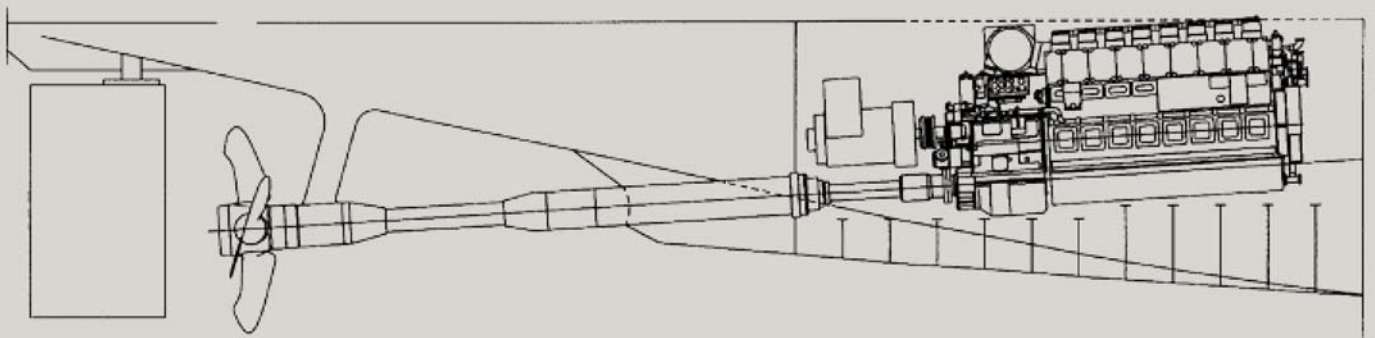
Lejer og tryklejer er af samme type som enkeltmotor gearet og som regel sker smøringen af lejerne med olie fra en påbygget oliepumpe.

Et færdigt anlæg kan se ud som i figur 2.2.

En såkaldt stilbar propel eller på engelsk en CP (controlable pitch).

*fakta*

## 2.2 GEARANLÆG



KILDE: MAN B&amp;W

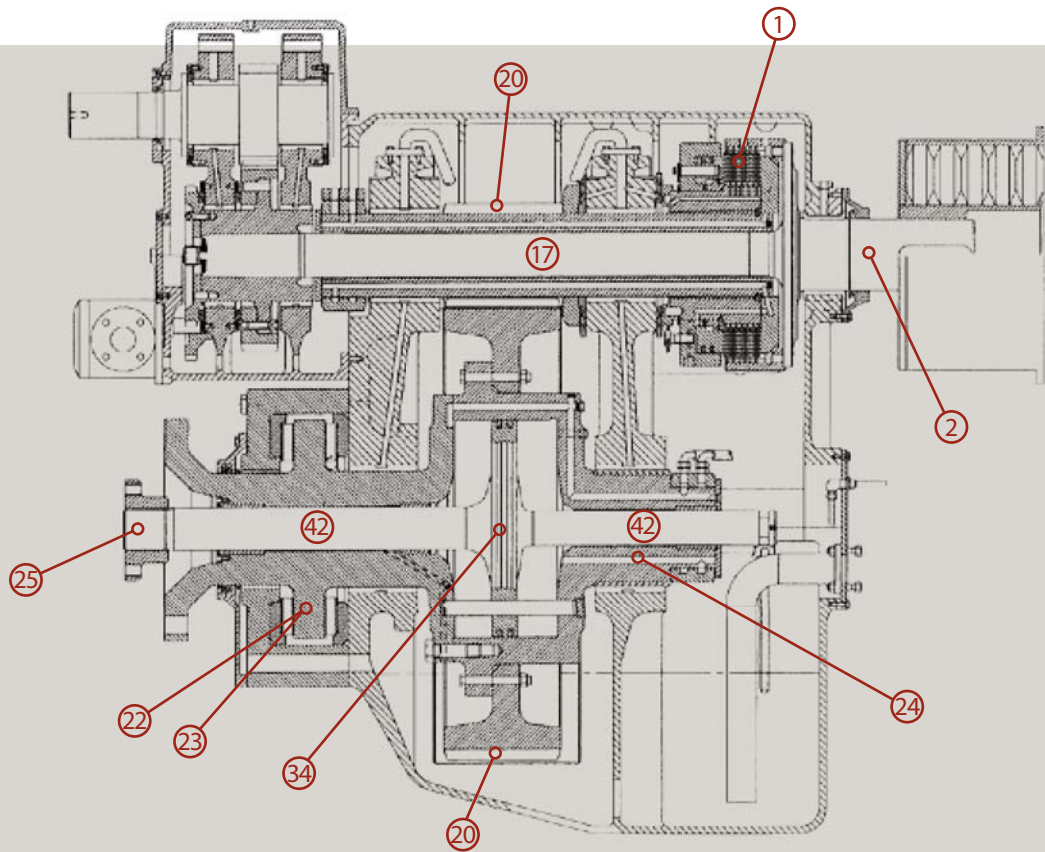
### 2.3 REDUKTIONSGEAR

Gearet kan være af typen som er vist i figur 2.3, hvor hovedmotoren trækker via koblingen 1 koblingsakslen 2. Koblingsakslen trækker kraftudtagsakslen 17 via tandhjulet 20 trækkes trykakslen 24.

Trykakslen, der er hul, indeholder servostemplet 34, hvor man ved at lede olie på enten den ene eller den anden side af stemplet kan skubbe servostempelstangen 42 frem og tilbage.

Servostempelstangen har via flangen 25 fat i propellerskifte-stangen. Tryklejet er 22 og 23 for henholdsvis frem og bak.

Med denne konstruktion har man en kobling, et reduktionsgear, et trykleje og en skiftemekanisme til den stilbare propel i en og samme enhed.



KILDE: MAN B&W

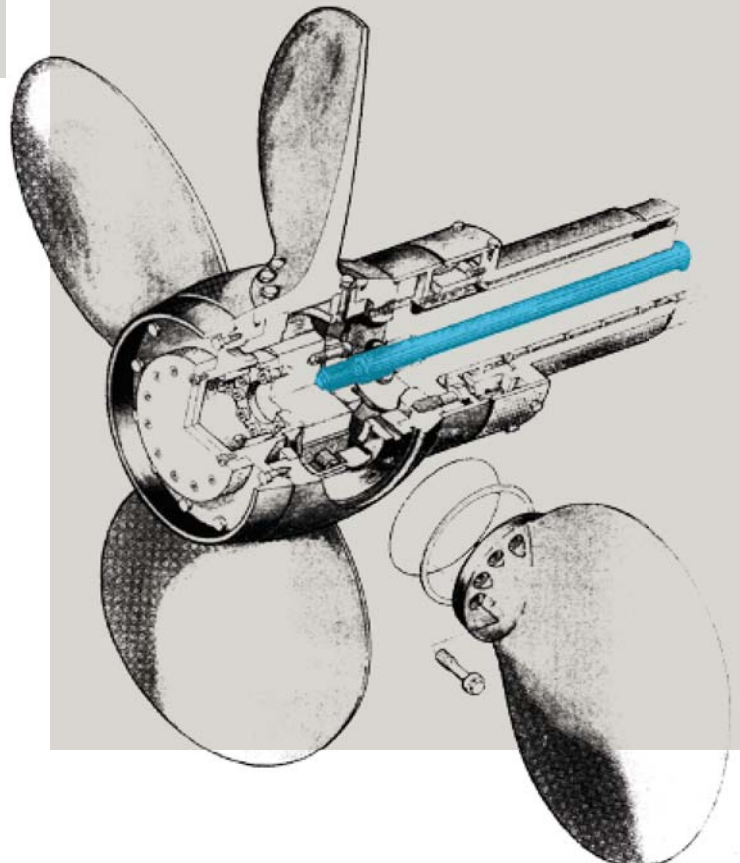
### 2.4 PROPELSKIFTESTANG

#### STILBARE OG FASTE PROPELANLÆGS FUNKTIONER

I gearets flange 25. Propellerskifte-stangen er den blå aksel, der ses i figur 2.4. Som det ses, har den fat i en klods, der er placeret i propelnavet.

Ved at skubbe klodsen frem og tilbage kan man bringe bladene på propellen til at dreje sig fra frem til bak.

Det sker naturligvis via en fjernbetjening, som skipperen betjener fra styrehuset. Motoren vil med en sådan propel køre med samme omdrejningsretning hele tiden. Systemet er det mest brugte i fiskeflåden.

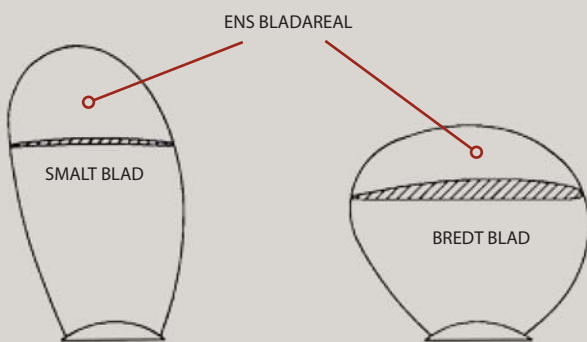


KILDE: MAN B&W

Skulle man komme ud for et skib med fast propel, skal den have en motor, der kan starte og rotere både med og mod uret, en såkaldt reverserbar motor. Propellen vil på grund af propelgeometri i langt de fleste tilfælde køre højre rundt set agter fra. Den stilbare propel vil næsten altid køre venstre rundt set agter fra. Det betyder at skipperen vil opleve, at skibene opfører sig ens, når han bakker, uanset hvilket af de to anlæg han arbejder med.

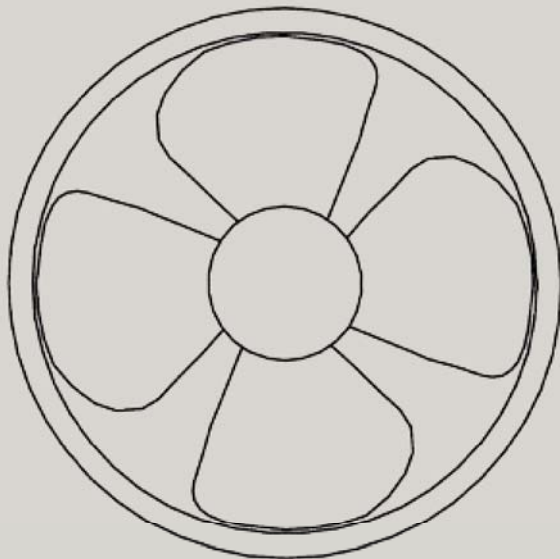
Figur 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 og 2.9 viser forskellige eksempler på de overvejelser konstruktørerne skal gøre sig, når der skal fremstilles en propel.

### 2.5 PROPELBLADETS UDFORMNING/AREAL



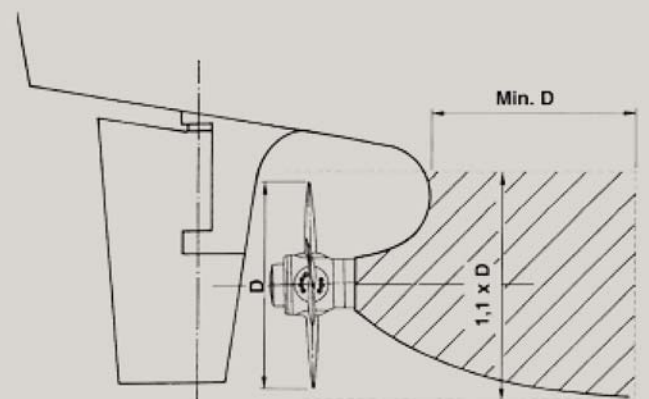
KILDE: MAN B&W

### 2.6 BLADAREALFORHOLDET



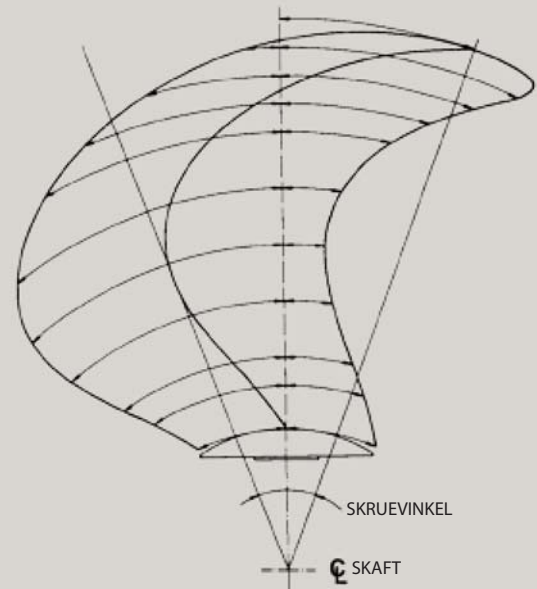
KILDE: MAN B&W

### 2.7 AGTERSKIBSUDFORMNING



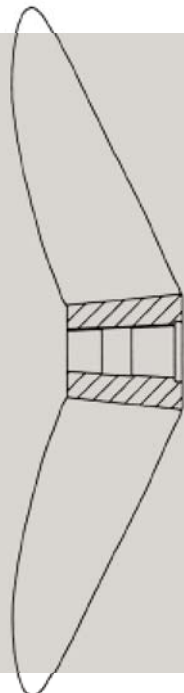
KILDE: MAN B&W

### 2.8 HIGH SKEW BACK PROPELLERBLAD



KILDE: MAN B&W

### 2.9 FAST PROPELLER



KILDE: MAN B&W

### VEDLIGEHOJDELSE OG FEJLFINDING

Vedligeholdelse af gear og propelanlæg er en meget vigtig, men også kompliceret affære. Det er særlig besværligt, hvis der sker noget med propellen. Derfor er det en god ide at forebygge problemer.

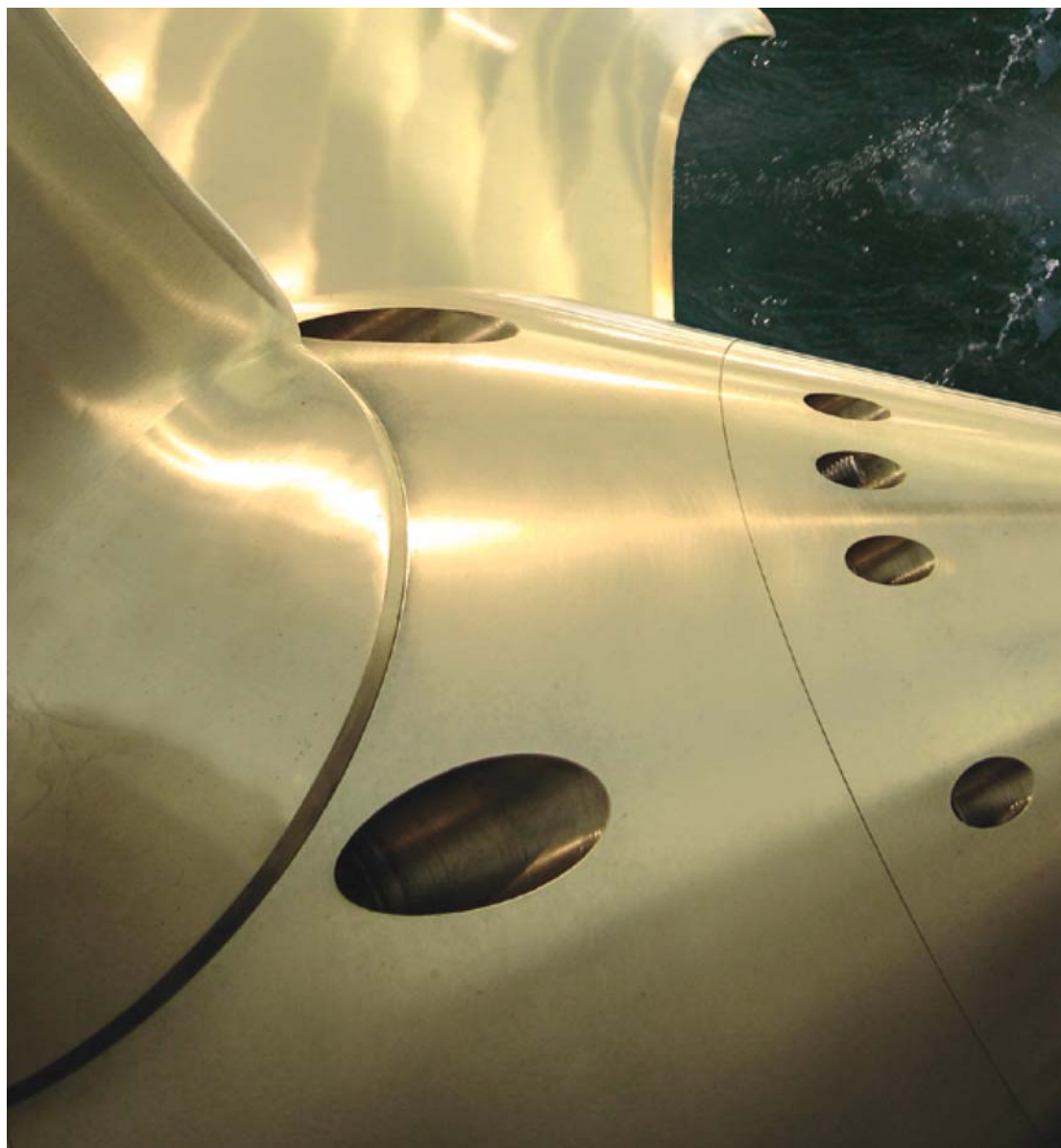
Sørg for med jævne mellemrum at tage olieprøver fra både gear og propel (og i øvrigt også fra de andre maskininstallationer) og få dem spektroskopisk analyseret. På den måde kan man meget hurtigt sætte ind, hvis det viser sig, at der er 'ubudne' metalpartikler til stede. Ofte kan man identificere de dele, som specifikt er slidte.

En god måde at forebygge gearproblemer på er også at gennemføre en visuel kontrol. Gør det med jævne mellemrum.

Filtre i alle tilhørende oliesystemer skiftes efter forskrifterne og endelig skal man sørge for at sætte sig grundig ind i leverandørens anbefalinger.

Med hensyn til fejlfinding er det vanskeligt at være konkret i en lærebog, for der jo findes mange forskellige anlæg med hver deres karakteristika. Det er almindeligt, at der til hvert anlæg hører en såkaldt *trouble shooting manual*, hvor de mest almindelige fejl og sporing af dem er beskrevet.

Det er altid mest fornuftigt at gå systematisk frem, når man skal finde en fejl. Begynd med det basale og tjek fx, om der er sprunget en sikring til styrestrømmen. Ved at anvende en vis systematik, vil man kunne indkredse de fleste fejl.





## BRÆNDSELOLIER

For driftsfolk er det vigtigt at vide noget om, hvad man kan læse ud af en olieanalyse. Dette kapitel fortæller i små afsnit om de vigtigste analysedata for brændselolier. Endvidere berøres forhold omkring skibets stabilitet i forbindelse med flytning af olie rundt i skibet.

### SPECIFIKATIONSDATA

#### DENSITET

En terning af vand og bly vejer fx ikke det samme, selv om terningerne er lige store. En olies densitet angives normalt i følgende enheder.

- g/cm<sup>3</sup>
- kg/m<sup>3</sup>
- ton/m<sup>3</sup>
- liter/kg

Det måles så vidt muligt altid ved den samme temperatur, nemlig 15°C.

Målingen foretages normalt med en flydevægt (aræometer). Er den undersøgte olie for tyktflydende til at måle med aræometer anvendes en særlig vægt, et såkaldt pyknometer. Man kan også varme olien op, så før omtalte aræometer kan anvendes. Dette vil efterfølgende kræve en omregning af den fundne densitet til 15°C.

#### FARVE

Farven kan normalt ikke anvendes til bestemmelse af en olies sammensætning, men der er alligevel nogle karakteriska.

#### GASOLIE

lysegul – mørkebrun

#### DIESELOLIE

brun - sort (farves af rørinstallationen, som olien leveres igennem). Afgiftsfri dieselolie får tilsat grønt farvestof.

#### HEAVY FUEL-OLIE

sort

#### VISKOSITET

Ordet viskositet kommer af det latinske ord *viscosus*, som betyder klæbrig. Viskositet er et mål for en olies indre sejhed eller indre friktion. Det betyder, at man i denne forbindelse kan tale om oliens indre gnidningskoefficient.

Tyktflydende væsker har høj viskositet.

Tyndtflydende væsker har lav viskositet.

Brændseloliers viskositet er meget afhængig af temperaturen. Viskositeten bliver lavere med stigende temperatur.

Viskositeten måles på mange forskellige måder, og derfor findes der så mange forskellige måleenheder.

En del af målingerne er baseret på udløbstiden for typisk 50 ml olie ved forskellige temperaturer. (Her skal man huske på, at viskositeten er stærkt temperaturafhængig). Af disse måleenheder kan nævnes følgende, som har udspring i USA.

#### SAYBOLT UNIVERSAL SECONDS

måles ved 100, 130, og 210°F

#### SAYBOLT FUROL SECONDS

måles ved 122°F

I England arbejder man med:

#### REDWOOD SECONDS

som måles ved 100, 140, og 200°F

Der findes også en målemetode udviklet af den tyske ingeniør Engler, der ikke måler den absolutte udløbstid for 50 ml olie, men udløbstiden for olie og samme kvantum vand (dog skal vandet kun være 20°C, mens olien skal være 50°C). Ved at dividere udløbstiderne for de to medier op i hinanden -

$$\frac{\text{Tid for olie}}{\text{Tid for vand}}$$

- fås et resultat, som direkte siger noget om, hvor meget tykkere olien er i forhold til vand.

I dag anvendes en enhed, som tager udgangspunkt i et forsøg, hvor en plade af en hvis størrelse trækkes hen over et plan med en kraft, der giver pladen en bestemt bevægelseshastighed.

#### UKLARHEDS- OG FLYDEPUNKT

Flydepunktet er den laveste temperatur, hvor olien er flydende (pour point = det punkt, hvor man kan 'hælde' olien).

POUR  
to pour (engelsk) = at hælde

fakta

Man fylder olie i et prøveglas med en diameter på 30 mm. Flydepunktet defineres som en temperatur 3°C højere end den temperatur, hvor man i 5 sekunder kan holde glasset vandret uden synlig bevægelse af olien.

Oliens stivnepunkt er den højeste temperatur, hvor olien er størknet. Denne temperatur defineres som 33°C under flydepunktstemperaturen. Når man tester olien, opererer man med både et øvre og et nedre flydepunkt for at kompensere for det forhold, at paraffin ikke altid udskilles ved afkøling.

#### ØVRE FLYDEPUNKT

Olien opvarmes til 46°C og afkøles til den ikke længere er flydende. Derefter lægges 3°C til.

#### NEDRE FLYDEPUNKT

Olien opvarmes til 105°C og afkøles til den ikke længere er flydende. Derefter lægges 3°C til.

#### TESTEN FOREGÅR SÅDAN HER

Uklarhedspunktet er den temperatur, hvor olien bliver uklar som følge af udskilt voks og paraffin.

fakta

#### FLAMMEPUNKT

Flammepunktet er den laveste temperatur, hvor olien afgiver dampe, der kan antændes med en gnist eller flamme, men forbrændingen skal straks dø ud igen. Det kaldes en forpufning.

#### EKSEMPLER PÅ FLAMMEPUNKTER

Benzin	-50°C
Diesel	70°C
Let fuel	80-100°C
Svær fuel	80-100°C

#### ANTÆNDELSESPUNKT

Antændelsestemperaturen er den laveste temperatur, hvor olien afgiver tilstrækkelig med dampe til at nære en forbrænding i mindst 5 sekunder. Antændelsen sker ved hjælp af en gnist eller flamme.

#### SELVANTÆNDINGSPUNKT

Selvantændingstemperaturen er den laveste temperatur, hvor varm oliedamp antænder af sig selv, altså uden brug af en gnist eller flamme.

**DESTILLATIONSKENDINGSTAL**

Man foretager en destillationstest for at fremskaffe et tal, der karakteriserer oliens fordampningsforhold. Det fortæller noget om, hvor olien kan bruges: Det dur jo ikke, at anvende en forholdsvis let fordampelig olie på et sted, hvor der fx er meget høje lejetemperaturer.

**BRÆNDVÆRDI**

En olies brændværdi er et udtryk for, hvor meget energi (varmemængde), der frigøres ved fuldstændig forbrænding af en masseenhed, fx 1 kg.

Populært kan man sige, at brændværdien er et udtryk for, hvor stort 'næringsindhold' der er i olien – på samme måde, som man taler om næringsindholdet i mad, fx i 1 kg kartofler eller et stykke chokolade.

**SVOVLINDHOLD**

Svovlindholdet er en af de store syndere, når det gælder det omgivende miljø, men også tæring i motoren, udstødningskedlen og udstødningsrøret kan være alvorlige problemer. Svovlen i olien kommer fra råolien.

Under forbrændingen udvikles der svovldioxid, som kan omdannes til svovltriioxid og svovlsyre ( $H_2SO_4$ ). Syren kan virke stærkt tærende på maskineriet, især hvor der er røggas. For at mindske tæring forsøger man at undgå svovlsyrens dugpunkt, som ligger omkring 120-160°C.

**INDHOLD AF VAND**

Vand i brændstoffet kan forekomme både som saltvand og som ferskvand. Vandet er som regel blevet blandet i olien under transport fra raffinaderiet til bunkerhavn eller båden.

Den maksimale mængde vand i brændselsolie er fastsat i ISO norm. 8217 til 1 %. Er procentsatsen større, kan olien sendes

tilbage, eller der kan forlanges et prisnedslag.

**ASKEINDHOLD**

Askeindholdet angiver, hvor stor en procentsats ikke brændbart materiale olien indeholder.

Aske indeholder forureningsstoffer på fast form. Det kan fx være sand og jernspåner. Man forsøger at fjerne partiklerne ved hjælp af settling, centrifugering og filtrering.

Grænseværdien for aske i brændselsolie ligger ifølge ISO 8217 på 0,2 vægtprocent for heavy fuel-olie med et askeindhold på over 0,1 %.

**CETANTAL**

I forbindelse med dieselolie har man et mål for oliens letantændelighed. Da dieselmotorer jo har meget varierende omløbstal – lige fra 80 omdr./min på de langsomste til 3-4000 omdr./min på de hurtigste – er det klart, at der skal være forskel på, hvor letantændelig olien må være. Oliens letantændelighed angives med et cetantal.

Brændstof med høje cetantal (40-60) er meget letantændeligt og anvendes derfor i hurtigt gående motorer. Brændstof med lave cetantal (10-20) bruger længere tid på at antænde og bruges derfor i langsomt gående motorer.

**OKTANTAL**

Oktantallet er det modsatte af cetantal, for det giver en værdi for brændstoffets evne til at undgå selvantændelse.

Jo højere oktantal er, jo højere kompressionsforhold kan man anvende, uden at ladningen selvantænder.

Det er det man har brug for i ottomotorer,

hvor man skal undgå, at ladningen tænder under kompressionsslaget. Det vil i givet fald forårsage tændingsbanken.

### BRÆNDSELOLIETYPEN

#### BENZIN

Benzin er en letflygtig, tyndtflydende og vandklar væske med en densitet på ca. 700 kg/m<sup>3</sup>. Flammepunktet ligger som tidligere nævnt på ca. -50°C, og selvtændingstemperaturen på omkring 450°C. Brændværdien er på omkring 46.000 kJ/kg.

Da benzin meget let danner højeksplosive blandinger med luft (der skal kun være ca. 2 % benzindampe tilstede), er det indlysende, at der skal udvises meget stor forsigtighed, når man arbejder med benzin. Dampene er tungere end luft og er derfor farlige i et skib.

#### GASOLIE

Gasolie, der ofte kaldes Marine Gasolie (MGO) er den fineste olie, man har om bord på skibene. Olien er en letflydende, ofte gullig til brunlig farvet væske med en vægtfylde på ca. 0,85 – 0,89 g/cm<sup>3</sup>. Gasolien flammepunkt ligger på ca. 65-85°C.

Oliens brændværdi vil under normale omstændigheder ligge omkring de 44.000-45.000 KJ/kg. Den kinetiske viskositet for olien er ca. 5-7cSt ved 40°C . Svovlindholdet er på de ca. 1-1,5 %. Askeindholdet i gasolien ligger under 0,01 %. Cetantallet for gasolie ligger på 45.

Cetantallet er et udtryk for oliens antændelsesegenskaber ligesom man udtrykker det med benzins oktan tal.

**DIESELOLIE**

Dieselolie, som vi kender på land, bliver til søs benævnt Marine Diesel Oil (MDO) eller Marine Diesel Fuel (MDF). Oliens farve er brunlig, men den kan også være næsten sort, fordi den oftest bunkres i samme rør som heavy fuel. Den har en vægtfylde på 0,9 g/cm<sup>3</sup>. Dieseloliens flammepunkt er på over 60°C. Brændværdien for denne type olie ligger på 44.000 kJ/kg, og den har en viskositet på mellem 8-11 ved 40°C. Svovltallet er væsentlig højere for denne type olie – det ligger på ca. 2 %. Dieselens anvendes til medium-speed dieselmotorer.

**FUEL-OLIE**

Fuel-olie benævnes oftest Heavy Fuel-olie, (HFO). HFO er en fællesbetegnelse for en bred vifte af forskellige brændselsolier. Derfor er det også stor forskel på, hvilken sammensætning olien har. Men som middelværdi har fuel-olien en densitet på ca. 0,9-1,02 g/cm<sup>3</sup>. Flammepunktet ligger over 60°C, og dens brændværdi er 40.000-42.000 kJ/kg. Svovlindholdet i olien er på ca. 2-4 %, og viskositeten ved 50°C varierer mellem 30-400cSt. Askeindholdet ligger på ca. 0,1 %, og oliens farve er sort.

HFO er et blandingsprodukt af andre brændselsolier, som man har fremstillet for at opnå en bestemt viskositet.

De mange forskellige typer er delt op i normer, hvor viskositeten er angivet i Redwood Seconds ved 100°F.

- Light Fuel Oil kaldes også 200Sec Fuel Oil, (Redwood-tal = 200 sec) og den har en viskositet på 30 cSt.
- Medium Fuel Oil har et Redwoodtal på 1500 sec, der svarer til 180cSt.
- Heavy Fuel Oil har et Redwoodtal på hele 3500 sec, der svarer til 380cSt.

HFOs anvendelsesområde er med tiden blevet udvidet mere og mere, fordi det er en billig brændselsolie sammenlignet med andre olietyper. Derfor anvendes den i både slow-speed og medium-speed dieselmotorer samt i flere kedler.

**DIESELPEST**

Dieselpest er en vækst af mikroorganismer (bakterier, alger og svampe) i dieseltanken. Dieselpesten lever i laget mellem diesel og kondensvand i bunden af tanken. Dieselpesten består af såkaldte anaerobe mikroorganismer, som opholder sig i kondensvandet og 'spiser' dieselolien, der er et udmærket næringsmiddel.

**ANAEROBE MIKROORGANISMER**

Mikroorganismer, der kan leve og vokse uden ilt.

fakta

I dieseltanken dannes der kondensvand, som lægger sig på bunden. Mikroorganismerne er naturligt forekommende i luften og i vandet og kan også komme fra forurenede diesel. Når de rigtige forhold er til stede i form af vand, varme og bakterier, så formerer de enkelte mikroorganismer sig voldsomt og vil efterhånden fylde mere og mere i bunden af tanken.

Antallet af mikroorganismerne vokser, og de bliver efterhånden til en grå og slimet biomasse med konsistens som havregrød. Grøden tilstopper brændstoffilteret og ødelægger dyserne. Den lukker også af for brændstoffet og giver motorstop – det sker tit i dårligt vejr, hvor bundfaldet i tanken hvirvles op.

Dieselpest er også stærkt tærende på metaltanken og brændstoffrørene, og det kan blive nødvendigt at foretage en udskiftning af tank, rørføring, brændstoffpumpe og dyser.

For at undgå dieselpest skal man undgå at der står kondensvand i tanken. Sørg for at tømme bundvandet ud, enten via bundprop eller inspektionsdæksel med medoliesuger.

Man kan også tilsætte et forebyggende kemikalie, når der tankes diesel. Spørg olieleverandøren til råds. Kemikaliet dræber mikroorganismene og emulgerer vandet, så det opløses i dieseloilen.

I forbindelse med et kraftigt angreb af dieselpest er det yderst vigtigt at inspicere tank og rørsystem for vækst og belægninger. Det er ofte nødvendigt at tømme tanken, destruere brændstoffet og lave en mekanisk rensning af tank, rørføring, filtre og dyser. Først når det er gjort, tilsættes det forebyggende kemikalie, og tanken fyldes helt op med frisk diesel. Efter ca. 1 døgn fjernes de resterende døde mikroorganismer via bundprop eller inspektionsdæksel med oliesuger. Motoren startes og køres varm.

### TRIMSYSTEMER

Brændselolie og smøreolie er afgørende for driften af et skib.

Både skibets last og beholdningen af olie spiller en vigtig rolle for skibets stabilitet. For at kunne opretholde en god stabilitet er det vigtigt, at alle om bord forstår, at det hænger sådan sammen, og ikke gør noget uovervejnet på egen hånd.

#### SOM EKSEMPEL PÅ ALVOREN SKAL NÆVNES FØLGENDE

Et fiskeskib på 30m i længden har to lastrum.

Det største lastrums længde og bredde er henholdsvis 7,5m og 4,5m. Det andet har længden 3,5m og bredden 4,0m. Skibets displacement (samlet vægt) er 300t.

Der føres skidtfisk i rummene, og densiteten af fiskene regnes til 0,9 ton/m<sup>2</sup>. Skibets metacentrehøjde er 0,5m, når der ikke er taget højde for den frie væskeoverflade som fiskene danner.

Hvis der regnes på dette vil man få en metacenterhøjde korrigeret for disse frie væskeoverflader på 0,27 m, hvilket er 0,08 meter under det tilladelige. Hvis skibet derudover under drift får yderligere slække tanke vil situationen blot forværres og et forlis er inden for rækkevidde.

SET UD FRA ET MASKINMÆSSIGT SYNSPUNKT, SKAL MAN TAGE UD GANGSPUNKT I

- at skibet er tæt
- at der er rigelig fribord og
- at der er kontrol over selve lasten

Hvis fx skibet er fuldt lastet, er det meget vigtigt, at der ikke flyttes rundt på olien i maskinrummet uden at det først sikres, at skibets stabilitet opretholdes. Halvtomme brændstoftanke har en meget negativ indflydelse på skibets oprettende moment. Man taler om indflydelse på stabiliteten fra frie væskeoverflader.

Kort fortalt vil frie væskeoverflader forårsage et fiktivt løft af skibets tyngdepunkt som i værste fald kan betyde, at skibet kæntrer. Derfor må der kun tages brændstof fra en tank ad gangen, og man skal hele tiden ajourføre sine stabilitetsberegninger. Afhængig af skibets størrelse kan der være mulighed for at trimme skibet undervejs ved hjælp af et ballastsystem.

Systemet drives normalt af saltvand, og det gå ud på at pumpe vand ind i nogle tanke, hvis man vil sænke tyngdepunktet eller pumpe det ud, hvis der er behov for et tyngdepunktsløft.

Alle ændringer, der kan få indflydelse på skibets stabilitet, skal gøres i enighed med både maskinfolk og styrmænd. Det er dog førerens ansvar.

*fakta*

## SMØREOLIER OG -MIDLER

*Det der smører godt kører godt. Et vigtigt redskab til at sikre sikker drift af et maskinanlæg, er at der anvendes korrekt smøremiddel. Det er videre vigtigt at kunde anvende smøreolieanalyser i forbindelse med fejlfinding på motorer og maskiner. I dette kapitel bliver du introduceret til de vigtigste analysedata for smøreolie og smørefedt.*

### SMØREOLIER

Når to faste legemer bevæger sig mod hinanden, opstår der en modstand, som også kaldes friktion. Friktionen forsøger at forhindre legemernes bevægelse.

Imidlertid har det vist sig, at gnidningsmodstanden bliver meget mindre, når man indfører et væskelag mellem de bevægende legemer. Dermed omdannes friktionen mellem legemerne, altså en ydre friktion, til en indre friktion mellem væskedelene.

Umiddelbart skulle man tro, at man burde vælge en væske eller et smøremiddel med lav viskositet for at reducere friktionen. Det er desværre bare ikke helt rigtigt, for den lave viskositet bevirker, at tykkelsen af væskelaget bliver mindre og friktionen øges.

For at sikre et minimalt energitab, bør viskositeten af smøreolien ikke være højere end, at olien lige netop kan frembringe et tryk, der modsvarer lejebelastningen. Hvis man anvender smøreolie med for høj viskositet, er der risiko for et større friktionstab.

Smøreoliens viskositet falder, når temperaturen stiger. Det betyder, at friktionen mindskes. Men derved falder temperaturen, og viskositeten øges igen. Disse sammenhænge understreger vigtigheden af at vælge den rigtige smøreolie, dvs den, som har den rigtige viskositet under normal driftstemperatur.

Som det fremgår, er der visse krav, man kan stille til en smøreolie, for at den virker som det ideelle smøremiddel. Kravene er forskellige for forskellige maskintyper, for man skal tage hensyn til forskellige faktorer, fx:

- A. Driftstemperatur.
- B. Fladetryk.
- C. Hastighed mellem de elementer, der skal smøres.
- D. Anvendte konstruktionsmaterialer.
- E. Forventelige forureninger og iblandinger fra omgivelserne.

### SMØREOLIETYPEN OG SPECIFIKATIONSDATA

Smøreolier, som anvendes i dieselmotorer til maritim drift kan opdeles i 8 grupper.

#### GRUPPE 1

##### SMØREOLIE UDEN ELLER MED ET LILLE INDHOLD AF SELVRENSENDE ADDITIVER

Denne type smøreolie anvendes i hovedsmøreoliesystemet i krydshovedmotorer. De vigtige krav til denne type smøreolie er, at den skal kunne smøre de bevægende dele i krumtaphuset, den skal beskytte metaloverfladerne mod korrosion og modstå oxidation.

## GRUPPE 2

## SMØREOLIE MED ET HØJT INDHOLD AF ALKALISKE ADDITIVER

Disse smøreolier anvendes til smøring af krydshovedmotorens cylinderforinger og stempelringe. Dermed har de nok den vanskeligste opgave inden for smøring i dieselmotorer, for de skal kunne modstå meget høje temperaturer og tryk, og ud over det skal de være i stand til at forhindre metal-metal berøring. De skal i øvrigt kunne neutralisere korrosive systemer, der dannes ved afbrænding af svovlholdig brændselsolie.

Man vil normalt benytte en smøreolie med en høj viskositet ved 20°C. Det kunne fx være en SAE-50 smøreolie.

## GRUPPE 3

## HEAVY DUTY SELVRENSENDE SMØREROLIER

Denne type anvendes til smøring af medium speed-trunkmotorer. Olien benyttes til både smøring af cylinderforing og krumtappen. På motorer med separat smøreapparat til cylindersmøring anvendes den samme olie. Normalt vil man benytte en SAE-30 i disse motorer, fordi de har en væsentlig fordel frem for 2-takts krydshovedmotorer – i dem forgår der nemlig kun forbrænding ved hver anden omdrejning.

Af andre typer smøreolier, der benyttes i marineanlæg, kan nævnes:

## GRUPPE 4

## SMØREOLIE TIL DAMPTURBINER

Ved smøring af dampturbiner er det nødvendigt med en olie, der kan modstå høje temperatur og ikke danner emulsioner med vand, for det er uhyre skadeligt for turbineskovlene.

## GRUPPE 5

## OLIE TIL TRYKOLIEANLÆG (HYDRAULIKOLIER)

Denne type olie minder meget om smøreolier, som benyttes til damp-turbiner. Disse olier skal have høj modstandskraft mod oxidation. I øvrigt er de tilsat additiver, som forbedrer oliens viskositetsindex, så olien kan anvendes i større temperaturintervaller. Additiverne hjælper også med at nedsætte oliens flydepunkt, og derfor er olien tykflydende ved relativ lave temperaturer.

## GEAROLIE

Forskellen mellem gearolier og trykolier er ikke ret stor. I gearolier har man tilsat nogle flere additiver for at forbedre oliens evne til at modstå højt tryk.

## GRUPPE 6

## SMØREOLIE TIL KØLEANLÆG

Smøreolier i køleanlæg er fremstillet af mineralske naphthenbasisolier, og der anvendes ingen additiver. På det seneste er man begyndt at anvende syntetiske olier. Problemet med de ikke-syntetiske olier er deres højere opløsningstemperatur, der kan medføre havari i kompressoren.

## GRUPPE 7

## SYNTETISKE OLIER

Syntetiske smøreolier bliver ofte brugt i maritime hjælpemotorer, hvor der stilles særlig store krav til smøremiddelet.

Det gælder fx i

- gasturbiner
- luftkompressorer
- kølemaskiner & -anlæg
- hårdt belastede tandhjul
- motorer i redningsbåde



## GRUPPE 7 (FORTSAT)

Syntetisk fremstillede smøreolier har to generelle fordele frem for mineralolier:

1. De har et naturligt højt viskositetsindex.
2. De er meget mere modstandsdygtige over for oxidation og termisk nedbrydning.

Desværre er de utroligt dyre at fremstille, og derfor bruges de kun, hvor der stilles ekstreme krav til smøremidlet, og hvor der kun skal bruges små mængder.

De enkelte SAE-numre angiver ikke en bestemt viskositet, men et bestemt interval af viskositeter. De anførte viskositetsgrænser måles ved 0°F (-18°C) og ved 210°F (100°C). SAE-numrer har intet med kvalitetsbedømmelse at gøre.

Det er Society of Automotive Engineers, der har udviklet systemet med SAE-nummer.

*fakta*

## KVALITETSKLASSIFICERING

## SAE-NUMRE

For at få nogle standarder har man udviklet et system, hvor SAE-numre fastlægger rammerne for de bestemte viskositetsgrænser.

## SAE-NUMMER FOR MOTOROLIER

SAE-nummer	Max viskositet (cP) ved angiven temp (°)	Grænsetemp for pumpbarhed (°)	Viskositet mm <sup>2</sup> /s ved 100°C	
			Min.	Max.
0W	3250 vid -30	-40	3,8	-
5W	3500 vid -25	-35	3,8	-
10W	3500 vid -20	-30	4,1	-
15W	3500 vid -15	-25	5,6	-
20W	4500 vid -10	-20	5,6	-
25W	6000 vid -5	-15	9,3	-
20	-	-	5,6	< 9,3
30	-	-	9,3	< 12,5
40	-	-	12,5	< 16,3
50	-	-	16,3	< 21,9
60	-	-	21,9	< 26,1

## VISKOSITETSINDEKS

Alle mineralske smøreolier ændrer viskositet ved temperaturforandringer. De bliver alle mere tykflydende ved afkøling og mere tyndflydende ved opvarmning. Der er dog stor forskel på, hvordan de forskellige olier opfører sig, når de skifter temperatur. Viskositetsindekset er et udtryk for oliens egenskaber i denne retning.

Jo højere viskositetsindeks en olie har, desto mindre forandrer den sin viskositet ved en temperaturændring.

### VISKOSITETSINDEKSET FOR EN SMØREOLIE AFHÆNGER AF

- den råolie, som den er fremstillet af
- den anvendte raffineringsmetode
- tilstedeværelsen af eventuelle iblandede additiver

Generelt har en smøreolie på paraffinbase et højere viskositetsindeks end en smøreolie på naftenbase. Det betyder, at smøreolier på paraffinbase normalt ændrer deres viskositet mindre ved temperatursvingninger end tilsvarende smøreolier på naftenbase.

Viskositetsindekset for en smøreolie kan forbedres betydeligt ved at tilsætte olien særlige additiver.

## FLAMMEPUNKT

En olies flammepunkt er den laveste temperatur, som dampen fra olien kan antennes ved. Olierne har to flammepunkter. Flammepunkt i åben skål og flammepunkt i lukket skål.

Flammepunktet i lukket skål ligger lavest, forbi dampene fra olien under opvarmning samles inden antændelsen, hvor imod dampene i en åben skål har nemt ved at forsvinde ud i den omgivende luft.

Derfor kræves en stærkere dampudvikling i den åbne skål, altså en højere opvarmning, inden antændelsen kan finde sted. Forskellen mellem den åbne og lukkede beholder bliver større med højere flammepunkter.

Flammepunktet opgives sædvanligvis ved anvendelse af Pensky-Martens apparat (lukket beholder) og Cleavelands apparat (åben beholder).

Ved undersøgelse af en brugt smøreolie, vil smørolieselskaberne altid opgive begge flammepunkter. Det er fordi en smøreolie, der indeholder brændselolie, vil have et lavt flammepunkt ved anvendelse af lukket beholder, men et relativt højt flammepunkt ved anvendelse af åben beholder. For en cracket smøreolie ligger begge flammepunkter unormalt lavt.

## INDHOLD AF VAND

Højt vandindhold i en smøreolie er ikke et godt tegn. Mængden af vand i olien er omvendt proportional med oliens kvalitet. Der er en del ulemper forbundet med tilstedeværelse af vand, fx tilstopning af filter, tæring i smørolietank og aflejringer i udstødningssystemet.

Oilens indhold af vand bestemmes ved destillation i et glasapparat. Der tilsættes xylene og derved afdestilleres en blanding af xylene og vand. Vandet udskiller sig, og vandmængden kan både måles og fjernes.

## SPEKTROSKOPISK ANALYSE

Brugt smøreolie sendes til spektroskopisk analyse. Resultater giver oplysninger om motorens tilstand. Det forgår på den måde, at man analyserer indholdet af slidpartikler, dvs metalstøv. Metalstøvet er små stumper af metal, der har en størrelse fra nogle få hundrededele af en millimeter til milliontedele af en millimeter.

Den spektroskopiske analyse foregår på et speciallaboratorium. En enkelt analyse alene giver ingen oplysninger, men ved at følge udviklingen i indholdet af de forskellige slidmetaller over en længere periode får man et billede af, hvilke maskinelementer, der slides i motoren. På den måde bliver man også i stand til at gribe ind med forebyggende vedligeholdelse.

### SMØREFEDT

Smørefedt fremstilles normalt af mineralolie, der er gjort geleagtig ved tilsætning af sæbe. Det er sæben, der bestemmer smørefedtets karakteristika.

En af de vigtigste egenskaber ved en smørefedt er dens konsistens, dvs hvor hårdt fedtet er. Hårdheden angives efter et standardiseret system opstillet af det amerikanske institut NLGI Systemet går ud på at måle, hvor meget en bestemt kegle trænger ned i fedtet i løbet af 5 sekunder. Hvis der står på emballagen, at fedtet har en såkaldt penetration på fx 300, betyder det, at keglen trængte 30 mm ned i fedtet i løbet af de 5 sekunder.

