DSB
MASKINTJENESTEN

MOHTR
MOTORLÆRE OG HYDRAULISK TRANSMISSION

1. UDGAVE

UDARBEJDET OG REDIGERET AF:

Maskintjenesten/lof
Uddannelsesgruppen
Kalvebod Brygge 30
1560 København V

SATS:

Phillips ETB (Courier 10)

TRYK:

Vester Kopi

1. Oplag	1/88	500 stk
2. Oplag	11/89	300 stk
3. Oplag	8/91	150 stk
4. Oplag	6/92	300 stk

FORORD

Denne motorlærebog er udarbejdet til brug for grunduddannelse af lokomotivassistenter på LOKOMOTIVASSISTENTKURSUS MOTORMATERIEL LAK/MO.

Bogen er opbygget af seks afsnit (moduler) således at et afsnit kan skiftes ud uden at dette berører bogens helhed.

Afsnit 1.

MOTORTEKNISKE BEGREBER OG DEFINITIONER giver en kortfattet forklaring på nogle fysiske størrelser og motortekniske begreber, med udgangspunkt i SI-systemet.

Afsnit 2.

MOTORPRINCIPPER omhandler principperne for benzin- og dieselmotorer 2- og 4 takt og forskellene på benzin/dieselmotorer. Derudover behaqndles trykforhold i dieselmotorer 2- og 4 takt, samt principperne for suge- og trykladning.

Afsnit 3.

DIESELMOTORENS OPBYGNING giver en dybtgående forklaring på dieselmotorens hovedkomponenters formål, opbygning og funktion, samt brændolie-, smøreolie- og kølesystemet.

Afsnit 4.

413 MOTOREN er en speciel beskrivelse af dieselmotoren, der er indbygget i MR/MRD togsættene.

Afsnsit 5.

HYDRODYNAMISK TRANSMISSION giver de grundlæggende principper for hydraulisk momentomformere, hydrodynamisk kraftoverføring, og en speciel besksrivelse af MR/MRD togsættenes hydrauliske transmission. Der er et Voith gear med momentomformere og vendegear.

Afsnit 6.

HYDROSTATISK TRANSMISSION beskriver de grundlæggende principper ved hydrostatisk kraftoverføring. Denne form for kraftoverførsel anvendes bl a i MR/MRD togsættene og vil finde større anvendelse fremover.

Endvidere beskrives MR/MRD togsættene BEHR-køleanlæg for køling af Voith-gearets transmissionsolie.

Afsnit 7.

NOTATER, dette afsnit er til brugerens notater.

Afsnit 8.

PENSUMBESKRIVELSE indeholder kursus- og pensumbeskrivelse med angivelse af indlæringsdybde.

I MOHTR-bogen er der anvendt billedmateriale fra:

KHD DEUTZ Kundendienstschule

BOSCH "Teknisk information" Indsprøjtningsudstyr for dieselmotorer (2)

VOITH Driftsvejledning for T 320r okt 1977 3.285-53 da

INDHOLDSFORTEGNELSE

AFSNIT 1 MOTORTEKNISKE BEGREBER OG DEFINITIONER

AFSNIT 2 MOTORPRINCIPPER

AFSNIT 3 DIESELMOTORENS OPBYGNING

AFSNIT 4 413 MOTOREN

MOHTR

AFSNIT 1

MOTORTEKNISKE BEGREBER/DEFINITIONER

I det følgende er der givet en kort forklaring på nogle fysiske størrelser og motortekniske begreber. For de fysiske størrelser er der taget udgangspunkt i SI-systemet. Systemet blev vedtaget i 1960 på foranledning af en internnational komite for mål og vægt. Systemet hedder på fransk "Systéme International d' Unites" forkortet til SI.

Sidst i afsnittet er der et skema, der sammenligner SI-systemet med det tidligere tekniske system.

Masse

Er et legemes vægt, og den findes ved vejning, masse måles i kilogram kg.

Hastighed

Er den fart en genstand bevæger sig med, og hastighed måles i meter pr sekund m/s.

Acceleration

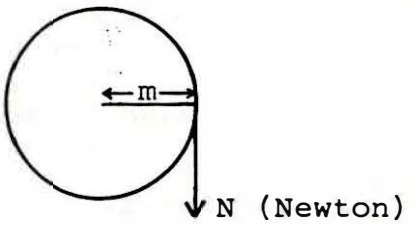
Er hastighedsændring pr sekund d v s meter pr sekund pr sekund $m/s \cdot s = m/s^2$.

Kraft

Er den påvirkning der kan give en masse en vis acceleration. Den kraft der kan give en masse på 1 kg en acceleration på 1 m/s^2 er 1 N (Newton).

Drejningsmoment

Drejningsmoment er kraften gange den vinkelrette afstand til omdrejningspunktet for den genstand der drejes. Måles kraften i Newton (N) og "armen" i meter (m) får drejningsmoment enheden N·m.



Motorers drejningsmoment.

En motors maks drejningsmoment måles som nævnt i Nm og er et udtryk for motorens sejtræksevne.

Forholdet mellem omdrejningstallet, hvor motoren yder maks effekt, og hvor den yder maks drejningsmoment angiver motorens karakteristik. Ligger de to omdrejningstal langt fra hinanden angiver dette at motoren har stor sejtræksevne, d v s evnen til at fastholde omdrejningstallet ved belastning. Ligger de to tal tæt på hinanden angiver dette at motoren har lille sejtræksevne, og derfor skal holdes på maks omdrejningstal ved belastning.

Arbejde

Der udføres et arbejde når et legeme flyttes en vis vejlængde ved en kraftpåvirkning, måles kraften i Newton og vejlængden i meter (Nm), fås den samme enhed som for drejningsmoment. Man anvender derfor enheden Joule (J) idet 1 Joule = 1 Nm.

Effekt

Effekt er arbejde pr tidsenhed. Hvis 2 mand kan udføre det samme arbejde, den ene på 8 timer, den anden på 6 timer, så er den sidste den mest effektive, d v s kan afgive mest effekt. Enheden for effekt er Joule pr sekund, og det er lig med Watt (W).

Hestekraft

Tidligere benyttede man enheden hestekraft (hk) for effekt.

Når en motors effekt opgives i Hk (hestekraft), kan man ikke være sikker på hvor store disse heste er. 1 hestekraft er lig med 736 W, men vi må også vide under hvilke forhold denne effekt er målt. Der findes nemlig flere muligheder.

De mest anvendte målemetoder er angivet i de pågældendes landes standardblade. Måles den samme motor f eks efter de tyske DIN-normer, så får man en mindre effekt, end hvis den måles efter de amerikanske SAE-normer.

Efter DIN-normen skal motoren være udrustet med alt det tilbehør, som benyttes i det pågældende køretøj, f eks luftfilter, ventilator, udstødssystem, generator, kompressor og brændstofpumpe. Det man måler er altså nettoeffekten. Den betyder også at motorens effekt ændres, hvis man f eks monterer en større eller mindre generator på.

Efter SAE-normen prøves motoren derimod uden alle disse tilbehørsdele. Man får derfor motorens bruttoeffekt, altså et tal der er større end det man i praksis kan udnytte i et køretøj, hvor alle disse dele jo nødvendigvis skal være monteret. Til gengæld sker der ingen ændring i effekten i SAE-hk, selvom man ændrer på tilbehører.

Energi

Evnen til at kunne udføre et stykke arbejde kaldes energi.

Forudsætningen for at et arbejde kan udføres, er at den nødvendige energi er til stede, i den rigtige form og mængde, eller man ved hjælp af en motor eller maskine kan ændre den eksisterende energiform til den ønskede.

Energi findes i mange former, f eks kemisk-, varme-, elektrisk-, mekanisk energi, og mange flere.

Det er de nævnte energiformer vi skal beskæftige os med i dieselmotorens virkemåde.

En form for energi kan ændres til en anden form for energi, men energi kan ikke ødelægges, den kan heller ikke produceres. Alle former for energi har deres oprindelse i solenergien.

Hvis vi tænker os at ændre mekanisk energi til varmeenergi, skal der bruges en mekanisk energi på 4187 Nm for at opvarme 1 liter vand 1 C (fra 14,5 - 15,5). Det svarer jo til en varmeenergi på 4,187 kJ. Den betydelige energi der skal bruges til at opvarme 1 liter vand 1 C svarer til at hæve en vægt på 427 kg 1 meter i vejret.

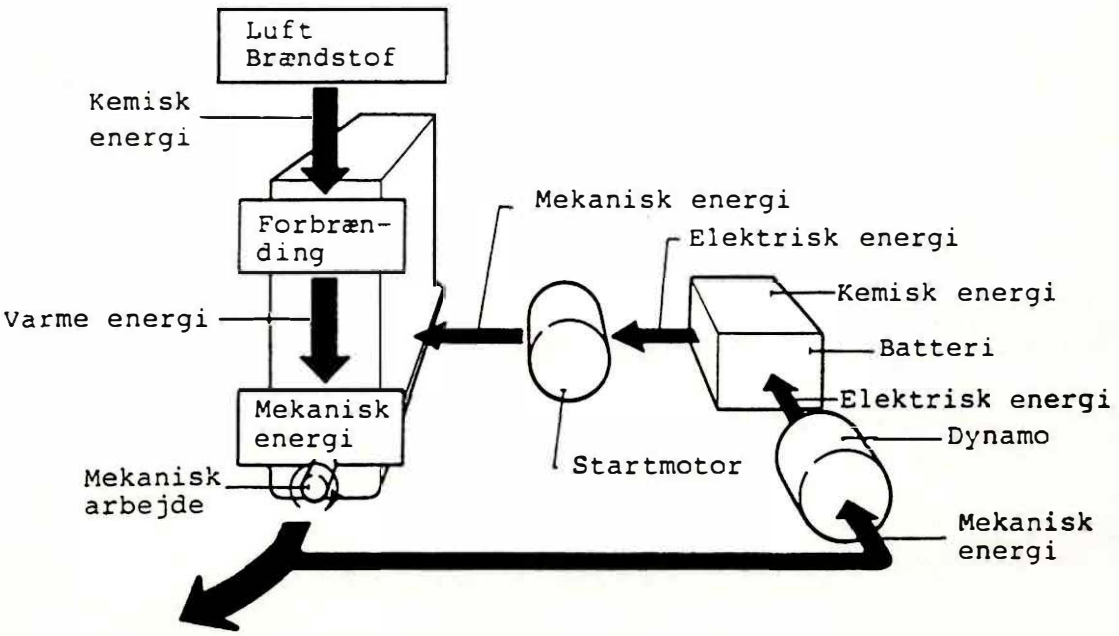
Ved en fuldstændig forbrænding af et kilo brændolie eller benzin frigøres en varmemængde på ca 42.000 kJ svarende til at den nævnte vægt på 427 kg løftes 10.000 meter eller 10 km i vejret.

Varme er altså en uhyre koncentreret form for energi, og da de flydende brændstoffer inderholder store varmemængder, og er lette at transportere og opbevare er de ideelle energiakkumulatorer.

Energiomsætning

En motor kan ikke skabe eneri, men den kan ændre brændstoffets kemiske energi til mekanisk energi.

Ved at følge pilene gennem de forskellige komponenter får man et billede af de omsætningsformer der finder sted.



Brændstoffets kemiske energi ændres under forbrændingen til varmeenergi, der ved hjælp af stempel og plejlstang får krumtappen til at rotere, og danne mekanisk energi. Denne mekaniske energi er i stand til at fremdrive køretøjet, og derved ændret til bevægelsesenergi. Ved en opbremsning bliver bevægelsesenergien igen omdannet til varmeenergi, ved bremseklodserne friktion mod hjulene.

Motorens mekaniske energi bruges også til at drive hjælpedynamoen hvor en del af den mekaniske energi ændres til elektrisk energi, der kan oplades i batteriet, den elektriske energi ændres til kemisk energi i batteriet. Når motoren skal startes ændres den kemiske energi i batteriet til elektrisk energi, og når startmotoren tørner dieselmotoren er den elektriske energi ændret til mekanisk energi.

Termisk virkningsgrad

Den procentdel af brændstoffets energiindhold en given forbrændingsmotor (varmekraftmaskine) kan omdanne til "mekanisk arbejde" i cylinderen kaldes motorens termiske virkningsgrad.

Den termiske virkningsgrad er for diselmotorer ca 40-45%, medens den for benzinmotoren kun er ca 20 - 30% for damplokomotivet var den kun ca 3-5%.

Mekanisk virkningsgrad

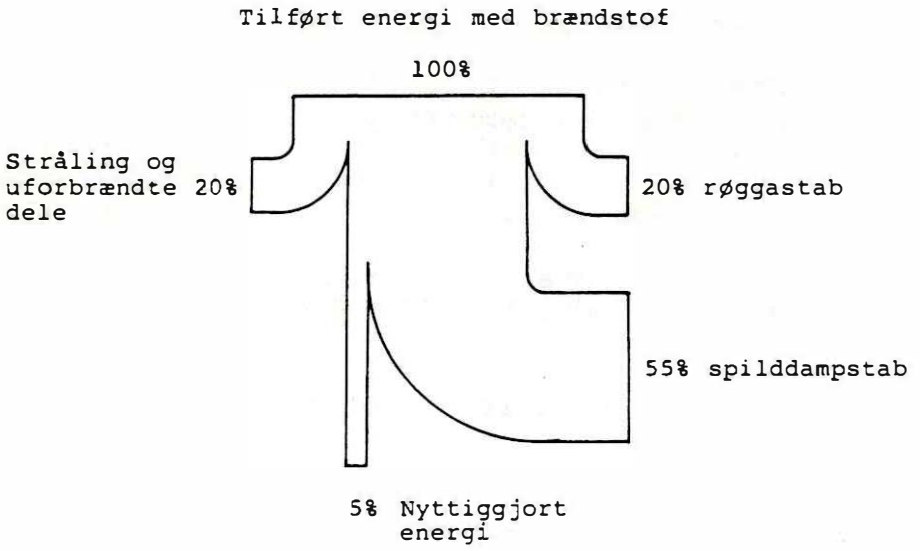
Forholdet mellem det "mekaniske arbejde" brændstoffet giver i cylinderen, og det mekaniske arbejde der ydes på svinghjulet kaldes motorens mekaniske virkningsgrad. Tabet skyldes friktion i lejer og lignende.

Økonomisk virkningsgrad

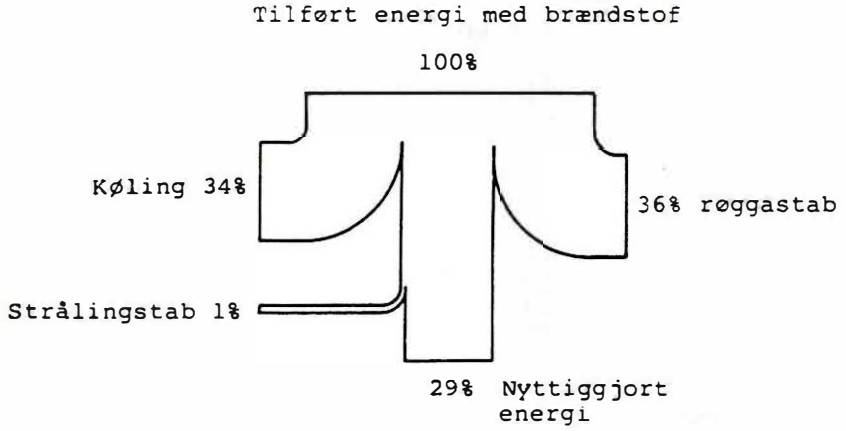
Ganger man den termiske virkningsgrad med den mekaniske virkningsgrad, får man den økonomiske virkningsgrad, der er den procentdel af brændstoffets energi der omdannes til mekanisk energi på svinghjulet.

Herunder er vist nogle SANKEY-diagrammer for de 3 maskintyper. Diagrammerne er forenklede og værdierne er ca værdier.

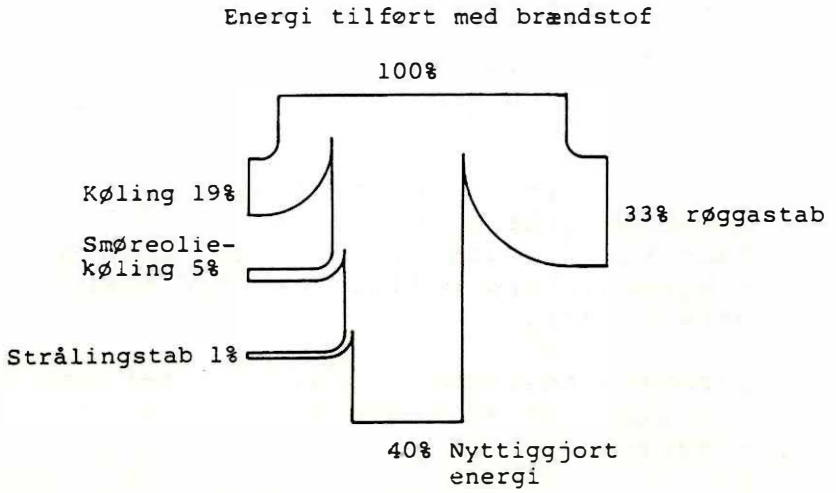
DAMPMASKINEN



BENZINMOTOREN



DIESELMOTOREN



Kompressions-forhold

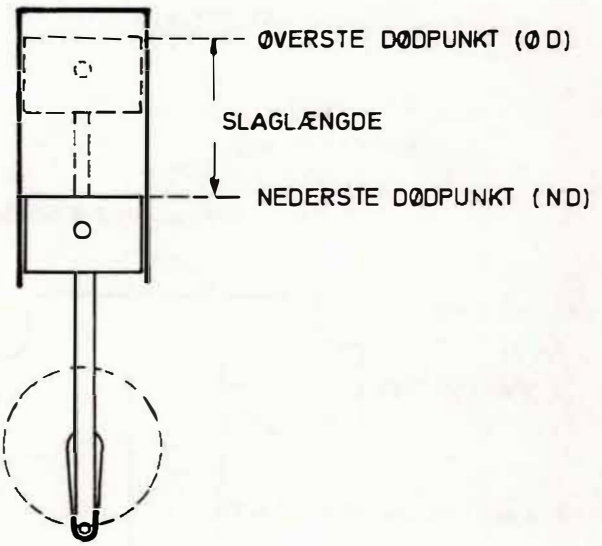
Ved en motors kompressionsforhold forstås forholdet mellem cylinderrumfangene, når stemplet står i bundstillingen og når det står i topstilling. Eller sagt på en anden måde for dieselmotoren.

Kompressionsforholdet er et tal der angiver, hvor meget luften sammentrykkes i cylinderen. Sammentrykkes luften f eks 16 gange forstås altså, at motoren har et kompressionsforhold der udtrykkes i tal som 16:1.

Dødpunkter

Stemplets øverste og nederste stilling kaldes øverste dødpunkt (ØD) hhv nederste dødpunkt (ND).

Vandringen mellem ØD og ND er motorens slaglængde.



Slagvolumen

En cylinders slagvolumen er det rumgang der opstår mellem stemplets øverste og nederste dødpunkt. (Cylinderarealet x slaglængden).

En motorsslagvolumen er summen af alle cylindrenes slagvolumen.

Jo større slagvolumen en motor har, desto mere brændstof kan den forbrænde, og desto mere arbejde kan den udføre ved et bestemt omdrejningstal.

Transmission

For at overføre en forbrændingsmotors trækkraft til drivhjulene, må der, p g a forbrændningsmotorens karakteristik, anbringes en kraftoverføringsanordning mellem forbrændingsmotoren og drivhjulene.

Forbrændingsmotoren skal køre med et vist omdrejningstal for at kunne afgive sit største drejningsmoment.

For at udnytte dette drejningsmoment skal motorens omdrejningshastighed ved start omsættes til drivhjulenes lave omdrejningshastighed uden tab af drejningsmomentet. Ved høje kørselshastigheder er der ikke behov for så stort drejningsmoment, men en større hastighed på drivhjulene. Disse forhold opnås ved hjælp af et transmissionsystem. Typiske transmissionssystemer er: mekaniske, hydrauliske og diselelektriske.

OVERSIGT OVER ENHEDER

Fysisk størrelse	Symbol	Enhed	
		SI-system	Teknisk system
Masse	m	kg	tekma
Hastighed	v	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s}$
Acceleration	a	$\frac{m}{s}$	$\frac{m}{s^2}$
Kraft	F	N (Newton)	kp
Drejningsmoment	M	N·m	kp·m
Arbejde	A	N·m	kp·m
Effekt	P	$\frac{J}{s}$ = W (Watt)	$\frac{kp \cdot m}{s}$ el. hk
Energi	E	J (Joule)	cal.

Omregning mellem SI- og det tekniske system

1 kpm = 9,81 Nm (J)

1 cal = 4,19 J

1 hk = 736 W

MOHTR

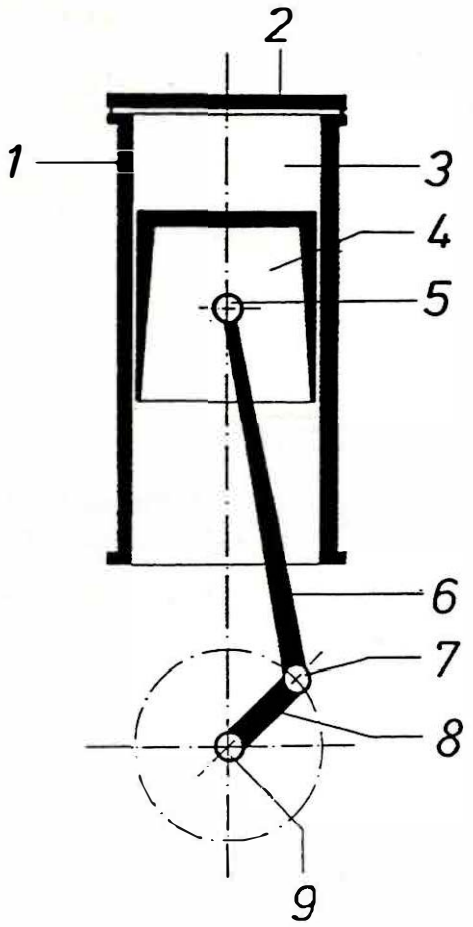
AFSNIT 2

MOTORPRINCIPPER

STEMPELMASKINE

Opbygning

På figuren er vist en simpel stempelmaskine. Maskinen er opbygget af følgende komponenter:



1. Cylinder
2. Cylinderdæksel/ cylinderhoved
3. Trykkammer/forbrændingskammer
4. Stempel
5. Stempelpind
6. Plejlstang
7. Plejlstangssøle
8. Krumtapaksel
9. Krumtapssøle

Trykkammeret er opad afsluttet af topdæksel og til siderne af cylinderen. Nedad er kammeret afsluttet af stemplet der er tætsluttende og samtidig bevægelig.

Virkemåde

En trykstigning i tryk-/forbrændingskammeret vil således presse stemplet nedad.

De kræfter der påvirker stemplet bliver ved hjælp af stempelpinden overført til plejlstangen.

Plejlstangen overfører de nedadgående kræfter fra stemplet til plejlstangssølen.

Kraftpåvirkningen på plejlstangssølen giver krumtapakslen et drejningsmoment omkring krumtapssølen og driver krumtapakslen rundt.

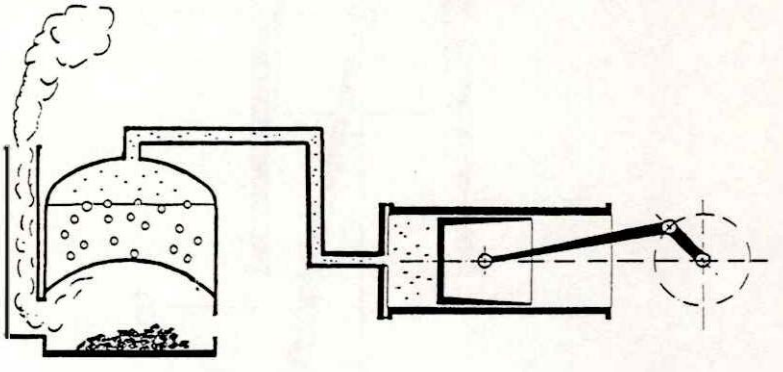
De masser der er sat i bevægelse (krumtapaksel, svinghjul) vil fortsætte sin bevægelse (enertikræfter) og presse stemplet mod sit topdødpunkt igen.

VARMEKRAFTMASKINE

Dieselmotoren er en varmekraftstempelmaskine. Disse maskiner kan deles op i maskiner med ydre forbrænding og i maskiner med indre forbrænding.

Ydre forbrænding

Dampmaskinen har ydre forbrænding. Forbrænding af et brændstof i en kedel frembringer damp. Dampen sendes i stempelmaskinens trykkammer, herved stiger trykket i kammeret - stemplet presses ned og maskinen arbejder.

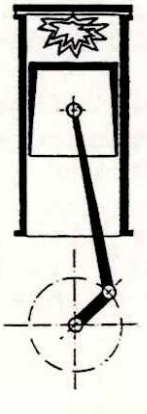


Indre forbrænding

Forbrændingsprocessen realiseres ved at indføre en brændbar brændstof-luftblanding i stempelmaskinens forbrændingskammer og bringe den til antændelse.

Efter forbrændingens afslutning og efter at forbrændingsprodukterne har ekspanderet, (presset stemplet væk fra toppen) ledes forbrændingsprodukterne bort. Under forbrændingsprodukternes ekspansion falder trykket i cylinderen til et tryk der nærmer sig atmosfæretrykket.

Når forbrændingsprodukterne er ledet bort, skal cylinderen igen fyldes med luft eller med en ladning (blanding af luft og brændstof), der suges ind i cylinderen.



Man skelner mellem to forskellige motortyper. De adskiller sig fra hinanden på måden, hvorpå forbrændingsprocessen finder sted i cylindrene.

Typerne er opkaldt efter deres opfinder og er:

Otto-motorer, hvis opfinder er Nicolaus A Otto.
Diesel-motorer, hvis opfinder er Rudolf Diesel.

OTTO-MOTORER

Otto-motoren er en firtakt benzinmotor. I benzinmotoren indføres en eksplosiv blanding af atmosfærisk luft og brændstof (en ladning). Ladningen komprimeres under stemplets opslag og antændelse finder sted umiddelbart før stemplets topdødpunkt. Antændelsen sker ved hjælp af en elektrisk gnist fra et tændrør. Kompressionen må ikke drives så vidt at ladningen opvarmes så meget, at selvtænding finder sted. Kompressionsforholdet for en bezinmotor ligger normalt mellem 7:1 og 10:2, hvilket giver et kompressionstryk på 10-16 bar og en kompressionstemperatur på 350-450 C. Forbrændingstrykket andrager 40-70 bar, med en forbrændingstemperatur på ca 2500 C.

4 taktsprincippet

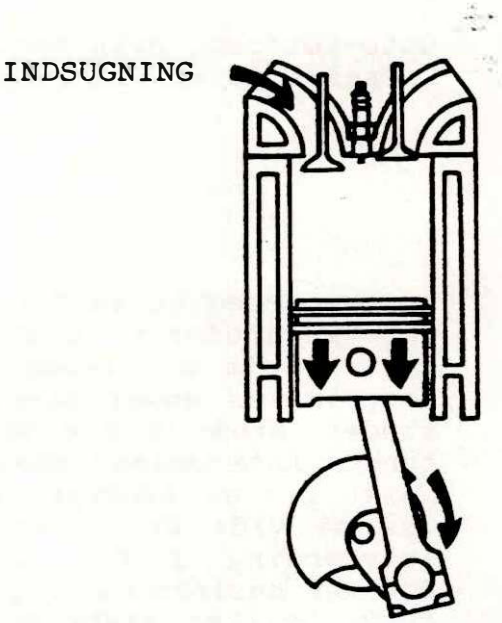
I firtaktsmotoren styres indsugning, kompression og udstødning af ventiler monteret i topstykket. Forbrændingen startes af tændrøret, ligeledes monteret i topstykket.

I en arbejdsperiode skal krumtapakslen foretage to omdrejninger og stemplet foretager fire slag. (4 takter), hvoraf kun et slag udfører nyttigt arbejde.

1.takt

Indsugnings-slaget

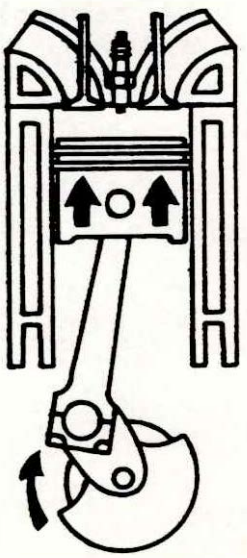
Ladningen indsuges fra karburatoren under stemplets nedslag, idet indsugningsventilen er åbnet.



2. takt

Kompressions-slaget

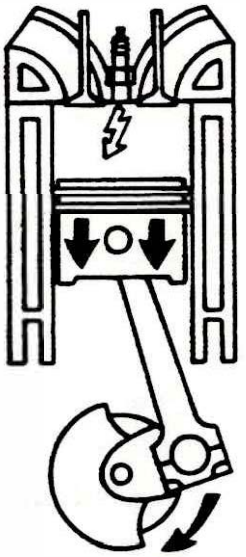
Ladningen komprimeres under stemplets opslag, idet indsugnings- og udstødsventilen er lukket herved stiger trykket og dermed temperaturen. Den høje temperatur får den forstøvede benzin omdannet til benzindampe.



3. takt

Arbejdsslaget

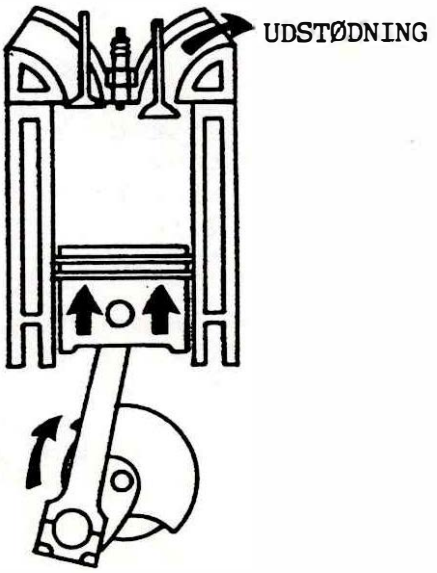
Ladningen antændes kort før topdødpunktet og den øjeblikkelige forbrænding giver en temperatur- og trykstigning, gassen vil ekspandere ved at presse stemplet ned. Motoren yder nyttigt arbejde.



4. takt

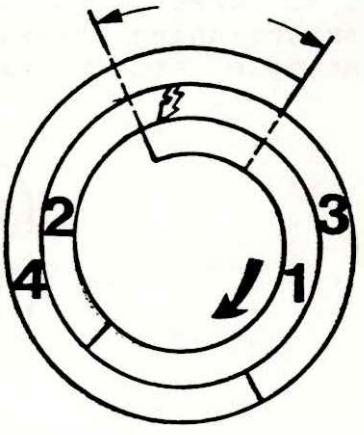
Udstødsslaget

Udstødsventilen åbner lidt før brunddødpunktet for at udstødsgasserne kan starte udløb, således at stemplet ikke møder modstand, når det vender for at trykke gasserne ud under sit opslag.



Ventilbevægelse

VENTILOVERLAPNING



Styrediagrammet viser de 4 forskellige takter i forhold til krumtapakslens omdrejninger.

1. Indsugning

Indsugningsventilen åbner 5-10 før øverste dødpunkt og lukker 35-40 efter nederste dødpunkt. Den lange åbningstid skal sikre en god fyldning af cylinderen, idet indstrømningen vil forsætte på trods af, at stemplet vender, da gasblandingen fortsætter den bevægelse den er i gang med.

2. Kompression

3. Arbejdslag

Ladningen antændes 5-30° før øverste dødpunkt. Jo højere motorens omdrejningstal er, jo før skal ladningen antændes, for at trykstigningen kan komme på det rigtige tidspunkt.

4. Udstødning

Udstødsventilen åbner 45-55 før nederste dødpunkt, medens udstødsgasserne endnu har et relativt højt tryk, herved opnås at trykket i cylinderen er faldet inden stemplet vender, således at det ikke møder unødig modstand under sit opslag.

Udstøds- og indsugningsventilen er åben samtidig. Dette kaldes ventiloverlapning. Begrundelsen for ventiloverlapning: Når udstødsventilen åbner, medens der endnu er et højt tryk i cylinderen, vil gassen strømme ud med høj hastighed, den høje

udstrømingshastighed bevirker at der dannes et vakuum i cylinderen og dette vakuum vil starte indsugningen af en ny ladning, når indsugningsventilen åbnes. Indsugningen fortsætter under stemplet nedslag.

Dette er med til at sikre en høj fyldningsgrad af cylinderen.

2 TAKT BENZINMOTOR

I totakts benzinmotoren styres indsugning, kompression, og udstødning af stemplet. En kanal forbinder krumtaphuset med cylinderen, i denne kanal strømmer ladningen fra krumtaphuset til cylinderen, da stemplet virker som pumpe.

Arbejdsprocessen foregår under èn omdrejning og stemplet foretager 2 slag (2 takter), hvoraf det ene slag udfører nyttigt arbejde.

1. takt

Kompressionsslag

Overstrømning/udstødning

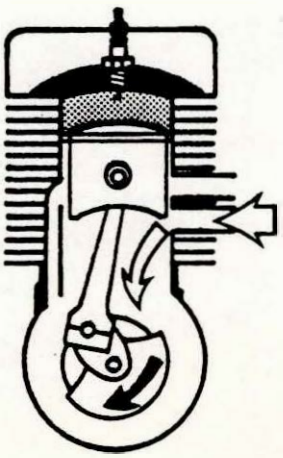
Under stemplets nedslag forkompresseres den i krumtaphuset indsugede ladning. Mod slutningen af slaget blotter stemplet først udstødsporten og derefter skylleporten således, at den forkomprimerede ladning vil strømme ind i cylinderen og medvirke til at uddrive udstødsgassen.

Kompression/indsugning

På vej opad lukker stemplet, umiddelbart efter bunddødpunktet, for skyllekanalen og derefter for udstødsporten.

Kompressionen vil foregå under stemplets videre opslag, idet alle forbindelser til kompressionsrummet nu er lukket.

Når stemplet har lukket for skyllekanalen vil der under stemplets opadgående bevægelse dannes et vakuum i krumtaphuset, idet indsugningsporten også er lukket af stemplet. Mod slutningen af stemplets opslag vil stempelskørtet blotte indsugningsporten og det dannede vakuum vil suge en ladning ind fra karburatoren.



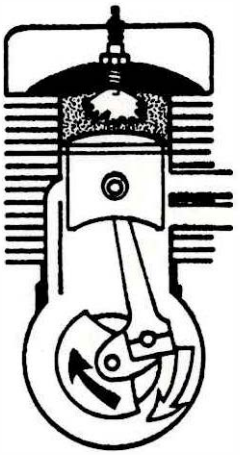
2. takt

Arbejdsslag

Forbrænding/forkompression

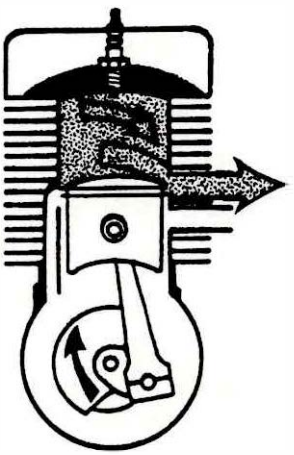
Kort før stemplet når sit topdødpunkt antændes ladningen af en gnist fra tændrøret. Den af forbrændingen skabte trykstigning presser stemplet nedad. Motoren yder nyttigt arbejde.

Stemplet lukker under sit nedslag for indsugningsporten, og forkomprimerer den i krumtaphuset indsugede ladning.



Udstrømning

Når stemplet nærmer sig bunddødpunktet blotter det udstødsporten. Udstødgassen vil på trods af ekspantionen have et relativt højt tryk og starte udstrømningen, umiddelbart efter blottes skylleporten og arbejdscyklusen er igen ved 1 takt overstrømning.



L E D I G

DIESEL PRINCIP

I dieselmotoren indsuges eller trykkes atmosfærisk luft i cylindrene - kun luft ingen brændstof. Denne forbrændingsluft komprimeres under stemplets opslag. Der er ved dieselmotoren ingen fare for, en for tidlig tænding, idet det jo er atmosfærisk luft der indsuges.

Umiddelbart før stemplet når topdødpunktet indsprøjtes brændolien. Brændolien indsprøjtes meget fint forstøvet, således at de enkelte oliedråber har meget let adgang til luftens iltmolekyler, dette gøres for at sikre en god forbrænding. Antændelsen af olietågen sker ved den høje temperatur luften har fået ved kompressionen.

Dieselmotorer har et kompressionsforhold mellem 15:1 og 25:1, det giver et kompressionstryk på 30 til 50 bar. Kompressionstemperaturen ligger mellem 600-800° C. Forbrændingstrykket andrager 60-90 bar og forbrændingstemperaturen ligger på ca 2000° C.

Dieselmotorens høje kompressionsforhold giver motoren en bedre termisk virkningsgrad, altså en bedre udnyttelse af brændolien.

DIESELMOTOR

4 takt

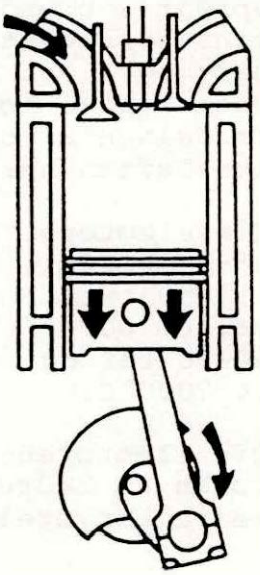
Princip

I 4 takt dieselmotoren styres gasudvekslingen af ventiler ligesom på 4 takt benzinmotoren. Ventilbevægelserne er tilsvarende benzinmotorens. For 4 takt dieselmotoren gælder også at i en arbejdsproces skal krumtapakslen dreje 2 omdrejninger. Stemplet skal foretage 4 slag:

1. Indsugningsslag
2. Kompressionsslag
3. Arbejdsslag
4. Udstødsslag

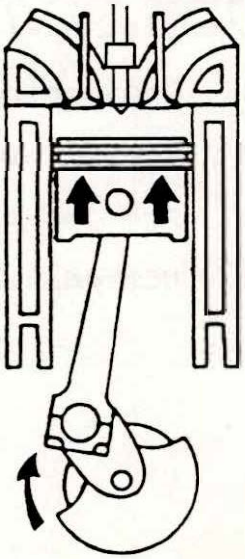
1. takt

Indsugningsslaget Den atmosfæriske luft indsuges i cylinderen under stemplets nedslag, idet indsugningsventilen er åben.



2. takt

Kompressionsslaget Den indsugede luft komprimeres under stemplets opslag, idet indsugnings- og udstødsventil er lukket. kompressionstrykket andrager 30-50 bar, hvilket medfører en kompressionstemperatur på 600-800 C.

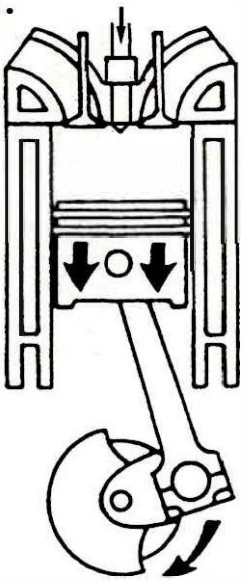


3. takt

Arbejdsslaget

Umiddelbart før stemplets topdødpunkt indsprøjtes brændolien fint forstøvet gennem en forstøverventil. Brændoliens indsprøjtningstryk ligger på 120-200 bar. Den fine forstøvning giver en god blanding af den atmosfæriske luft og olien. Ofte er indsprøjtningsretning og forbrændingsrummet konstrueret således at, der opstår turbulens for at forbedre blandingen af luft og brændolie.

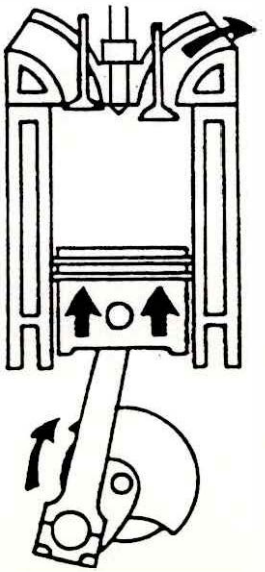
Det høje kompressionstemperatur (600-800 C) antænder olien. Forbrændingstemperaturen andrager ca 2000 C, hvilket giver en trykstigning til 60-90 bar, der presser stemplet nedad, motoren afgiver nyttigt arbejde.



4. takt

Udstødsslaget

Under stemplets vandring mod nederste dødpunkt, falder trykket i cylinderen dog ikke til atmosfæretrykket, derfor åbner udstødsventilen før stemplet, når bunddødpunktet, således at det resterende tryk kan afblæses, så stemplet ikke møder unødig modstand, idet det vender, for at trykke resten af udstødsgasserne ud.



DIESELMOTOR

2 takt-princip

I 2 takt dieselmotoren styres gasudvekslingen af både stempel og ventiler. 2 takt dieselmotoren skal kun foretage 1 omdrejning for en arbejdsproces. Stemplet foretager således kun 2 slag:

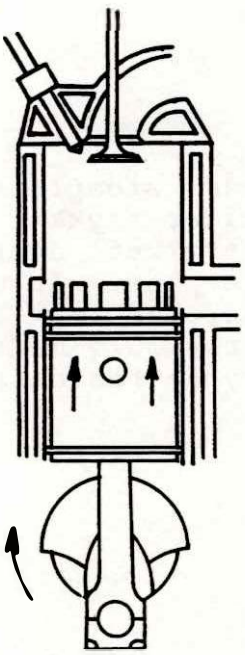
1. Kompressionsslag
2. Arbejdsslag

1. takt

Kompressionsslaget

Når stemplet har nået sit bunddødpunkt er udstødsventilen åben og stemplet har blottet skylleluftportene. Skylleluft (atmosfærisk luft) trykkes ind i cylinderen gennem skylleluftportene og skyller den sidste udstødsgas ud.

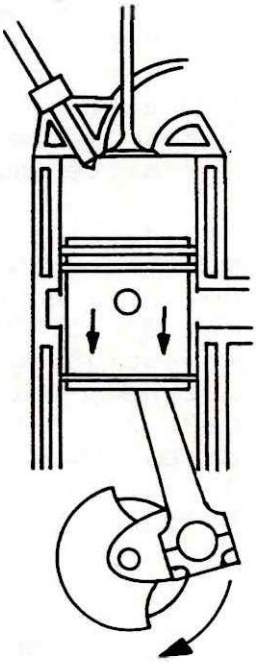
Under krumtappens videre drejning bevæges stemplet opad, udstødsventilen lukker og stemplet lukker for skylleluftportene. Luften komprimeres under stemplets opslag og får derved en temperatur på 600-800° C.



2. takt

Arbejdsslaget

Umiddelbart før topdødpunktet indsprøjtes brændolien fint forstøvet og blander sig med den komprimerede luft (30-50 bar). Den høje kompressionstemperatur (600-800°) antænder olietågen, og forbrændingen starter. Forbrændingstemperaturen andrager ca 2000° C. Denne temperatur giver en trykstigning til 60-90 bar. Dette høje tryk vil presse stemplet ned. Før stemplet blotter skylleluftportene åbner udstødsventilen og det resterende tryk afblæses. Umiddelbart efter blotter stemplet skylleluftportene og skylleluft strømmer ind i cylinderen.



Anvendelse

Dieselmotorer der arbejder efter 2 taktprincippet anvendes fortrinsvis til store langsomtgående motorer. En hurtigående 2 takt motor vil ikke kunne opnå tilstrækkelig god skyldning af cylindrene p g a den korte tid skylleportene er åbne, ved de høje stempelhastigheder hurtiggående motorer har.

FORSKELLE PÅ OTTO-MOTORER OG DIESELMOTORER

Konstruktionsmæssigt

Konstruktionsmæssigt er der følgende forskelle på OTTO- og DIESEL-motorer.

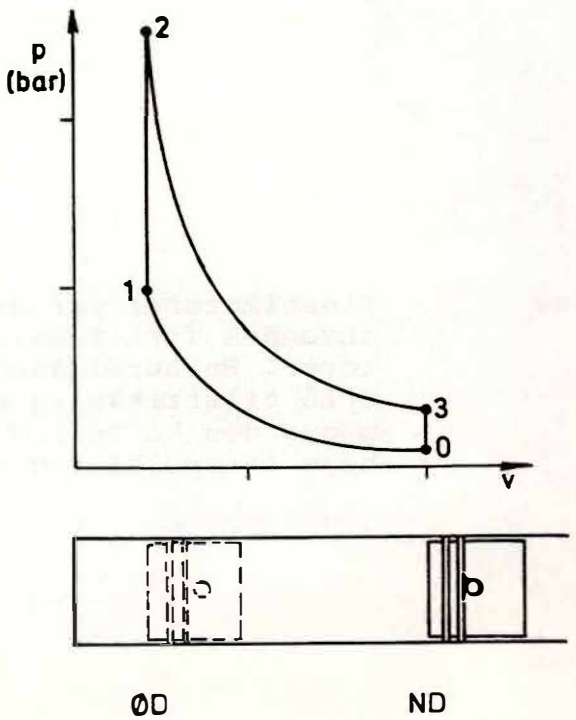
- I OTTO-motorer indsuges en blanding af luft og benzin.
- I dieselmotorer indsuges udelukkende atmosfærisk luft.
- OTTO-motorer tænder ved hjælp af en elektrisk gnist.
- I dieselmotorer indsprøjtes brændolien fint forstøvet og det antændes af den høje kompressionstemperatur.

Forbrændingsmæssigt

Et PV-diagram illustrerer trykforholdene og volumenforholdene i cylinderen på motoren. PV-diagrammet har som ordinat (lodret linie) trykket i det rum i cylinderen, der ligger over stemplet. Som absisse (vandret linie) har diagrammet volumet af samme rum, - altså rumfanget af det rum der måtte være i cylinderen over stemplet.

OTTO-motor

Et idealiseret PV-diagram for OTTO-motoren er vist herunder. Stemplet komprimerer ladningen fra 0-1. I 1 antændes ladningen. Forbrændingen foregår øjeblikkeligt, med tilsvarende øjeblikkelig trykstigning 1-2. Det høje tryk vil presse stemplet ned, volumet forøges hvorved trykket falder 2-3. Fra 3-0 er der kommet en ny ladning i cylinderen. Hvorledes gasudvekslingen, der sker mellem 3-0, foregår beskrives senere. Denne type forbrænding benævnes forbrænding ved konstant rumfang.

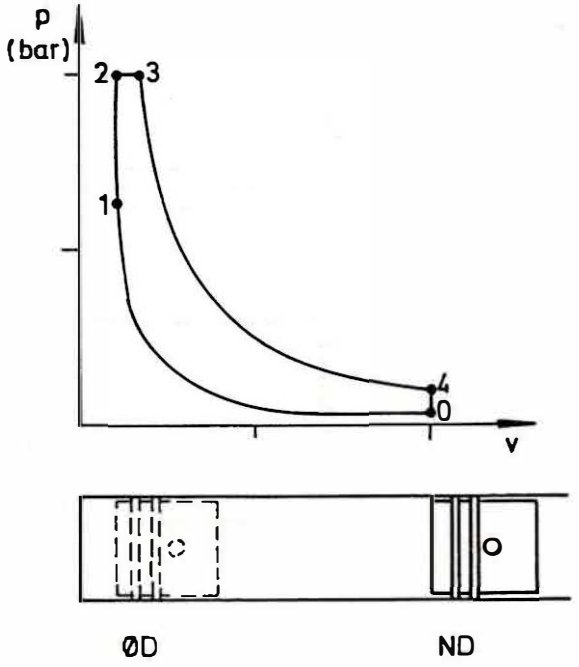


Dieselmotor

I idealiseret PV-diagram for dieselmotoren er vist herunder. Stemplet komprimerer luften fra 0-1. I 1 starter indsprøjtningen af brændolie og forbrændingen starter, dette medfører en mindre trykstigning til 2. Indsprøjtningen og forbrændingen fortsætter fra 2-3 under konstant tryk, idet stemplet presses væk fra topdødpunktet. Fra 3-4 presses stemplet ned under gassens udvidelse (ekspantion) og dermed faldende tryk. Fra 4-0 er der foretaget skylning af cylinderen.

Denne type forbrænding benævnes forbrænding ved konstant tryk.

I dieselmotoren påvirkes stemplet i en vis tid af et jævnt tryk og er derfor bedre istand til at omsætte varmeenergien til mekanisk energi (arbejde). Dette er bl a grunden til at dieselmotoren har en bedre termisk virkningsgrad end OTTO-motoren.

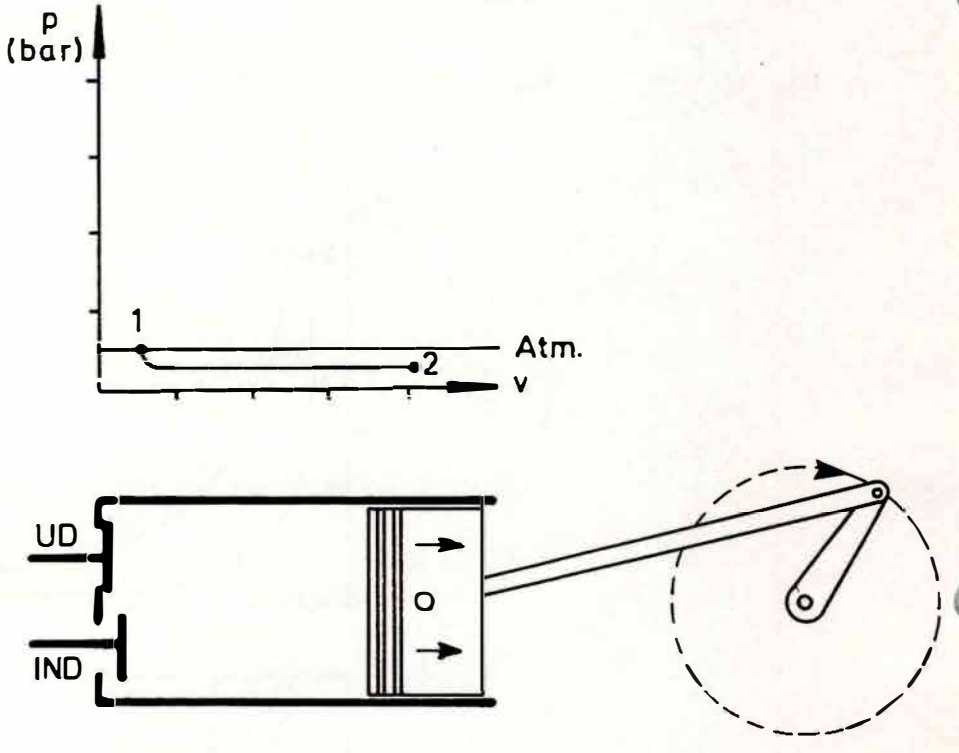


TRYKFORHOLD I CYLINDEREN PÅ DIESELMOTOREN

For at få et billede af trykforholdene i cylinderen på en dieselmotor der arbejder, kan man betragte et PV-diagram. Idet følgende vil blive beskrevet trykforholdet i hvert enkelt slag, for hhv 4-takt- og 2-takt-dieselmotoren. På alle diagrammerne repræsenterer linien ATM atmosfæretrykket, altså lufttrykket i det fri.

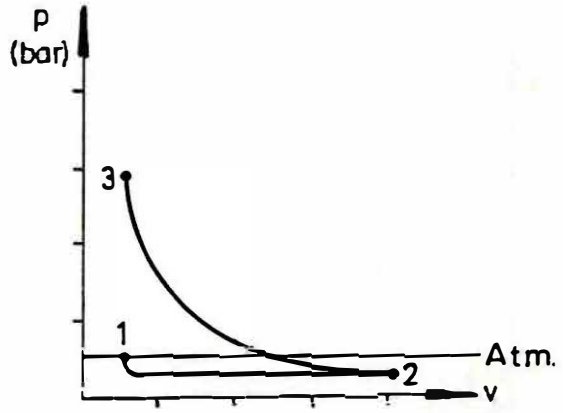
4 takt-motorer

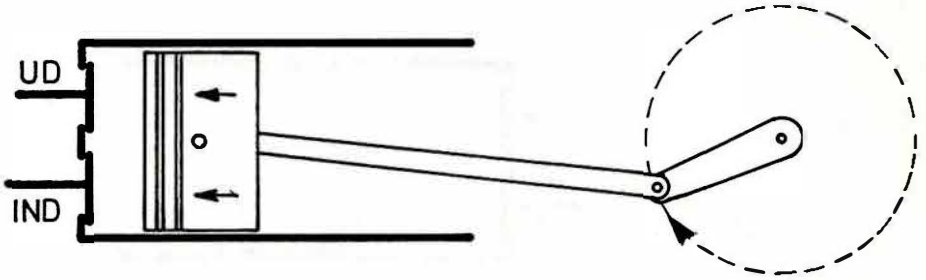
Indsugningsslaget



Indsugningsventilen er åben og under stemplets nedslag vil der indsuges luft i cylinderen. Trykket i cylinderen vil være lavere end atmosfæretrykket for at der kan suges luft ind. Indsugningen forløber fra 1-2 under konstant tryk.

Kompressionsslaget

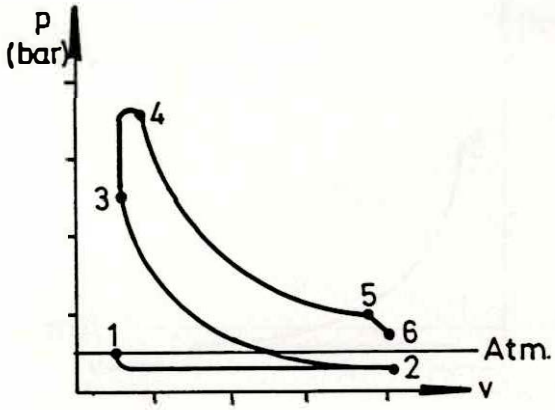


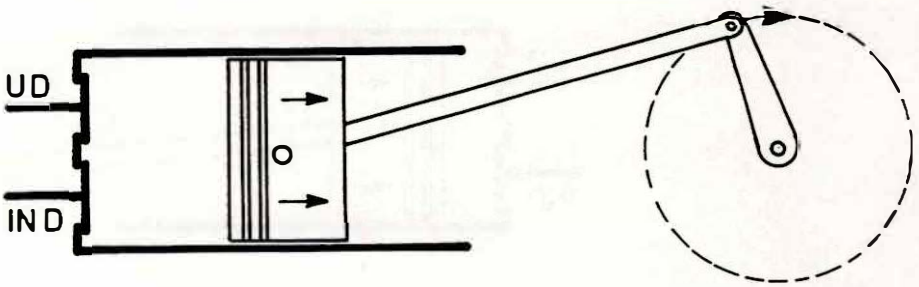


Når stemplet har passeret bunddødpunktet og er på vej mod toppen lukker indsugningsventilen og den indsugede luft vil komprimeres, volumet bliver mindre og herved stiger trykket.

Trykstigningen under kompressionen forløber efter linien 2-3.

Arbejdsslaget





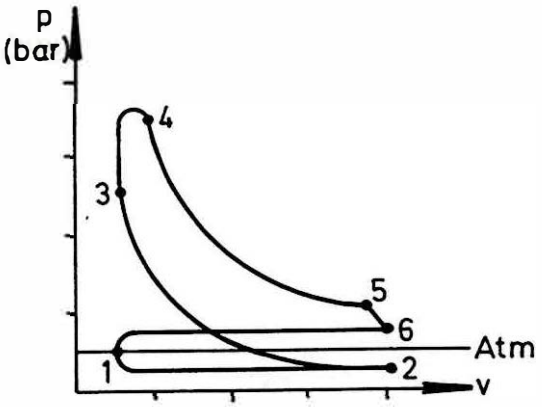
Umiddelbart før topdødpunktet i punktet 3 begynder indsprøjtningen af brændolie, forbrændingen begynder og trykket stiger umiddelbart. Indsprøjtningen af olie ophører lidt før punktet 4, forbrændingen fortsætter til punktet 4. Den sidste del af forbrændingen forløber med næsten konstant tryk.

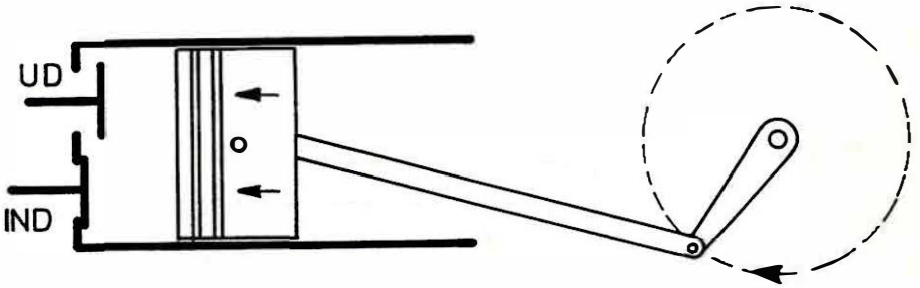
Det høje tryk presser stemplet nedad, derved bliver volumenet større, samtidig falder trykket.

I punktet 5 åbner udstødsventilen, herved falder trykket i cylinderen til trykket i udstødsledningen i punktet 6. I punktet 6 har stemplet nået bunddødpunktet.

Forbrændingen forløber fra 3-4. Selve arbejdsslaget repræsenteres af kurven 3-6.

Udstødsslaget



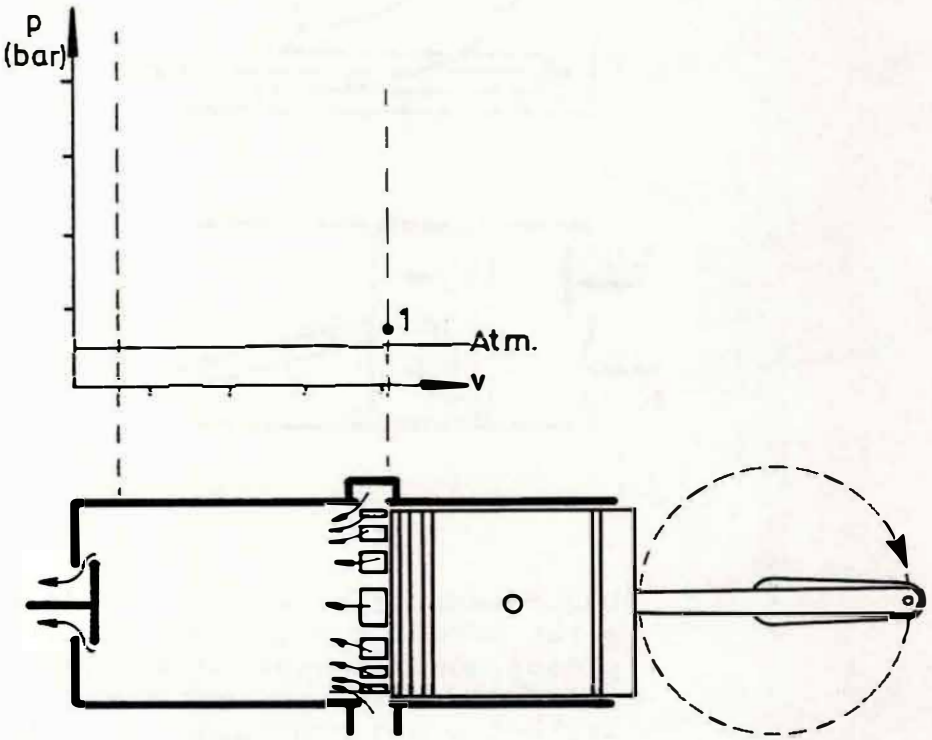


Udstødsventilen åbner i 5, når stemplet har passeret bunddødpunktet og bevæger sig opad vil det presse udstødsgasserne ud. Trykket i cylinderen vil under udstødsslaget være lidt over atmosfæretrykket p.g.a modstanden i udstødsledningen. Linien 6-1 repræsenterer trykket i udstødsslaget.

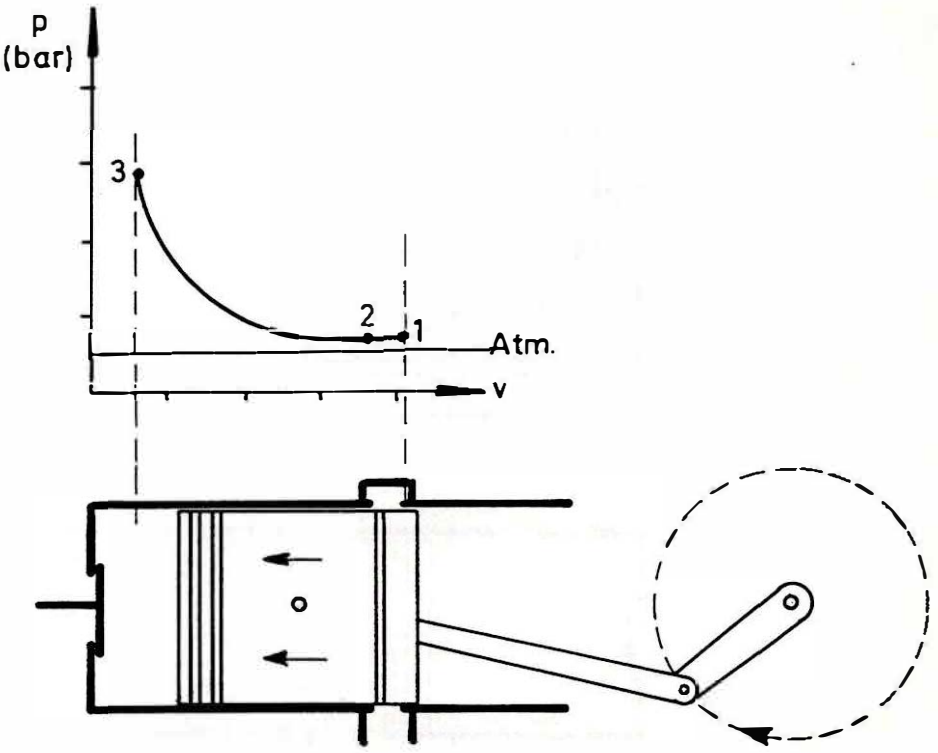
2 takt-
motoren

Den her anvendte totaktsmotor, er en type med længdeskylning og trykladning, samme princip som anvendes i GM-lokomotiver.

Kompressions-
slaget

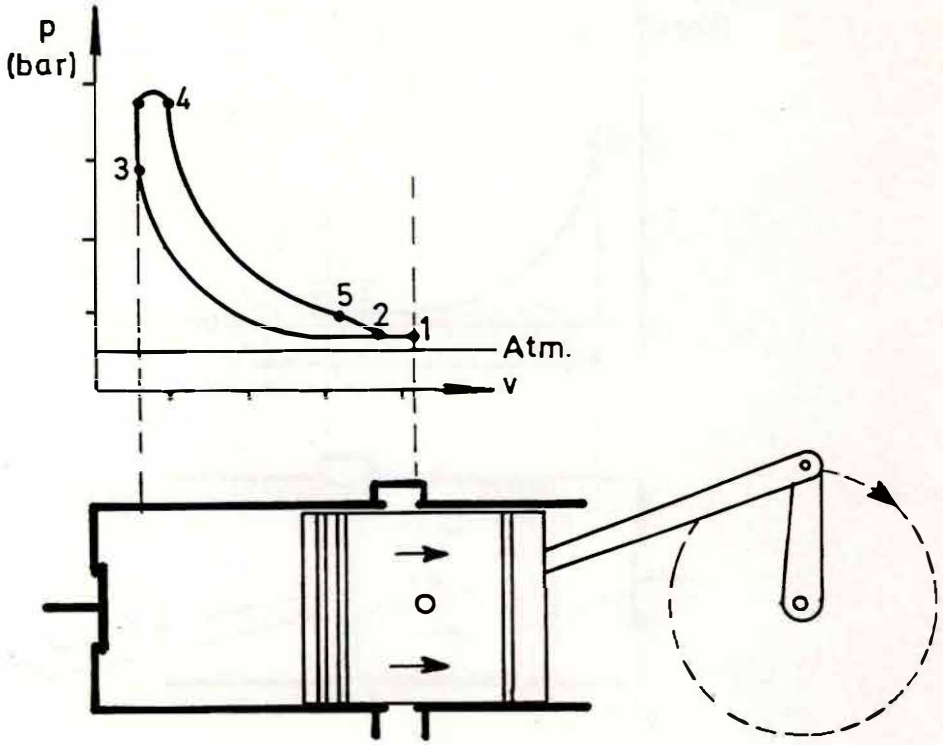


Når stemplet når bunddødpunktet er udstødsventilen åben, og stemplet har blottet skylleportene, da motoren har trykladning vil skylleluften blive presset ind, og uddrive det sidste af udstødsgassen. Trykladningen gør at skylleluftrykket ligger over atmosfæretrykket, punkt 1.



Når stemplet bevæger sig bort fra bunddødpunktet lukker udstødsventilen mellem punkt 1 og 2. I punkt 2 lukker stemplet for skylleportene. Under stemplets videre vandring bliver volumet mindre og dermed stiger trykket. Tryk- og volumenforandringen er repræsenteret ved liniestykket 2-3.

Arbejdsslaget



I punktet 3 begynder indsprøjtningen af brændolie og forbrændingen starter, derved stiger trykket umiddelbart, indsprøjtningen ophører lidt før punktet 4, forbrændingen fortsætter til punktet 4. Ligesom i 4-takt-motoren foregår den største del af forbrændingen under konstant tryk. Trykket vil presse stemplet ned - volumen forøges og derved falder trykket. I 5 åbnes udstødsventilen i cylinderdækslet. Derved falder trykket yderligere mod atmosfæretrykket. I punktet 2 blottes skylleportene og den trykladede skylleluft vil strømme ind i cylinderen med et tryk der er højere end atmosfæretrykket. I punktet 1 er skylleportene helt blottede og stemplet er i nederste dødpunkt.

LADEFORMER

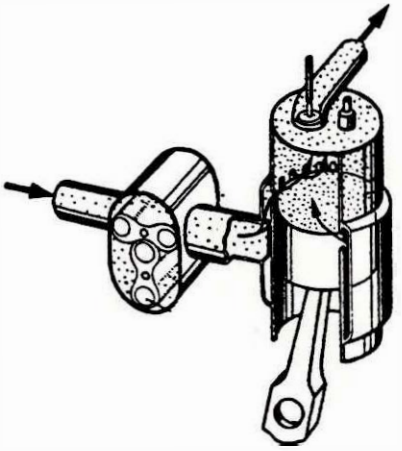
Sugning

En sugemotor indsuger selv den luft der skal bruges til forbrændingen. Til forbrændingen medgår ilt, jo mere atmosfærisk luft, og dermed ilt, der kan komme ind i cylinderen, jo mere brændstof kan der forbrænde, hvilket giver en højere ydelse på motoren. For at få mere luft i cylindrene kan man tryklade motoren.

Trykladning

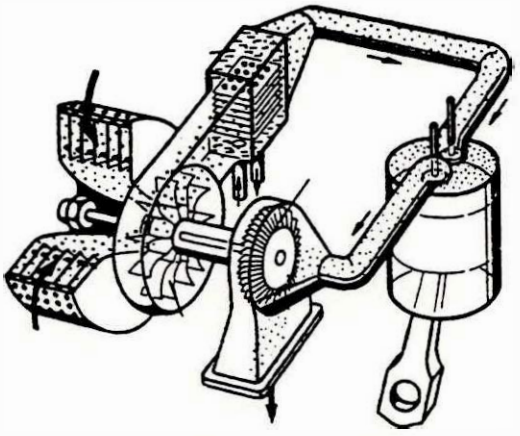
Ladeblæser (Rootsblæser)

Rootsblæseren er en mekanisk trukket ladeblæser (luftpumpe). Den er trukket af dieselmotorens knastaksel. Blæseren består af et hus og 2 rotorer. Rotorerne er tilpasset såvel hinanden som huset.



Turbolader

Turboladeren drives af udstødsgassen. I udstødssystemet er placeret en turbine der drives af udstødsgassen. Turbinen driver et blæserhjul (kompressor). Kompressoren indsuger luft og presser luften til cylindrene. Normalt er der placeret en køler mellem kompressoren og cylindrene. Luften opvarmes under kompressionen, og vil udvide sig. Ved at afkøle luften fylder den mindre, og derved kan man yderligere få mere luft (ilt) ind i cylindrene til forbrændingen.

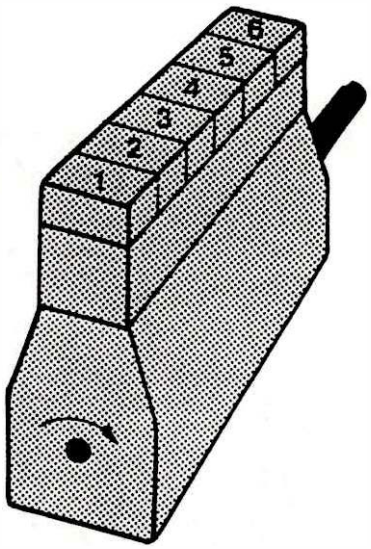


MOHTR

AFSNIT 3

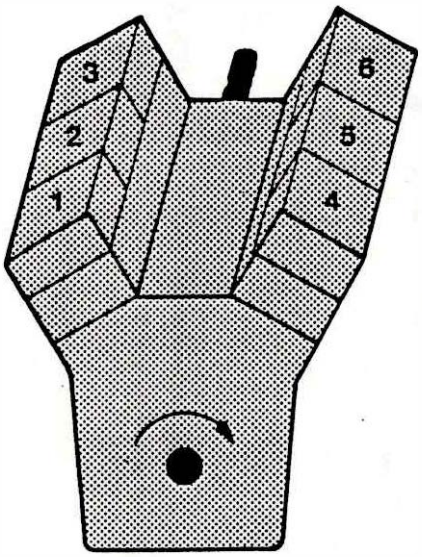
DIESELMOTORENS OPBYGNING

MOTORTYPER



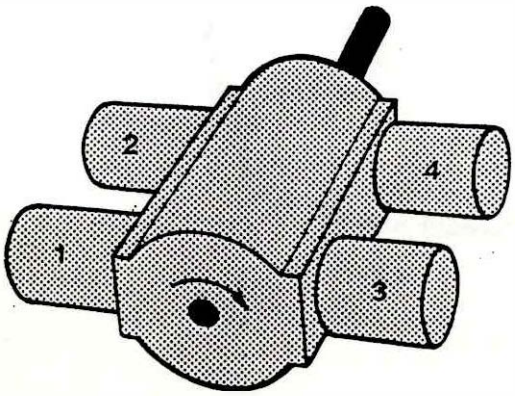
RÆKKE MOTOR

RÆKKEMOTOR har cylindrene anbragt i række.



V-MOTOR

V-motoren har cylindrene anbragt i en vinkel på 60° til 90°.

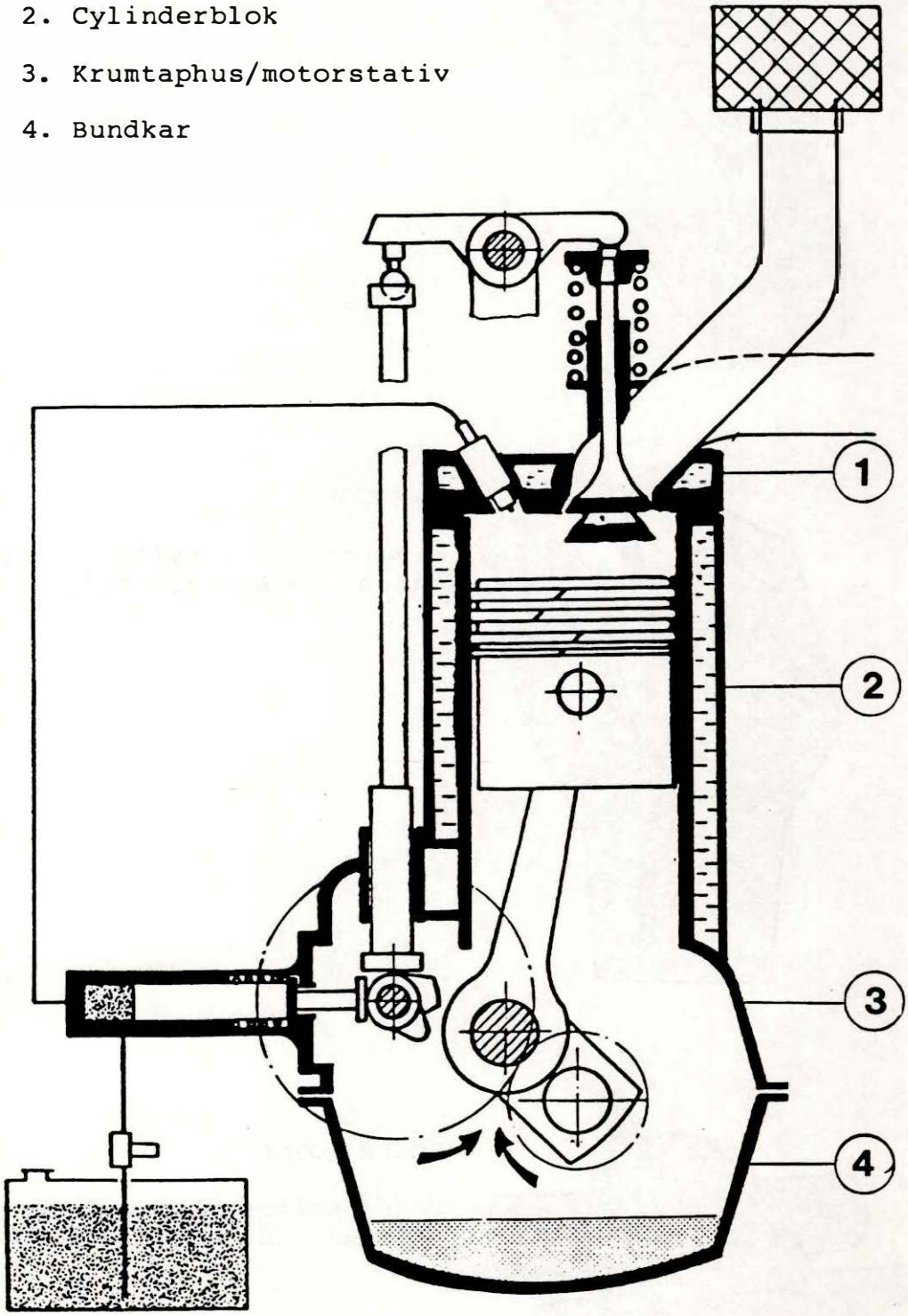


BOXER MOTOR

Boxer motoren har cylindrene anbragt på hver side af krumtaphuset.

DIESELMOTORENS OPBYGNING

1. Cylinderhoved/topstykkke
2. Cylinderblok
3. Krumtaphus/motorstativ
4. Bundkar



Motorstativet

Motorstativet er motorens hovedkomponent. Den holder sammen på (rummer) motorens bevægelige dele som er lejret eller styret i motorstativet.

Denne består hovedsaglig af cylinderblokken og øverste halvpart af krumtaphuset. Cylinderblokken er foroven lukket af topstykket/cylinderhovedet, forneden er krumtaphuset/motorstativet lukket af bundkarret.

Foruden cylinderboringerne indeholder motorstativet også krumtapakslens og knastakslens lejer.

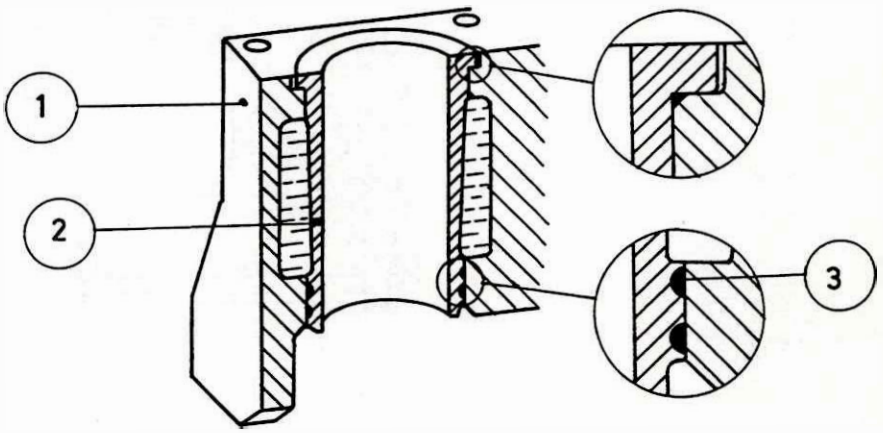
Motorstativet på vandkølede motorer, forsynes med hulrum og kanaler for cirkulation af kølevand, så varmen fra forbrændingstakten kan optages og bortledes.

Luftkølede motorer støbes krumtaphuset separat, dvs cylinderne og krumtaphuset støbes hver for sig og samles herefter ved hjælp af stagbolte.

Store motorers motorstativ opbygges i en svejst konstruktion.

Cylinderforing

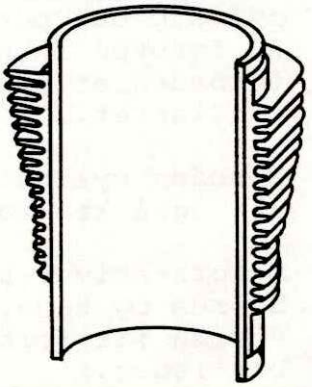
Cylinderforingen er et rør med en flange for enden, hvis indvendige side er slebet (honet). Våd foring betyder simpelthen at foringen har direkte kontakt med kølevandet. Den våde foring monteres vandtæt med gummipakninger mod motorstativet.



1. Motorstativ
2. Våd foring
3. Gummipakning

Luftkølede cylindre

Luftkølede motorer har almindeligvis fritstående separate cylindre, hvis ydre er forsynet med talrige køleribber, disse forøger cylinderens køleareal, så en større varmemængde fra forbrændingen kan overføres til køleluften.

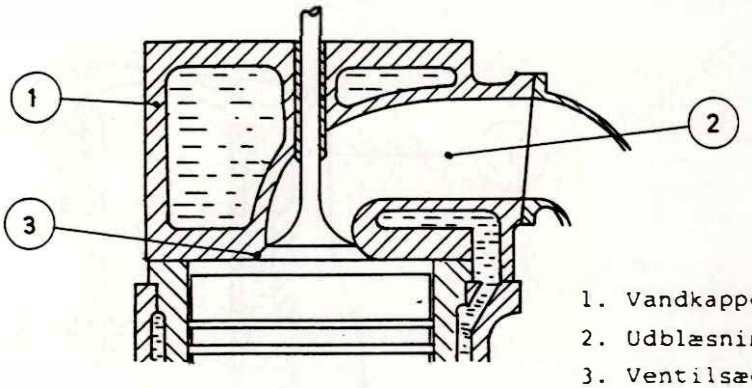


Foringerne er fortrinsvis udført af særligt fint og hårdt støbejern, der er centrifugalstøbte for at få så jævnt og tæt et materiale som muligt.

Cylinderhoved

Mindre vandkølede motorers enkelte cylindre har et fælles cylinderhoved, som lukker cylindrene og danner forbrændingsrummene.

Store motorer samt luftkølede motorer forsynes med et cylinderhoved for hver cylinder, af varme- og servicetekniske hensyn.



1. Vandkappe
2. Udblæsningskanal
3. Ventilsæde

Topstykke

Cylinderhovedet er omgivet af en kølekappe, direkte forbundet med motorstativets kølekappe, gennem kanaler, kølevandet omslutter derfor forbrændingsrummene fuldstændig.

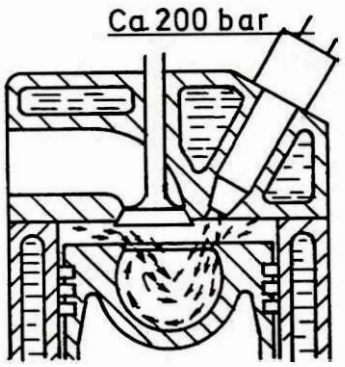
Luftkølede motorers cylinderhoved forsynes med køleribber.

Cylinderhovedet er forsynet med udboringer hvor indsugning- og udstødsventiler er styret. Fra disse ventiler er der kanaler til topstykkets sider.

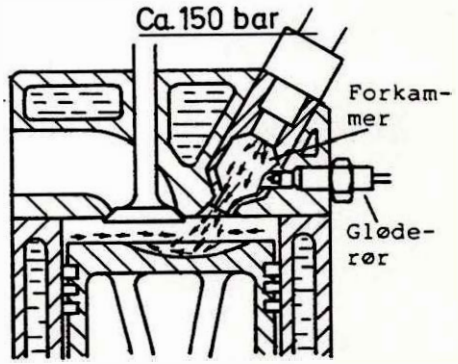
Kompressions-rummet

I kompressionsrummet foregår den vigtigste del af forbrændingsprocessen.

Kompressionsrummet udformning har stor betydning i den første del af forbrændingstakten.
For også ved høje omdrejningstal at opnå en god blanding af brændstof og luft, har man udviklet forskellige udformninger af forbrændingsrum, samt indsprøjtningsmetoder.
Man har således stempler, hvis top er forsynet med et næsten kugleformet forbrændingsrum, hvilket giver en gunstig hvirveldannelse i brændstof/luftblandingen og en god forbrænding. Den nævnte metode (direkte indsprøjtning) kræver højt indsprøjtningstryk, men har den fordel, at starten er let og brændstofforbruget lavt. Motordelene udsættes imidlertid for kraftige påvirkninger og slides derfor hurtigt.



Direkte indsprøjtning med hvirveldannende kammer i stemplet



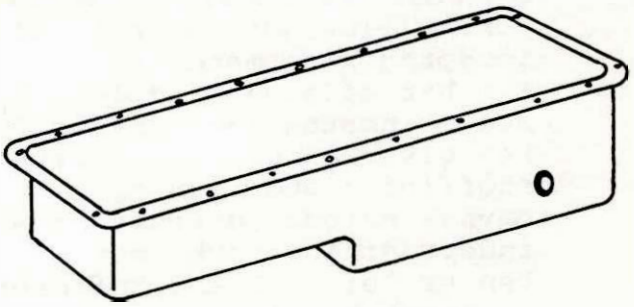
Forkammerprincippet

Forkammer-motorer (to trinsforbrænding)

For at undgå dette, har man konstrueret motorer med en mere indirekte indsprøjtning, idet man har opdelt forbrændingsrummet i to dele, et forkammer og selve forbrændingsrummet. Dieselolien indsprøjtes i forkammeret, hvor en mindre del af den antændes og forbrænder under højt tryk. Herved trykkes resten af den indsprøjtede brændstofmængde ind i det egentlige kompressionsrum, hvor hovedforbrændingen forgår.
Ved kold motor kan brændstof/luftblandingen ikke antænde sig selv, da trykket i forkammeret ikke bliver højt nok. Man opvarmer derfor luften med et gløderør. I nogle motorer opvarmer man i stedet luften allerede i indsugningskanalen.
Efter starten opvarmes forkammeret ved forbrændingen.
Forkammermotoren har et noget højere brændstofforbrug end motorer med direkte indsprøjning, men der kræves ikke så høje indsprøjtningstryk.

Bundkar

Motorstativet er forneden lukket af bundkarret. Dette optager ikke kræfter fra motorens bevægelige dele og fremstilles derfor normalt af tynd stålplade eller en letmetal legering.

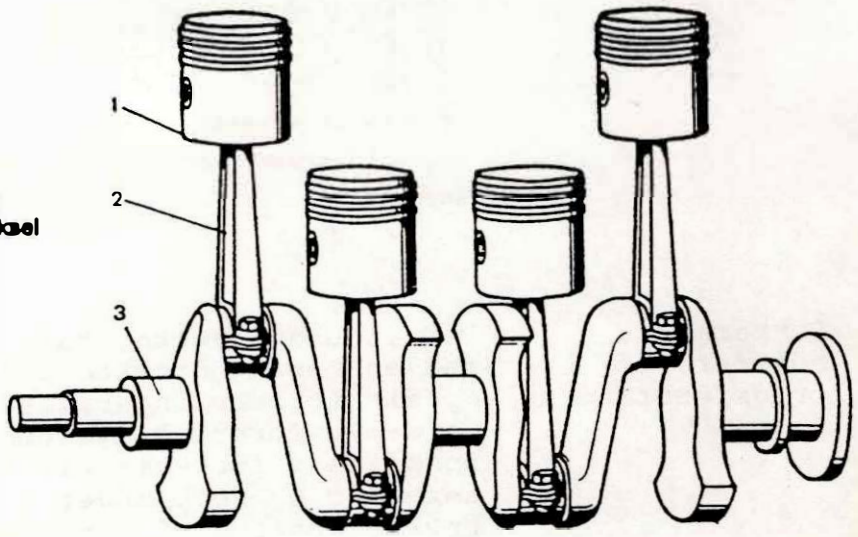


Bundkar

Bundkarret er endvidere beholder og køler for motorens smøreoliebeholdning.

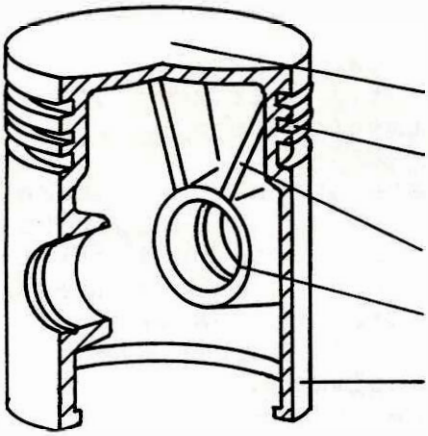
Stempler

Stemplerne er ved hjælp af plejlstænger forbundet med krumtapakslen, denne omdanner stemplernes retlinede bevægelser til en drejende bevægelse.



1. Stempel
2. Plejlstang
3. Krumtapakse

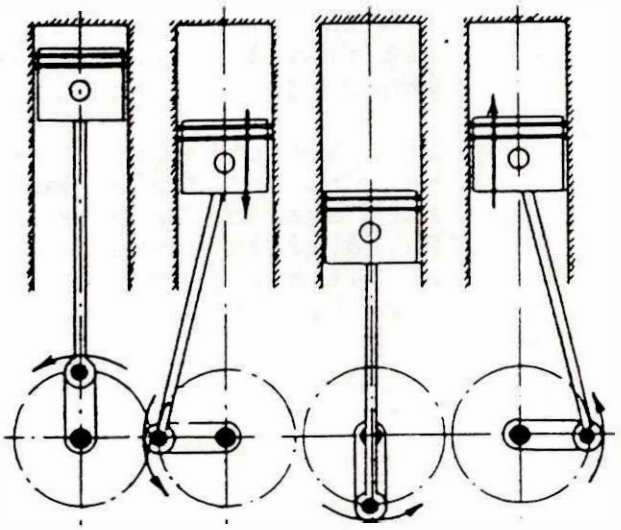
Stemplerne danner et bevægeligt lukke mellem forbrændingsrum og krumtaphus og overfører forbrændingstrykket til plejlstængerne. I totaktsmotoren har stemplerne endvidere til opgave at styre skylningen, udveksling af friskgas og forbrændingsprodukter.



1. Stempeltoppen påvirkes af forbrændningstrykket.
2. Ringriller for kompressionsringe og olieskraberinge
3. Forstærkningsribberne understøtter stempeltoppen, således at kræfterne rettes mod stempelpindsboringen.
4. Stempelpindsboring hvori stempelpinden er lejret.
5. Skørtet tjener som stemplets føring i cylinderen, samt medvirker til at overføre varme fra stempel til cylindervæg.

Stempelbevægelse

Stemplerne er under forbrændingstakten, som før nævnt, udsat for en meget kraftig varme- og trykpåvirkning, medens de i indsugningstakten bliver afkølet af den nye gasblanding.



Stempelbevægelse i løbet af en omdrejning.

Samtidig skal stemplerne bevæge sig fra nederste dødpunkt til øverste dødpunkt og ned igen, ved hver krumtapomdrejning.

I nederste dødpunkt er stemplets hastighed lig med nul, på vej op stiger hastigheden indtil det når godt halvvejs op i cylinderen, herefter afbremses det, så hastigheden i øverste dødpunkt igen er lig nul. På vej nedad, når det sin højste hastighed, (i forbrændingstakten) lige inden det er nået halvvejs ned i cylinderen, for derefter at bremse op til hastigheden nul i nederste dødpunkt.

Alt dette skal stemplet gennemføre i løbet af en krumtapomdrejning.

Løber motoren med ca 2000 omdrejninger pr minut vil stemplet være i top 2000 gange og i bund 2000 gange i løbet af et minut. Stemplet skal øge sin hastighed og bremse op 2 gange i løbet af en omdrejning. Det skal øge sin hastighed 4000 gange, og bremse 4000 gange på et minut.

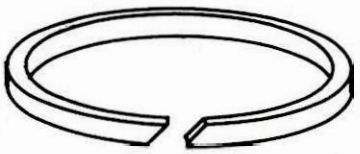
Motoren har forbrænding og indsugning i hver anden omdrejning, hvilket vil sige at stemplet varmes op 1000 gange og køles af 1000 gange i løbet af et minut.

Samtidig med stemplets store hastighed og skiftende temperatur på virkninger, skal det modstå og holde tæt for et stort tryk og vakuum. Ved forbrændingen belastes stemplet med et tryk på flere tons, medens det i indsugningstakten udsættes for et undertryk på (0,3 til 0,9) bar. Som det fremgår heraf, må stemplerne kunne modstå en meget hård belastning.

Stemplerne fremstilles af letmetal eller stålstøbegods. Foruden at kunne modstå høje temperaturer, skal de have en god evne til at lede varme. En så lille varmeudvidelse som muligt, for ikke at sætte sig fast i cylinderen, samt lav vægt, idet de skifter bevægelsesretning så hurtigt.

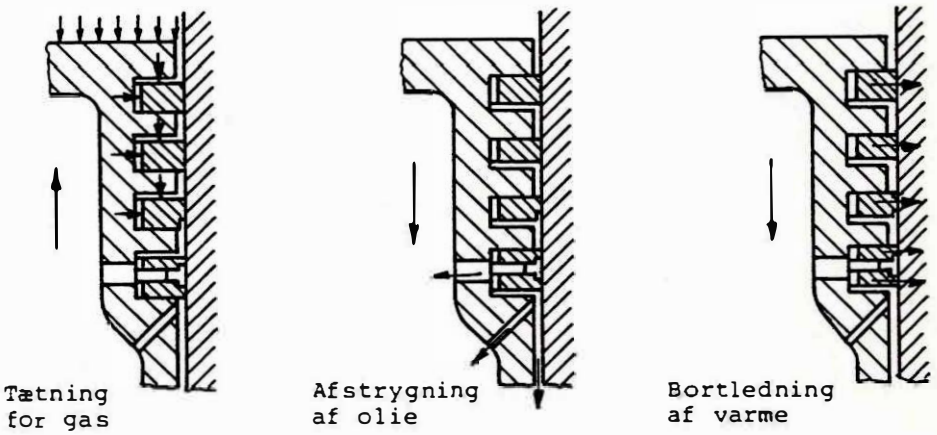
Stempelringe

Stempelringene er monteret i stempelringrillerne og udgør sammen med stemplet det tætnende element. Stempelringene fremstilles af fintkornet støbejern. De bearbejdes udvendigt til en bestemt kurveform og har i opskåret stand en vis naturlig spænding (elasticitet), hvorved de presses mod cylindervæggen og under stemplets bevægelse tilpasser sig cylinderens form.



Stempelring

Stempelringene har til opgave foruden at tætne for gastrykket, afstryge og fordele smøreolien og bortlede varme fra stempel til cylindervæg.

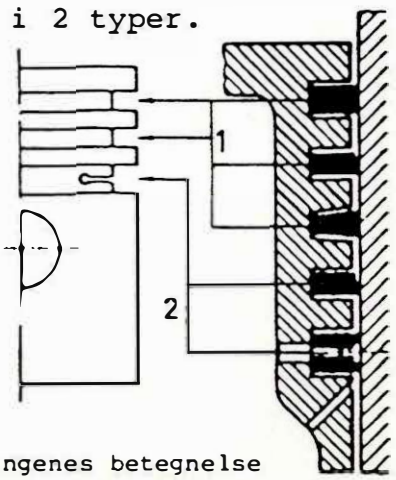


Stempelringenes virkning

Antallet af stempelringe bestemmes af forbrændningstrykket. Derfor har dieselmotorens stempel flere stempelringe end benzinmotoren.

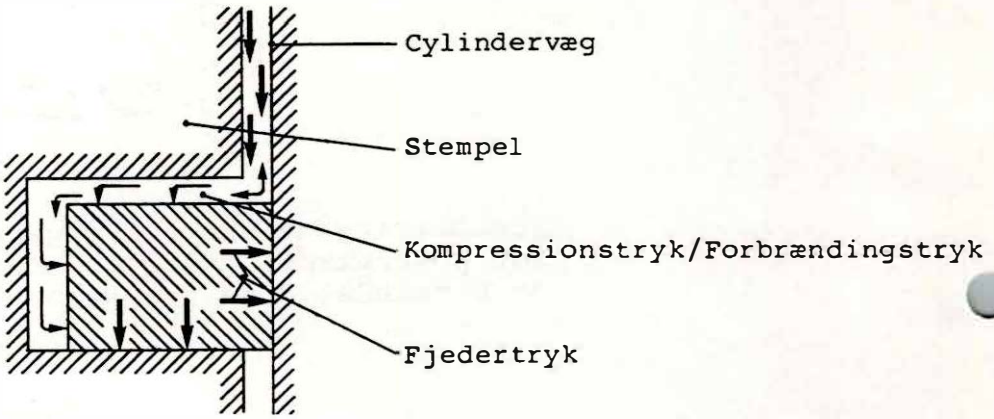
Stempelringene deles op i 2 typer.

1. Kompressionsringe
2. Olieskraberinge



Stempelringenes betegnelse

De øverste ringe på stemplet, nærmest stempeltoppen er kompressionsringe, deres opgave er fortrinsvis at tætne for kompressions- forbrændingstrykket, det foregår ved hjælp af dens egen fjederspænding, men trykket over stemplet arbejder også med til denne tætning.

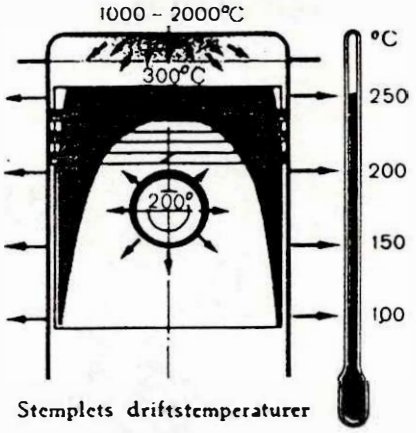


Som det ses på tegningen forplanter trykket sig ned langs stemplet ind over stempelringen og bag denne.

Olieskraberingene fordeler og skraber den opsprøjtede olie af cylindervæggene for smøring, således at friktionen nedsættes, samt at skrabe den overskydende olie af væggene og sende den tilbage til bundkarret, dels langs stempelsiden og dels gennem en udboring i stemplet.

Stemplets driftemperatur

Som det fremgår af tegningen er det høje temperaturer stemplet er påvirket af, samtidig med en stor forskel i temperatur fra top til bund.



Stemplets driftstemperaturer

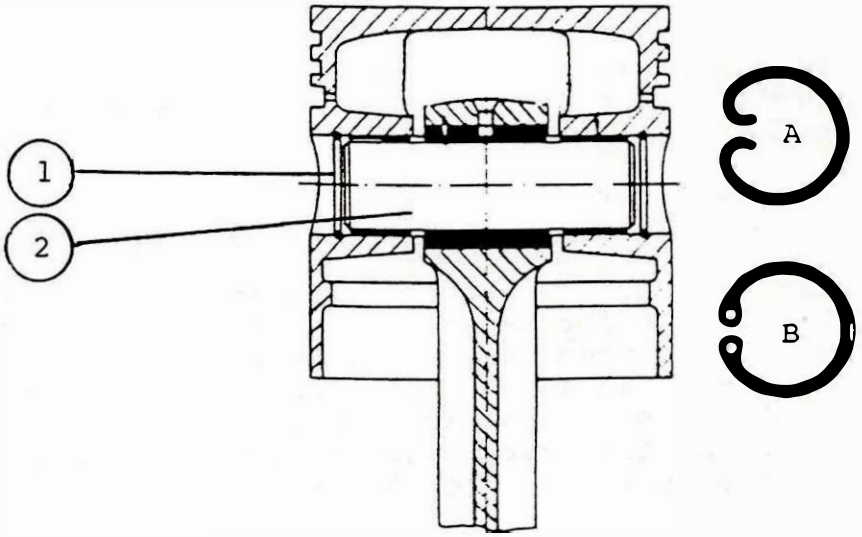
Temperatur differencen er betinget af kølemetoden og stemplets varmeledningsevne.

Som før nævnt afgiver stemplet sin varme til cylindervæggene via stempelringene og stempelskørtet, men lækolie fra krumtapakslen piskes også op indvendig i stemplet og fjener herved varme.

Nogle dieselmotorer er udstyret med et stempelkølesystemm, hvor man ved hjælp af et olierør retter en oliestråle mod stemplets indvendige side.

Stempelpinden

Stempelpinden forbinder stemplet med plejlstangen og overfører kræfterne mellem disse.



1. Låsering
2. Stempelpind

Låsering typer

A. Fjedertrådsring

B. Seegerring

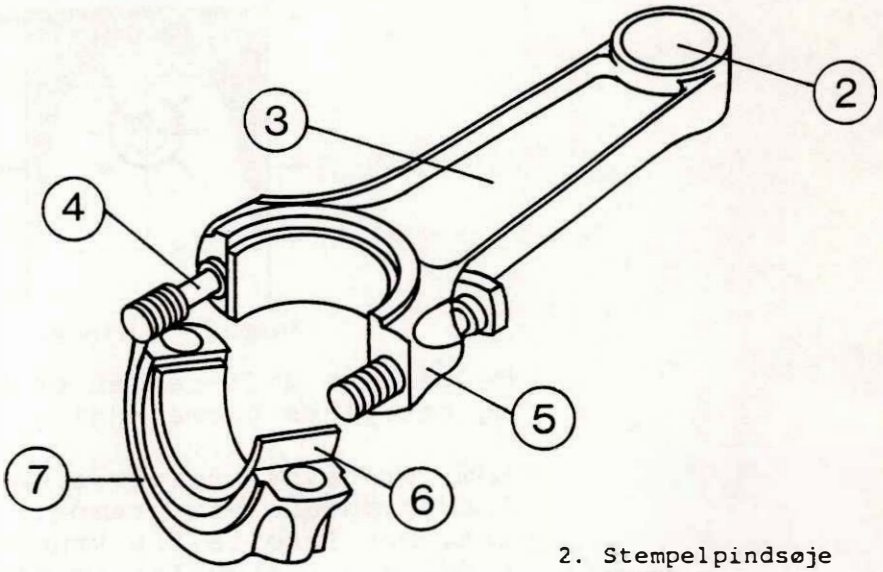
Den belastes skiftevis i to retninger og må derfor være i besiddelse af en vis elasticitet, denne opnås ved at kun overfladen er hærdet.

For at nedsætte vægten er stempelpinden gennemboret.

Stempelpinden er presset i stemplet og låst for enderne med låseringe, således at denne ikke arbejder sig ud i længderetningen og beskadiger cylindervæggene.

Plejlstænger

Plejlstangen forbinder, via stempelpind, stemplet med krumtapakslen og overfører forbrændingstrykket fra stempel til krumtapsølen.



Plejlstangens dele

2. Stempelpindsøje
3. Skaft
4. Bolt
5. Lejeskål (Plejlstangsfod)
6. Lejepande
7. Lejeskål (Overfald)

Plejlstangen skal være med til at omforme stemplets vertikale bevægelse, til en drejende bevægelser.

Plejlstængerne må være så lette som muligt, og af et materiale med stor styrke og holdbarhed.

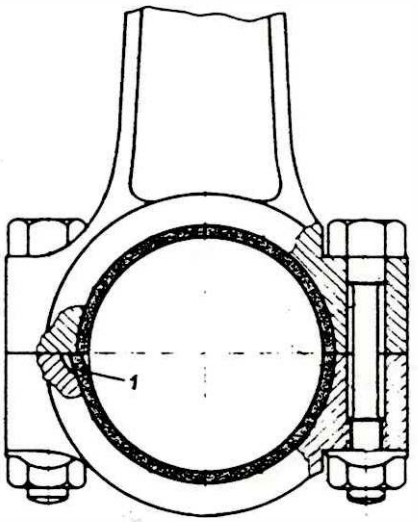
Den ende af plejlstangen som er forbundet til krumtappen foretager en cirkelbevægelse med meget stor hastighed og påvirkes herved af centrifugalkraften. Den anden ende, der er lejret i stemplet skal, ligesom stemplet, hele tiden sætte hastigheden op fra hastigheden nul, for så igen at bremse op til hastigheden er nul.

Plejlstangens vægt, vil ligesom stemplets vægt, gøre modstand mod disse hastigheds ændringer.

Plejlstangen har foroven et mindre øje "stempelpindsøjet" og forneden et større, "plejlstangslejet" plejlstangens midterste del "skaftet" er udført som H eller I form for at kunne modstå de før nævnte tryk og trækkrafter. Skaftet kan være forsynet med en langsgående kanal således at olien kan trykkes fra plejlstangslejet til stempelpindslejet.

Plejlstangslejet er normalt todelt og forsynet med 2 lejepander, den underste del, leje overfaldet, fastholdes til den øverste med to bolte.

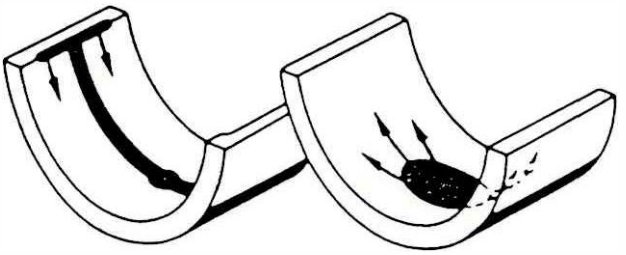
Stempelpindsøjet er normalt forsynet med en presset lejebøsning af bronze.



Lejepandernes montering. 1. Styreflige.

Det todelte plejlstangsleje består af stål, belagt med lejemetal, og er forsynet med en styreflig eller styrestift, for at leje panden ikke skal dreje sig i plejlstangen.

Smøring af plejlstangslejet sker gennem kanaler i krumtapakslen og fordeles i lejet ved hjælp af kanaler.

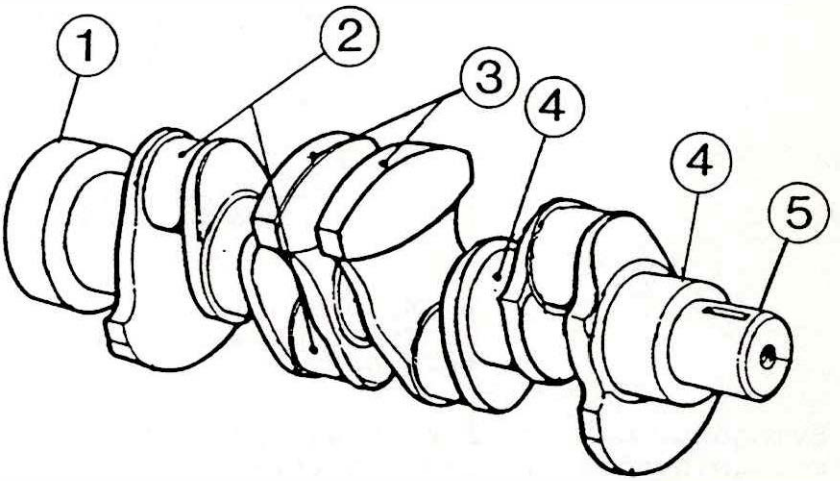


Fordeling af smøreolien i lejet

Ledig

Krumtapakslen

Krumtapakslen omformer stemplets vertikale bevægelse via plejlstang til en drejende bevægelse og videregiver den til transmissionen. Krumtapakslen fremstilles enten ved sænksmedning eller af stålstøbegods.



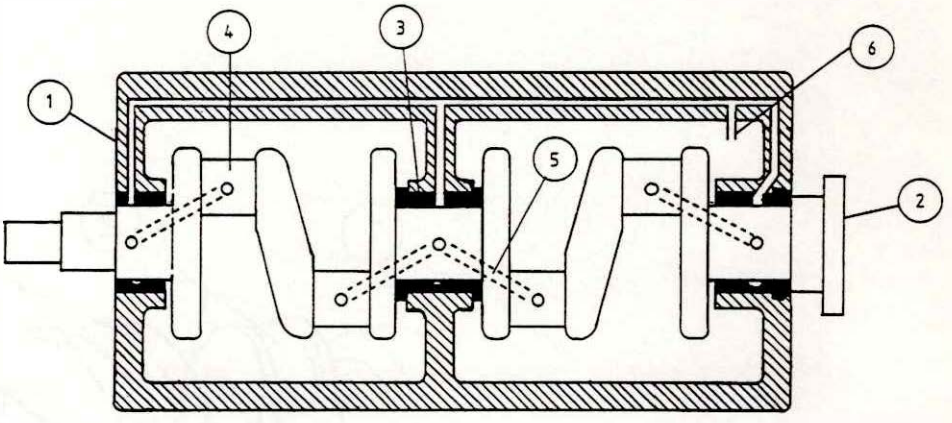
1. Flange for svinghjul
2. Plejlstangssøle
3. Kontravægt
4. Hovedsøle
5. Søle for takthjul

Krumtapakslens form afhænger af motorens arbejdsgang samt antal cylindre.

Den på tegningen viste krumtap er forsynet med 5 hovedsøler, lejesølerne er efter smedning, hærdet og slebet, og har herved fået en hård og slidstærk overflade med en kærne, som stadig er blød og elastisk.

Som modvægt til krumtapbugtet med plejlstangssølerne er krumtappen 180° fra denne forsynet med kontravægte, således at krumtapakslen er i balance. Herefter afvejes krumtapakslen således at denne er i ro uanset hvilken stilling krumtappen stilles i.