NLGI

National Lubricating Grease Institute

fakta

#### DE MEST ANVENDTE SMØREFEDTTYPER ER

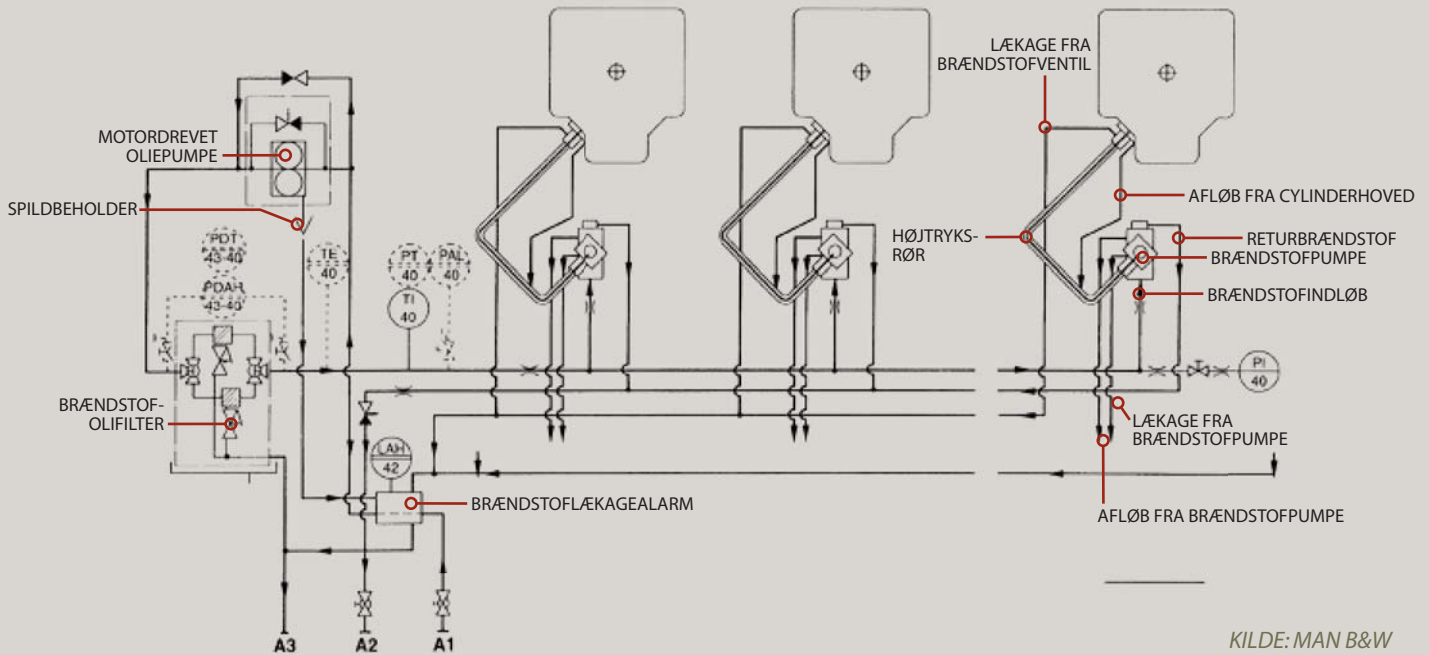
- **KALKFEDT**  
- som vi normalt kalder konsistensfedt. Den indeholder en del vand og kan ikke anvendes ved temperaturer over 80°C, fordi sæben og olien skiller ad, hvis vandet mangler.
- **NATRONFEDT**  
- der ofte kaldes fiberfedt, ligner kalkfedt, men indeholder ikke de store mængder vand og kan derfor anvendes ved lidt højere temperaturer.
- **BARIUM- OG LITIUMFEDT**  
er vandbestandige og kan bruges ved endnu højere temperaturer. Ofte anvendes de til kugle- og rullelejer.
- **ALUMINIUMFEDT**  
- fremstilles i både en smøragtig og en trådet udgave. Førstnævnte ligner kalkfedtet, mens den anden er langtrådet og kan anvendes til store langsomt roterende aksler, hvor andre typer vil blive trykket ud af lejerne. Langtrådede aluminiumsfedttyper kan leveres meget flydende, så man kan påføre dem med en smørekande. Denne type giver en meget lille friktion.
- **BLYFEDT**  
- er fedt med en god vedhæftning af den olie, den anvendes sammen med. Blyfedt har også en god bæreevne. Den anvendes ofte i gear, der arbejder under vanskelige forhold.



## BRÆNDSTOFTILFØRSEL

Brændstoftilførsel til motorer kan være meget kompliceret. I dette afsnit bliver du ført igennem systemer til servicering af dieselmotorer såvel som benzinmotorer (Otto motorer). Endvidere ses der på, hvordan en motors regulator fungerer.

### 5.1 SYSTEM MED CYLINDRE Udstyret MED HØJTRYKSPUMPER



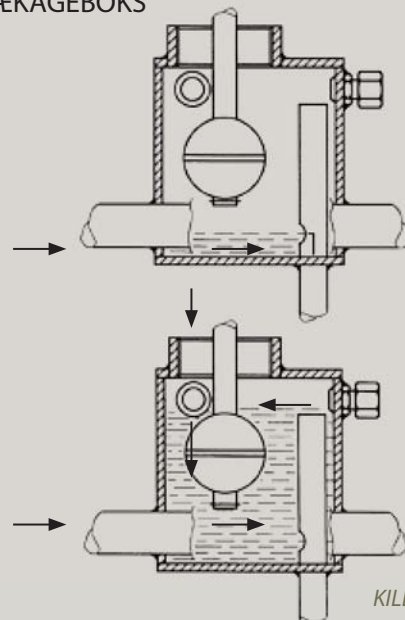
KILDE: MAN B&W

For at sikre at dieselmotoren til enhver tid kan få leveret den rette mængde brændstof, er alle typerne udstyret med et større eller mindre system til at sikre denne service. I figur 5.1 er vist en del af et system, hvor hver enkelt cylinder er udstyret med en højtrykspumpe. På mindre, hurtiggående motorer er højtrykspumperne ofte monteret i en blok, men det samlede system adskiller sig ikke væsentlig fra det viste.

Virkemåden er følgende. Brændstoffet bliver tilført ved A1 og ført igennem en lækageboks (se figur 5.2), som dog kun er aktiv for drift på opvarmede olier. Herfra strømmer olien til den motordrevne fødepumpe (se figur 5.3), hvor den via brændsolieltre tilføres de respektive

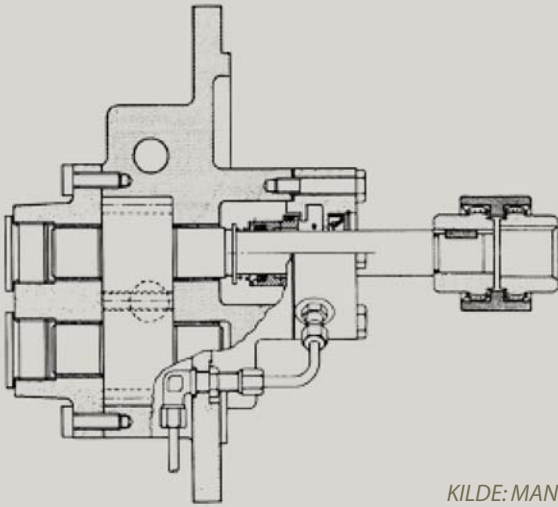
højtrykspumper. Overskydende olie cirkulerer gennem pumpen og retur til brændsolieltanken. Da lækager på et sådant system meget nemt kan forårsage brand, er der gjort meget ud af at føre drænelininger tilbage til en spildolietank.

### 5.2 LÆKAGEBOKS



KILDE: MAN B&W

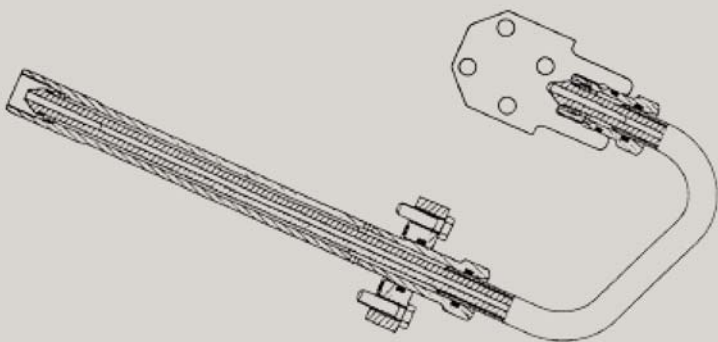
## 5.3 BRÆNDELSOLIEFORPUMPE



KILDE: MAN B&amp;W

Højtrykpumperne trykker olien ind i cylindrene, når kompressionen er afsluttet, og de to komponenter er ofte forbundet med et dobbeltvægget højtryksrør (se figur 5.4).

## 5.4 HØJTRYKSRØR

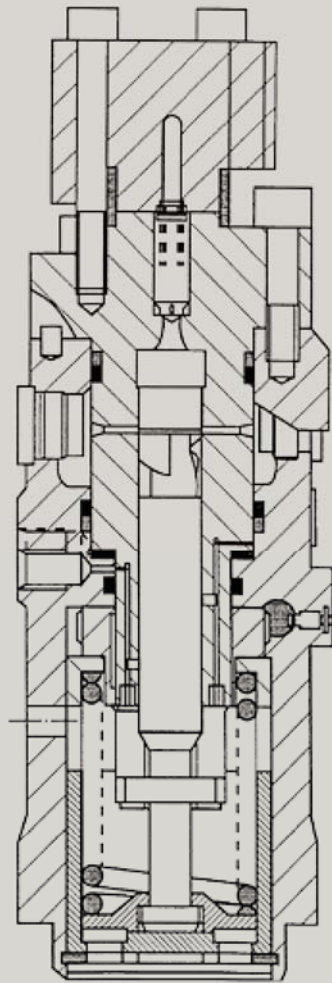


KILDE: MAN B&amp;W

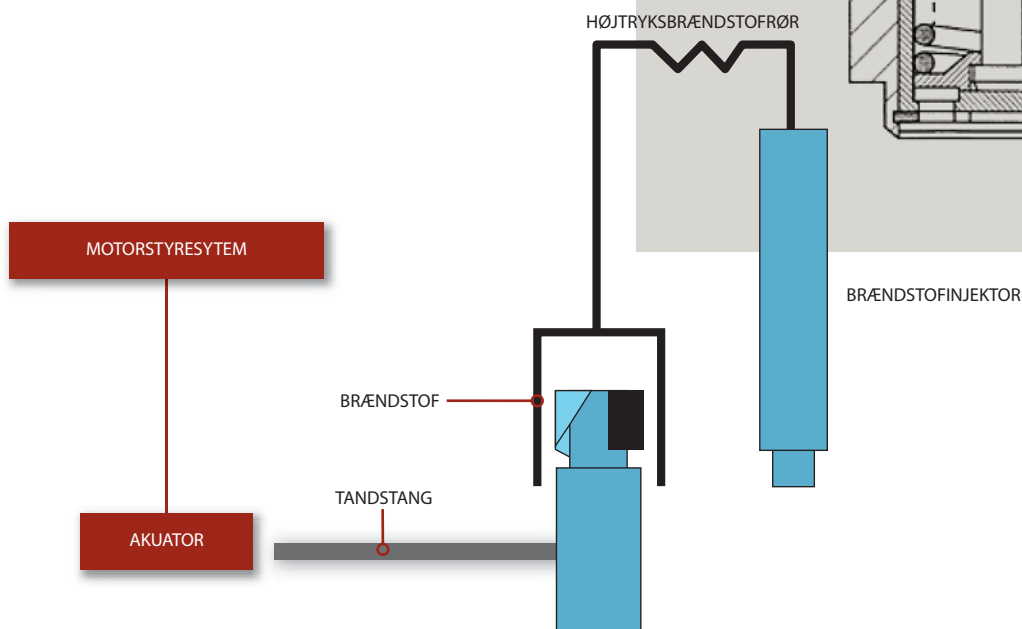
## BRÆNDSTOFPUMPER

En dieselmotors ydelse reguleres ved at ændre på den indsprøjtede brændstofmængde. Det kan gøres, fordi pumperne har et særligt design, så man ved at dreje pumpestemplet øger eller mindsker mængden af indsprøjtet brændstof. Man kalder princippet for Bosch-pumper efter opfinderen.

## 5.5 BRÆNDSTOFPUMPE

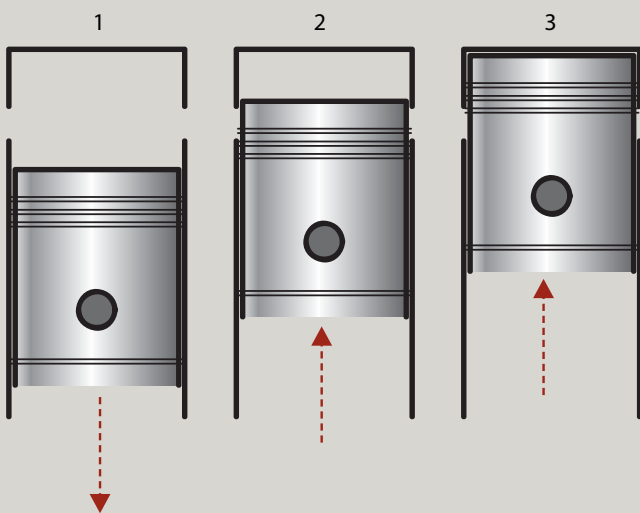


KILDE: MAN B&amp;W



Konventionelle indsprøjtningssystemer med mekanisk virkning omfatter in-line pumper, enhedspumper med lange højtryksbrændstofledninger og injektorer. En kam styrer indsprøjtningstryk og -timing, mens brændstofmængden bestemmes af fuel rack-positionen. Behovet for øgede indsprøjtningstryk i mere moderne konstruktioner betyder, at den variable forsinkelse, der opstår som følge af en formforandring af rørsystemet og brændstoffets sammentrykkelighed, ikke kan forklares. Denne type konstruktion er derfor på retur.

### 5.6 STEMPLETS POSITION



#### POSITION 1

Stemplet bevæger sig nedad i pumpecylinderen og indsugnings- og spildåbningerne er ikke dækket. En portion olie kommer ind i kammeret.

#### POSITION 2

Indsugnings- og spildåbningerne er dækket, og stemplet bevæger sig opad i pumpecylinderen. Der opbygges et tryk, indtil brændstofventilen åbner, og indsprøjtningen starter.

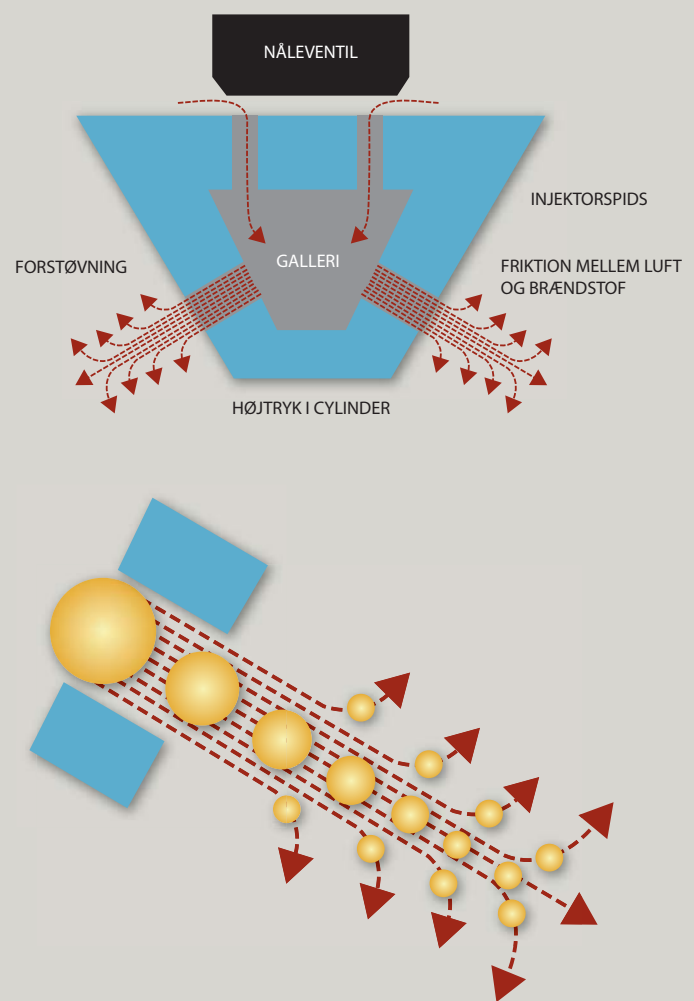
#### POSITION 3

Spildåbningen er ikke dækket, trykket over stemplet falder hurtigt, efterhånden som olien løber ud. Indsprøjtningen afsluttes.

### BRÆNDSTOFDYSER

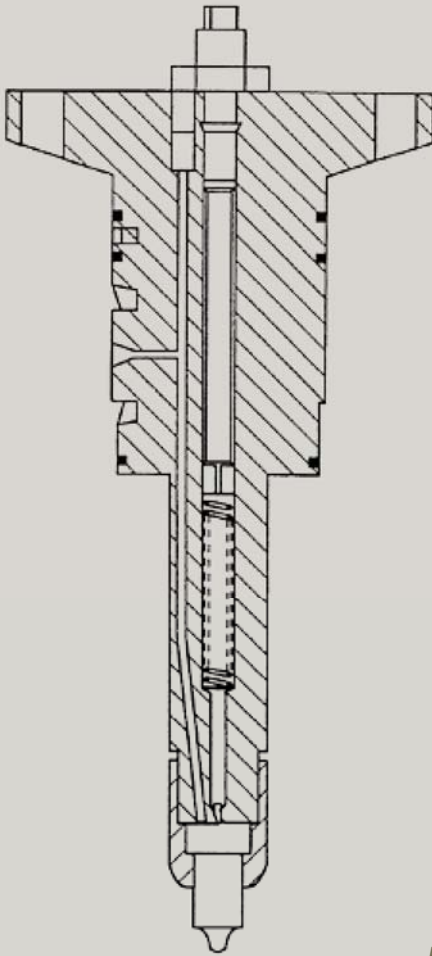
Brændstofventilerne hører til blandt det vigtigste udstyr på motoren. Det er meget vigtigt, at de fungerer perfekt, for kun ved korrekt forstøvning af brændstoffet opnår man den helt rigtige forbrænding. Illustrationerne nedenfor giver en fornemmelse af, hvad der sker under en indsprøjtning.

### 5.7 BRÆNDSTOFDYSER



Friktion med kompressionsluft øger dråbens temperatur, så brændstoffet fordamper

## 5.8 BRÆNDSTOFVENTIL



KILDE: MAN B&amp;W

## REGULATOR

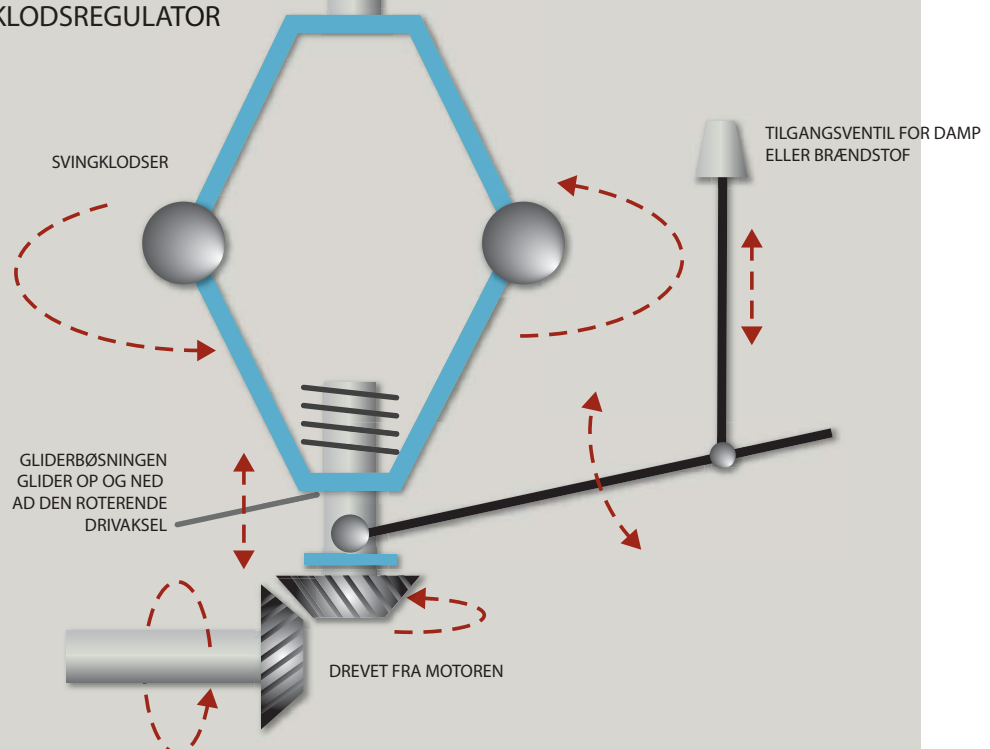
Man kan sammenligne en skibsmotors regulator med et menneskes højre fod under bilkørsel. Hvis bilen kører 50 km/t, og vejbanen begynder at hælde opad, vil man, for at holde farten, træde lidt mere på speederen.

På en dieselmotor er der monteret en svingklodsregulator (i dag anvendes også elektroniske regulatorer). En sådan svingklodsregulator er i princippet opbygget som vist herunder.

Svingklodsregulatoren virker sådan her. Motoren trækker via dens knastaksel på den vandrette aksel. Svingklodserne bringes i rotation og svinges på grund af centrifugalkraften ud til siderne. Det bevirker, at den brune bøsning trækkes opad.

Denne har via et stangtræk fat i brændstofpumperne, som i dette tilfælde vil lukke lidt for olien. Hvis motoren falder i omløbstal, vil det modsatte ske, nemlig at svingklodserne falder indad, bøsningen trækkes ned, og brændstoffyldningen øges på pumperne.

## 5.9 SVINGKLODSREGULATOR



## BRÆNDSTOFFILTER

Brændstoffilte kan være fremstillet på mange forskellige måder, alt efter hvilken olietype der anvendes. I mindre skibe bruger man normalt dieselloie. Man indsætter filtre for at tilbageholde urenheder og vand, der i høj grad kan skade brændstofpumper og brændstoffilte. Hvis der kun anvendes filtre, der er i stand til at fjerne faste urenheder, bør der være indskudt en vandudskiller, som skal drænes hver dag.

Filterfabrikken CJC producerer i dag små filtre, der virker som full flow-filtre. De er i stand til både at fjerne faste stoffer og vand. I figur 5.10 er vist et såkaldt spaltefilter.

Spaltehøjde i ovennævnte type filtre kan fås ned til 0,05 mm. Det anbefales, at man adskiler og renser filtret manuelt hver anden måned.

### 5.10 SPALTEFILTER

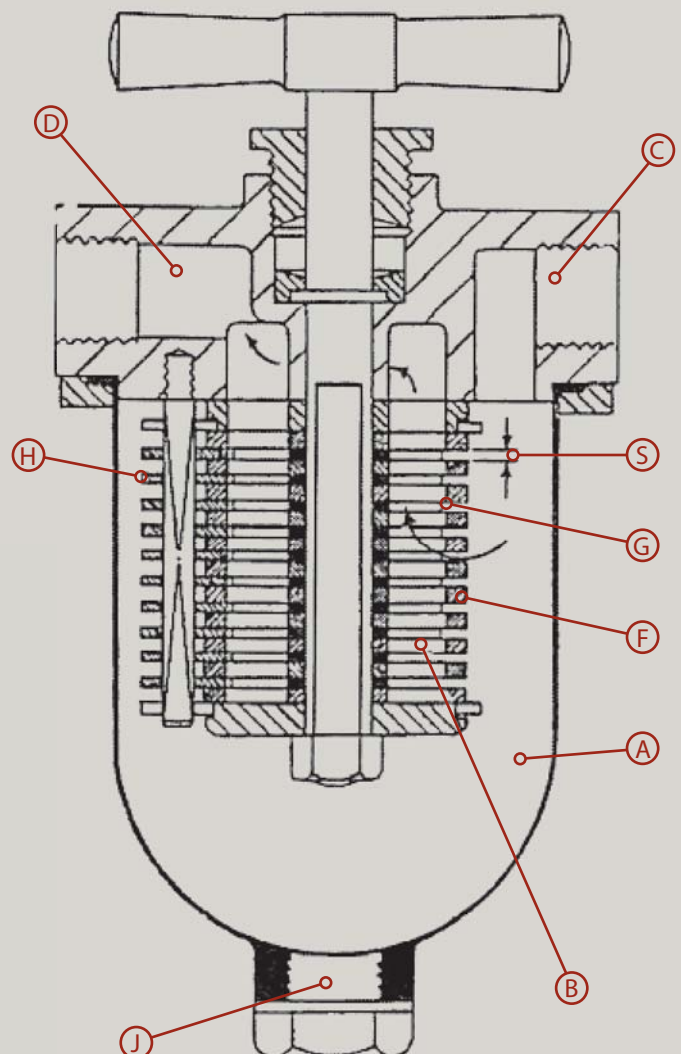
#### SÅDAN VIRKER SPALTEFILTRET

I filterhuset **A** er filterelementet **B** anbragt på en drejelig spindel **E**, som er forsynet med et udvendigt håndtag. Derfor kan filterelementet drejes under drift.

Elementet er bygget op af filterplader **F** og afstandsstykker **G** anbragt skiftevis på spindlen. På en stationær spindel er der anbragt små pladestykker **H**, som ca. har samme tykkelse som **G**. Pladestykkerne er placeret i en sådan højde, at de passer ind i mellemrummene mellem filterpladerne **F**.

Ved drift vil urenheder placere sig i spalterne **S**. Når filtret er snavset drejes håndtaget en gang, og snavset vil blive fjernet af **H** og falde til bunds i filterhuset. Snavset blæser af, når man løsner bundproppen **J**.

Bundproppen kan udskiftes med en kuglehane – det letter rensningen.



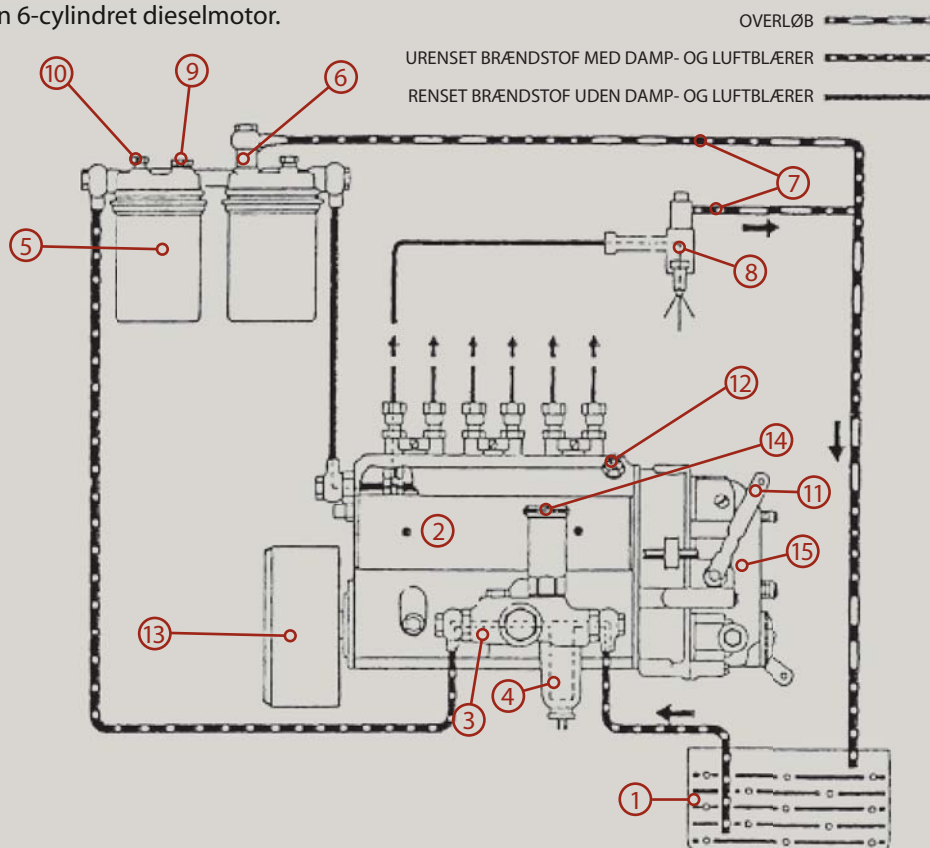


## UDLUFTNING AF BRÆNDSTOFSYSTEM

### 5.11 TYPISK CIS-SYSTEM MED FEEDBACKSYSTEM FOR ILTSENSOR (OGSÅ KALDET LAMBDA-SONDE)

Figuren viser brændstofsystemet for en 6-cylindret dieselmotor.  
På figuren ses:

- 1 BRÆNDSTOFTANK
- 2 BRÆNDSTOFFPUMPER
- 3 BRÆNDSTOFFORPUMPER
- 4 VANDUDSKILLER
- 5 BRÆNDSTOFFILTER
- 6 OVERSTRØMSVENTIL
- 7 RETUROLIÉRØR
- 8 BRÆNDSTOFDYSE
- 9 PÅFYLDNINGSSKRUE
- 10 UDLUFTNINGSSKRUE
- 11 REGULATORARM
- 12 UDLUFTNINGSSKRUE
- 13 INDSPRØJTNINGSFORSTILLER
- 14 HÅNDPUMPE
- 15 REGULATOR



#### SÅDAN UDLUFTEDES BRÆNDSTOFSYSTEMET

- 1 udluftningsskruen 10 på filteret 5 løsnes.
- 2 med håndpumpen 14 på brændstofforumpen 3 pumpes igennem, indtil brændstofstrømmen ved udluftningsskruen 10 er fri for luftbobler.
- 3 udluftningsskruen 10 fastspændes.
- 4 udluftningsskruen 12 på brændstofforumpen løsnes, og der pumpes igennem, indtil oliestrømmen er fri for luftbobler.
- 5 udluftningsskruen 12 fastspændes.
- 6 brændstoffrørets omløbermøtrik på brændstoffdysen 8 løsnes.
- 7 indstil brændstoffpumperne til fuld fyldning på 'gashåndtaget'.
- 8 motoren tørnes, indtil brændselsolie trykkes ud uden luftbobler ved den løsgjorte omløbermøtrik.
- 9 omløbermøtrikken fastspændes.

## INJEKTORSYSTEMER

Til erstatning for karburatorer er de fleste benzinmotorer i dag udstyret med kontinuerte indsprøjtningssystemer, også ofte kaldet elektronisk indsprøjtning eller direkte indsprøjtning.

### 5.12 DIREKTE INDSPRØJTNING



KILDE: SKANDINAVISK MOTOR KOMPAGNI

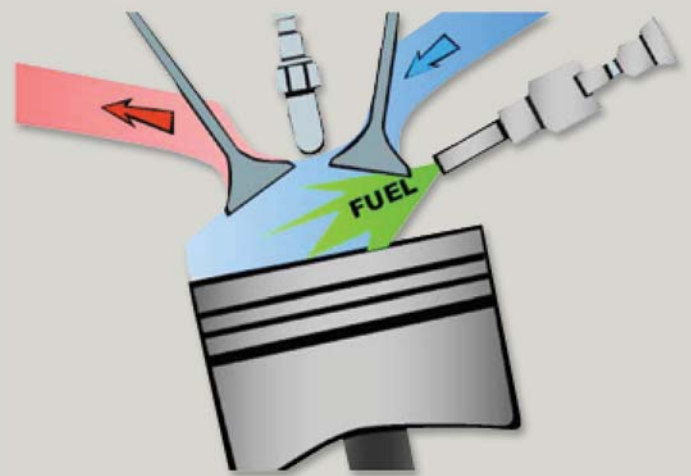
#### SYSTEMET VIRKER SÅDAN HER

Benzinpumpen suger fra tanken og leverer brændstof ved et tryk på ca. 5-6 bar til en akkumulator, der virker som reservoir for systemet og dæmper trykpulserne fra pumpen. Efter akkumulatoren strømmer benzinen via et filter til brændstoffordeleren.

Brændstoffordeleren ligner i princippet en strømfordeler, men i stedet for ledninger er den udstyret med rør. Der føres et rør pr. cylinder, hvori indsprøjtningdyserne er monteret. Fordeleren har til opgave at levere den mængde brændstof til dyserne som svarer til den luftmængde, der kommer til.

Til at styre det er der monteret en luftmængdemåler. Luftmængdemåleren og brændstoffordeleren kaldes ofte for brændstofkontrolenheden.

Afhængig af hvor meget luftspjældet er åbent, vil der blive tilsat den rigtige mængde brændstof. Ved koldstart vil koldstartsdysen sørge for lidt ekstra brændstof.



KILDE: SKANDINAVISK MOTOR KOMPAGNI

## ELEKTRISKE ANLÆG

*De fleste er en smule bange for at kaste sig ud i den elektriske verden. Det er selvfølgelig naturligt nok, idet det jo kan være forbundet med livsfare, hvis det foregår på den forkerte måde. Indsigt og ikke mindst omtanke er den rigtige cocktail, når man begiver sig ud på dette felt. Kend dine begrænsninger og tilkald hjælp hvis du er det mindste i tvivl. Det er budskabet i dette kapitel.*

### ELEKTRISK STRØM

Ved elektrisk strøm forstår man elektroner-nes bevægelse i et materiale.

I faste stoffer sker ledningen ved bevægelse af frie elektroner fra lederens negative ende mod den positive. Selv om man af historiske årsager regner strømretningen fra + (plus) til – (minus), består strømmen altså i virkeligheden af negative ladninger, der bevæger sig i modsat retning. Metallernes gode ledningsevne skyldes, at deres atomer er ordnet i en gitterstruktur med mange frie elektroner. Elektrisk isolerende materialer som fx plastic og gummi indeholder næsten ingen frie elektroner og leder derfor meget dårligt.

En væske kan lede elektrisk strøm, hvis den indeholder en elektrolyt, der dissocieres (adskilles) og danner negative og positive ioner. Hvis et atom tilføres eller mister en eller flere elektroner, får atomet overskud eller underskud af negativ ladning.

Et atom, der har mistet en eller flere elektroner, kaldes en positiv ion. Et atom, der har fået tilført en eller flere elektroner, kaldes en negativ ion. Under påvirkning af en spænding vil positive ioner vandre mod en negativ elektrode, og negative ioner mod en positiv elektrode.

I gasser kan ledningen foregå ved at der tilføres frie elektroner fra en elektrode. Ved passende spændingsforskel opnår disse elektroner så megen bevægelsesenergi, at de er i stand til at frigøre flere elektroner

ved kollision med gasmolekylerne – fænomenet kaldes stødionisering. På den måde dannes frie elektroner og positive ioner, der virker som bærere af den elektrisk strøm. Stof kan altså i alle tre tilstandsformer lede den elektriske strøm.

Det mest anvendte ledningsmateriale er kobber, men også sølv og aluminium bruges i stor udstrækning. Tommelfingerreglen siger at jo mere ædelt et materiale er, jo bedre leder det den elektriske strøm.

DER ER TRE VIGTIGE BEGREBER, MAN SKAL KENDE, NÅR MAN ARBEJDER MED ELEKTRISKE ANLÆG

- spænding
- strøm
- modstand

### SPÆNDING

Spænding måles i enheden volt (V) og betegnes med bogstavet U.

$U = 230 \text{ V}$  i almindelige danske stikkontakter.

Spændingen er 'drivkraften', der får elektronerne til at bevæge sig gennem ledningerne. Spændingen kan sammenlignes med vandtrykket fra vandværket: Jo højere vandtryk, desto mere vand vil der løbe ud af en given åbning. Jo højere spænding, desto flere elektroner kan der skubbes igennem ledningerne.

### VOLT

En volt er defineret som spændingen over en leder, hvori der afsættes en effekt på 1 Watt, når lederen gennemløbes af strømmen 1 ampere.

Spændingen kommer enten fra et batteri eller en generator.

### STRØM

Strøm måles i enheden ampere (A eller amp.) og betegnes med bogstavet I

$I = 1 \text{ A}$  i ledningen til et fjernsyn

Strømmen kan populært sammenlignes med den vandmængde, der strømmer ud af en given åbning ved et givent tryk, men der er også et mere kompliceret, naturvidenskabelig definition:

#### AMPERE

En ampere er defineret som strømstyrken af en konstant elektrisk strøm, der – når den løber i to parallelle, uendeligt lange ledere med forsvindende lille cirkulært tværsnit, som har en indbyrdes afstand på 1 meter og er anbragt i det tomme rum – bevirker, at den ene leder påvirker den anden med kraften  $2 \cdot 10^{-7}$  Newton for hver meter.

fakta

### MODSTAND (RESISTANS)

Modstand måles i enheden ohm ( $\Omega$ ) og betegnes med bogstavet R. I sjældne tilfælde anvendes bogstavet Z.

Hvis man igen skal lave den populære sammenligning med vandværket, er elektrisk modstand i ledningerne det samme som vandværkets pumpemodstand på grund af rørens længder og tykkelser.

#### OHM

En ohm er modstanden i en leder, hvis endepunkter har spændingsforskellen 1 volt, når den gennemløbes af 1 ampere.

fakta

Sammenhængen mellem spænding, strøm og modstand er ses af Ohms lov, som fortæller at spændingen er lig med produktet af strøm og modstand:

$$U = I \cdot R$$

Et sidste begreb, som er nok så vigtigt, er effekten i et elektrisk kredsløb. Effekten defineres som produktet af spænding og strøm, og man bruger P som betegnelse. Effekten måles i enheden watt (W):

$$P = U \cdot I \text{ (W)}$$

### LEDNINGSNETTET

Et skibs ledningsnet er kompliceret, og det kræver fagligt kompetente folk at udføre drift og vedligeholdelse.

Ledningerne i ethvert anlæg er dimensioneret efter, hvor stor en effekt og dermed hvor stor en strøm, de skal gennemløbes af. For at beskytte installationen og den enkelte ledning vil der i eltavlen være indsat en sikring. Sikringens størrelse er nøje afpasset efter, hvilken forbruger der er tale om og hvilke ledningsstørrelser, der er anvendt i installationen.

Der er regler for, hvor store sikringer, der må anvendes til de forskellige ledningstværsnit. Reglerne findes i Stærkstrømsbekendtgørelsen – her skal det dog nævnes, at følgende maksimalværdier af sikringer må anvendes til nedenstående tværsnit:

TVÆRSNIT I MM <sup>2</sup>	STØRSTE SIKRING
0,75-1,0 *	10 A
1,5	13 A
2,5	16 A
4,0	20 A

\* Må kun anvendes som forlængerledninger eller tilledninger.

Sikringerne i en tavle må aldrig erstattes af udgaver med større mærkestrøm end angivet. Det er strengt forbudt at anvende andet end sikringer i sikringsholdere!

Sikringerne beskytter den pågældende gruppe i tilfælde af en kortslutning. En kortslutning opstår i princippet ved at plus og minus 'lægges sammen'. Så er der kun ledningsmodstanden tilbage i installationen, og da der anvendes gode ledere betyder det, at ledningsmodstanden er forsvindende lille. Ifølge Ohms lov vil en kortslutning give en meget stor strøm, som hvis den ikke blev afbrudt af den brændte sikring, ville kunne antænde en brand.

En anden meget alvorlig situation kan opstå, hvis der på et skib løber strøm uden om ledningsnettet. Denne situation kaldes for afledning. Hvis en brugsgenstand har en defekt eller blot er fugtig, samtidig med at der er afledning på skibets generator, kan det være dødsfarligt for et menneske at røre ved genstanden.

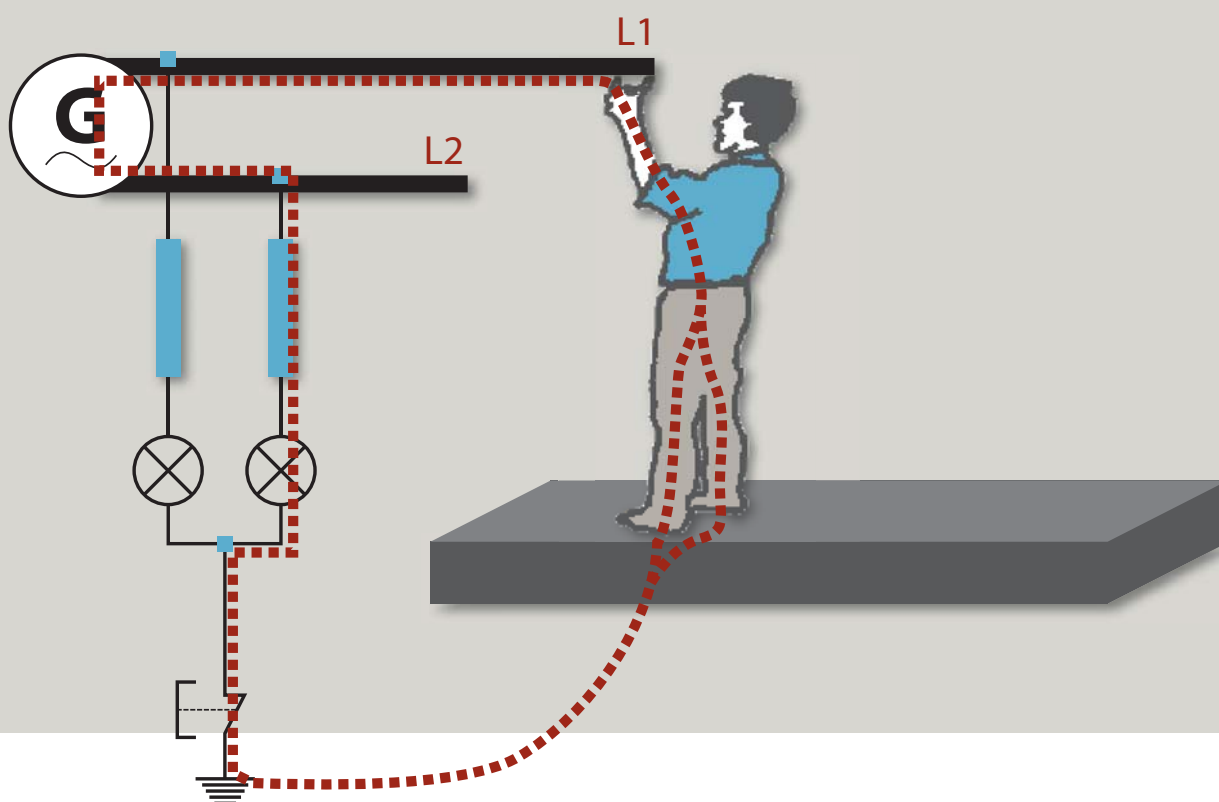
HVIS KROPPEN GENNEMLØBES AF EN ELEKTRISK STRØM KAN DEN TAGE STOR SKADE. DER SKELNES MELLEM

1. skader forårsaget af en strøm, der passerer gennem dele af kroppen.
2. brandskader forårsaget af direkte strømgennemgang eller af elektriske lysbuer.

Skader som i punkt 1 opstår ved, at mennesker indgår i en strømkreds. De fleste skader sker ofte ved relativt lave strømstyrker (10-50 mA), der ved passage af kroppen kan lamme hjerte og åndedrætsfunktion. Det er også almindeligt, at personen får chokskader. Afbryd straks spændingen, og påbegynd førstehjælp eventuelt med hjertemassage og kunstigt åndedræt.

Modstanden i et menneske er af en sådan størrelsesorden, at der ofte kan opstå fare ved de til søs normalt anvendte spændinger.

### 6.1 PERSON INDGÅR I KREDSLØB



Derfor er det meget vigtigt at have kendskab til elektroteknik og elektriske anlæg – det mindsker i høj grad risikoen for ulykkestilfælde ved betjening af og indgreb i elektriske anlæg.

I figur 6.1 ses et eksempel på, hvordan en person kan indgå i en strømkreds. Anlægget er et enfaset isoleret toledersystem. Personen berører fase **L1**, og der vil være en sluttet strømkreds fra generatoren gennem den tilsluttede isolationskontrollampe og personen tilbage til generatoren. I forhold til jord vil der med tilsluttede isolationskontrollamper ske en spændingsdeling, hvorfor personen vil blive udsat for en spænding svarende til halvdelen af generatorens mærkespænding. Hvis den er 230V, vil personen blive udsat for ca. 115V, og det er livsfarligt.

elektrisk værktøj, som bruges på udsatte steder, drives ved en spænding på maksimalt 50 V. Denne sikkerhedsspænding frembringes af en særlig transformer med adskilte viklinger, som sørger for, at en fejl på primærnettet ikke kommer over på sikkerhedsspændingsnettet.

Man kan sikre sig, at der ikke er afledning til skibsskroget ved en måling. Den foretages enten ved hjælp af målere, der direkte måler modstanden til skibsskroget. Resultatet af en sådan måling skal være 'uendelig stor'. En anden målemetode er at bruge isolationslamper.

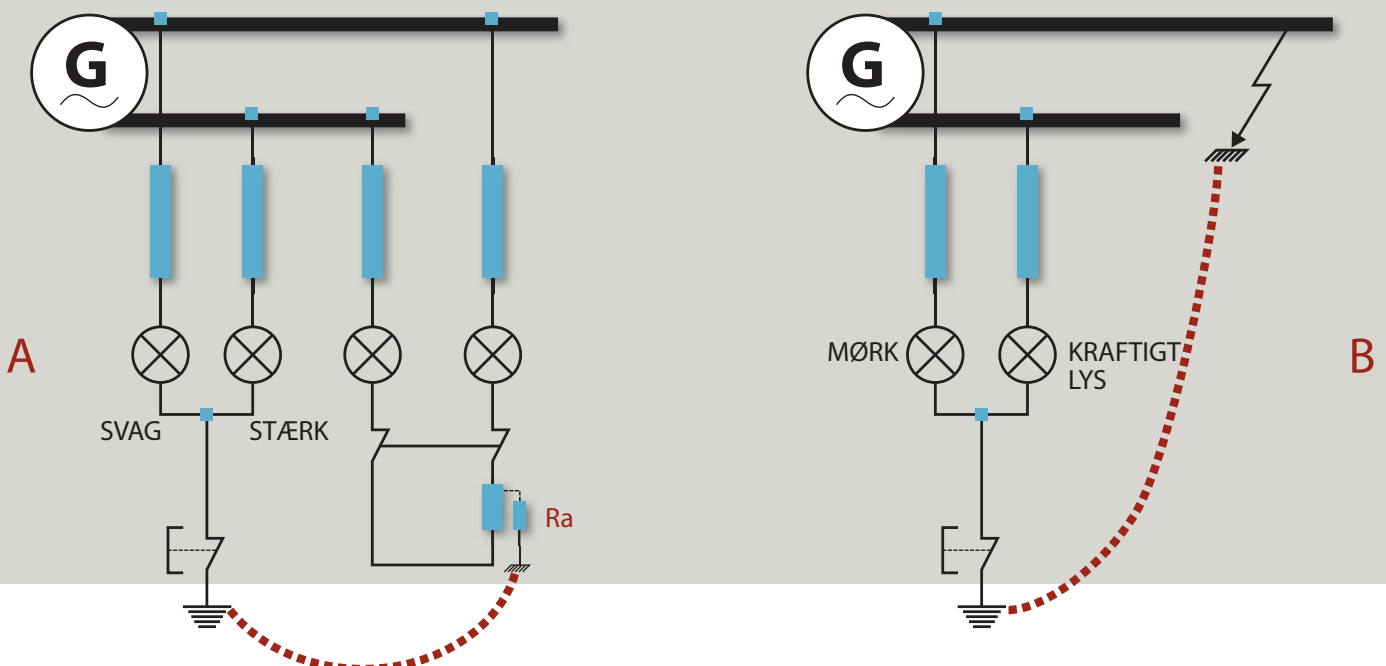
I figur 6.2 er situationen følgende: Lamperne, som i et fælles punkt er sat til stel, vil – hvis alt er i orden – lyse lige kraftigt, fordi de deler spændingen mellem sig. Hvis en brugsgenstand som på billede **A** får en afledning, vil lamperne lyse med forskellig styrke, idet **R<sub>a</sub>** danner en parallel forbindelse med den svagt lysende lampe. På den måde kan det jo så konstateres, hvilken fase det er galt med. Endnu mere udtalt er det på billede **B**.