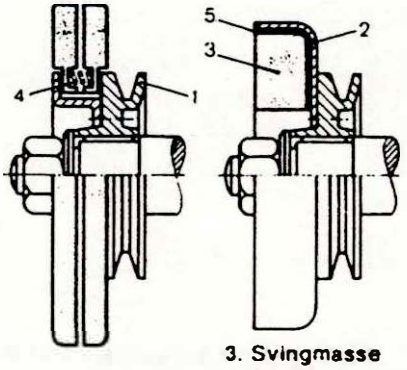
Til fordeling af smøreolie til plejlstangssølerne er krumtapakslen gennemboret. Olien bliver fra smøreoliepumpen trykket gennem kanaler i motorstativet til hovedlejet og herfra gennem krumtapakslen.



1. Motorstativ
2. Krumtapaksel
3. Hovedleje
4. Plejlstangssøle
5. Smøreoliekanal
6. Fra smørepumpen

Svinghjul og svingningsdæmper

For at udligne trykstødene fra forbrændingstakten, monteres for enden af krumtapakslen et svinghjul. I modsatte ende afsluttes med en tap for montering af takthjulene (til knastakslen) samt på større motorer en svingningsdæmper, der findes i forskellige konstruktioner, men fælles for dem alle er evnen til at dæmpe egensvingningerne i krumtapakslen.



1. Remskive
2. Hus
3. Svingmasse
4. Trykfjeder
5. Gummi

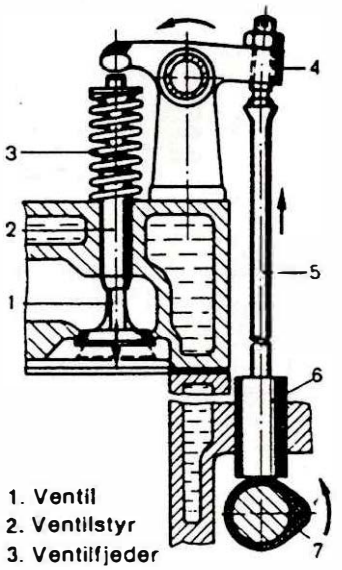
Svingningsdæmpere

Svingningsdæmperen består af et tungt legeme, en sving masse, som er elastisk ophængt i et hus på krumtapakslen og som ved sin træghed optager (bremser) svingningerne. På mindre motorer virker ventilatoren og remskiven som svingningsdæmper.

Ventilmekanisme og knastaksel

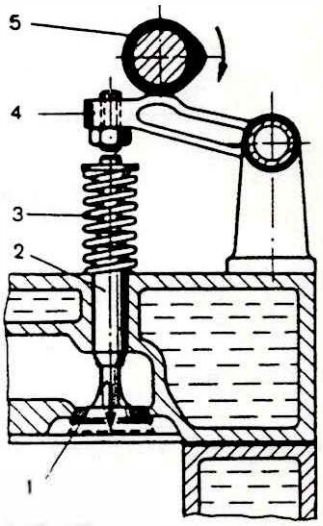
I firetaktsmotoren er hver cylinder forsynet med to ventiler, der lukker indsugnings- og udblæsningskanalerne. Ventilerne er placeret i cylinderhovedet og styres af knastakslen som drives af krumtapakslen, således at ventilerne åbnes og lukkes i forhold til stemplets bevægelse.

Ventiler



1. Ventil
2. Ventilstyr
3. Ventilfjeder
4. Vippearm
5. Stødstang
6. Ventilløfter
7. Knastaksel

Stødstangsstyring

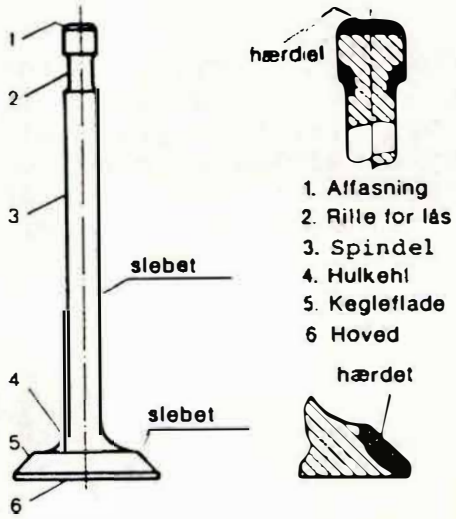


1. Ventil
2. Ventilstyr
3. Ventilfjeder
4. Vippearm
5. Knastaksel

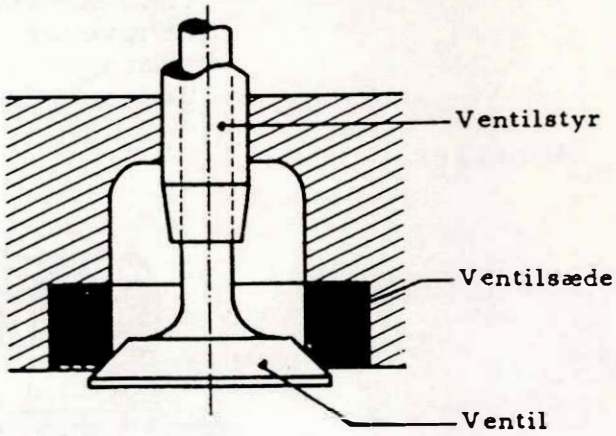
Ventilstyring med ovenliggende knastaksel

Ventilerne styres af knastakslen, ved hjælp af ventilløfter stødstænger og vippearme. Disse mellemled har en vis vægt og dermed en vis trægh-ed, og vil derfor ved høje omdrejningstal let komme til at svømme eller flyde. Dette undgås tildels ved at anbringe knastakslen ovenpå cylinderhovedet "ovenliggende knastaksel". Denne styre så ventilerne via vippe - eller svingarme.

Ventilerne skal i lukket stand tætne fuldstændig og de skal i åbnet stand tillade passage af så store gasmængder som muligt. Indsugningsventilen har et større hoved end udstødsventilen, idet trykket på luften, som skal passere indsugningsventilen er på ca 1 bar, medens trykket på gassen ved udstødsventilen er væsentligt højere.



Ventilen



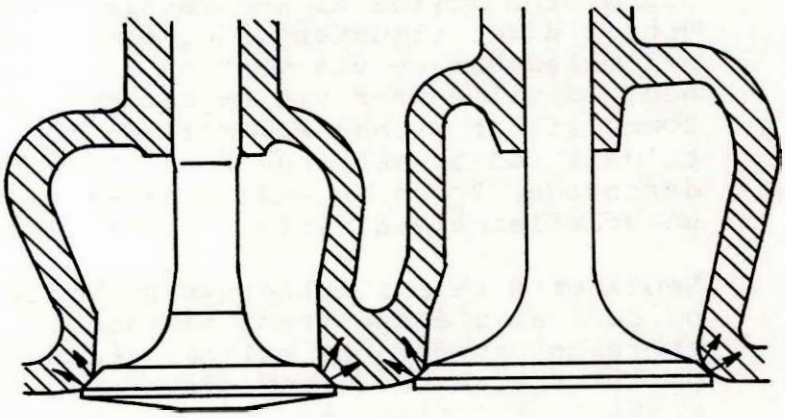
Konstruktion: En ventil består af et ventilhoved og en ventilspindel. På ventilhovedet findes en kegleformet flade, som ligger an mod ventilsædet og samtidig, til en vis grad centrerer ventilen i sædet. Ventilspindlen tjener til styring af ventilhovedet.

Ventilspindlen glider i et ventilstyr som er presset i en udboring i cylinderhovedet.

Køling af ventilerne

Ventilerne er udsat for meget store varmepåvirkninger, især udstødsventilen. En del af varmen bortledes gennem ventilspindlen til ventilstyret og herfra til cylinderhovedet. Den største bortledning af varme fra ventilerne sker dog i det tidsrum, hvor ventilerne er lukket idet varmen overføres igennem anlægsfladerne til cylinderhovedet.

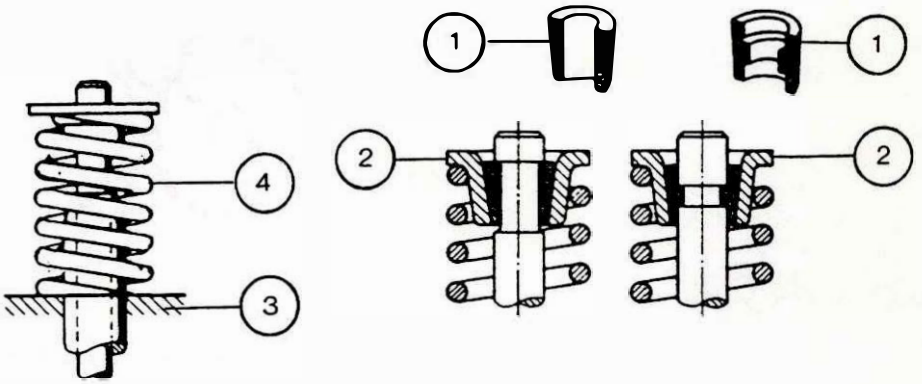
Vandkammer



Varmeledning

Ventilfjedre

Ventilerne holdes lukket mod ventilsædet af ventilfjedre, ventilfjederens ene ende står direkte på cylinderhovedet. Modsatte ende er forspændt, mod en fjedertallerken, som indvendigt er udformet som en kegle, hvori ventillåsen er fastholdt af fjedertrykket. Ventilfjederen skal foruden at lukke ventilen efter påvirkning, også bringe vippearm, stødstang og ventilløfter tilbage i udgangsposition.

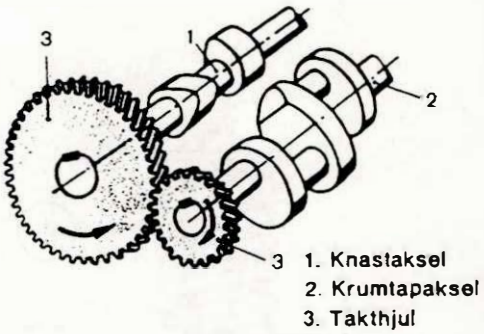


Ventillåse

1. Ventillås
2. Fjedertallerken
3. Cylinderhoved
4. Ventilfjeder

Takthjul

For at ventilerne kan arbejde i takt med krumtap og stempler er knastakslen forbundet med krumtappen ved hjælp af tandhjul "takthjul". I firtaktsmotoren forløber de fire takter over 2 hele krumtapomdrejninger. Og ventilerne skal kun åbne eller lukke i hver anden krumtapomdrejning. Knastakseltandhjulet er derfor dobbelt så stort, som tandhjulet på krumtapakslen og løber derfor kun halvt så hurtigt som krumtapakslen.

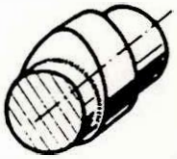


Tandhjulsudveksling mellem krumtapaksel og knastaksel

Knastaksel

Knastakslen styrer ventilerne dvs den åbner ventilerne ved hjælp af exentriske knaster. Luknningen af ventilerne sker ved hjælp af ventilfjedrene.

Ventilbevægelsen er afhængig af knasternes form. En knast med "bred tå" og stejle sider åbner ventilen hurtigt og har lang åbningstid, men slides hurtigt. En mere afrundet knast åbner ventilen langsommere og holder den fuldt åben i kortere tid, hvilket giver en ringere fyldning.



Afrundet knast

Knast med bred tå

Da åbne og lukketiden afhænger af stempelbevægelserne, vil knasterne for de enkelte cylindre altid være anbragt i en bestemt vinkel i forhold til hinanden.

Da åbne og lukketiden afhænger af stempelbevægelserne, vil knasterne for de enkelte cylindre altid være anbragt i en bestemt vinkel i forhold til hinanden.

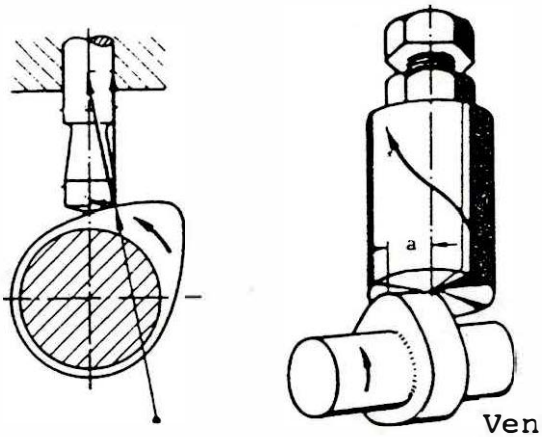
Mellemled mellem knastaksel og ventiler

Knasternes roterende bevægelse overføres til ventilerne i form af en frem- og tilbagegående bevægelse (slagbevægelse), og dette sker almindeligvis gennem et eller flere mellemled. Dette medføre mindre slid på ventilspindlen og bedre mulighed for ventiljustering.

Ventilløftere

For at styre stødstang og undgå ensidigt slid, anvendes i de fleste motorer ventilløftere. Træder ventil eller stødstang direkte på knasten vil denne, under sin rotation, øve et sidetryk på stødstangen, hvorved denne hurtigt slides.

Ventilløfteren anbringes forskudt for knasten, så denne træder på løfterens ene side. Herved bringes løfteren i rotation. Dette medfører at det i stedet for en glidning mellem de to dele, bliver en form for afrulning, hvilket giver mindre slid.

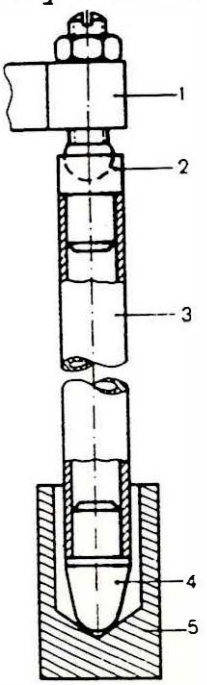


1. Ventilløfter
2. Knastaksel
3. Stødstang

Ventilløfteens bevægelse

Stødstænger

Stødstængerne overfører slagbevægelserne fra ventilløfterne til ventilvippearmene, som materiale anvendes normalt stål- eller aluminiumrør, forsynet med hærdede endestykker udformet som kugle ellere kugleskåle.

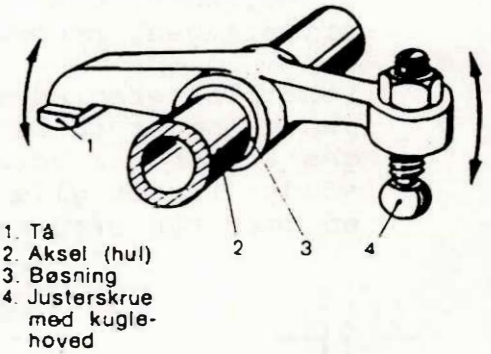


1. Vippearm
2. Kugleskål
3. Stødstangsrør
4. Kuglehoved
5. Ventilløfter

Føring af stødstangen

Vippearmen

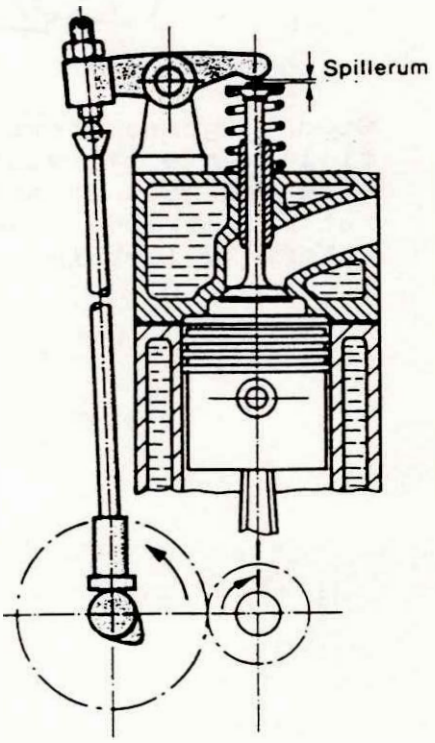
Sidste led før ventilen er vippearmen. Den ene ende er forsynet med en indstillingsskrue med kontramøtrik, for justering af ventilspillerummet. Den anden ende er udformet som en trædeflade hvormed den påvirker ventilspindlen. Justeringsskruen er forsynet med et kuglehoved hvori stødstangen centrerer. Vippearmene er lejret i vippearmsakslen, denne er rørformet og gennemstrømmes af smøreolie for smøring af vippearme, ventilspindel og stødstang.



Ventilvippearmen

Ventil-spillerum

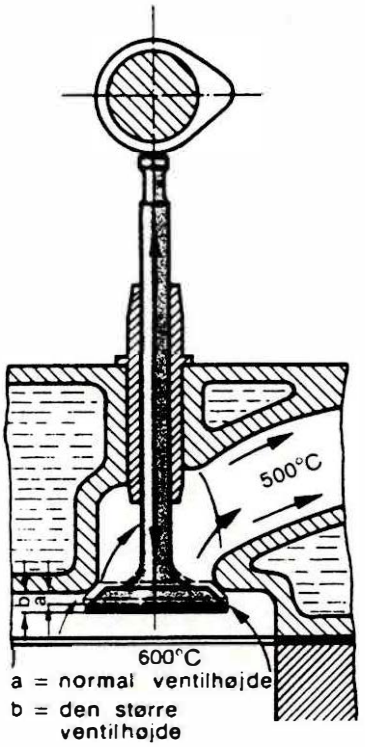
Da alle ventilmekanismens dele, ved motorens driftvarme, udvider sig noget, er et vist driftspillerum nødvendigt.



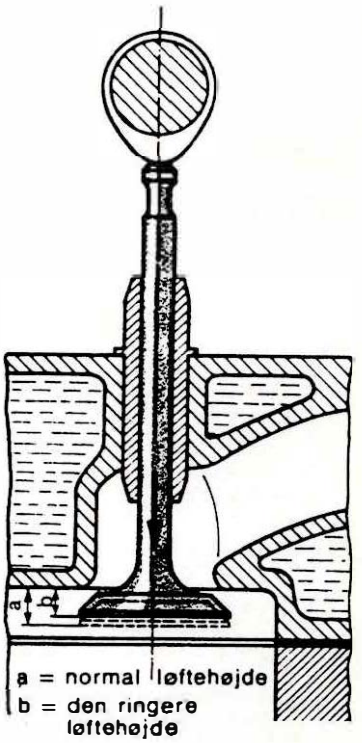
Ventilmekanismens stilling

For lille spillerum

Dette medfører at ventilen ikke lukker kompressionsrummet rigtigt, hvorved de varme gasser afbrænder udstødsventilen.



For lille spillerum.



For stort spillerum.

For stort spillerum

Medfører at ventilerne ikke åbnes tilstrækkeligt, hvilket giver en dårlig skylning dvs fyldning og tømning af cylinderen, med dårlig motorydelse til følge. I dette tilfælde støjer ventildelene meget og nedslides hurtigere end normalt.

L E D I G

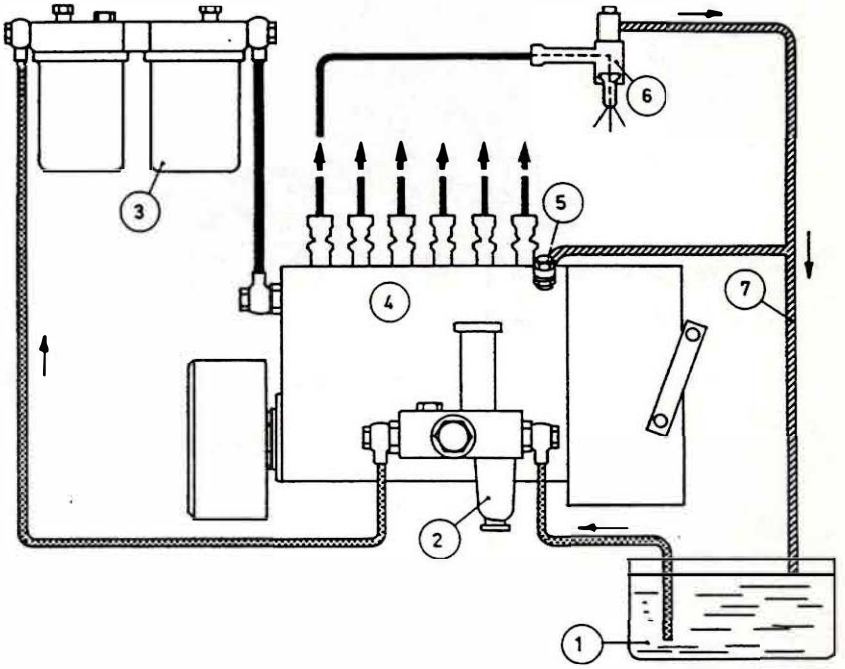
BRÆNDOLIESYSTEM

Opbygning

Herunder er vist et simpelt brændoliesystem for en dieselmotor.

Systemet består af følgende dele:

1. Oliebeholder
2. Fortrykspumpe
3. Brandoliefiltre
4. Bosch indsprøjtningspumpe
5. Overtryksventil og returløb fra pumpe
6. Forstøverventil
7. Returledning til beholder



Ufiltreret olie

Filtreret olie

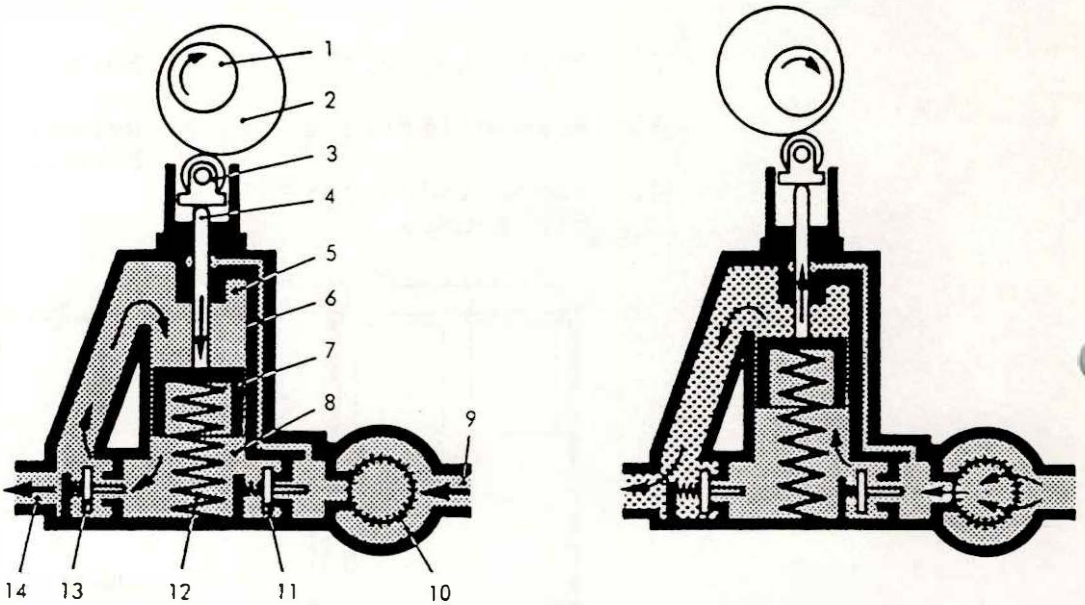
Returløb

Fortrykspumpen suger brændolien fra oliebeholderen og trykker den gennem filterne. Den rensede olie trykkes ind i pumpehuset, hvor pumperne ved hjælp af en knastaksel sender en oliemængde til de enkelte forstøverventiler på det rigtige tidspunkt. For enden af pumpehuset er der placeret en overtryksventil, denne sikrer at der er tilstrækkelig med brændolie til pumperne. Gennem overtryksventilen ved brændstofpumperne og fra forstøverpumperne er der et returløb. Dette returløb (overløb) sikrer køling og smøring af henholdsvis indsprøjtningspumper og forstøverventiler.

Fortrykspumpe

Opbygning

Fortrykspumpen på en mindre dieselmotor kan være af den her viste type. Det er en enkeltvirkende stempelpumpe.



Mellemslag

1. Knastaksel
2. Knast
3. Rullestyr
4. Stødstang
5. Trykrum
6. Lækoliekanal
7. Pumpestempel

Suge- og trykslag

8. Sugerum
9. Tilgang fra oliebeholder
10. Forfilter
11. Sugeventil
12. Stempelfjeder
13. Trykventil
14. Afgang til brændoliefilter

Virkemåde

Når knasten ved hjælp af rullestyret og stødstangen trykker stemplet ned, presser stemplet olien, der er i sugerummet (8), gennem trykventilen (13) og via omløbskanalen op i trykrummet (5). Lidt olie presses også ud i afgangsrøret (14).

Når knasten drejer bort fra rullestyret presser fjederen (12) stemplet opad. Det opadgående stem pel vil danne vakuum i sugerummet (5), og der vil indsuges olie i sugerummet, gennem forfilteret (10) og sugeventilen (11).

I trykrummet (5) vil trykket stige p.g.a. det opadgående stempel, og olien vil presses gennem omløbskanalen og ud i afgangsrøret (14). Pumpetrykket er således bestemt af fjederens styrke.

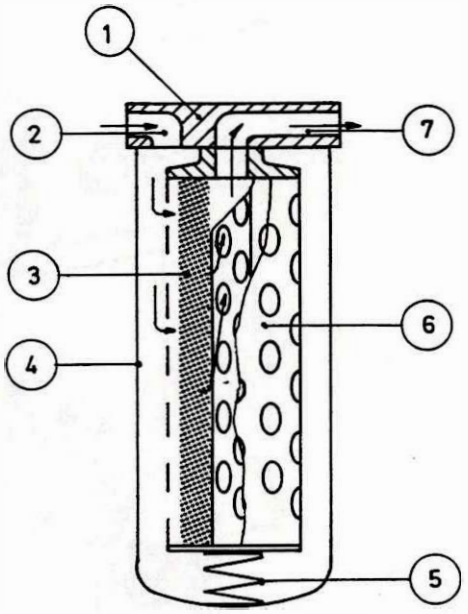
Det olie der måtte lække op langs stødstangen (4) vil opsamles af lækoliekanalen (6) og ledes til rummet mellem forfilter og sugeventil.

Brændoliefilter

På dieselmotorer er brændoliefilteret normalt et papirfilter.

På skitsen herunder er følgende:

1. Filterdæksel
2. Tilgang fra fortrykspumpe
3. Papirindsats
4. Filterhus
5. Fjeder
6. Perforeret metalplade
7. Afgang til indsprøjtningspumper.



Brændolien trykkes af fortrykspumpen gennem tilgangen og ned i filterhuset, gennem den perforerede metalplade og gennem papiret, hvor urenheder tilbageholdes. Olien trykkes op gennem filterindsatsen og ud af afgangen.

Fjederen (5) presser filterindsatsen tæt mod filterdækslet.

Indsprøjtningspumpe

Der er en brændstofindsprøjtningspumpe for hver cylinder.

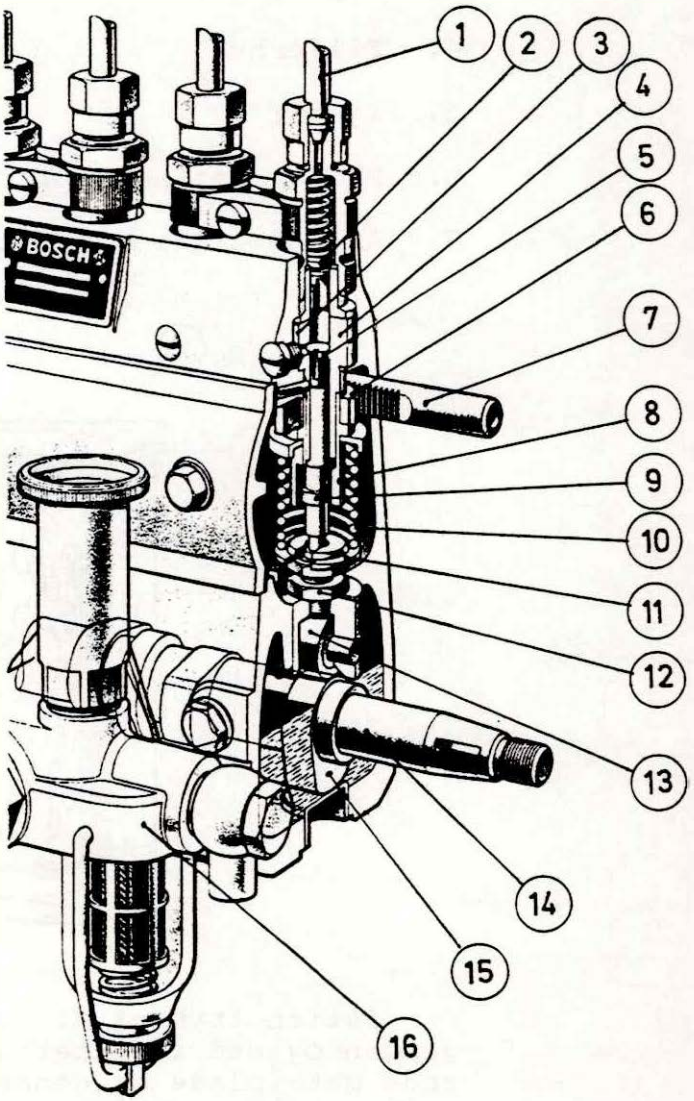
På mindre motorer er pumperne normalt bygget sammen til en enhed - en rækkeindsprøjtningspumpe.

Formål

Indsprøjtningspumpens opgave er at indsprøjte den rigtige mængde olie på det rigtige tidspunkt, og med tilstrækkeligt højt tryk.

Opbygning

På nedenstående billede er vist en "åbnet" række indsprøjtningspumpe.



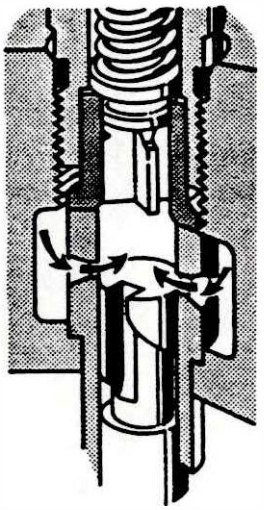
På billedet angiver:

1.	Trykrør	9.	Stempelfane
2.	Trykventil	10.	Stempelfjeder
3.	Sugerum	11.	Fjedertallerken
4.	Cylinder	12.	Indstillingsskrue
5.	Stempel	13.	Rullestyr
6.	Tandkrans	14.	Knastaksel
7.	Reguleringstandstang	15.	Knast
8.	Reguleringsbøsning	16.	Fortrykspumpe

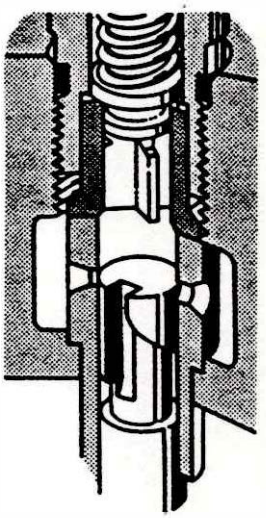
Pumperne en stempelpumpe. Pumpestemplet bevæges op af knasten (15), og trækkes ned af fjederen (10). Knastakslen (14) i bunden af huset drives via en tandhjulsudveksling af dieselmotorens krumtapaksel.

Pumpestemplet er drejeligt. Det drejes ved hjælp af reguleringstandstangen (7), der er i indgreb med tandkransen (6). Tandkransen sidder fast på reguleringsbøsningen (8), og denne griber i stempelfanen (9). Når reguleringstandstangen bevæges, drejes pumpestemplet.

Virkemåde



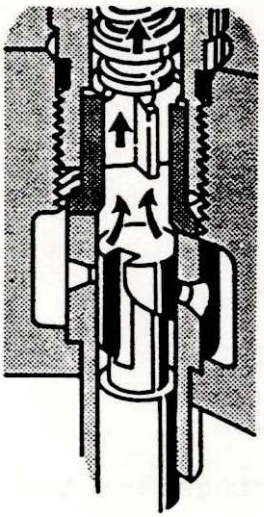
1



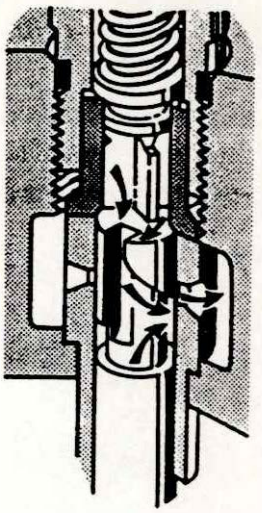
2

1. Når stemplet er i bund åbner det for tilgangsboringen og brændolien trykkes fra pumpens sugerum ind i pumpecylinderen og fylder cylinderen.

2. Stemplet bevæges op og lukker for tilgangsboringerne.



3



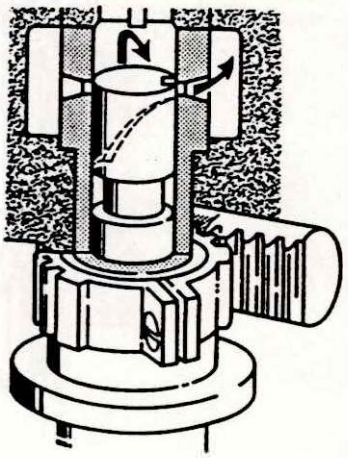
4

3. Under stemplets videre vandring, presses olievolumen op igennem trykventilen og ud i trykledningen til forstøverventilen.

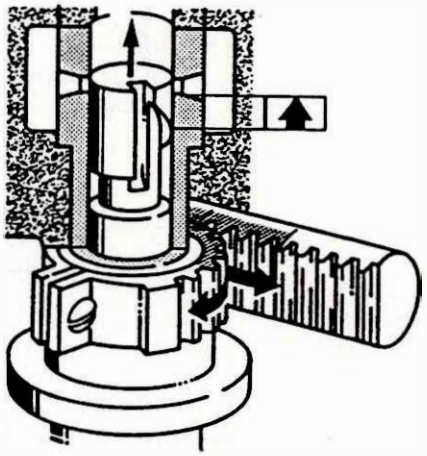
4. Styrerkanten på pumpestemplet blotter tilbageløbsboringen. Olien over stemplet får nu forbindelse til tilbageløbsboringen, hvorved trykket falder momentant og trykventilen lukker.

Regulering

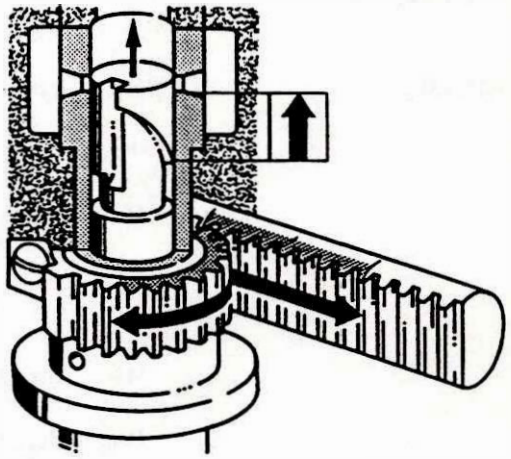
Pumpens effektive slaglængde varieres ved at dreje pumpestemplet.



Ingen fyldning.
Pumpestemplet er drejet således at den udfræsede rille i stemplet står ud for returløbsboringen. Der vil således ikke kunne opstå noget tryk over stemplet.



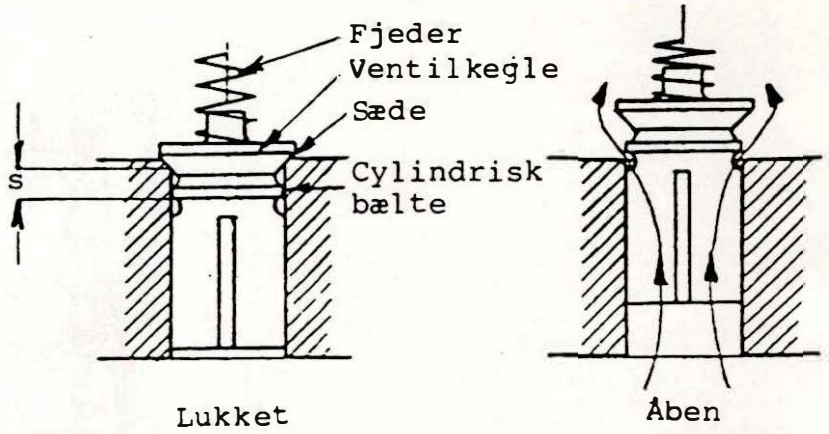
Delfyldning.
Stemplet er drejet således at stemplet presser olie ud i trykledning under noget af sin slaglængde. Den effektive slaglængde er fra stempeltoppen lukker for til- og afgangsboringerne, til den skrå styrekant blotter afgangsboringen.



Fuld fyldning.
Stemplet er drejet så meget at den skrå styrekant først åbner for returløbsboringen umiddelbart før pumpestemplet når sit topdødpunkt. Den effektive slaglænge er næsten den samme som pumpestemplets slaglængde.

Trykventil

Trykventilen fungerer som kontraventil og som trykaflastningsventil.



Når styrekanten på indsprøjtningspumpens stempel blotter tilbageløbsboringen, og trykket over stemplet dermed forsvinder, trykkes ventilkeglen mod sædet af fjederen og af olietrykket i trykrøret. Først lukker det cylindriske bælte for afgangen, efter vandringen "S" lukker ventilkeglen mod sit sæde.

Vandringen "S" giver en volumenforøgelse i røret til forstøverdysen, hvilket giver et trykfald der sikrer en hurtig lukning af forstøverventilen og forhindrer efterdrypning af forstøverventilen.

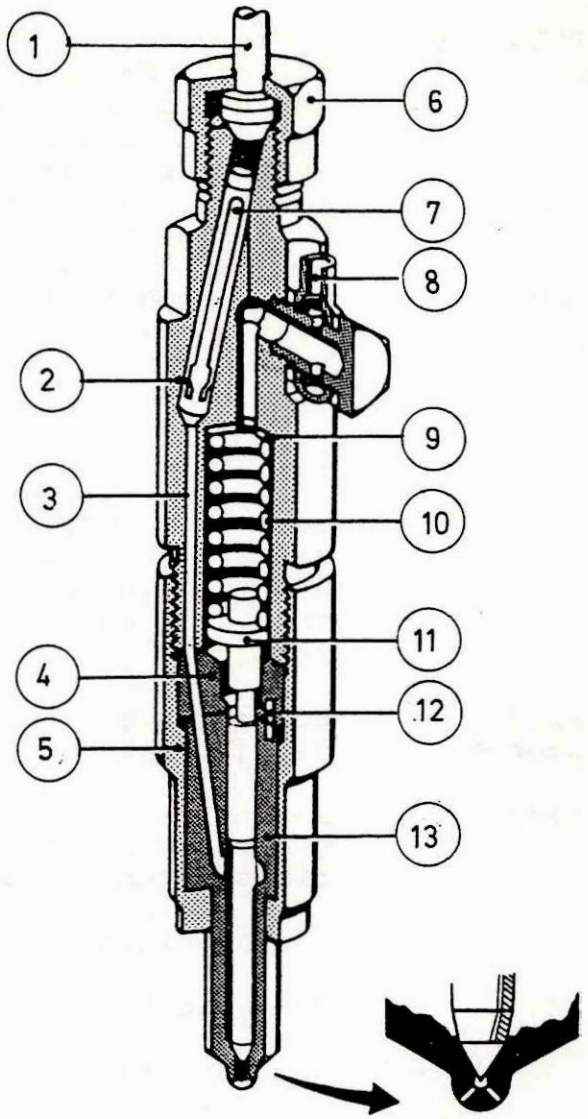
Forstøverventil

Forstøverventilens opgave er at indsprøjte brandolien fint forstøvet i forbrændingskammeret.

Opbygning

På figuren angiver:

1. Tilgang (trykrør)
2. Ventilhus
3. Trykkanal
4. Mellemskive
5. Dyseomløber
6. Omløbsmøtrik
7. Stavfilter
8. Lækolieafgang
9. Trykindstillingsskiver
10. Trykfjeder
11. Trykbolt
12. Styrestift for fiksering af indsprøjtningsdyse
13. Indsprøjtningsdyse



Virkemåde

Fjederen (10) trykker via trykbolten (11) på dysenålen. Forspændingen af fjederen bestemmer dysens åbningstryk der ligger på ca 200 bar. Fjederen forspændes ved hjælp af trykindstillingsskiverne (9).

Brændolien står i trykrøret fra indsprøjtningspumpen i tilgangen (1), filtret (2), trykkanalen (3) og ned i rummet omkring dysenålen. Når indsprøjtningspumpen trykker en mængde olie til forstøverdysen vil olietrykket i dysen stige og presse mod den skrå kant på dysenålen, når olietrykket overvinder fjederkraften hæver dysenålen sig og olien sprøjtes fint forstøvet ind i cylinderen. Når trykventilen på indsprøjtningspumpen lukker falder olietrykket i forstøverventilen og dysenålen presses øjeblikkeligt mod sit sæde af fjederen (10).
På grund af det høje tryk under indsprøjtningen lækker der lidt olie op langs dysenålen og op i fjederrummet. Denne lækolie, der ledes bort ved afgangen (8), køler og smører forstøverventilen.

REGULERING AF DIESELMOTOREN

Dieselmotoren er i modsætning til Otto-motoren ustabil, da den i ubelastet stand - tomgang - enten vil gå op i omdrejninger - løbe løbsk, eller gå i stå. Dieselmotorens indsprøjtningspumpe forsynes derfor med en regulator, der både holder tomgangshastigheden inden for et bestemt interval og sikrer at motorens maximumsomdrejningstal ikke overskrides. Omdrejningstal der ligger imellem tomgang og fuldlast styres af reguleringshåndtagets stilling. Regulatoren kan dog også være indrettet så den kan "holde" omdrejningstal i intervallet mellem tomgang og fuldlast.

Reguleringsmetoden for en dieselmotor er BLANDINGSREGULERING, idet den indsugede luftmængde i cylinderen næsten er konstant og der reguleres på den indsprøjtede oliemængde. Otto-motoren har FYLDNINGSREGULERING, idet der reguleres på hvor stor en ladning der skal "fyldes" i cylinderen.

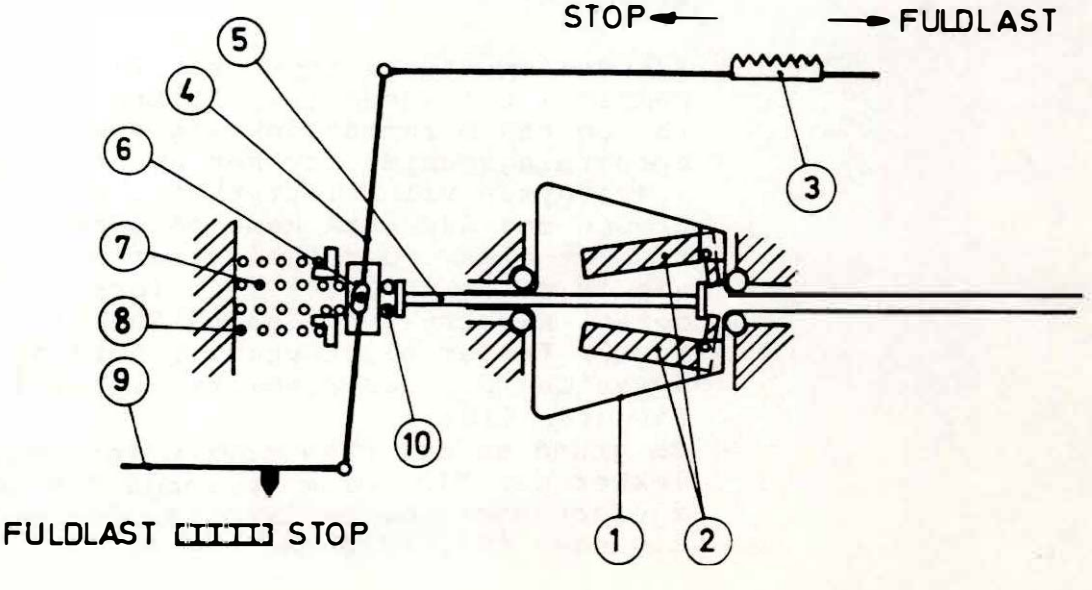
Svingklodsregulatoren

Som nævnt er den almindeligste regulator en svingklodsregulator.

Opbygning

Nedenstående er vist en principskitse af en tomgangs- og maximalomdrejningsregulator og positionsnumrene er følgende:

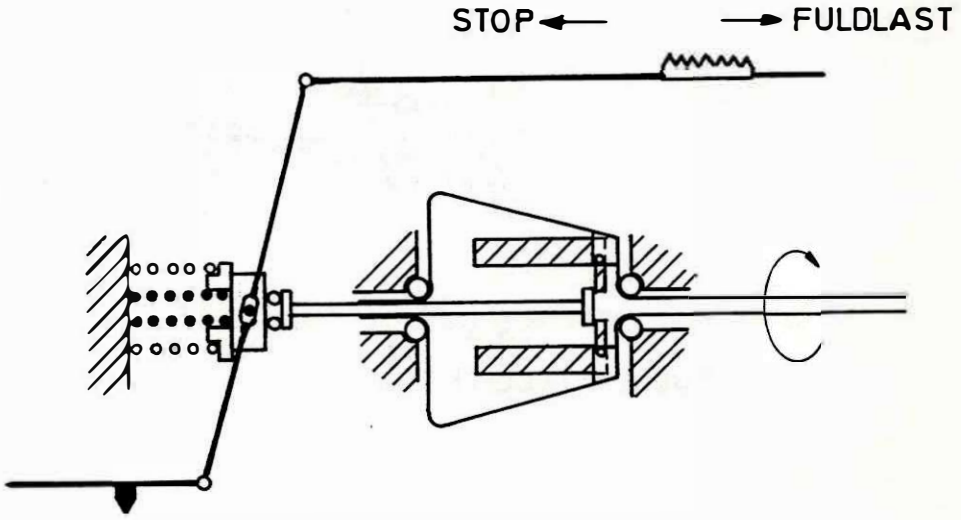
1. Regulatorstol
2. Svingvægte
3. Tandstang til indsprøjtningspumpe
4. Reguleringsarm
5. Trykstok
6. Kulissestyr
7. Tomgangsfjeder
8. Maximalreguleringsfjeder
9. Reguleringsstang
10. Trykleje



Virkemåde

Principskitsen på side 3-42 viser regulatoren i stilstand d v s motoren er stoppet.

Tomgangsfjederen (7) presser, ved hjælp af kulissestyret (6) tryklejet (9) og trykstokken (5), svingvægtene sammen. Tandstangen (3) har drejet indsprøjtningspumperne til fuld fyldning.

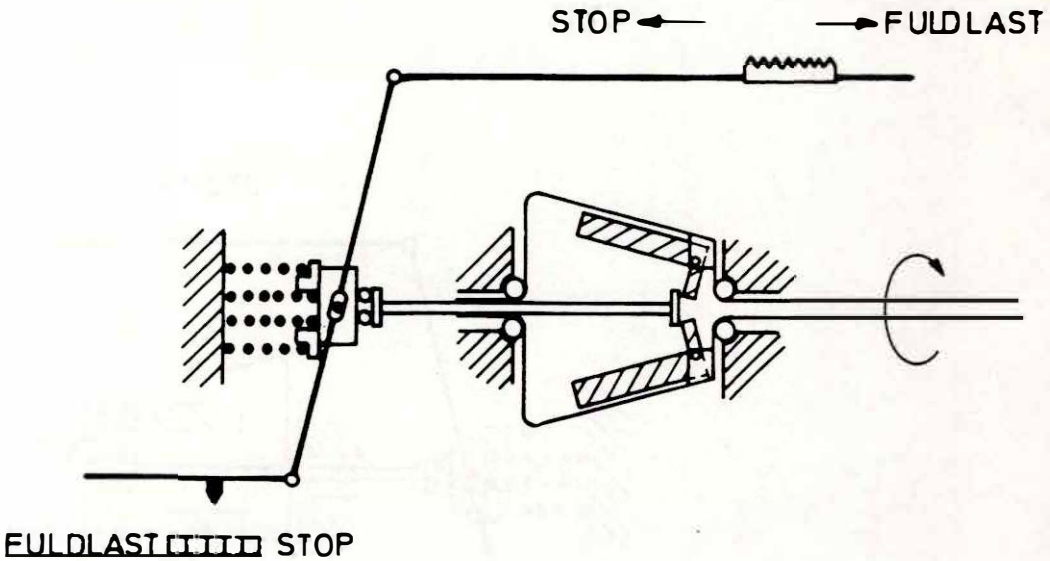


FULDLAST [IIII] STOP

Når motoren kører, trækkes regulatoren rundt og følger motorens omdrejninger. Ved at stille reguleringsstangen på en dellast vil reguleringsarmen drejes over kulissestyret og bevæge tandstangen til større fyldning af pumperne. Når motoren kører op i omdrejningen kører regulatoren med op i omdrejninger. Centrifugalkraften vil presse svingvægtene fra hinanden.

Svingvægtene vil trykke mod trykstokken. Trykstokken vil presse kulissestyret mod tomgangsfjederen som herved sammenpresses. Under tomgangsreguleringen er det kun tomgangsfjederen (7) der er virksom.

Når trykstokken bevæges mod fjederen vil reguleringsarmen trække tandstangen mod mindre fyldning af indsprøjtningspumpen. Der vil indfinde sig en ligevægt mellem indsprøjtningspumpens fyldning, motorens omdrejningstal og svingvægtenes stilling i forhold til regulatorfjederen og reguleringsarmen der indstiller indsprøjtningspumpen.



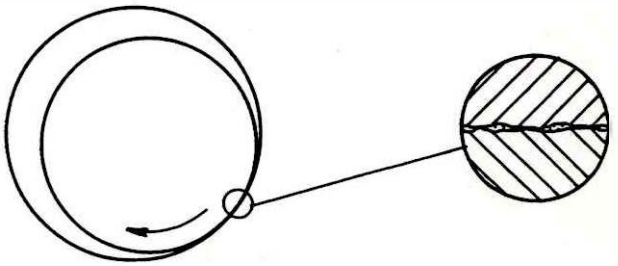
Hvis motoren pludselig aflastes vil den og regulatoren løbe op i omdrejninger, og centrifugalkraften vil presse svingvægtene yderligere fra hinanden. Svingvægtene vil via trykstokken tryklejet og kulissestyret presse maximalreguleringsfjederen sammen. Når kulissestyret presser fjederen sammen, trækker reguleringsarmen indsprøjtningspumperne mod mindre fyldning. Motoren er beskyttet mod at dens maximale omdrejningshastighed overskrides.

SMØRING

Alle motordele, der glider mod hinanden må smøres for at nedsætte friktionen. (Gnidningsmodstanden). Smøremidlet medvirker samtidigt med at bortlede friktionsvarmen fra lejerne, samt forbrændingsvarme fra cylindre og stempler. Endvidere udjævner olien cylinderfladernes ujævnheder og medvirker herved til at tætne forbrændingsrummet.

Tør friktion

Betragter man et glideleje og en aksels tilsyneladende glatte overflade i et mikroskop. vil man se at fladerne stadig er i besiddelse af et stort antal små ujævnheder, som vil gribe ind i hinanden når akslen drejes i lejet. Dette kaldes tør friktion.

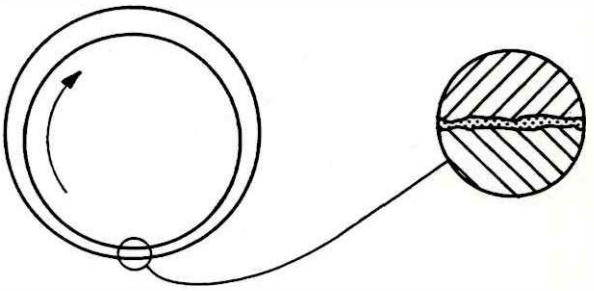


Tør friktion

Hvis motoren skulle arbejde med denne tørre friktion, hvor ujævnhederne griber ind i hinanden ville der udvikles varme, friktionsmodstanden bliver større, modstanden bliver så kraftig, at der rives partikler ud af fladerne. Hvilket medfører at delene til sidst opvarmes så meget at lejemetallet smelter.

Væskefriktion

Dette kan undgås ved at man mellem fladerne tilfører et smøremiddel, der udfylder alle ujævnheder, og kan danne en sammenhængende smørefilm der holder de to flader adskilt.



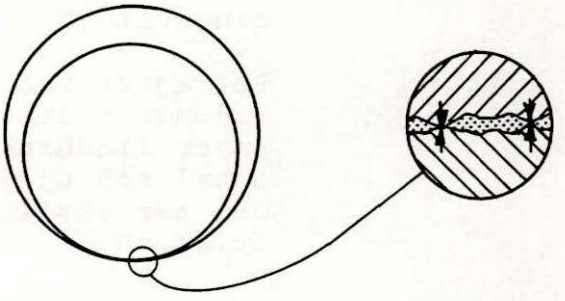
Væskefriktion

Man har nu en væskefriktion, med en friktionsmodstand der kun afhænger væskens indre modstand.

Kan smøremidlet holde de to glideflader adskilt, vil der ikke opstå den samme friktionsvarme som ved tør friktion.

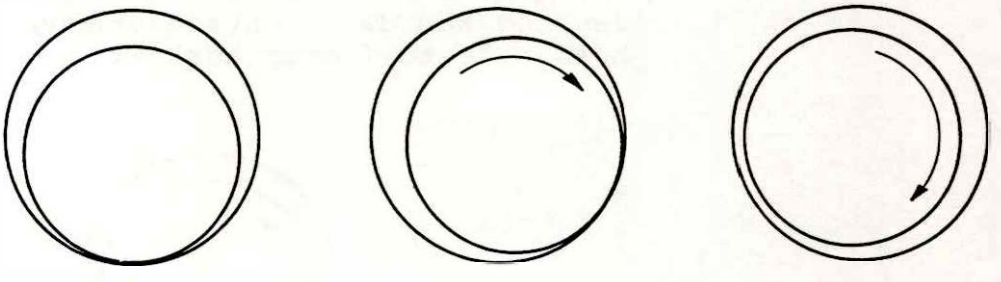
Halvtør friktion

Udsættes lejet for en meget stor belastning, vil smøreolien ikke kunne adskille fladerne helt. Fremspringende punkter i materialerne kommer i berøring med hinanden og opvarmes kraftigt, hvilket medfører rivning.



Ethvert leje udsættes i kortere perioder for drift med halvtør friktion, idet lejesølen ved stilstand synker gennem oliefilmen og lægger sig på lejets bund. Olien kan derfor kun tilføres oppefra og først når sølen har drejet sig nogen tid vil den have trukket så meget olie ind under sig at sølen løftes op i lejets midte. Netop af denne grund bør en kold motor ikke belastes for tidligt.

Tegningen herunder viser tilstanden i et leje fra stilstand til der er opbygget en smøreoliefilm mellem leje og aksel.



a. b. c.

a. stilstand

b. akslen drejer, halvtør friktion

c. akslen drejer på smøreoliefilmen, væske, friktion.

For at undgå rivning ved halvtør friktion f eks ved start anvendes lejemateriale med en vis selvsmørende evne.

Smøreoliens egenskaber

Smøreolie til forbrændingsmotoren fremstilles næsten udelukkende af mineralsk råolie ved vakuumdestillation og en raffinering der gør den egnet til at modstå de påvirkninger den udsættes for i motoren.

Viscositet

Viscoitet for en væske er et mål for dens indre friktion eller indre sejhed. Tyktflydende væsker som f eks beg har stor viscositet, medens tyndtflydende væsker har lille vicositet.

Smøreolien skal danne en smørefilm, der dels er så stærk at den ikke brister, men ikke har så stor indre friktion at det medfører effekttab.

Additiver

For at forbedre smøreoliens egenskaber tilsættes olien forskellige kemikalier (additiver), der blandt andet har følgende formål

- at hindre iltning af olien ved høje temperaturer
- at hindre skumdannelse
- at neutralisere syredannelser (hindre korrosion i lejemetal)
- at virke slamopløsende og slamhindrende ved at holde urenheder opslemmede i olien, således at de ikke klumper sammen eller sætter sig fast i smørekanalerne
- at virke flydepunktsænkende, således at olien også smører godt ved lave temperaturer,
- at virke viscositetsforbedrende d v s hindre for stor forskel på viscositeten ved høje og lave temperaturer,
- at forstærke oliens samhængskraft (kohæsionen) og dens vedhængskraft (adhæsionen).

En god grundolie, tåler større påvirkninger såsom høje temperaturer før den nedbrydes, og behøver derfor en mindre additivmængde end en mindre god grundolie.

En mindre god grundolie bliver ikke en førsteklasses olie, blot fordi man tilsætter en større portion additiver. Fordi additivernes virkning nedbrydes under motorens drift, olien har herefter kun sine egne egenskaber tilbage.

SMØREOLIE-
KREDSLØBET

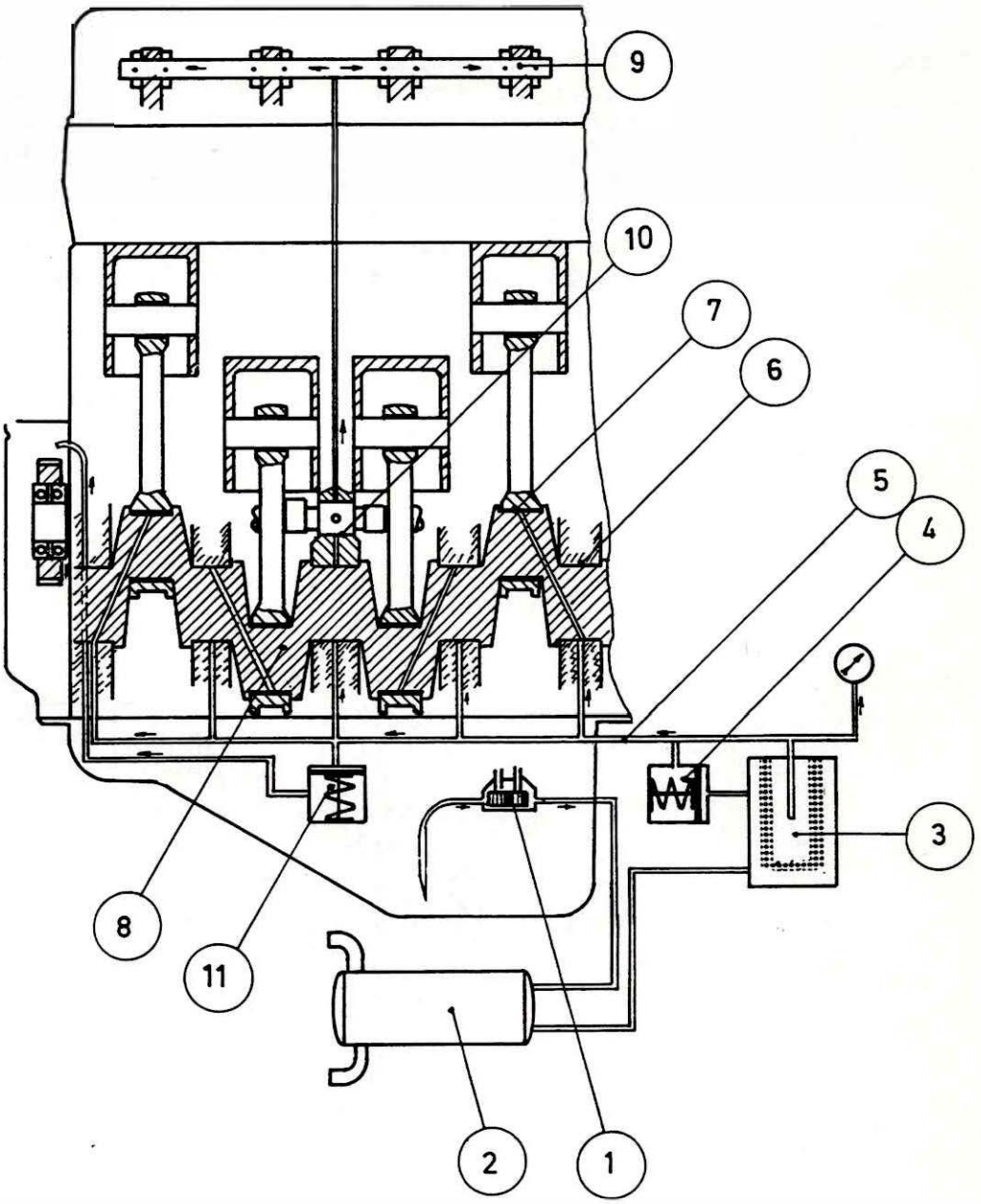
Smøreolien cirkuleres i motoren ved hjælp af en tandhjulspumpe.Tandhjulspumpen (1) suger olien op fra bundkarret. Gennem oliekøleren (2) til smøreoliefilteret (3) som er forsynet med en overtryksventil (4) der leder olien uden om filteret såfremt trykket stiger, p g a kold olie eller tilstoppet filter. Fra filteret trykkes olien ud i hovedsmørekanalen (5) hvorfra olien fordeles til hovedlejerne (6). Plejlstangsølerne (7) smøres af olie fra hovedlejerne gennem kanaler i krumtapakslen.

Knastaksel lejet (10) og vippearmsaksel (9) tilføres olie gennem kanaler i motorstativet. Vippearmene tilføres olie fra den hule vippearmsaksel, ventilspindel og stødstænger smøres af olie gennem kanaler i vippearmene.

Stempler og stempelpind smøres af den olie som trænger ud ved plejstangssølerne og piskes ud i krumtaphuset når motoren arbejder.

Reguleringsventil (11) har til opgave at holde et konstant smøreolietryk i kredsløbet.

Fra alle smøresteder løber olien tilbage til bundkarret, hvorfra den påny bliver sat i cirkulation.

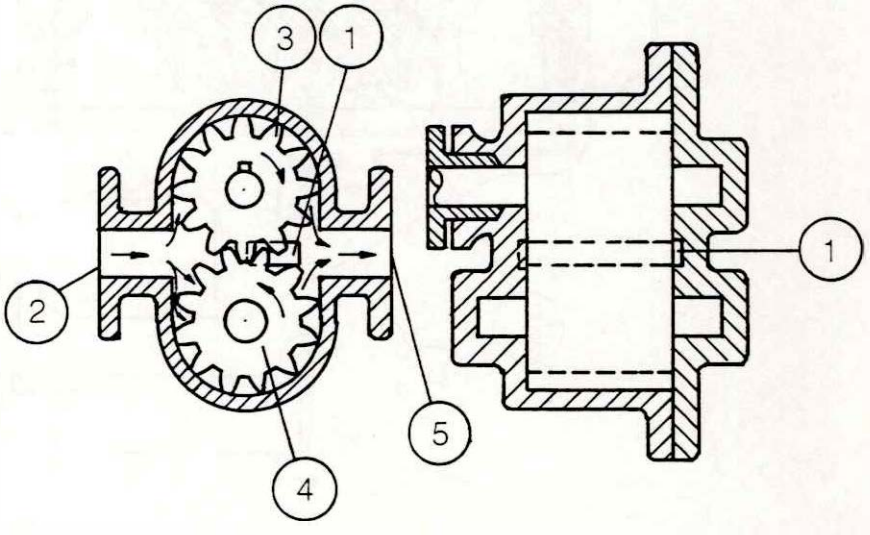


1. Tandshjulspumpe
2. Oliekøler
3. Oliefilter
4. Overtryksventil
5. Hovedsmørekanal
6. Hovedleje
7. Plejlstangsleje
8. Krumtapaksel
9. Vippearmsaksel
10. Knastakselleje
11. Reguleringsventil

Tandshjulspumpen

Virkemåde

Tandhjulspumpen består af et hus, hvori to tandhjul styres, huset slutter tæt om tandhjulenes sider og periferi. De to udvendigt fortandede tandhjul griber ind i hinanden, tandhjul (3) drives i pilens retning og tager tandhjul (4) med i modsat omdrejningsretning. Smøreolien føres nu, fra sugesiden (2), af pumpehjulenes tandmellemrum langs pumpehusets sider til tryksiden (5).



På tegningen ses at tænderne, på tryksiden, lukker mellemrummene før disse er helt tømt. Derfor er der på dette sted boret aflastningshuller (1) i pumpehusets væg, herfra ledes den indeklemte olie til tryksiden (5).

Smøreoliefilter

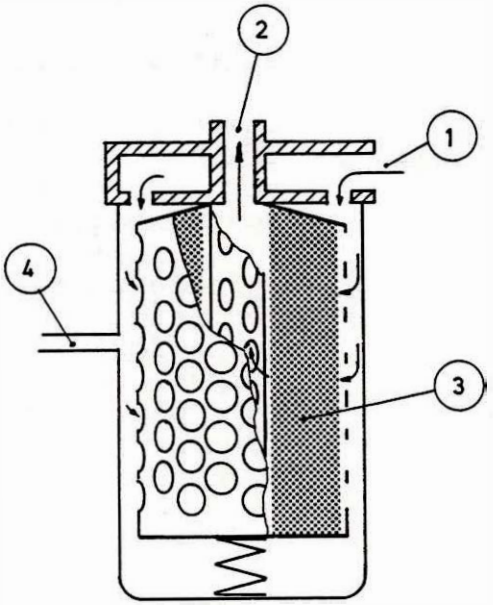
Olien optager under motorens drift fremmede stoffer, f eks afslidte partikler fra de bevægelige dele i motoren og andet. Disse stoffer kan danne en slags slibepasta som vil kunne virke slidende på motorens glideflader, samt tilstoppe smørekanalerne.

For at udskille disse urenheder, indskydes et smøreoliefilter i smøreoliesystemet.

De almindeligt anvendte oliefiltre er forsynet med en udskiftelig indsats at foldet filterpapir. Olien strømmer ind i filterhuset omkring indsatsen, der har meget stor overflade, gennem papiret og ud ved filterets center. Snavset samler sig på filterindsatsens yderside, denne udskiftes med fastlagte mellemrum.

Hovedstrøms-filter Full Flow

Oliefilteret kan være enten et hovedstrømsfilter (Full Flow filter) eller et sidestrømsfilter (By-pass filter). I hovedstrømsfilteret passerer hele oliemængden filteret på vejen fra pumpen til smørekanalerne. Et sådant filter er forsynet med en omløbsventil, der skal lede olien uden om filteret, såfremt modstanden i filteret bliver for stort, p g a tilstopning.



1. Tilgang fra pumpe
2. Udgang til hovedsmørekanal
3. Papirfilterindsats
4. Til overtryksventil

Sidestrøms-filter By-pass

Sidestrømsfilteret gennemstrømmes kun af en del af olien, og vil derfor ikke være nogen hindring for cirkulationen, såfremt filteret tilstoppes.

Smøreoliekøleren

Motorens høje temperatur påvirker smøreolien, som bliver meget tyndtflydende, mister sin sejhed, og kan derfor ikke danne en holdbar smørefilm. Den må derfor under driften nedkøles til passende lav temperatur (ca 90°).

Olien afkøles af motorens kølevand i oliekøleren.

Smøreolietrykket

Smøreolietrykket er afhængigt af motorens omdrej ningstal og oliens vicositet. Trykket måles som regel på hovedsmørekanalen. På nogle motorer måles smøreolietrykket på kredsløbets fjerneste smørested, hvorved opnås sikkerhed for et mind stetryk i hele kredsløbet.

Manglende smøreolietryk

Trykfald i smøresystemet opstår oftest på grund af manglende olie i motoren. Under motorens normale drift, vil der altid være et vist forbrug af olie., idet den olie der befinder sig på cylindervæggen, forbrænder i forbrændingstakten.

Oliestanden i motoren skal derfor jævnligt kontrolleres.

Stort olieforbrug kan skyldes

- utæthed ved pakninger
- utæthed eller brud ved rørforbindelser
- slidte olieskraberinge (konstateres ved blå udstødsrøg).

Manglende smøreolietryk kan også skyldes slidte lejer (stort lejespillerum), hvorved modtrykket i lejerne forsvinder, tilførslen af olie til det fjerneste smørested i kredsløbet bliver mindre eller ophører, med rivning af lejer til følge.

DIESELMOTORENS KØLING

Formål

Når dieselmotoren arbejder vil de høje temperaturer der fremkommer ved forbrændingen forplante sig til motorens konstruktionsdele og til motorens smøreolie.

Materialerne der anvendes til konstruktion af motorer er væsentligst stål, støbejern, bronce og letmetal. Fælles for disse materialer er at de ikke tåler at blive udsat for høje temperaturer.

Smøreolien tåler ligeledes ikke høje temperaturer, idet dens smøreegenskaber da nedbrydes.

For at beskytte motorens konstruktionsdele og smøreolien, køler man motoren. Kølingen kan enten ske med vand eller luft. I større motorer køles motorens stempler med olie, i øvrigt medvirker olien generelt til køling af motorernes bevægelige dele.

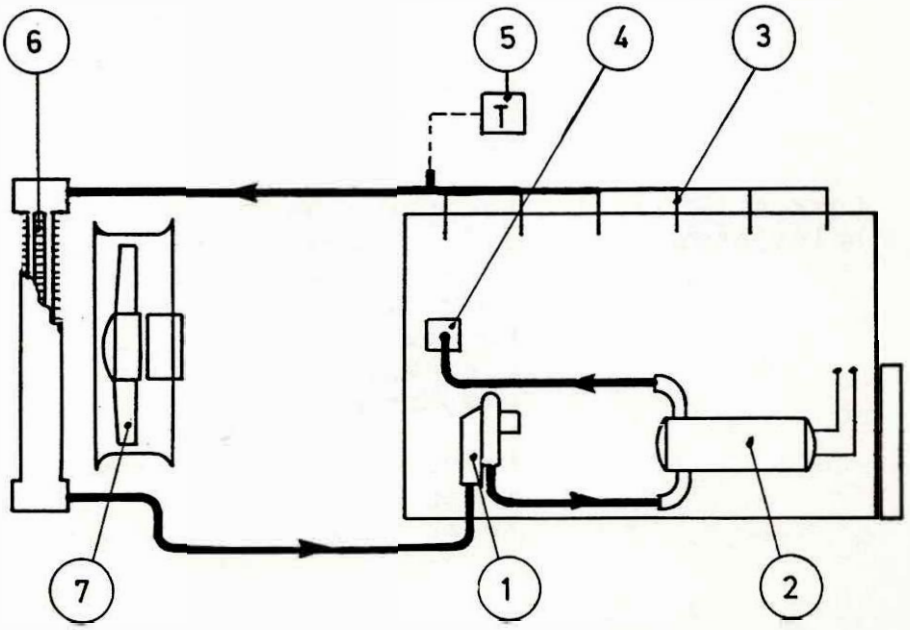
Vandkøling

Opbygning

Herunder er vist en principskitse for et enkelt kølevandssystem.

Positionerne er følgende:

1. Kølevandspumpe
2. Smøreoliekøler
3. Afgangsrør fra cylinderhoved
4. Kølevandstilgang til motor
5. Termostat
6. Køler
7. Ventilator



Virkemåde

Kølevandspumpen (1), der ofte er en centrifugalpumpe, trykker det kolde kølevand gennem smøreoliekøleren. I smøreoliekøleren afgiver olien noget af sin varme til kølevandet, der derved opvarmes en smule. Fra oliekøleren trykkes kølevandet ind i motoren. I motoren fordeles kølevandet i hulrum om hver cylinderforing, og løber derfra gennem kanaler op i hulrum i cylinderhovedet og køler dette. Fra hvert enkelt cylinderhoved løber kølevandet i et afgangsrør (3) til et samlerør der bliver større i dimension for hvert cylinderhoved. Efter sidste afgangsrør er der monteret en termostat (5). Termostaten overvåger kølevandets afgangstemperatur fra motoren.
Køleren (6) består af mange parallelle rør med ribber, ribberne giver rørene en større overflade, således at de bedre kan bortlede varmen fra kølevandet til luften. Efter køleren suges vandet tilbage til pumpen og cirkuleres på ny.
Ventilatoren (7) kan være elektrisk drevet eller trukket via en oliekobling af motoren. Når termostaten (5) registrerer at kølevandstemperaturen overskrider en given grænse (f eks 80°) giver termostaten ordre til at starte ventilatoren (starter el-motoren eller indkobler oliekoblingen). Ventilatoren trækker en stor luftstrøm igennem køleren. Den øgede luftstrøm øger varmeafgivelsen i køleren, så vandet køles yderligere.

Det er store varmemængder der fjernes med kølevandet ca 25% incl smøreolekøling. Se i øvrigt sankeydiagrammet i afsnit 1.

Åbent kølesystem

Et kølevandssystem, som det ovenfor beskrevet, kan være et åbent system, det vil sige at kølevandet har adgang til det fri, som regel i forbindelse med køleren eller en ekspantionsbeholder ved køleren.

Det åbne system betyder at kølevandets kogepunkt er på 100°C. Desuden giver det åbne system en stor fordampning af kølevand, hvilket medfører at kølevandsstanden skal pejles ofte specielt i varme perioder.

Lukket kølesystem

Det beskrevne kølevandssystem kan også udføres som et lukket system, hvilket vil sige at der i køleanlægget er placeret en udluftningsventil, indstillet til et bestemt tryk, således at kølevandet holdes under det givne tryk på f eks 0,4 bar. Udluftningsventilen er ofte placeret på en ekspantionsbeholder.

Fordelen ved et lukket system er at der stort set ingen fordampning er. Desuden medfører trykket i kølesystemet at kølevandets kogepunkt ligger på

omkring 105° C. Den højere kølevandstemperatur giver motoren en højere driftstemperatur, hvilket medfører en bedre termisk virkningsgrad.

Årsager til for høj kølevandstemperatur

Der kan være flere årsager til for høj kølevandstemperatur:

MANGLENDE KØLEVAND, hvis der er for lidt vand i kølesystemet, er der mindre vand til at modtage varmen fra motoren, derfor stiger temperaturen.

LÆKAGE I RØRSYSTEMET, medfører for lidt vand i kølesystemet.

MANGLENDE KØLING, tilstoppet luftside af køleren eller ventilatoren defekt, begge dele begrænser den luftmængde som køleren skal afgive sin varme til, og vandtemperaturen stiger.

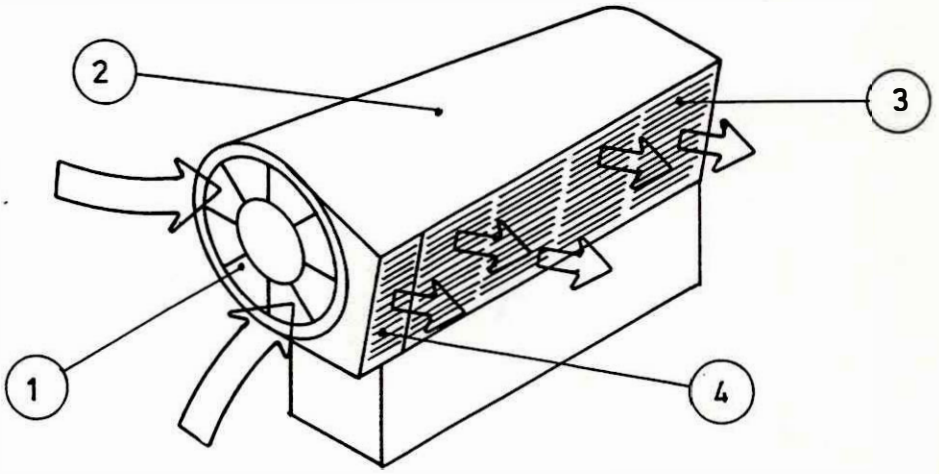
Luftkøling

Opbygning

På den luftkølede motor er cylindrene enkeltstående og forsynet med køleribber, der øger cylindrenes overflade for bedre varmeafgivelse.

På principskitsen herunder er positionerne følgende:

1. Ventilator
2. Dækskjold
3. Cylinder
4. Smøreoliekøler



Virkemåde

Ventilatoren (1) indblæser luft under dækskjoldet (2). Luften presses ud mellem køleribberne på cylindrene, ligeledes presses der luft gennem smøreoliekøleren (4).

Ventilatoren får ordre til start og stop af en termostat, der kan være placeret i udstødsrøret eller på et cylinderhoved.

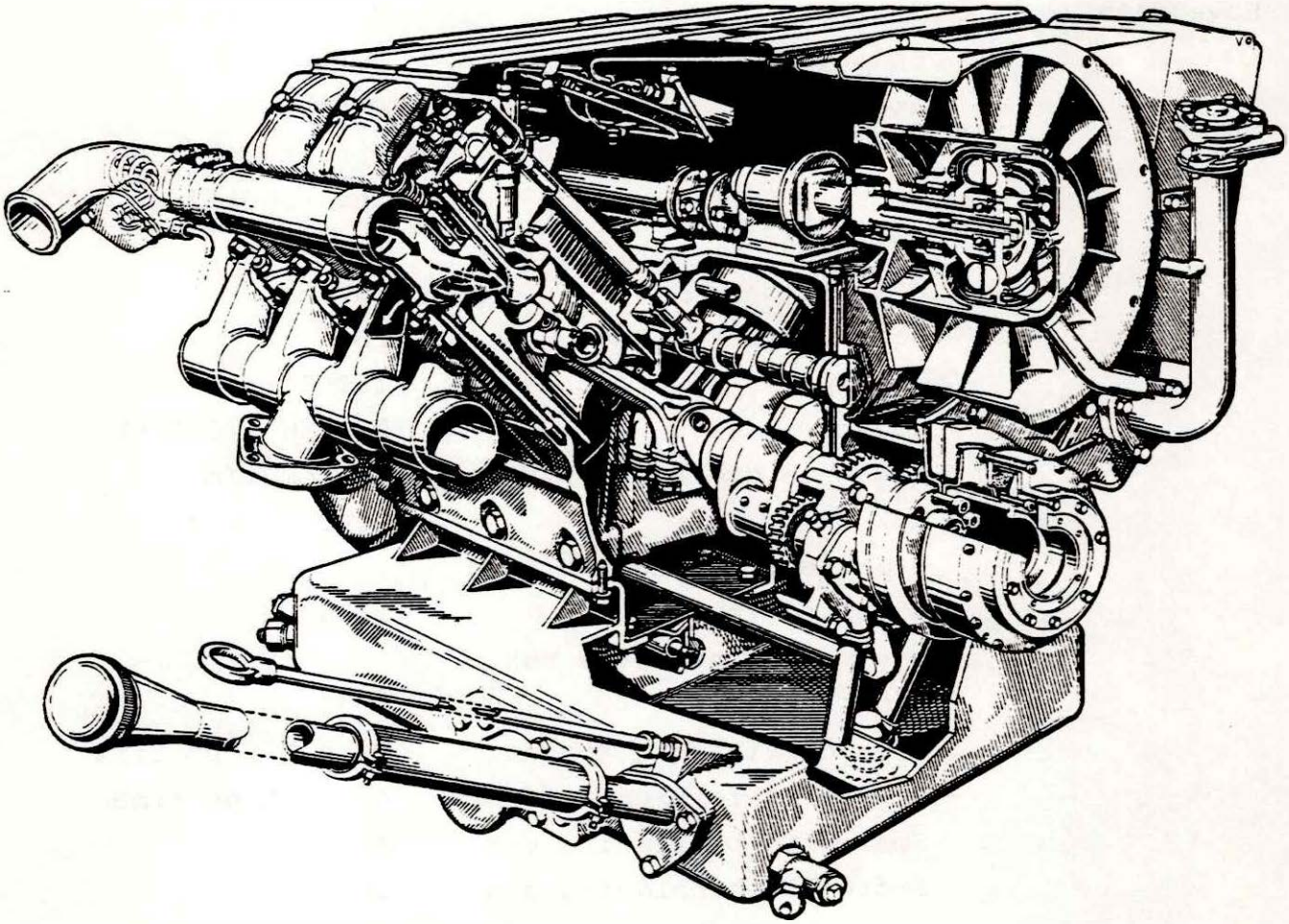
MOHTR

AFSNIT 4

413 MOTOREN

413 MOTORENS OPBYGNING OG FUNKTION	Fabrikat	KHD Deutz
	Motortype	V-motor
	Antal cylindre	12
	Typebetegnelse	12L413F
Hoveddata	Vægt	Ca 1200 Kg
	Køling	Luft
	Arbejdsmåde	4 takt
	Forbrændingsmetode	Direkte indsprøjtning
	Boring	120 mm
	Slaglængde	130 mm
	Kompressions forhold	18:1
	Volumen	16965 cm3
	Nominel ydelse	239 KW = 325 HK
	Tomgangs omdrejningstal	720 omdr/m
	Max omdr	2160 omdr/m
	Største drejningsmoment 1500 omdr/m	1185 Nm
	Drejningsmoment ved max omdr 2160	1055 Nm
	Brændolieforbrug tomgang	Ca 4,5 L pr time
	Brændolie forbrug fuldlast	Ca 65 L pr time
	Smøreolie beholdning max	40 L
	Smøreolie beholdning min	30 L
	Smøreolietryk min	0,6 bar
	Max smøreolietryk ved ende-reguleringsventil	4,5 - 6 bar
	Smøreolietryk ved pumpe max	10 bar
	Termostat ved oliekøler, åbner ved	95°C
	Olieforvarmer (fremmednet)	1000 W 220 V
	Max køleluft mængde	11390 m3/t
	Indsprøjtningspumpe	Boch rækkepumpe
	Regulator	Boch RQV
	Indsprøjtningsforstøver	Boch
	Indsprøjtningstryk	175 bar
	Start forvarmning indsug-ningsluft	2 stk 110 V gløde-spiraler

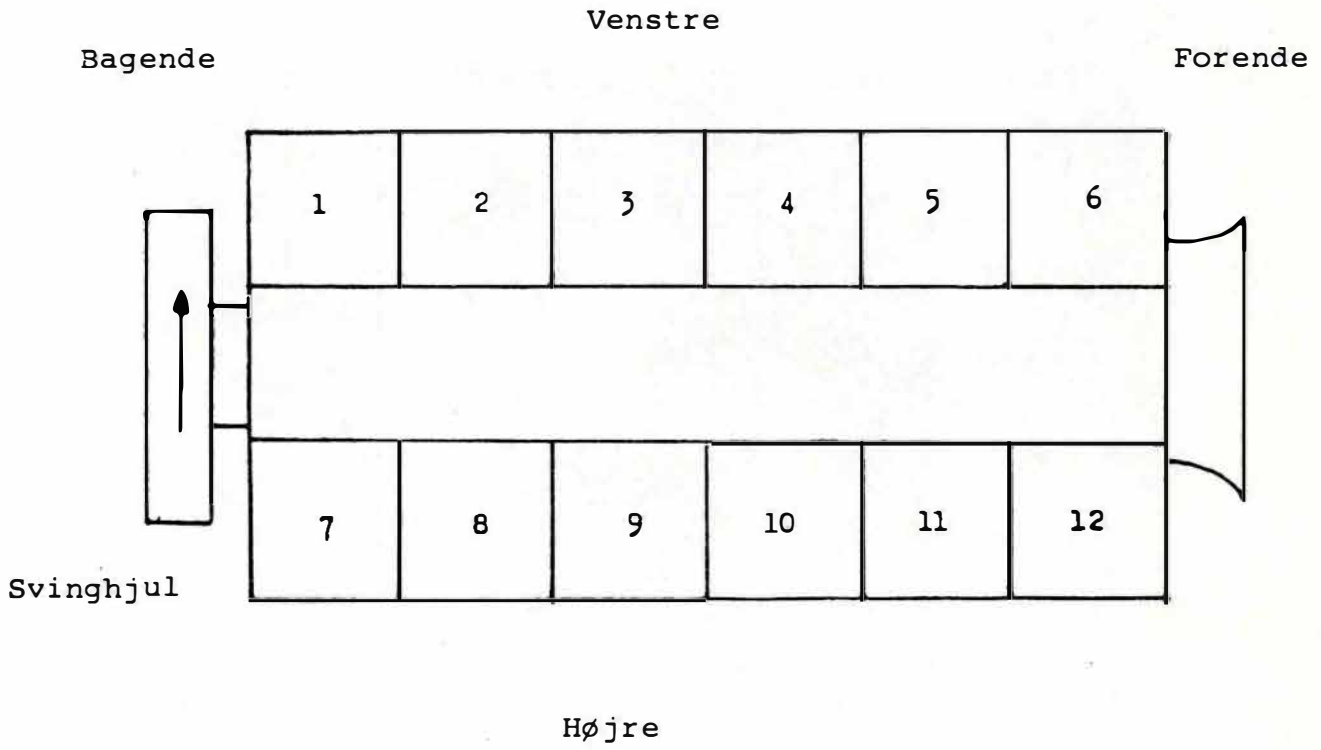
Generel beskrivelse af 413 motoren



Hver motorregional vognenhed MR/MRD er forsynet med en dieselmotor ophængt under vognen. Dieselmotoren er ved hjælp af kardanaksler forbundet med et hydraulisk transmissionsystem og en ladegenerator, hvori startmotoren er indbygget.

Motoren er en 12 cylindret luft kølet DEUTZ dieselmotor type F12L413F, som arbejder efter 4-takt princippet med direkte brændolieindsprøjtning. Motoren er af V-typen med 90° mellem de to cylinderrækker.

Motor F 12L413F set fra oven:



Tyebetegnelsen F 12 L 413 F er sammensat af følgende kodebetegnelser:

B = motor med turbolader

F = motor for køretøjer

12 = antal cylindre

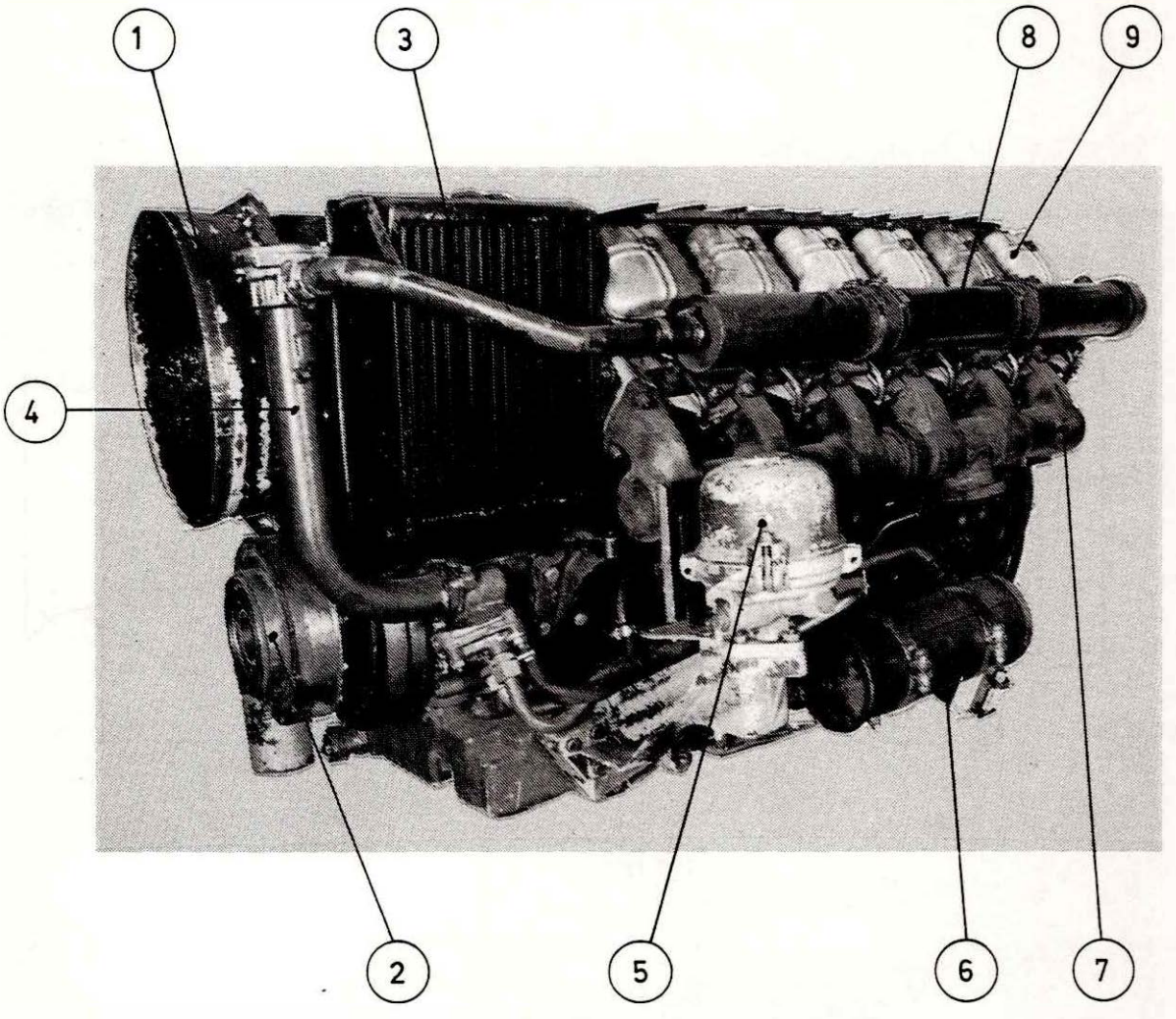
L = luftkøling

4 = model (byggeserie)

13 = slaglængde i cm

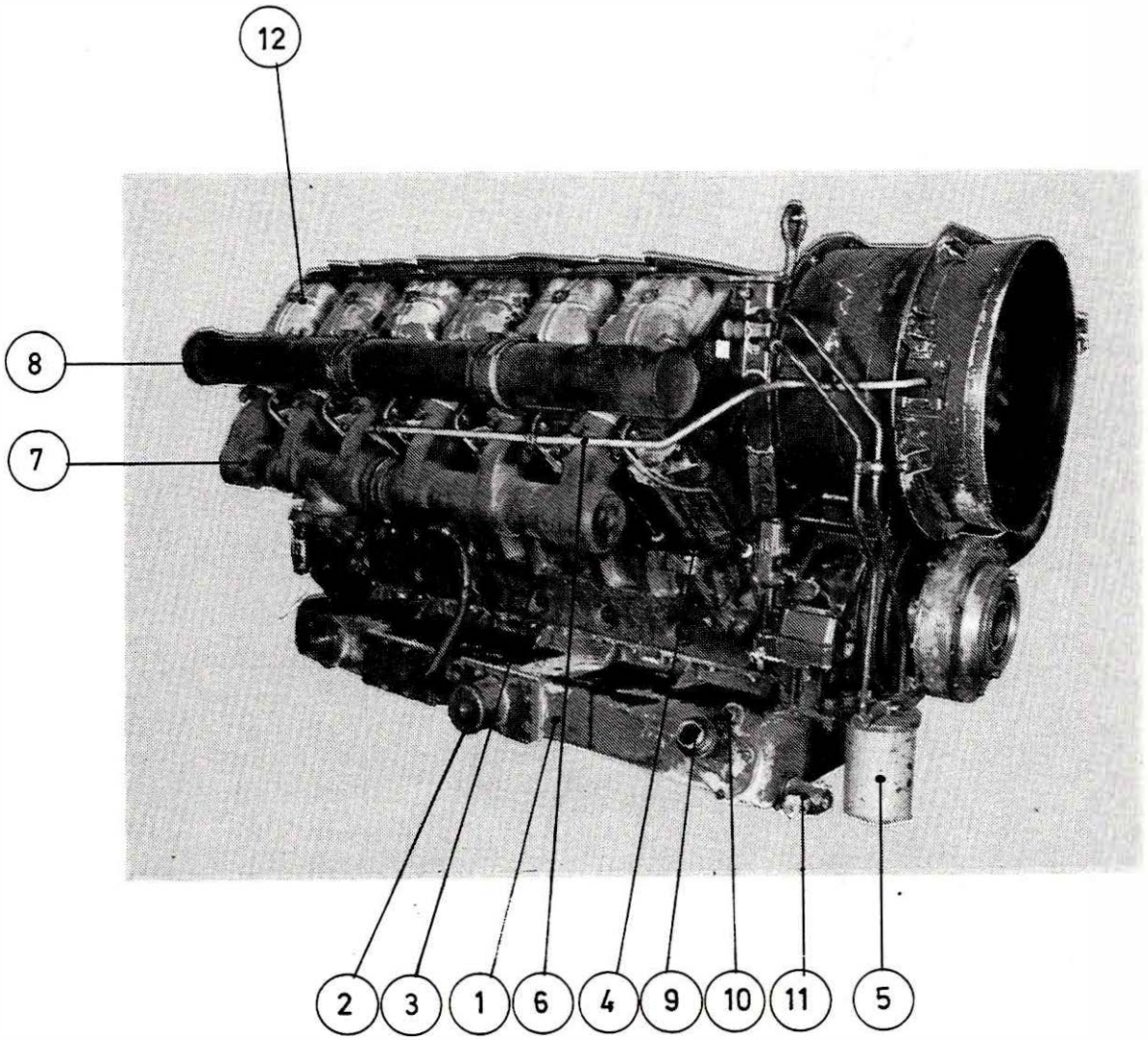
F = motor med øget effekt ved større udboring og slaglængde

Motoren set
fra forende
venstre side



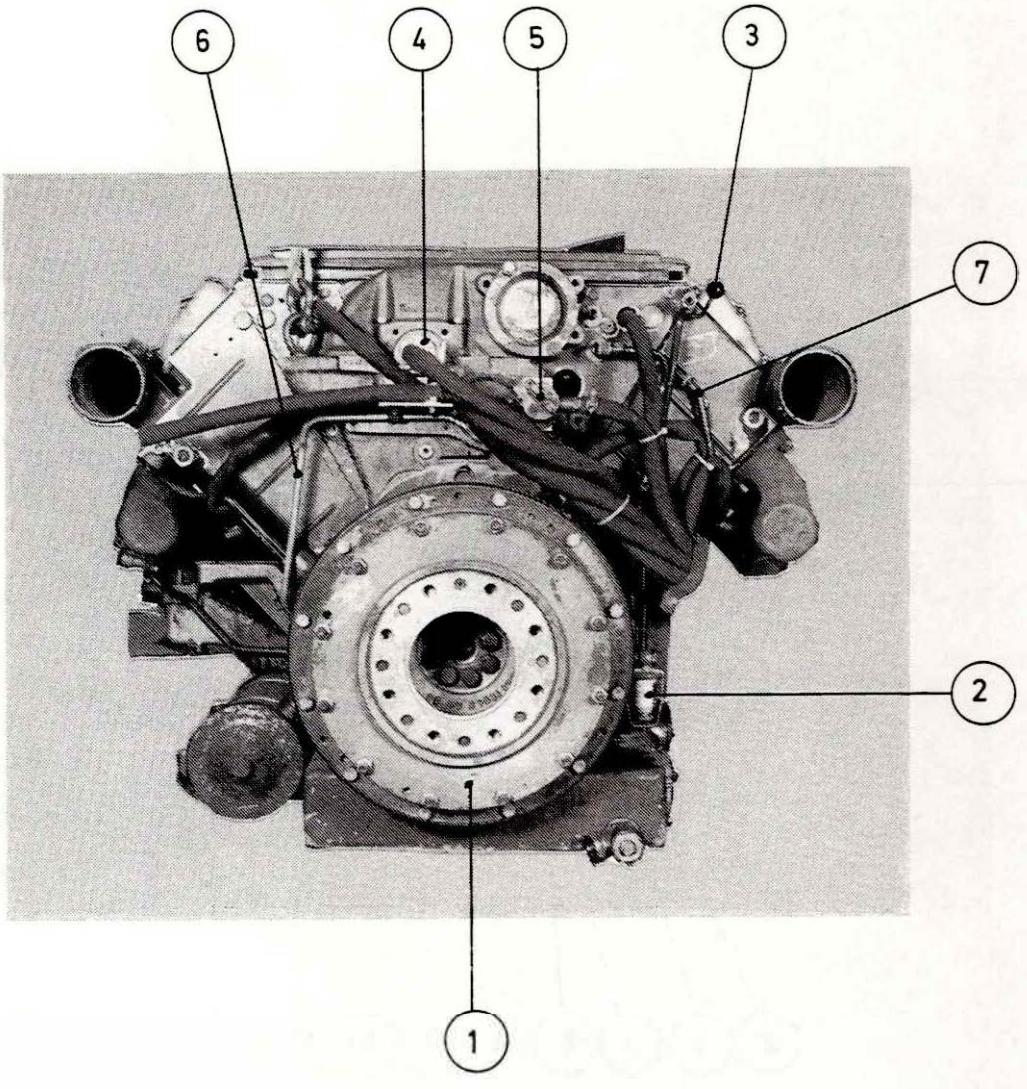
1. Køleluftventilator
2. Kobling for generator
3. Smøreoliekøler
4. Krumtaphusudluftning
5. Centrifugalfilter
6. Smøreoliefilter
7. Udstødningsrør
8. Indsugningsrør
9. Cylinderhoved nr 1

Motoren set
fra forende
højre side



1. Bundkar
2. Smøreolieforvarmer
3. Motorstativ
4. Cylinder
5. Brændoliefilter
6. Olierør for køleventilator
7. Udstødningsrør
8. Indsugningsrør
9. Smøreoliepåfyldning
10. Pejlerør
11. Aftapning af smøreolie
12. Cylinderhoved nr 7

Motoren set
fra bagende

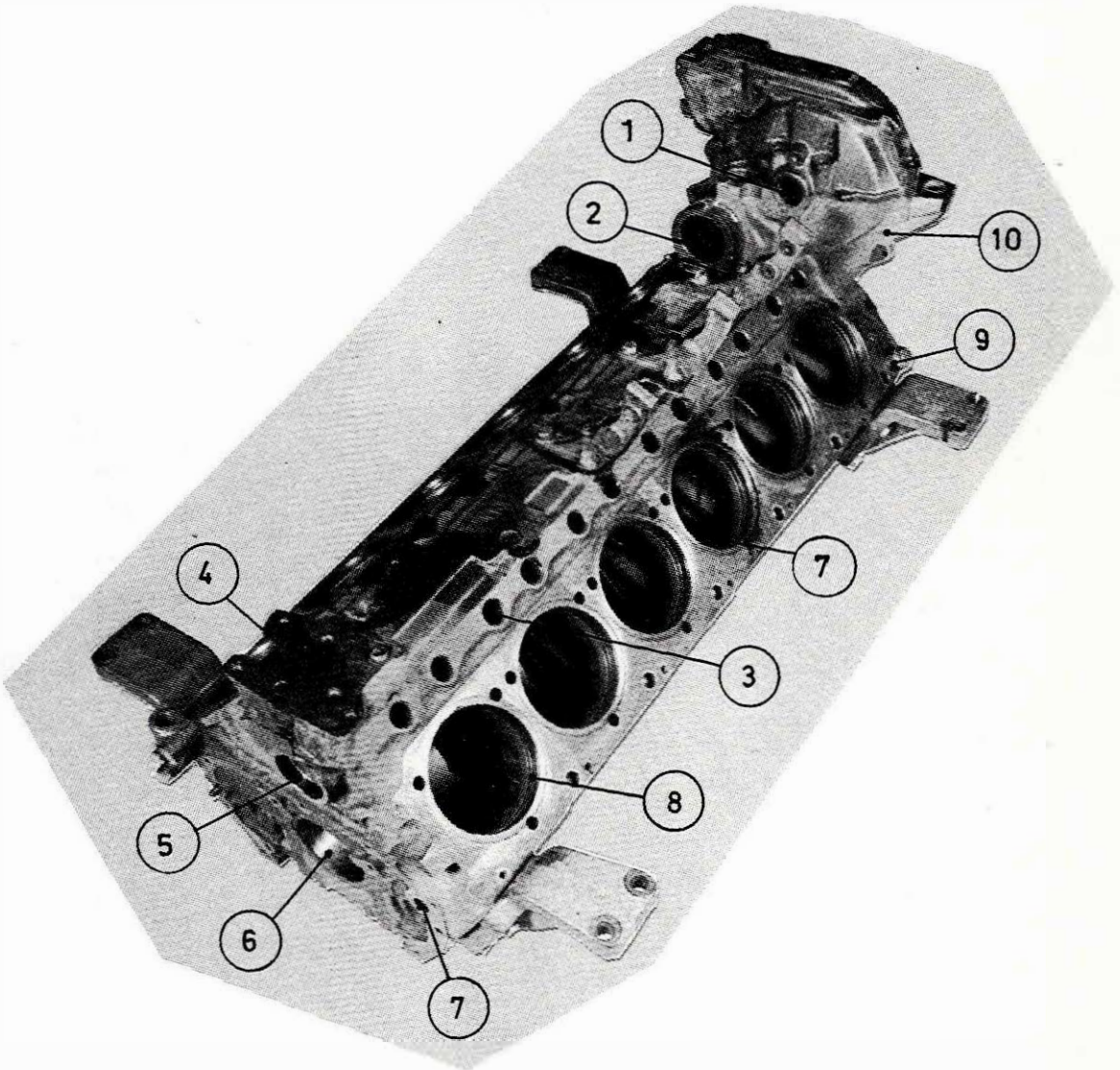


1. Svinghjul
2. Brændolieforfilter
3. Nødstopgreb
4. Tachometer
5. Olietrykskontakt
6. Olierør til røggas-termostat og olietryks-kontakt
7. Rør for køleluft til røggastermostat

Motorstativet

Motorstativet der er dieselmotorens hovedbestanddel er fremstillet af støbejern.

I motorstativet er krumtapakslen lejret i syv hovedlejer. Knastakslen er placeret i midten af motorstativet.

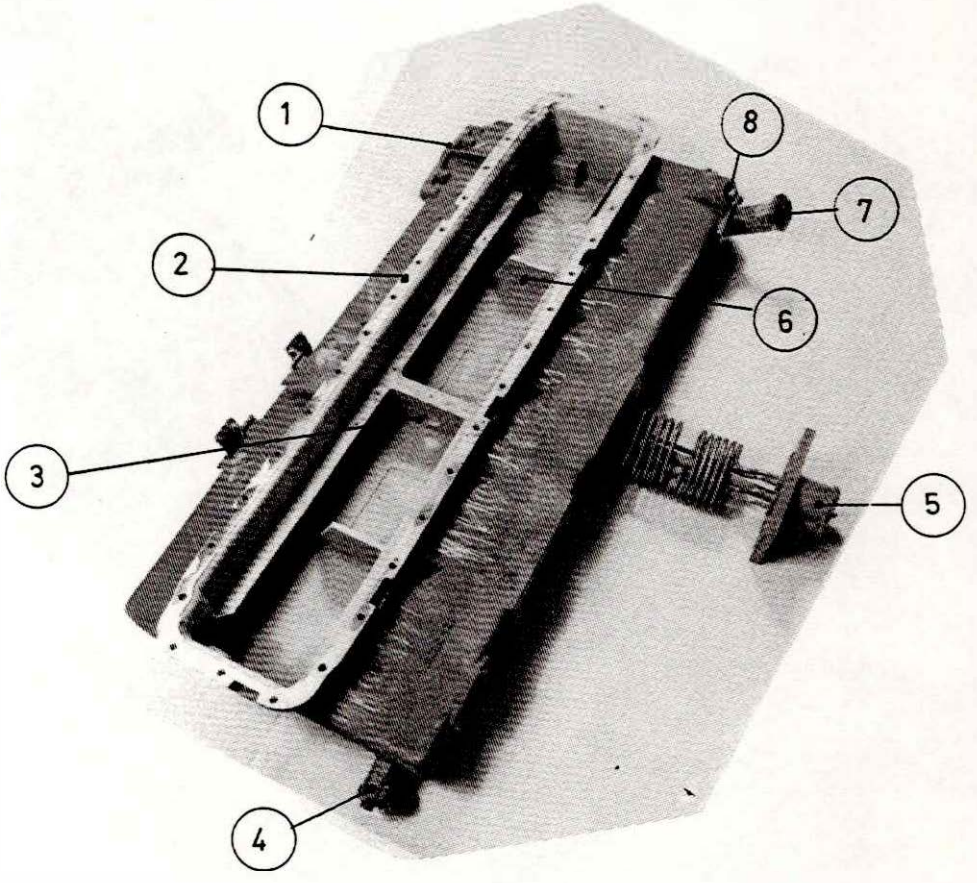


Motorstativ set fra oven

1. Leje for aksel til brændoliepumpe
2. Leje for aksel til køleventilator
3. Styr for ventilløfter
4. Flange for køleventilatorakselleje
5. Leje for knastaksel
6. Leje for krumtapaksel
7. Hovedsmøreolierør
8. Styr for cylindre 12 stk
9. Endereguleringsventil
10. Tandhjulskasse

Bundkarret

Forneden er motorstativet lukket af et letmetalstøbt bundkar.
Dette er todelt for at undgå at olien løber væk fra smøreoliepumpens sugerør (f eks ved en hård opbremsning, stigninger eller fald på strækningen).

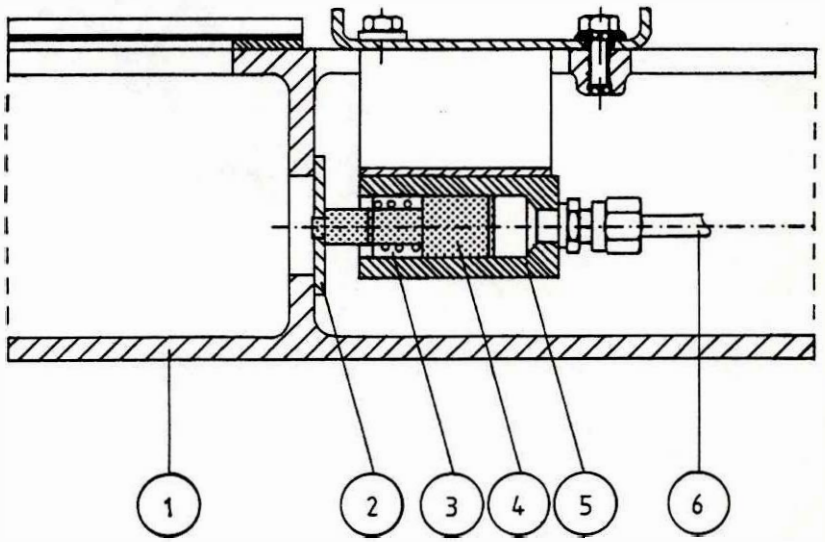


1. Flange for returolie fra centrifugalfilter
2. Flange for motorstativ
3. Skillevæg med udboring for udligningsventil
4. Olieaftapning
5. Varmespiral for opvarmning af smøreolien
6. Skvulpeplader
7. Oliepåfyldningsrør
8. Flange for pejlestok

Forbindelses-ventil

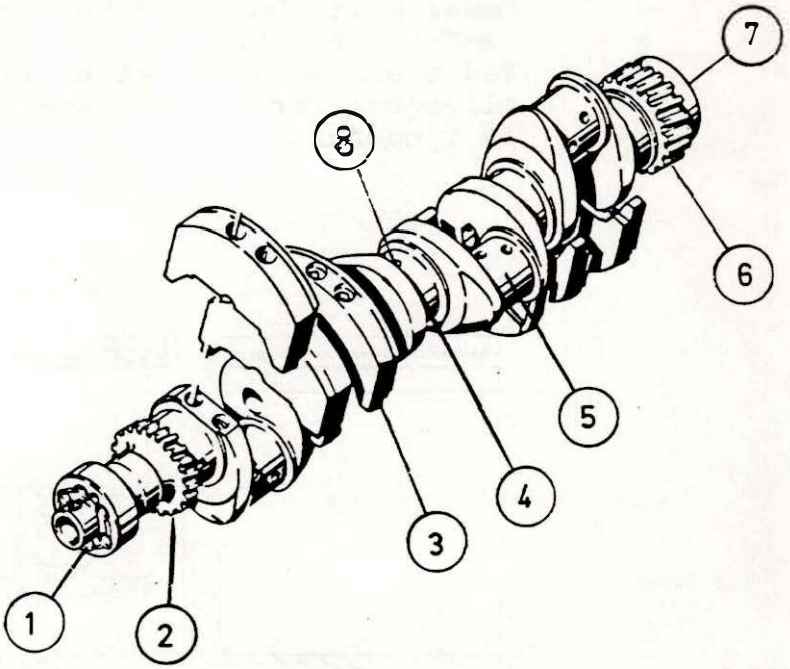
I bundkarrets skillevæg er monteret en forbindelsesventil, som når motoren er stoppet sætter de to kar i forbindelse med hinanden.