Arbejd kun på spændingsløse anlæg!

fakta

Det er derfor vigtigt at indføre en sikkerhedsspænding, der sikrer, at anvendt

## 6.2 ISOLATIONSLAMPER



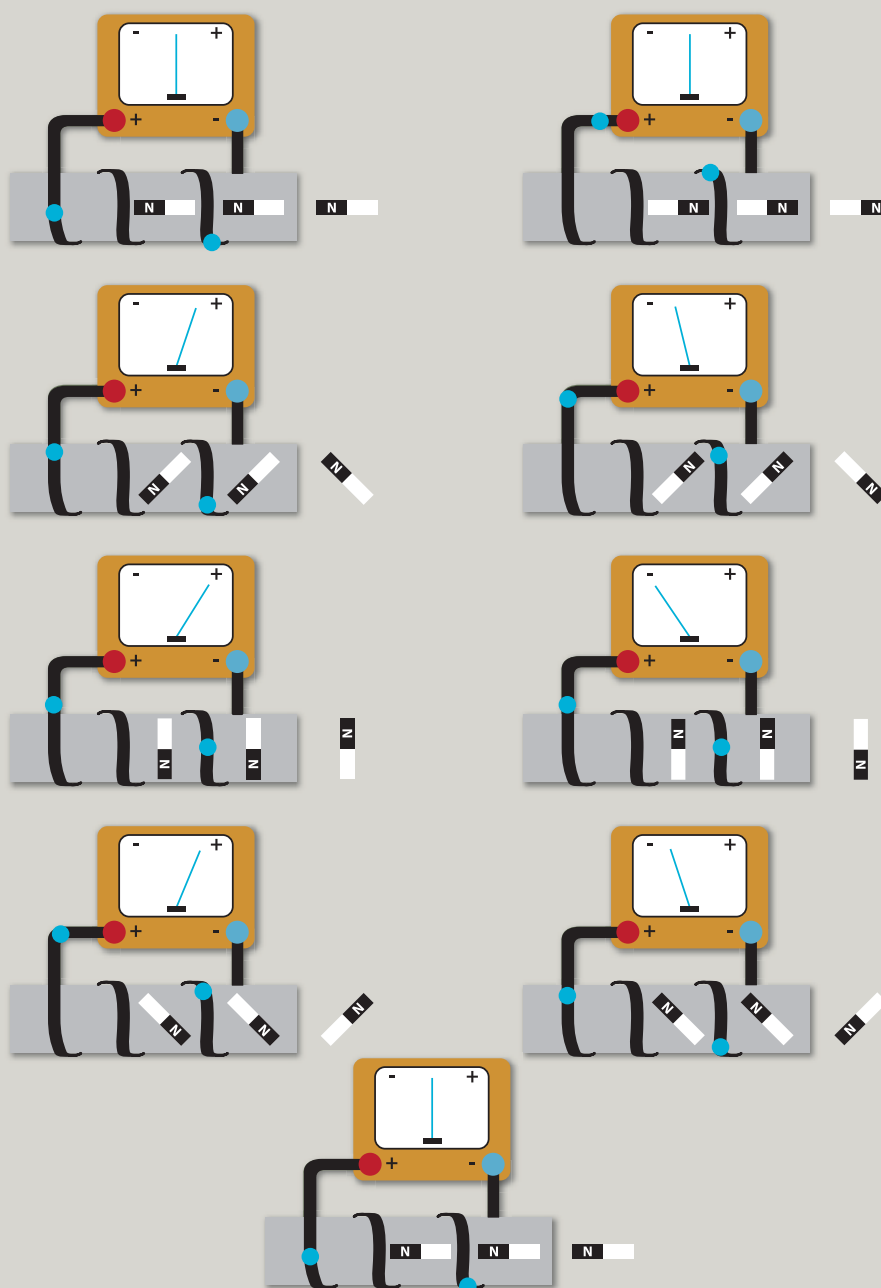
Her er der direkte jordslutning, hvilket betyder at der på den slukkede lampe hersker samme spænding både før og efter. Det vil ikke kunne drive en strøm igennem lampen, som derfor ikke lyser. Den anden lampe får nu den fulde generatorspænding og lyser derfor meget kraftigt.

### GENERATOR OG GENERATORANLÆG

I de fleste skibsanlæg i dag anvendes vekselstrøm frembragt af en generator. I nogle ældre anlæg ses stadig jævnstrømsanlæg, hvor strømmen frembragt af generatoren (ofte kaldet en dynamo) ensrettes efter generatoren. Her gennemgås kun vekselstrømsgeneratoren.

En vekselstrømsgenerator er en fiksfølgelig opfindelse. Princippet er, at man har et roterende felt, der arbejder inde i en stator.

#### 6.3 VEKSELSTRØMSGENERATOR



Virkemåden af en generator er at lade en ledning bevæge sig på tværs af et magnetfelt. I virkeligheden lader man en elektromagnet rotere mellem et antal fastsidende viklinger. Princippet er illustreret på de små billeder herover. Læg mærke til, at udslaget på viserinstrumentet slår ud til begge sider. Det er derfor man klader det vekselstrøm. Hvis man har brug for jævnstrøm, skal der være indsat et ensretter-system herefter.

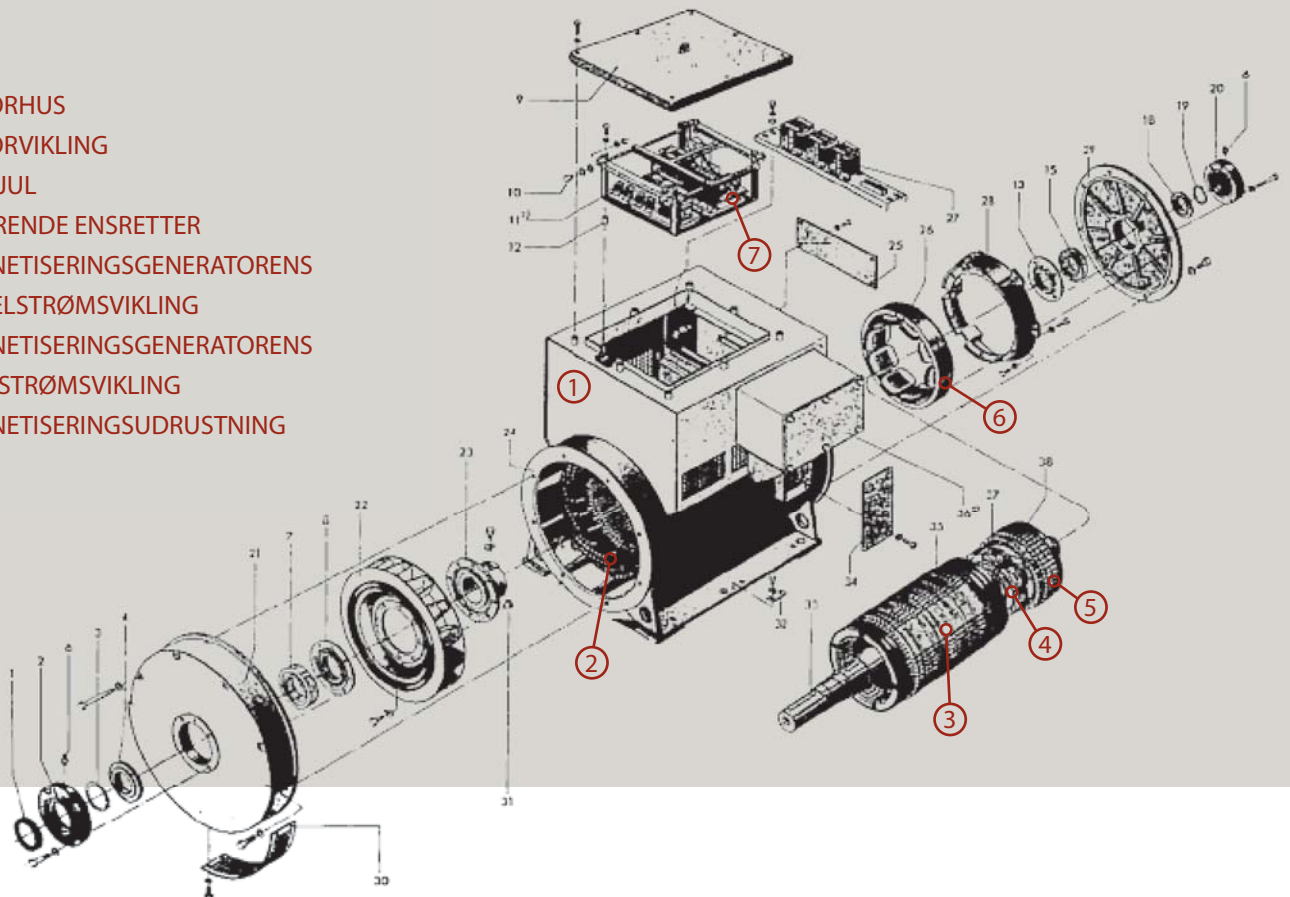
Statoren består af tre viklinger, som man trækker den store strøm ud af. Viklingerne er forskudt 120° i forhold til hinanden, som derfor vil danne de tre faser. I rotoren styrer magnetfeltet størrelsen af den frembragte spænding i statoren. Rotorfeltet dannes ved hjælp af påtrykning af en jævnspænding, som reguleres af en spændingsregulator. Det er nødvendigt, for at generatoren under alle belastninger har samme spænding på klemmerne. Denne spændingsregulator er som udgangspunkt en del af generatoren, men kan på store generatorer være monteret udenfor.

#### EN VEKSELSTRØMSGENERATOR BESTÅR I GROVE TRÆK AF TRE DELE

- en stator
- en rotor og
- en regulator

#### 6.4 EKSPLODERET TEGNING AF STØRRE MARINEGENERATOR

- 1 STATORHUS
- 2 STATORVIKLING
- 3 POLHJUL
- 4 ROTERENDE ENSRETTER
- 5 MAGNETISERINGSGENERATORENS VEKSELSTRØMSVIKLING
- 6 MAGNETISERINGSGENERATORENS JÆVNSTRØMSVIKLING
- 7 MAGNETISERINGSUDRUSTNING





## DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE AF GENERATOR

Det er et meget stort område at dække drift og vedligeholdelse på generatorer.

Hvis der er tale om små generatorer, der servicerer et jævnstrømanlæg, er disse udstyret med nogle enrettere, som fremstiller jævnspændingen. Ensrettere er ofte skyld i generatoredbrud. For at beskytte dem og i øvrigt også anden elektronik skal man sørge for, at der ikke svejses, uden at disse ting er isoleret fra. For at overføre rotorstrømmen bliver der normalt brugt kul. I ældre anlæg skal kullene skiftes fra tid til anden, og man gør klogt i at efterse dem med jævne mellemrum. Udslidte kul vil kunne ødelægge rotoren.

På større eller mindre vekselstrømsanlæg er der faktisk kun vedligeholdelse og smøring af lejer at tage sig af, og hvis generatorerne er meget store, vil der også skulle skiftes nogle luftfiltre.

Sørg for at holde generatorerne rene.

## GENERATORANLÆG

Generatoranlæg findes som anlæg, hvor fremdrivningsmotoren trækker en lille generator via et remtræk, som så lader på et eller flere batterier, hvorfra man efterfølgende trækker strøm til forbruget om bord. Sådant et anlæg kan sammenlignes med det, som findes i en bil – de findes typisk på små fartøjer.

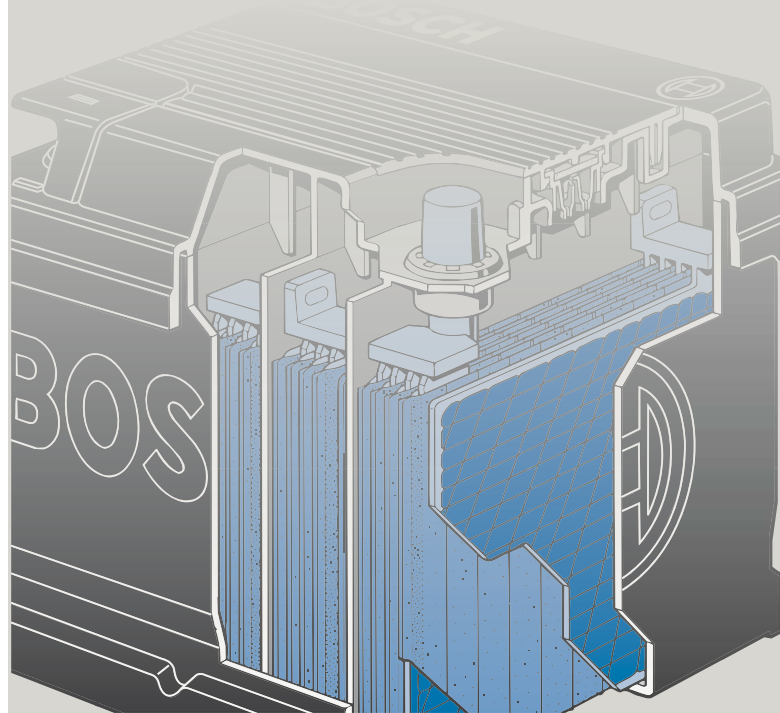
På lidt større skibe finder man ofte en løsning, hvor der både findes en hovedmotor til at få skruerakslen til at dreje rundt og en enkelt hjælpemotor eller et generatorsæt til at levere strøm til skibet. Er der tale om store trawlere, som ud over det almindelige maskineri også er udstyret med køleanlæg, vil der ofte være to eller flere generatorsæt.

## AKKUMULATOR

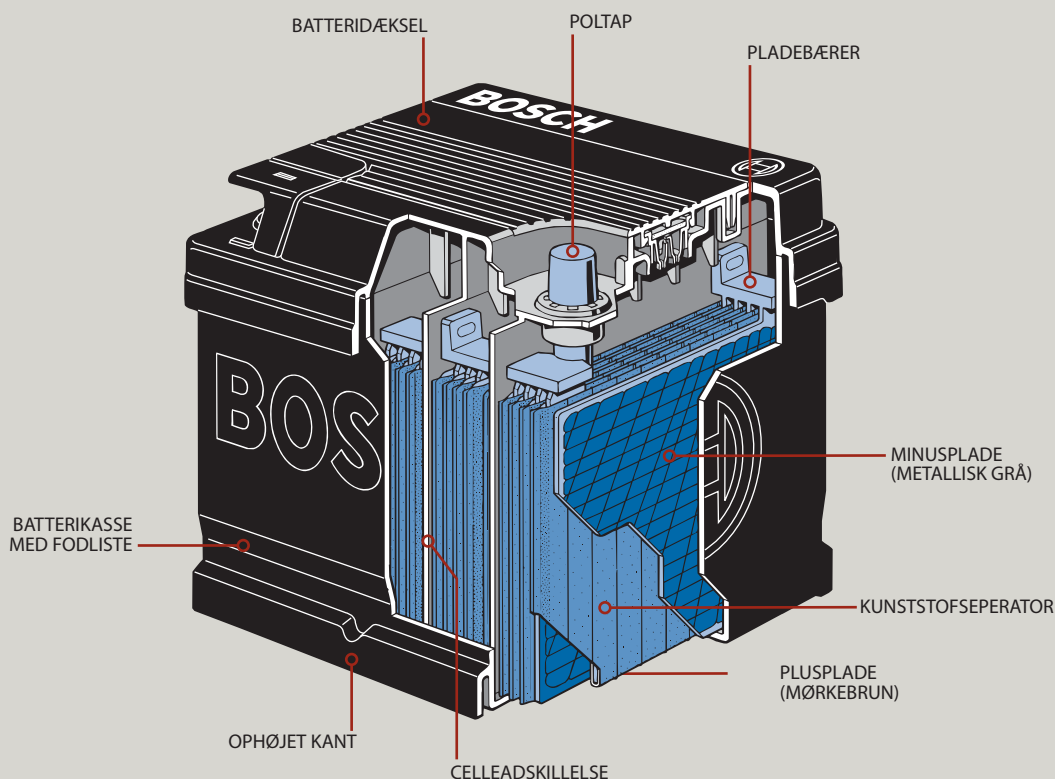
Blyakkumulatoren er den ældste og stadig blandt de hyppigst anvendte former for genopladelige elementer. Et akkumulatorbatteri består af et antal serie- og parallelforbundne elementer eller celler, hver med en spænding på ca. 2 V.

ET BATTERI ER I HOVEDSAGEN OPBYGGET AF FØLGENDE DELE

- En syrefast batterikasse af sort ebonit (hård gummi) eller af polypropylen, der kan være gennemsigtig eller farvet. Nederst i batterikassen er et slamrum, hvor løse partikler kan opsamles uden risiko for at de forårsager kortslutninger.
- Et antal serie- og parallelkoblede celler, der hver indeholder nogle positive og negative elektroder. Elektroderne udføres oftest som gitre af blyantimon med de aktive materialer afsat i gitrenes mellemrum. I de såkaldte rørpladebatterier er de positive plader opbygget af perforerede plastrør, som indeholder det aktive materiale.
- Separatorer af syrefast, mikroporøst materiale, som adskiller de enkelte plader i cellen.
- Polbroer, der elektrisk forbinder cellerne, samt en negativ og en positiv poltap til ydre tilslutninger. En elektrolyt, der består af meget ren svovlsyre opløst i destilleret eller demineraliseret vand.



## 6.5 DE VIGTIGSTE DELE PÅ EN AKKUMULATOR



KILDE: BOSCH A/S

En opladet og brugsklar akkumulator har en tomgangsspænding (det betyder, at ingen belastning er tilsluttet) på hver celle på ca. 2,05-2,12 V. Syrekonzentrationen er høj, idet elektrolytten indeholder 37 % svovlsyre svarende til en massefylde på 1,28 g/ml.

Afladning sker, når en elektrisk brugsgenstand tilsluttes akkumulatorens positive og negative pol. Der vil da gå en strøm i den ydre kreds fra plus til minus.

Ved at måle elektrolyttens massefylde kan man blive klar over batteriets ladetilstand. Hertil anvendes en flydevægt (hydrometer), som er forsynet med en svømmer med skala. Nedenfor ses en tabel, der viser sammenhængen mellem massefylde, ladetilstand og frysepunkt.

MASSEFYLDE	LADETILSTAND	FRYSEPUNKT °C
1,265-1,290	fuldt opladet	ca. -60
1,235-1,265	¾ opladet	ca. -40
1,205-1,235	½ opladet	ca. -30
1,175-1,205	¼ opladet	ca. -20
1,140-1,175	afladet	ca. -12
1,100-1,140	totalt afladet	ca. -7

Massefyldemåling er den sikreste test, fordi et fuldstændigt afladet batteri i ubelastet tilstand viser den rigtige spændingsforskel, fx 12 V.

En akkumulators kapacitet måles i amperetimer (Ah), som er den ladningsmængde, der under bestemte forhold kan aftages fra akkumulatoren under brug.

#### KAPACITETEN AFHÆNGER AF

- afladestrømmen.
- elektrolyttens massefylde og temperatur.
- afladeforløbet (om det er konstant eller med afbrydelser).
- batteriets alder

For at holde akkumulatoren i topform skal den, hvis det ikke er en vedligeholdelsesfri, regelmæssigt efterfyldes med demineraliseret vand, så elektrolytten altid dækker elektroderne helt. Endvidere skal elektroderne holdes rene og tørre, da der ellers dannes sulfatforbindelser omkring poltappene (et hvidt, pulverlignende stof). Sulfatforbindelserne øger risikoen for krybestrømme og/eller kortslutning.

**KORTSLUT ALDRIG ET BATTERI**  
Det vil helt sikkert eksplodere!

fakta

## SIKKERHED, SIKRINGER, ISOLATIONSTEST OG FEJLFINDING

### SIKKERHED

I afsnittet om ledningsnettet blev der fortalt lidt om sikkerhed i forbindelse med elektricitet.

Det anbefales, at du går ind på nedenstående hjemmeside og læser om generel elsikkerhed.

[www.sikkerhedsstyrelsen.dk](http://www.sikkerhedsstyrelsen.dk)

WWW

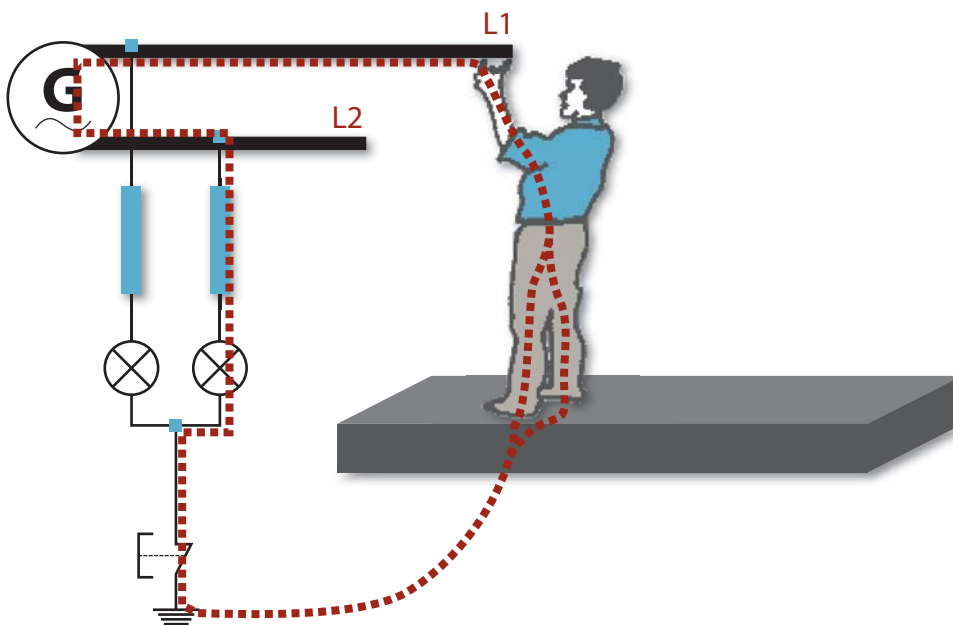
### ER ELEKTRICITET FARLIGT?

Ja, elektricitet er farligt - det kan endda være livsfarligt.

Ved berøring af en spændingsførende del løber der en strøm gennem kroppen. Vekselstrøm kan forårsage forbrændinger, hjerteflimmer og hjertestop. Det kan give krampe i bl.a. hænderne, så man ikke kan slippe den strømførende genstand. Jævnstrøm kan give brandsår, og chokvirkningen kan forårsage hjertestop.

**DET KAN IKKE SIGES OFTE NOK**  
Arbejd aldrig på spændingsførende anlæg!

fakta



En af de ting, som ofte bliver ignoreret, er effekten i et batteridrevet 12 V anlæg. Faktisk vil et almindeligt 12 V bilbatteri/ startbatteri kunne udløse en kortslutningsstrøm på mere end 1200 A. Et almindeligt 10 mm<sup>2</sup> ledningsnet er beregnet til maksimalt at kunne føre omkring 30 A, så det siger sig selv, at en kortslutning af en sådan installation vil kunne få katastrofale følger.

Yderligere skal man huske på, at en kortslutning af et batteri vil kunne forårsage en sprængning af selve batteriet, og det kan betyde, at personer i nærheden vil blive både forbrændt og ramt af svovlsyre.

Fra tid til anden kan det alligevel blive nødvendigt at arbejde på spændingsførende anlæg. Det er sker normalt, når man skal løse fejlfindingsopgaver. I sådanne tilfælde skal man naturligvis anvende forskriftsmæssigt, godkendt og isoleret værktøj. Desuden skal man huske at bære særlige, godkendte gummihandsker.

#### ARBEJD ALDRIG ALENE PÅ SPÆNDINGSFØRENDE ANLÆG!

Man skal altid være to kompetente folk om arbejdet. Begge skal være klar over, hvor spændingen afbrydes, og begge skal være fortrolige med førstehjælp.

fakta

Husk, at der til søs er spænding på alle ledninger, altså at der ikke findes en nulleder som på land!

En anden god metode til at finde ud af, om der er fejl i fx eltavler, er at tage et par termografiske fotos. De vil kunne afsløre løse forbindelser, idet det udvikler varme, hvis ikke de elektriske forbindelser er spændt hårdt nok.

## SIKRINGER

### HVAD ER SIKRINGER?

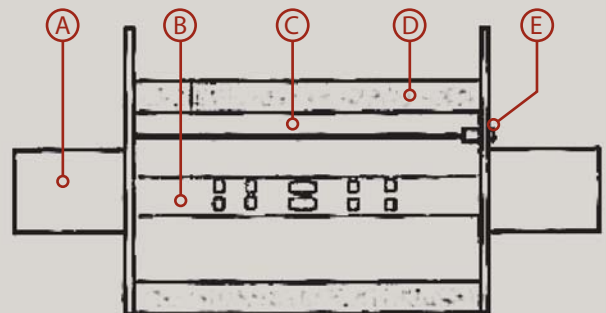
Sikringer anvendes for at overstrøms- og kortslutningsbeskytte ledninger, så de ikke bliver for varme. Sikringer kortslutningsbeskytter også materiellet.

Sikringsstørrelsen afpasses efter ledningstværsnittet. Ved overbelastning og kortslutning afbryder sikringen strømmen ved at brænder over.

Når en ledningsforbindelse gennemløbes af en for stor strømstyrke, vil den blive ødelagt i det svageste sted, dvs. det sted på ledningen, som først når en temperatur, der får materialet til at smelte. Derfor indsætter man en smeltningssikring i forbindelsen – den skal udgøre det svageste sted, så afbrydelsen sker under kontrol og uden at lederen selv eller dens omgivelser beskadiges. Smeltningssikringen gør også, at afbrydelsen let kan lokaliseres og udbedres ved at udskifte sikringen.

En smeltesikring består i princippet af en kort leder med et mindre tværsnitsareal end den forbindelse, som sikringen skal beskytte. På grund af større strømtæthed i sikringens leder vil det reducerede tværsnitsareal blive opvarmet mere end lederen, som har et større tværsnit.

### 6.6 PRINCIPIEL OPBYGNING AF SIKRINGSELEMENT



Lederen i en sikring skal være dimensioneret, så den ved en overstrøm vil nå smelte-temperaturen og smelte, før den ledning, den skal beskytte, opnår en skadelig temperatur.

Sikringer for lavspændingsinstallationer fås i forskellige udformninger.

#### HERUNDER BESKRIVES FØLGENDE

- NH-sikringer og patronsikringer
- Propsikringer

NH-sikringer anvendes fortrinsvis ved energifordeling. Propsikringer bruges i husinstallationer og andre steder, hvor enhver skal kunne udskifte en afbrudt sikring.

**NH-SIKRINGER OG PATRONSIKRINGER**  
Disse sikringer betegnes også NH-knivsikringer. Sikringsystemet består af sikringsholder og sikringspatron med gribelasker.

I modsætning til propsikringer er patronsikringer ikke berøringssikre. Desuden hindrer udformningen ikke, at der isættes sikringer med forkert nominel værdi. Skift af denne slags sikringer skal derfor udføres af fagfolk.

Berøringssikkerheden kan øges ved at anvende sikringer med gribelasker af isolerende materiale, samt ved anbringelse af isolerende skærme. Sikringerne findes i størrelser, der refererer til ydre dimensioner, og de betegnes: størrelse 00-0-1-2-3-4 og 4a.

Hver størrelse sikringsholder kan fornyes med sikringer med forskellige mærkestrømme. Systemet findes for flere mærkespændinger. Tabellen øverst på næste side viser mærkeværdier for NH-sikringsprogrammet for 500 V veksel/440 V jævnspænding.

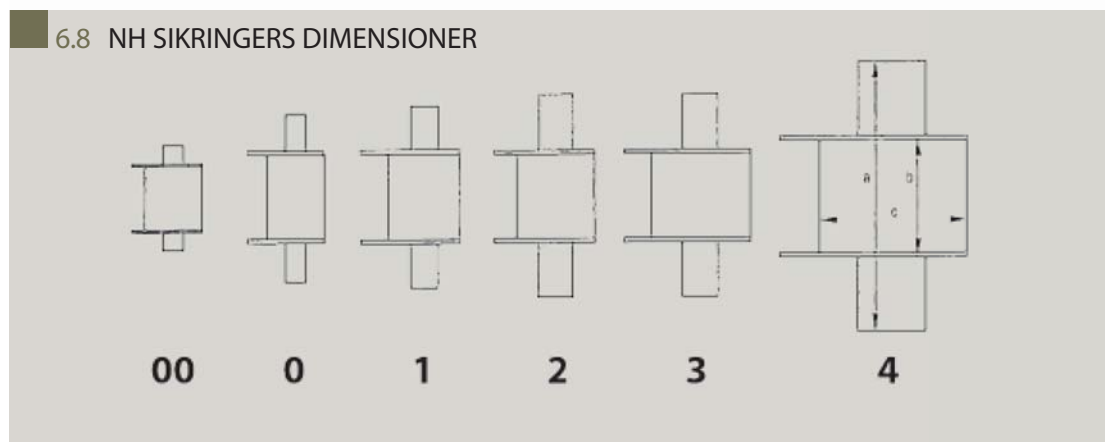
### 6.7 NH SIKRINGER



## NH SIKRINGER SIKRINGSSTØRRELSER

STØRRELSE	MÆRKESTRØMME SIKRINGSHOLDER A	MÆRKESTRØMME SIKRINGSELEMENT A
00	160	2 - 160
0	160	6 - 160
1	250	16 - 250
2	400	35 - 400
3	630	200 - 630
4	1250	500 - 1250
4a	1250	630 - 1250

## 6.8 NH SIKRINGER DIMENSIONER



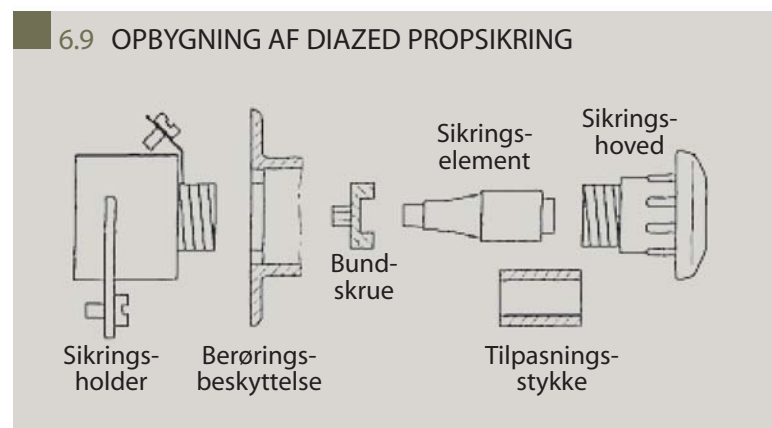
## PROPSIKRINGER

DIAZED- og NEOZED-sikringer er udformet efter diametersystemet. Det betyder, at der i sikringsholderen anbringes en pasring eller bundskruer, hvis diameter er større, jo større sikringsværdi der tillades.

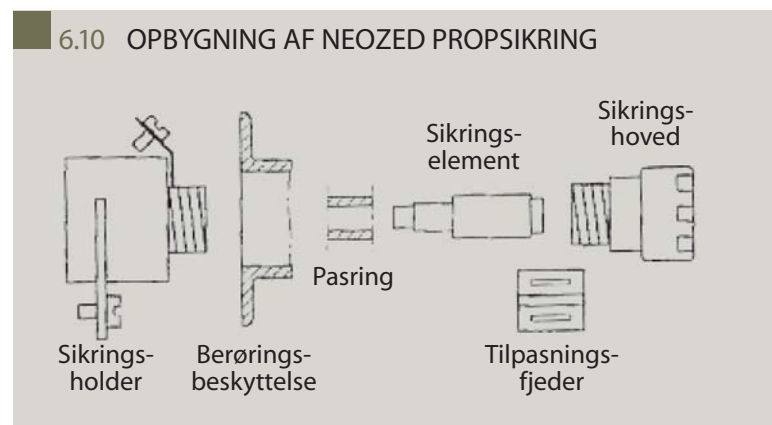
Sikringselementet har en tilsvarende kontaktring med en diameter, som afhænger af sikringens mærkestrøm. Det er derfor ikke muligt at sætte sikringer med større mærkeværdi i, end bundskruen tillader. Desuden er systemet berøringssikkert, og propsikringer kan derfor udskiftes af enhver.

De to propsikringstyper adskiller sig ved ydre dimensioner og dertil kommer, at tabseffekten ved NEOZED-sikringer er mindre end ved DIAZED-sikringer. Det har betydning, hvor der i tavleanlæg er tale om større koncentrationer af sikringer.

## 6.9 OPBYGNING AF DIAZED PROPSIKRING



## 6.10 OPBYGNING AF NEOZED PROPSIKRING



PROPSIKRINGER FREMSTILLES I BLA. FØLGENDE TYPER OG STØRRELSER.

TYPE	STØRRELSE	GEVIND	MÆRKESTRØM	SMELTE-KARAKTERISTIK*
NEOZED	D01	E14	2 - 16 A	gL/gG
	D02	E18	20 - 63 A	gL/gG
	D03	M 30X2	80 - 100 A	gL/gG
DIAZED	NDZ	E16	2 - 25 A	flink
	DII	E27	2 - 25 A	flink
	DIII	E33	35 - 63 A	flink
	DIVH	R1¼"	80 - 100 A	flink
	NDZ	E16	2 - 25 A	træg
	DII	E27	2 - 25 A	gL/gG
	DIII	E33	35 - 63 A	gL/gG
SILIZED	DII	E27	16 - 30 A	gR
	DIII	E33	35 - 63 A	gR
	DIVH	R1¼"	80 - 100 A	gR
	DIVH	R1¼"	80 - 100 A	gR

## AUTOMATSIKRINGER

### DEFINITION

En automatsikring er en afbrydermekanisme beregnet til at slutte og bryde en strømkreds ved manuel betjening. Den afbryder også automatisk strømkredsen, når strømmen overstiger en forudbestemt værdi.

Automatsikringer er blevet udviklet til beskyttelse af elektriske installationer mod overbelastning og kortslutning. En automatsikrings udløsestrøm og udløsetid kan og må ikke kunne indstilles.

### AUTOMATSIKRINGER ANVENDES TIL

- kortslutningsbeskyttelse
- overbelastningsbeskyttelse
- adskillelse af efterfølgende strømkreds

V, 50 eller 60 Hz. De anvendes almindeligvis med mærkestrømme fra 4 til 63 A, men der fremstilles automatsikringer fra 0,5 A.

En automatsikring består af en termisk og en elektromagnetisk udløser. Afhængig af udløsekarakteristikken kobler den termiske udløser ud for mindre overbelastningsstrømme. Ved kortslutning udkobler den magnetiske udløser uforsinket, idet den vil åbne kontakterne allerede efter få millisekunder.

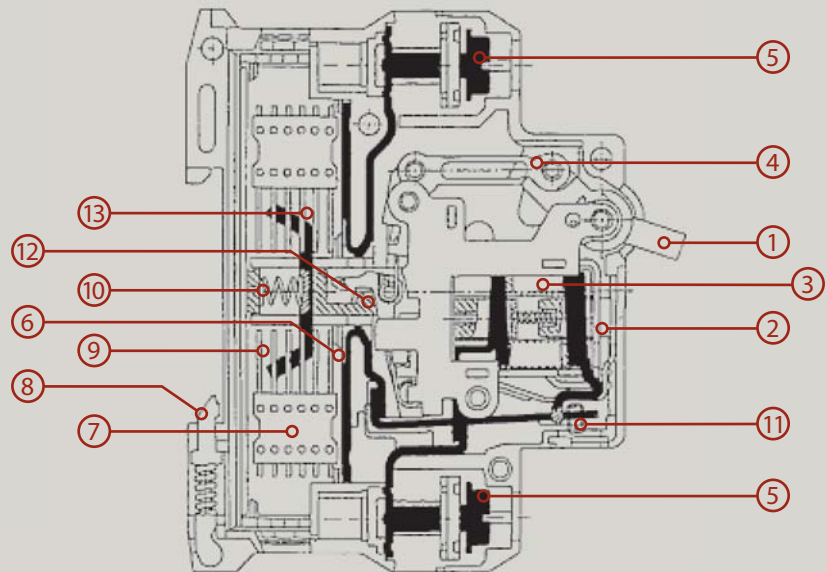
Brydekammeret er indrettet sådan, at lysbuen straks blæses ind i slukkeblikkene. Lysbuen slukkes derved hurtigt, og kortslutningsstrømmen bliver afbrudt. Automatsikringerne er forsynet med friudløsning, så udløsning både ved overstrøm og kortslutning er uafhængig af, om indkoblingsorganet fastholdes i sluttet stilling. På samme måde udkobles alle poler, selv om der kun optræder overstrøm i en af faserne.

### OPBYGNING OG VIRKEMÅDE

Automatsikringer udføres som 1-, 2-, 3-, eller 4-polede, og de kan fornyes med hjælpe-kontakter. De kan indsættes ind til 240/450

## 6.11 SNITBILLEDE AF AUTOMATSIKRING

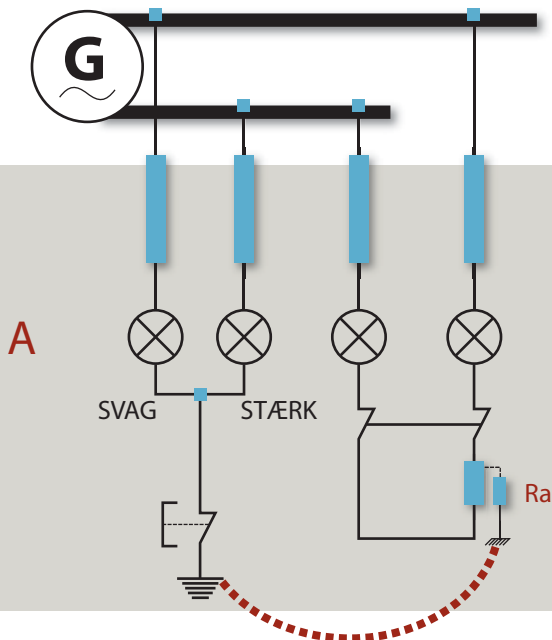
- 1 BETJENINGSARM
- 2 SLAGANKER
- 3 MAGNETISK HURTIGUDLØSER
- 4 KOBLINGSSTANG
- 5 TILSLUTNINGSKLEMMER
- 6 FAST KONTAKTSÆT
- 7 LYSBUEKAMMER
- 8 SNAPLÅSE PAL
- 9 BEVÆGELIG KONTAKTBRO
- 10 KONTAKTTRYKFJEDER
- 11 BIMETALUDLØSER
- 12 UDLØSERKLINKE
- 13 SLUKKEKAMMER



## ISOLATIONSTEST

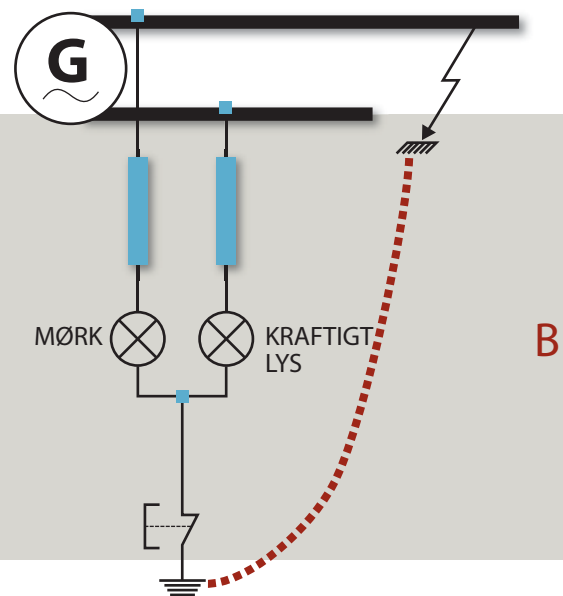
Man kan sikre sig, at der ikke er afledning til skibsskroget ved en måling. Den foretages enten ved hjælp af målere, der direkte måler modstanden til skibsskroget. Resultatet af en sådan måling skal være *uendelig stor*. En anden målemetode er at bruge isolationslamper. På figurene herunder er situationen følgende:

Lamperne, som i et fælles punkt er sat til stel, vil – hvis alt er i orden – lyse lige kraftigt, fordi de deler spændingen mellem sig.



Hvis en brugsgenstand som på billede **A** får en afledning, vil lamperne lyse med forskellig styrke, idet **Ra** danner en parallel forbindelse med den svagt lysende lampe. På den måde kan det jo så konstateres, hvilken fase det er galt med.

Endnu mere udtalt er det på billede **B**. Her er der direkte jordslutning, hvilket betyder at der på den slukkede lampe hersker samme spænding både før og efter. Det vil ikke kunne drive en strøm igennem lampen, som derfor ikke lyser. Den anden lampe får nu den fulde generatorspænding og lyser derfor meget kraftigt.





VED MEGGERTEST BRUGER MAN ET APPARAT, DER ER I STAND TIL VED EN HØJ SPÆNDING AT SENDE EN STRØM FRA EN LEDER PÅ DET APPARAT, MAN TESTER, OG TIL STEL

- Hvis isolationen er i orden, vil instrumentet vise 'uendelig stor' modstand.
- Hvis der er overgang til stel, vil instrumentet vise, hvor stor en overgangsmodstand der er tale om.
- Hvis ikke instrumentet viser uendelig modstand, skal den pågældende maskine undersøges af fagfolk.

På spændingsløse anlæg og elmotorer skal der mindst en gang om året foretages en såkaldt meggertest.

#### FEJLFINDING

Engang imellem bliver man nødt til at udføre en generel fejlfinding. Her er det vigtigt, at man er systematisk i sin søgen.

I rigtig mange tilfælde viser det sig, at sikringen simpelthen er sprunget, eller at et forlængerled er knækket. Hvis man efter udskiftning af sikringen igen oplever, at den springer, er der tydeligvis tale om en kortslutning.

På land må man skifte sikring to gange efter hinanden. En gang af ejeren og en gang af en elinstallatør. Herefter skal installationen undersøges i spændingsløs tilstand.

Til søs er man mere overladt til sig selv. På større skibe er der sædvanligvis folk om bord med de rette kompetencer, mens der på mindre skibe ofte ikke er folk med en fagelektrisk uddannelse.

Det er derfor vigtigt at udvise stor forsigtighed, og det er bedst, hvis man kan tilkalde

professionel hjælp. Er det ikke muligt, vil de fleste fejl alligevel kunne findes, hvis man går systematisk frem og bruger et voltmeter. Det er naturligvis en forudsætning, at man har en hvis indsigt i at læse eldiagrammer.

HVIS DER SKER FEJL PÅ DET ELEKTRISKE ANLÆG, SKAL MAN

- kontrollere sikringer.
- kontrollere ledningsforbindelser for løse/brækkede ender.
- foretage målinger med et voltmeter efter en tegning.
- kontakte en autoriseret elinstallatør.



#### VOLTMETER

Et voltmeter er et måleinstrument, der måler elektrisk spænding.

*fakta*

## STARTANLÆG

*Motoren skal jo startes. I dette kapitel vil et par forskellige muligheder blive gennemgået. Nogle motorer har faktisk flere end en mulighed, så kombinationer af beskrevne metoder forekommer på forskellige anlæg.*

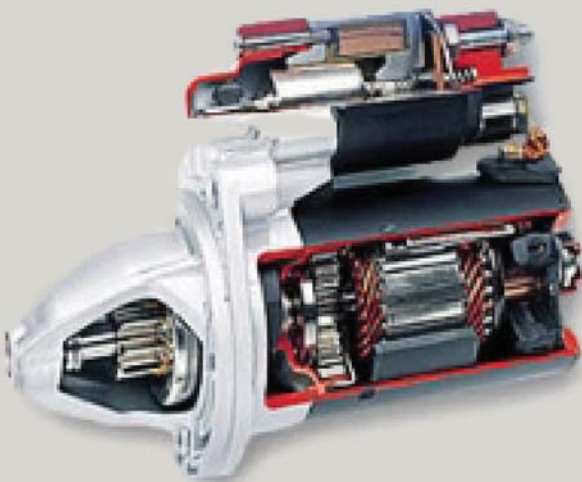
### ELEKTRISK STARTANLÆG

Det at starte en motor er i virkeligheden en og samme sag uanset metode. Krumtappen på motoren skal bringes til at rotere, så motorstyreprogrammerne (strømfordeler, startluftfordeler og ventilbevægelser) begynder at virke efter hensigten. Når man taler om elektrisk start, er det en kombination af en akkumulator eller en anden strømforsyning, som leverer strøm til en simpel startmotor.

### AKKUMULATOR OG STARTMOTOR

Akkumulatoren er beskrevet tidligere i bogen, og der er principielt ikke nogen forskel på en akkumulator og en startakkumulatort. Hvis der er forskel, ligger den i kapaciteten, altså hvor mange Ah (amperetimer), der er til rådighed. En startmotor kan se ud som i figur 7.2.

7.2 STARTMOTOR



### SYSTEMET FUNGERER SÅDAN

Når nøglen drejes, sendes strøm fra batteriet til motorens startrelæ. Herfra ledes strømmen direkte til startmotoren, som via et såkaldt udrykkertandhjul går i indgreb med svinghjulets tandkrans.

For at sikre en smidig indkobling er tandhjulet på startmotoren udstyret med skrå fortandning. Ved rotation af motorens krumtap bringes motoren til tænding, og startnøglen slippes igen.



### DER ANVENDES TO FORSKELLIGE FORMER FOR START

1. Den første og mest udbredte model er den, hvor der i hver motorcylinders topstykke er anbragt en startluftventil, som tilføres luft via en startluftfordeler fra en startlufttank. Denne startlufttank indeholder komprimeret luft ved et tryk på op til 30 bar.
2. Den anden model får ligeledes den komprimerede luft fra en tilsvarende tank, men i stedet for at tilføre luften via startluftfordeleren og startluftventilerne i topstykke tilføres den gennem en luftdrevet startmotor, som i princippet er magen til den elektrisk drevne. Den luftdrevne startmotor trækker ligeledes på svinghjulets tandkrans.

### TRYKLUFTSTART

Trykluftstart anvendes på alle større dieselmotorer.

I figur 7.3 på næste side er vist et startluftsystem til en større dieselmotor. Systemet kan efter behov nedskaleres til mindre dieselmotorer.

1 og 2 er henholdsvis hoved- og hjælpemotorerne. Motorerne får tilført startluft fra tanken 15. Fra denne tank kan der ligeledes via reduktionsventilen 17 af-

tages luft til andre formål (fx arbejdsluft) fra manifolden 18.

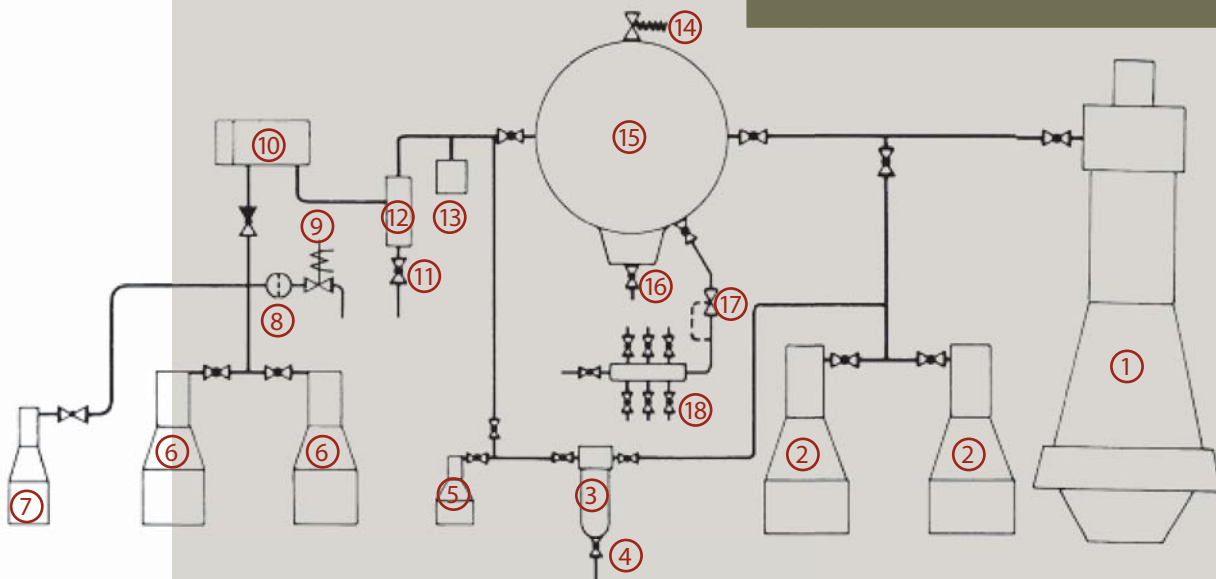
Systemet består endvidere af to startluftkompressorer 6 samt en mindre serviceluftkompressor 7. De pumper den komprimerede luft gennem en køler 10 samt en vandudskiller 12.

Ventilerne 11 på vandudskilleren og 16 på starterlufttanken er beregnet til at kunne dræne systemet for vand. Det skal gøres flere gange om dagen.

Kassen 13 symboliserer en start/stoppressostat. Da kompressorerne skal starte op imod et stort modtryk, er det vigtigt, at de aflastes i startøjeblikket. Derfor er der indsat en magnetventil 9, som åbner, når kompressoren starter og igen lukker, når kompressoren er på højeste omdrejnings-tal. Filtret 8 beskytter magnetventilen mod snavs fra rørsystemet.

Hvis dieselgeneratorerne af en eller anden grund skulle stoppe, så strømmen forsvinder, er der mulighed for, at nødkompressoren 5 kan oppumpe en nødstarteflaske 3. Herfra kan man igen starte dieselgeneratoren og bringe skibet tilbage til normalt drift. Ventilen 4 er ligeledes til vandaftapning.

7.3 STARTELUFTSYSTEM



Anvend aldrig ren ilt til opstart.  
Ren ilt og olie eksploderer momentant!

fakta

#### 7.4 STARTELUFTTANK



#### HÅNDSTART

Håndstart af motorer er naturligvis kun noget, der kan finde sted, hvis motorerne er meget små. De fleste ved, hvordan plæneklippere og motorsave startes ved hjælp af et snorarrangement.

På små både og joller med indebordsmotorer kan motoren startes med håndsving. Det drejer sig normalt om motorer, hvor det er muligt at løfte ventilerne i motorens topstykker, så motoren ikke kan komprimere. Herefter sætter man håndsvinget i indgreb. Motoren bringes op i omdrejninger med håndsvinget, hvorefter ventilløfteren lukkes ned, så kompressionen antænder det tilførte brændstof.

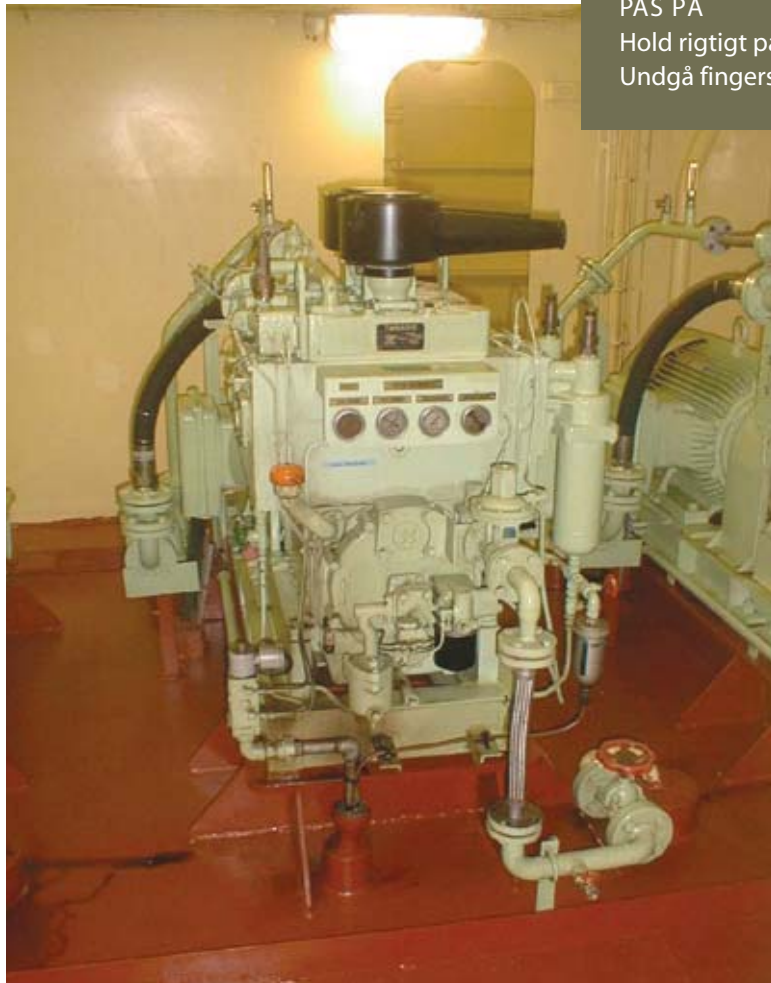
Ofte skal man inden start montere en såkaldt tændpatron, der sikrer tænding, selv om kompressionsvarmen endnu ikke er tilstede. Nogle motorer kan i øvrigt være indrettet, så det er muligt at øge brænd-

stofventilernes åbningstryk, så forstøvningen i startøjeblikket bliver optimal. Det er vigtigt, at man holder fast i håndsvinget, når motoren starter, for det er konstrueret til selv at falde af akslen, når det sker. Hvis man slipper håndtaget, kan man være uheldig, at det falder af – og det kan være til stor fare for de omkringstående!

#### 7.5 NØDLUFTKOMPRESSOR



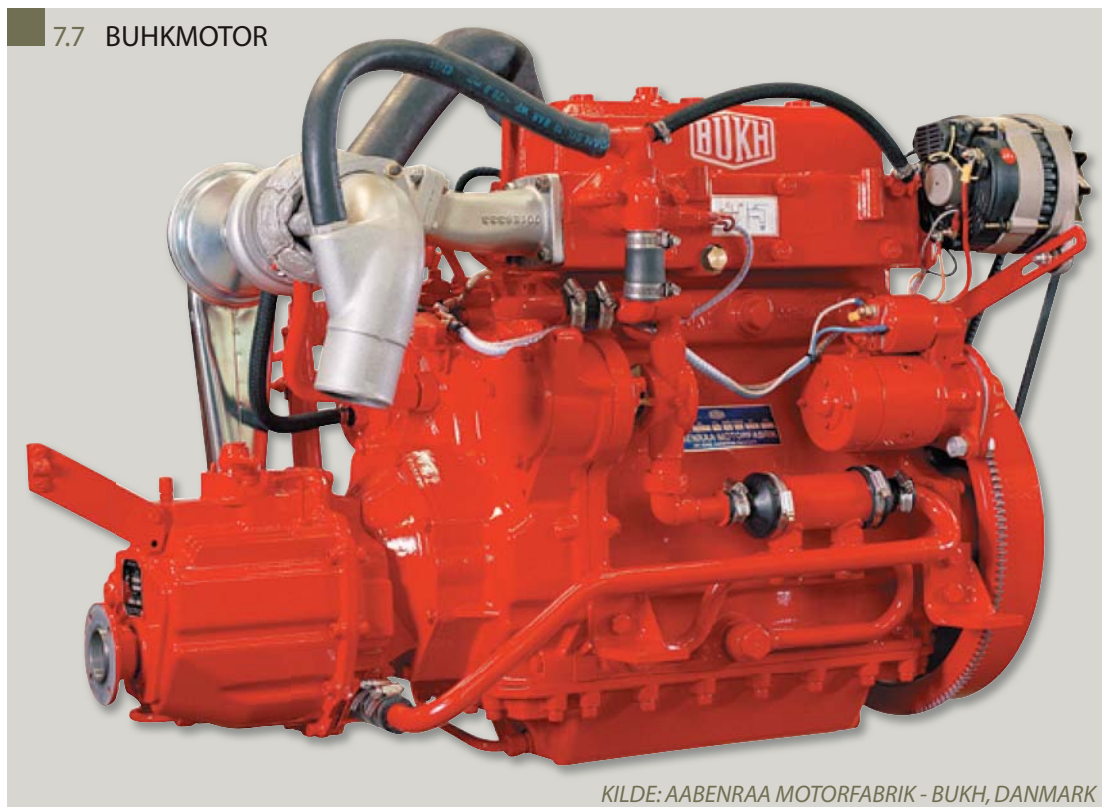
## 7.6 STARTELUFTKOMPRESSOR



PAS PÅ  
Hold rigtigt på håndtaget.  
Undgå fingerskader ved tilbageslag.

*fakta*

## 7.7 BUHKMOTOR



KILDE: AABENRAA MOTORFABRIK - BUKH, DANMARK

## SMØRING AF MOTORER

Der er tidligere i denne bog beskrevet oliers egenskaber og vigtige data. Nu bliver olien sendt ind i nogle af komponenterne, der sikrer høj kvalitet ved tilgang til motorerne. Der er her også beskrevet, hvordan man sikrer at olien forbliver i fin form og langtidsholdbar.

Som det fremgik af afsnittet om smøreløser, er smøring et område, der ikke må forsømmes. Det er vigtigt, at alle motorens bevægelige dele til stadighed smøres med en god, velegnet og velholdt smøreløser. Det er naturligvis også afgørende, at det system, som skal stå for leverancen af olien fungerer optimalt. Det betyder, at alle rørforbindelser er tætte, filtre er rengjorte, kølere er rene og pumper ikke er slidte. Det rigtige smøreløsertryk skal være til stede. Det er også vigtigt, at eventuelle alarmanlæg med faste intervaller afprøves.

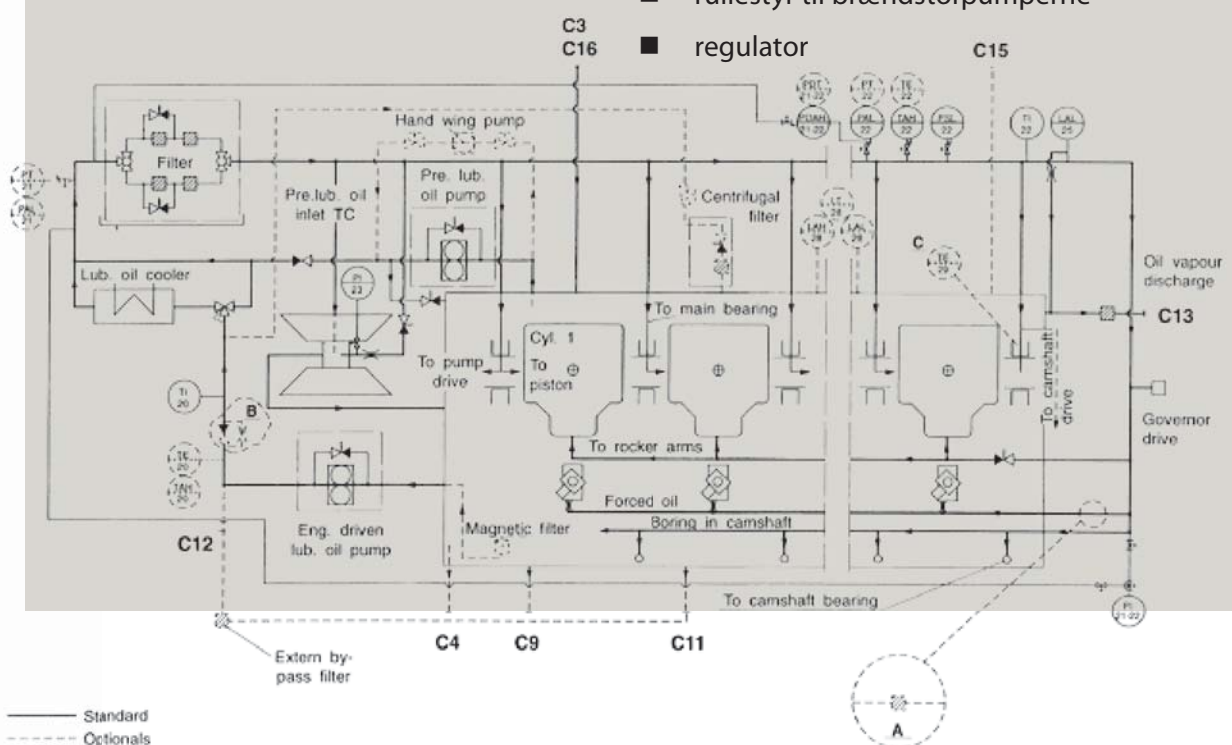
Hovedsmøreløserpumpen bliver trukket af motoren og leverer smøreløser gennem olieløseren og derefter gennem et af to filtre. Det er vigtigt kun at anvende et filter ad gangen, for et filterskift under drift skal helst skulle kunne finde sted. Det er normalt at olien leveres til motoren med en ganske bestemt temperatur, ofte 50°C. Det er årsagen til, at reguleringsventilen føler er monteret på tilgangsrøret. Efter filtrene strømmer olien via rørforbindelser eller borer i motorblokken til alle smørestederne.

I figur 8.1 er vist et smøreløserystem til en fremdrivningsmotor i en trawler. Der er på dette system indsat en elektrisk forsmøreløserpumpe, så motoren kan smøres igennem, inden motoren startes. Den er i visse tilfælde erstattet af en håndbetjent pumpe (vist med stiplede linier).

I DETTE SYSTEM BLIVER FØLGENDE KOMPONENTER TRYKSMURTE

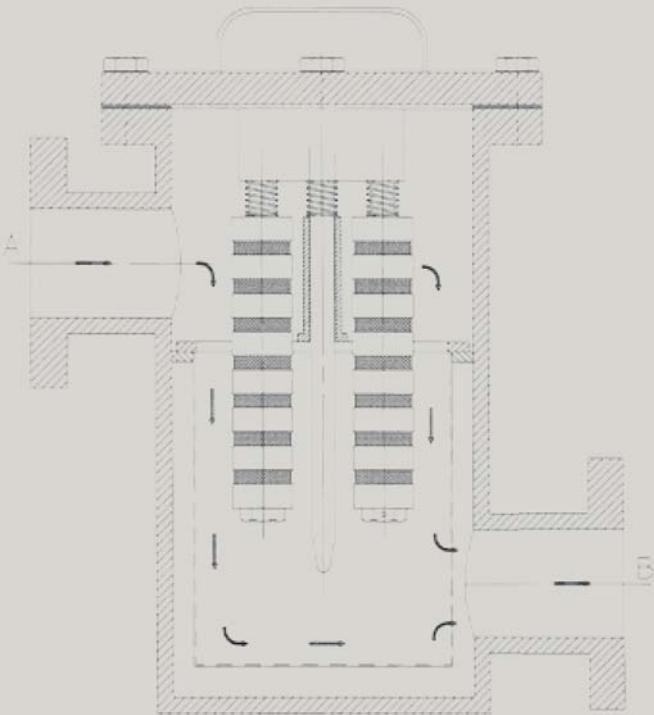
- turbolader
- hovedlejer
- knastaksel
- vippetøj
- rullestyr til brændstofpumperne
- regulator

8.1 SMØRELØSESYSTEM



Motoren kan være udstyret med et magnetfilter (se figur 8.2), som er placeret i bundkaret. Magnetfiltrets indhold giver et godt indtryk af, hvor meget magnetisk materiale, der er slidt af motoren, og dermed af motorens tilstand.

### 8.2 MAGNETFILTER

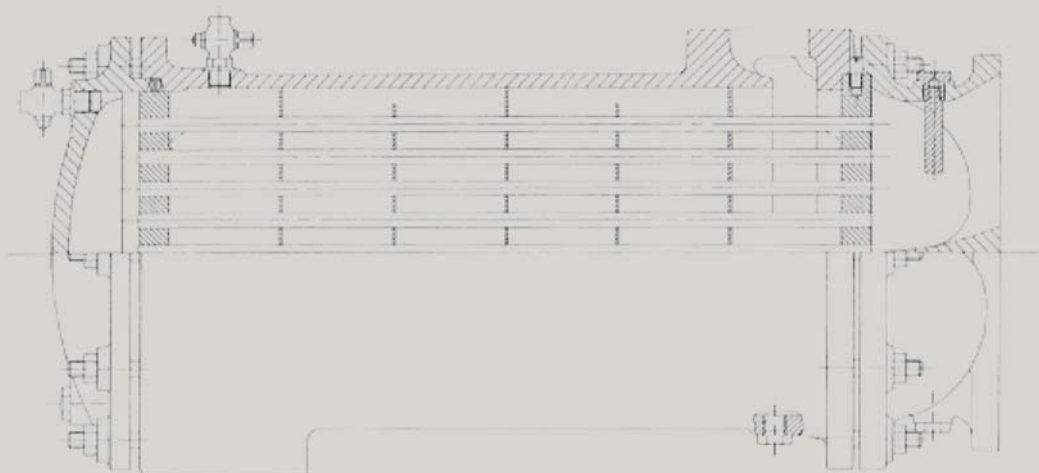


KILDE: MAN B&W

### OLIEKØLER

Oliekøleren indgår, som beskrevet ovenfor, i smøreoliesystemet. I figur 8.3 er vist en smøreoliekøler udført som rørkøler.

### 8.3 SMØREOLIEKØLER



KILDE: MAN B&W

Af rengøringsmæssige årsager og på grund af varmeoverførselsforholdene løber olien altid på ydersiden af rørene. Vandet, der normalt er ferskvand, men i nogle tilfælde saltvand, løber indvendig i rørene. Dermed er det forholdsvis let at fjerne endedækslerne og stikke en lang "flaskerenser" gennem rørene, når det er tid til at rense dem. Vær opmærksom på, at endedækslerne, specielt ved saltvandsdrift, ofte er tærede. Det er muligt at opbygge nedbrudte kanter af dæksler med plastisk stål, hvis svejsning er umuligt.

### OLIEFILTER

Som det ses på tegningen over smøreolie-systemet, indeholder systemet to smøreoliefiltre. Filtrene har en størrelse, så et filter alene kan klare hele den cirkulerede mængde olie.

På mindre motorer kan man komme ud for, at de kun er monteret med et filter, og derfor kræves det naturligvis at man stopper motoren, hvis man skal udskifte filtret. Disse filtre er ofte af patron typen, der er skruet direkte på motoren.

Husk altid at overholde motorfabrikantens anvisninger for maksimal driftstid. Hvis motoren er i størrelsesordenen 500 kW og derover, er det almindeligt at anvende det ovenfor nævnte to-filtersystem. I dag er filtrene ofte engangsfiltre, fremstillet af et

papirmateriale, som bliver forstærket af en eller anden form for stålnet.

Husk at udskiftede, brugte filtre ikke må kastes overbord, men i stedet bringes til modtagefaciliteter i anløbshavnen.

fakta

### CJC-FILTER OG CENTRIFUGE

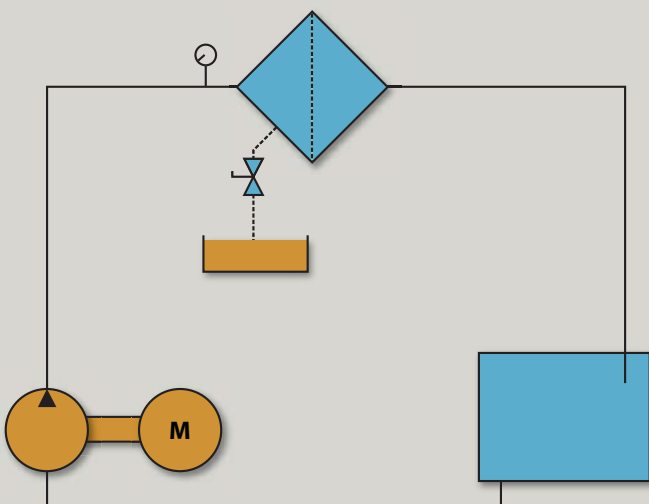
CJC er et varemærke, som dækker over virksomheden C.C. Jensen. CJC har specialiseret sig i det, man kalder separat filterkreds eller på engelsk: Off-line Filter.

Filterprincippet, der ses i figur 8.4, er blevet mere og mere anvendt i de senere år. Det bruges som et supplement til de almindelige, før omtalte filtre.

Ideen med systemet er enkel. Man udtager olie fra det mest snavsede sted i systemet (i bunden af en tank eller i bunden af bundkarret), sender den igennem et specielt finfilter og returnerer den rensede olie til tanken/bundkarret.

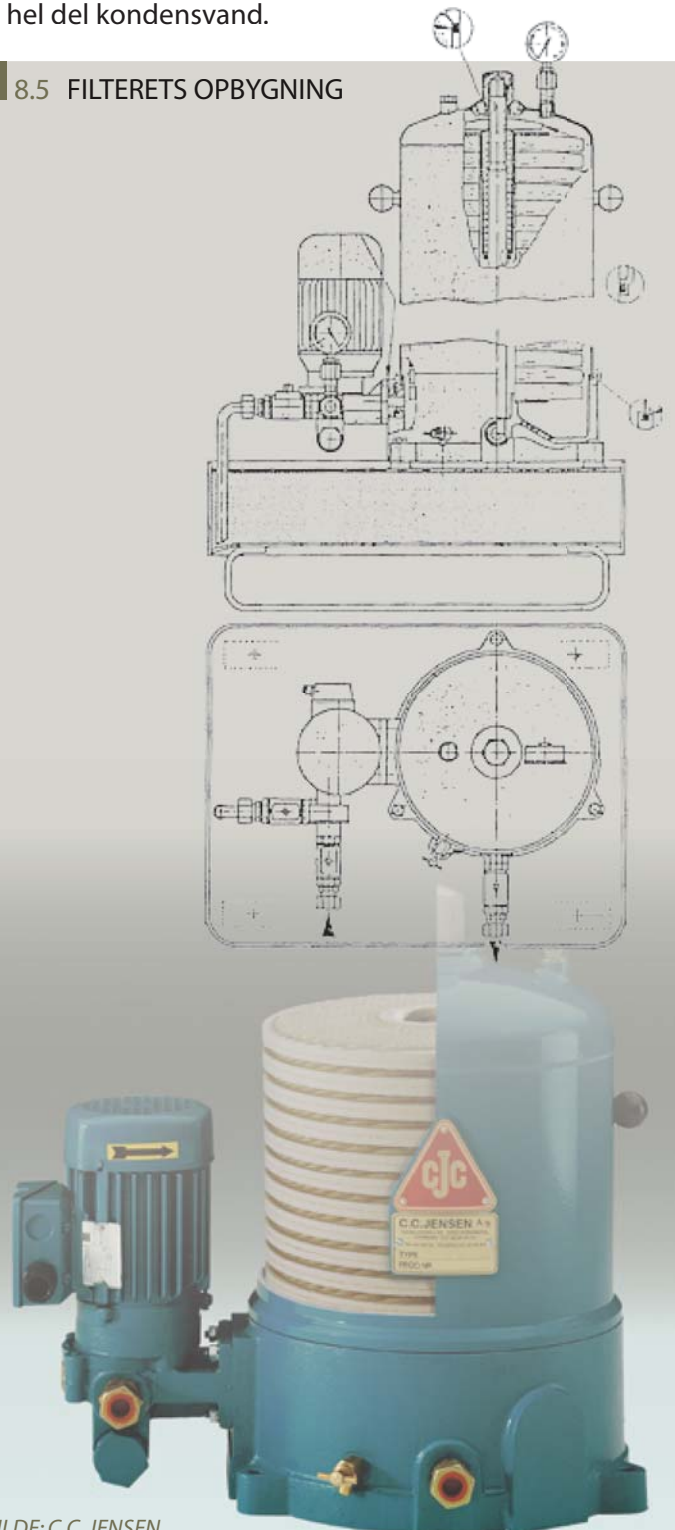
Filtret består af mange 'tallerkener' fremstillet af et meget hårdt presset papmateriale (se figur 8.5). Som tommelfingerregel cirkuleres 10-20 % af tankindholdet gennem filtret pr. time.

8.4 FILTERPRINCIPPET



Fordelen ligger bl.a. i, at oliemængden gennem filtret er konstant og uden trykstød. Man kan derfor også anvende et filter med meget større filtreringsevne, end de normale systemfiltre. Off-line filtre er i stand til at tilbageholde urenheder ned til en størrelsesorden af  $1\mu\text{m}$  (1 mykrometer =  $1/1000000$  del meter eller  $1/1000$  del millimeter). En yderligere fordel ved denne type filter er, at det er i stand til at optage en hel del kondensvand.

8.5 FILTERETS OPBYGNING



KILDE: C.C. JENSEN



En anden og meget effektiv måde at rense såvel smørelolie som brændselolie på er, at anvende en såkaldt centrifuge. Her udnyttes densitetsforskellene mellem olie, vand og slam. Udgangspunktet er at vand og slam er tungere end olien. Det betyder, at eksempelvis vand og olien vil lagdele ved henstand.

Den snavsede olie ledes ind gennem *snavsede olie indløb* og den lette olie vil kunne bortledes fra toppen af tanken.

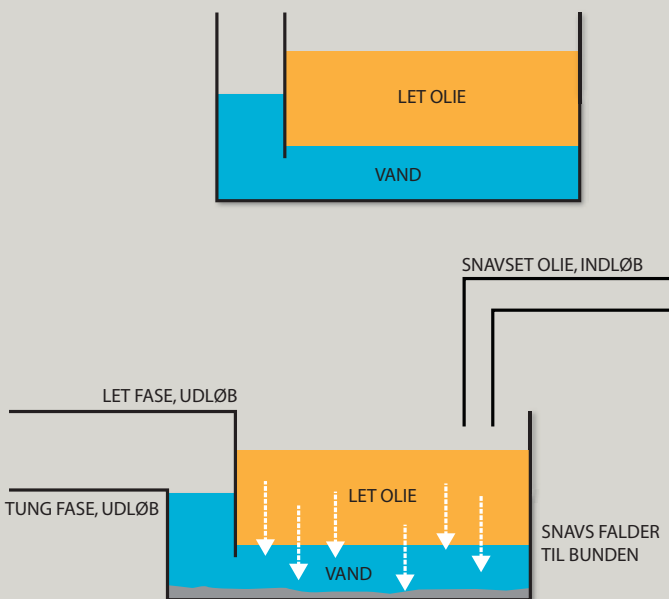
Det tungere vand og slam vil bundfælde og kunne udledes fra bunden af tanken. Problemet med denne konstruktion er, at processen tager temmelig lang tid og ikke er særlig egnet til et skib, der vipper.

I stedet kan man forestille sig, at tanken rejses op og tilføres en spejlvendt part. Så vil systemet se ud, som i figur 8.7.

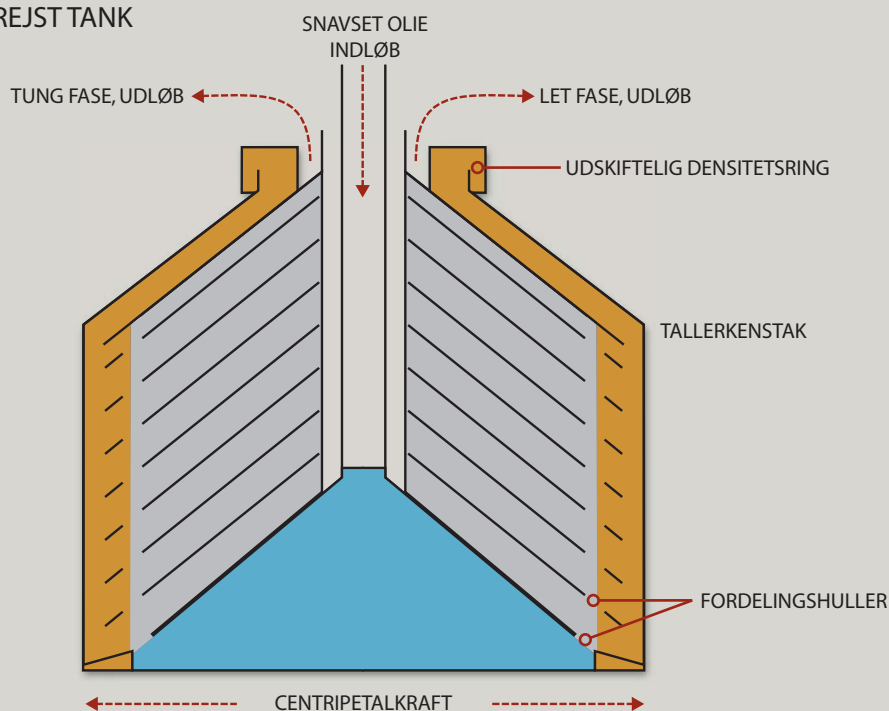
Det er nu meningen, at centrifugen skal rotere med ca. 6.000 omdrejninger/min. Det vil betyde, at indholdet i kuglen påvirkes med op til 5000 G, altså med en kraft, der er 5000 gange større end tyngdekraften – det svarer til, at man pludselig vejer 5000 gange mere, end det der står på badevægten!

Nu er det ikke noget problem at udskille de tungere stoffer, som er i olien. Det kan ligefrem gøres i en uafbrudt proces. De største centrifuger, der findes, kan rense op til 10.000 liter olie i timen.

## 8.6 CENTRIFUGE

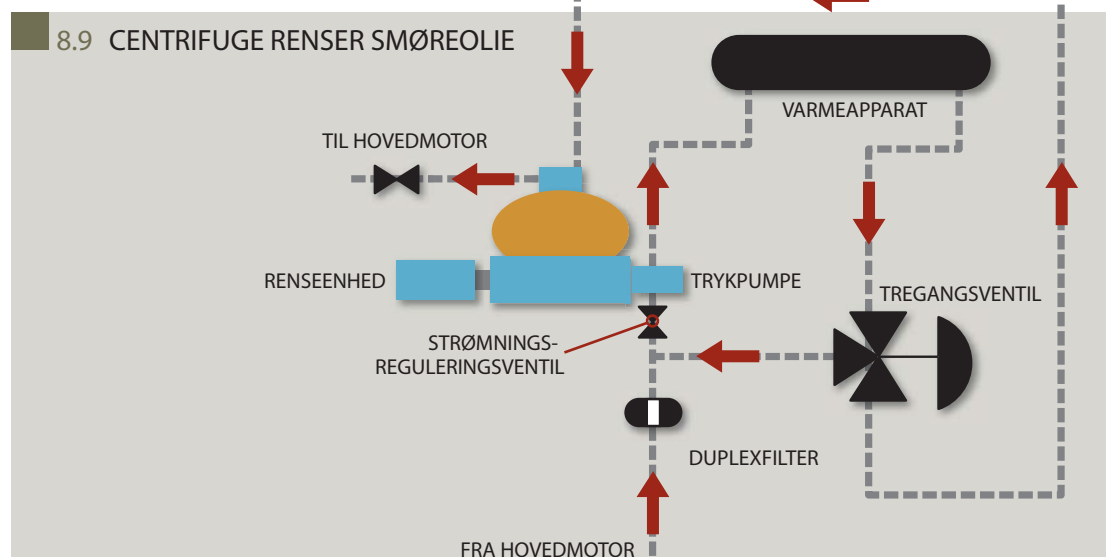
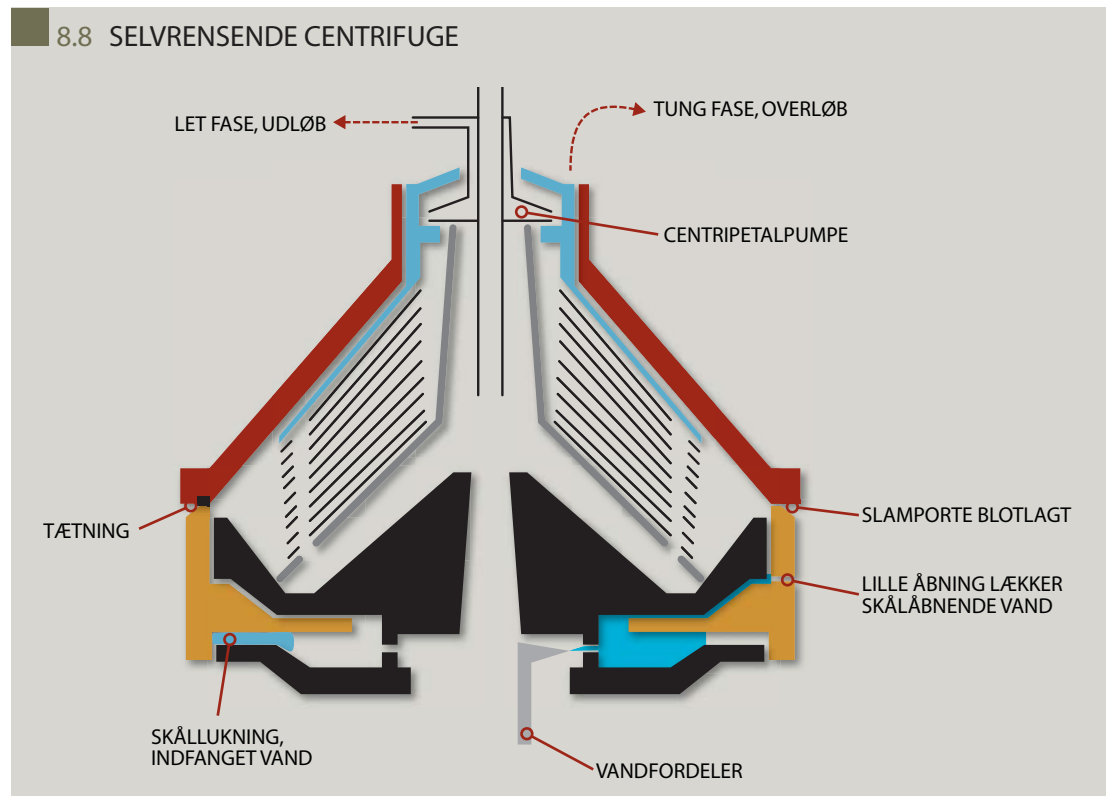


## 8.7 OPREJST TANK



Der findes selvrensende centrifuger, som styres af en timer. I en sådan centrifuge kan man ved hjælp af en særlig vandtryksenhed åbne og lukke centrifugekuglen,

mens den kører. Princippet ses i figur 8.8. Når centrifugen er ved at rense smøreolie, vil systemet se ud, som i figur 8.9.



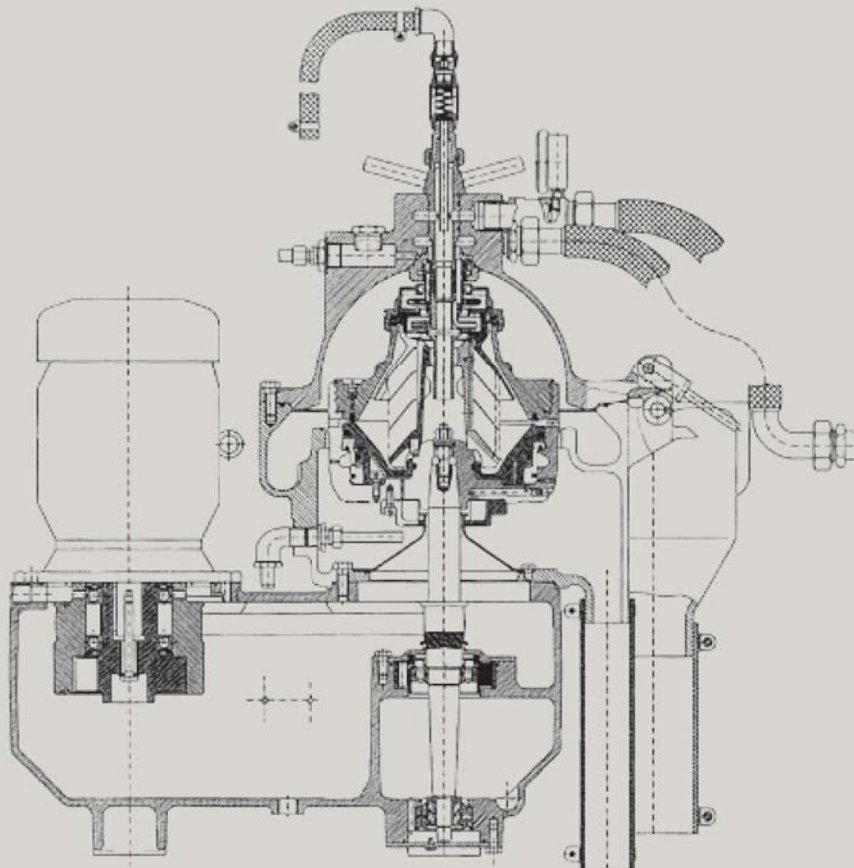
Systemet ser ud på samme måde, når centrifugen er ved at rense brændselolie. Her vil centrifugen dog være tilsluttet en tank i stedet for bundkarret af en motor.

I figur 8.10 er vist en centrifuge, både set udefra og indefra.

#### 8.10 CENTRIFUGE



KILDE: GEA WESTFALIA



## KØLING

Der er svært at pege på, hvad de vigtigste komponenter på et motoranlæg er. Et er dog sikkert og det er, at kølevandssystemet hører til blandt sværvægterne. Sammenhængen mellem at levere det rigtige vand med den rigtige temperatur og tryk til motoren er altafgørende for driften af motoren. Der er her også beskrevet lidt om kølevandspumpeernes driftsforhold.

### SALTVANDSKØLING

De materialer, der anvendes til at fremstille motorer, vil normalt ikke kunne tåle de meget høje temperaturer, der opstår under drift. Derfor er det nødvendigt, at der cirkuleres kølevand omkring de varmeste dele af motoren.

Den mest enkle form for køling af en motor til søs vil være at anvende havvandet. Der er imidlertid en række ulemper forbundet med anvendelse af saltvand som direkte kølemiddel.

Da saltvand er elektrisk ledende (det er en elektrolyt), vil der opstå galvaniske strømme, som vil forårsage tæring på motorblokken og andre dele, der kommer i forbindelse med saltvandet. Man kan undgå den form for tæring, hvis der monteres såkaldte tærezink, hvor motoren er varmest. På den måde angriber saltvandet i stedet tærezinken. Når halvdelen af tærezinken er væk, bør der opsættes nyt materiale.

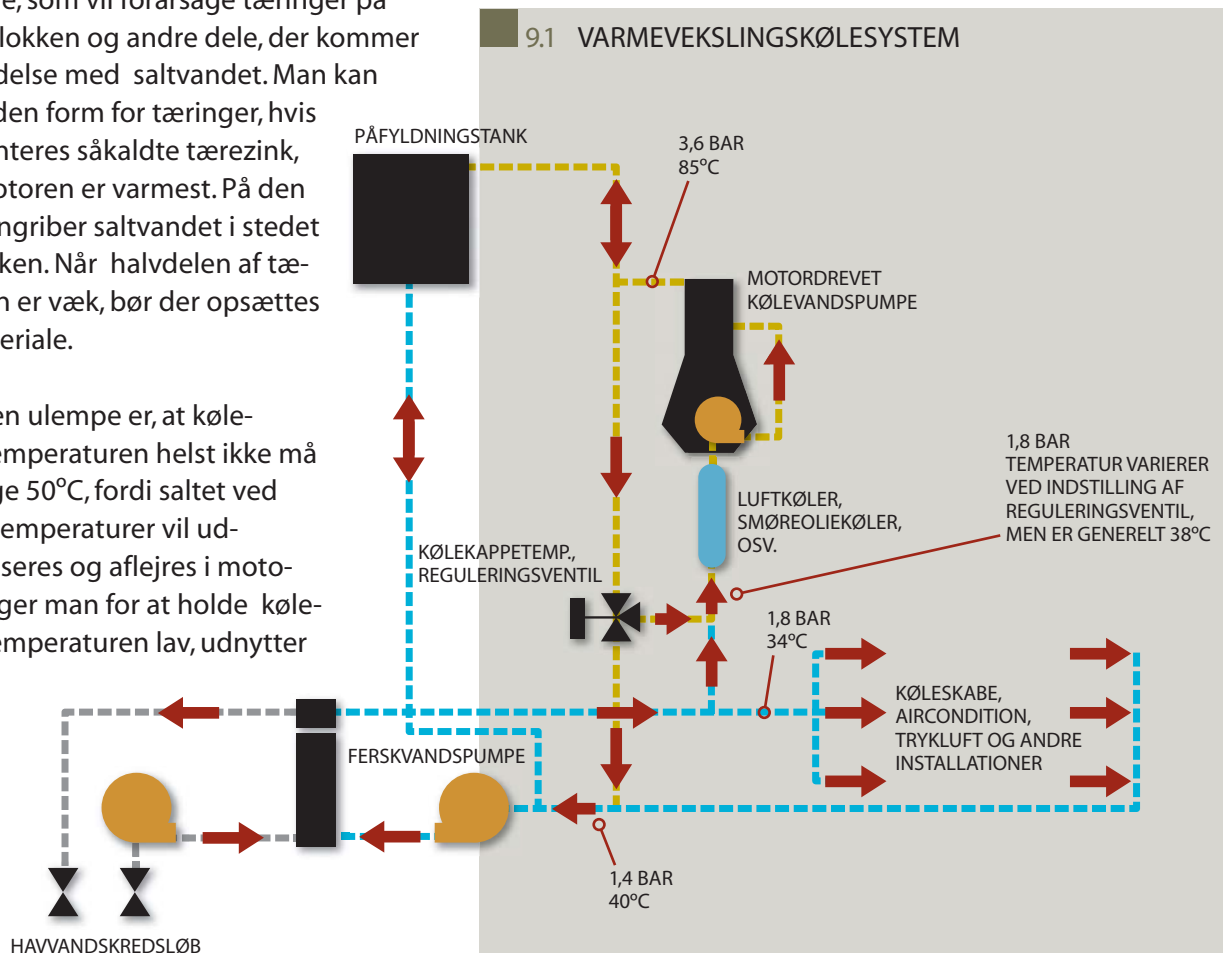
En anden ulempe er, at kølevandstemperaturen helst ikke må overstige 50°C, fordi saltet ved højere temperaturer vil udkrystalliseres og aflejres i motoren. Sørger man for at holde kølevandstemperaturen lav, udnytter

motoren til gengæld ikke brændstoffet ret godt. Derfor bør man undgå at anvende salt kølevand.

### VARMEVEKSLERKØLING

Varmevekslerkøling kendes fra de fleste bilmotorer. Her cirkuleres ferskvand rundt i motoren, og når temperaturen har opnået sin maksimale værdi (ca. 90°C) åbner en termostat og sender kølevandet ud i en køler (varmeveksler). I bilen er køleren kølet med luft fra en ventilator.

Når den samme motor skal bruges på et skib, erstattes luften af saltvand. Systemet ses i oversigtsform i figur 9.1.



For tydelighedens skyld er systemet i figur 9.1 forenklet. Ventiler til regulering af hhv. ferskvandssystemets temperatur og havvandstemperaturen er installeret, men ikke vist. Ventilerne er altid låst i stillingen 100 % åben.

Den motordrevne pumpe sikrer en tilstrækkelig strøm af kølevand gennem motor-kredsløbets snoede veje og giver mulighed for blanding.

fakta

## KØLKØLING

Kølkøling ligner i princippet varmevekslerkøling. Forskellen er blot, at det ferske kølevand cirkuleres gennem nogle kobberør, der er monteret på ydersiden af skibsskroget på den del, som er neddykket i havet: Ferskvandet afgiver sin varme til havet og bliver dermed kølet ned. Der er ofte tale om to systemer med to udenbords rørspiraler. Det ene system køler cylindre og topstykker, og det andet system køler smøreolien og udstødningsmanifolden.