Under drift holdes forbindelsesventilen lukket af smøreolietrykket fra hovedsmøreolierøret.
Ved standset motor eller trykket i hovedsmøreolierøret forsvinder, åbnes forbindelsesventilen af fjederen.



1. Bundkar
2. Ventilklap
3. Fjeder
4. Stempel
5. Cylinder (ophængt i dækplade)
6. Forbindelsesrør tilsluttet hovedsmøreolierøret

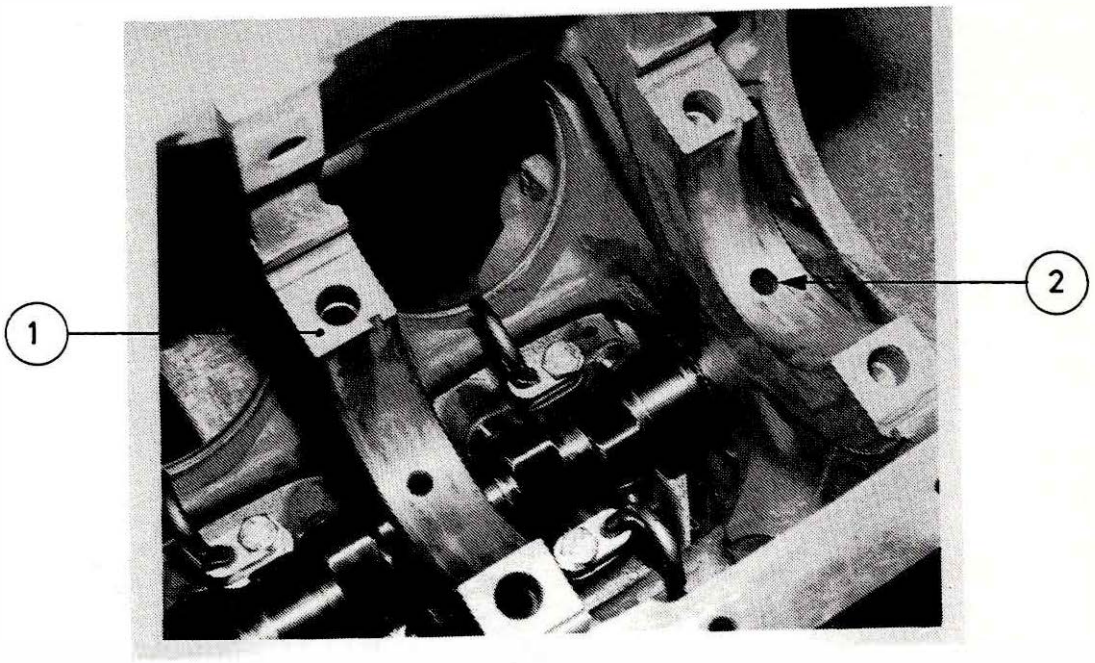
Krumtapaksel



1. Flange for svingningsdæmper
2. Tandkrans for smøreoliepumpe
3. Kontravægt
4. Krumtapsøle
5. Plejlstangssøle
6. Takthjulstandkrans
7. Flange for svinghjul
8. Udboring for oliekanal til plejstangssøle

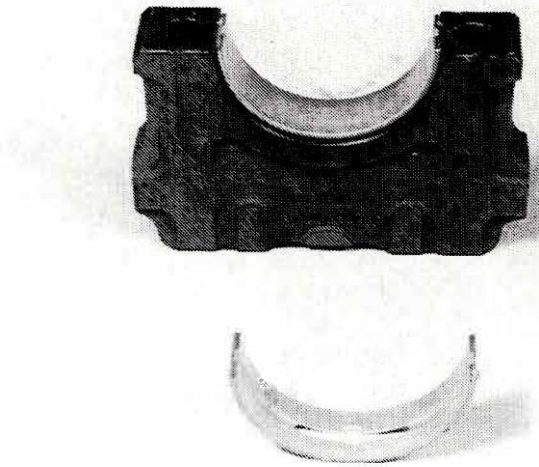
Krumtapakslen er lejret i motorstativet i syv hovedlejer. Disse er udskiftelige glidelejer, monteret på en flange i motorstativet mellemvægge.

Krumtapakslen er gennemboret, således at smøreolien kan trykkes fra krumtapsølerne til plejlstangssølerne.



Motorstativ set fra krumtaphus.

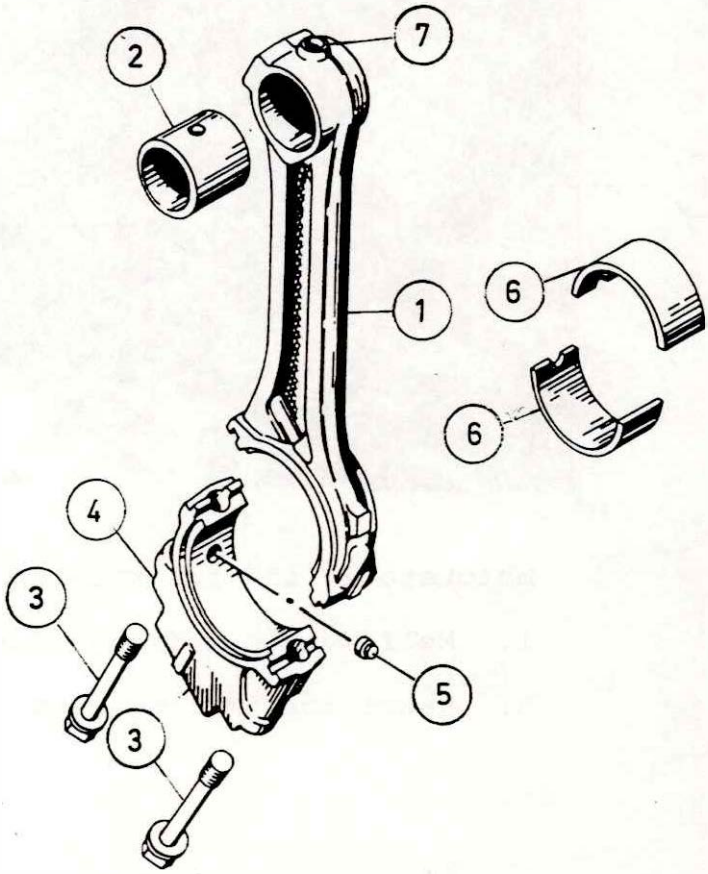
1. Mellemvæg med flange for hovedleje
2. Kanal for smøring af hovedleje



Underpande og lejeskal for hovedleje

Plejlstænger

Plejstængerne, som forbinder stemplerne med krumtapakslen, er lejret parvis på plejlstangssølen.

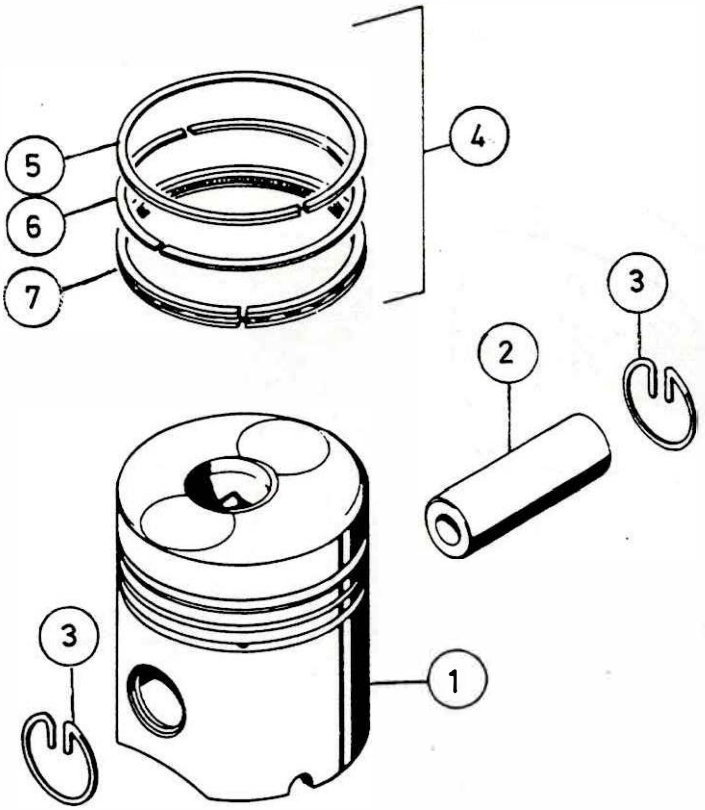


1. Skaft
2. Stempelpindsleje
3. Bolt
4. Lejeoverfald
5. Styrestift
6. Lejeskal
7. Smørehul

Plejlstangslejet smøres fra plejlstangssølen. Stempelpindsleje smøres af den opsprøjtede stempelkøleolie, gennem udboringen 7.

Stempler

Stemplerne er fremstillet af letmetal, og er i toppen forsynet med en kugleformet fordybning. Stemplet er forsynet med tre stempelringe, 1 kompressionsring, 1 minutenring og 1 olieskrabering. Stemplet køles af en smøreoliestråle rettet mod dets indvendige side af et olierør monteret i motorstativet.



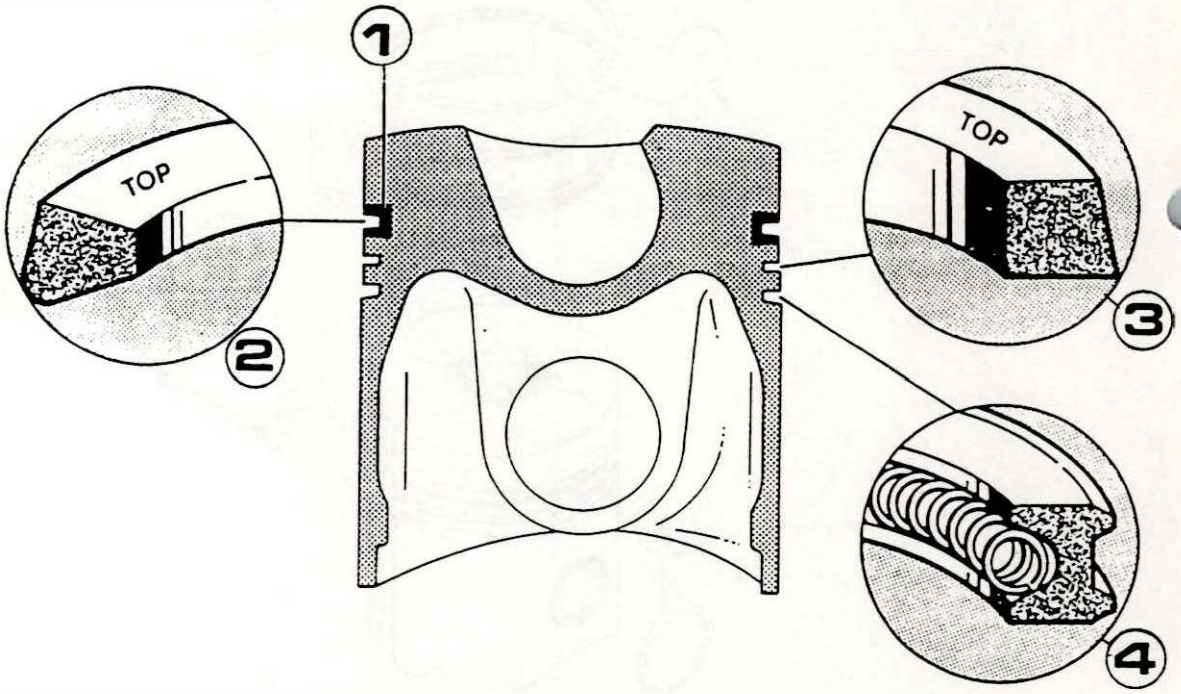
1. Stempel
2. Stempelpind
3. Låsering
4. Stempelringe
5. Kompressionsring
6. Minuten ring
7. Olieskrabering

Stempelringe

I stemplet er indstøbt en stålring (1), hvori kompressionsringen er lejret.

Kompressionsringen (2) er dobbelt trapezformet, for at nedsætte friktionen og for hurtigt at tilpasse sig cylinderens form.

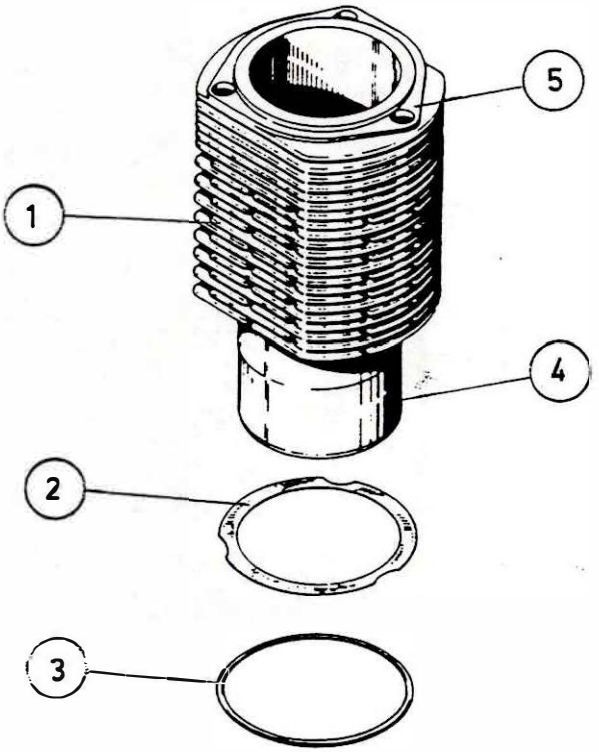
Minutenringen (3) fungerer både som kompressionsring og olieskrabering. Denne er ligeledes udformet med en skrå kant, af samme årsag som kompressionsringen (2).



Olieskraberingen (4) har til opgave at afskrabe den overskydende olie på cylindervæggen.

Cylinder

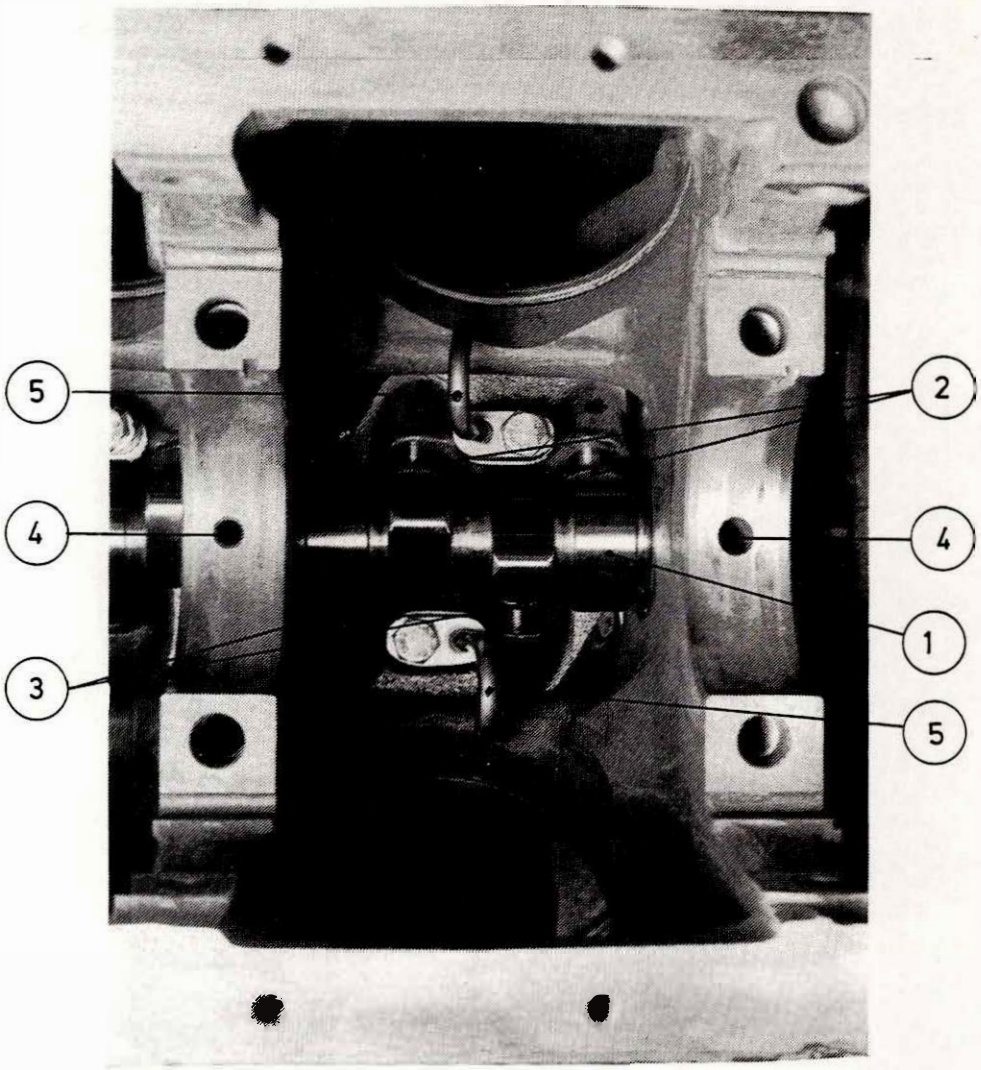
413 motoren er forsynet med 12 separate cylindre. Disse er fremstillet af støbejern, uden særskilte foringer. Cylinderne er forsynet med køleribber. Den nederste halvdel af cylindrene er udformet som et styr, for montage af cylinder i motorstativet.



1. cylinder
2. Udligningsring
3. Pakning (O-ring)
4. Styr for cylinder
5. Udboring for stagbolt

Knastakslen

Knastakslen er som tidligere nævnt lejret midt i maskinstativet og fælles for begge cylinderrækker



Knastakslen set fra krumtaphus

1. Knastaksel
2. Ventilløfter for højre cylinderrække
3. Ventilløfter for venstre cylinderrække
4. Smørekanal for knastaksel og krumtapaksel
5. Stempelkøleolierør

Knastakslen drives af krumtapakslen, via tandhjulene som er lejret i tandhjulskassen (takthjulene).

Smøring af knastakslen sker gennem kanaler udboret i motorstativets mellemvægge.

LEDIG

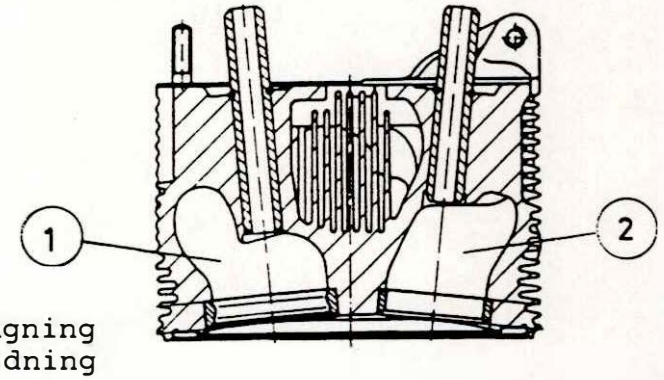
Cylinder-
hovederne
(Se tegning
side 4.21-1)

Cylinderhovederne er støbt af letmetal og monteret sammen med cylinderne i motorstativet ved hjælp af 3 stagbolte.

I cylinderhovedet er monteret en skråtstillet brændolieforstøver, denne er placeret på den side af cylinderhovedet der vender ind mod midten af motoren. På cylinderhoved nr. 8 er anbragt en elektrisk temperaturføler, i konsollen for forstøveren, denne indgår i overvågningen af motorens cylinderhovedtemperatur.

Indsugningskanalen i cylinderhovedet er udformet som en snoet hvirveldannende kanal.

Cylinderhovedets udstøds- og indsugningskanaler står i forbindelse med et for alle cylindrer fælles udstødningsrør, henholdsvis indsugningsrør.



1. Indsugning
2. Udstødning

Ventilmekanismens opbygning

Udstøds- og indsugningsventilerne er lejret i skråtstillede ventilstyr og ventilsæder, herved danner ventilhovederne et hvælvet kompressionsrum. Indsugningsventilerne er større end udstødsventilerne, disse holdes lukket i cylinderhovedet af to modsat snoede ventilfjedre. Indsugningsventilfjedren hviler på en ventildrejeanordning som drejer ventilen efter hver påvirkning.

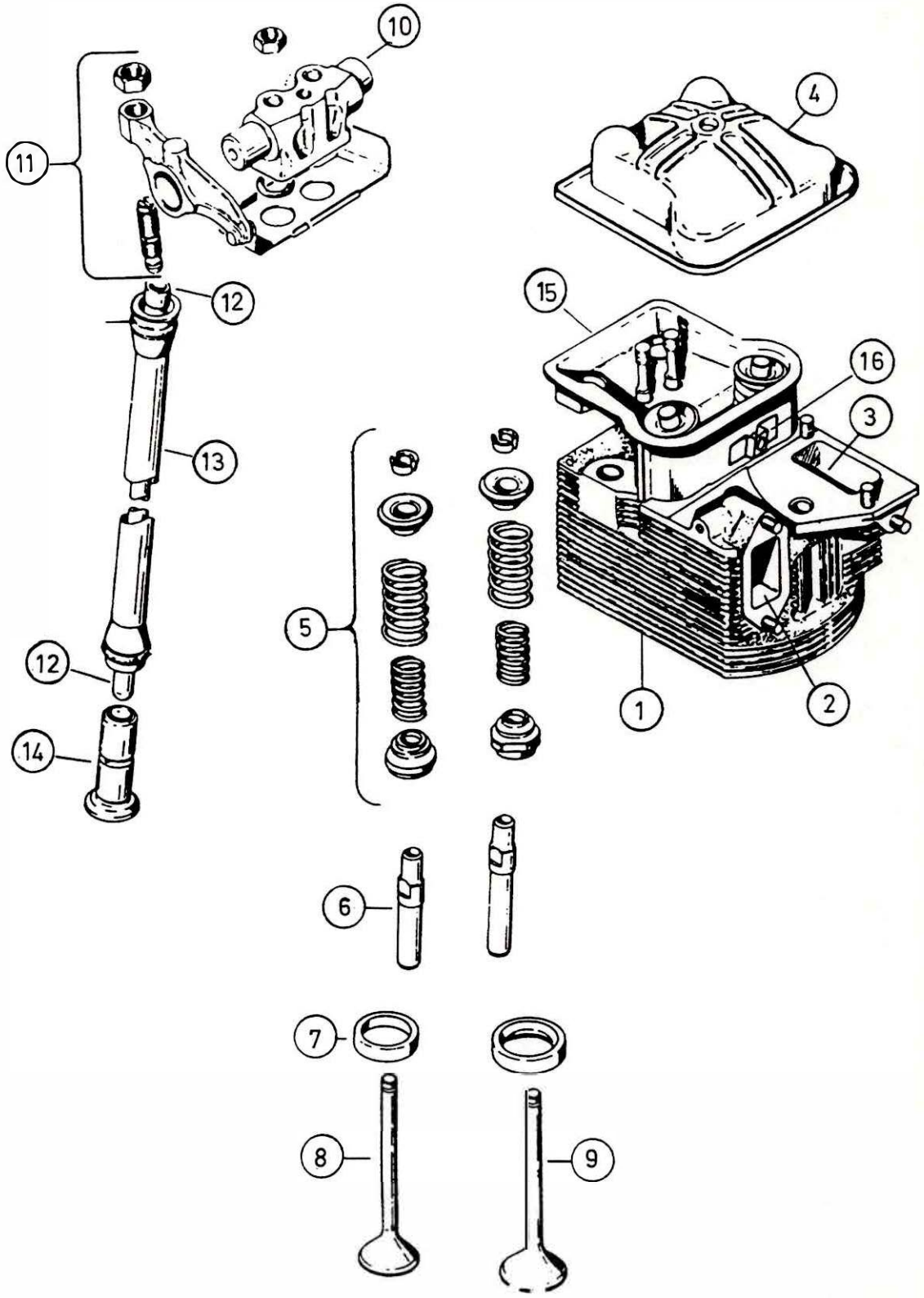
Denne drejeanordning skal medvirke til at holde indsugningsluften i en drejende bevægelse. Udstødsventilfjederen er lejret på en udfyldnings skive, herved forspændes begge fjedre ens.

Ventilløfterne er lejret i motorstativet, stødstangen hvis ende er kugleformet, træder i en kugleformet fordybning i ventilløfteren. Stødstangens modsatte ende er forsynet med en kugleformet fordybning, hvori justerskruen træder.

Den gennemborede stødstang er beskyttet af et rør, som slutter tæt til motorstativ og topstykke ved hjælp af gummipakringe.

Den separate lejebuk, for indsugnings- og udstødningsvippearmene er monteret i en opsats (ventilhus). Udvendigt er der på ventilhuset tilsluttet et returolierør, som skal lede olien fra ventilhus tilbage til bundkar.
Foroven er ventilhuset lukket af et dæksel.

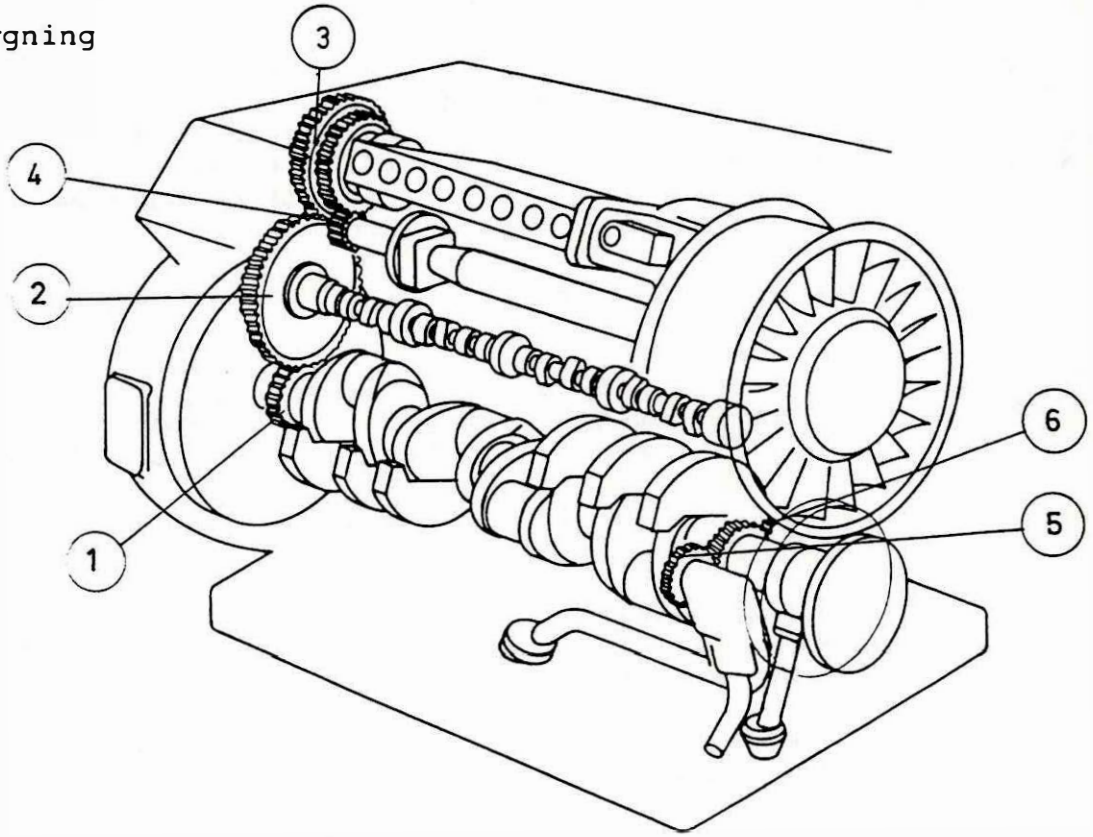
1. Cylinderhoved
2. Udstødskanal
3. Indsugningskanal
4. Ventilhusdæksel
5. Ventilfjedre med lås og drejeanordning
6. Ventilstyr
7. Ventilsæde
8. Udstødsventil
9. Indsugningsventil
10. Lejebuk for ventilvippearm
11. Vippearm med justeringsskrue og kontramøtrik
12. Stødstang(rørformet)
13. Beskyttelsesrør
14. Ventilløfter
15. Ventilhus
16. Holder for returolierør


10
11
12
13
12
14
4
15
16
3
5
1
2
6
7
8
9

Tandhjulsskema

Krumtapakslen er i tandhjulskassen forbundet med knastakslen, ventilatordrevet og indsprøjtningspumpen, i modsatte ende trækker den suge- og tryksmøreoliepumpen.

Opbygning



1. Krumtapakseltandhjul
2. Knastakseltandhjul
3. Dobbelttandhjul for indsprøjtningspumpe og køleluftventilator
4. Tandhjul for køleluftventilatoraksel
5. Smøreoliepumpetandhjul (sugepumpe)
6. Smøreoliepumpetandhjul (trykpumpe)

Virkemåde

I firtaktsmotoren forløber arbejdsprocessen over to hele krumtapomdrejninger. Ventilerne skal kun påvirkes i hveranden omdrejning, derfor er knastakslens tandhjul (2) dobbelt så stor som krumtapakseltandhjulet (1).

Dobbelttandhjulet (3) som driver indsprøjtningspumpen, har samme dimension som tandhjul (2), idet pumpen ligeledes kun skal indsprøjte brændolie i hveranden krumtapomdrejning.

Tandhjul (4) for køleluftventilatoraksel er i indgreb med det indvendige tandhjul i dobbelttandhjul (3).

SMØREOILESY-
STEMET.

Smøreoliesystemet har til opgave at smøre og køle de bevægelige dele i 413 motoren, for uden disse opgaver leveres også olie til drift af motorens køleluftsystem, dette er beskrevet i afsnittet om køleluftsystemet.

Funktionsbe-
skrivelse
se tegning
side 4.41-1

Olien suges op fra bundkarret af smøreoliepumpen (3) gennem sugerør (2), og trykkes via termostathuset (5) igennem, eller uden om oliekøleren (6) til smøreoliefilteret (7) heri er indbyggeet en overtryksventil, der leder olien uden om filteret, såfremt dette tilstoppes.

En del af olien løber via centrifugalfilteret (8) tilbage til bundkarret.

Størsteparten af den olie, som filtreres i smøreoliefilteret, løber gennem hovedsmøreolierøret (9) og fordeler sig herfra i kanaler i motorstativets vægge til knastaksellejer (13), og til hovedlejerne (11). Gennem krumtapakslen til plejlstangslejerne (12).

Fra knastaksellejerne (13) trykkes olien til røret (16), dette rør er gennemgående i motorens længderetning. Herfra forsynes stempelkølerørerne (17) med olie, gennem en dyse sprøjtes olie op under stemplet for at køle og smøre.
Fra olierøret (16) trykkes olien også gennem en kanal til ventilløfterne (18) (se også tegning 4.81-1) som er udstyret med en impulssmøreanordning. Hver gang ventilløfterne er i udgangsposition, (ikke påvirket af knastakslen knast) blottes kanalen fra olierør (16) og en vis oliemængde trykkes ind over ventilløfteren til den hule stødstang (19), hvorigennem olien stiger op til den ligeledes gennemborede justeringsskrue, hvorfra den gennem en kanal i vippearmen (20) trykkes til vippearmsakslen.

Ventilspindel og ventilstyr stænksmøres af den lækolie som trænger ud ved justeringsskrue og fra vippearmsaksel.

I ventilhuset er monteret en returledning (21) som leder olien fra ventilhuset tilbage til krumtaphuset.

Gennem en boring i motorstativets væg trykkes olie fra bageste knastakselleje via rørledninge (14) til indsprøjtningspumpen og til regulator, tilbageløb til bundkarret sker gennem returledning (15).

Tandhjulene i tandhjulskassen smøres ved centrifugalsmøring.

Bagest i hovedsmøreolierøret er enderegulerings-ventilen (10) monteret, åbner ved 4,5 - 6 bar.

Olietrykkontakten (24) som er tilsluttet hoved-smøreolierøret overvåger smøreolietrykket. Minimumstrykket (tomgang) er 0,6 bar.

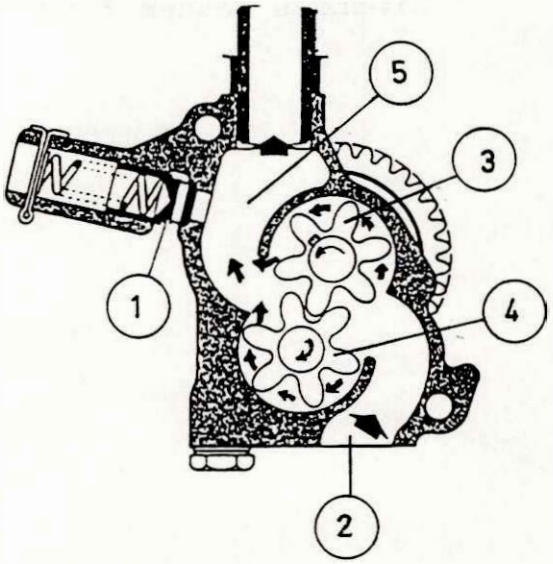
Bundkarret (1) har to kamre. Fra det første kammer suges olien op af tryksmøreoliepumpen (3). Sugepumpen (22), pumper olien fra det bageste til det forreste kammer, således at oliestanden i bundkarret holdes på et konstant niveau. Ved standset motor er begge kamre i forbindelse med hinanden gennem forbindelsesventilen (27).

Smøreoliepumpen

Smøreoliepumpen er en tandhjulspumpe, denne er placeret for enden af motorstativet og drives af en fortanding på krumtapakslen.

Virkemåden

Tandhjulspumpen består af et hus, hvori to tandhjul styres, huset sluttet tæt om tandhjulenes sider og periferi. De to udvendigt fortandede tandhjul griber ind i hinanden, tandhjul (3) drives i pilens retning og tager tandhjul (4) med i modsat omdrejningsretning. Smøreolien føres nu, fra sugesiden (2), af pumpehjulenes tandmellemrum langs pumpehusets sider til tryksiden (5).



På tegningen ses at tænderne, på tryksiden, lukker mellemrummene før disse er helt tømt. Derfor er der på dette sted boret aflastningshuller i pumpehuset. På denne måde bliver den indklemte væske ledt til tryksiden.

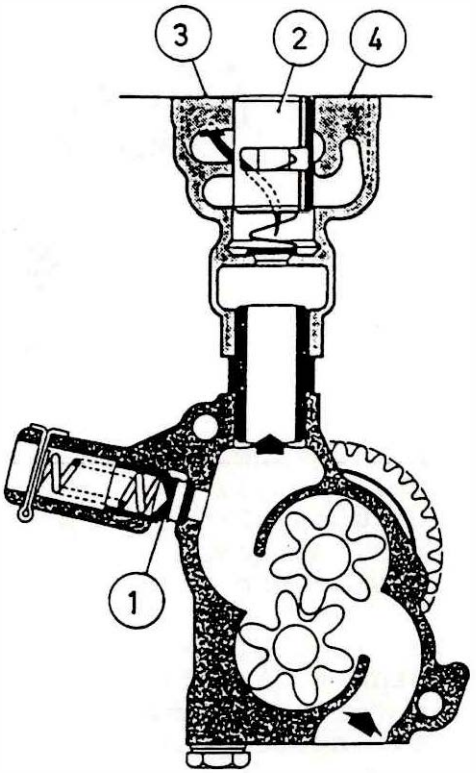
Tandhjulspumpen har en meget stor kapacitet. For at beskytte pumpehuset mod sprængning ved meget kold og tyktflydende olie, er der i pumpehuset indbygget en sikkerhedsventil (1). Denne lukker olien tilbage til bundkarret såfremt trykket overstiger 10 bar.

Smøreolie-termostat

Smøreolietermostatens opgave er at lede smøreolien til oliekøleren, når temperaturen overstiger 95°, samt at lede olien uden om køleren, ved kold olie, således at olien hurtigt varmes op til drifttemperatur.

Virkemåde ved kold smøreolie

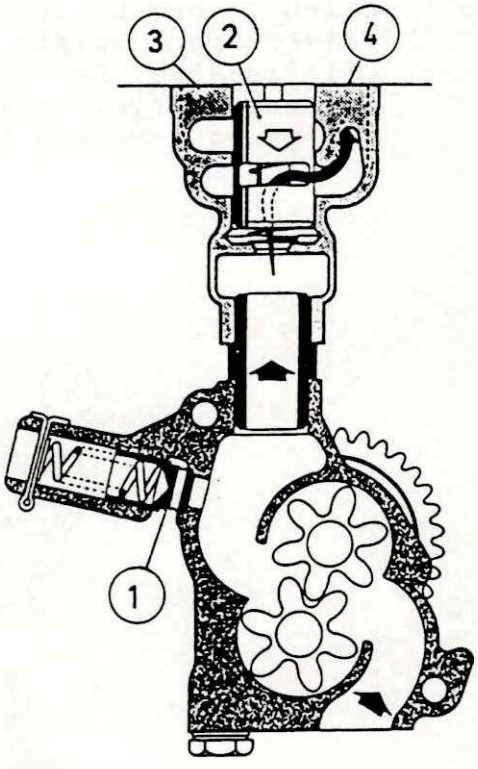
Ved kold olie leder termostatventilen (2) smøreolien gennem boring (3) hvor olien løber til oliekølerens udløbs side, herfra til motorens oliekredsløb. Det vil sige at oliekøleren stårunder tryk. Cirkulation er imidlertid ikke muligt da termostaten er lukket af boringen (4).



Virkemåde ved varm smøreolie

Når smøreolietemperaturen overstiger 95°. Lukker termostatventilen (2) boringen (3) og åbner boringen (4).

Nu cirkulerer al smøreolien igennem oliekøleren før den løber ud i motorens smøreoliekredsløb.



Oliekøleren

Oliekøleren er placeret i motorens venstre side, mellem cylinder seks og køleventilatoren. Olien afkøles alene af luftstrømmen fra køleventilatoren, når denne er aktiveret. Oliekøleren er udformet som en rørkøler.

Oliefilter

Smøreoliefilteret (7) se tegning side 4.41-1, og side 4.31-1 er et hovedstrømsfilter, d v s hele motorens oliemængde filtreres på vej fra pumpe til smørekanalerne. Filteret er monteret på bundkarret i motorens venstre side.

Filteret er udformet cylindrisk og lukket af et dæksel, for udskiftning af papirfilterindsatsen. I filteret er anbragt en overtryksventil, som leder olien uden om filteret, såfremt dette skulle tilstoppes.

Centrifugalfilter

Centrifugalfilteret (8) se tegning side 4.41-1, har til opgave at forlænge terminen for olieskift, ved at fjerne de partikler i olien, som smøreoliefilteret ikke kan fjerne. Partiklerne vil hovedsagelig være forkokset olie fra cylindervæggene, som ville aflejre sig i smørekanalerne, med tilstopning af disse til følge.

Opbygning/ virkemåde

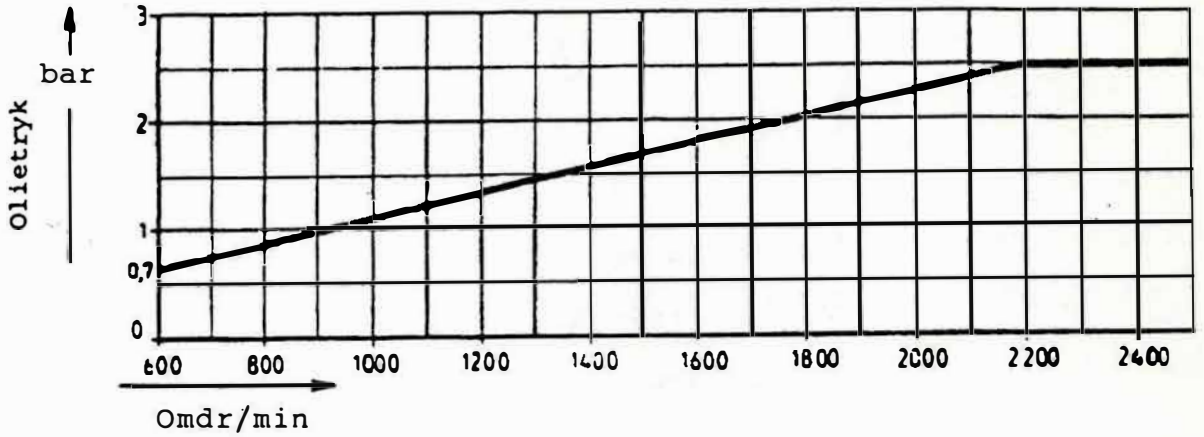
Centrifugalfilteret består af et hus med en papirindsats. Midt i huset er placeret en lille turbine, som drives af smøreolietrykket. Smøreolien ledes til turbinen, hvor tørstoffet ved hjælp af centrifugalkraften afsættes på papirindsatsen.

Centrifugalfilteret er tilsluttet på afgangsrøret fra smøreoliefilteret, således at kun en del af smøreolien passerer igennem centrifugalfilteret (by-pass system).
Efter passage af centrifugalfilteret ledes olien tilbage til bundkarret.

Olietryk-overvågning

Olietryksovervågningen er omdrejningstalafhængigt.
Olietrykket stiger fra et minimum (tomgang), med stigende omdrejningstal, til en maksimal værdi, som begrænses af endereguleringsventilen.

Ved et givent omdrejningstal fra tomgang til max omdrejningstal skal der hele tiden være et mindsteolietryk til stede, som det fremgår af nedenstående skema.

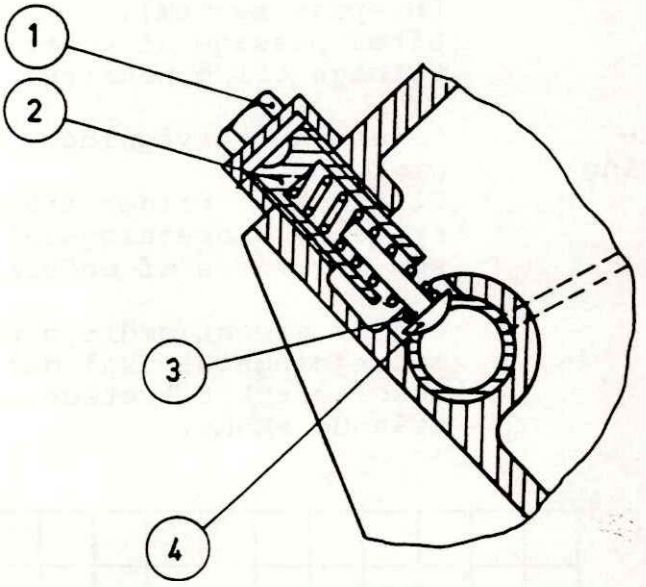


Måles et mindre tryk, end det der svarer til omdrejningstallet, standses motoren af olietryksovervågningen. Drifttrykket for motoren ligger dog væsentlig over mindste olietrykskurven. Olietrykket måles på hovedsmøreolierøret.

Enderegule-
ringsventil

Endereguleringsventilen er placeret bagest i hovedsmøreolierøret. Ventilen har til opgave at regulere olietrykket, i smøreoliekredsløbet.

Ved at spænde fjederen i ventilen kan trykket reguleres mellem 4,5 og 6,0 bar.



1. Slutprop

2. Justeringsskrue

3. Fjeder

4. Ventilstok

Overstiger trykket i hovedsmøreolierøret ventilens indstillede værdi, lukkes olien tilbage til bundkarret.

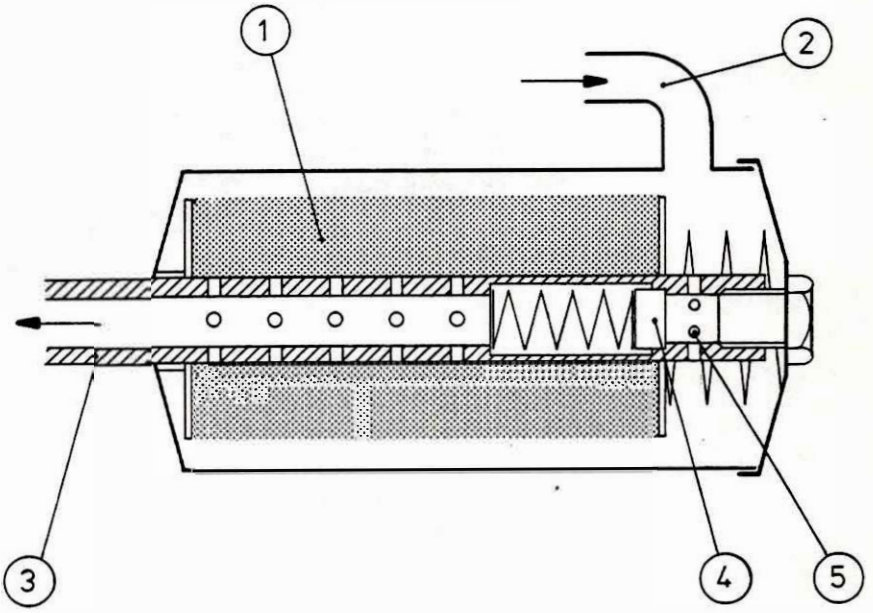
Smøreolie-
filteret

Smøreoliefilteret er udført som et hovedstrøms-filter, med papirfilterindsats.

Filterindsatsen (1) er udskiftelig og består af foldet papir omsluttet af trådnet.

Smøreolien tilføres filteret i enden af beholderen (2), herfra trykkes olien til papirindsatsen. Efter at have passeret filteret trykkes olien til udgangsrøret (3), som er forsynet med en overtryksventil (4).

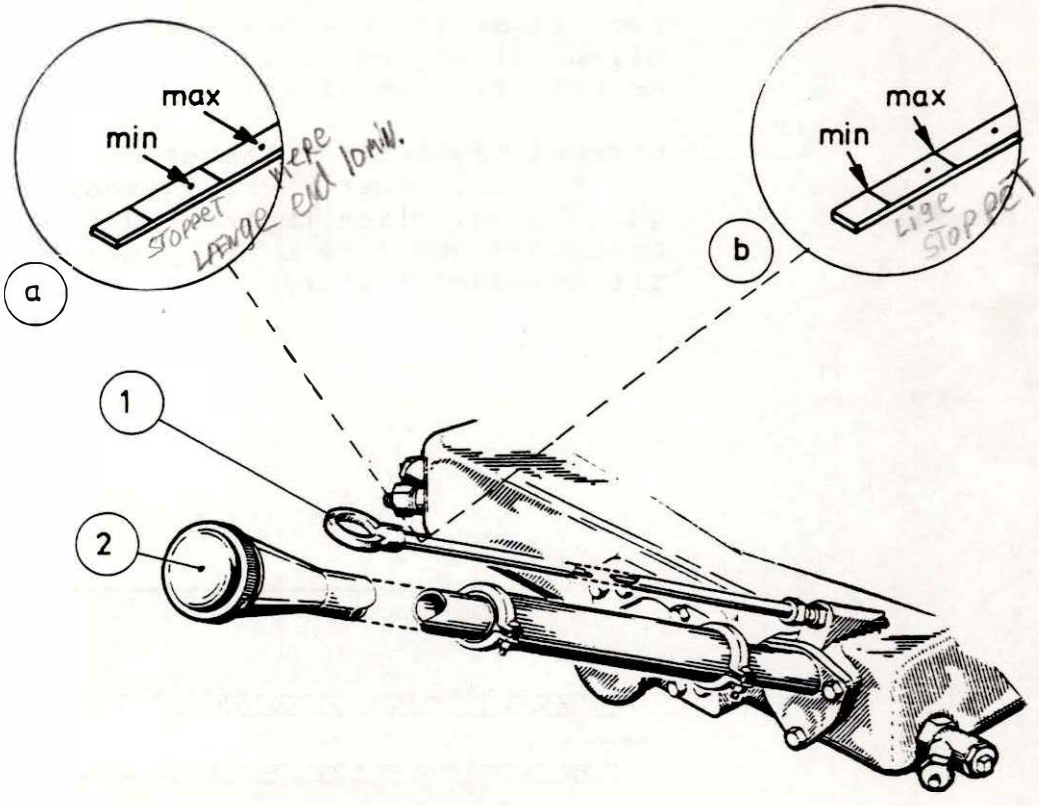
Såfremt trykket i filteret stiger (p g a tilstoppet filter) åbner overtryksventilen (4) i udgangsrøret. Olien trykkes nu gennem hullerne (5) og gennem den åbne overtryksventil, ufiltreret til hovedsmøreolierøret.



Pejling af smøreoliestand

Smøreoliestanden kontrolleres med standset motor.

For at kunne måle smøreoliestanden i motoren, såvel umiddelbart efter at denne er stoppet, som når motoren har været stoppet i længere tid, er pejlestokken forsynet med to markeringer.



1. Pejlestok
2. Påfyldningsrør

a) Punktmarkering.

Oliestanden pejles efter punktmarkeringen, når motoren har været stoppet i længere tid.

b) Stregmarkering.

Oliestanden pejles efter stregmarkeringen ved måling straks efter at motoren er stoppet.

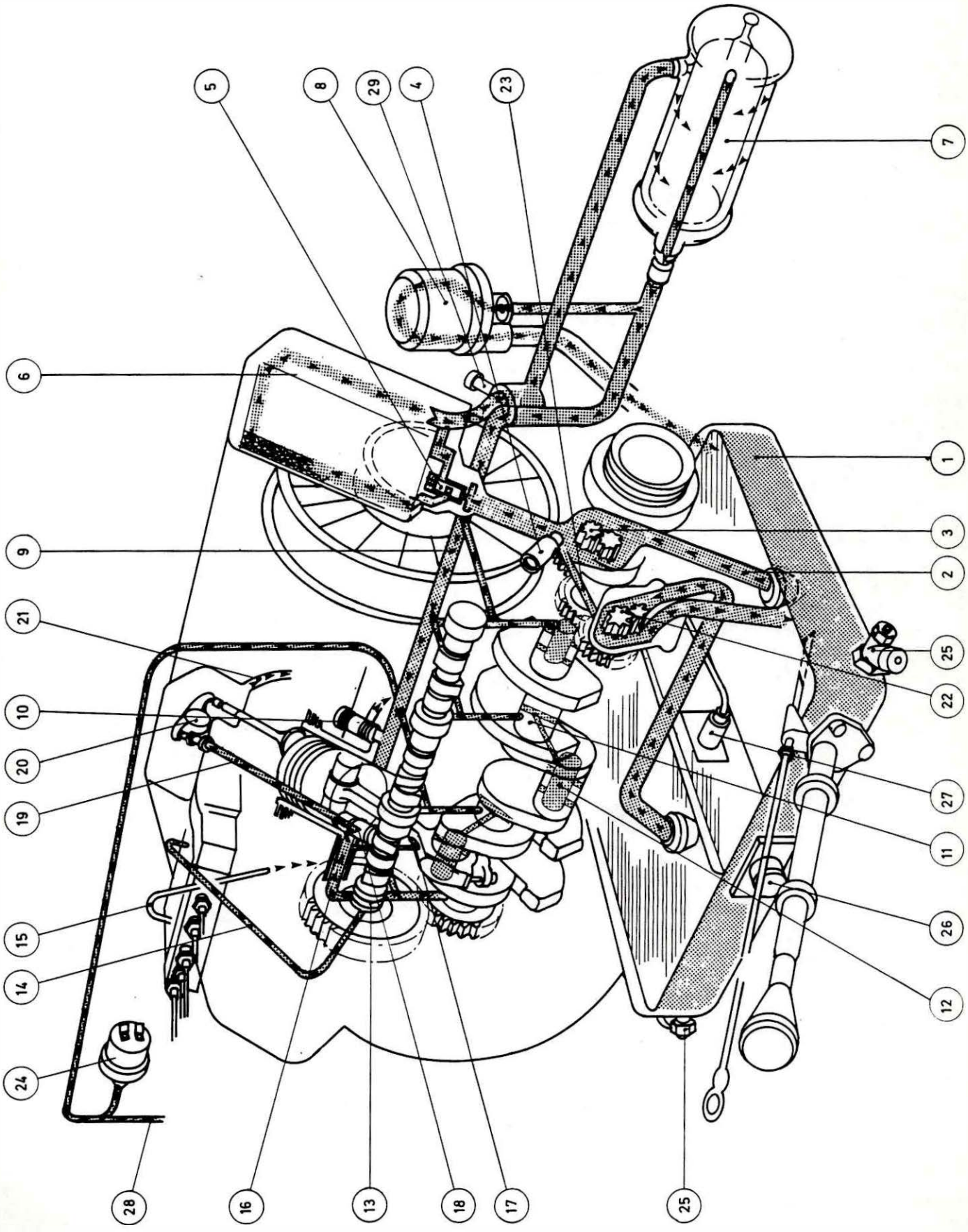
Bemærk, under måling skal motoren stå vandret.