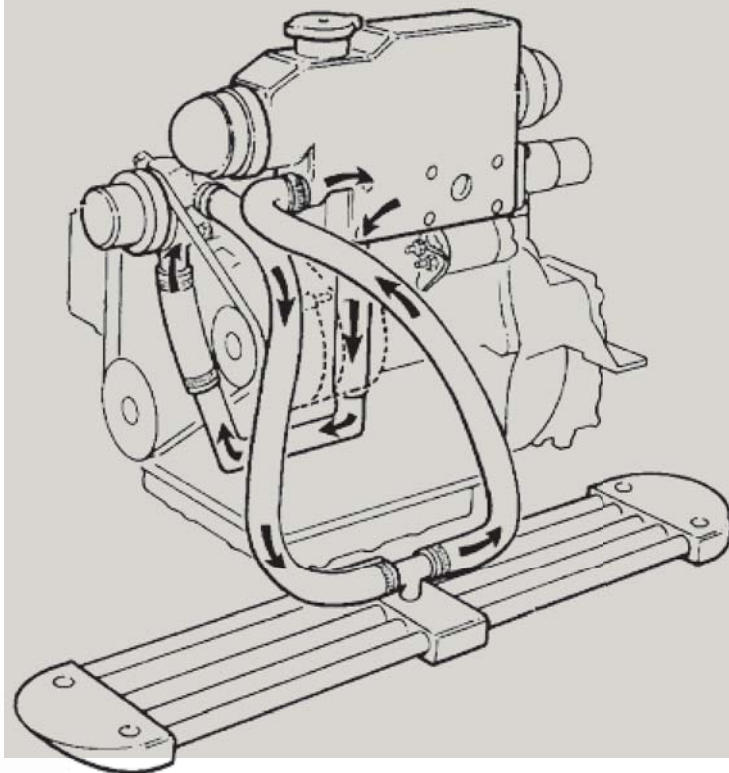
I figur 9.2 ses et par illustrationer af kølkølingsprincippet.

## FERSKVANDSBEHANDLING I MOTOREN

I kølevandssystemer, hvor der blot anvendes saltvand, bruger man naturligvis ikke nogen form for kølevandsbehandling. Til gengæld vil det være en god ide at behandle kølevandet i ferskvandssystemerne.

Hvis man vil forhindre aflejringer i motoren, er det bedst at anvende demineraliseret vand. Det er også en god ide at tilsætte noget antitæringsolie til kølevandet, for at forhindre at motorens indre kølevandskamre tærer – det kan nemlig på lang sigt forårsage gennemtæringer med tilhørende havari.

## 9.2 KØLKØLINGSPRINCIPPET



Antitæringsolie kan købes hos olieleverandøren.

fakta

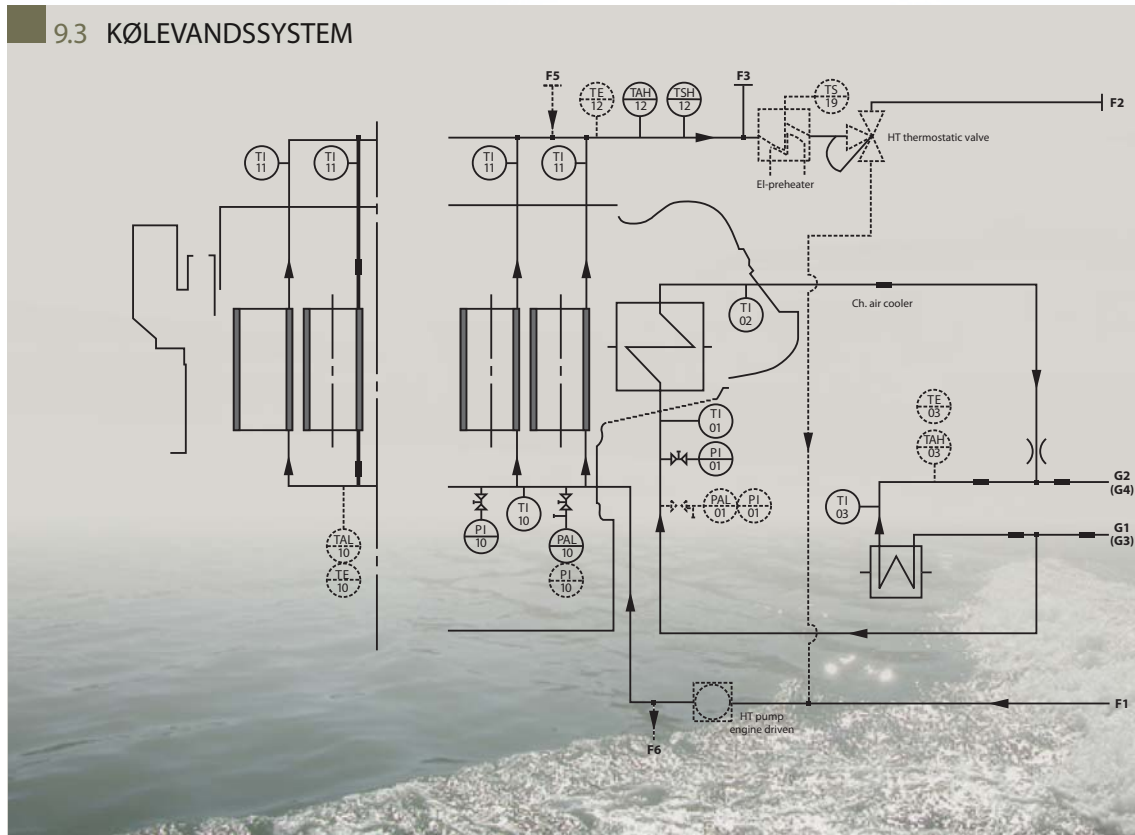
Hvis motoren risikerer at blive udsat for temperaturer under frysepunktet, skal kølevandet tilsættes glykol eller et stof med en tilsvarende effekt.

Det er i øvrigt en god ide at tappe alt kølevandet af under en eventuel oplægning af skibet.

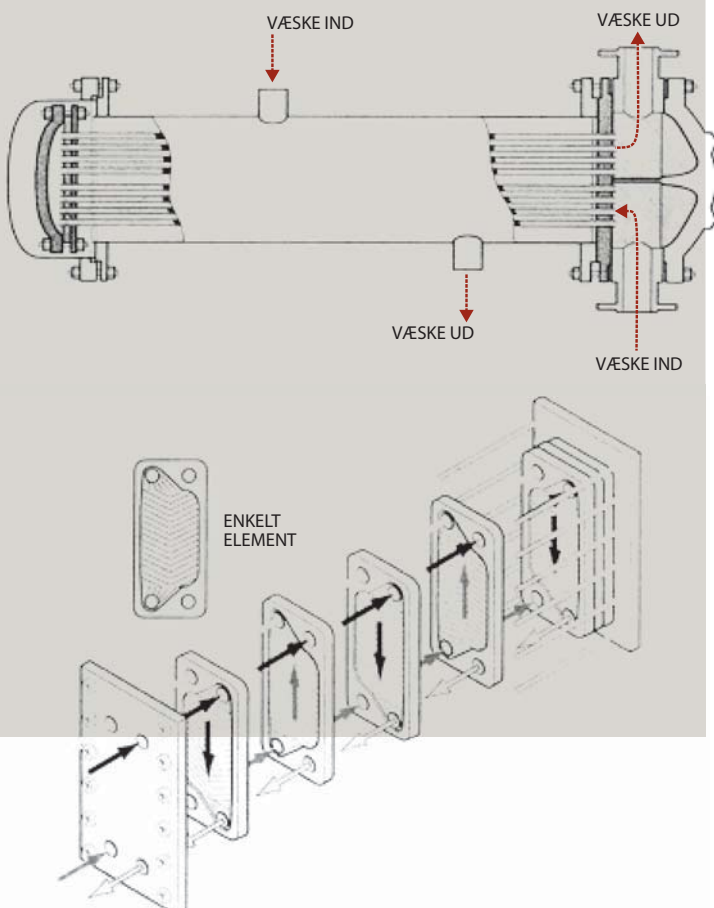
## KØLER OG KØLEPUMPER

De fleste dieselmotorer har et kølevandssystem (se figur 9.3). I systemet indgår både kølere og kølevandspumper. Kølerne kan være af rørtypen, som blev beskrevet under smøreoliesystemet, men der kan også være tale om en såkaldt pladevarmeveksler.

## 9.3 KØLEVANDSSYSTEM



## 9.4 PLADEVARMEVEKSLER



Pladevarmeveksleren består af mange plader, som spændes sammen med et ganske bestemt moment.

Pladerne er tætnet indbyrdes med en pålimet gummipakning. Det betyder, at de to medier er adskilte.

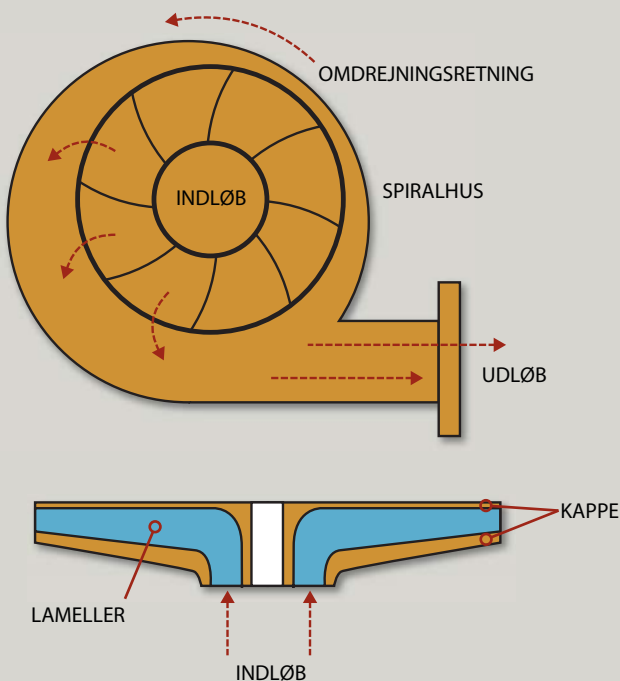
Husk, at måle tykkelsen af køleren foroven og forneden, inden den eventuelt skilles ad – kun på den måde kan man sikre en korrekt tilspænding, når den igen skal samles.

*fakta*

Pladerne er normalt fremstillet af et korrosionsbestandigt materiale, ofte titanium – det sikrer en lang levetid. Det er normalt, at pladerne ind imellem skal reoveres og eventuelt have nye pakninger. Det kan anbefales at få det ordnet på et specialværksted.

Køleren gøres ren med almindeligt vand og en blød børste. Der må under ingen omstændigheder bruges metalgenstande eller andre stumpe instrumenter til dette arbejde. Kun de rengøringsmidler og kemikalier, som er nævnt instruktionsbogen må anvendes.

### 9.5 CENTRIFUGALPUMPE



### CENTRIFUGALPUMPE OG REGULERING

En centrifugalpumpe er en meget simpel pumpe.

Den anvendes i systemer, hvor der skal flyttes store mængder vand ved et moderat tryk. Det er sædvanligvis salt- og ferskvandssystemer, samt brandslukningssystemer og trimsystemer.

En af pumpernes få ulemper er, at de har en meget lille sugsevne. Det betyder, at pumpen skal være placeret under vandspejlet eller på anden måde sikres et positivt tryk på sugesiden.

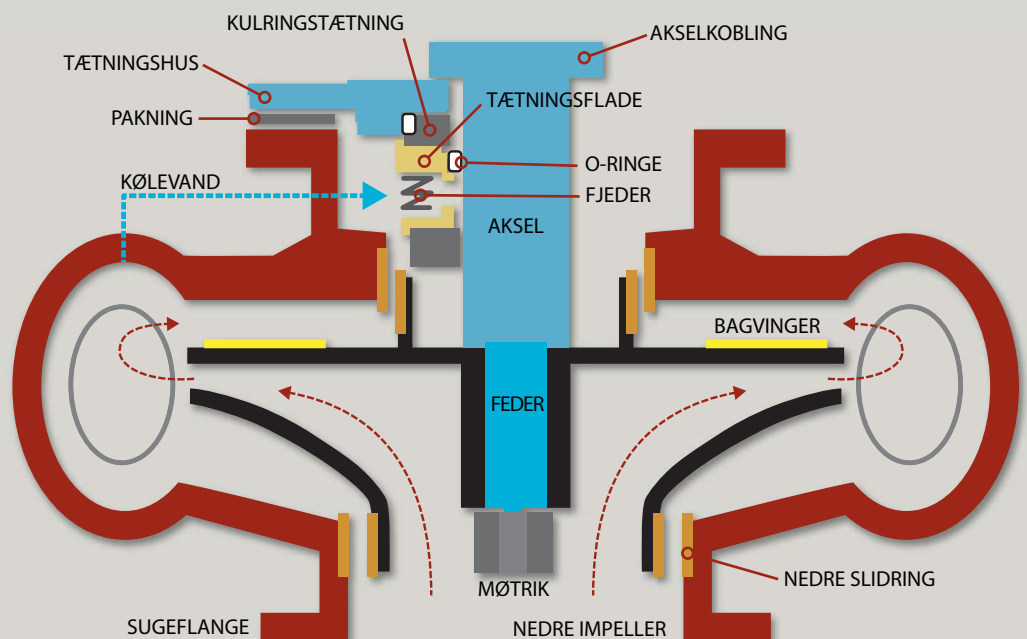
I figur 9.6 er vist en snittegning af opbygningen af pumpen.

#### SÅDAN VIRKER DEN

Vand ledes til den roterende impellers sugesøje. Vandet får energi fra pumpens centrifugale virkning og ledes til spiraludløbshuset.

Spiralen skabes ved at øge arealet af udløbsporten og er størst ved udløb fra pumpen. Ved hjælp af denne konstruktion omdannes vandets kinetiske energi til trykenergi.

### 9.6 OPBYGNING AF CENTRIFUGALPUMPE



Tætning sikres ved en mekanisk pakning eller ved hjælp af paksnor. For førstnævntes vedkommende sker forsyning med vand fra pumpens afgangsside. For sidstnævntes vedkommende sker afkøling ved at tillade en lille utæthed. Smøring finder sted med et manuelt smøreapparat fyldt med fedt.

### KAVITATION

Kavitation er et fænomen, som ofte optræder i pumper og på skibspropellere.

For at forstå fænomenet, skal man huske på, at mættede dampes temperatur afhænger af trykket. Det betyder, at kogepunktet for vand stiger med stigende tryk og falder med faldende tryk. I en damp-tabel kan man se, at vand koger ved 20°C, når trykket er 0,032 bar.

Når en pumpe suger vand med en temperatur på fx 20°C, vil der normalt ikke ske noget, så længe vandet frit kan strømme til indsugningsstudsens.

Hvis vandet ikke kan strømme frit til indsugningsstudsens, vil trykket falde, og der vil ske en fordampning (når trykket kommer 0,032 bar). Når dampboblerne kommer om på pumpens trykside, vil de implodere (dvs. falde sammen) fordi de får et andet kogepunkt).

En sådan implosion kan afstedkomme tryk på op mod 3000 bar, og det giver naturligvis skader på impeller, propeller, pumpehus og agterskroget af skibet. Materialet forsvinder, der hvor implosionen finder sted, og på længere sigt bryder maskindelenene sammen.

Når en pumpe kaviterer høres der en voldsom støj og der mærkes kraftige rystelser, særlig i agterskibet. Tilstoppede sugefiltre er ofte årsagen. Man kan midlertidigt fjerne kavitationen ved at lukke lidt for trykventilen (drøvle) på pumpens trykside. Omkring skibspropellen er det ofte under bakmanøvrer eller under bugsering af store byrder, at fænomenet optræder.





## IMPELLERPUMPER

Impellerpumper er meget simple pumper, der ofte bruges som saltvandspumper på små motorer. Ind imellem kaldes typen en excenterpumpe, men her bruges betegnelsen impellerpumpe.

Impellerpumpen består af et hus, en lille aksel, en impeller og et endedæksel. Impelleren er fremstillet af gummi eller neopren, og pumpen udmærker sig ved, at den er selvansugende og ikke særlig sart over for små urenheder. Til gengæld kan den ikke tåle at køre uden vand. Derfor skal man sørge for, at ventilerne til pumpen er åbne, og at pumpehuset er fyldt med vand, inden den startes.

Ved vinteroplægning anbefales det at udtage impelleren, så den ikke bliver stiv i gummi. Det er i øvrigt en god ide altid at have en reserveimpeller om bord.



### 9.7 IMPELLERPUMPER



KILDE: JABSCO MARINE



KILDE: FRITZ SCHUR TECHNICAL GROUP

## MOTORTYPER

Motortyper er et meget stort emne. Der findes et utal af både særprægede og sindrigt konstruerede modeller. Afsnittet her indeholder beskrivelser af mindre motorer, både indenbords samt udenbords. Endvidere er der beskrevet en større dieselmotor. Motorer kan i dag fås med ydelser fra 1 hk til ca. 109.000 hk og det er endda med den samme virkemåde. Det er da fascinerende.

### BÅDMOTOR - DIESEL OG BENZIN

Indenbordsbådmotorer findes i et utal af modeller, størrelser og fabrikater. Her i bogen vises en del forskellige typer, så man får et lille indblik i, hvad der findes på markedet, men de enkelte motorer vil ikke hver isæt blive gennemgået i teknisk forstand.

Nedenfor er listet en del af fabrikaterne af indenbordsmotorer. Der er tale om både dieselmotorer og benzinmotorer. De mest anvendte typer i den danske fiskeflåde er dieselmotorer. Et eksempel på nogle tekniske specifikationer er medtaget for Bukh-motoren til højre. På næste side er vist et bredt udsnit af forskellige fabrikater af indenbordsmotorer.

Det er en rigtig god ide at besøge de enkelte mærkers hjemmesider, hvor der ofte findes meget detaljerede tekniske informationer på motorerne. Flere steder kan man også downloade animationer, som viser og forklarer, hvilke komponenter der findes på motorerne. Mange firmaer har også lagt installationstegninger ud på internettet.

GÅ FOR EKSEMPEL IND PÅ  
[www.yanmar.dk](http://www.yanmar.dk)  
[www.cummins.dk](http://www.cummins.dk)  
[www.volvo.com/volvopenta](http://www.volvo.com/volvopenta)  
[www.deutz.de](http://www.deutz.de)  
[www.perkins.com](http://www.perkins.com)

fakta

### TEKNISKE SPECIFIKATIONER FOR BUKH-MOTOR

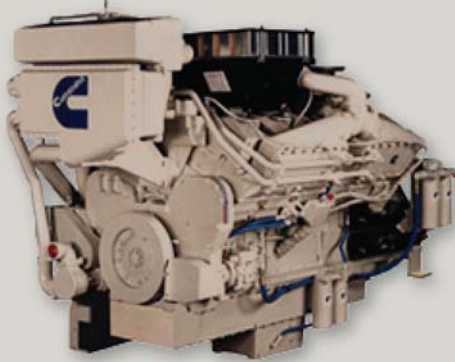


KILDE:  
AABENRAA MOTORFABRIK - BUKH, DANMARK

Max kontinuerlig effekt (DIN 6270B) ved	
60 o/sek. (3600 o/min.)	48 HK (35,3 kW)
50 o/sek. (3000 o/min.)	42,4 HK (31,2 kW)
40 o/sek. (2400 o/min.)	31,5 HK (23,2 kW)
Revers-reduktionsgear, udveksling	2:1
Omdrejningsretning, motor (set agterfra)	Mod uret
Omdrejningsretning, propeller (set agterfra)	Med uret
Antal cylindre	3
Boring x slaglængde	85 x 85 mm
Slagvolumen	1447 cm <sup>3</sup>
Arbejdsprincip	4-takt, diesel
Forbrændingssystem	Direkte indsprøjtning
Kølesystem, standard	Direkte søvand
Turbo-ladetryk	0,5 bar
Max. hældning sideværts, kontinuerlig	30°
Max. hældning, agterover	15°
Brændstofforbrug ved max belastning (60 o/sek)	9,9 l/t
Brændstofforbrug, normal drift	5,5 l/t
Startmotor	12V - 1,8 HK (1,3 kW)
Ladegenerator	14V 50Amp 700W
Nettovægt, standardmotor	273 kg
Nettovægt inkl. ferskvandskøling	293 kg

## 10.1 FORSKELLIGE FABRIKATER AF INDENBORDSMOTORER

CUMMINS



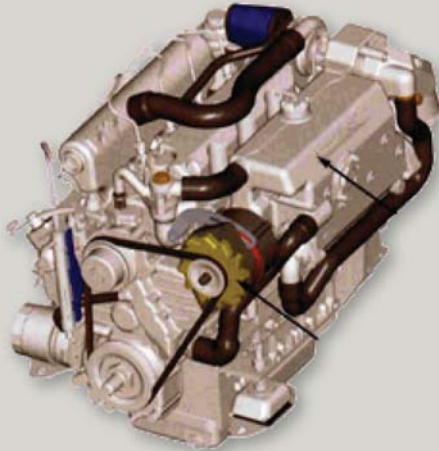
*KILDE: CUMMINS DIESEL A/S*

DEUTZ



*KILDE: DEUTZ AG*

NANNI DIESEL



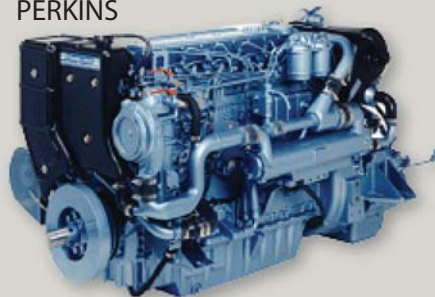
*KILDE: NANNI INDUSTRIES S.A.S.*

YANMAR



*KILDE: YANMAR MARINE*

PERKINS



*KILDE: PERKINS ENGINES COMPANY LTD.*

## UDENBORDSMOTOR

Udenbordsmotorer bruges ofte af fritidssejlere og lystfiskere.

De fleste udenbordsmotorer er benzindrevne og arbejder efter 2-takts princippet såvel som 4-takts princippet. Udenbordsmotorerne fås fra 2,5 hk til flere hundrede hk. Ofte er de vandkølede, men luftkølede udgaver findes også. Ligesom for indenbordsmotorernes vedkommende findes der utrolig mange fabrikater af udenbordsmotorer. Herunder vises et par eksempler på udenbordsmotorer. I øvrigt henvises til gode hjemmesider under kildeangivelserne bagest i bogen.

I figur 10.3 på næste side er vist en gennemskåret model af en påhængsmotor med tilhørende markeringer af de forskellige dele.

Som det ses på tegningen, udledes udstødsgassen sammen med kølevandet centralt i skrueakslen. Under opstart kan udstødsgassen slippe ud højere oppe, nemlig gennem kølevandsindikatoren. Det er nødvendigt, fordi propellen er neddykket i vandet, og det vil ikke tillade udstødsgassen at undslippe med det forholdsvis lave tryk, som udstødsgassen har under opstart. Motoren startes ofte med snorestart (som en plæneklipper).

### 10.2 MERCURY PÅHÆNGSMOTOR

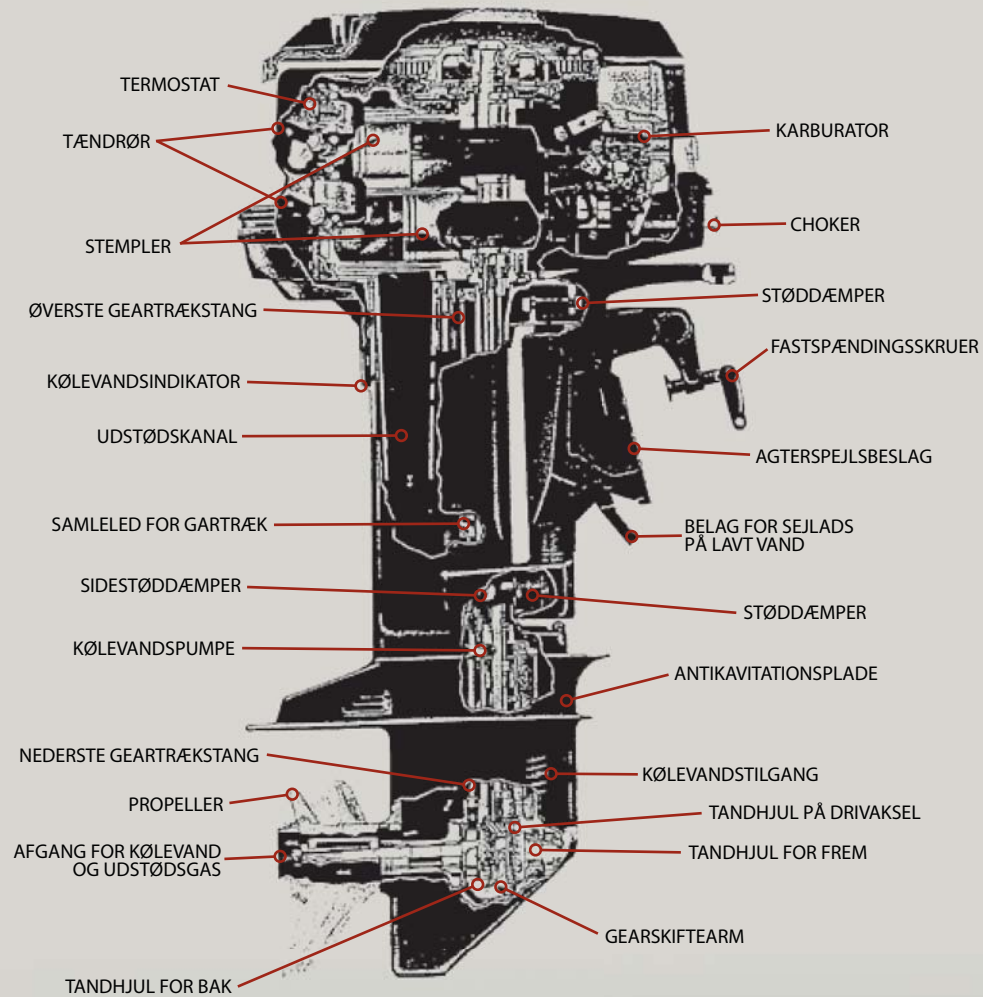


KILDE: MERCURY MARINE

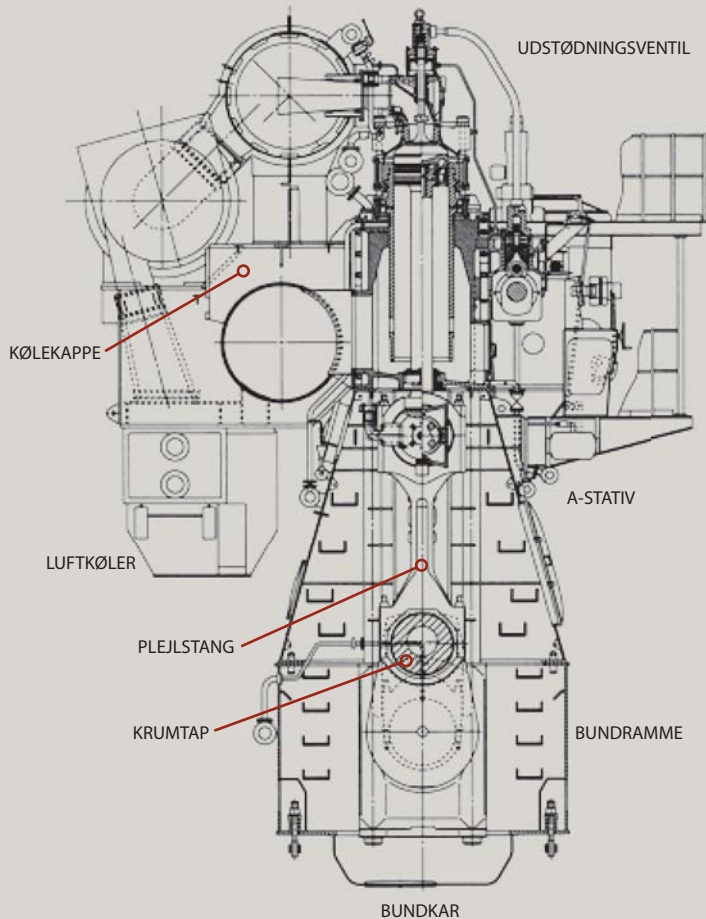
#### HER KOMMER NOGLE BRUGSRÅD

- Man bliver nødt til at påvirke chokeren ved de fleste koldstarter.
- Bemærk, at motoren skal stå i frigear inden startforsøg.
- Man bliver ofte nødt til at være lidt hårdhændet, når der sættes i gear.
- Pas på motoren, hvis der sejles ind på lavt vand og vær klar til at vippe den op.
- Hvis man permanent skal sejle på lavt vand, er der på denne motortype et særligt beslag, som med fordel kan bruges.

## 10.3 GENNEMSKÅRET PÅHÆNGSMOTOR



## 10.4 GENNEMSKÅRET PÅHÆNGSMOTOR



KILDE: MAN DIESEL

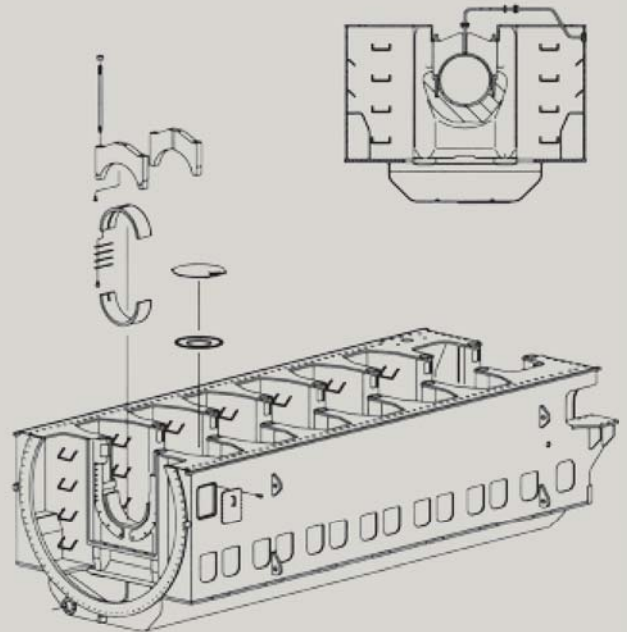
## STØRRE DIESELMOTOR

Begrebet *større dieselmotor* dækker over, at typen i dag kan købes med helt op til 110.000 hk eller 80.000 kW.

Da det meste af denne bog omhandler 4-takts motorer, vil der i dette afsnit blive præsenteret en 2-takts motor. Det er en motor, som i den viste udgave har en ydelse på ca. 30.000 kW.

Bundrammen (figur 10.5), som er svejset op, er fastgjort til skibsskroget med et antal fundamentbolte. I bundrammen er der ligeledes gjort plads til underparterne af motorens hovedlejer.

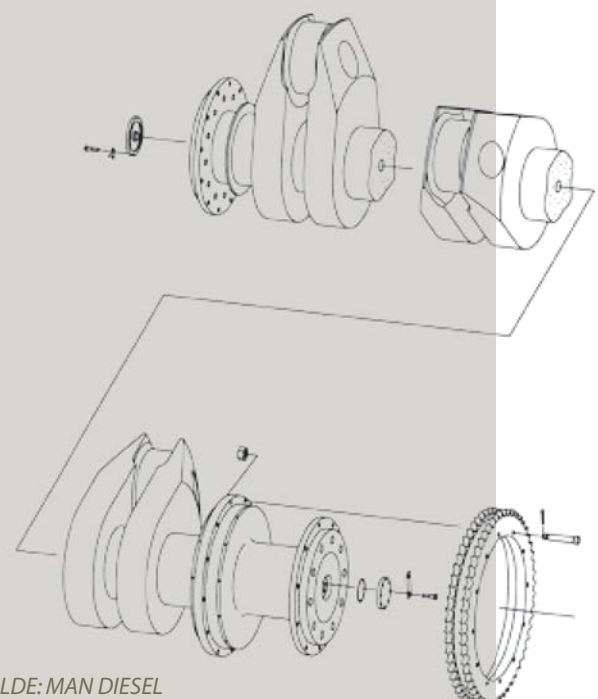
## 10.5 BUNDRAMME



KILDE: MAN DIESEL

Hovedlejeunderfaldene lægges ned i krumtappen, som ofte er samlet stykke for stykke ved hjælp af krympningsteknik. Er det tilfældet, kalder man krumtappen for helbygget.

## 10.6 KRUMTAPAKSEL



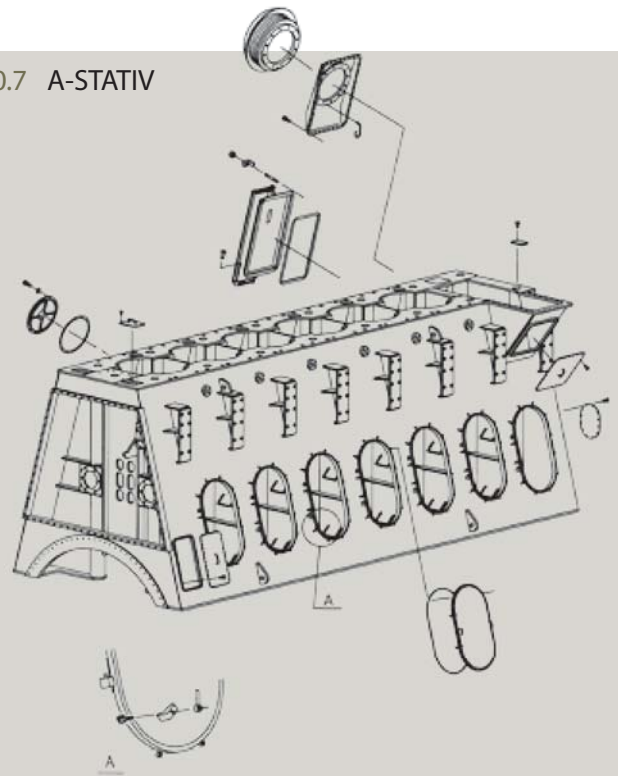
KILDE: MAN DIESEL

Når krumtappen er monteret i hovedlejerne skal A-stativet (figur 10.7) sættes oven på bundrammen. A-stativet indeholder såkaldte guideplaner til motorens krydshoved. Motoren har – i modsætning til en 4-takts trunk-motor – krydshoved.

Krydshovedet forbinder plejlstangen med stempelstangen, så stempelstangen kun udfører lodrette bevægelser. Det er nødvendigt, for slaglængden på 2-takts motorer er stor. Man har ofte et boring/ slaglængde-forhold på op til 4,4:1.

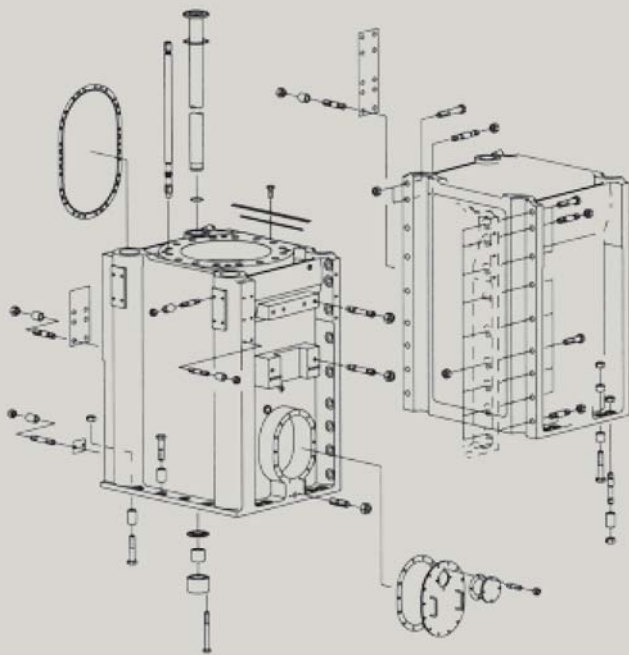
I A-stativet monteres kølekappe, cylinderforing (figur 10.9), krydshoved (figur 10.10) og stempel (figur 10.11). På grund af motorens konstruktion med krydshoved vil stemplet ikke blive udsat for særlig store sidekræfter. Derfor er stemplet heller ikke udstyret med et ret højt skørt.

10.7 A-STATIV



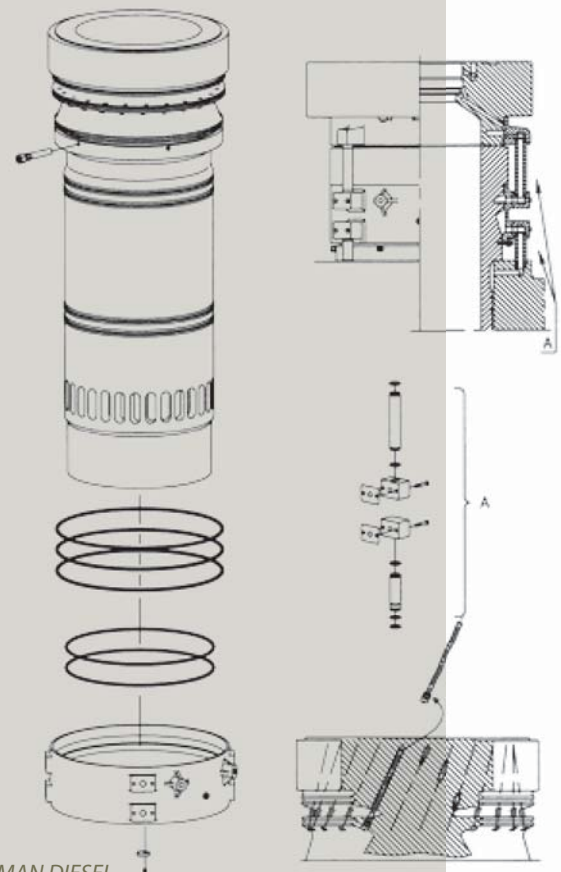
KILDE: MAN DIESEL

10.8 CYLINDERRAMME



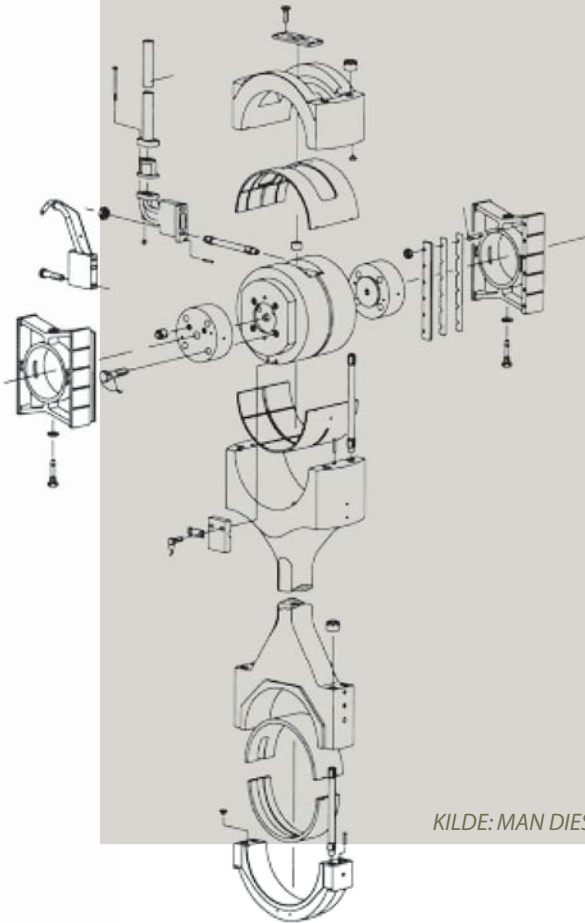
KILDE: MAN DIESEL

10.9 CYLINDERFORING MED KØLEKAPPE



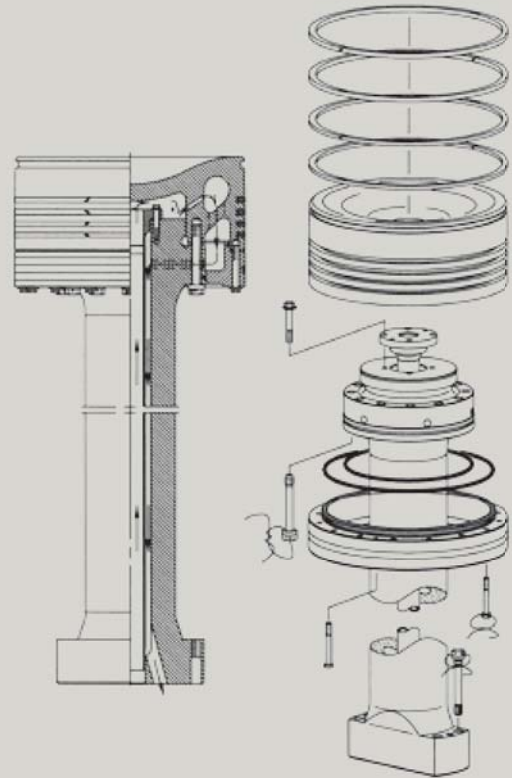
KILDE: MAN DIESEL

## 10.10 PLEJLSTANG OG KRYDSHOVED



KILDE: MAN DIESEL

## 10.11 STEMPEL OG STEMPELSTANG

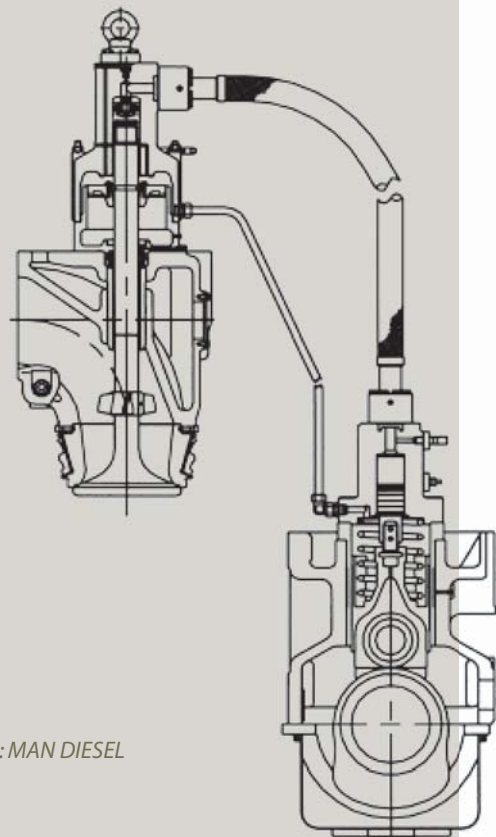


KILDE: MAN DIESEL

Oven på foringen ses topstykket, hvori en udstødsningventil (figur 10.12) er monteret. Udstødningsventilen er hydraulisk betjent med en pumpe, der styres af kamakslen.

I topdækslet (figur 10.13) (som det hedder når man er oppe i de store størrelser) er der monteret 2-3 brændstofventiler (figur 10.14), en sikkerhedsventil og en indikatorhane. Sikkerhedsventilen og indikatorhane er ofte bygget sammen.

## 10.12 UDSSTØDSVENTIL



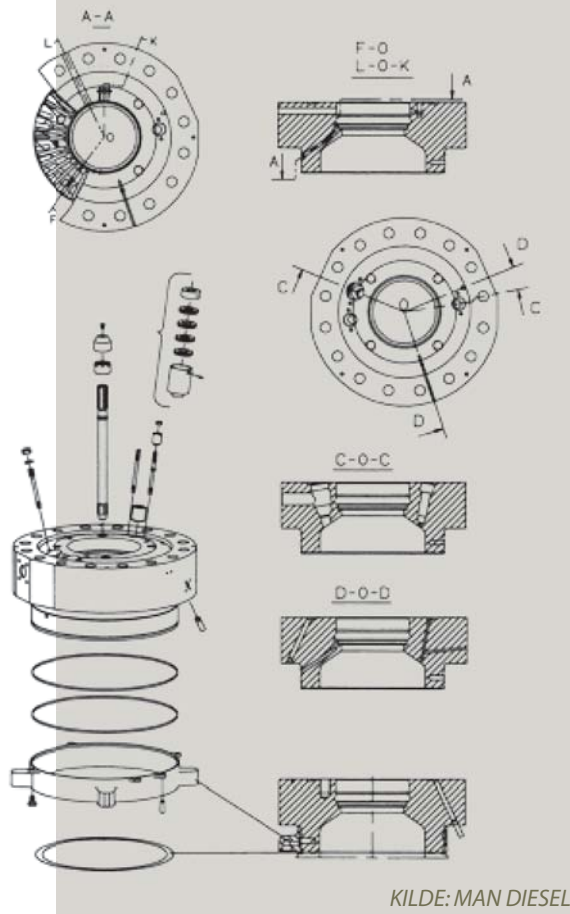
KILDE: MAN DIESEL



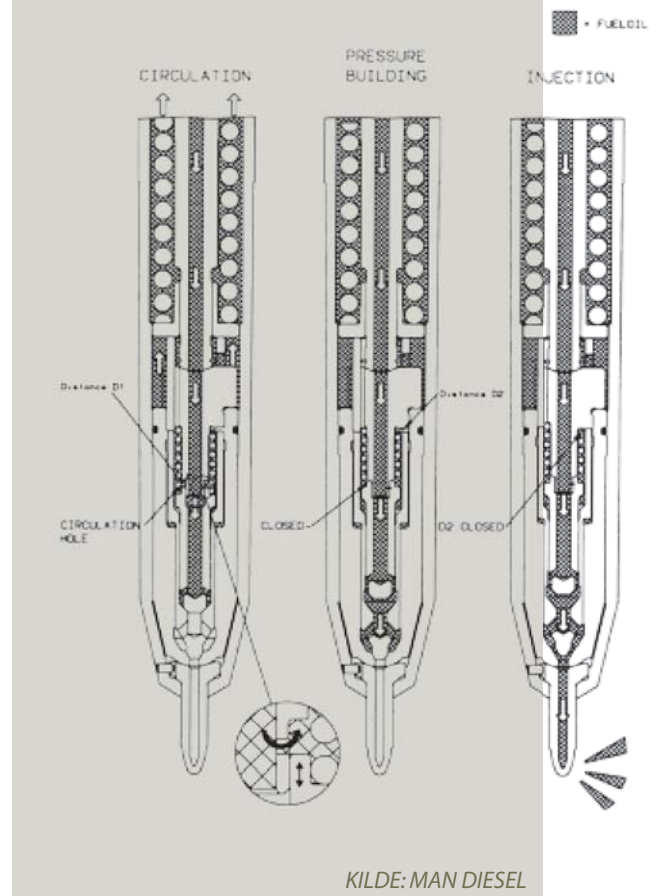
For at kunne levere luft nok til forbrændingen er motoren udstyret med en turbolader (figur 10.15) for hver 3-4 cylindre. For at forbinde krumtapaksel med kam-

aksel, så brændstofindsprøjtningen og åbningen af udstødningsventilen foregår korrekt, er de forbundet ved hjælp af en kæde.