Måles en mindre smøreoliestand end den markerede, efterfyldes med den foreskrevne smøreolie. Afstanden mellem markeringerne min og max på pejlestokken svarer til ca 10 l olie.

Ledig

4/3 MOTOR

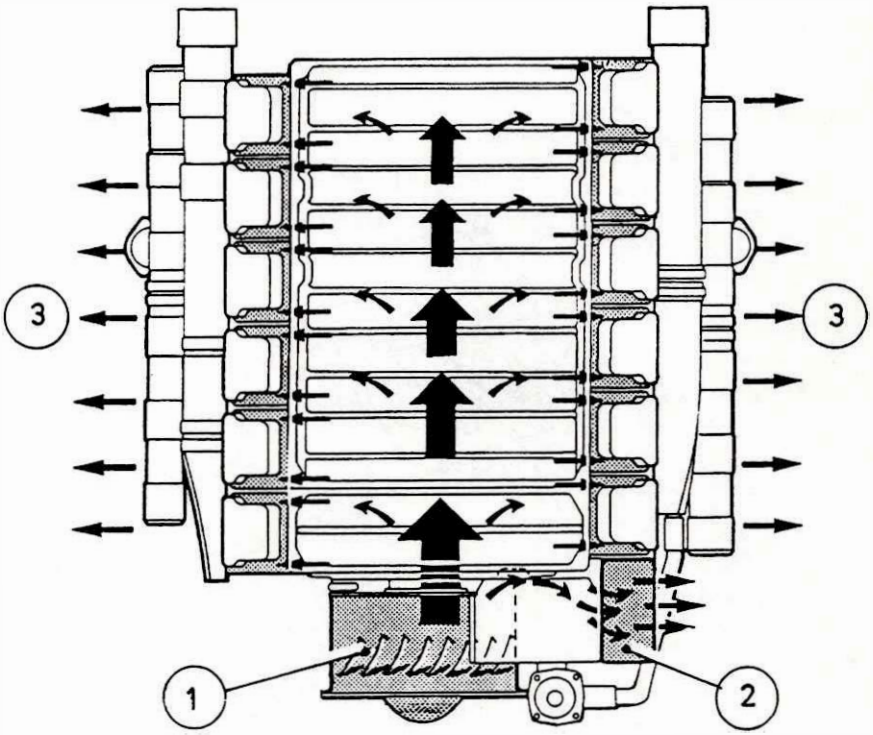
1. Bundkar
2. Sugerør
3. Tryksmøreoliepumpe
4. Overtryksventil (10 bar)
5. Smøreolietermostat (95°)
6. Oliekøler
7. Smøreoliefilter, papir (hovedstrøm)
8. Centrifugalfilter (bypass-strøm)
9. Hovedsmøreolierør
10. Endereguleringsventil
11. Hovedleje
12. Plejlstangsleje
13. Knastakselleje
14. Rørledning til regulator og indsprøjtningspumpe
15. Returledning fra indsprøjtningspumpe til bundkar
16. Olierør til ventilløfter og stempelkøling
17. Dyse for stempelkøling
18. Ventilløfter med impulssmøreanordning
19. Stødstang, rørformet
20. Vippearm
21. Returledning fra ventilhus til krumtaphus
22. Sugepumpe
23. Trykledning til smøring af sugepumpe
24. Olietrykkontrol, min 0,6 bar
25. Aftapningsventil
26. Smøreolieforvarmer
27. Forbindelsesventil i bundkar
28. Til røggastermostat
29. Temperaturføler



Smøreoliesystemet

KØLESYSTEMET

413 motoren er som nævnt luftkølet. En ventilator presser luften ind i V-et, som foroven er lukket af et dæksel, for at rette luftstrømmen mod cylinderhovederne og cylinderne. Udvendigt er der af samme årsag monteret luftledeskærme mellem de enkelte cylindre. Oliekøleren gennemstrømmes også af luften fra ventilatoren.



1. Køleluftblæser

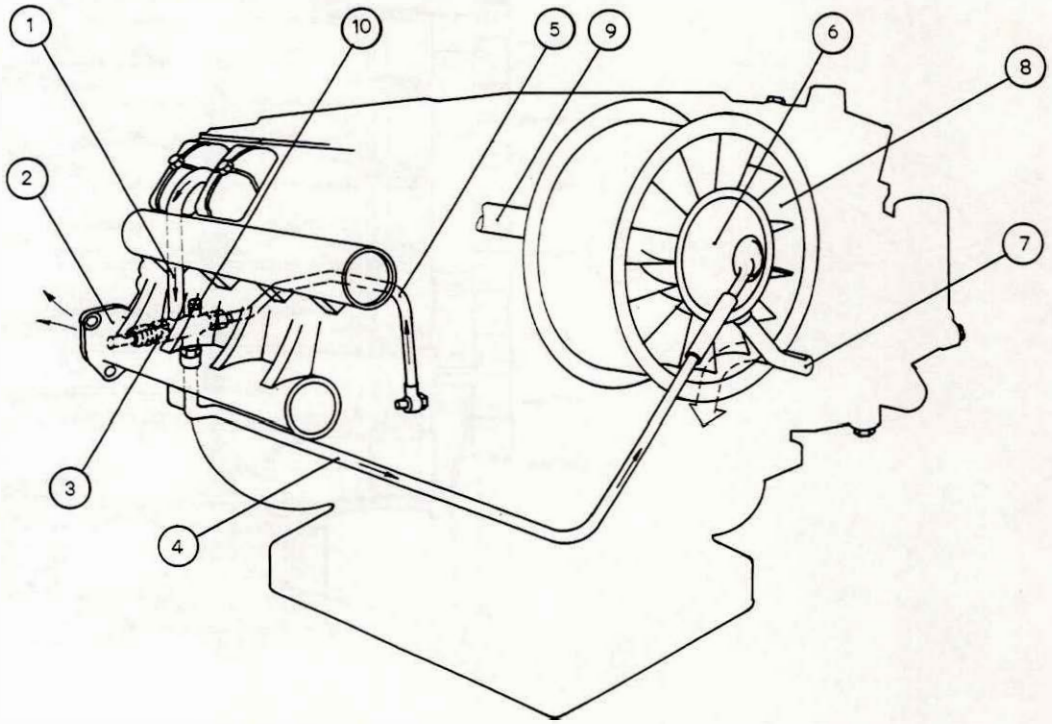
2. Oliekøler

3. Kølelufts udstrømning.

Kølesystemets opbygning

Køleluftventilationen er monteret på motorstativet i forenden af motoren. Den drives af en aksel som står i forbindelse med dobbelttandhjulet til indsprøjtningspumpen.

I ventilatoren er der indbygget en hydraulisk kobling, som tilføres transmissionsolie fra motorens smøreoliesystem. Oliemængden bestemmes af en termostat placeret i udstødningsrøret.



Køleluftventilator, omdrejningtallet reguleret ved røggastermostat.

1. Køleluft til termostat
2. Udstødningsrør
3. Røggastermostat
4. Styreolierør til hydraulisk kobling
5. Trykolierør fra motor til termostat
6. Hydraulisk kobling med centrifugalfilter
7. Returolierør fra kobling til krumtaphus
8. Køleluftventilator
9. Ventilatordrev
10. Skrue for tvangsindkobling af ventilator.

Køleluftventilatoren
(Se tegning side 4.47-1)

1. Centrifugalfilterdæksel
2. Ledeskovl
3. Primær koblingshalvpart
4. Sekundær koblingshalvpart
5. Ventilator
6. Drosselboring
7. Olie returløb
8. Olie tilgang
9. Drivaksel

Formål

For at opnå en jævn motortemperatur, i hele motorens arbejdsområde, kan køleventilatorens omdrejningstal reguleres efter kølebehovet.

Opbygning

I ventilatorens nav er indbygget en væskekobling, som består af en primær- og sekundær koblingshalvpart.
Primærhalvparten (3) er fast forbundet med drivakslen (9), denne trækkes via en tandhjulsudveksling af krumtapakslen. Sekundærhalvparten (4) er fast forbundet med ventilatoren (5).

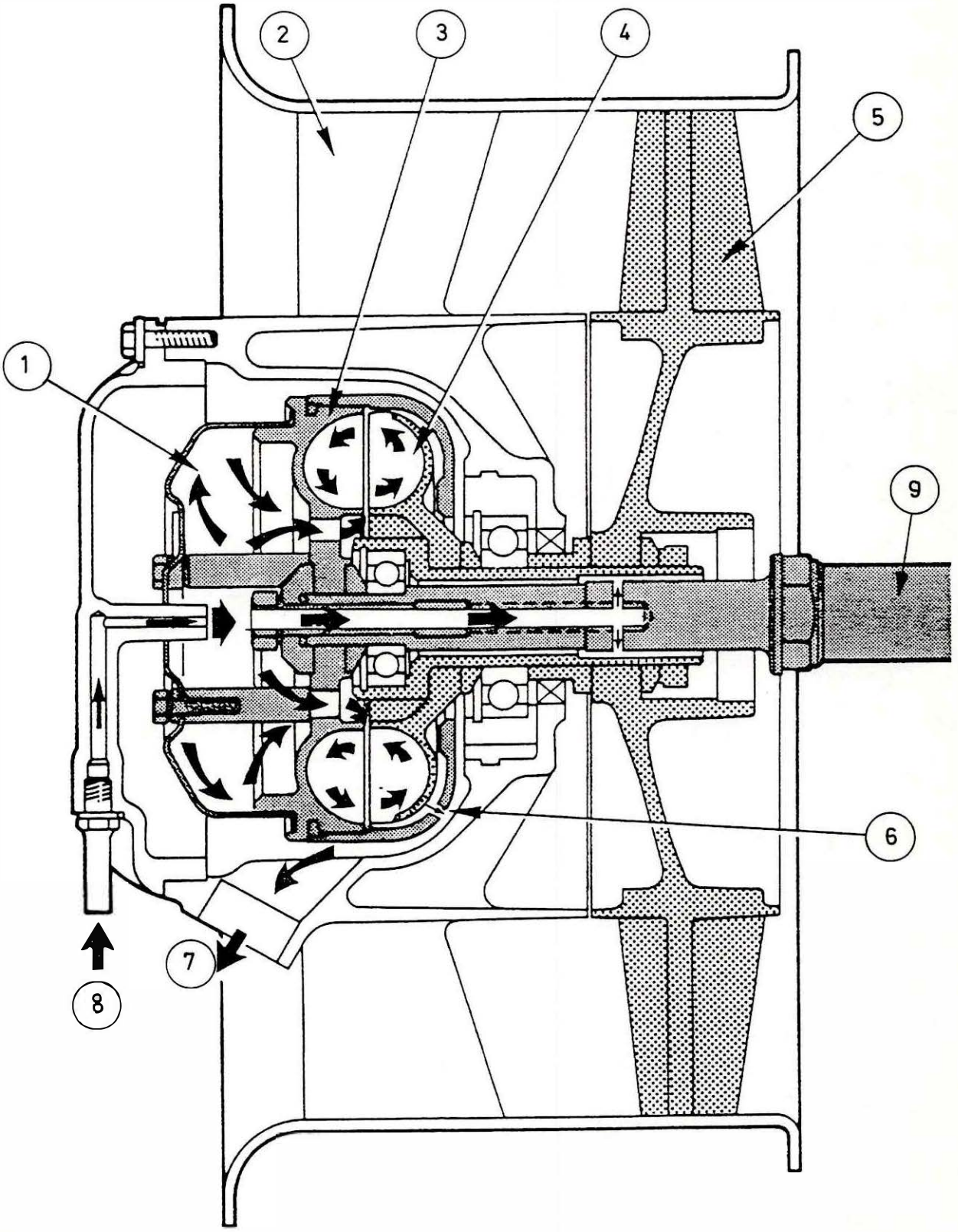
Sekundærhalvpartens aksel er lejret i et kugleleje i ventilatorhuset. Akslen er udformet som et rør, heri er primæraksle lejret og styret ved hjælp af et kugleleje.

Primær- og sekundærhalvparten er udformet som et hjul, hvis ydre rand er forsynet med en ringformet fordybning med skillevægge, herved dannes en slags skåle som sætter olien i bevægelse.

Virkemåde

Når olien lukkes ind i huset gennem olietilgangen (8) strømmer den gennem hullerne i primærhjulet til skålene på primær hjulet. Olien slynges herfra over på skålene på sekundærdelen, som ved denne oliestrøm bliver trukket med rundt med et vist slip, d v s den opnår ikke samme omdrejningstal som primærdelen. Omdrejningstallet på sekundærdelen, ventilatoren, reguleres hovedsaglig af den tilførte oliemængde. Igennem drosselboringen (6) løber den tilførte olie tilbage til motorens bundkar, afhængigt af omdrejningstallet på koblingens primærdel og oliestanden i koblingen. Herved opnås en ligevægts tilstand mellem ind- og udløb af oliemængden. Omdrejningstallet og oliestanden i koblingen bliver herved trinløst reguleret.

Dækslet (1) er fast forbundet med primærdelen og tjener som centrifugalfilter.



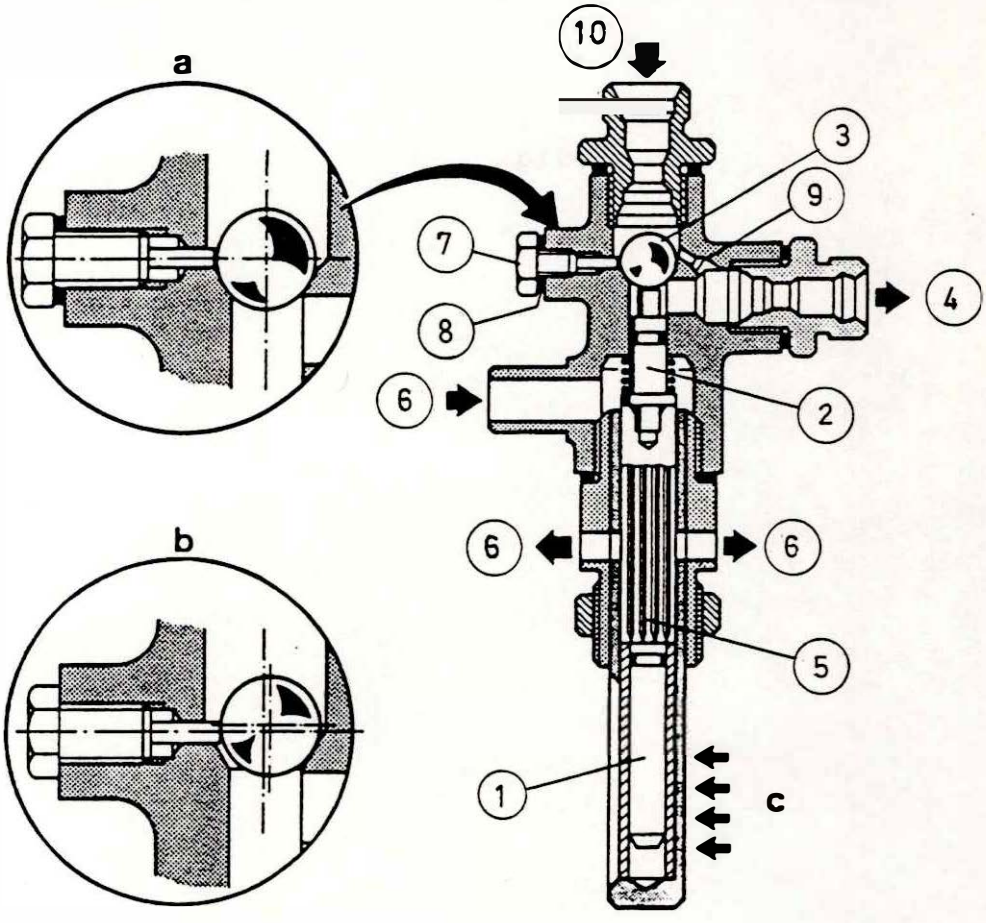
Køleventilator med hydraulisk kobling

Ledig

Røggaster-
mostaten

For at registrerer motorens kølebehov er der i udstødningsrøret anbragt en røggastermostat.

Opbygning



1. Temperaturføler
2. Trykstift
3. Kugleventil
4. Olieudløb til ventilator
5. Køleribber
6. Køleluft
7. Reguleringsskrue
8. Underlagsskive
9. By pass-boring
10. Tilgang motorolie

Røggastermostaten er tilsluttet motorens smøreoliesystem, og regulerer olietilførslen til den hydrauliske kobling i ventilatoren, afhængigt af temperaturen i udstødningsrøret.

Virkemåde

Temperaturføleren (1) registrerer temperaturen i udstødningsrøret, når temperaturen her andrager ca 300° udvider føleren sig, herved påvirker den trykstiften (2) som løfter kugleventilen (3). Ved ca 500° har følerstiften udvidet så meget at kugleventilen tillader maximal gennemstrømning af olie, ventilatoren kører nu på fuldt omdrejningstal.

By-pass boringen (9) har til opgave hele tiden at tilfører koblingen olie for smøring og filtrering.

Igennem boringen (6) tilføres røggastermostaten køleluft, for at beskytte den mod for høje temperaturer, såfremt temperaturen blev for høj ville olien omkring trykstiften forkokse og hermed fastlåse den i åben stilling.

Suspendering af termostat

Såfremt motortemperaturen bliver for høj og det konstateres at ventilatoren ikke kører med maximalt omdrejningstal, kan temperaturføleren suspenderes.

a) Motoren standses.
Reguleringsskruen (7) skrues ud og underlagsskiven (8) fjernes

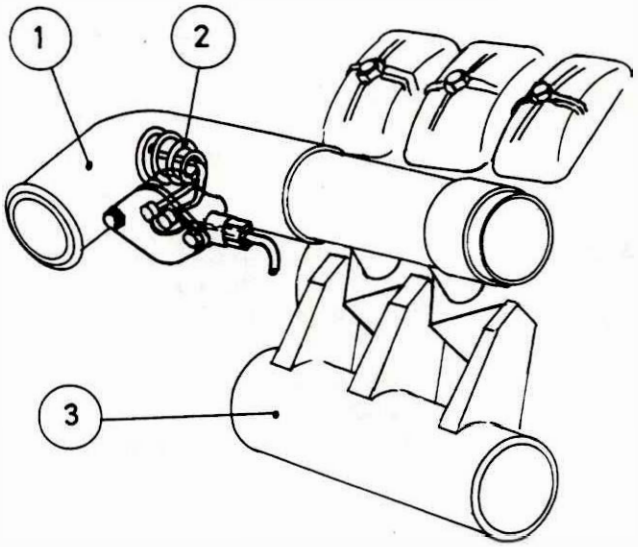
b) Reguleringsskruen (7) skrues i igen. Kugleventilen er nu tvangsåbnet og køleluftventilatoren forsynes nu med en maximal oliestrøm, og løber derfor med fuldt omdrejningstal.

Denne suspention må kun foretages af værkstedspersonalet.

L E D I G

FORVARMNING AF INDSUGNINGS-LUFTEN

For forvarmning af indsugningsluften, er der i indsugningsrøret, for hver cylinderrække, monteret en elektrisk glødespiral.



1. Indsugningsrør

2. Glødespiral

3. Udstødningsrør

Glødespiralerne indkobles automatisk af motorens overvågningselektronik.

Ordren om indkobling af glødespiralerne afgives af elektonikken, når udetemperaturen er <5 og cylinderhovedtemperaturen er <60 .

Såfremt begge betingelser er tilstede, tændes glødespiralerne. Tidsrummet hvori glødespiralerne er tændte, såvel før som efter start, bestemmes af en tidsfaktor programmeret i motorens overvågningselektronik.

BRÆNDOLIESYSTEMET

Rørdiagram

Indsprøjtningspumpen (4) er placeret mellem de to cylinderrækker og er bygget sammen med regulatoren. Fra motorens tandhjulskasse, i svinghjulsenden, drives indsprøjtningspumpen af et tandhjulsdrev. På indsprøjtningspumpen er tom parallelforbundne fortrykspumper (2) monteret. Fortrykspumperne som drives af indsprøjtningspumpens knastaksel, pumper brændolien fra tanken (8) via brændolieforfilteret (1) gennem brændoliefilteret (3) til indsprøjtningspumpen (4). Fra overtryksventilen (7) strømmer den overskydende brændolie tilbage til brændolietanken (8).

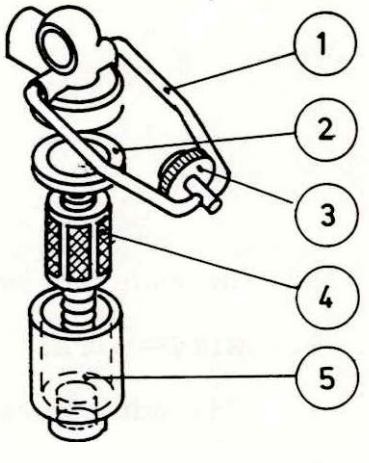
Fra indsprøjtningspumpen (4) trykkes brændolien gennem trykrør (5) til forstøverne (6). Lækolien fra forstøverne ledes tilbage til brændolietanken gennem lækolierøret (9).

Brændolie-filter

For at beskytte fortrykspumperne mod urenheder er der mellem brændolietanken og fortrykspumperne anbragt et brændolieforfilter.

Brændolieforfilteret er ikke indbygget i fortrykspumperne, men at servicehensyn placeret udvendigt i bagenden af motoren.

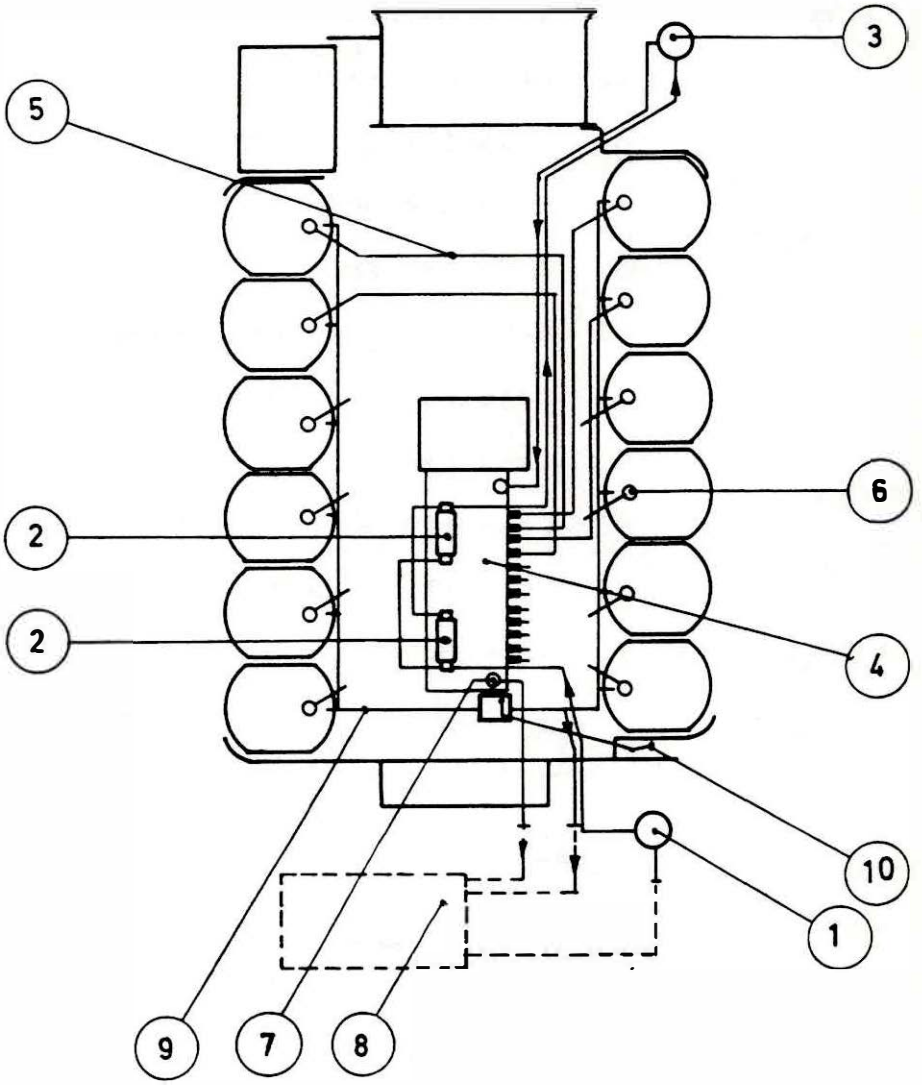
Opbygning



1. Bøjle
2. Pakning
3. Fingerskrue
4. Filterindsats
5. Filterhus

Nødstopgreb

Nødstopgrebet (10), som er placeret til venstre for cylinder 7, står i forbindelse med indsprøjtningspumpens tandstang.
Nødstopgrebet betjenes ved at trykke grebet ind, til motoren er standset.



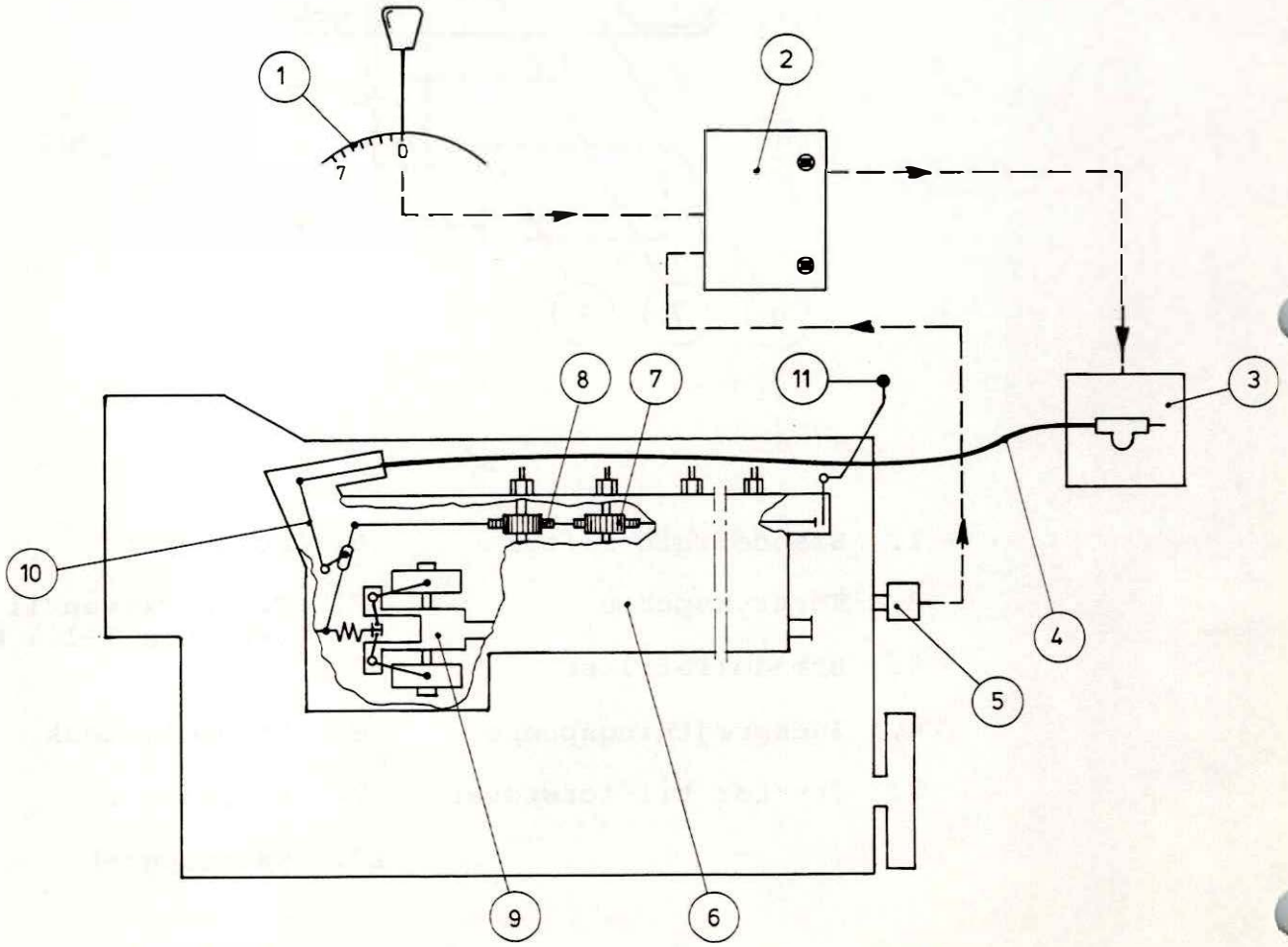
1. Brændolieforfilter
2. Fortrykspumpe
3. Brændoliefilter
4. Indsprøjtningspumpe
5. Trykrør til forstøver
6. Forstøver
7. Overtryksventil (åbnings 1-1,5 bar)
8. Brændolietank
9. Lækolierør
10. Nødstopgreb

REGULERING AF 413-MOTOREN

Nedenfor er skematisk vist, hvorledes 413-motorens omdrejningstal er reguleret. På figuren er positionerne følgende:

Opbygning

1. Kørekontroller
2. Elektronikskab
3. Indstillingsmotor
4. Bowden-kabel
5. Tacho-generator
6. Rækkeindsprøjtningspumpe
7. Tandkrans på indsprøjtningspumpe
8. Tandstang
9. Centrifugalregulator
10. Forstillingsarm
11. Nødstop



Virkemåde

Den principielle virkemåde af motorreguleringen fremgår af følgende:
Kørekontrolleren (1), i førerbordet, har 7 stillinger. Kørekontrolleren giver ordrer til en elektronikenhed (2). Elektronikken giver ordrer til indstillingsmotoren (3), der via bowdenkablet (4) trækker i regulatorens forstillingsarm (10). Ved hjælp af et kulissestyr, reguleringsarm og reguleringsstang, drejes indsprøjtningspumpernes stempel når forstillingsarmen (10) drejes. Motorens omdrejningstal registreres af tahcogeneratoren (5), der sender et signal tilbage til elektronikken. I elektronikken sammenlignes signalet fra kørekontrolleren med signalet fra tahcogeneratoren. Er der afvigelse, indenfor en vis tolerence, mellem det af kontrolleren ønskede omdrejningstal og det af motoren afgivne omdrejningstal, giver elektronikken ordre til indstillingsmotoren om yderligere regulering.

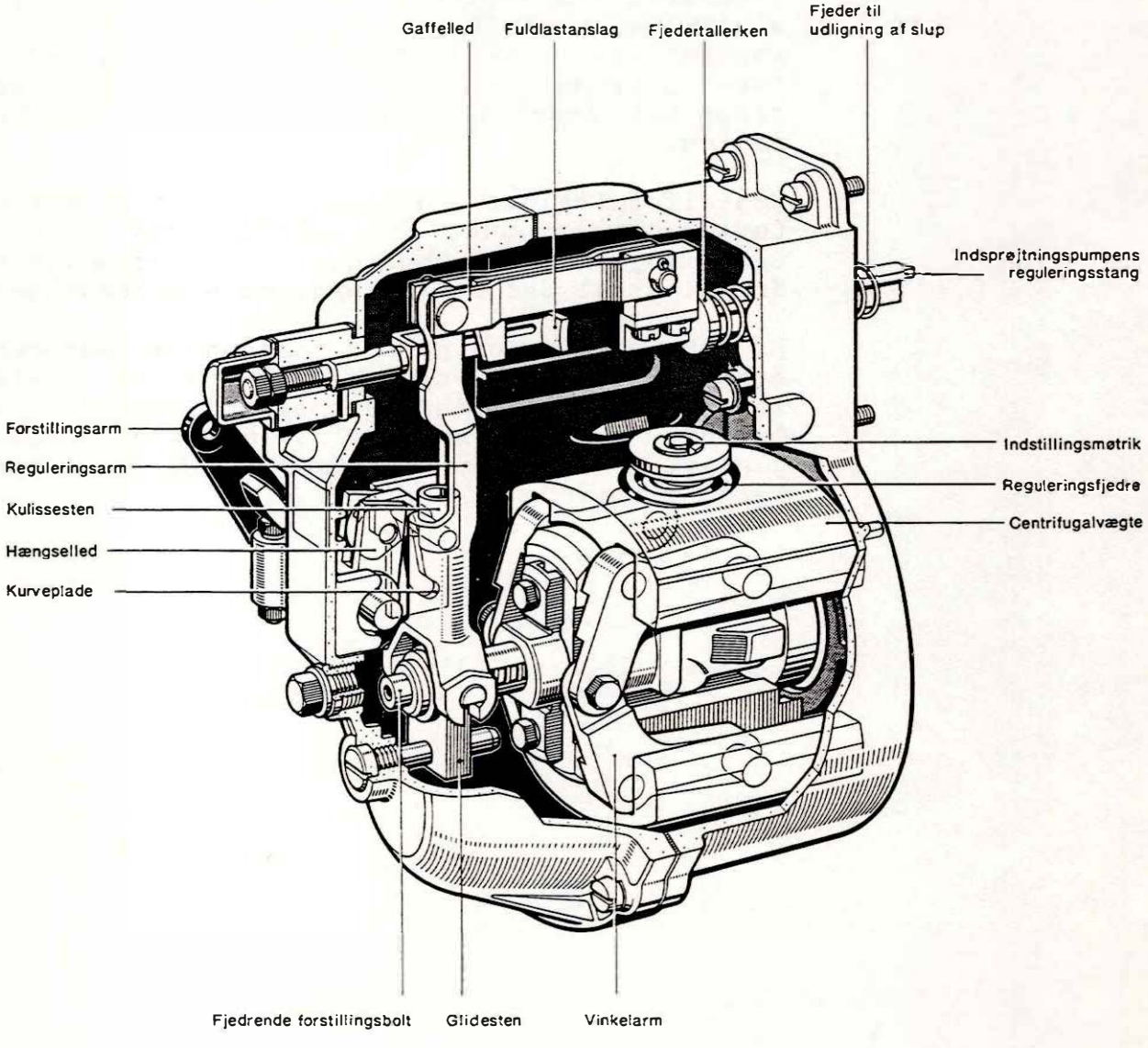
Centrifugalregulatoren der er en BOSCH RQV regulator er sammenbygget med rækkeindsprøjtningspumpen. Centrifugalregulatorens opgave er, at holde det omdrejningstal der er forlangt af elektronikken.

Er der en stigning på strækningen vil motoren belastes yderligere og centrifugalregulatoren vil dreje indsprøjtningspumpens stempler til større fyldning. Omvendt, hvis motoren aflastes (fald på strækningen) vil centrifugalregulatoren dreje pumpestemplerne til mindre fyldning.

RQV-regulatoren

Nedenfor er vist en gennemskåret BOSCH RQV-regulator.

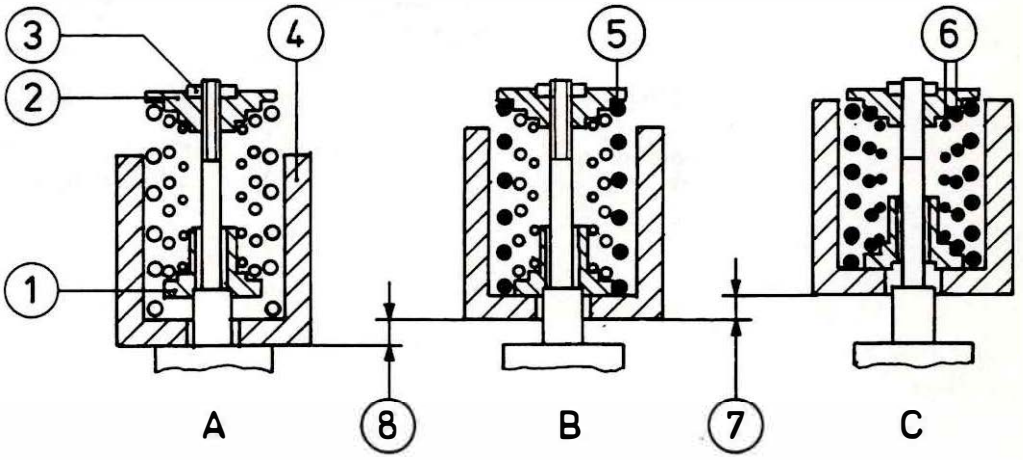
Bowden-kablet fra indstillingsmotoren trækker i forstillingsarmen.



I RQV regulatoren er regulatorfjedrene indbygget i centrifugalvægtene.

På skitsen herunder er positionerne følgende:

1. Indre fjedertallerken
2. Ydre fjedertallerken
3. Indstillingsmøtrik
4. Centrifugalvægt
5. Tomgangsfjeder
6. Maximalreguleringsfjeder
7. Reguleringsvandring
8. Tomgangsvandring

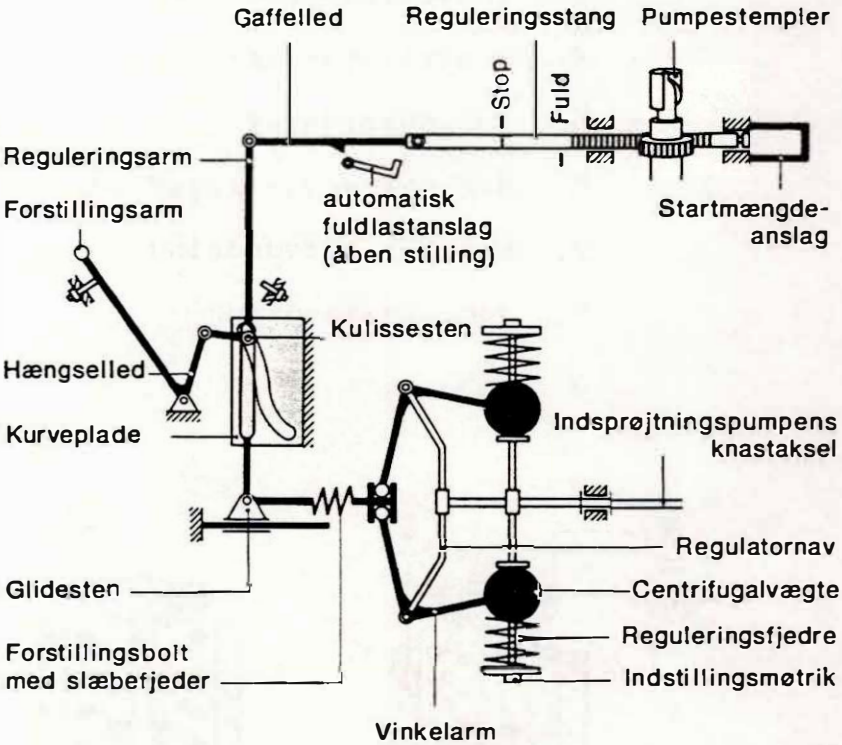


Tomgangsfjederen har støttepunkter mellem den ydre fjedertallerken og centrifugalvægten, Under tomgangsreguleringen er det således kun denne fjeder der er aktiv. Tomgangsvandringen (8), billede A og B, er således centrifugalvægtens vandring fra bund til anslag mod den indre fjedertallerken.

Når motoren arbejder med et højere omdrejningstal end tomgang, vil centrifugalkraften være så stor, at maximalreguleringsfjederens (6) fjederspænding overvindes. Alle tre fjedre er aktive ved regulering af et omdrejningstal, højere end tomgang, der er indstillet af forstillingsarmen, billede C.

Opbygning

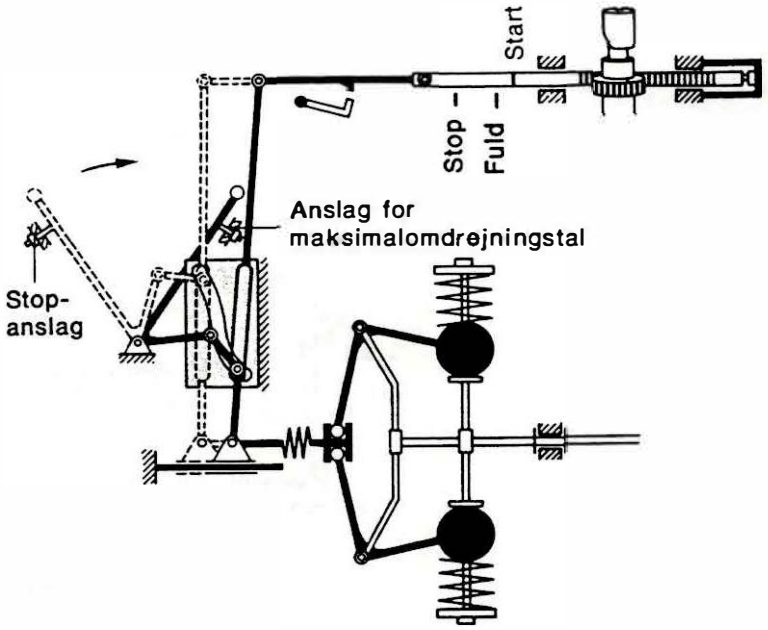
Den skematiske opbygning af RQV-regulatoren er vist herunder



Reguleringsarmens omdrejningspunkt er forskydeligt i kulisseføringen. Omdrejningspunktet føres desuden i en kurveplade, hvis opgave er, at ændre reguleringsarmens omsætningsforhold. Omsætningsforholdet ændrer sig fra 1 : 1,7 i øverste stilling til 1 : 5,9 i nederste stilling.

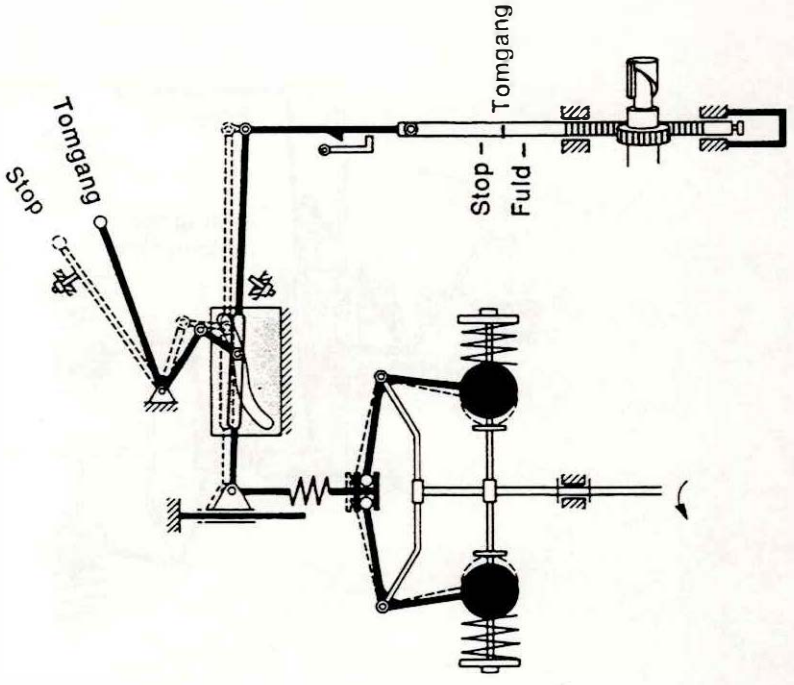
Forstillingsbolten fjedrer ved tryk eller træk (slæbefjederen).

Virkemåde



startstilling

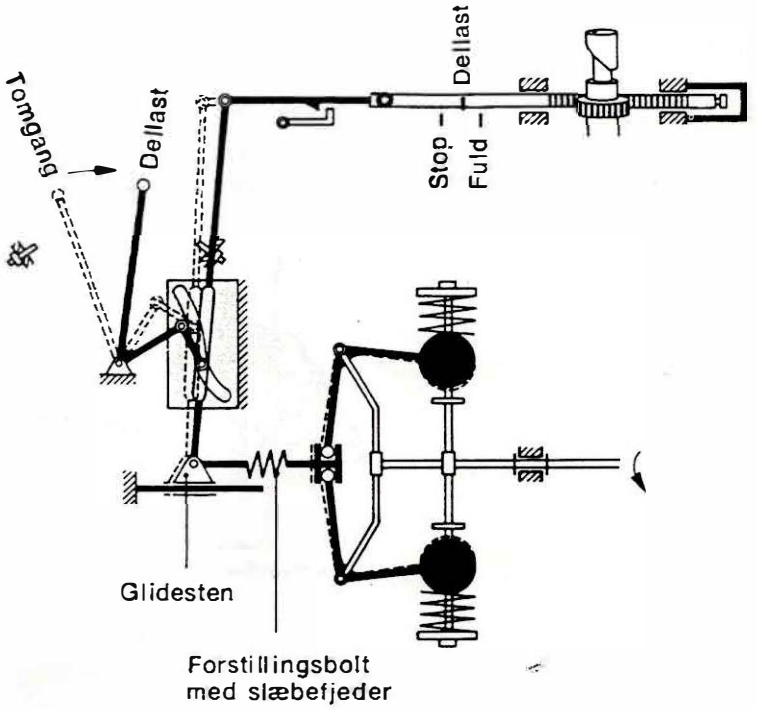
Når motoren skal startes, trækker bowdenkablet forstillingsarmen over til anslag for maximalomdrejningstal. Da regulatoren står stille er forstillingsbolten presset helt mod højre. Ved hjælp af en stangudveksling, der ikke er vist på billedet, er det automatiske fuldlastanslag åbnet, når forstillingsbolten er helt til højre. Kulissestenen presses af hængselleddet i bund i kurvepladen (omsætningsforhold 1:5,9), og da fuldlastanslaget er drejet ned vil reguleringsarmen presse reguleringsstangen mod startmængdeanslaget, hvilket giver pumperne en ekstra fyldning. Den ydre vandring af reguleringsarmen optages af slæbefjederen, der sammenpresses.



Tomgangsstilling

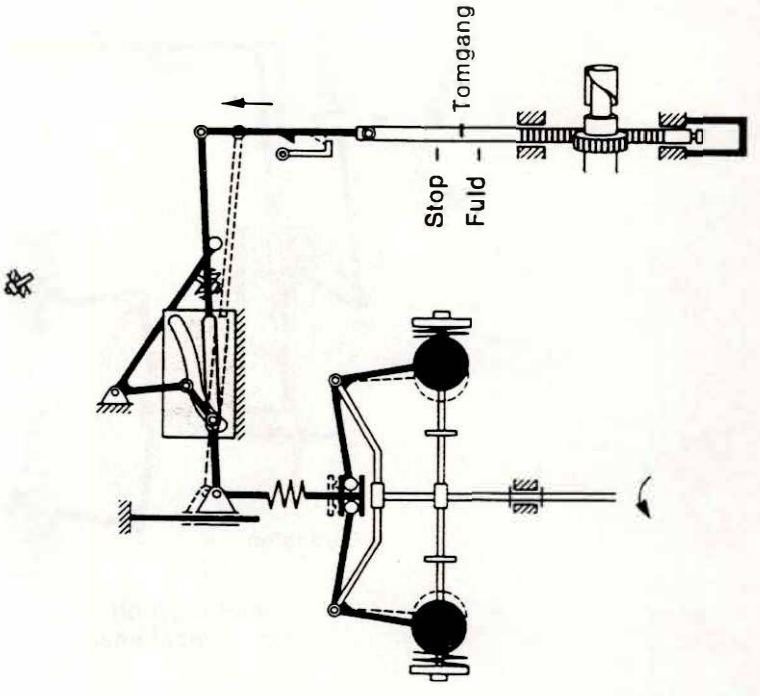
Når motoren er startet, giver elektronikken ordre til indstillingsmotoren, om via bowdenkablet at trække forstillingsarmen i tomgangsstilling. Når forstillingsarmen bevæges til tomgangsstilling, bevæges kulissestenen op ad kurvepladen, samtidig trækker reguleringsstangen pumperne til mindre fyldning, da reguleringsarmen har omdrejningspunkt ved forstillingsbolten. Da motoren kører, roterer regulatoren også, og centrifugalvægten svinger ud og sammenpresser tomgangsfjederen, herved vil forstillingsbolten trække i reguleringsarmen, og der indfinder sig en balance mellem motorens omdrejningstal, centrifugalvægtens udsving (tomgangsfjederens fjederkraft) og indsprøjtningspumpens fyldning.

Når regulatoren når op på 100-200 omdr/min går fuldlastanslaget automatisk på plads ved hjælp af stangudvekslingen, der ikke er vist.



Dellast

Når forstillingsarmen drejes fra tomgang til en dellast, bevæges kulissestenen nedad i kurvepladen og omsætningsforholdet for reguleringsarmen bliver så stort, at reguleringsstangen går mod fuldlastanslaget. Den videre bevægelse af reguleringsarmen optages af slæbefjederen der sammenpresses. Når motoren og dermed regulatoren løber op i omdrejninger, bevæges centrifugalvægtene udad, herved afspændes slæbefjederen og derefter trækkes glidestenen mod højre. Med omdrejningspunkt i kulissestenen vil forstillingsarmen trække reguleringsstangen mod mindre fyldning af indsprøjtningspumperne. Der indfinder sig påny en ligevægt.

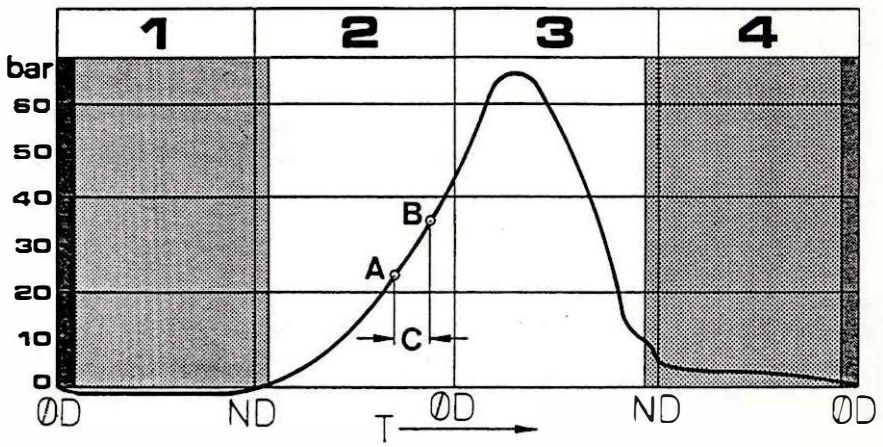


Fuldlast

Hvis motoren kører med maximal omdrejningstal, samtidig med at reguleringsstangen er mod fuldlastanslag, og motoren aflastes (f eks fald på strækningen), vil den løbe op i omdrejninger. Regulatoren vil også løbe op i omdrejninger, herved vandrer centrifugalvægtene udad og trækker reguleringsstangen mod stop. Stiger omdrejningerne yderligere vil reguleringsstangen gå mod anslag for stop, og den yderligere bevægelse af centrifugalvægtene optages, ved at slæbefjederen strækkes.

INDSPRØJTNINGS
FORSTILLING

Tændingsforhold



Ovenstående diagram viser ligesom et pv-diagram trykforholdene i cylinderen

1. Indsugningsslaget

2. Kompressionslaget

3. Arbejdsslaget

4. Udstødsslaget

A. Indsprøjtningen begynder

B. Antændelse af blandingen

C. Tændingsforhaling

T. Tiden

Efter at indsprøjtningen er begyndt, kræver brændstoffet en vis tid til at opbygge en brændbar blanding med luften. De enkelte oliedråber skal fordampe og molekylerne sønderdeles, for at antændelse kan finde sted. Der behøver kun at være ca 5 % på dampform for at tænding kan finde sted. Varmen til den begyndende fordampning kommer fra den kompencerede luft og cylindervæggene, resten fordampes af forbrændingsvarmen. Tiden der medgår til ovennævnte opbygning af en brændbar blanding benævnes TÆNDINGSFORHALING og den er afhængig af brændoliens sammensætning, kompressionstrykket, den komprimerede lufts temperatur, samt af forstøverhullernes størrelse og antal.

Ved høje omdrejningstal bliver tændingsforhalingen særlig mærkbar, idet antændelsen ikke kommer på det rigtige tidspunkt i forhold til stempelstillingen. Ved højere omdrejningstal er stempelhastigheden så stor, at antændelsen kommer for

sent, da tiden for tændingsforhalingen kan regnes for konstant ved øget omdrejningstal.

Den senere tænding nedsætter motorens ydeevne.

Formål

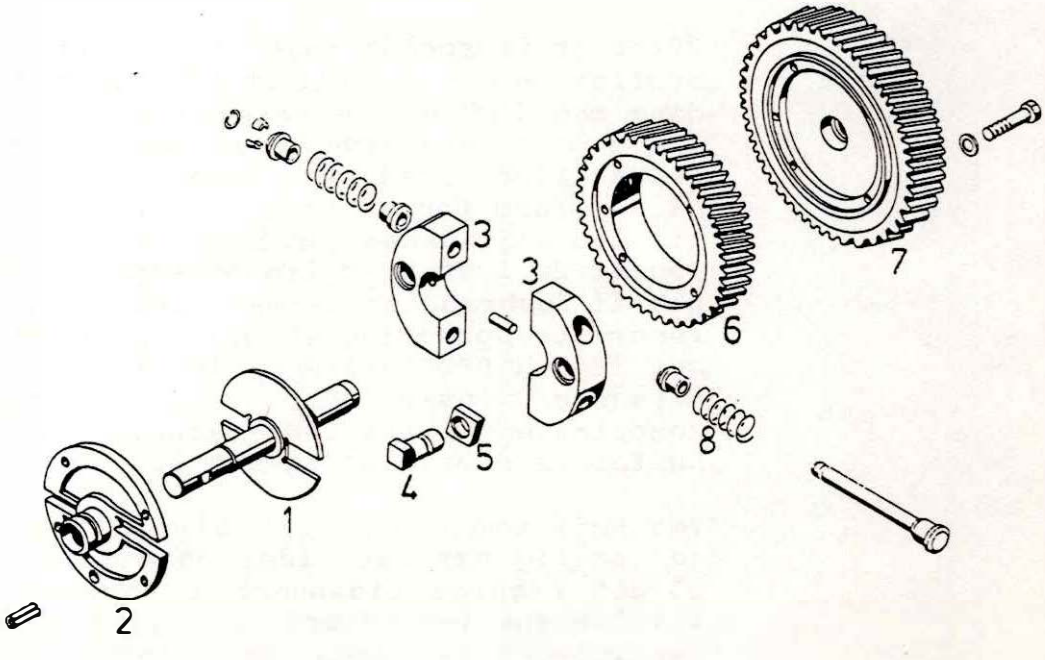
For at imødegå en forringelse af motorens ydeevne ved høje omdrejningstal, på grund af de ovenfor beskrevne forhold, anvendes en INDSPRØJTNINGSFORSTILLER.

Placering

Indsprøjtningsforstilleren er placeret i dobbelttandhjulet for drev af indsprøjtningspumpe og køleluftventilator. Se pos 3 på tandhjulsskema side 4.23

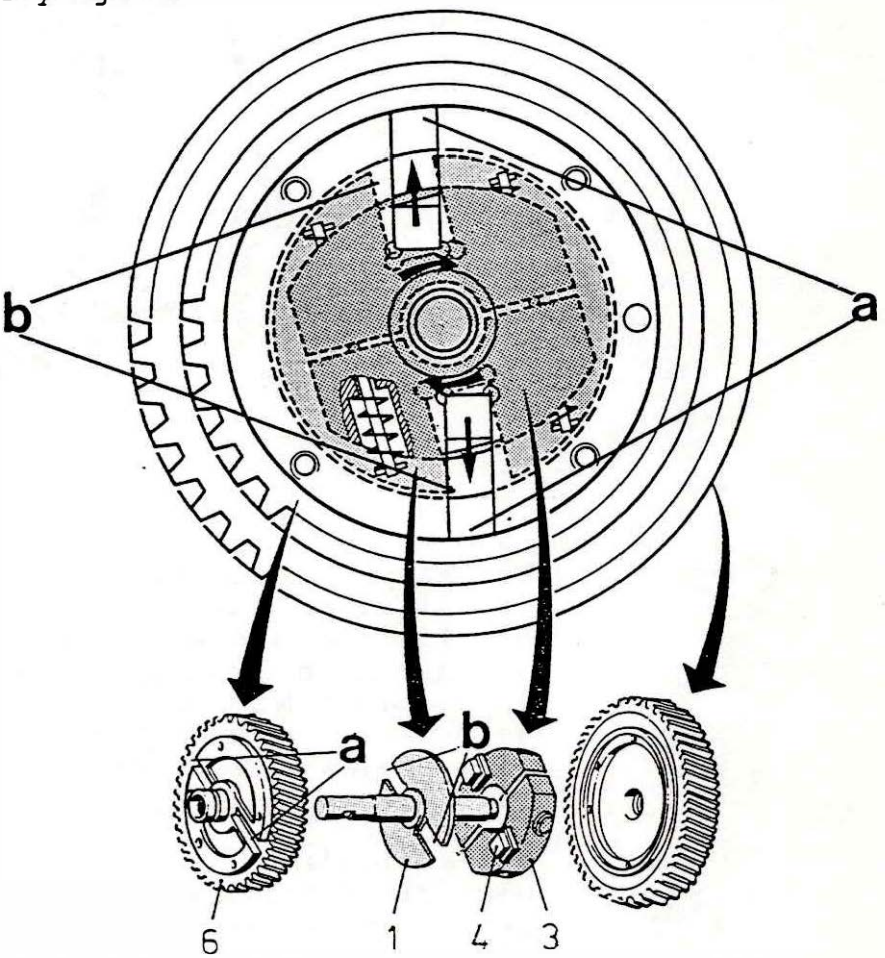
Opbygning

Indsprøjtningsforstiller samlet



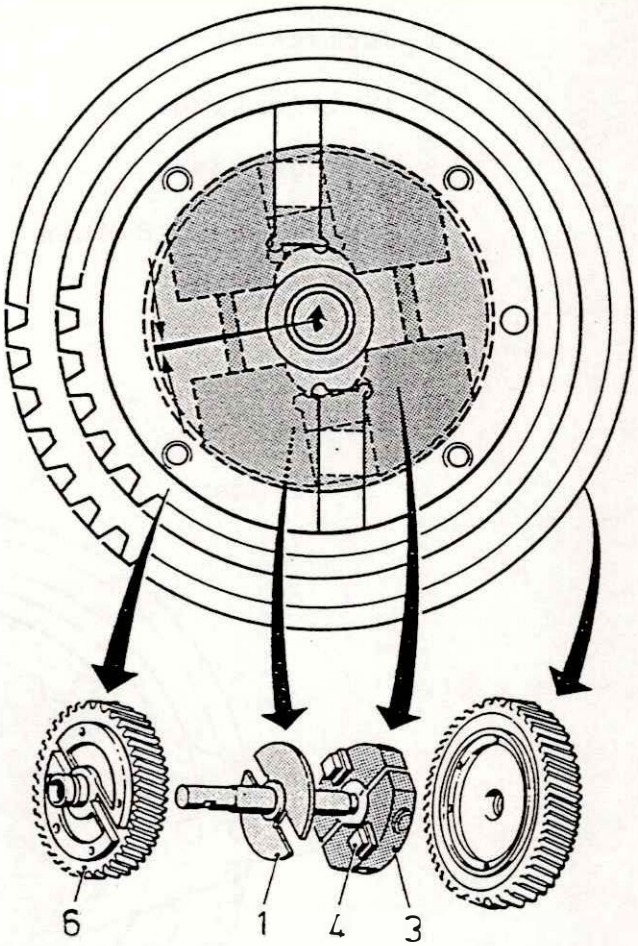
På den "eksploderede" tegning herover er positionerne følgende:

1. Drivaksel
2. Stilleskive
3. Svingklods
4. Bolt med glidesten
5. Glidesten
6. Hus
7. Tandhjul
8. Trykfjeder



I stilleskiven (2) er der to forsatte glidenoter (a). Drivakslen (1) er lejret i stilleskiven (1) og tandhjulet (7). I drivakselens skive er 2 symetriske glidenoter (b). På de fjedersammenspændte svingklodser (3), er der placeret 2 glidesten (4 og 5). Den største glidesten (5) glider i noten (b) på drivakselskiven, boltens hoved (4) glider i stilleskivens noter (a).

Virkemåde



Med stigende omdrejningstal bevæger svingklodserne (3) sig udad, idet de sammentrykker fjedrene (8). Den yderste glidesten (4), der styres i stilleskiven med de forsatte noter (a), vil dreje svingklodserne under deres udadgående bevægelse. Da drivakselskiven (1) er styret af de inderste glidesten (5), drejes drivakselen tilligemed svindklodserne, under deres vandring.

Ved stigende omdrejningstal vil drivakselen (1), der driver indsprøjtningspumpens knastaksel, være drejet en bestemt vinkel i forhold til tandhjulet (7). Jo højere omdrejningstal, jo større vinkel er drivakselen drejet og jo tidligere indsprøjtning opnås.

På denne måde sikres, at forbrændingen sker på det optimale tidspunkt i forhold til stempelbevægelsen.

MOTOROVER-
VÅGNING

Motorens drifttilstand overvåges af elektronikudrustningen placeret i førerrummet.

Følgende tilstande overvåges (registreres)

1. Smøreolietrykket

2. Smøreolietemperatur

3. Cylinderhovedtemperatur

4. Omdrejningstallet

1. Smøreolietrykovervågningen er beskrevet på side 4.29-1. Trykket måles på olierøret til røggastermostaten, se side 4.41-1.

2. Smøreolietemperaturen måles i et hulrum, i motorstativet, under smøreoliekøleren, ved hjælp af et elektrisk modstandstermometer. Registreres en olietemperatur over 125 nedreguleres motor til tomgangshastighed.

3. Cylinderhovedtemperaturen måles på cylinderhoved 8, ligeledes af et elektrisk modstandstermometer.

   Registreres en cylinderhovedtemperatur over 170° nedreguleres motoren til tomgangshastighed.

4. Omdrejningstallet måles af et tachometer (vekselstrømsgenerator) monteret på dobbelttandhjulet til indsprøjtningspumpen.

   Det målte omdrejningstal registreres af elektronikken.

   Såfremt tachometeret ikke afgiver spænding, når motoren er i drift, standses motoren af en stopordre fra elektronikken.

1. Holder for cylinderhovedtermostat

2. Forstøver

3. Indsugningsrør

4. Returledning for smøreolie fra ventilhus

5. Udstødningsrør

6. Stempelkølerør

7. Smørekanal krumtapaksel

8. Smøreolieforvarmer (fremmednet)

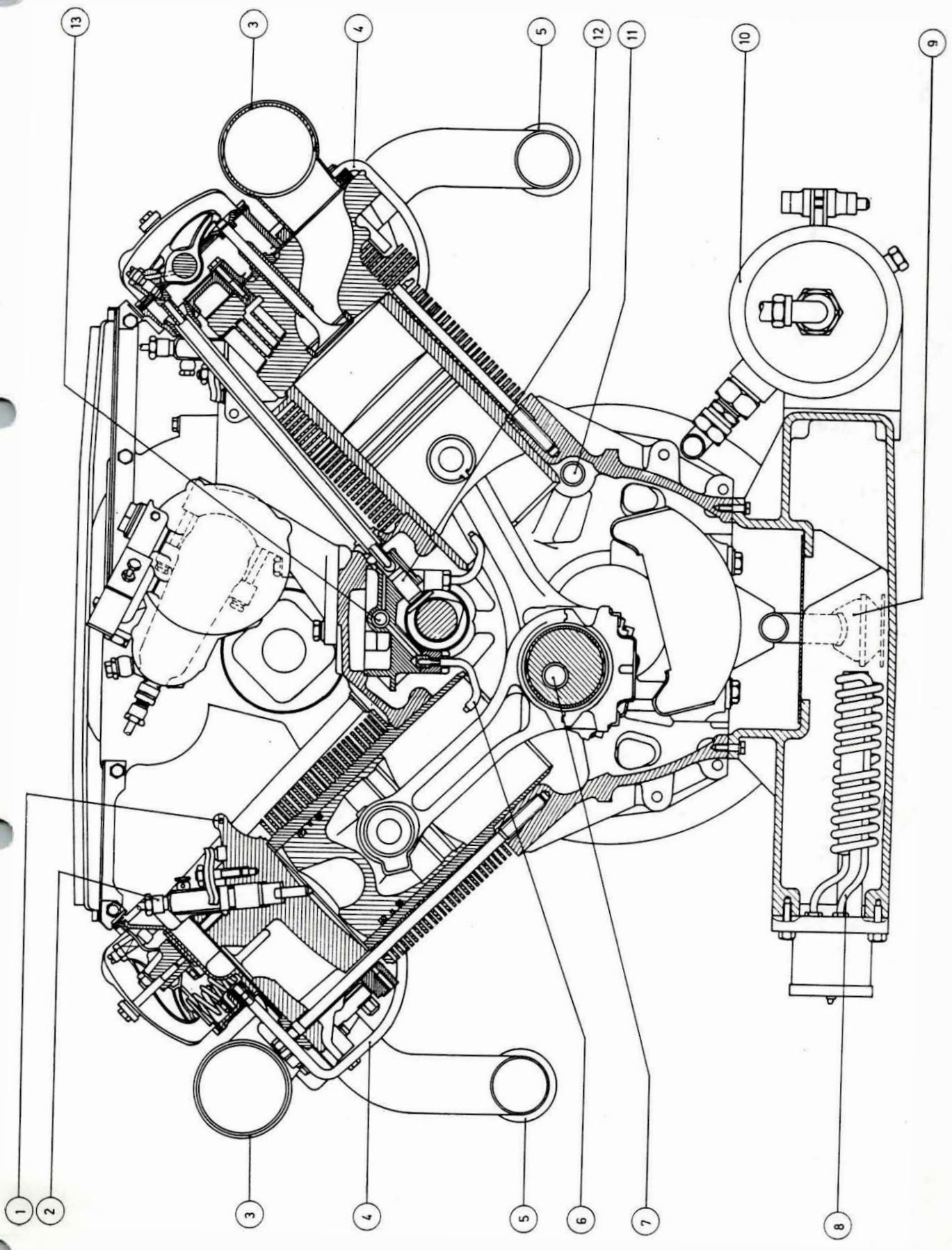
9. Sugesi smøreoliepumpe

10. Smøreoliefilter

11. Hovedsmøreolierør

12. Ventilløfter med impulssmøreanordning

13. Smøreolierør for stempelkøling og ventil-
husmøring



Snittegning 413-motoren

MOHTR

AFSNIT 5

HYDRODYNAMISK TRANSMISSION

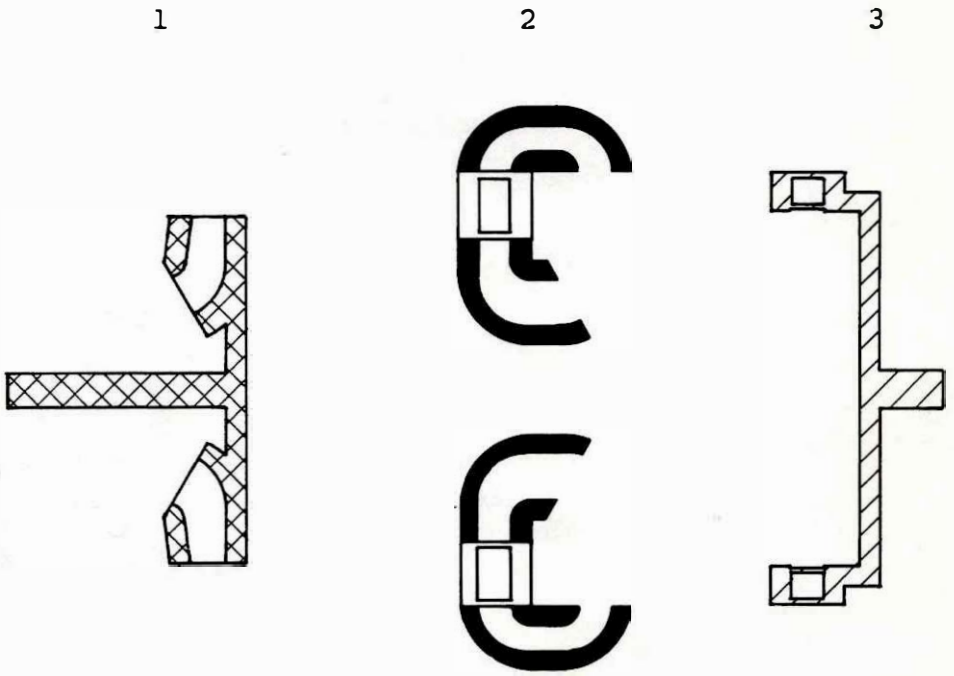
HYDRAULISK MOMENTOMFORMER

En hydraulisk momentomformer arbejder udfra det hydrodynamiske princip d v s strømmende væskers mekanik.

Herunder er skematisk vist hovedkomponemterne i en hydraulisk momentomformer. Den hydrauliske væske, der arbejdes med i momentomformeren er normalt en mineralolie.

Princip

1. Primær del (pumpehjul)
2. Faststående hus med ledeskovle
3. Sekundær del (turbinehjul)



Primær del (1)

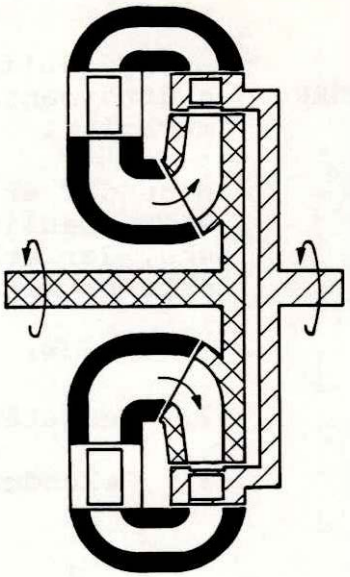
Primærdelen drives af en motor og er udformet som et pumpehjul og trykker væsken ud ved periferien.

Faststående del (2)

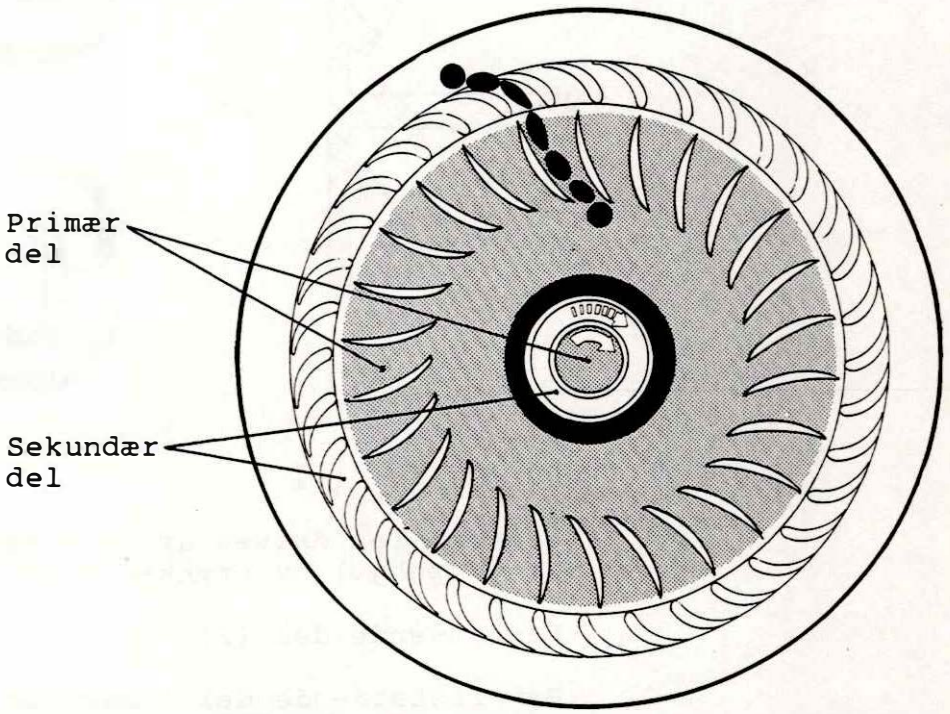
Den faststående del leder den hydrauliske væske tilbage fra sekundærdelen til primærdelens sugeside. Dette foregår ved hjælp af ledeskovle

Sekundær del (3)

På sekundær delen sidder en ring af skovlhjul, der påvirkes af væsken, der trykkes ud af primærdelen.

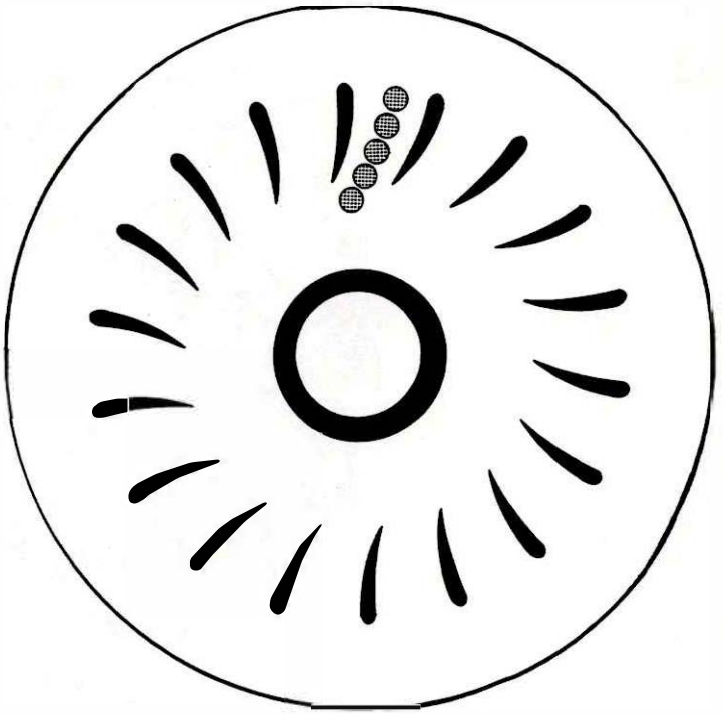


Indkobling af momentomformeren sker ved at fylde væske i den og udkobling sker ved at tømme momentomformeren.



"Åbnet" momentomformer, set fra det faststående hus.

Pumpehjulet trykker væsken ud på sekundærdelens turbineskovle. Den mekaniske energi, primærdelen leverer, omdannes til strømningsenergi (bevægelsesenergi) i væsken. Sekundærdelens skovle rammes af væsken, væsken skal ændre retning i skovlene og derved påvirke sekundærdelen af et drejningsmoment. Strømningsenergien i væsken omdannes, i sekundærdelen, til mekanisk energi.



Huset med ledeskovle set fra primær- og sekundærdelen.

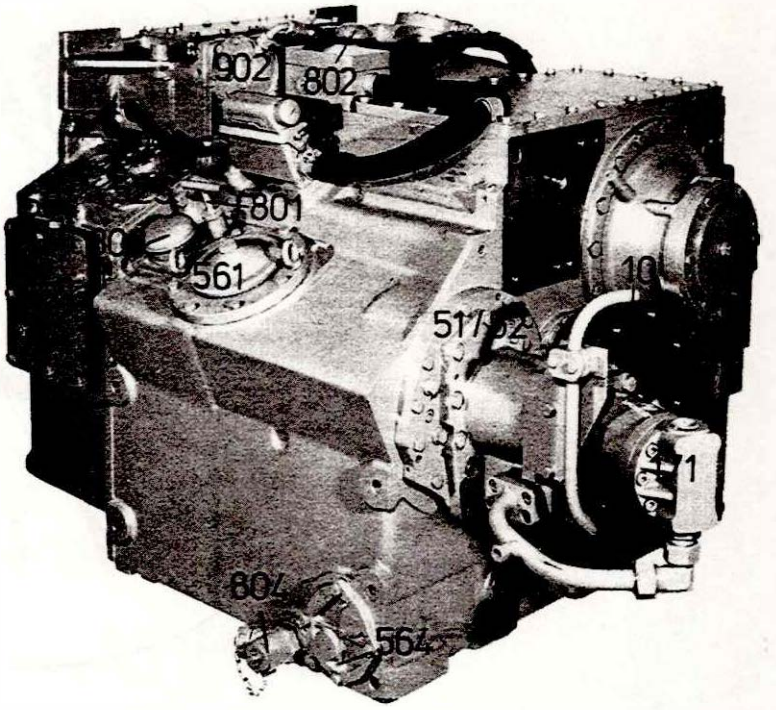
Væsken ledes, af ledeskovlene, tilbage til pumpehjulet, med en konstant tilløbsretning uafhængig af væskens afstrømning fra turbinehjulet.

Turbinehjulets moment er størst ved stillestående turbinehjul. Momentet aftager med stigende turbinehjulshastighed, dette kan meget forenklet og populært forklares med at, hastighedsforskellen på væsken og turbinehjulet ikke er så stor, således at væsken ikke kan trykke så hårdt på turbineskovlene.

VOITH - TURBOGEAR

Generel beskrivelse

Forside



10 Indgangsaksel

171 Ventilatorpumpe (aksialstempelpumpe)

51 Fyldepumpe

52 Primærstyrepumpe

525 Kontraventil

526 Overstrømningsventil

561 Filter

564 Filter for styre-, smøre-, og hydro-
statikpumpe

584 Primær indv./drossel

62 Skifteregulator

801 Målepind

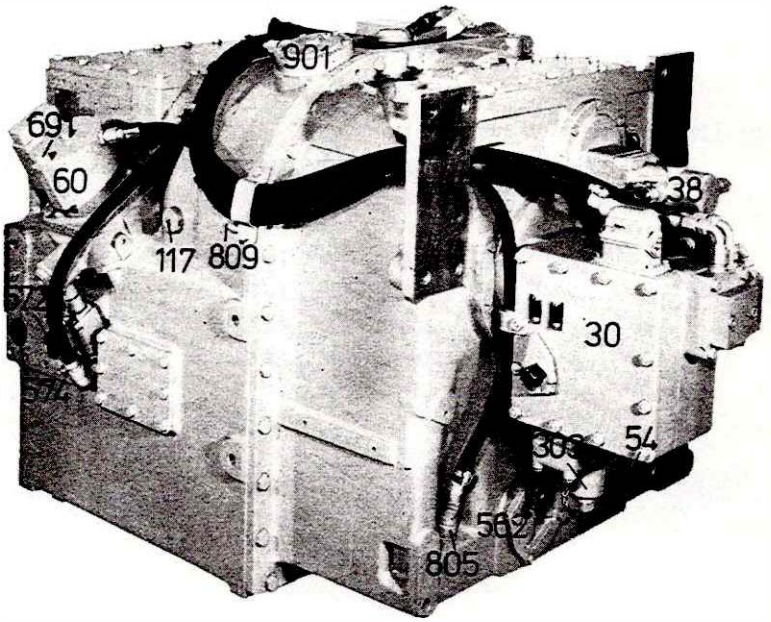
802 Udluftningsfilter

803 Oliepåfyldningsstuds

804 Olieaftapningsventil

902 Forstillingscylinder

Bagside



117 Målested, start omformer
(M 14 x 1,5)

20 Udgangsaksel

30 Vendeskiftecylinder

303 Midterstillingslåsring

38 Tastventil

54 Sekundærsmørepumpe

562 Filter for 54

572 Til luftoliekøler

574 Fra luftoliekøler

60 Hovedstyring

691 Justerskrue for håndnødkobling

805 Temperaturføler

809 Skueglas

901 Pressecylinder (trykstok)

Hoveddata	Max effekt	370 KW (503 hk)
	Virkningsgrad	ca 85%
	Vægt	950 Kg
	Oliebeholdning	90 l

Opbygning

Voith-turbogearet er et fuldautomatisk arbejdende strømningsgear. Den væsentligste bestanddel er 2 hydrauliske momentomformere og et vendegear.

Gearets opbygning fremgår af tegningerne på side 5.25-1 og 5.31-1. På tegningen side 5.25-1 er opbygningen vist i perspektiv, dog er kun den ene momentomformer vist. Positionsnummene er identiske. På side 5.37 er vendegear og skiftecylinder vist.

De øvrige tegninger på siderne 5.27-1 - 5.35-1 viser VOITH-gearet i forskellige trin.

På tegningerne er de vigtigste pos. følgende

10 Indgangsaksel

17 Hjælpedrev for ventilatorpumpe

20 Udgangsaksel

30 Skiftecylinder

38 Tastventil

51 Fyldepumpe

52 Primær styre- og smørepumpe

54 Sekundær smørepumpe

57 Oliekøler

58 Smøresteder

60 Hovedstyreventil

62 Skifteregulator

65 Primær betjenings aggregat

66 Drossel

90 Drejearrangement ("tand mod tand")

Tegning side 5.31

Gearet aktiveres gennem aksel (10) via tandhjulene (101) og (102) til primærakslen (103). På denne aksel er pumpehjulene (111) og (121) monteret. Det er muligt at tilpasse gearkassens effektoptagelse til hurtig eller langsomt løbende dieselmotorer ved ændring af tandhjulene (101) og (102).

Ved fyldt startomformer (11) (1. gear) og rotation af pumpehjulet (111) dannes et moment i turbinehjulet (112), dette føres til sekundærakslen (23) og via vendegearstandhjulene til udgangsflangen.

Ved fyldt marchomformer (12)(2. gear) og rotation af pumpehjulet (121), overføres turbinehjulets (122) moment til sekundærakslen 23 og via vendegearet til udgangsflangen.

Fra gearets udgangsaksel (20) og tandhjul (201) trækkes sekundærsmørepumpen (54) via tandhjul (541), samt centrifugalregulatoren (62), der trækkes via tandhjul (638).

Tandhjul (511) der er fastskruet på tandhjul (101), driver via tandhjul (515), fyldepumpen (51) samt primærstyre og smørepumpe (52), der begge er tandhjulspumper.

Styring

Tomgang side 5.31

Fyldepumpen 51 suger allerede ved motortomgang olie fra sumpen gennem filtret (561). Olien pumpes gennem ledning (514), gennem oliekøleren (57) til hovedstyreventilen (60). Ved for højt tryk i ledning (514), bypasses olien gennem overtryksventilen (516) til sugeledningen (512).

Primærstyrepumpen (52) får olie fra ledning (571) via ledning (522). Styreolien trykkes fra pumpen gennem (524) og (641) til skifteregulatoren (62) og samtidig via overstrømningsventilen (526) til sekundærsmørepumpen (54) og til primæraktiveringscylinder (65) og til smørestederne (58).

1. Gear side 5.33

For indkobling af 1. gear åbner magnetventilen for gearfyldning og leder trykluft gennem røret 608 til oversiden af stempel (605), som derved trykkes til sin nederste stilling.

Styrestempel (601) trykkes tilsvarende ned og leder fyldeolie fra ledning 671 gennem ledning (115) til fyldning af 1. gear (11), samtidig lukker styrestemplet (601) for tømmeledningen (116).

2. gear side 5.35

Skiftningen til 2. gear (12) sker automatisk ved hjælp af centrifugalregulatoren (62). Den bliver trukket af sekundærakslen og skifter via centrifugalvægtene (621) der via armen (623) trykkes mod fjederen (626). Regulatoren forårsager gearskiftet når trækkraften er lige stor i begge omformere. Det vil sige når trækkraften vil være den samme, uanset hvilken af de to omformere der måtte være fyldt. For at skiftet kan foregå uden spring i trækkraften, må omskiftningen ske ved et bestemt forhold mellem pumpehjuls- og turbinehjulsomdrejningstal, det vil sige motoromdrejningstal i forhold til kørehastighed.

Ved dellast (reduceret motoromdrejningstal) må omskiftningen ske ved lavere kørselshastighed end ved fuldlast.

Centrifugalvægtene (621) yder en af sekundæromdrejningstallet (kørehastigheden) afhængig aksialkraft på styrestiften (622). Denne kraft påvirker armen (623) og regulatorfjederen (626).

Forspændingen af fjederen (626) sker med olietryk fra primærstyre og smørepumpe (52).

Dette olietryk er afhængig af motoromdrejningstallet, da primærpumpen (52) er tvunget trukket fra indgangsakslen. Olien trykkes via overstrømningsventil (526), kontraventilerne (525) og (527) på stemplet (65). Trykket justeres på drossel (584).

Ved en kørselshastighed på 75-85 km/t, ved normal belastning, vil svingklodsernes (621) tryk være i stand til at overvinde primærfjederens modtryk, hvilket bevirker at styrestiften (622) bevæges mod højre, hvorved styreolie ledes fra ledningen (641) til ledningen (642) videre til (647) og (648), samt til (661/662) gennem droslen (666) og kontraventilen (671).

Styreolien i ledning (647) trykker stempel (606) HURTIG ned, indtil ledning (647) er lukket. Droslet styreolie kommer dernæst via drossel og kontraventil (666/671) og ledning 661 ind og bevæger styrestempel (601) LANGSOM ned,

indtil ledning (648) blottes, så udroslet olie strømmer ind og igen bevæger stemplet HURTIG, den sidste vandring.

Denne hurtig-langsom-hurtig vandring af styrestemplet (606), også kaldet fyldningsoverlapning, sikrer begyndende fyldning af marchomformeren (12) inden startomformeren (11) tømmes, for at undgå tab af trækkraft.

Under hovedstyrestemplets (601) vandring, afspærres først for marchomformerens (12) tømningsledning (126). Dernæst åbnes for marchomformerens fyldeledning (125). Under styrestemplets (601) videre vandring afspærres for startomformerens (11) fyldeledning (115) og tilsidst åbnes for startomformerens tømmeledning (116). Olien fra ledning (116) ledes til sumpen gennem et hul i bunden af skiftecylinderen, dette hul er ikke vist på billedet.

Aftagende hastighed

Ved aftagende hastighed sker skiftningen i modsat rækkefølge. Følgende sker i hovedstyreventilen:

Først lukkes (116), så åbnes (115) - fyldning af startomformer (11).

Dernæst afspærres (125) og tilsidst åbnes (126) - tømning af marchomformer (12).

Hovedstemplets (606) langsomme bevægelse styres af droslen (667).

Centrifugalvægtene (621) sørger for at tilbagekoblingen sker ved en lavere hastighed end opkoblingen. Herved undgås pendling i gearet.

Justeringen af skifteregulatoren sker på prøvestanden ved at forspænde fjederen (626) så omskiftningen sker ved den fastlagte hastighed.

Afspærring

Såfremt VOITH-gearet "afspærres" ved kørehastighed over 75-85 km/t afluftes ledning (608), hvorved fjederen presser styrestemplet i øverste stilling. Styreolien i ledning (662) presser stemplet (607) ned. Se tegning side 5.31.

Såfremt gearet genindkobles ved kørehastighed over 75-85 km/t, kommer styreluft gennem (608) og presser stempel (605) mod anslag, samtidig presses stempel (607) op i sin øverste stilling.

Den over stemplet (607) stående styreolie trykkes herved gennem ledning (662/661) og ind over styrestempel (606), dette bevirker at styrestemplet hurtigt trykkes i sin nederste stilling og indkobler mackomformeren (12).

Vendegear

Tegning side 5.27

Ved omdrejningsretning A (ind- og udgangsflange drejer samme vej) overføres momentet via skifte akslen (313) til tandhjulsparret (232/201) til udgangsakslen (20).

Koblingshjulet (231) drives rundt (modsat skifteakslen (313) af hjulet (221) på mellemakslen (22) der drives af tandhjulsparret (201/222).

Tegning side 5.29

Ved omdrejningsretning B (ind- og udgangsflangen drejes modsat) overføres momentet via skifteakslen (313) til tandhjulsparret (231/221) og via mellemakslen (22) til tandhjulene 222/201 til udgangsakslen (20).

Koblingshjulet (232) drives rundt (modsat skifteakslen (313)) af tandhjul (201).

Tegning side 5.37

Vendegearet skiftes af den påbyggede skiftecylinder (30). Den til skiftningen nødvendige luft styres af magnet-ventiler.

Indgrebet mellem skifteakslen (313) og koblingshjulene (231/232) er mangenoter. Føringen mellem skifteakslen (313) og sekundæraksen (23) er ligeledes mangenoter.

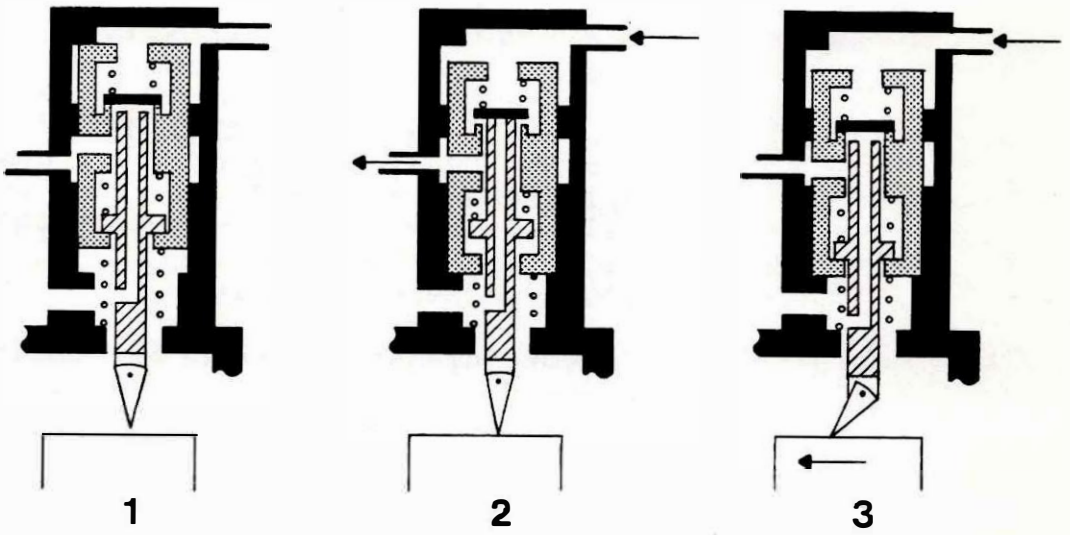
Disse mangenoter er på tegningerne side 5.25-5.29 illustreret ved en tværstift i en udfræset rille.

I skiftecylinderen er indbygget en fjederakkumulator. Denne trykker altid via skifteakslen (309) mod et anslag, enten tand mod tand eller indgreb i bund. Forsvinder lufttrykket under skiftning, indtager vendemuffen enten den nye eller den gamle stilling på grund af fjederaccumulatoren.

Tasteventil

For at sikre, at der kun skiftes køreretning når køretøjet holder helt stille er der indbygget en tasteventil (38). Denne ventil afspærrer for luften til skiftecylinderen, såfremt mellemakslen (22) drejer.

Den principielle opbygning af tasteventilen er vist herunder.



1. Tasteventilen upåvirket

Den nederste fjeder presser det store stempel i øverste stilling. Følerfoden presses i bund af den midterste fjeder. Ventillegemet presses af den øverste fjeder mod sit sæde på det store stempel.

2. Åben tasteventil

Når der gives ordre om skift, strømmer luft fra ledning (381) ind i ventilen og presser det store stempel i bund. Da mellemakslen (22) står stille vil følerfoden være ret og løfte ventillegemet fra sit sæde. Luften kan strømme videre gennem ledning (382) og (302 el 306) til skiftecylinderen.

3. Lukket tasteventil

Luften trykkes ind og presser det store stempel ned. Da mellemakslen (22) roterer, vil følerfoden "knække" når den rører akslen, dette medfører, at den midterste fjeder kan presse følerfoden i bundstilling. Med følerfoden i bundstilling, kan den øverste fjeder presse ventillegemet mod sit sæde og afspærre for luften til skiftecylinderen.

Drejearrangement

Se tegning side 5.37

Det trykluftbetjente drejearrangement (90), har til opgave at dreje skifteakslen (313), såfremt der er tand mod tand stilling, i mangenoterne på skifteakslen (313) og koblingshjulet (231 el 232).

Såfremt køretøjer står stille vil luft strømme fra ledning (382) til skiftecylinderen, samtidig strømmer luft i ledning (386) til drejearrangementet (90). Ved tand mod tand stilling vil der opbygges et tryk efter droslen (904) i ledning (903), dette tryk vil presse stemplet i cylinderen (901) ned. På grund af droslen (907) vil cylinder (902) derefter aktiveres. Armen (909) bøjes ned og frem, og griber i hjulet (905) på sekundærakslen.

Når drejningen er slut og koblingen er i indgreb udluftes ledningerne (903/907). En hurtig udluftning kan ske for cylinder (901) via kontraventilen (906). Cylinder (902) tømmes langsommere gennem droslen (907).

Indkoblingskontrol

Indkoblingskontrollen er indbygget i skiftearrangementet (30). To elektriske kontakter registrerer når skiftecylinderen er i slutstilling. Via den elektroniske overvågning spærres der for motorens fyldning (motoren holdes på tomgang) indtil skifteakslen er i en slutstilling.

Ved midterstillingslåsen (304) er der en kontakt (305) indbygget. Den bevirker ved hjælp af elektronikken, at motoren ikke kan startes når vendegearet er låst i midtstilling.

Betingelser for skift

Følgende betingelser skal være opfyldt for at skifte køreretning:

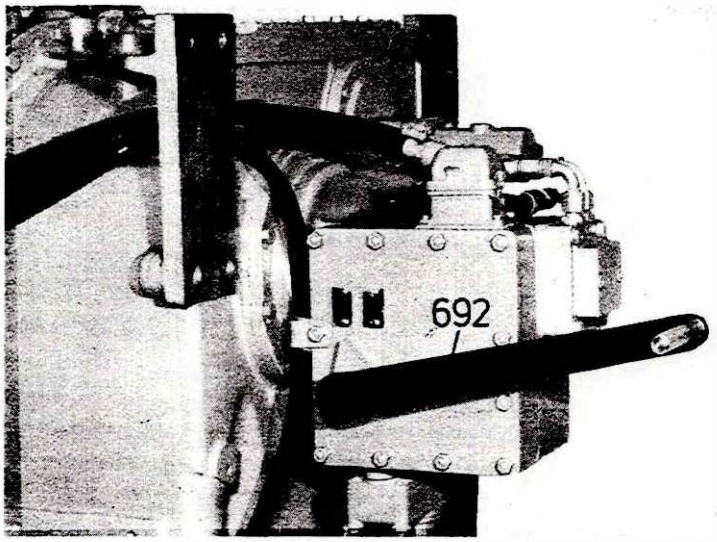
- Køretøjet skal stå stille, dette kontrolleres af tasteventilen.
- Omformerne er tømt (tomgang) dette kontrolleres af kontakt (603), der registrerer om hovedstyrestemplet (601) står i stilling tomgang.
- Motoren skal køre tomgang eller være stoppet.
- Styrelufttrykket skal være min 4,5 bar.

Håndstilling af vendegear

Er det ikke muligt at skifte vendegearet ved hjælp af frem/bakhåndtaget, kan vendegearet

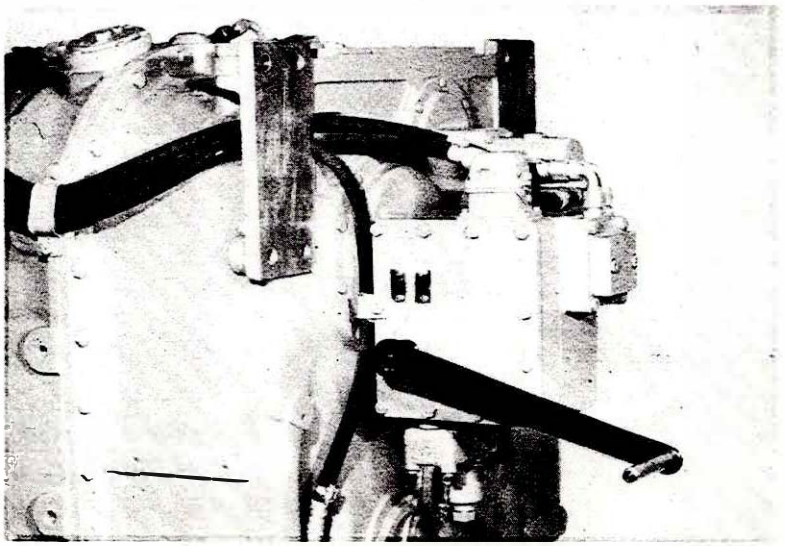
indstilles manuelt.

Afspærringshane (11) på gearstyringsdiagrammet side 5.18-1 afspærres.



Skiftning af vendegearet, kørselsretning F I (omdrejningsretning B)

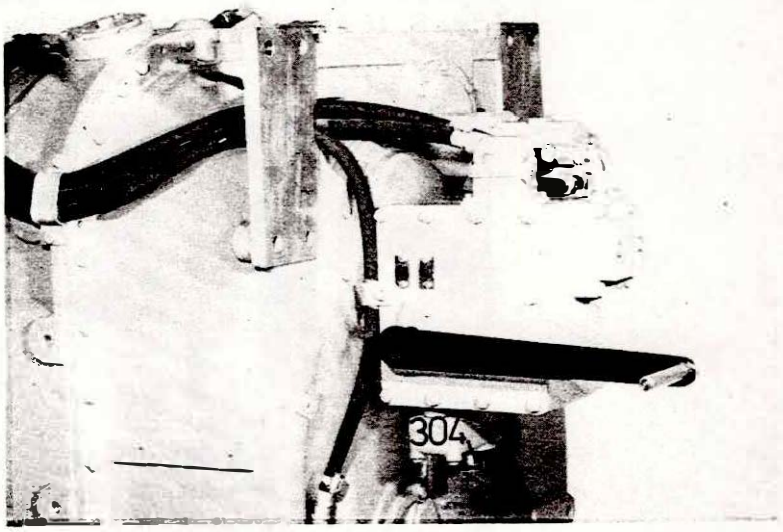
Håndtag (692) sættes på (30), skiftearrangementet og skiftes. Skiftecylinderen skal nå slutpositionen.



Kørselsretning F II (omdrejningsretning A)

Midtstilling af vendegear

Er der formodning om mekaniske beskadigelser i det hydrauliske gear, skal vendegearet sættes i midtstilling og aflåses, i øvrigt henvises til betjeningsvejledning for MR.



Midtstillingen foregår på følgende måde:

1. Motoren standses og toget afbremses

2. Afspærringshane for styreluft lukkes (pos 11 på gearstyringsdiagrammet)

3. Beskyttelseshætten nederst på skiftecylinderen (30) fjernes. Låsestiften (304), der er placeret under hætten, trækkes ud og drejes 90°, så tværpinden går i den dybe udsparring, når låsestiften (304) slippes.

4. Med skiftehåndtaget (692), bevæges vendegearet mod midtstilling indtil låsestiften (304) går i indgreb.

5. Beskyttelseshætten påsættes igen.

Se i øvrigt tegning side 5.37

Når vendegearet er i midtstilling er det ikke muligt at starte motoren, idet kontakt (305) hindrer dette.

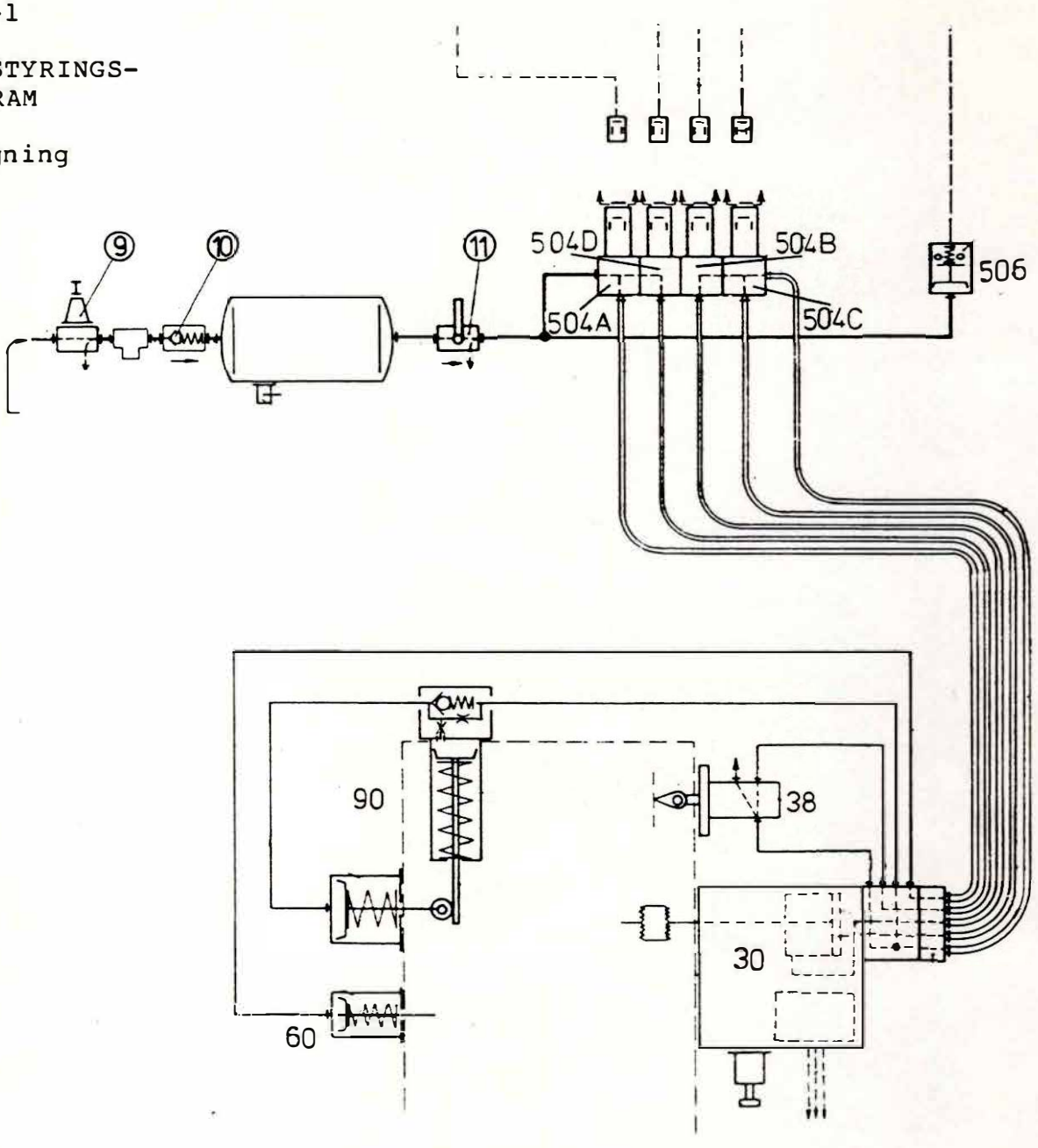
Ved bugsering af MR/MRD, sørger sekundærsmørepumpen (54) for tilstrækkelig smøring af gearet.

Ledig

5.18-1

GEARSTYRINGS-
DIAGRAM

Opbygning



På styreluftdiagrammet herover er følgende positioner:

9. Reduktionsventil (5,7 bar)

10. Kontraventil

11. Afspærringshane

504 A. Gearfyldningsmagnetventil

504 D. Kontrolmagnetventil

504 B. Bakmagnetventil

504 C. Fremmagnetventil

506 Pressostat (4,5 bar)

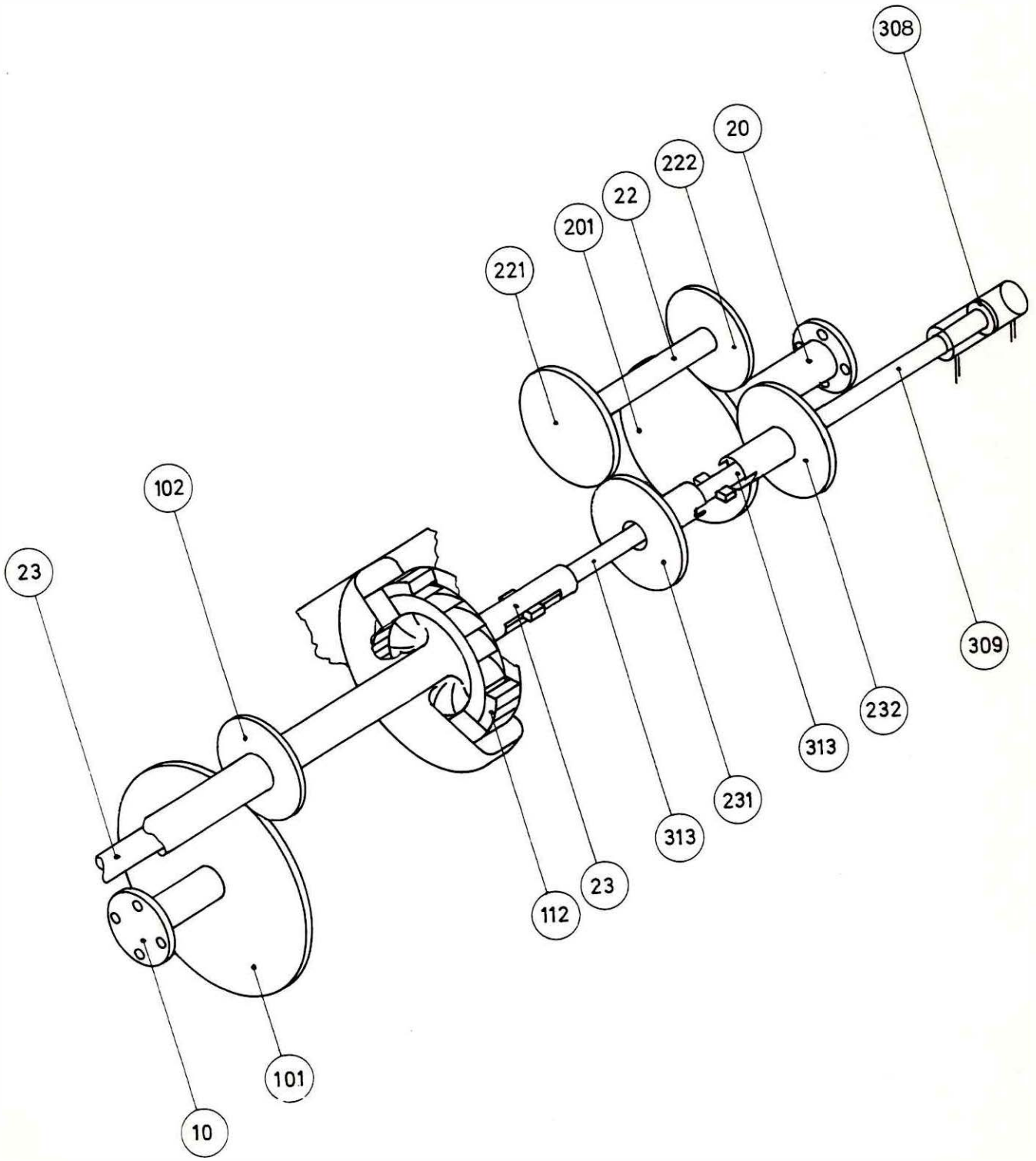
Virkemåde

Styreluften ledes gennem en reduktionsventil (9), hvor trykket reduceres til 5,7 bar, gennem et filter og en kontraventil (10) til en 25 liters forrådsluftbeholder, videre gennem en afspærringshane (11) til en pressostat (506), der hindrer indkobling af trækkraft, hvis styrelufttrykket er under 4,5 bar. Luften ledes samtidig til de 2 magnetventiler (504 A) og (504 D).