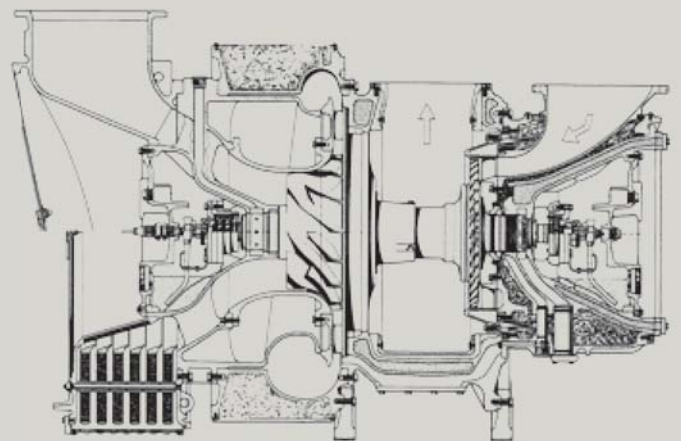
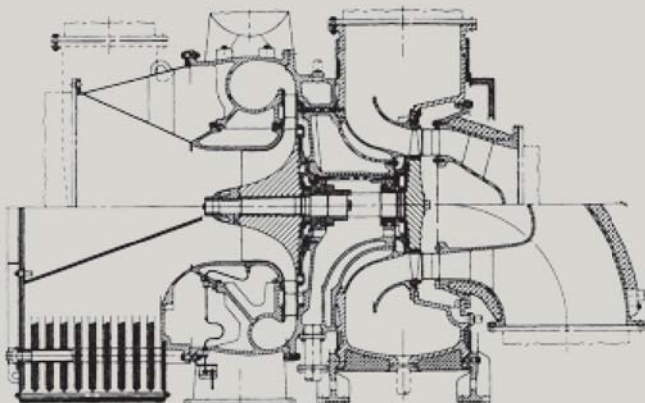
### 10.13 CYLINDERDÆKSEL



### 10.14 BRÆNDSTOFVENTILER



### 10.15 TURBOLADERE

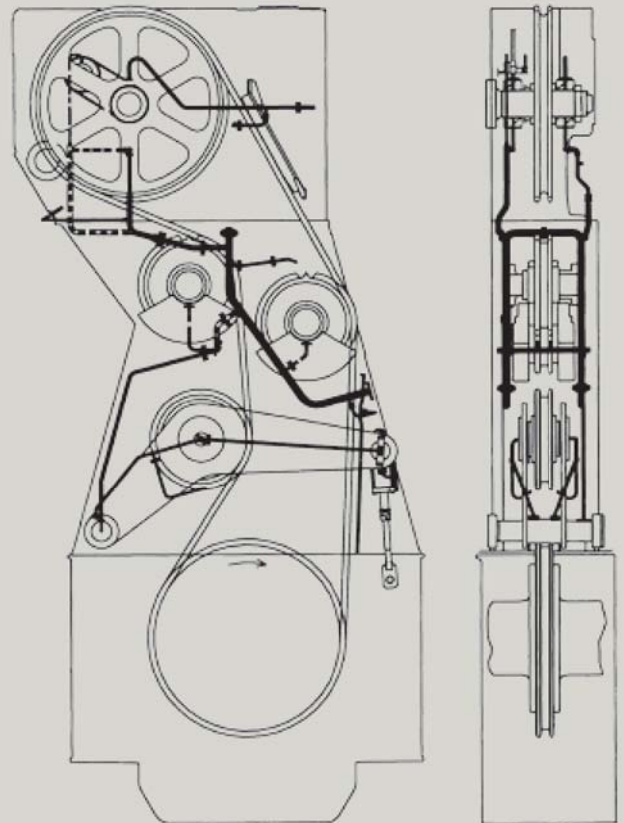


På motorer op til 6 cylindre sidder dette kædeetræk (som også kaldes hestegangen) (figur 10.16) på motorens agterkant. Hvis motoren har flere end 6 cylindre, er hestegangen normalt placeret så tæt på midten som muligt.

Ovennævnte motor kan leveres med op mod 80.000kW. Sådan en maskine sluger mere end 300 tons brændselsolie i døgnet, når den kører på fuld kraft.

I figur 10.17 ses udsnit af en meget stor motor.

10.16 KÆDETRÆK (HESTEGANGEN)



KILDE: MAN DIESEL

10.17 HOVEDMOTORTOP



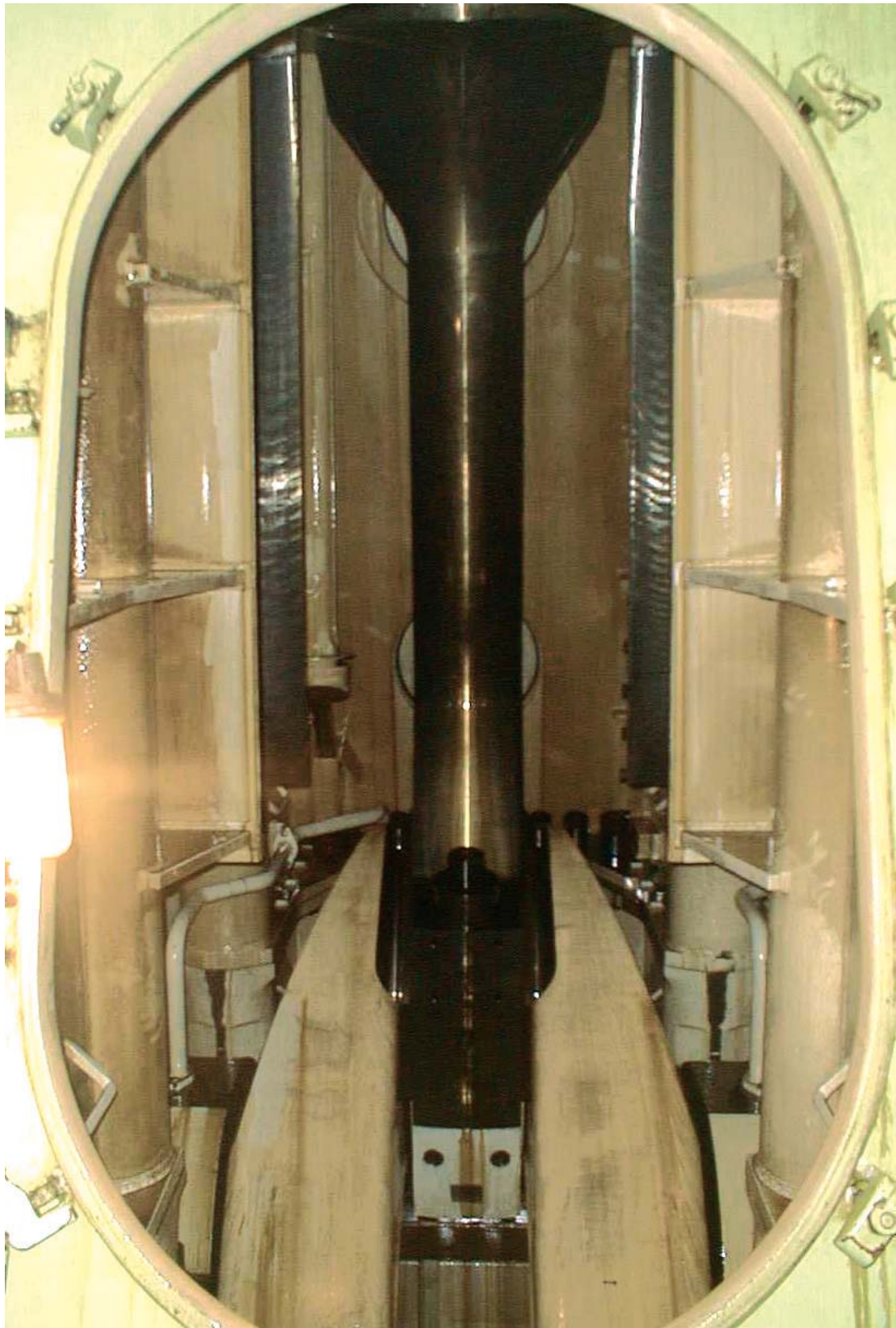
10.18 KRYDSHOVED



10.19 BRÆNDSTOFFPUMPE



## 10.20 PLEJLSTANG



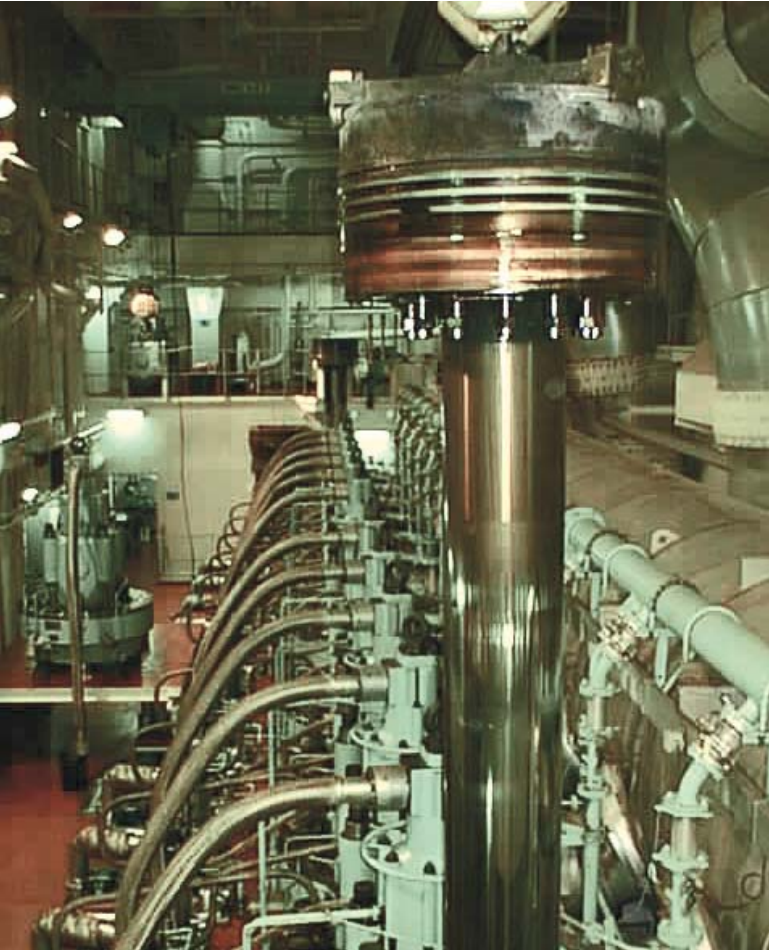
## 10.21 TURBOLADER GASSIDE



10.22 CYLINDERFORING



10.24 STEMPEL MED STANG

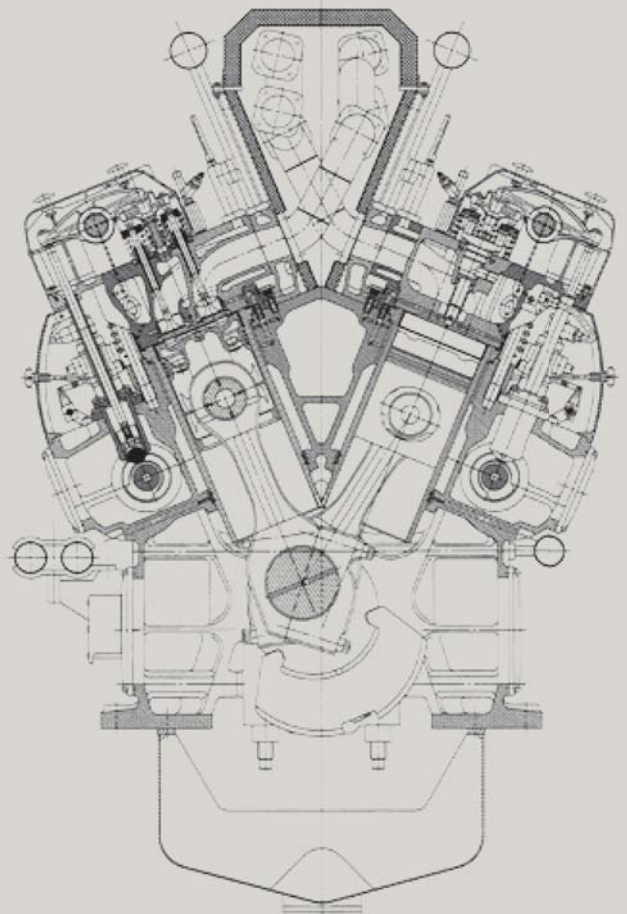


Der findes naturligvis også større motorer bygget efter 4-takts princippet. De største maskiner har en maksimal ydelse i området af 35.000kW. Et eksempel på sådan en motor ses i figur 10.25.

10.23 STEMPELKRONE

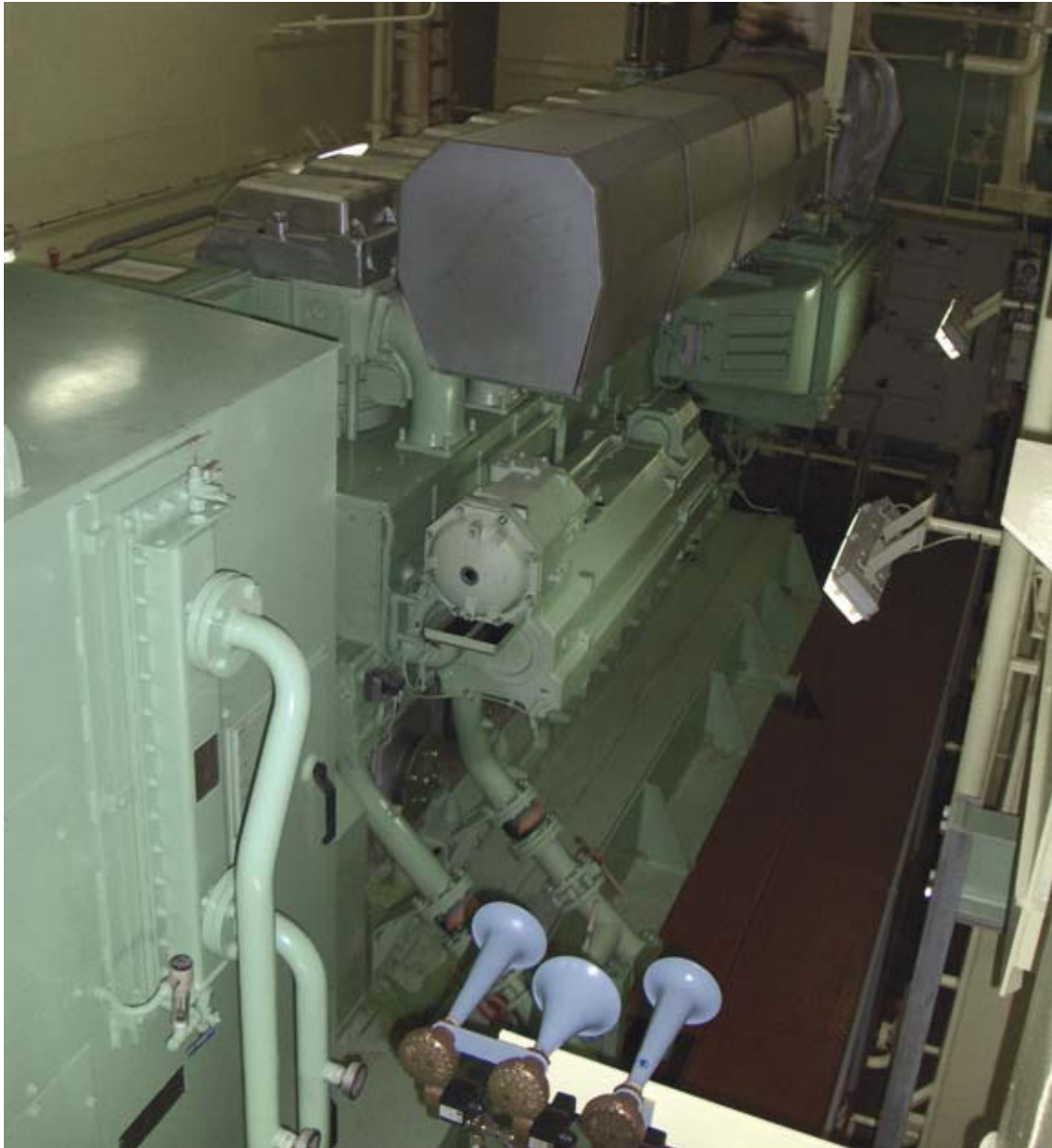


10.25 TURBOLADER GASSIDE



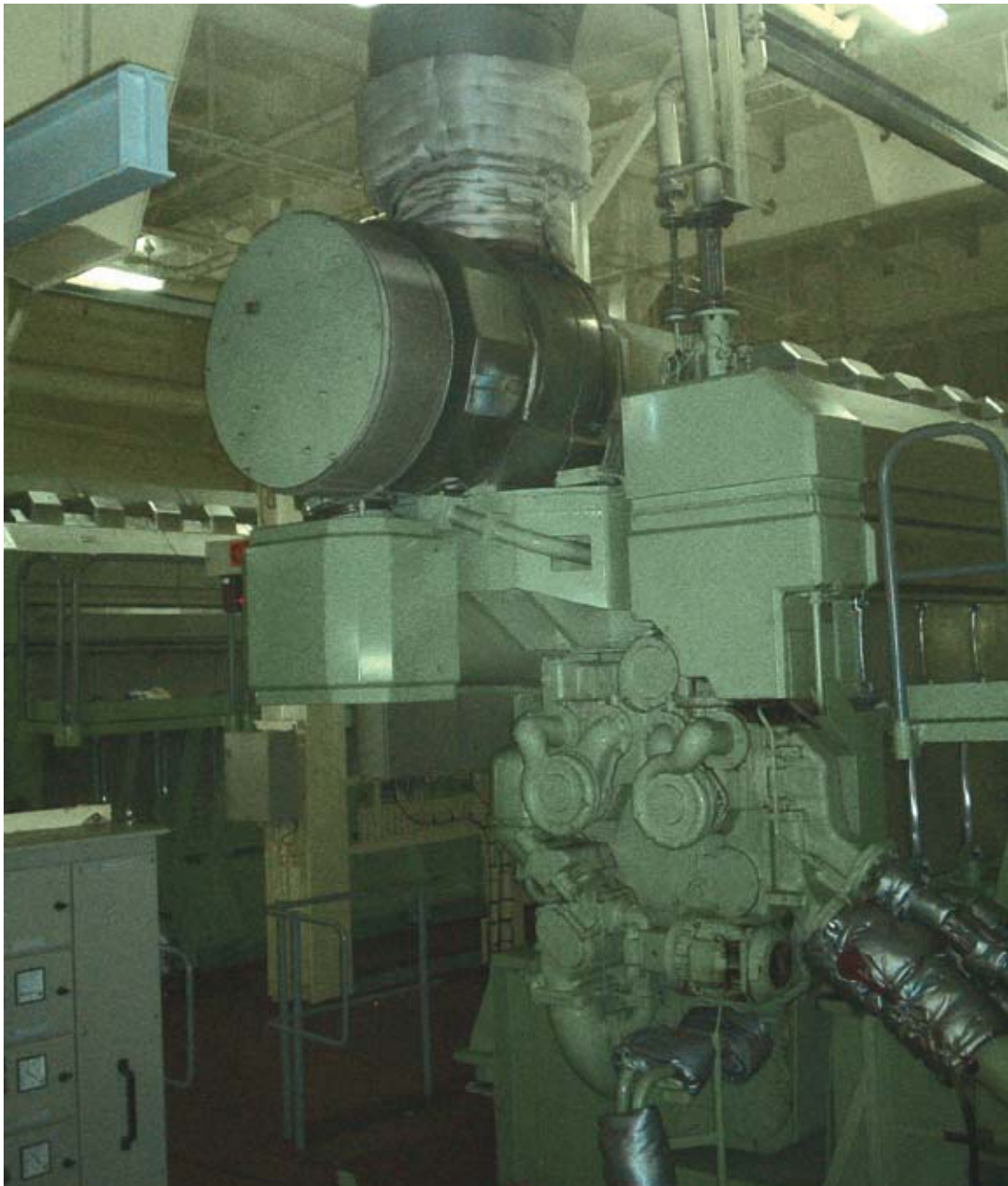
KILDE: MAN DIESEL

## 10.26 HJÆLPEMOTOR





## 10.27 HJÆLPEMOTOR



Prøv at diskutere forskellene på de store 2- og 4-takts motorer.

*fakta*

## DRIFTSFORSTYRRELSER

*Et er jo forskellige motortyper, et andet er deres virkemåde. Selv om man passer og plejer sin motor efter alle kunstens regler sker det jo at noget ikke helt går efter planen. Det er derfor vigtig at driftspersonalet får opbygget en database på, hvordan forskellige fejl på maskineriet giver sig til kende. Her er en begyndelse til en sådan database og det er blot at indskrive egne erfaringer.*

### GENERELT

Det er vigtigt, at man kender sin motor så godt som overhovedet muligt – særlig hvis den er ens første eller hvis der er tale om en ny model.

Der findes et stort udvalg af elektronisk grej til avanceret overvågning af motorer, men der er stadig ikke noget, som kan erstatte de menneskelige sanser – det er vigtigt at kunne høre, se, lugte og mærke eventuelle fejl. Derfor skal man sørge for at kende de lyde, rystelser og temperaturer, som motoren udsender, når den kører godt. Det er også meget vigtigt, at man med jævne mellemrum kontrollerer motorens tryk og temperatur. (se skema i kapitel 14). Motorens vedligeholdelsestilstand er selvsagt meget afgørende for, hvordan en tur på havet vil forløbe. I kapitel 14 er der mere om vedligeholdelse og overhalings-terminer.

Det er imidlertid ikke altid fejl på motoren, der er årsag til driftsforstyrrelser.

En af de hyppigste årsager til driftsstop er faktisk problemer med brændstoftilførslen. Ofte er det blot et spørgsmål om at åbne for afspærringsventilen fra tanken, men andre gange kan snavs i brændstofsystemet være årsagen. Særlig når man pludselig er ude i dårlig vejr, kan bundfældet snavs hvirvles op i tanken og efterfølgende finde vej til filtret. Det vil bevirke, at motoren standser. En rensning og/eller udskiftning af filtret vil derfor være nød-

vendig. Det er en god ide at lade være med at køre brændstoftanken næsten helt tom, for det også vil hvirvle bundfældet op og ind i filtret. Det anbefales, at man renser tanken en gang om året.

Sørg altid for at have ekstra brændstof med om bord, så du kan nå ind til land og/eller havn.

fakta

Motoren kan også få problemer med at holde omdrejningstallet. Det skyldes oftest, at luftvejene til motoren er tilstoppede. Derfor skal man undersøge samtlige luftfilteranordninger for tilstopninger. Eventuelle tilstopninger skal fjernes.

Der kan opstå driftsforstyrrelser i forbindelse med kølevandstilførslen. De fleste anlæg har en søventil med tilhørende filter. Filteret kan være stoppet med det resultat, at motoren 'sultes' og derfor løber varm. Slæk straks op på gassen, og undersøg, om det er et stoppet filter eller en lukket søventil, der er årsagen. Hvis man har haft en overophedet motor, skal man passe på med at tilsætte for koldt vand, for det kan resultere i en sprængt motorblok. Vent i stedet, til motoren er kølet lidt af, eller tilsæt eventuelt noget opvarmet vand.

En sidste ting, som på fiskeskibe kan være årsag til, at motoren falder i omdrejninger, er hvis man har fået et eller andet i skruen. Det er ikke sjældent, at man i fiskeflåden oplever, at skruen fanger noget tovværk el-

ler garn. Situationen kan blive alvorlig, for det er ikke altid, at man kan få det ud ved egen hjælp. Derfor vil der ofte være behov for at tilkalde bugserhjælp.

De hyppigste udefrakommende fejl udefra er beskrevet ovenfor. Herunder er der i skemaform listet en række 'interne' fejl i både dieselmotorer og benzinmotorer. Der gives også ideer og forslag til, hvordan de kan udbedres.

En ting er dog generelt for motorer. De fleste problemer resulterer i, at udstødningstemperaturen stiger – populært kan man sige, at motoren får feber.

Kun for tidlig tænding og brændstofmangel giver faldende udstødningstemperatur. Tidlig tænding kan også give motoren en hård gang, og det er helt bestemt ikke godt for hverken krumtapmekanismen, plejstænger eller hovedlejer.

#### FEJLFINDINGSSKEMAER FOR DIESELMOTORER

Skemaet indeholder de hyppigst forekommende fejl, men er ikke komplet.

##### DIESELMOTOREN KAN IKKE STARTE

OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Ingen eller kun ringe kompression.	Indsugnings- og/eller udstødningsventilerne er utætte. Kan evt. være forårsaget af, at motoren standses ved at betjene ventilløfteren, hvilket aldrig må gøres.	Ventiler slibes, evt. fornys disse, og sæderne affræses og slibes.
Ingen eller kun ringe kompression.	Indsugnings- og udstødningsventilerne bliver hængende.	Ventilstammerne smøres med en blanding af 2/3 dieselolie og 1/3 smørelolie, evt. udtages ventilerne og renses.
Ingen eller kun ringe kompression.	Ingen spillerum mellem vippearne og ventiler. Ventilløfter aktiveret.	Indstilles til det i instruktionsbogen angivne spillerum. Ventilløfteren frigøres.
Ingen eller kun ringe kompression.	Stempelringene er brændt fast eller slidte.	Stempelringene fornyes.
Ingen eller kun ringe kompression	Ventilfjedrene er knækkede eller for slappe.	Ventilfjedrene fornyes.
Brændstofpumpen giver intet eller ringe tryk.	Luft i brændseloliesystemet, eller dysenålen hænger. Filter stoppet.	Udluftes eller dysen udskiftes. Filter renses/udskiftes.
El-starter tørner motoren langsommere end normalt.	Batteriet afladet/defekt. Løse/irrede forbindelser.	Batteriet oplades/udskiftes. Forbindelserne efterspændes/renses.
Motoren tørner ikke rundt, når startknappen bliver aktiveret.	Luftrykket i startlufttanken er for lavt. Hovedafspæringsventilen på startlufttanken er lukket. Tandhjulet på startmotoren går ikke i indgreb med svinghjulet. Fejl i elsystemet.	Start luftkompressoren. Åbn ventilen. Kontroller luftmotoren for defekte dele. Undersøg elsystemet.
Motoren tørner for langsomt eller uregelmæssigt når startknappen aktiveres.	Udslidte startmotordele	Overhal startmotoren med originale reserdelene og i henhold til manualen.
Motoren tørner på startluft, men tænding udebliver. Brændstofpumperne bliver ikke aktiveret.	Trækstænger til brændstofpumper hænger. Regulatoren står forkert. Overspeed stop aktiveret.	Frigøre og smøre alle trækstænger og lænkeled. Juster regulatoren (følg manualen). Reset stopfunktion.

DIESELMOTOREN STARTER, MEN STOPPER EFTER KORT TID		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Brændstoftanken er kørt tom.	Brændstoftanken fyldes, og brændstofsyste­met udluftes.
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Luft i brændoliesyste­met. Dysenålen hænger.	Udluftes/dysen udskiftes.
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Brændstoffilteret til­stop­pet.	Forny filterindsatsen/rens tanken.
DIESELMOTOREN BLIVER FOR VARM ELLER FOR KOLD		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Kølevandets tempera­tur er for høj, evt. lugt af varme.	For ringe kølevandscirkulations­mængde pga. defekt kølevands­pumpe eller til­stop­pet bundsi eller defekt termostat.	Pumperotor undersøges for knækkede vinger eller tabt medbringerskrue/bundsi renses/termostat renses eller skiftes.
Kølevandets tempera­tur er lavere end normalt.	Termostat i uorden.	Termostat renses evt. udskiftes.
DIESELMOTOREN RYGER		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren ryger sort.	Luftfilteret til­stop­pet eller under­tryk i motorrummet.	Renses eller der åbnes for mere luftadgang.
Motoren ryger sort.	For lidt kompression.	Se under MOTOREN STARTER IKKE.
Motoren ryger sort.	Overbelastning.	Nedsæt motorens omdrejnings­tal, til udstødningen ikke læn­gere er sodende, og undersøg årsagen til motorens manglende ydelse eller overbelastning (arbejder motorens på alle cy­lindere? Er det kommet tovværk eller fiskegarn i propelleren?).
Motoren ryger blåligt.	Smøreolien trænger forbi utætte stempel- og olieringe og op i forbrændingsrummet.	Olieringene fornyes, evt. fornyes også stempelringene.
Motoren ryger blåligt.	Motoren bruger for meget smø­reolie.	Se under dette punkt.
FOR LAVT ELLER INTET SMØREOLIETRYK = STOP MOTOREN!		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Oliekontrollampe lyser, mano­meter viser for lavt tryk.	For lidt smøreolie i sump. Pumpe defekt.	Pejles og efterfyldes. Pumpe udskiftes.
Oliekontrollampe lyser, mano­meter viser for lavt tryk.	Lækage i smøreoliesyste­met.	Tættes og efterfyldes.
Oliekontrollampe lyser, mano­meter viser for lavt tryk.	Olieovertryksventil hænger, eller dennes fjeder er for svag.	Udboring og ventilkegle renses, fjeder strammes op eller skiftes.
Oliekontrollampe lyser, mano­meter viser for lavt tryk.	Filter til­stop­pet.	Filter renses/udskiftes.

DIESELMOTOR KOMMER IKKE OP PÅ FULD YDELSE		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Vanskelig at starte.	Ingen eller kun ringe kompresion.	Se under MOTOREN STARTER IKKE.
Motoren går meget ned i omdrejninger ved belastning.	Brændstofføforslen delvist tilstoppet. Luft/vand i brændstofssystemet.	Hele brændstofssystemet undersøges nøje. Udluftes/drænes.
Motoren går meget ned i omdrejninger ved belastning.	Regulatoren er ikke rigtigt indstillet, eller et eller andet i systemet går meget tungt.	Regulatoren indstilles rigtigt, reguleringssystemet undersøges, fejlen rettes.
Motoren går meget ned i omdrejninger ved belastning.	Manglende lufttilførsel til motorrummet.	Ventilationslemme åbnes.
Motoren bliver varm.	Intet eller for lidt kølevand.	Motoren standses, kølevandspumpen kontrolleres.
Motoren bliver varm.	Beskadiget cylinderforring eller lejer.	Undersøg lejer, stempel og cylinder, og udskift om nødvendigt.
DIESELMOTOREN HAR STØDENDE GANG		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren går uregelmæssigt.	Luft/vand i brændstofs-systemet.	Udluftes, se under MOTOREN STARTER IKKE.
DIESELMOTOREN BRUGER FOR MEGET SMØREOLIE		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren ryger blåligt.	Olie- og stempelringene er slidte.	Olieringene fornyes, evt. fornyes også stempelringene.
Motoren ryger blåligt.	Stempel og cylinderforring meget slidte.	Fornyes.
Smøreolien trænger ud af krumtapakslens endedæksel.	Slidte tætningsringe.	Fornyes.

FEJLFINDINGSSKEMAER FOR DIESELMOTORER



## FEJLFINDINGSSKEMAER FOR BENZINMOTORER

Skemaet indeholder de hyppigst forekommende fejl, men er ikke komplet.

## BENZINMOTOREN KAN IKKE STARTE

OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Ingen eller kun ringe kompression.	Indsugnings- og udsugningsventilerne er utætte.	Ventilerne slibes, evt. fornyes disse, og sæderne affræses.
Ingen eller kun ringe kompression.	Indsugnings- og udsugningsventilerne bliver hængende.	Ventilstammerne smøres med en blanding af 2/3 dieselolie og 1/3 smørelie, evt. udtages ventilerne og renses.
Ingen eller kun ringe kompression.	Ingen spillerum mellem vippearm og ventiler. Ventilløfter aktiveret.	Indstilles til det i instruktionsbogen angivne. Ventilløfter frigøres.
Ingen eller kun ringe kompression.	Stempelringene er brændt fast eller slidte.	Stempelringene fornyes.
Ingen eller kun ringe kompression.	Ventilfjedrene er knækkede eller for slappe.	Ventilfjedre fornyes.
Ingen benzintilførsel.	Benzintilførselssystem er stoppet.	Se under punkt E i det efterfølgende afsnit.
Ingen tænding.	Tændingssystemet defekt.	Se under punkt A-D i det efterfølgende afsnit.
El-starter tørner motoren langsommere end normalt.	Batteriet afladet/defekt. Løse/irrede forbindelser.	Batteriet oplades/udskiftes Forbindelserne efterspændes/rengøres.

## BENZINMOTOREN STARTER, MEN STOPPER IGEN

OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Brændstoftanken er kørt tom.	Brændstoftanken fyldes.
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Benzintilførselssystemet stoppet.	Se under punkt E i det efterfølgende afsnit.
Motoren går, men stopper efter kort tid.	Tændingssystemet defekt.	Se under punkt A-D i det efterfølgende afsnit.

## BENZINMOTOREN KAN IKKE KOMME OP PÅ FULD YDELSE

OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Vanskelig at starte.	Ingen eller kun ringe kompression.	Se under MOTOREN STARTER IKKE.
Motoren går ned i omdrejninger ved belastningsforøgelse.	Vand i brændstoffet.	Adskil svømmerhus, og rens strålespidserne og huset. Dræn tanken for vand.
Motoren går ned i omdrejninger ved belastningsforøgelse.	Forkert indstilling af tændingspunkt.	Justeret efter det i instruktionsbogen angivne.
Motoren bliver varm.	Intet eller for lidt kølevand.	Motoren standses, kølevandspumpen kontrolleres.
Motoren bliver varm.	Beskadiget cylinderforing eller lejer.	Undersøg lejer, stempel og cylinder, og udskift om nødvendigt.

BENZINMOTOREN RYGER		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren ryger sort.	Luftfilteret tilstoppet.	Renses.
Motoren ryger sort.	For lidt kompression.	Se under MOTOREN STARTER IKKE.
Motoren ryger sort.	Overbelastning.	Nedsæt motorens omdrejningstal til udstødningen ikke længere er sodende, og undersøg årsagen til motorens manglende ydelse eller overbelastning. (Arbejder motoren på alle cylindre? Er der kommet tovværk eller fiskegarn i propelleren?).
Motoren ryger sort.	For fed blanding.	Karburatorens indstilling justeres efter instruktionsbogens anvisninger.
Motoren ryger blåligt.	Smøreolien trænger forbi utætte stempel- og olieringe og op i forbrændingsrummet.	Olieringene fornyes, evt. fornyes også stempelringene.
Motoren ryger blåligt.	Motoren bruger for meget smøreolie.	Se næste punkt.
BENZINMOTOREN BRUGER FOR MEGET SMØREOLIE		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Motoren ryger blåligt.	Olie- og stempelringene er slidte.	Olieringene fornyes, evt. fornyes også stempelringene.
Motoren ryger blåligt.	Stempel og cylinderforing meget slidte.	Fornyes.
Smøreolien trænger ud af krumtapakslens endedæksler.	Slidte tætningsringe.	Fornyes.
BENZINMOTOREN BLIVER FOR VARM ELLER FOR KOLD		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Kølevandets temperatur er for høj, evt. lugt af varme.	For ringe kølevandsmængde pga, defekt kølevandspumpe eller tilstoppet bundsi eller defekt termostat.	Pumperotor undersøges for knækkede vinger eller tabt medbringerskrue/bundsi renses/termostat renses eller udskiftes.
Kølevandets temperatur er lavere end normalt.	Termostat i uorden.	Renses eller udskiftes.
FOR LAVT ELLER INTET SMØREOLIETRYK		
OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Oliekontrollamperne lyser, manometer viser for lavt tryk.	For lidt smøreolie i sump. Pumpe defekt.	Pejles og efterfyldes. Pumpe udskiftes.
Oliekontrollamperne lyser, manometer viser for lavt tryk.	Lækage i smøreoliesystem.	Tættes og efterfyldes.

FEJLFINDINGSKEMER FOR BENZINMOTORER

## FOR LAVT ELLER INTET SMØREOLIETRYK (FORTSAT)

OBSERVATION	ÅRSAG/ÅRSAGER	AFHJÆLPNING
Oliekontrollamperne lyser, manometer viser for lavt tryk.	Olieovertryksventil hænger, eller dennes fjeder er for svag.	Udboring og ventilkegle renses. Fjeder strammes op eller skiftes.
Oliekontrollamperne lyser, manometer viser for lavt tryk.	Filter stoppet.	Filter renses/udskiftes.





## LÆNSESYSYSTEMER

Alle søfolks skræk er af gode grunde at skibet skal blive fyldt med vand med heraf følgende fare for at forlise. Derfor er det vigtig at skibet er udstyret med et 100% velfungerende anlæg til udpumpning af indtrængende vand. Det er vigtigt at anlægget efterses og afprøves med jævne mellemrum. Endvidere er det vigtig at rense lænsebrønde og filtre når disse er snavsede. Sørg altid for at lænse i bund inden du forlader maskinrummet og ignorer aldrig en lænsealarm.

### AT LÆNSE

At tømme eller at sejle med vinden agterind. I dette kapitel drejer det sig om at tømme noget, typisk for vand.

fakta

### PUMPER

For at sikre skibets stabilitet og flydeevne er det vigtigt, at både alt indtrængende vand og alt udstrømmende vand fra skibets systemer fjernes straks.

Vær dog opmærksom på, at olieholdigt vand under ingen omstændigheder må lænses ud i havet!

Olieholdigt vand må under ingen omstændigheder lænses ud i havet!

fakta

Afhængig af skibets størrelse anvendes der forskellige slags lænsepumper. På store skibe bruges ofte en såkaldt monopumpe som ses i figur 12.1.

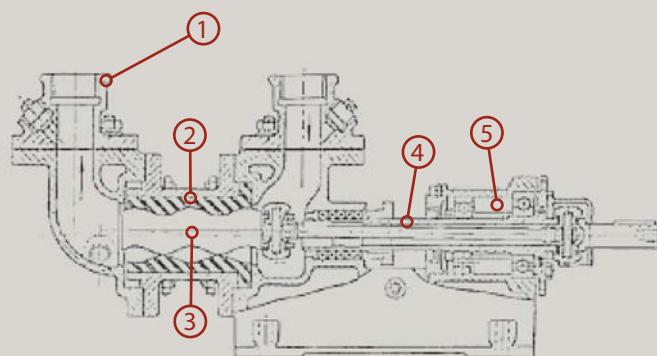
Monopumpen er en displacementspumpe. Den består af en skrueformet stålrotor **3**, der roterer i en stator (29 af gummi med indvendige, dobbelte skruegænger. Under rotation tætnes rotoren mod statoren, og

### DEPLACEMENTSPUMPER

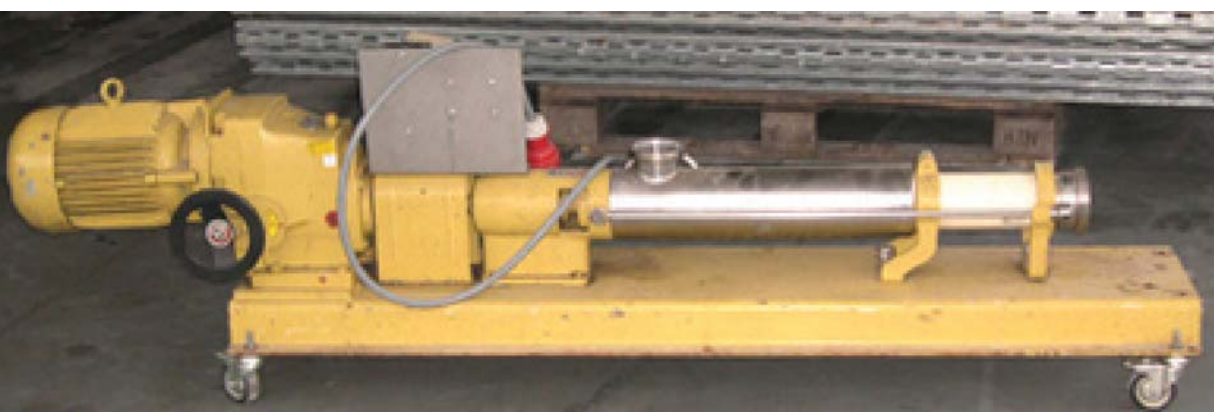
Displacementspumper er pumper, hvor transport sker ved at ændre det volumen, hvori væsken befinder sig ved anvendelse af mekaniske skillevægge.

fakta

#### 12.2 DEPLACEMENTPUMPE



den indesluttede væske forskydes aksialt gennem pumpen. Rotorens centerlinie bevæger sig lidt radialt (op og ned) under rotationen. Pumpemængden er proportional med det frie tværsnitsareal og rotorens stigning. Rotorens radiale bevægelse kræver, at den drives gennem et kardanled. Husk, at pumpen ikke må køre med tør rotor. På mindre skibe, hvor lænsestystemet kan være håndbetjent, ser pumperne ofte ud som i figur 12.3.



#### 12.1 MONOPUMPE

## 12.3 HÅNDBETJENT LÆNSEPUMPE



Det er vigtigt, at der med jævne mellemrum lænses over alt i skibet, så enhver indtrængen af vand registreres. Det er også vigtigt, at der lænses tom, hver gang skibet forlades i havn.

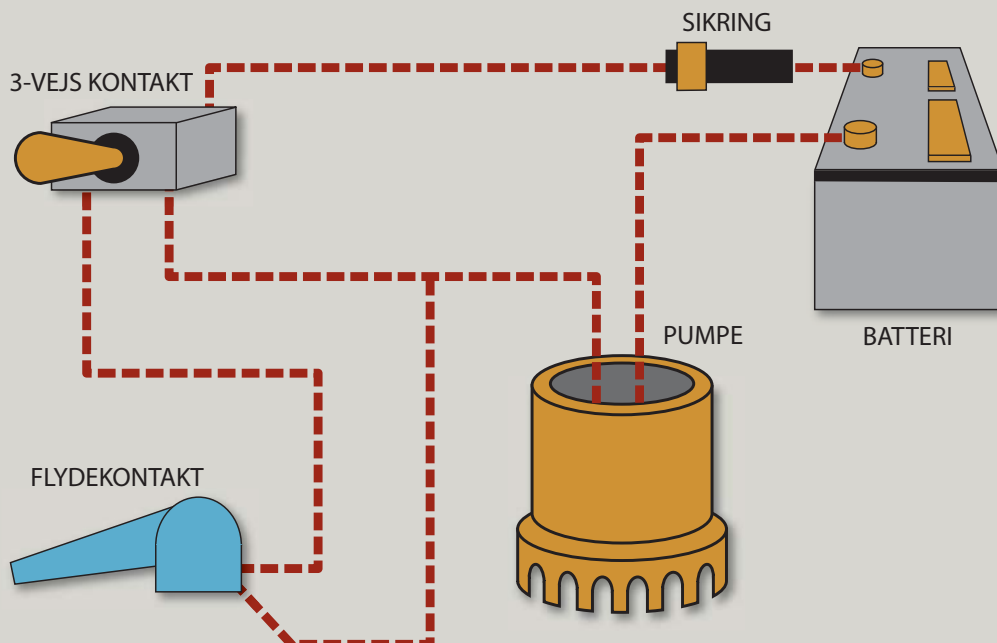
## 12.4 PLACERING AF SIMPEL HÅNDPUMPE



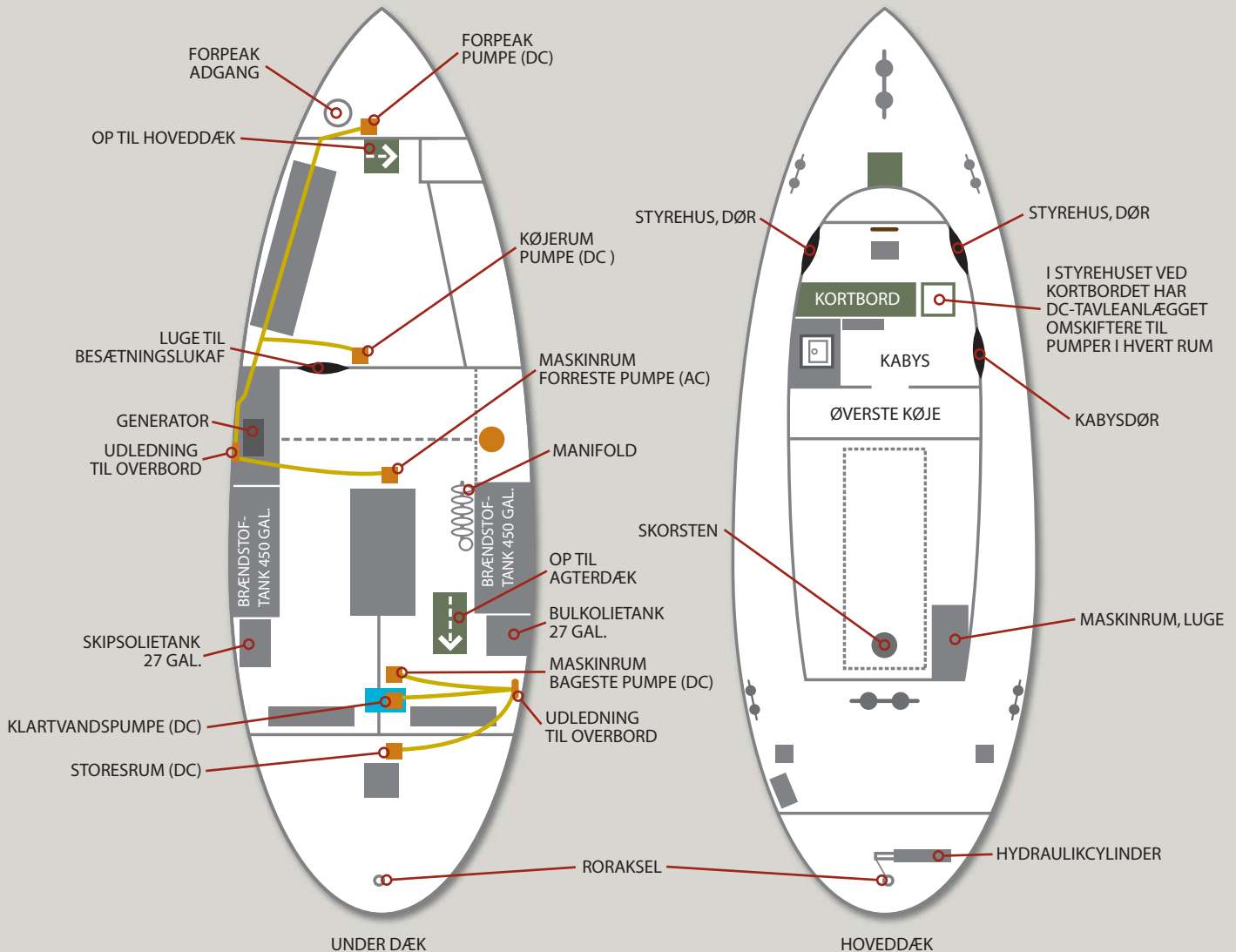
## LÆNSEVANDSYSTEMER

På et meget lille skib taler man ikke om et egentligt lænsesystem – her bruges blot en håndbetjent lænsepumpe, som kun kan lænse fra en enkelt brønd i maskingraven. Alligevel består det samlede anlæg jo af et sugefilter og en sugekontraventil, samt en overbordventil af kontraventiltypen. Figur 12.5 viser de elektriske forbindelser, Prøv selv at tegne det simple system på.

## 12.5 SIMPELT LÆNSESYSTEM



## 12.6 LÆNSESYSYSTEM (8. MARTS 2004)



KILDE: INTRACOSTAL TRANSPORTATION

Systemet, der ses i figur 12.6, er af en lidt større kaliber, men det er egentlig ikke mere kompliceret.

Systemet kan kontrolleres fra et jævnstrømspanel, der er placeret i styrehuset. I stedet for en Pumpe og et kompliceret, uoverskueligt rørsystem er her valgt 6 pumper, en Pumpe i hver lænsebrønd.

Systemet virker måske umiddelbart sårbart – en Pumpe kan jo svinge – men

pumperne er ikke større, end man sagtens kan have en ekstra med som reserve.

### DRIFT, VEDLIGEHOLDELSE OG FEJLFINDING

Det er afgørende, at skibet, man sejler med, er tæt i alle sammenhænge. Der skal udpeges folk til at være ansvarlige for, at skibet er og forbliver tæt.

Drift af et lænsesystem er ofte et spørgsmål om at indføre nogle fornuftige og

faste rutiner. Det kan fx være at inddele døgnet i 3 eller 4 perioder. I starten af hver periode undersøger man så alle skibets lænsebrønde for vand og tømmer dem. På den måde vil man hurtigt opdage unormale tilstande, fx at der strømmer vand ind fra søen eller at der strømmer vand eller olie ud fra maskinanlægget. Det er meget vigtigt, at lænsebrøndenes indhold undersøges, inden der pumpes overbord, for olie og lignende må på ingen måde pumpes i havet.

Mange skibe er udstyret med flydealarmer i lænsebrøndene. Men fordi det ikke er alle lænsebrønde, der under normale omstændigheder bliver fyldt med vand, er det vigtigt, at der indlægges et ugentligt alarmcheck på den slags udstyr. Tjekket udføres ved at påvirke alarmgiveren og efterfølgende kontrollere, om der rent faktisk afgives en alarm på alarmpanelet. En lænsealarm må aldrig ignoreres, for det kan få alvorlige konsekvenser for søfolkene om bord samt for skib og ladning.

fakta

Ignorer aldrig en lænsealarm!

Der er normalt ikke den store vedligeholdelse på et lænsestystem. På sugestederne er der anbragt nogle filtre. De bør rutinemæssigt renses med faste intervaller, fx hver gang alarmerne afprøves.

Rørsystemet kan være udført enten i forskellige slangeanordninger eller i stålrørssystemer. Slangerne skal jævnligt undersøges for områder, der er mørnet, og steder, hvor der er stivhed og knæk. Det er af meget stor betydning for anlæggets levetid, at man monterer slanger, der passer til formålet. – spørg en fagmand til råds. Hvis rørsystemet er fremstillet af stålrør, er det nødvendigt at holde dem rene og

malede, så man undgår tæring. Tæring opstår ofte på meget svært tilgængelige steder, og de er derfor også vanskelige at reparere.

Vedligehold af pumperne bør indgå på lige fod med det øvrige maskineri. Det skal altså være en naturlig del af den samlede vedligeholdelsesplan for maskineriet. Sørg altid for at have reservedele eller en ekstra, komplet lænsepumpe med om bord - det er ikke kun fornuftigt. Nogle forsikringselskaber sætter det ligefrem som krav.

Det er en god ide at holde orden i lænsestystemet.

Sørg altid for at have reservedele eller en ekstra, komplet lænsepumpe med om bord.

fakta

### 12.7 FEJLFINDING PÅ ELANLÆG



#### HUSK

Luk sø- og overbordsventiler i havn.  
Fyldte ballast/vandtanke skal fragsikres.  
Hav altid rigeligt med spændebånd mm. om bord.

fakta

## HYDRAULIKANLÆG

Alt maskineris kraftkarl. Det er hvad man rettelig bør kalde hydraulikanlæg. I hydraulikanlæg omsættes store kræfter, så man fra en elmotor over en pumpe kan få udført arbejder, der kræver meget store kræfter. Dette gøres med relativt små komponenter, hvilket er meget imponerende. Der er en alt overskyggende regel indenfor drift og vedligehold af hydraulikanlæg og det er renlighed.

### HØJ- OG LAVTRYKSHYDRAULIK

Det er efterhånden mere reglen end undtagelsen, at hydrauliksystemer anvendes i skibe som en meget effektiv måde at overføre store kræfter og momenter på.

#### HER ER NOGLE EKSEMPLER PÅ ANVENDELSES-OMRÅDER

- drift af dækskraner
- drift af anker- og fortøjningsspil samt fiskerispil
- drift af styremaskiner
- drift af stabilisatorer
- drift af stilbare propellere
- drift af fjernstyrede ventiler

#### FÆLLES FOR ANLÆGGENE GÆLDER, AT HVIS DE ER

- dimensioneret rigtigt med ventiler og rør-systemer, pumper, motorer etc.
- tætte og rene indvendig

Så kræver de meget lidt vedligeholdelse. Men sørg alligevel for udføre fejlfindings- og vedligeholdelsesarbejder med jævne mellemrum.

### RENLIGHED, RENLIGHED OG RENLIGHED

Man plejer, at sige at der er tre ting, som er vigtige, når man arbejder med hydrauliske anlæg: Renlighed, renlighed og renlighed.

fakta

Det siger sig selv, at det selvfølgelig også er vigtigt, at man har indsigt i anlæggenes opbygning og virkemåde.

For hydrauliske anlæg gælder det, at jo højere driftstryk et anlæg skal køre ved, desto renere skal olien være.

#### MAN SKELNER MELLEML

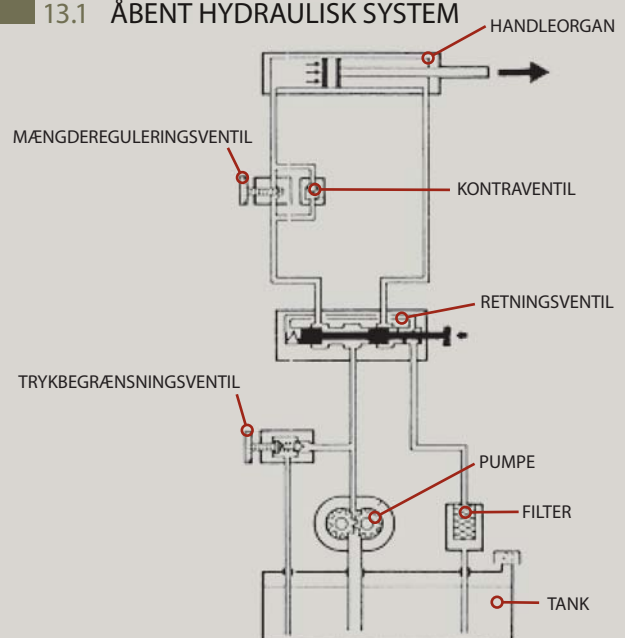
- lavtryksanlæg (0-60 bar)
- mellemtryksanlæg (60-200 bar)
- højtryksanlæg (200- 600 bar)

På et skib arbejder anlæggene sjældent med tryk, der er højere end ca. 250 bar.

### HYDRAULIKSYSTEMER

Alle hydrauliksystemer er i hovedtrækkene ens, uanset hvor de anvendes. Dog skelner man mellem åbne og lukkede systemer.

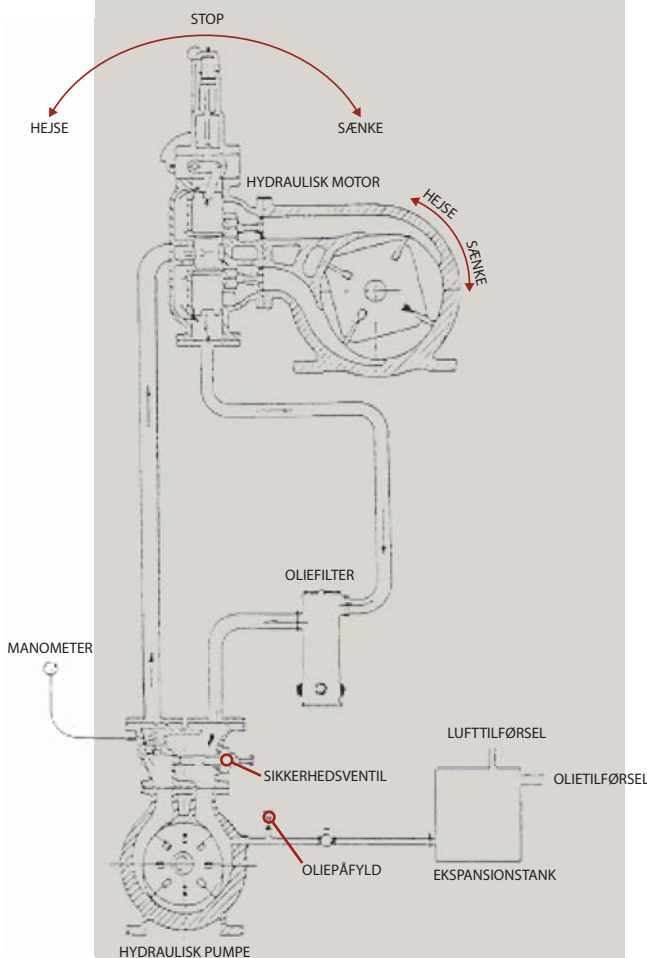
#### 13.1 ÅBENT HYDRAULISK SYSTEM



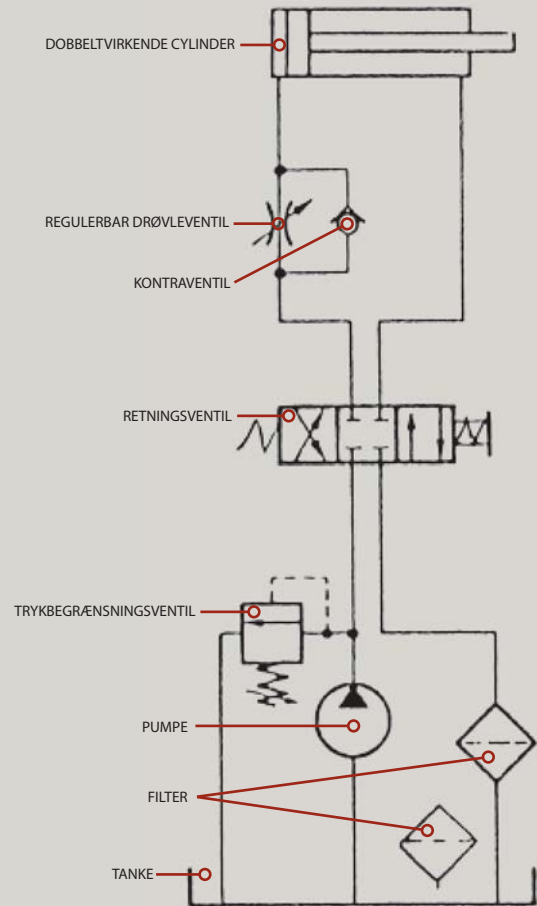
I FIGUR 13.1 ER VIST ET ÅBENT SYSTEM, HVOR DE VIGTIGSTE KOMPONENTER ER

- En olietank til opsamling og opbevaring af olien. Tanken har normalt en størrelse på 2-3 gange pumpens kapacitet.
- En elektrisk pumpe, der i nogle tilfælde er koblet til en dieselmotor.
- Diverse ventiler, der kan styre olieflow, retning af olieflowet og trykket.
- Et handleorgan, der både kan være en cylinder eller en motor, som er i stand til at omsætte den hydrauliske energi til mekanisk energi og dermed udføre et stykke arbejde.

### 13.2 LUKKET HYDRAULISK SYSTEM



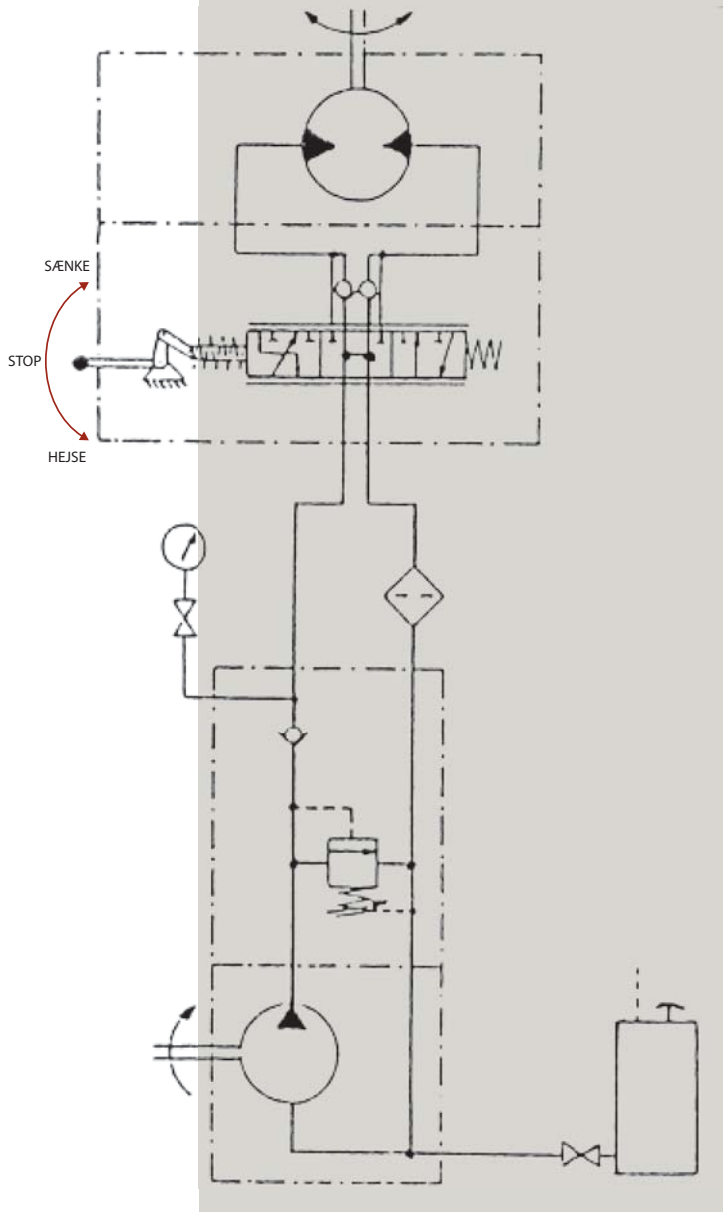
### 13.3 HYDRAULIKSYSTEM TEGNET MED SYMBOLER



I figur 13.2 ses et lukket hydrauliksystem, hvor handleorganet er en motor. Her føres returnrøret ofte direkte tilbage til pumpens sugesledning. Tanken er udført som en ekspansionstank, der er tilsluttet pumpens sugerør. Denne konstruktion er mulig, fordi der strømmer ens mængder olie på motorens tryk- og sugesider.

I figur 13.3 og 13.4 ses de to omtalte systemer tegnet med almindelige hydrauliksymboler. Symboler er fastsat i en international standard (ISO 1219) og er efterfølgende overført til dansk standard (D.S.106.3). I figur 13.5 ses en standard hydrauliktank med de vigtigste størrelser og mål.

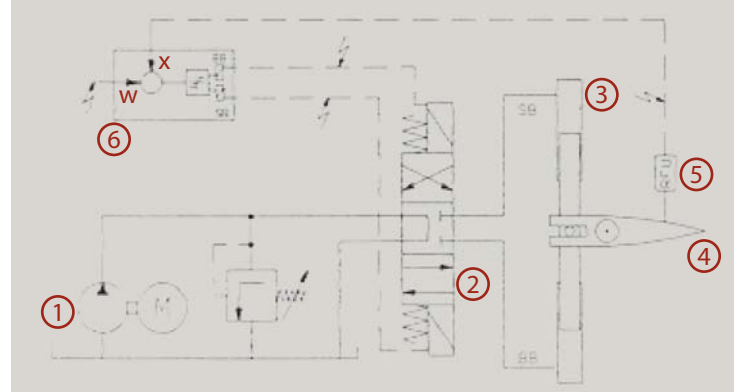
### 13.4 HYDRAULIKSYSTEM TEGNET MED SYMBOLER



### STYREMASKINER

For at man kan styre skibet i den rigtige retning, er det udstyret med et rør, der ofte er forbundet med en hydraulisk betjent styremaskine. I figur 13.6 er vist en simpel og meget anvendt konstruktion. Med denne konstruktion kan der kun foretages styring af rorpositionen.

### 13.6 SIMPEL STYREKONSTRUKTION

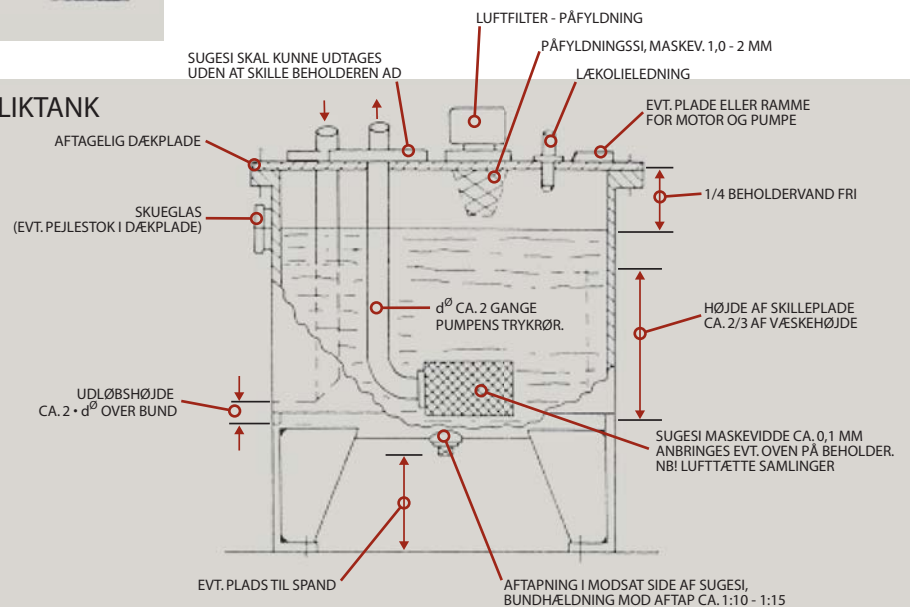


Reguleringen virker på følgende måde:

Pumpen **1** leverer via en elstyret retningsventil **2** olie til styremaskinecylinderen **3**, der igen bevæger roret **4**. Rorets stilling føres ved hjælp af tilbageføringsenheden **5** til rorservoen **6**.

Når forskellen mellem den ønskede rorvinkel **W** og rorpositions-signalet **X** overstiger et par grader, aktiveres retningsventilen **2**. Det betyder, at roret bevæger sig, og for-

### 13.5 STANDARD HYDRAULIKTANK

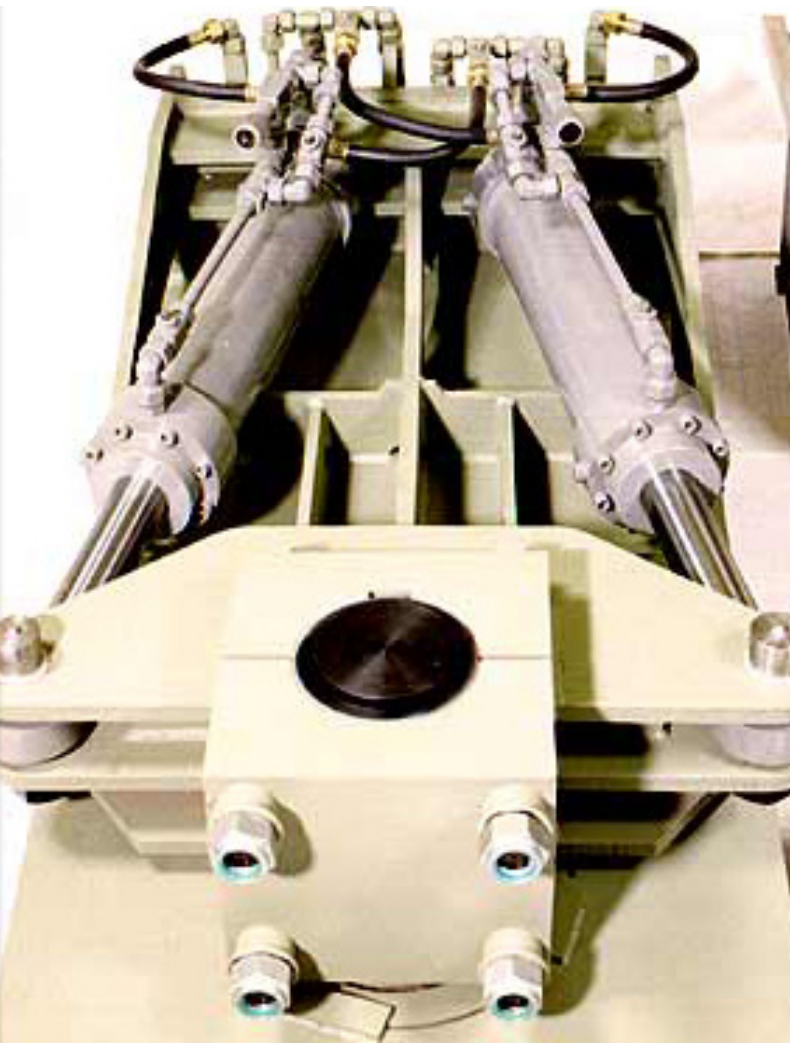


skellen mellem **W** og **X** mindskes. Når der så er meget lille forskel mellem **W** og **X**, vil retningsventilen gå i midterstilling.

Det er ikke i praksis muligt at standse roret præcis, hvor man ønsker det, og roret vil sandsynligvis løbe længere end ønsket. Fordi roret ofte løber længere, vil styremaskinen reagere med drejning i modsat retning, og denne manøvre vil give et ret stort hydraulisk stød i systemet. Disse temmelig voldsomme start/stop af maskinen kan uden tvivl høres, og man kalder da også populært denne styremaskineform for 'bang-bang-styring.

En omkonstruktion, hvor retningsventilen gradvist lukker i, jo nærmere man kommer ønskepositionen, vil kunne løse problemet.

Nedenfor ses et par forskellige styremaskiner.



## DÆKSMASKINERI

I skibe anvendes spil til fortøjning og ankring samt til forskellige håndteringsopgaver på dækket.

MAN KAN OPDELE SPILLENE EFTER DERES ANVENDELSESOMRÅDER

- ankerspil
- fortøjningsspil
- trawlspl / fiskerispil
- laste- og lossespil

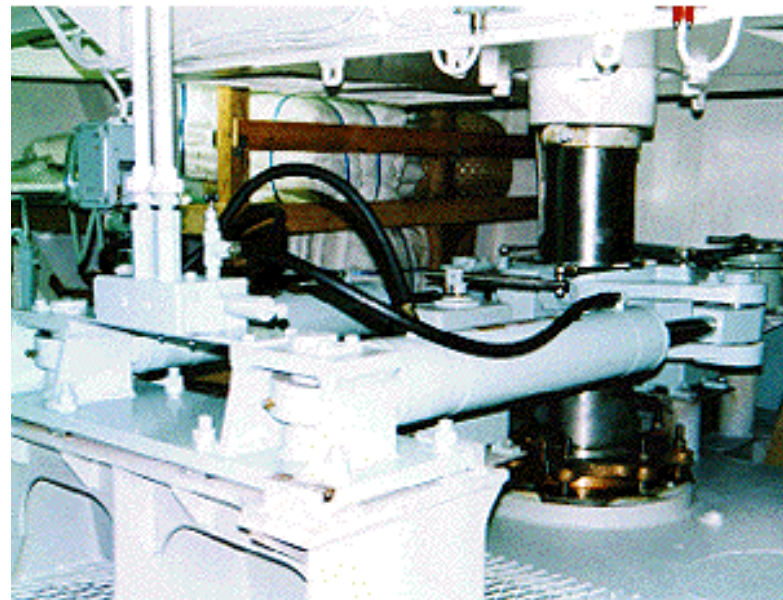
Her bliver ikke gennemgået, hvordan spillene fungerer i teknisk forstand, men på næste side ses nogle illustrationer af forskellige spil. Billederne giver en god fornemmelse af spillenes virkemåde.

I figur 13.8 ses et trossespil, som kan anvendes til fortøjningsopgaver. Det kan også indgå som en del af udstyret til indhivning af et trawl.

Der må ikke være større løse genstande i rummet, som kan hindre rorudslag.

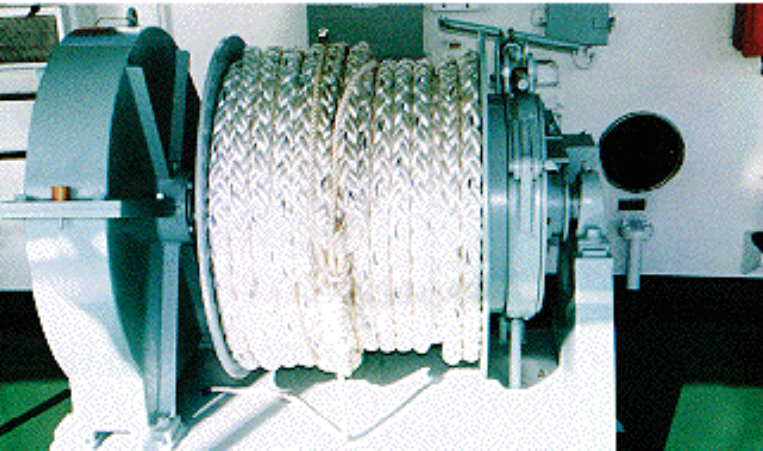
*fakta*

### 13.7 STYREMASKINER



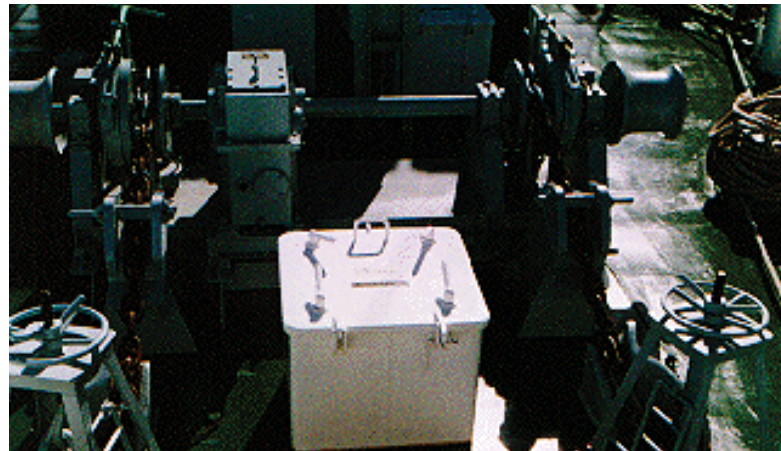


## 13.8 TROSSESPIL



I figur 13.9 er vist et ankerspil med tilhørende spilcopper for indhaling og tightning af trosserne. I øverste venstre hjørne ses et tværgående håndtag. Det bruges til at stramme spillets båndbremse med, så der ikke slækkes ud, når skibet er fortøjet/ankret.

## 13.9 ANKERSPIL



Hydraulikmotoren 1 trækker spilakslen via en tandhjulsvudveksling 5, der er helt indkapslet og oliebadsmurt.

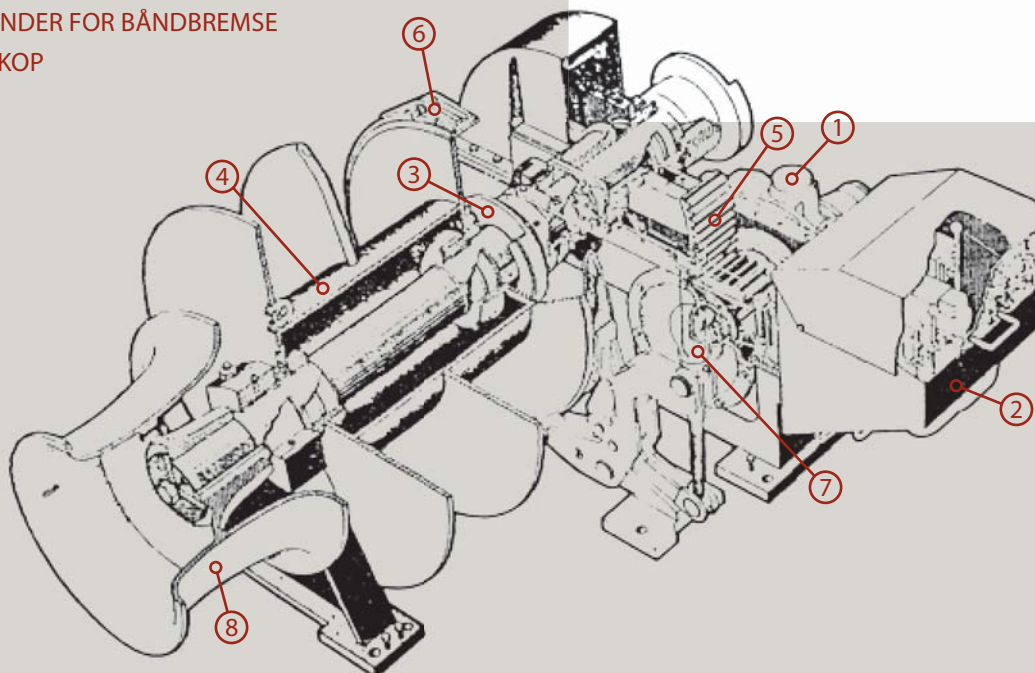
De to spilakslar til højre og venstre for gearudvekslingen er fast tilkoblet denne og de to spilcopper 8. Tilkobling af wiretromlerne 4 sker via håndbetjente klokoblinger 3. Til fastbremsering af wiretromlerne – når disse er frakoblet spilakslerne – anvendes de viste båndbremsar, der normalt frikobles ved hjælp af de fjederbelastede hydraulikcylindre 7. I tilfælde af svigtende olietryk aktiveres bremsarner automatisk af cylindrenes indbyggede fjedre.

På bakken i forskibet anvendes ofte kombinerede anker- og fortøjningsspil.

## 13.10 FORTØJNINGSSPIL

FIGUR 13.10 VISER TO EKSEMPLER PÅ FORTØJNINGSSPIL

- 1 RADIALMOTOR
- 2 VENTILBLOK/MANØVREVENTILER
- 3 KLO-KOBLING
- 4 WIRETROMLE
- 5 TANDHJULSVUDVEKSLING
- 6 BÅNDBREMSE
- 7 CYLINDER FOR BÅNDBREMSE
- 8 SPILKOP

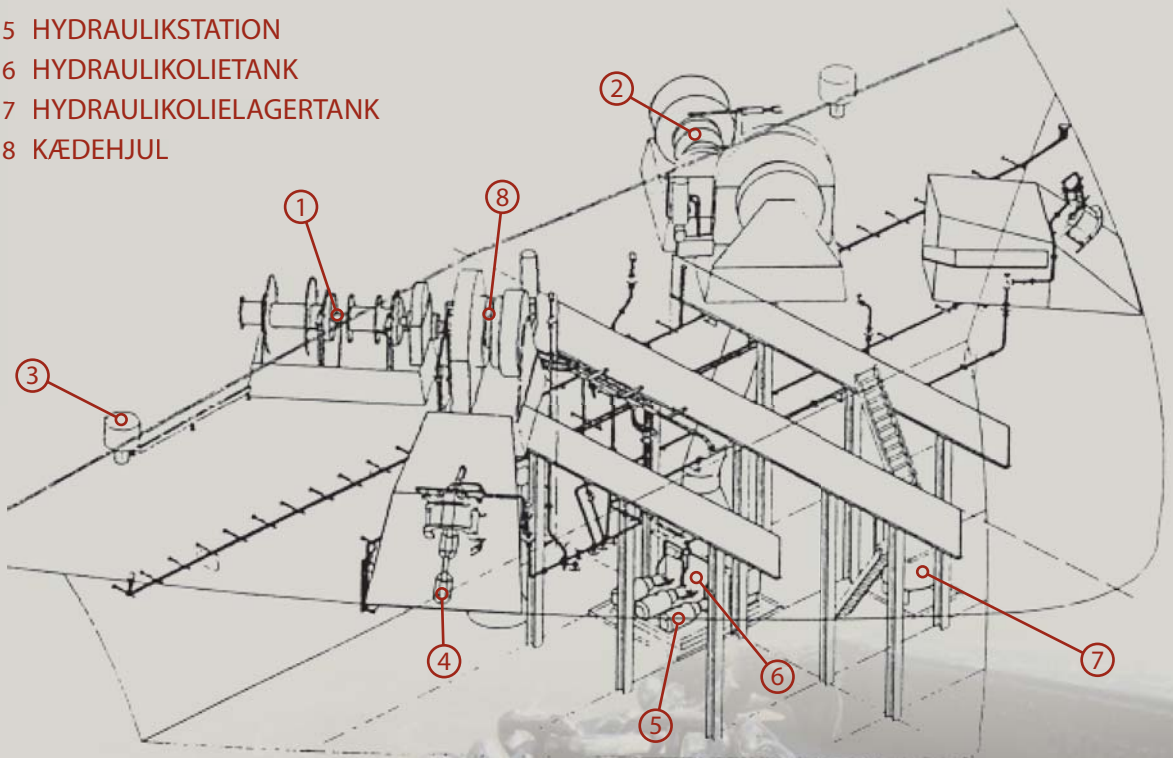


Spillene fungerer i princippet som det ovenfor omtalte, men wiretromlerne på den ene side af gearudvekslingen er erstattet af et særligt spil med en ekstra gearudveksling samt et specielt kædehjul, som er beregnet til at overføre trækket til ankerkæden. Dette kædehjul kan også tilkobles med en klokobling og har sin egen båndbremse.

I figur 13.11 ses placeringen af to kombinerede anker- og fortøjningsspil samt deres pumpestation i storesrummet under bakken på et stort tankskib. Princippet er det samme på mindre skibe.

#### 13.11 PLACERING AF FORTØJNINGSSPIL

- 1 ANKER/FORTØJNINGSSPIL SB
- 2 ANKER/FORTØJNINGSSPIL BB
- 3 UDLUFTNING FOREPEAK
- 4 ANKERKÆDE
- 5 HYDRAULIKSTATION
- 6 HYDRAULIKOLIETANK
- 7 HYDRAULIKOLIELAGERTANK
- 8 KÆDEHJUL



Uanset spillets størrelse er virkemåden og udformningen af anker og fortøjningsspil i praksis ens. Billederne i figur 13.12 - 13.16 er taget på et meget stort skib.

Uanset spillets størrelse er virkemåden og udformningen af anker og fortøjningsspil i praksis ens. Billederne på næste side er taget på et meget stort skib.

INDEN SYSTEMET SÆTTES I GANG, SKAL MAN STILLE FØLGENDE SPØRGSMÅL

- Er der tilstrækkelig olie i tanken?
- Er alle forskruninger og flanger spændt?
- Er trykbegrænsningsventilen indstillet til minimum?
- Er anlæggets komponenter sat i udgangsposition?
- Er pumpeomløbsretningen korrekt?
- Er pumpehuset fyldt med olie?

## 13.12 FORTØJNINGSSPIL AGTER



## 13.13 KÆDEBRØND



## 13.14 KÆDESAMLELED

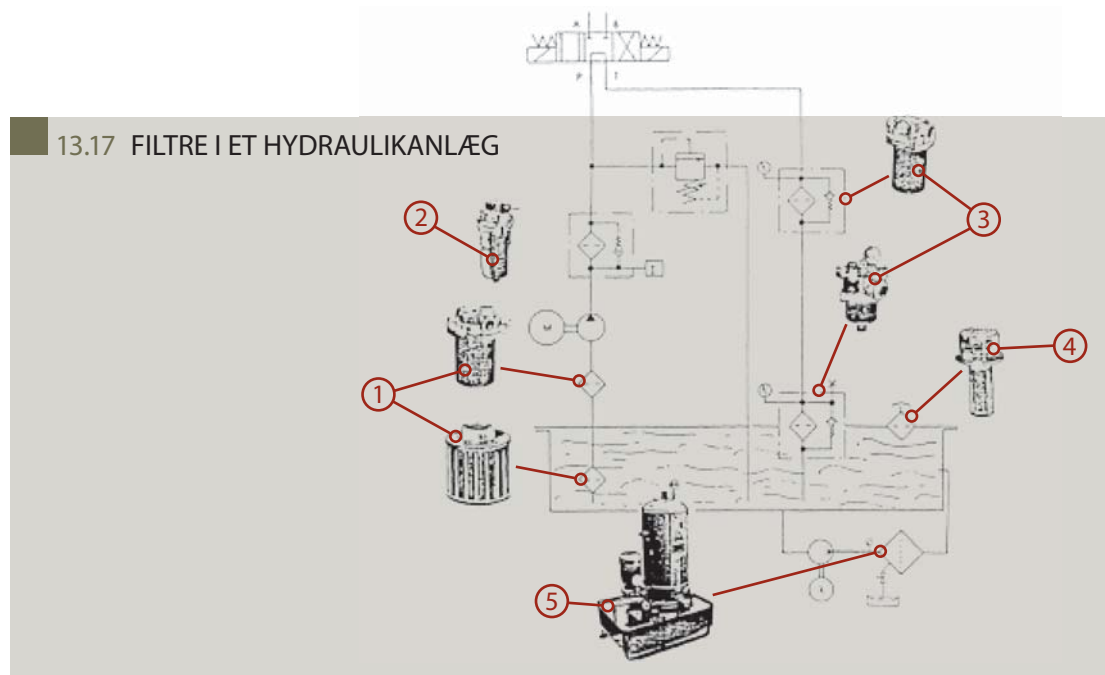


## 13.15 ANKERSPIL



## 13.16 KÆDEHJUL MED HVALPE





### DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE

Drift af et hydraulikanlæg kan være den rene leg, hvis man sørger for, at tingene i og omkring systemet bliver passet. Nøgleordene er som tidligere nævnt renlighed, renlighed og renlighed.

Når først anlægget er i drift, er det vigtigt at man er særligt opmærksom på anlæggets tæthed og ikke mindst filtrene.

I figur 13.17 ses de fleste af de filtre, man kan møde i et hydraulikanlæg.

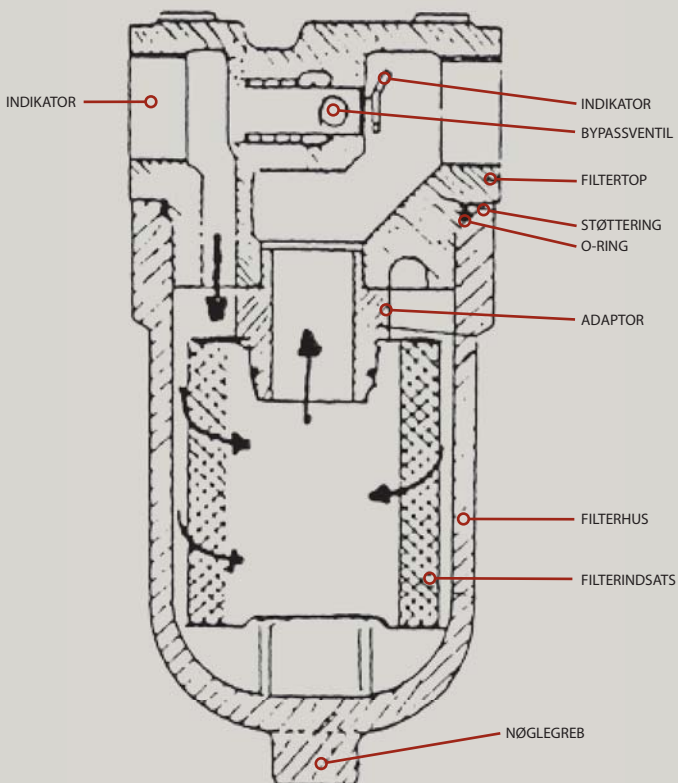
1 er begge sugefiltre, som pga. af kavitationsrisikoen skal have nogle forholdsvis store masker. Det er uheldigt at placere et filter inde i tanken.

Trykfiltre som 2 er en rigtig god ide, men de er relativt dyre, fordi de skal kunne tåle meget høje tryk. Her er maskestørrelsen væsentlig mindre end ved sugefiltre. Ofte er disse filtre udstyret med en måler, der registrerer trykfaldet over filtret og dermed måles jo egentlig filtret tilsmudsgrad.

Pos. 3 er et par eksempler på såkaldte returfiltre. I figur 13.18 ses et returfilter i detaljer. Returfiltrene er ofte udstyret med en by pass-ventil, der åbner, hvis filtret er tilstoppet. Det er selvfølgelig ikke særlig heldigt set ud fra en filtreringsvinkel, men driftmæssigt er det vigtigt, at olien kan strømme retur.

På tanken er der ofte monteret et påfyldningsfilter 4, som bør anvendes, da selv ny olie kan være lidt snavset.

### 13.18 RETURFILTER



Den bedste rengøringemetode er off line-filtret 5 som er et CJC filter. Læs mere om denne type filter i afsnittet om smøreolien.

For at sikre en fejlfri drift skal man jævne mellemrum tage en olieprøve og få den analyseret på fx Teknologisk Institut. Her vil man efterfølgende kunne komme med et kvalificeret bud på, hvilke komponenter i anlægget der er slidte.

I forbindelse med vedligeholdelsen er det vigtigt, at man fører en form for logbog over anlæggets drift. Her kan man notere forskellige hændelser og udviklinger i anlægget.

Vælger man et forebyggende vedligeholdelsessystem, er det vigtigt, at man allierer sig med nogle fagfolk eller firmaer, der kan hjælpe med at sætte det i system. Der skal udarbejdes instruktioner for alle former for arbejder på anlægget. Det er vigtigt, at instruktionerne er dynamiske, så det er muligt at ændre dem, i takt med at man får mere og mere indsigt i anlægget.

### FEJLFINDING – REPARATIONER

Fejlfinding på et hydraulikanlæg kan være en kompliceret sag.

Der indgår ofte en del elstyring i et hydraulik anlæg. Det betyder, at man først skal have fastslået, om fejlen ligger i eldelen eller i hydraulikdelen.

For at kunne gøre det er det selvfølgelig nødvendigt, at man kender anlæggets virkemåde til punkt og prikke. Dernæst skal man lægge en strategi for fejlfindingen.

Først kan man undersøge de basale funktioner i elsystemet. Er der sprunget sikringer? Lugter der brændt? Eller er der ledninger, som er gået løs?

Hvis ikke man finder noget ved en sådan gennemgang, er det nødvendig at læse et eldiagram for at kunne foretage nogle målinger. Hvis ikke man kan læse et eldiagram, må man tilkalde en fagmand.

Inden elfagmanden tilkaldes, skal den hydrauliske del jo også gennemgås og det foregår principielt på samme måde som ovenfor beskrevet.

De åbenlyse ting undersøges. Er der olie på tanken? Kan ventilerne bevæges manuelt? Kan motoren dreje rundt?, Er slangerne tætte? Hvis ikke man selv har den fornødne kompetence, bør man henvende sig til en hydraulikreparatør. Han eller hun kan også fejlfinde på det elektriske.

En sidste udvej, inden man tilkalder hjælp, er at kigge i instruktionsbogen. De fleste firmaer leverer sammen med instruktionsbogen en form for fejlfindingsrutediagram (på engelsk kalder man det trouble shooting). Her kan man i mange tilfælde guides til en løsning.

Når fejlen er fundet, skal den udbedres. Det gøres med originale reservedele og størst mulig faglig akkuratess. Husk at holde alting rent, og hold dig i øvrigt til instruktionsbogen. Hvis ikke man besidder den rette viden, bør man overlade både fejlfinding og reparation til fagfolk.

# VEDLIGEHOLDELSSKEMAER OG MOTORJOURNALER

Her findes et par eksempler på vedligeholdelseskemaer og journaler. Det er vigtigt at lave sit eget system, som passer på det anlæg, man har med at gøre.

## VEDLIGEHOLDELSESSKEMAER

De fleste vedligeholdelsessystemer til søs tager udgangspunkt i antallet af driftstimer. Man kalder et sådant system for tidsbaseret vedligeholdelse. Hver enkelt motorfabrikant har sine egne anbefalede driftstider på samtlige reservedele til motoren. TBO (Time Between Overhaul = tiden mellem overhalinger) kan ses i den til motoren medfølgende instruktionsbog. Det skal understreges, at alle, der har med vedligeholdelse af en dieselmotor at gøre,

skal registrere og dokumentere ethvert udført arbejde. Når det gøres konsekvent og ordentligt, har man altid et komplet billede af motorens vedligeholdelsestilstand. Det kan fx gøre det muligt at analysere sig frem til eventuelle dårlige reservedele og give et godt billede af motorens almene tilstand.

I figur 14.1 og 14.2 ses et eksempel på en sådan vedligeholdelsesoversigt.

### 14.1 UDSNIT AF VEDLIGEHOLDELSESOVERSIGTER

Skibsdieselmotorer		MAN B&W								
Udsnit af vedligeholdelsesprogram										
Description	Check new/Overhauled parts after - hours	Time Between Overhaul							Working Card No.	
		50	200	2000	8000	16000	32000	Daily		Weekly
<b>Operating of Engine:</b>										
Readings of data for Engine and Generator, with reference to "Engine Performance Data", section 602-1 .....									■	602-01.00
<b>Cylinder Head:</b>										
Inlet and exhaust valve - Overhaul and regrinding of spindle and valve seat .....					●					605-01.10
Inspection of inlet, exhaust valves and valve guide .....						■				605-01.05
Check of valve rotators rotation during engine rotation .....			■							605-01.05
Sleeve for fuel injector ...										605-01.30
Safety valve - Overhaul and adjustment of opening pressure, only valid for L/V28/32H .....						■				605-01.25
Indicator valve .....									■	605-01.26
Cylinder head cooling water space - Inspection .....										605-01.05
Cylinder head nut - Retightening .....	200									605-01.40

Skibsdieselmotorer		MAN B&W	
TBO			
Component	TBO	Service Life	
	hours	hours	
Exhaust Valve	16,000	32,000	
Inlet Valve	16,000	32,000	
Valve Guide	16,000	32,000	
Fuel Injection Nozzle	2,000	8,000	
Fuel Injection Pump	16,000	32,000	
Piston	16,000	64,000	
Piston Ring Package	16,000	16,000	
Cylinder Liner	32,000	80,000	
Main Bearing	16,000	48,000	
ConRod Bearing	16,000	32,000	



14.2 UDSNIT AF VEDLIGEHODELSESOVERSIGT

Description	Time Between Overhauls	Working Card No.																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Cylinder Unit</b>																			
Dismantling of cylinder unit		505-01-33																	
Dismantling of cylinder head, water jacket and oil sump																			
<b>Cylinder Head and Water Jacket</b>																			
Inspection of inlet, exhaust valves and valve guide		505-01-05																	
Valve motor		505-01-15																	
Lubricating of operating gear - Check		505-01-45																	
Cylinder head cooling water seals - inspection		505-01-42																	
Cylinder head top - Tightening																			
<b>Piston, Connecting Rod and Cylinder Liner</b>																			
Inspection of piston		506-01-10																	
Piston ring and scraper ring		506-01-10																	
Piston pin and bush for connecting rod - Check of clearance		506-01-15																	
Connecting rod - Measuring of tapered bore		506-01-15																	
Inspection of tapered bearing shells		506-01-15																	
Connecting rod - Tightening		506-01-25																	
Cylinder liner - Cleaning, fitting and measuring		506-01-30																	
<b>Crankshaft and Crankshaft Drive</b>																			
Crankshaft - inspection of gear wheels, bolt, connections etc.		507-01-05																	
Crankshaft bearing - inspection of clearance		507-01-05																	
Crankshaft adjustment - check the condition		507-01-20																	
Lubrication of crankshaft bearing - Check		507-01-30																	

Description	Time Between Overhauls	Working Card No.																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Operating Gear for Inlet Valves and Exhaust valves</b>																			
Rules guide for valve gear		508-01-30																	
Valve gear - Valve bridge, spring push rod, etc.		508-01-10																	
Lubricating of operating gear - Check		508-01-30																	
<b>Crankshaft and Main Bearing</b>																			
Inspection of main bearing		510-01-05																	
Inspection of guide bearing		510-01-05																	
Vibration recorder - Check the condition		510-01-05																	
Counterweight - Tightening, see page 505-40		200																	
Main and guide bearing cap - Tightening		200																	
510-01-25																			
<b>Engine Frame and Base Frame</b>																			
Bolt between engine frame and base frame - Tightening, see page 500-40		200																	
<b>Turbocharger System</b>																			
Charging air cooler - Cleaning and inspection		512-01-05																	
Tightening of all bolts and connections		200																	
Cleaning of the compressor when damaged																			
Cleaning of the turbine when dismounted																			
Bolt check, all components, bearings, etc.																			
* see turbocharger manual																			
<b>Compressed Air System</b>																			
Air starter motor - Dismantling and inspection		513-01-30																	

Description	Time Between Overhauls	Working Card No.																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Fuel Oil System and Injection Equipment</b>																			
Fuel oil injection pump - Check its condition		514-01-05																	
Fuel injection valve - Adjustment of opening pressure		514-01-10																	
* After major overhaul																			
<b>Lubricating Oil System</b>																			
Lubricating oil pump - Engine driven		515-01-05																	
Lubricating oil cooler		515-01-05																	
Pre-heating pump - Oil sump		515-01-05																	
Thermocost valve		515-01-20																	
<b>Cooling Water System</b>																			
Cooling water pump - Engine driven (90°/17°) water		516-01-05																	
Thermocost valve		516-01-05																	
<b>Alternator</b> - see special instruction book																			
Planned maintenance programme during operation see 500-25																			

Description	Time Between Overhauls	Working Card No.																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Duties during Operation</b>																			
<b>Operating of Engine</b>																			
Readings of gauges for Engine and Governor, with reference to "Engine Performance Data", section 502-1		502-01-30																	
Check for leakage		502-01-30																	
<b>Specification - Cooling water</b>																			
Cooling water system - Water samples, see section 504		505-01-15																	
<b>Cylinder Head</b>																			
Inlet and exhaust valve - check and adjustment of valve clearance		508-01-10																	
Check of valve rotation rotation during engine rotation		505-01-15																	
<b>Control and Safety System, Automatics and Instruments</b>																			
Safety, alarm and monitoring equipment		509-01-05																	
Lambda controller - Adjustment		509-10-05																	
Governor - Check of level, see governor instruction book, section 509																			
<b>Turbocharger System</b>																			
Cleaning the turbine, dry cleaning		512-01-05																	
Water washing of compressor side		see 502 manual																	
If checked pipe compressor		513-01-10																	
Cleaning the turbine, wet cleaning		513-01-05																	

Description	Time Between Overhaul	Working Card No.																	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Duties during Operation</b>																			
<b>Compressed Air System</b>																			
Function test - Main and emergency starting valve		513-01-40																	
Air filter - opening of filter (filter element to be replaced when pressure 350 exceeds 0.7 bar)		513-01-21																	
Compressed air system - Check of the system		513-01-05																	
<b>Fuel Oil System and Injection Equipment</b>																			
Fuel oil system - Check the system		514-01-05																	
Air filter - opening of filter (filter element to be replaced when pressure 350 exceeds 0.7 bar)		section 504																	
Fuel injection valve - Adjustment of opening pressure		514-01-10																	
<b>Lubricating Oil System</b>																			
Lubricating oil filter - Cleaning and replacement		515-01-10																	
Camshaft filter - Cleaning and replacement (paper filter)		515-01-05																	
Lubricating oil - Oil samples		515-01-05																	
Lubricating of system - Check the system																			
<b>Cooling Water System</b>																			
Cooling water system - Water samples		516-01-05																	
Cooling water system - Check the system																			
<b>Engine Frame and Deckplate</b>																			
Fasten mounting - Check anti-vibration mounting		514-01-30																	
Safety cover - Function test																			
<b>Alternator</b> - see special instruction book																			
Major overhaul/inspection, see 500-25																			

MOTORJOURNALER

For hele tiden at kunne danne sig et overblik over motorens tilstand, bør man mindst en gang om dagen udfylde et skema, hvor de vigtigste driftsdata noteres.

Skemaet kunne være et excel-regneark, som er nemt at arkivere. Det kan selvfølgelig også gøres på et stykke papir, som så kan gemmes i en mappe. For begge metoder gælder selvfølgelig at man skal analysere

sine tal og reagere, hvis noget forandres. Det anbefales at man anvender et elektronisk system, for det gør analysearbejdet meget nemmere.

Oftentimes vil der fra forsikringssselskabets side være krav om, at en driftshistorik er tilgængelig. Et eksempel på, hvordan et skema til den daglige registrering kan udformes, ses på næste side. Det kan nemt tilpasses den aktuelle motor.

HOVEDMOTOR, TILSTANDSRAPPORT											
SKIBETS NAVN						DATO					
REJSE FRA						REJSE TIL					
DYBGANG FOR						DYBGANG AGTER					
VINDSTYRKE						HAV					
PROPELSTIGNING ELLER SKRUESTIGNING						HOVEDMOTOR, O/MIN.					
AKSELGENERATOR						HASTIGHED					
TURBOLADER											
O/MIN.						LADELUFTSTRYK					
UDST.TEMP. EFTER TURBO						LADELUFTTEMP. EFTER KØLER					
CYLINDERNR.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
PUMPEINDEKS											
UDSTØDNINGSTEMP.											
FERSKVAND, UDG.STEMP.											
MAKS. TRYK											
KOMPRESIONSTRYK											
SMØREOLIE			KØLEVANDSTEMPERATUR				BRÆNDSTOF				
SMØREOLIETRYK FØR HOVEDMOTOR			FERSKVANDSTEMPERATUR FØR HOVEDMOTOR				BRÆNDSTOFTYPE				
SMØREOLIETRYK FØR KAM			FERSKVANDSTEMPERATUR EFTER HOVEDMOTOR				BRÆNDSTOFOLIETRYK				
SMØRETEMPERATUR FØR HOVEDMOTOR			SALTVANDSTEMPERATUR FØR KØLER				BRÆNDSTOFOLIETEMP.				
SMØREOLIETEMP. FØR GEAR			SALTVANDSTEMPERATUR EFTER KØLER				VISKOSITET				

MASKINCHEF



## SKIBETS BRANDANLÆG

Skoleskibet er udstyret med INERGEN®-anlæg. Det er en god ide at få tegnet anlægget op, når du har sat dig ind i virkemåden af INERGEN®.

### UNDERVISNINGSSKIBET ATHENES BRANDSLUKNINGSANLÆG

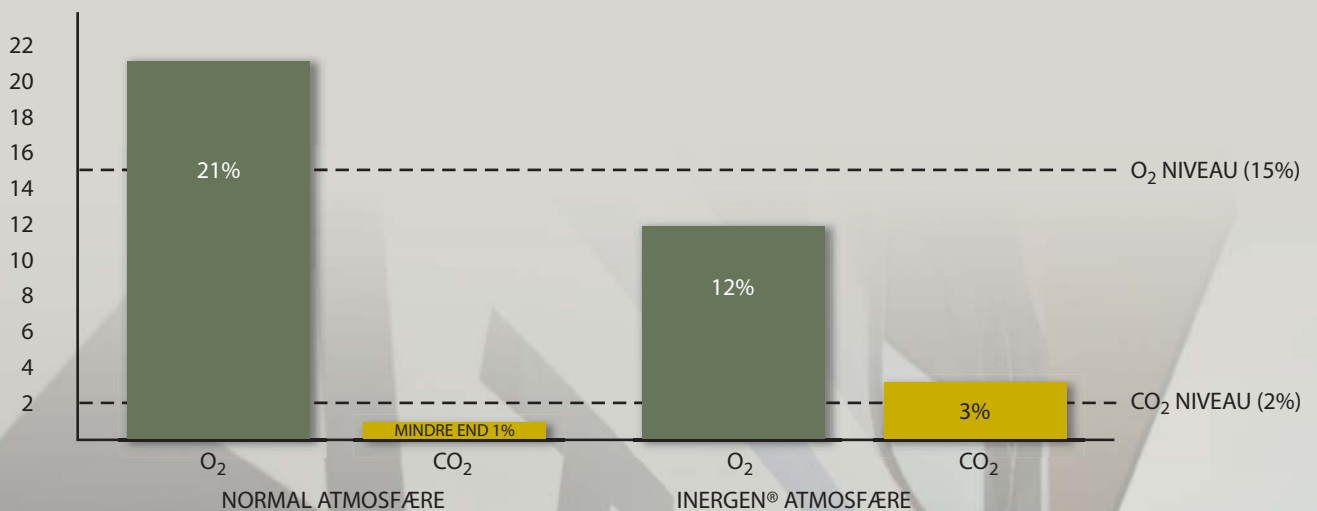
Brandslukningsanlægget på Athene er et såkaldt INERGEN®-anlæg.

INERGEN® er et miljørigtigt slukningsmiddel, som består af luftarter, der allerede findes i atmosfæren. INERGEN® er en inertgas, dvs. at den ikke er væskeformig og hverken er giftig eller brandbar. Den består af 52 % nitrogen, 40 % argon og 8 % CO<sub>2</sub>. Det betyder, at slukningsmidlet ikke påvirker miljøet negativt, og at det er uskadeligt for maskiner og inventar.

Slukningsprincippet, som INERGEN® anvender, er iltfortrængning. Det vil sige, at man nedbringer iltniveauet i omgivelserne, så branden ikke kan 'ånde' – populært siger man, at man kvæler ilden.

1. Den naturlige atmosfære indeholder ca. 21 % ilt.
2. Anvendes slukningsprincippet iltfortrængning er målet, at sænke iltniveauet til ca. 15 %. Med dette iltniveau vil de mest gængse brande ikke kunne 'ånde', og ilden vil i løbet af 30 - 45 sekunder kvæles.
3. Det unikke ved INERGEN® er, at systemet kun indeholder 8 % CO<sub>2</sub>. Det har den fysiologiske effekt, at kroppen bliver i stand til at transportere mere ilt igennem kroppen. Derved får organismen tilført ligeså meget ilt som hvis man befandt sig i den naturlige atmosfære.
4. Derfor er et sådant anlæg at foretrække frem for et CO<sub>2</sub>-anlæg.

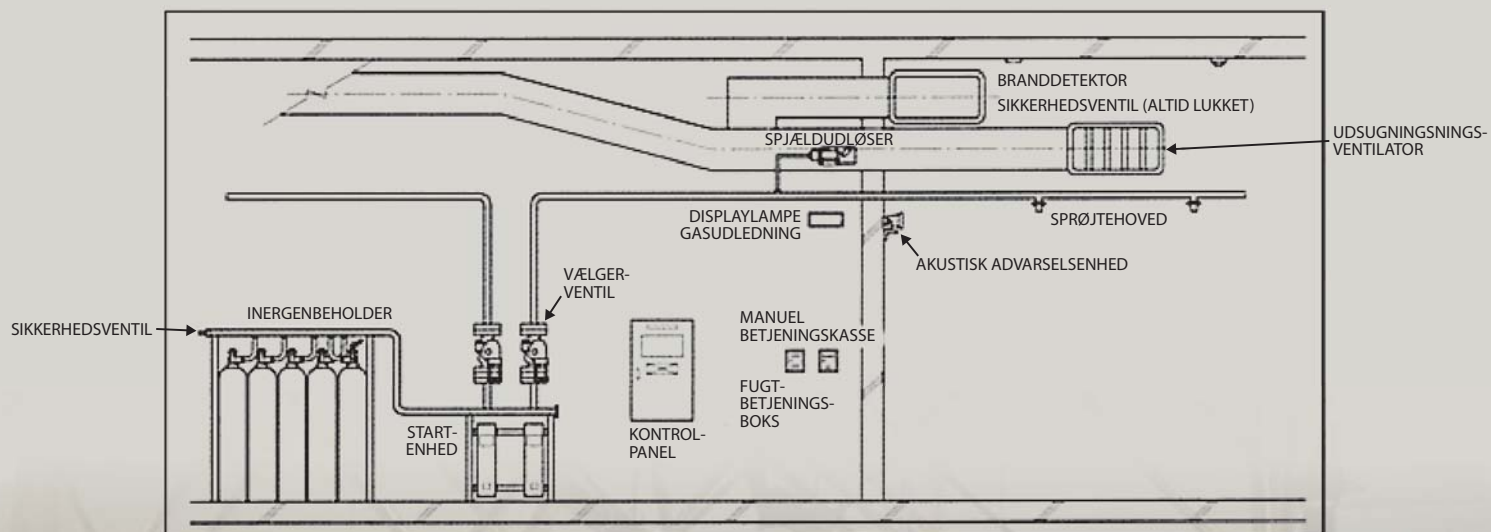
#### 15.1 SÅDAN ER FORDELINGEN



Anlæggene fås i forskellige størrelser afhængig af hvor stort et rumvolumen det skal dække. Et større anlæg ser ud som i figur 15.2. I princippet ser anlægget ud som i figur 15.3.

### 15.3 PRINCIPTEGNING AF INERGEN®-ANLÆG

### 15.2 INERGEN®-ANLÆG



# METODER TIL NØDREPARATION AF SKIBETS SKROG OG RØRSYSTEMER

*Som omtalt under lænsesystemer er det vigtigt at skibet kun er vådt på ydersiden og ikke på indersiden. Skulle uheldet nu være ude og lænsesystemet utilstrækkeligt, på grund af skadens omfang, er det jo nyttigt at kunne et par tricks til at tætnes skibet hvis det er blevet læk. Afsnittet her giver et par fif.*

## NØDREPARATION AF SKROG

Har skibet taget grunden, men er løbet over og er kommet flot igen, skal skrogets tilstand undersøges, og maskinen stoppes straks.

Alle lastrum og tanke pejles for at konstatere eventuelle lækager, og der kigges efter udstrømmende olie – det kan være et tegn på, at der er beskadigede bundtanke.

Hvis det viser sig, at skibet har fået så svære skader, at der er fare for at det synker, kan det være nødvendigt at sætte det på grund igen. I så tilfælde skal det helst sættes, hvor der er mindst risiko for, at skadens omfang øges.

Selv om skibet ikke er i fare for at synke, må man imidlertid ikke sejle videre, medmindre det ved indgående undersøgelse viser sig helt tæt og fuldt sødygtigt. Er det ikke tilfældet, søger man så hurtigt som muligt ind til nærmeste havn for videre undersøgelser og reparation.

Når et skib i storm arbejder hårdt i søen, bliver hele skroget udsat for stadigt skiftende og voldsomme kraftpåvirkninger, og det kan forårsage formforandringer i konstruktionen. Der opstår fx nerevner, ofte nær svejsesømme. Her er det vigtigt at slække op og straks ændre kurs, så skibets

bevægelser påvirker skroget så lidt som muligt. Herefter pumpes der fra rummet, hvor der tages vand ind, samtidig med at man forsøger på at stoppe lækagen. Det kan blive nødvendigt at sætte skibet på grund, mens den midlertidige reparation udføres.

## TÆTNING VED FODRING

Hvis skibet hviler på store sten eller klipper, kan en dykker ofte komme ind mellem dem under skibets bund og foretage en tætning.

På steder, hvor han ikke kan komme ind, kan han 'fodre' hullerne ved hjælp af fx en stage eller en bådshage. Det betyder, at han bruger stagen til at skubbe bastmætter, sække, værk eller andet velegnet materiale ind mellem stenene på de steder, hvor man ved, at der findes huller. Det gøres også på steder, hvor man tror, at der måske er huller.

Mens der fodres, pumpes der fra det eller de vandfyldte rum. Ved pumpningen opstår der en strømning gennem hullerne, og tætningsmaterialerne føres hen til dem og suges ind i dem.

De første mætter eller sække suges måske helt eller delvist igennem, men da pladekanterne omkring hullerne ofte er ru og

uregelmæssige, vil noget materiale blive hængende, og efterhånden tættes hullet. Når pumperne har sænket vandstanden inde i skibet, vil vandtrykket holde tætningsmaterialet på plads. Med en sådan form for tætning har man sejlet eller bugseret havarede skibe over meget lange afstande.

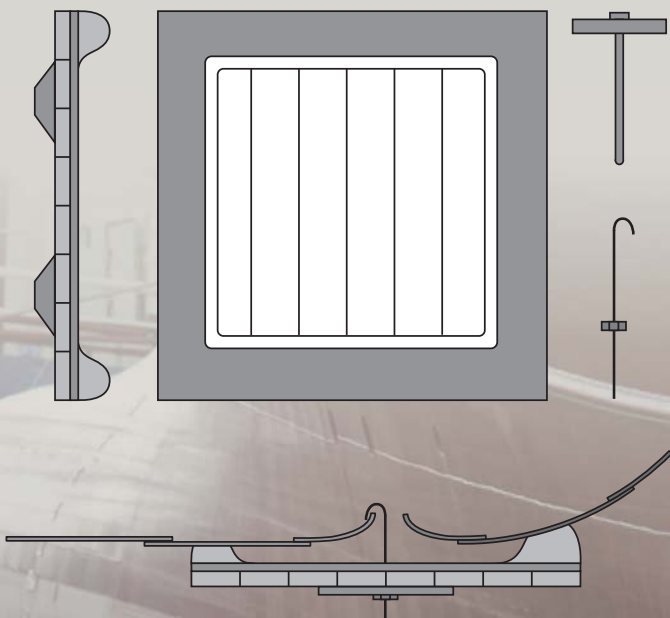
#### TÆTNING VED BRUG AF PLATFORME

Tætningsplatforme kan anvendes ved huller, der på grund af størrelsen, ikke lader sig tætte med kiler eller andet.

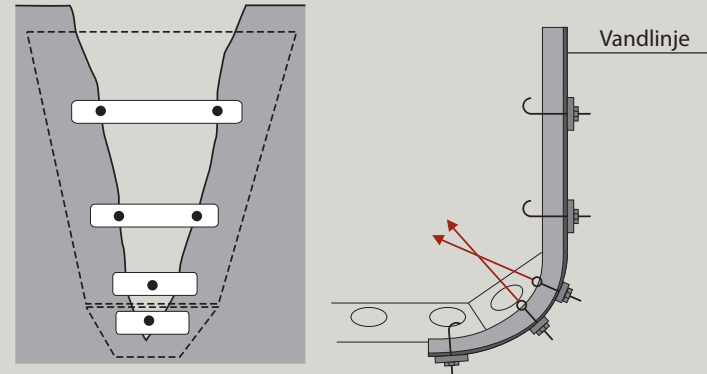
Platformen kan fremstilles af to lag planke, der står vinkelret på hinanden. Mellem lagene indsættes noget sejldug og platformen samles med skruer eller søm. Dimensionerne af det anvendte materiale afhænger af størrelsen af det hul, der skal dækkes og af lækagens dybde under vandoverfladen. Sejldugen, som lægges mellem platformens to lag, skal række godt uden for træet.

En pude eller pølle af sammenrullet sejldug, bastmætter og værk lægges langs platformens kanter, hvorefter kanten af

#### 16.1 TÆTNINGSPLATFORM



#### 16.2 TÆTNING AF SKROG



sejldugsmellelaget smøges ind over pøllen og sømmes fast til brædderne. Uden på platformen anbringes klamper, stropper eller øjebolte, hvor man kan fastgøre nedfiringender, styreliner eller ballastjern. Når tætningsplatformen er bakset på plads under det sted, hvor lækken findes, holdes den fast med kæder eller wire, som spændes under og fastgøres på dækket. For at holde platformen på plads kan der eventuelt indsættes bolte, der hages fast på brudkanterne.

Herefter skal der pumpes, tættes med værk og talg rundt i kanten. I nogle tilfælde kan det være nok kun at anvende sejldugen monteret med nogle stykker tovværk til at sætte fast med. Der sælges faktisk såkaldte lækmætter til dette formål.

#### TÆTNING AF EN STØRRE SAMMENSTØDSSKADE

En større sammenstødsskade kan tættes ved, at man bygger en tætningsplatform op, planke for planke. Men det tager tid, og man kan risikere, at en halvferdig tætning slås i stykker af søen, hvis det er dårligt vejr.

I figur 16.2 ses en tætning af en større kollisionsskade.

Tætningen er udført med to platforme. Den ene rækker fra kimingen og ind under skibsbunden, den anden og største fra kimingen til op over vandlinien.

De pile, der på figuren udgår fra tætningsboltene ved kimingen, viser retningen af nogle kæder, som fastholdes på dette vanskelige sted. Kæderne er sat fast i lastrummet, så de så vidt muligt står vinkelret på platformen. De sættes hårdt an med ansætningsskruer.

Platforme, som skal anbringes på krumme dele af skibssiden, navnlig ved kimingen, laves bøjelige. De fremstilles sædvanligvis af to lag planker med sejldug imellem, men begge plankelag lægges i samme retning, nemlig landskibs.

### NØDREPARATION AF RØRSYSTEMER

Rørsystemer kan ofte repareres med gummibandage og spændebånd. Hvis det svinger, kan man med held (selvom det måske er lidt ulækkert!) bruge den rå flæskesvær fra en steg, som herefter omvikles med skibmandsgarn (linegoods fremstillet af kabelgarn, tjæret eller hvidt. På engelsk kalder man det spun yarn).

For at undgå lugtgener, kan der efterfølgende omvikles med gør-det-selv-glasfiber.

Hvis det er muligt at tørlægge røret, kan reparationen selvfølgelig udføres ved svejsning. Er røret meget tæret, kan der efter første tætning støbes en betonkasse omkring det.

### GREJ TIL REPARATION

Det er altså en god ide at have nogle forskellige ting med om bord, som kan bruges til uforudsete reparationer.

Luger, dørklader og skabslåger kan fx bruges til forstærkning af en tætning. Hvis man har oppustelige redningsveste om bord, kan de også bruges til at stoppe i et hul og efterfølgende blæses op.

En meget billig og let anskaffelig ting er et sæt lækagepropper. Det består af forskellige størrelser svagt koniske propper, som kan hamres i små huller eller i overbordrør, hvis de ikke er for store. Er man er i stand til at sætte en prop i overbordrøret udefra, kan man sagtens overhale overbordventilen på indersiden af klædningen.

En af de mere smarte løsninger er 'den omvendte paraply', der også kaldes en subrella. Den ligner vitterligt en omvendt paraply, som man kan stikke gennem en læk indefra og herefter slå op.

Endelig findes der en stor mængde kemiske stoffer/materialer, som kan bruges til tætninger af lækager. Det er vigtigt at have et egnet materiale, som passer til båden – søg råd i den lokale skibshandel eller på værftet.

Til betonbåde kan anvendes Sika-2-væske, som blandes med cement.

Et andet produkt er Renderoc Plug, som er et pulver, der størkner ved tilsætning af vand.

Endelig er der en såkaldt tætningskit ved navn Navirex, der danner en skum, som ligner fugeskum.

Fabrikanternes hjemmesider findes under litteraturhenvisningerne.

# ADMINISTRATIVE BESTEMMELSER

## SØFARTSSTYRELSENS BEKENDTGØRELSE

Bekendtgørelse om duelighedsprøver m.v.

I medfør af § 19, stk. 1, og § 20, stk. 3, i lov nr. 15 af 13. januar 1997 om skibes besætning fastsættes:

### *Formål*

§ 1. Bekendtgørelsens formål er at fastsætte vilkårene m.v. for afholdelse af

- 1) de prøver, som giver adgang til erhvervelse af:
  - a) Duelighedsbevis i sejlads,
  - b) Bevis som bedstemand i fiskeskibe,
  - c) Duelighedsbevis i sejlads for fritidssejlere,
  - d) Duelighedsbevis i motorpasning, og
  - e) Duelighedsbevis i motorpasning for fritidssejlere,samt
- 2) den prøve, som kræves for at føre visse motordrevne fritidsfartøjer med en bruttotonnage under 20.

### *Prøvernes omfang*

§ 2. Til duelighedsprøve i sejlads skal demonstreres nødvendigt kendskab til:

- 1) Søvejsregler.
- 2) Navigation.
- 3) Behandling af farligt gods.
- 4) Forebyggelse af brand og betjening af brandbekæmpelsesmidler.
- 5) Skibes stabilitet.
- 6) Søsikkerhed.
- 7) Beskyttelse af havmiljøet.
- 8) Mindre skibes maskineri.

§ 3. Til duelighedsprøve i sejlads for fiskere skal demonstreres nødvendigt kendskab til:

- 1) Søvejsregler.
- 2) Navigation.
- 3) Forebyggelse af brand og betjening af brandbekæmpelsesmidler.
- 4) Fiskeskibes stabilitet.
- 5) Søsikkerhed.
- 6) Beskyttelse af havmiljøet.
- 7) Fiskeskibes maskineri.



§ 4. Til duelighedsprøve i motorpasning skal demonstreres nødvendigt kendskab til:

- 1) Dieselmotorens hoveddele.
- 2) Motorens arbejdsgang.
- 3) Motorens igangsætning, betjening under gang og motorens standsning.
- 4) Elektriske installationer i skibe.
- 5) Udførelse af hyppigst forekommende motoreftersyn.
- 6) Forebyggelse af brand og betjening af brandbekæmpelsesmidler og lænse-systemer.
- 7) Beskyttelse af havmiljøet.

§ 5. Til duelighedsprøve i sejlads for fritidssejlere skal demonstreres nødvendigt kendskab til:

- 1) Søvejsregler.
- 2) Navigation.
- 3) Fartøjskendskab.
- 4) Styling og manøvrering af mindre fartøj.
- 5) Forebyggelse og bekæmpelse af brand i mindre fartøjer.
- 6) Søsikkerhed.
- 7) Beskyttelse af havmiljøet.
- 8) Fritidsfartøjers maskineri.

§ 6. Til prøve for førere af visse motordrevne fritidsfartøjer med en bruttotonnage under 20 skal demonstreres nødvendigt kendskab til:

- 1) Søvejsregler.
- 2) Fartøjskendskab.
- 3) Styling og manøvrering af en hurtiggående motorbåd.
- 4) Forebyggelse og bekæmpelse af brand i mindre fartøjer.
- 5) Søsikkerhed.
- 6) Beskyttelse af havmiljøet.
- 7) Fritidsfartøjers maskineri.

§ 7. Detaljerede krav til pensum og kundskabsniveau samt prøvernes omfang og afholdelse fastsættes af Søfartsstyrelsen.

#### *Afholdelse af prøver*

§ 8. Duelighedsprøve i sejlads for handelsskibe og duelighedsprøve i sejlads for fiskere aflægges ved navigations- og skipperskoler samt hertil godkendte skoler.

Stk. 2. For at kunne indstille sig til en i stk. 1 nævnt prøve skal vedkommende

- 1) opfylde de til erhvervelse af henholdsvis duelighedsbevis i sejlads og bevis som bedstemand i fiskeskibe foreskrevne fartstidskrav og
- 2) være i besiddelse af
  - a) vagtholdsbevis eller
  - b) erklæring fra skibets fører, om at vedkommende har deltaget i brovagtten, og herunder er blevet instrueret i samtlige opgaver vedrørende vagttjenesten.

§ 9. Duelighedsprøve i motorpasning aflægges ved maskinmesterskoler samt for personer, som af Søfartsstyrelsen er bemyndiget til at afholde prøven.

§ 10. Duelighedsprøve i sejlads for fritidssejlere og prøve for førere af visse motordrevne fritidsfartøjer med en bruttotonnage under 20 aflægges for personer, som af Søfartsstyrelsen er bemyndiget til at afholde prøven.

Stk. 2. Søfartsstyrelsen fører tilsyn med prøvernes afholdelse.

§ 11. Personer, der forbereder til prøve, kan ikke afholde prøve for egne elever.

§ 12. De i §§ 8 og 9 nævnte skoler og bemyndigede personer samt bemyndigede personer efter § 10 udsteder dokumentation for bestået prøve efter §§ 2 til 6.

Stk. 2. Dokumentation for bestået prøve efter §§ 5 og 6 udstedes på særlige kort udfærdiget af Søfartsstyrelsen.

Stk. 3. De i stk. 2 nævnte kort fås for 40 kr. pr. stk. ved henvendelse til Søfartsstyrelsen.

#### *Betaling for afholdelse af duelighedsprøver*

§ 13. For afholdelse af prøve efter § 4 kan der forud for prøven af hver person, der ønsker at aflægge prøve, opkræves en betaling, der ikke overstiger 390 kr.

Stk. 2. For personer, der aflægger prøve i forbindelse med afsluttende kurser for skibsassistenter, som led i efteruddannelseskursus på en godkendt søfartsskole, eller i forbindelse med den af Søfartsstyrelsen godkendte skoleuddannelse for erhvervsfiskere, er prøven dog vederlagsfri.

§ 14. For afholdelse af prøver efter § 5 kan der forud for prøven af hver person, der ønsker at aflægge prøve, opkræves en betaling, der ikke overstiger 270 kr.

Stk. 2. Aflægges prøven ved to delprøver, kan betalingen for prøveafholdelsen deles, således at der betales ikke over 110 kr. for teoriprøven og ikke over 160 kr. for praktikprøven.

§ 15. For afholdelse af prøver efter § 6 kan der forud for prøven af hver person, der ønsker at aflægge prøve, opkræves en betaling, der ikke overstiger 160 kr.

§ 16. Udover betaling efter §§ 14 og 15 kan den bemyndigede modtage et beløb til dækning af afholdte udgifter til kort, jf. § 12, stk. 2, og eventuel transport.

#### *Ikrafttræden*

§ 17. Bekendtgørelsen træder i kraft den 15. april 1999.

Stk. 2. Bekendtgørelse nr. 774 af 13. december 1988 om duelighedsprøver og om udstedelse af duelighedsbeviser ophæves.

## DUELIGHEDSPRØVE I MOTORPASNING

Søfarts  
Styrelsen  
Erhvervsministeriet

**RUNDSKRIVELSE**

Modtager: Navigations-, skipper- og søfartsskoler  
Maritime uddannelsescentre  
Maskinmesterskoler  
Personer, der er bemyndiget til at afholde duelighedsprøve i motorpasning

**Duelighedsprøve i motorpasning**

25. februar 2002

Sag 199921967  
Arkivkode 04.10.01

AU 3/02

Center for Søfarende  
og Fiskere, Uddannelse  
og Skibsregistrering  
(SOFUS)  
/KSY**1. Formål**

Formålet med denne rundskrivelse er at fastlægge Søfartsstyrelsens prøvekrav til erhvervelse af "Duelighedsbevis i motorpasning" og "Duelighedsbevis i motorpasning for fritidssejlere".

**2. Anvendelse/Omfang**

Rundskrivelsen anvendes på maritime uddannelsescentre og skoler, samt af personer, der er bemyndiget til at afholde duelighedsprøve i motorpasning.

**3. Grundlag/Referencer/Bilag**

1. Lov om skibes besætning, lov nr. 15 af 13. januar 1997.
2. Søfartsstyrelsens bekendtgørelse nr. 832 af 10. november 1999 om kvalifikationskrav til søfarende og fiskere og om sønæringsbeviser.
3. Søfartsstyrelsens bekendtgørelse nr. 184 af 26. marts 1999 om duelighedsprøver m.v.
4. Søfartsstyrelsens rundskrivelse AU nr. 2/98 om godkendelse af skoler og kurser.
5. Søfartsstyrelsens rundskrivelse AN nr. 6/96 om skolers og kursers godkendelse af moduler.
6. Bilag: Fortegnelse over bemyndigede.

**4. Generelle bestemmelser**

Til "Duelighedsprøve i motorpasning" skal prøveafleggeren ved henholdsvis en teori- og en praktikprøve demonstrere nødvendigt kendskab til følgende emner:

- Teori:**
- 1 Dieselmotorens hoveddele
  - 2 Motorens arbejdsgang

- 3 Elektriske installationer i skibe
  - 4 Udførelse af hyppigst forekommende motoreftersyn
  - 5 Forebyggelse af brand og betjening af brandbekæmpelsesmidler og lænsesystemer
  - 6 Beskyttelse af havmiljøet
- Praktik:** 7 Motorens igangsætning, betjening under gang og motorens standsning

## 5. Kravene til duelighedsprøve i motorpasning

Teori- og praktikprøven skal tilsammen være så omfattende, at det godtgøres, at prøveaflevereren på en sikkerhedsmæssigt forsvarlig måde kan varetage driften af et mindre skibsmaskineri i skibe, hvor der ikke er krav om maskinbesætning.

Prøvens omfang er beskrevet i "Lærebog i motorlære til duelighedsprøve i motorpasning" af Knud H. Friis, som er udgivet af

Iver C. Weilbach & Co. A/S  
Toldbodgade 35  
1253 København K.  
Tlf. 33135927.

## 6. Rammer for prøven

Teoriprøven kan være skriftlig og/eller mundtlig.

**Praktikprøven**, der skal foregå ved en i land eller i et skib installeret marinemotor, skal omfatte opstart, betjening og kontrol under drift samt standsning af motoren.

## 7. Aflæggelse af prøve

Duelighedsprøve i motorpasning aflægges ved maskinmesterskoler og for personer, der af Søfartsstyrelsen er bemyndiget til at afholde prøven.

Ved henvendelse til en maskinmesterskole eller bemyndiget person kan yderligere oplysninger om prøvekrav m.m. indhentes, ligesom tid og sted for prøvens afholdelse kan aftales.

Personer, der forbereder til prøve, kan ikke afholde prøve for egne elever.

### 7.1. Betaling for prøveafleggelse

Prøveaflevereren betaler forud et prøvegebyr, som pr. 15. april 1999 andrager 390,00 kr.

Hvor duelighedsprøve aflægges af hold, der har gennemført en forudgående undervisning eller kursus, betales af hver person halvdelen af det ovenfor anførte beløb.

For personer, der aflægger prøve i forbindelse med afsluttende kurser for skibsassistenter, som led i efteruddannelseskursus på en godkendt søfartsskole, eller i forbindelse med den af Søfartsstyrelsen godkendte skoleuddannelse for erhvervsfiskere, er prøven dog vederlagsfri.

### 7.2. Dokumentation for bestået prøve

Dokumentation for bestået prøve udstedes af den skole eller person, for hvem prøven er aflagt, når prøveaflæggeren har godtgjort sin identitet ved forevisning af offentligt udstedt legitimation, der er forsynet med fotografi.

### 7.3. Søneringsbevis

*Duelighedsbevis i motorpasning og Duelighedsbevis i motorpasning for fritidssejlere* udstedes vederlagsfrit af Søfartsstyrelsen eller af den skole eller person, for hvem prøven er aflagt.

*Duelighedsbevis i motorpasning* kan udstedes til en person, der

- 1 er i besiddelse af sundhedsbevis, der er gyldigt for den tjeneste, som duelighedsbeviset giver ret til
- 2 har bestået duelighedsprøve i motorpasning
- 3 har gjort tjeneste i søgående skibe i 6 måneder
- 4 er myndig og ikke under værgemål efter værgemålslovens §5 eller under samværgemål efter værgemålslovens §7.

*Duelighedsbevis i motorpasning for fritidssejlere* kan udstedes til en person, der

- 1 har bestået duelighedsprøve i sejlads for fritidssejlere
- 2 har bestået duelighedsprøve i motorpasning og
- 3 er myndig og ikke under værgemål efter værgemålslovens §5 eller under samværgemål efter værgemålslovens §7.

## 8. Indberetning til Søfartsstyrelsen

Det påhviler de skoler og personer, for hvem duelighedsprøver aflægges, at indsende en fortegnelse over beståede prøver og udstedte duelighedsbeviser til Søfartsstyrelsen, umiddelbart efter en prøves afholdelse.

## 9. Bemyndigelse til at afholde duelighedsprøve i motorpasning

Søfartsstyrelsen bemyndiger et passende antal personer til at afholde duelighedsprøve i motorpasning.

Personer, der ønsker bemyndigelse til at afholde disse prøver, skal normalt

- a) mindst have bestået maskinmestereksamen, og
- b) have undervist til mindst duelighedsprøve i motorpasning i minimum 2 år.

Ansøgning om bemyndigelse indsendes til

SØFARTSSTYRELSEN  
Vermundsgade 38 C  
2100 København Ø.  
Tlf. 39174400

Maskinmesterskoler, der arbejder efter et af Søfartsstyrelsen godkendt kvalitetssystem, har en generel bemyndigelse til at afholde duelighedsprøve i motorpasning.

Søfartsstyrelsen opretholder en fortegnelse over bemyndigede, jf. 3. punkt 6. Bilaget kan rekvireres fra Søfartsstyrelsen.

## 10. Ansvar

Søfartsstyrelsen er ansvarlig for 4 og 9.

Prøveafholderen er ansvarlig for 7.2, 7.3 og 8.

## 11. Ikrafttræden

Rundskrivelsen træder i kraft den 1. februar 2002 og erstatter rundskrivelse AU 5/99 af 23. april 1999.

K. Skytte  
*Konsulent*

Navigations-, skipper- og søfartsskoler  
Maritime uddannelsescentre  
Maskinmesterskoler  
Personer, der er bemyndiget til at afholde duelighedsprøve i motorpasning

**Søfarts  
Styrelsen**  
Økonomi- og  
Erhvervsministeriet

Vemundsgade 38 C  
Postboks 2605  
2100 København Ø

Tlf. 39 17 44 00  
Fax 39 17 44 01  
CVR-nr.: 29 83 16 10  
E-post sfs@dma.dk  
www.sofartsstyrelsen.dk

25. februar 2002

#### Ny rundskrivelse om duelighedsprøve i motorpasning

Vedlagt fremsendes ny (revideret) rundskrivelse vedrørende duelighedsprøve i motorpasning, AU 3/02 af 25. februar 2002.

Det nye i rundskrivelsen er primært afsnit 9: Bemyndigelse til at afholde duelighedsprøve i motorpasning.

I forbindelse med vedtagelsen af den nye uddannelseslov vil der ske en passende revision af de eksisterende regelsæt. Således er det hensigten, at rundskrivelser m.v. skal afløses af bekendtgørelser. Nærværende rundskrivelse forventes derfor erstattet af en bekendtgørelse medio 2002.

Såfremt modtagere af denne rundskrivelse har bemærker til indholdet, bedes disse meddelt undertegnede skriftligt. Eventuelle bemærkninger vil herefter indgå i udarbejdelsen af en kommende bekendtgørelse. Vi skal tillige anmode modtagerne om forslag til målbeskrivelser for duelighedsprøverne.

Med venlig hilsen

Kurt Skytte  
Konsulent  
Tlf. direkte 39174641  
Fax direkte 39174425  
E-post ks1@dma.dk

Sag 199921967/1  
Arkivkode 04.10.01

Center for Søfarende  
og Fiskere, Uddannelse  
og Skibsregistrering  
(SOFUS)  
/KSY

Bilag, version 5,0, 18. februar 2004, til rundskrivelse AU 3/02 om duelighedsbevis i motorpasning

**Pr. 18. februar 2004 er nedennævnte institutioner og personer bemyndiget til at afholde duelighedsprøve i motorpasning og udstede duelighedsbevis i motorpasning**

Erik Stage Pedersen Nukissiorfiit/Grønlands Energiforsyning Postboks 6002, 3905 Nuussuaq

Fredericia Maskinmesterskole Fynsgade 24 7000 Fredericia

Grenaa Fiskeriskole Århusvej 49-51 8500 Grenaa

Ingeniør Niels Høj Justesen Kystvej 6 5800 Nyborg

Kommandør Lars P.N. Mikkelsen Søværnets Teknikskole P. Løwenørns Vej, Nyholm 1439 København K

Københavns Maskinmesterskole Jagtvej 163 2100 København Ø

Leo Holm Petersen Ommelsevejen 5960 Marstal

Maritimt Uddannelsescenter Vest MUV Niels Bohrs Vej 3 6700 Esbjerg

MARTEC Hånbækvej 54 9900 Frederikshavn

Maskinmester Erik Kristensen P. Corneliusvej 13 Strib 5500 Middelfart

Maskinmester Finn S. Busk Nujissiorfiit Paamiut Elværk 3940 Paamiut

Maskinmester Frank Krohn Hjortberg Storegade 87 3700 Rønne

Maskinmester Leif B. Christensen Trøjborggyden 16 5450 Otterup

Nis Kørner Kirkestræde 41 5960 Marstal

Odense Maskinmesterskole Postboks 220 Allégade 79 5100 Odense C

SIMAC Svendborg Internationale Maritime Akademi Kogtvedvænget 11 A 5700 Svendborg

Skibsinspektør N. Nedergaard-Hansen Klosterhedevej 37 7600 Lemvig

Vand og varmemester Ole Dal Nielsen Nujissiorfiit Paamiut 3940 Paamiut

Aalborg Maskinmesterskole Postboks 740 Sankelmarksgade 3 9100 Aalborg

Århus Maskinmesterskole Borggade 6 8000 Århus



## FOREBYGGELSE AF OLIEFORURENING

[www.imo.org](http://www.imo.org)

## LITTERATURHENVISNINGER

---

*Marine Dieselmotorer* ISBN

*Skibsdieselmotorer*, Peter Storegård ISBN 87-1203115-1

*Skibsmotorlære*, Kristen Knak ISBN 87-12-46771-5

*Motorlære*, Knud H. Friis ISBN 87-87895-99-4

*Hydraulik for driftsteknikere*, Leif Terkelsen ISBN 87-983010-2-0

*Elektriske Maskiner*, Poul Erik Petersen ISBN 87-7463-255-8

*Skibshovedfordelingsanlæg Tekst*, Kurt Bodi ISBN 87-7463-258-2

*Skibshovedfordelingsanlæg Tegninger*, Kurt Bodi ISBN 87-7463-259-0

*Skibsteknik* ISBN 87-7790-054-5

### PRODUKTER

Aabenraa Motorfabrik - Bukh, Danmark

Bosch A/S

C.C. Jensen

Fritz Schur Technical Group

GEA Westfalia

Jabsco Marine

MAN B&W, København - [www.manbw.com](http://www.manbw.com)

MAN Diesel A/S

Mercury Marine

Skandinavisk Motor Konpagni

Wärtsilä, Finland - [www.wartsila.fi](http://www.wartsila.fi)

## WWW

[www.marine.cummins.com](http://www.marine.cummins.com)

[www.perkins-sabre.com](http://www.perkins-sabre.com)

[www.yanmar.dk](http://www.yanmar.dk)

[www.volvo.com](http://www.volvo.com)

[www.evinrude.com](http://www.evinrude.com)

[www.honda-marine.com](http://www.honda-marine.com)

[www.johnson.com](http://www.johnson.com)

[www.mercurymarine.com](http://www.mercurymarine.com)

[www.tohatsu.com](http://www.tohatsu.com)

[www.suzukimarine.com](http://www.suzukimarine.com)

[www.yamaha-motor.com/outboard](http://www.yamaha-motor.com/outboard)

[www.marineengineering.org.uk](http://www.marineengineering.org.uk)

[www.aams.dk/fp](http://www.aams.dk/fp)

[www.selvamarine.com](http://www.selvamarine.com)

[www.udkik.dk](http://www.udkik.dk)

[www.navirex.it](http://www.navirex.it)

[www.fosroc.com](http://www.fosroc.com)

[www.subrella.com](http://www.subrella.com)

[www.tekniskmuseum.dk](http://www.tekniskmuseum.dk)

[www.da.wikipedia.org/wiki/Forside](http://www.da.wikipedia.org/wiki/Forside)

## STIKORDSREGISTER

---

- 4-taks princippet 12, 13, 75, 86  
Akkumulator 41, 48, 49, 50, 5  
Brandanlæg 114  
Brændselsolier 24, 28  
Brændselsolieforpumpe 36  
Brændstoffilter 28, 39, 40  
Brændstofpumpe 4, 28, 36, 61, 83  
Brændstofførsel 18, 35  
Brændstofventil (dyse) 11, 14, 15, 37, 39, 57, 79  
Brændværdi 26, 27, 28  
Bundkar 4, 62, 77  
Bundramme 4, 5, 77  
Centrifuge 26, 63, 64, 65, 66  
CJC-filter 63  
Cylinderforing 5, 6, 14, 31, 78, 86  
Densitet 24, 27, 29, 64  
Dieselmotoren 2, 12, 35, 90  
Dieselpest 28, 29  
Driftsforstyrrelser 89  
Eksplosionsdæksel 4  
Forbrændingsmotor 2  
Forkammermotor 14, 15  
Fejlfinding 23, 30, 50, 56, 90, 98, 99, 110  
Fortøjningsspil 100, 104, 105  
Gear 19, 21, 104  
Generator 43, 46, 55, 58  
Impellerpumper 72  
Hydraulikanlæg 100, 109  
Håndpumpe 40, 97  
Kamakseldrev 7  
Køler 9, 58, 61, 68  
Ladeluftkøler 9, 17  
Læsesystemer 96, 116  
Magnetfilter 62  
Motorjournal 111, 112  
Oktantal 26  
Oliekøler 61, 62  
Ottomotoren 2, 12, 18  
Plejlstang 4, 6, 11, 78, 79, 84  
Propelanlæg 19, 21, 23  
Smøreolier 30, 61  
Spænding 6, 42  
Startanlæg 57  
Startmotor 57, 58, 73  
Reduktionsgear 19, 21  
Stempel 4, 6, 11, 16, 78, 79, 86  
Strøm 42, 43, 47, 49, 50, 55  
Trimsystemer 29, 70  
Turboladere 9, 17, 80  
Udstødningsrør 4  
Vedligeholdelseskemaer 111  
Ventildrev 6  
Viskositet 24, 27, 28, 30, 32