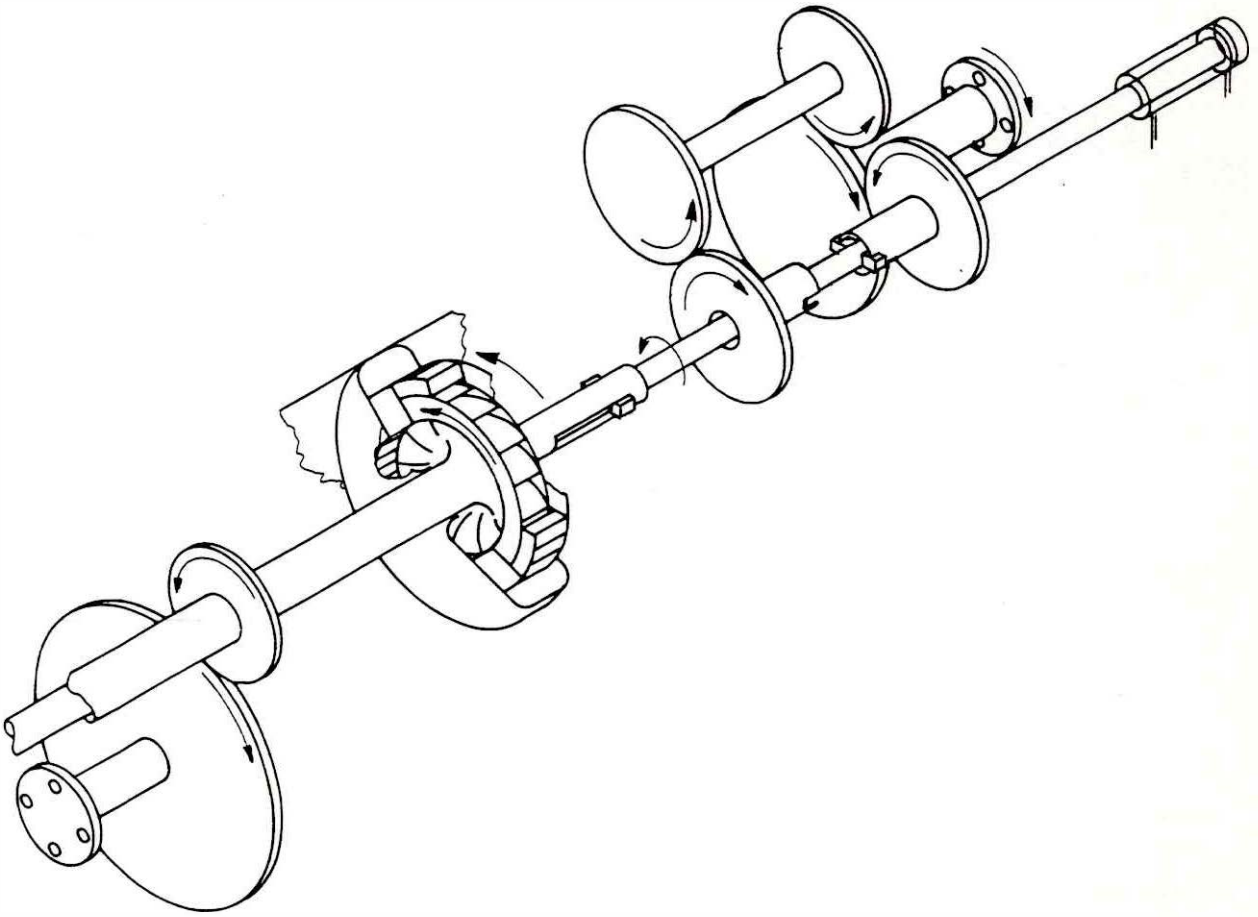
Ved valg af køreretning åbnes kontrolmagnetventilen (504 D). Luften strømmer gennem tasteventilen (38)(kun ved stillestående køretøj), til drejearrangementet (90), samtidig strømmer luften til frem- og bakmagnetventilerne (504 C og 504 B). Afhængig af valgt køreretning åbnes en af disse ventiler og luften strømmer til skiftecylinderen (30).

Når der ved hjælp af kørekontrolleren forlanges trækkraft, åbnes gearfyldningsmagnetventilen (504 A) og luft strømmer til hovedstyrecylinderen (60).

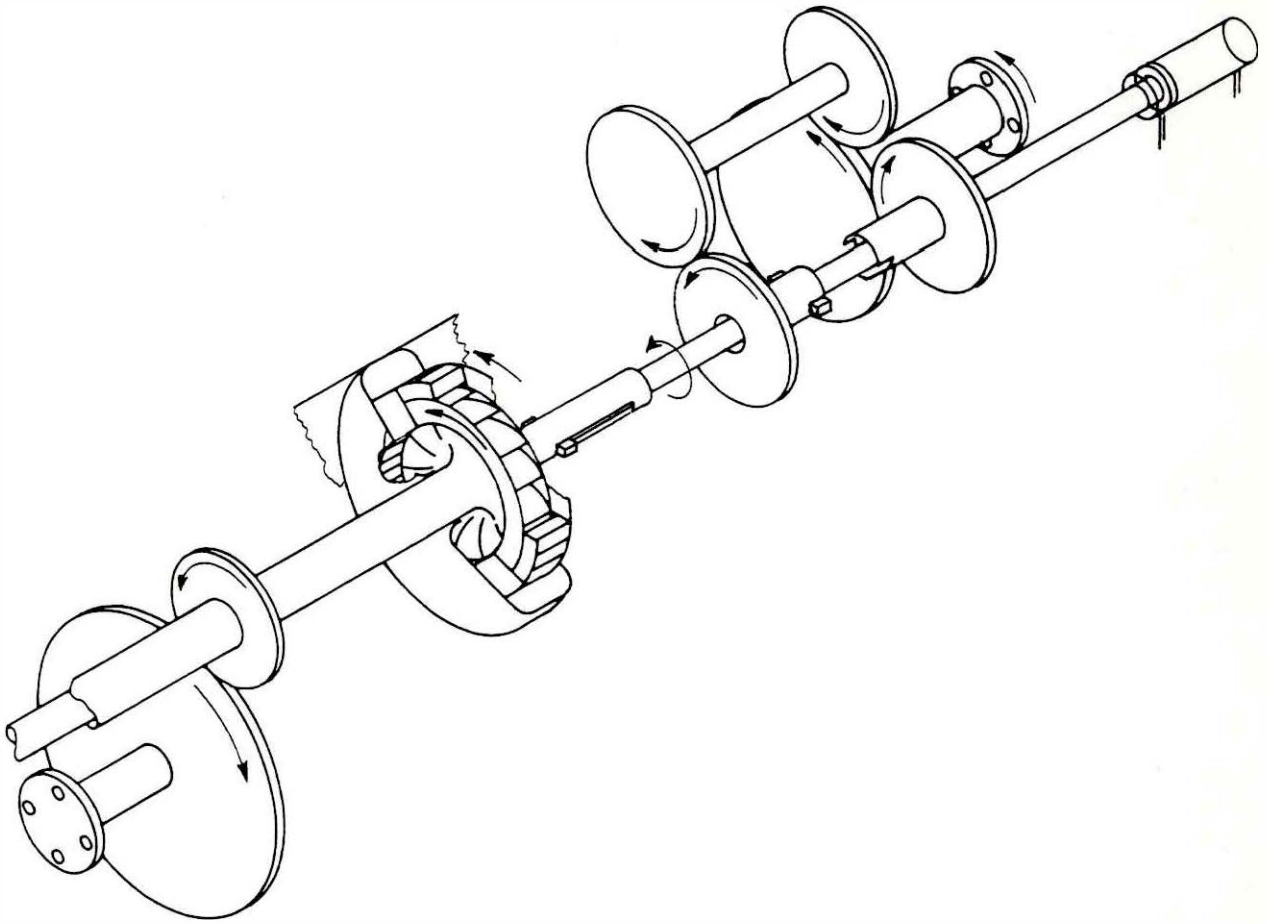
Ledig



Skematisk opbygning af VOITH gear

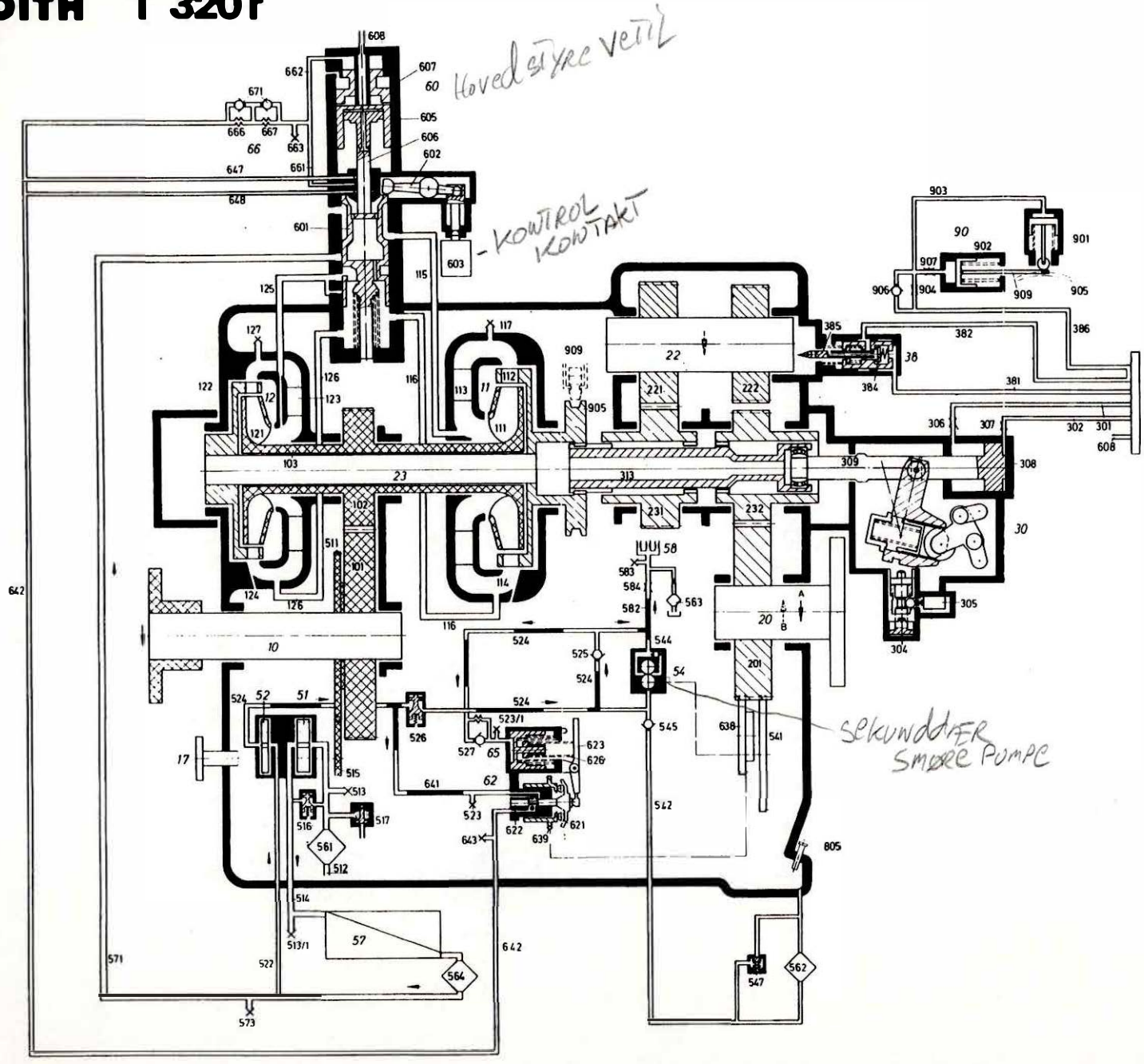


Omdrejningsretning A



Omdrejningsretning B

VOITH T 320 r



FASTSTÅENDE DEL

PRIMÆR DEL

SEKUNDÆR DEL

STYREDEL

OLIE

STYREOLIE

TRYKLUFT

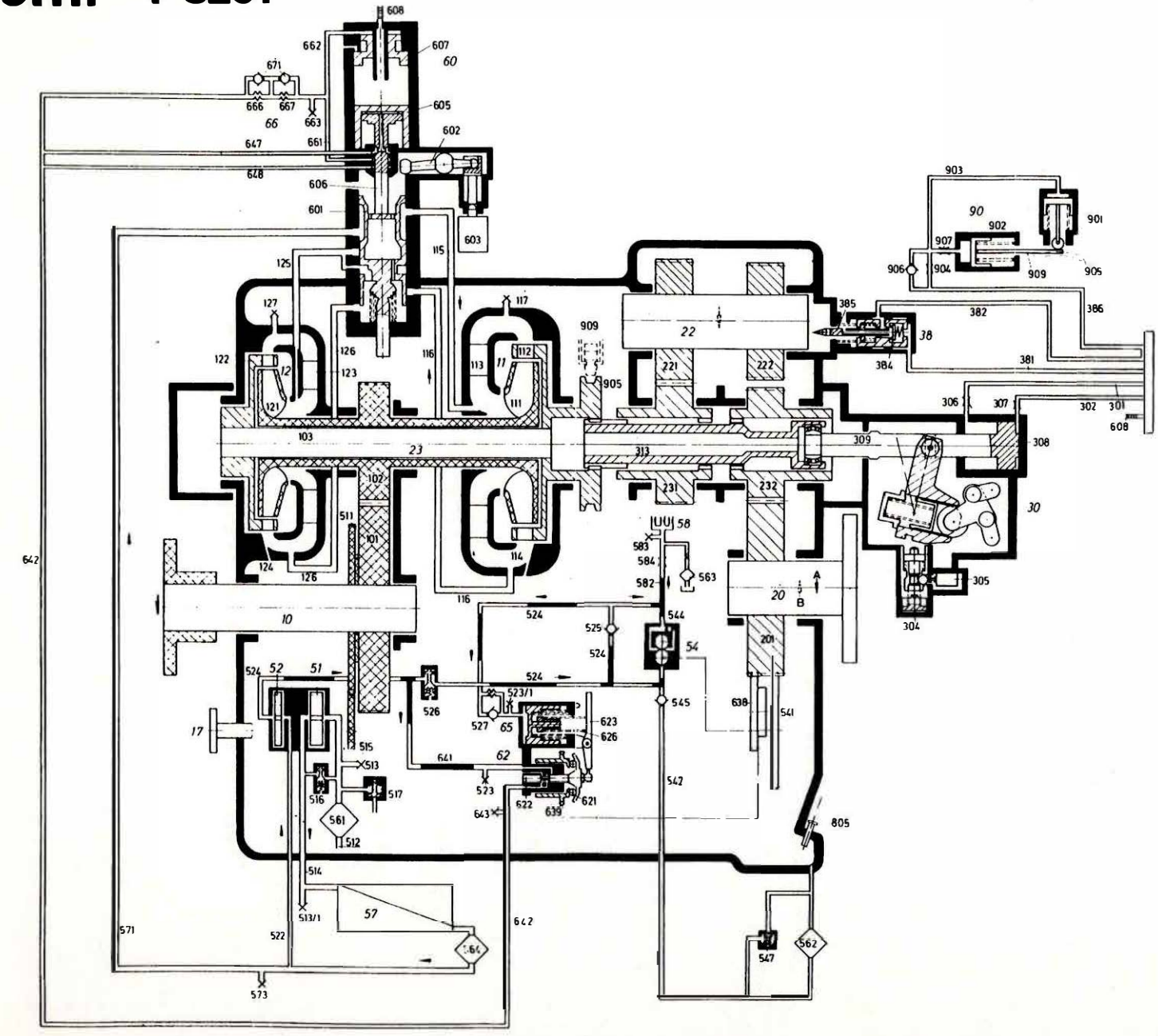
MÅLEDEL

TOMGANG

MOHTR

5.31-1

VOITH T 320r



FASTSTÅENDE DEL

PRIMÆR DEL

SEKUNDÆR DEL

STYREDEL

OLIE

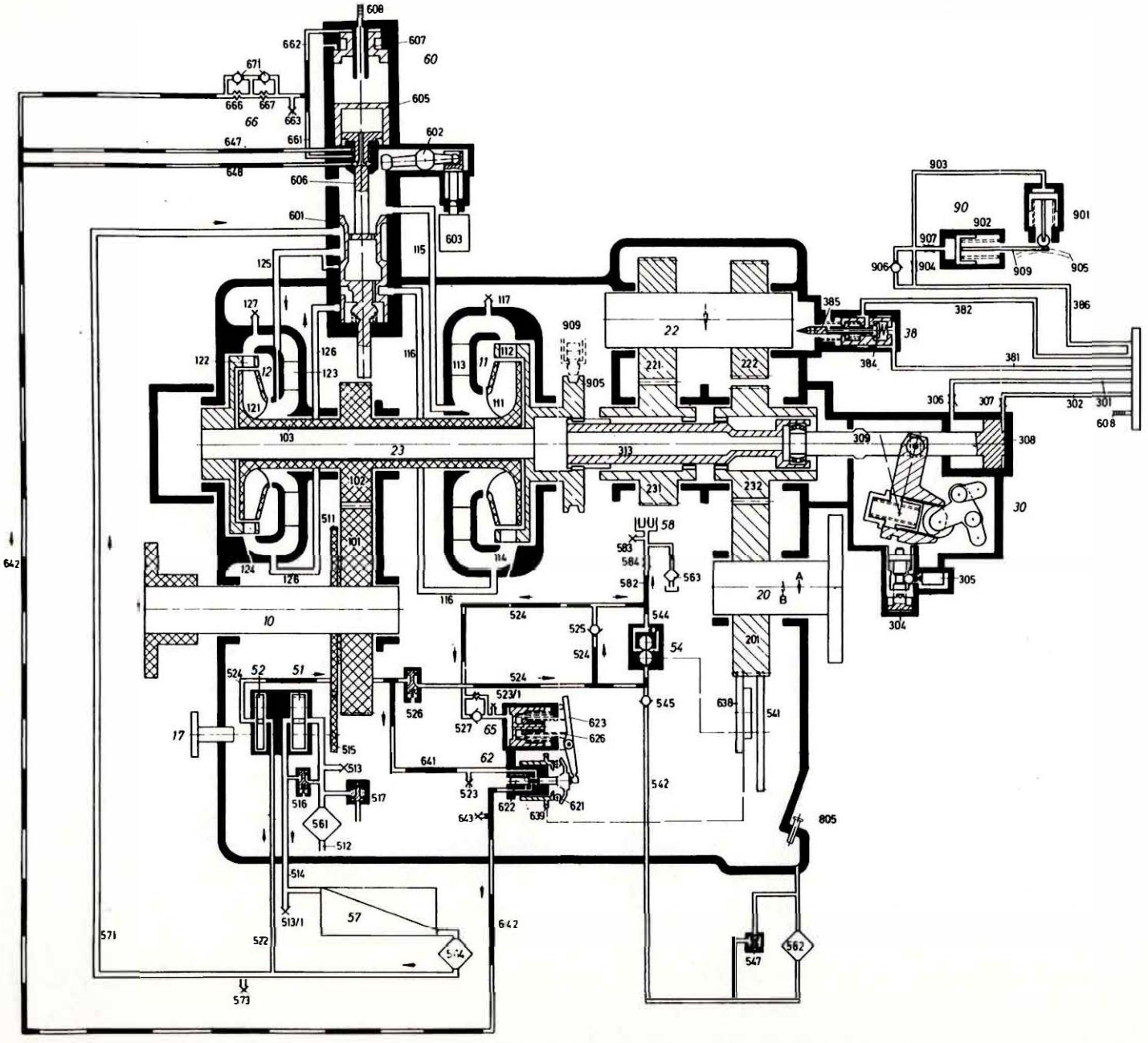
STYREOLIE

TRYKLUFT

MÅLEDEL

1. GEAR

VOITH T 320 r



FASTSTÅENDE DEL

PRIMÆR DEL

SEKUNDÆR DEL

STYREDEL

OLIE

STYREOLIE

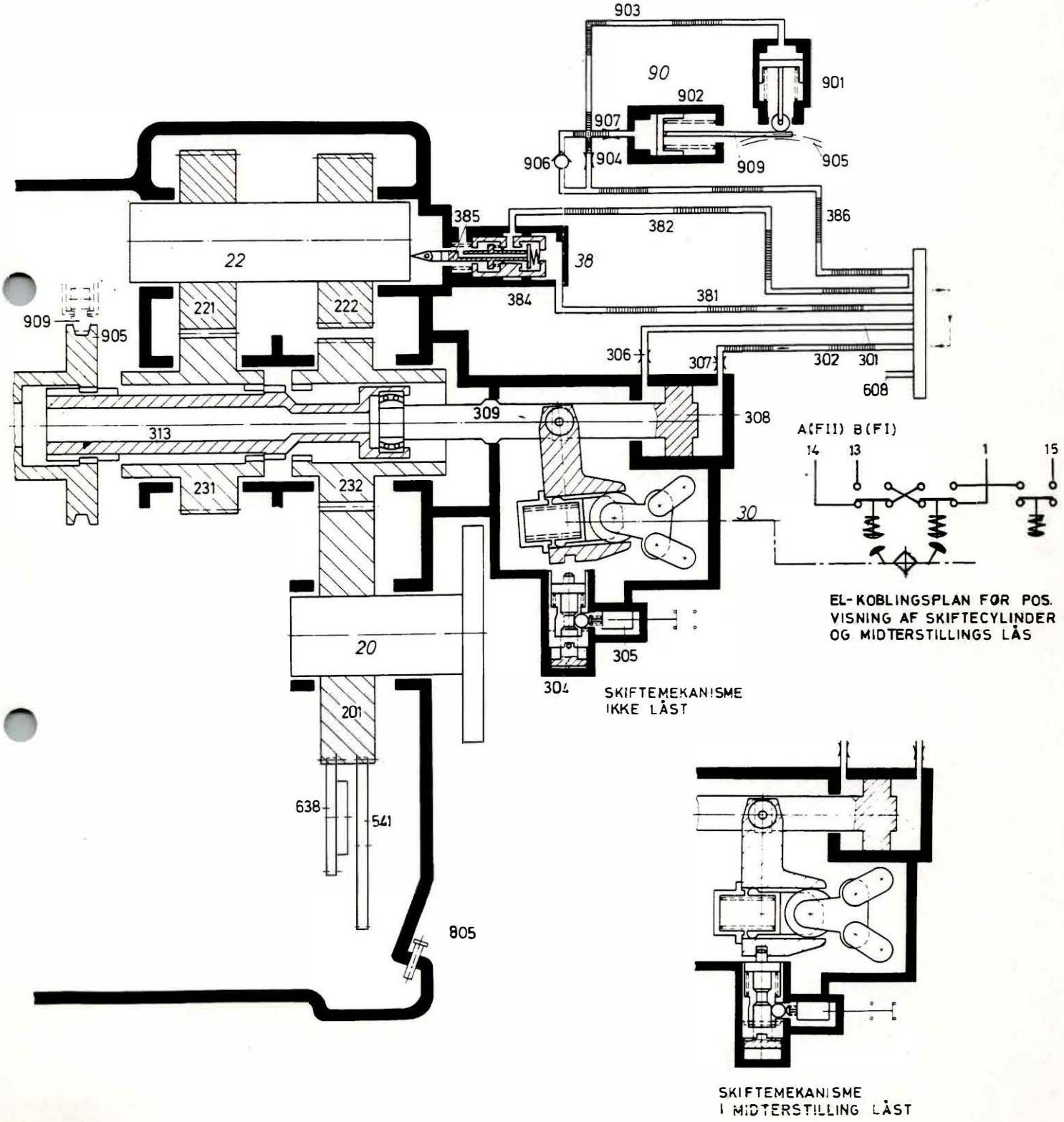
TRYKLUFT

MÅLEDEL

2. GEAR

VOITH T 320r

TAND MOD TAND



Tand mod Tand stilling,

samt "Midtstilling".

MOHTR

AFSNIT 6

HYDROSTATISK TRANSMISSION

GRUNDLÆGGENDE PRINCIPPER

Før vi beskæftiger os med hydraulikken i detaljer, vil vi definere, hvad vi forstår ved hydraulik.

Ordet hydraulik stammer fra det græske ord "HYDOR", der på dansk betyder "VAND".

I dag forstår man ved ordet "HYDRAULIK" overførsel og styring af kræfter og bevægelser ved hjælp af en væske.

Som energioverførelsesmedium bruger man altså en væske. Det er i de fleste tilfælde mineralolie, men kan også være en syntetisk væske.

Hydromekanik kan inddeles i følgende områder:

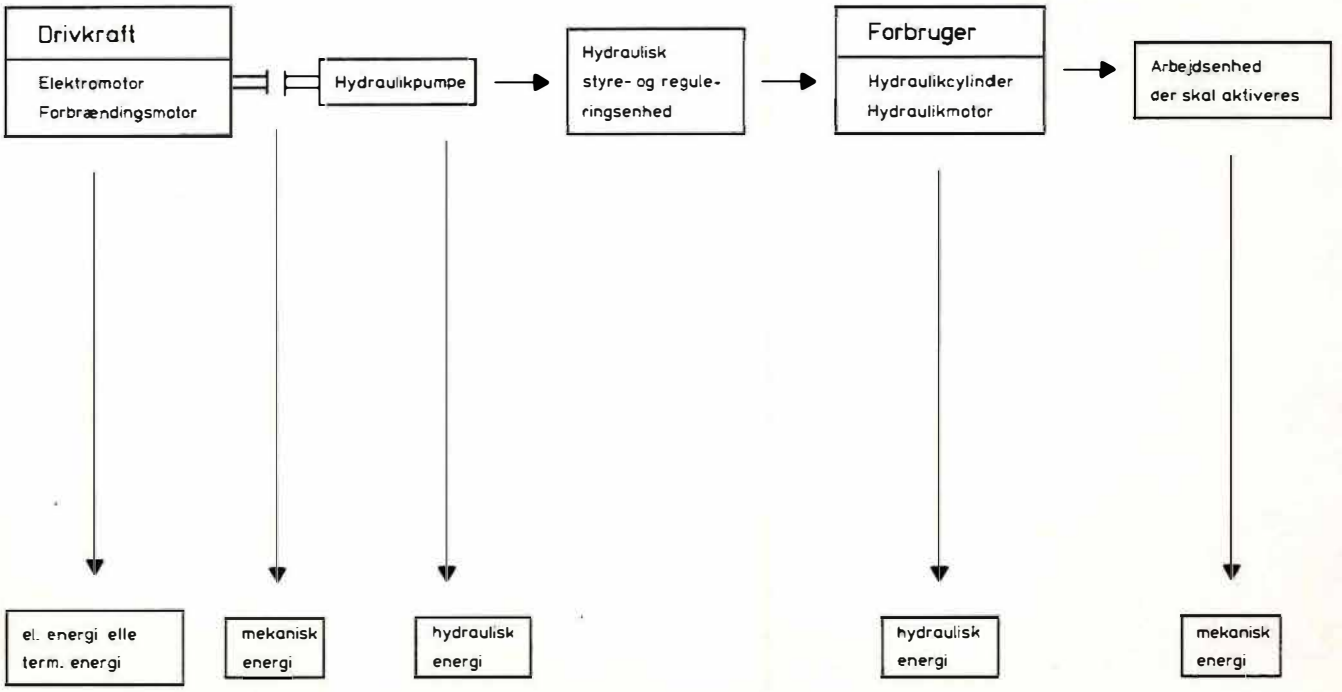
HYDROSTATIK
- stillestående væskers mekanik (læren om ligevægtstilstande i væsker)

HYDRODYNAMIK
- strømmende væskers mekanik (strømningslære)

Ren HYDROSTATIK er f eks kraftoverførelse i hydraulikken

Ren HYDRODYNAMIK er f eks omdannelse af strømningsenergi i turbiner i vandkraftanlæg.

Omdannelse af energi i et hydraulisk anlæg



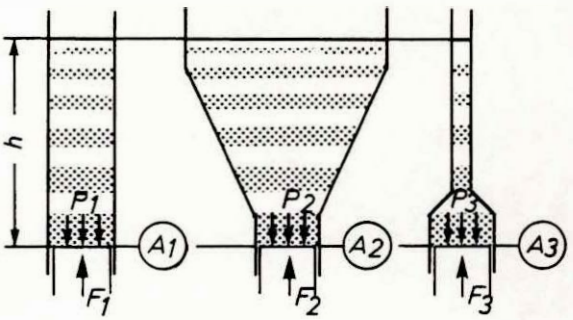
Specielle områder hvor hydraulikken har sine fordele

- store kræfter (drejningsmoment) ved små voluminer, d v s stort forhold mellem effekt og masse
- bevægelsen kan foregå fra stilstand under fuld last
- trinløs påvirkning af hastighed (styring såvel som regulering), omdrejningsmoment, trykkraft o s v kan let opnås
- enkel beskyttelse mod overlast
- relativ enkel energilagring ved hjælp af gasarter i akkumulator
- hvor der er behov for decentraliseret kraft, er det rationelt at anvende en central hydraulisk pumpestation.

Ledig

Hydrostatik (stillestående væskers mekanik)

I en væskesøjle opstår et tryk der stammer fra vægten af væskemassen over en betragtet flade. Trykket er afhængigt af højden af væskesøjlen (h) og massefylden.

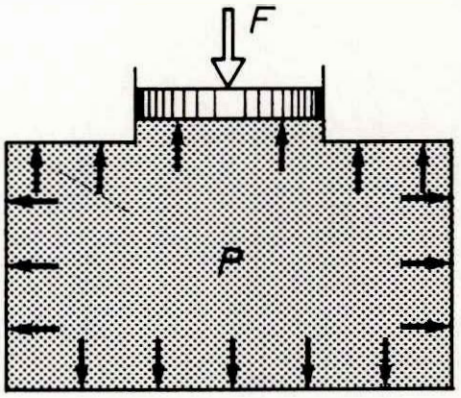


Tager man forskellige beholderformer, fyldt med samme væske, er trykket et bestemt sted kun afhængigt af væskesøjlens højde.

Det hydrostatiske tryk udøver en kraft på beholderens bund.

Virker trykket som vist på billede 1 i forskellige beholdere på et lige stort areal (A1 = A2 = A3), er den resulterende kraft på de tre arealer også ens (F1 = F2 = F3).

Tryk fra ydre kræfter

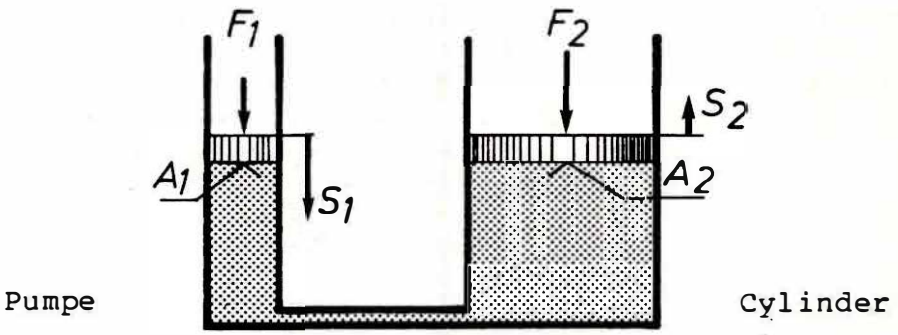


Virker kraften F på en indespærret væske via fladen A, opstår der et tryk i væsken.

Trykket er afhængigt af den lodrette krafts størrelse og arealet.

Trykket forplanter sig i øvrigt ens i alle retninger. Det er altså lige stort på alle sider.

Hydraulisk kraftoverføring



Da trykket forplanter sig ens i alle retninger, spiller beholderens form ingen rolle. For at kunne arbejde med et tryk, der stammer fra en ydre kraftpåvirkning, bruger vi et system, som vist på tegningen.

Hvis vi nu trykker med en kraft F1 på arealet A1, kan vi skabe et tryk i væsken.

Trykket i væsken virker som nævnt overalt i systemet, også på arealet A2. Den opnåelige kraft svarer til den last som skal løftes.

Forholdet mellem kræfterne er lig med forholdet mellem stempelarealerne, d v s at det er muligt at forstærke kraften F1 til en større kraft F2, ved at øge arealet A2 i forhold til arealet A1.

Trykket i et sådant system retter sig altid efter belastningens størrelse og det virksomme areal. D v s at trykket stiger netop så meget, at det er i stand til at overvinde den kraft, der modsætter sig væskens bevægelse.

Er man i stand til at opnå det tryk via kraften F1 og arealet A1, som er nødvendigt for at overvinde lasten F2 (via arealet A2), kan lasten F2 løftes.

Hastigheden, hvormed man kan bevæge stemplet 2, afhænger alene af den væskemængde der tilføres cylinderen, d v s jo hurtigere stemplet 1 bevæges nedad, jo mere væske pr tidsenhed tilføres der cylinderen, des hurtigere bevæges lasten.

Hydrodynamik (strømmemde væskers mekanik)

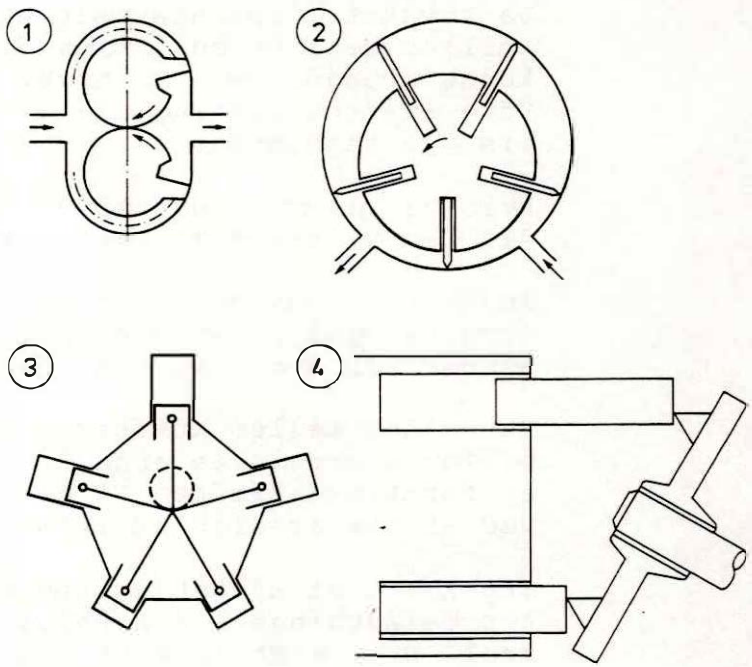
Hydrodynamikken anvendes f eks i hydrauliske koblinger, (køleventilatorer på 413 motoren) og som hydraulisk momentomformer kendt fra det hydrauliske gear T 320 r.

HYDRAULIKPUMPER OG HYDRAULIKMOTORER

Hydraulikpumper og - motorer er hydrostatiske maskiner. I hydrostatiske maskiner omdannes mekanisk drejningsmomentet til et hydraulisk tryk, dette sker ved hjælp af arbejdstryk og fortrængningsvolumen. Hydrostatiske maskiner kan arbejde begge veje eks:

- mekanisk drejningsmoment til hydraulisk tryk
- hydraulisk tryk til mekanisk drejningsmoment.

Den omdannelse kan foregå ved hjælp af maskiner af forskellige konstruktioner.



1. Tandhjulsmaskine
2. Vingemaskine
3. Radialstempelmaskine
4. Aksialstempelmaskine

Da væsken i de nævnte maskiner, bliver skubbet videre, d v s fortrængt, kaldes disse for fortrængningsmaskiner.

De kan inddeles i fire arter

1. Tandhjulspumpe/Tandhjulsmotor

2. Vingepumpe/Vingemotor

3. Radialstempelpumpe/Radialstempelmotor

4. Aksialstempelpumpe/Aksialstempelmotor

Fordelen ved hydrostatisk kraftoverføring i forhold til andre transmissionsformer er bl a den forholdsvis store "krafttæthed", hvilket populært vil sige en stor effekt i forhold til egenvægt.

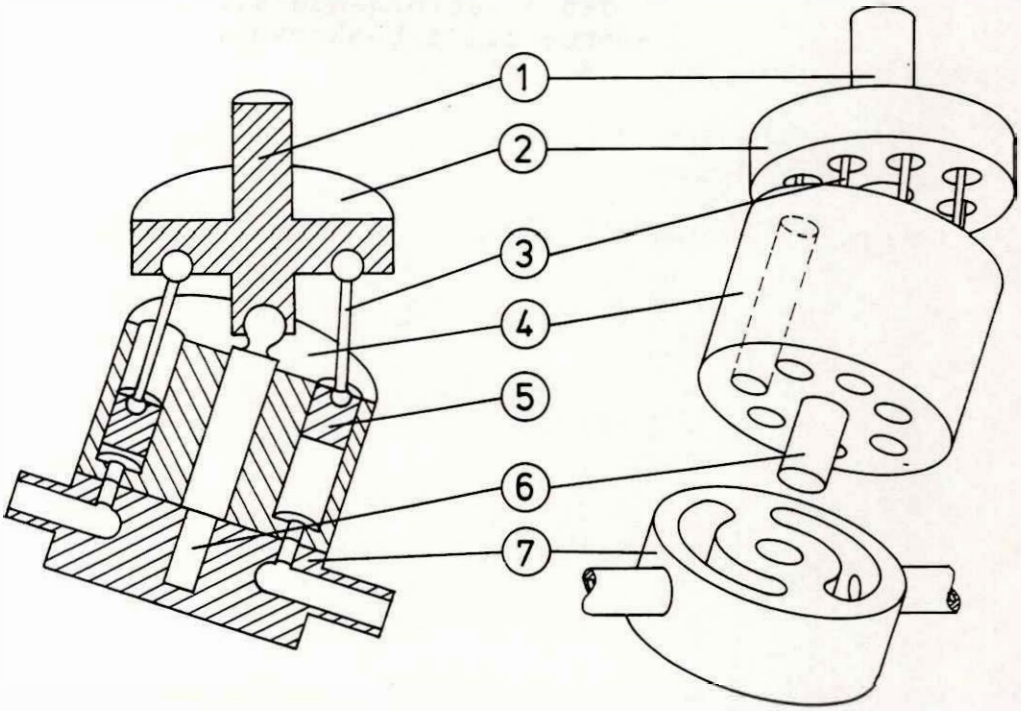
I det efterfølgende vil kun aksialstempelpumpe/-motor blive beskrevet.

AKSIALSTEMPEL-PUMPE/-MOTOR

Opbygning

Den principielle opbygning af aksialstempelenheden fremgår af nedenstående tegning, hvor positionerne er følgende:

1. Drivaksel
2. Drivskive
3. Kuglestænger
4. Cylindertromle
5. Stempler
6. Midtertap
7. Styreplade



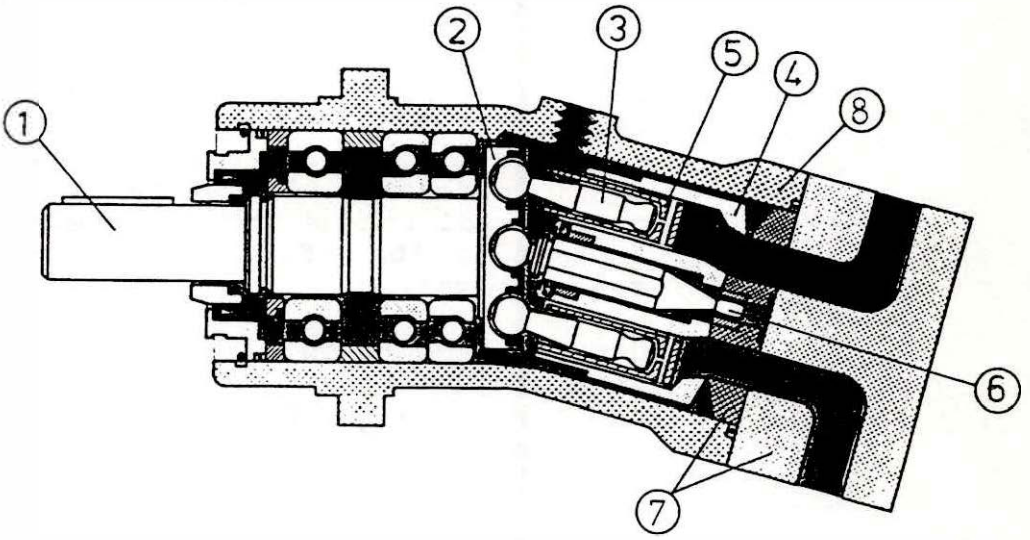
På modsatte side er vist et snit i en stempelaksialenhed. Positionsnumrene er identiske, dog er der i praksis nogle konstruktive ændringer i forhold til princippet herover:

- Styreskiven (7) er i praksis delt i en skive med de nyreformede huller og en sokkel med til- og afgangshullerne.

For at kunne bevæge cylindertromlen (4) uden modstand på styrespejlet er denne sfærisk formet.

- Drivaksel (1), skive (2) med kuglestænger (3), cylindertromle (4) med stempler (5) og styreskive (7) er lejret i et hus (8).

- Kuglestængerne er lejret dybt i lange stempler



Virkemåde-
som pumpe

Drivakslen (1) trækkes rundt. Kuglestængerne (3) og stemplerne (5) trækker cylindertromlen (4) rundt. Cylindertromlen glider på den sfæriske form på styrepladen. Cylindertromlen er lejret på midtertappen (6).

Da skiven (2) med kuglestængerne (3) står skråt i forhold til cylindertromlen (4), vil en rotation af drivakslen give en stempelvandring i cylindertromlen (fortrængningsvolumen).

Når stemplet er i bundstilling vil det være ud for godset mellem de nyreformede huller i styrepladen. Under den videre drejning, vil stemplet bevæge sig opad og suge væske ind i cylinderen gennem det ene nyreformede hul. Når stemplet er i topstilling er det ud for godset mellem de nyreformede huller i modsatte side. Ved fortsat drejning vil stemplet bevæge sig nedad og presse væsken i cylinderen ned i det andet nyreformede hul og ud af afgangsrøret.

Aksialstempelpumper kan fås med et driftstryk på op til ca 400 bar, og en fortrængningsvolumen på op til ca 2000 cm^3/omdrejning.

Virkemåde som motor

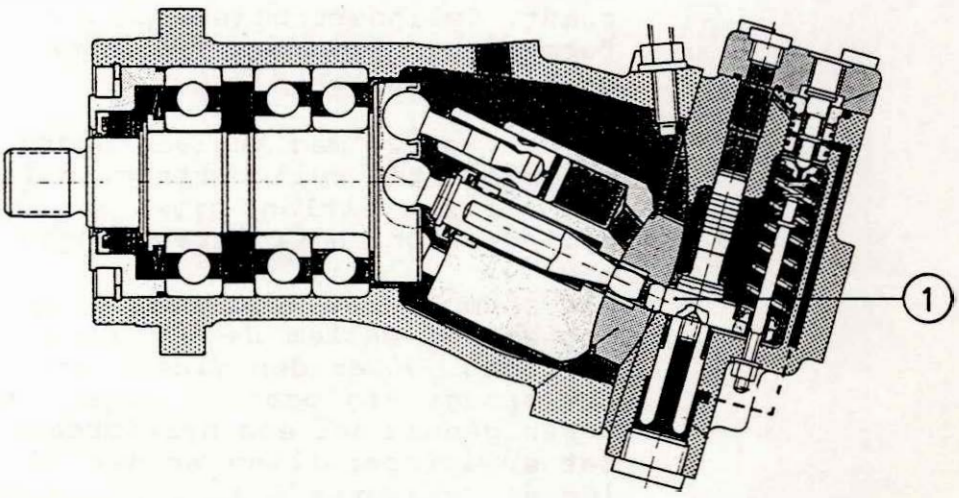
Som motor er virkemåden omvendt. Aksialstempelenheden får tilført væske. Væsken vil gennem det ene nyreformede hul strømme ind og trykke på stemplerne, der herved, via kuglestængerne presser på skiven og drejer den rundt. Væsken forlader aksialstempelmotoren gennem det andet nyreformede hul, hvor den suges tilbage til pumpen.

Det moment aksialstempelmotoren skal yde for at trække sin belastning, vil resultere i et bestemt tryk i væsken for at opnå det givne moment. Dette tryk skal pumpen levere. Den effekt pumpen skal optage for at levere det givne tryk er således kun afhængig af aksialstempelmotorens belastning.

Udgangsomdrejningstallet retter sig efter fortrængningsvolumnet. Det vil sige den pr tidsenhed forbrugte væske, denne væskemængde svarer til pumpens væskestrøm.

Variabel kapacitet

Aksialstempelenhederne (både pumper og motorer) fremstilles også med variabel kapacitet. Kapaciteten ændres ved at ændre vinklen mellem drivakslen og cylindertromlen, herved ændres stemplernes vandring (fortrængningsvolumnet). Denne regulering er en tabsfri regulering.



Styretappen (1) bevæges ved hjælp af olietryk, herved ændres vinklen mellem drivakslen og cylindertromlen.

Ledig

BEHR KØLEANLÆGGET

Formål

I motorregionaltogsættene MR/MRD indgår aksialstempelpumper og -motorer i det hydrauliske gears kølesystem.

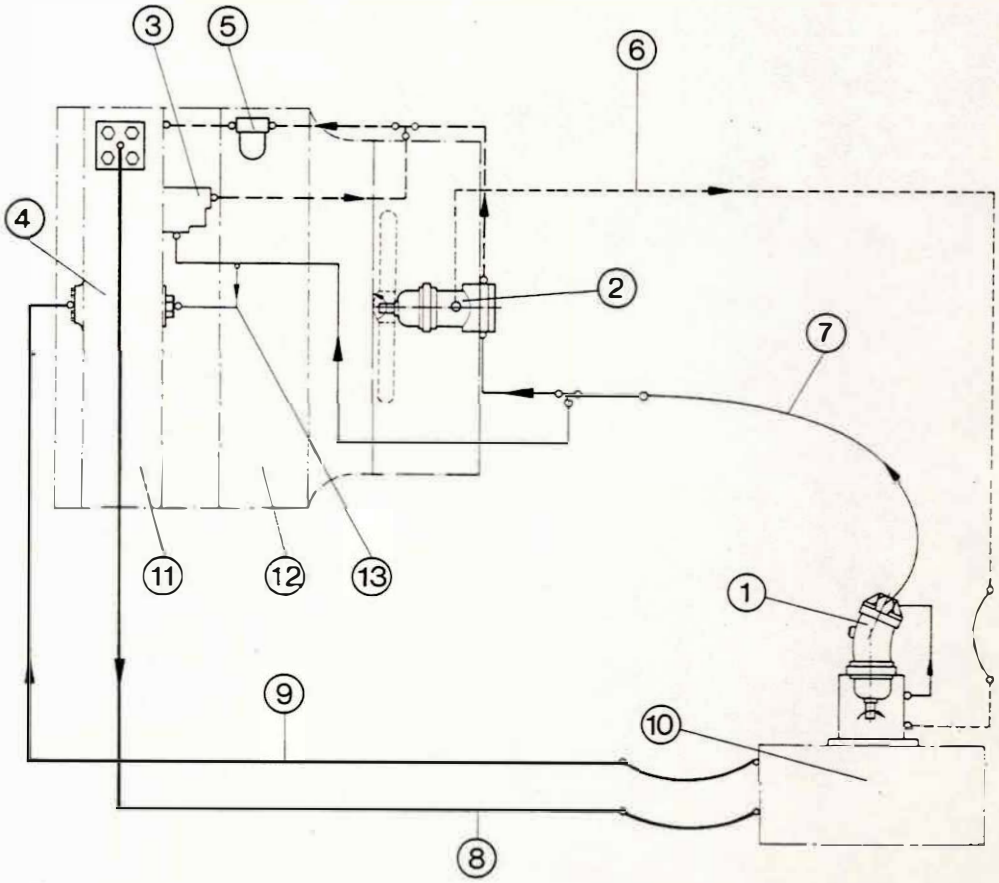
Det hydrauliske gears virkningsgrad, ligger på ca 85% af den tilførte energi, de resterende 15% går tabt som varme i transmissionsolien. For at hindre at temperaturen i olien stiger ud over det tilladelige, må en del af varmen bortledes, således at drifttemperaturen på gearolien holdes på ca 78°.

Overskudsvarmen i gearolien bortledes i et BEHR køleanlæg, hvor en aksialstempelpumpe driver en ventilator ved hjælp af en aksialstempelmotor.

Aksialstempelpumpen er monteret på gearets drevside og står ved hjælp af tandhjul direkte i forbindelse med dieselmotorens indgangsaksel i gearet.

Aksialstempelmotoren som driver ventilatoren er monteret på køleelementet.

Opbygning



1. Aksialstempelpumpe
2. Aksialstempelmotor/ventilator
3. Ventilatorregulator
4. Kortslutningsregulator
5. Filter
6. Lækolierør
7. Transmissions- og styreolierør
8. Returolierør fra køler
9. Fremløbsrør til køler
10. Voihtgear
11. Samlekasse ind/udløb fra køleelement
12. Køleelement
13. Trykrør for omstyring af kortslutningsregulator

Kølekredsløbet

Olien i voihtgearet bundkar pumpes af fyldepumpen (51), se tegning side 5.31 voihtgear, gennem fremløbsrøret (9) til køleren via kortslutningsregulatoren. Ved kold olie ledes den gennem returolierøret (8) til gearets bundkar. Når olien er varm ledes den gennem køleelementet og herefter til returolierøret (8).

Styrekredsløbet

Aksialstempelpumpen (1) fødes med olie fra styreoliepumpen (52), se tegning side 5.31 voihtgear, og trykker olien til aksialstempelmotoren (2) eller gennem ventilatorregulatoren (3) afhængig af dennes stilling, fra motor eller regulator føres olien i samme returledning gennem filteret (5) via oliekøleren tilbage til gearkassen.

Virkemåde kold olie

Ventilatorregulatoren (3), som er monteret på samlekassen (11), registrerer oliens temperatur ved hjælp af en føler som er omsluttet af olie i samlekassen (11). Ved kold olie ledes olien uden om aksialstempelpumpen (2) gennem ventilatorregulatoren (3) via filteret (5) til returolierøret (8).

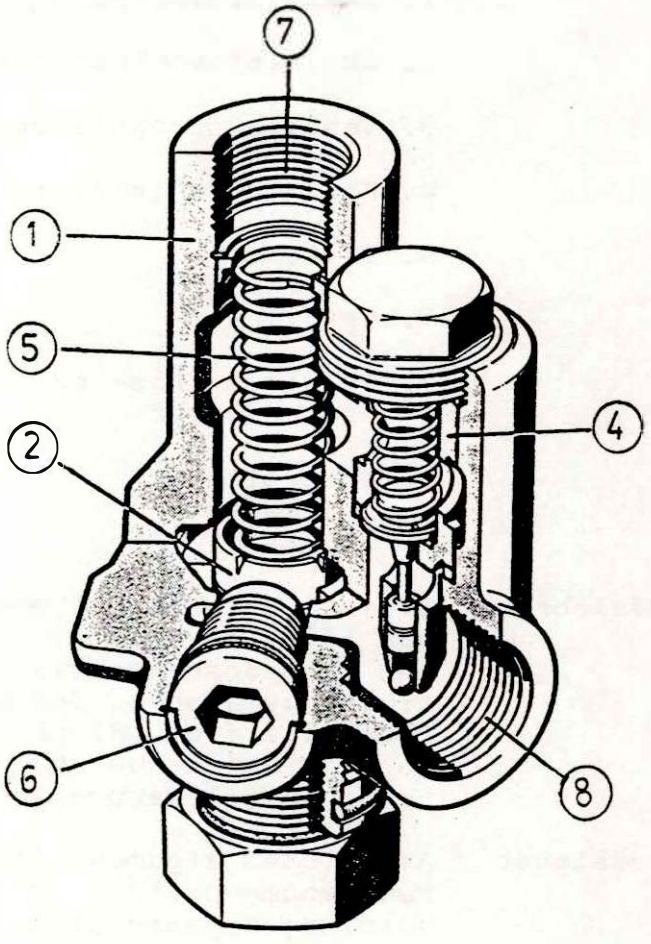
Virkemåde varm olie

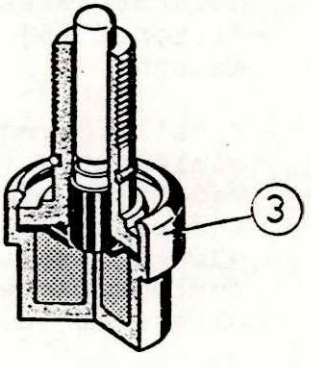
Når temperaturen på olien, opnår den indstillede værdi, udvider føleren i ventilatorregulatoren sig og ved hjælp af et styrestempel afskærer den omløbet af aksialstempelpumpen som nu får tilført olie. Afhængig af den registrerede olietemperatur får pumpen tilført mere eller mindre olie, hvorved ventilatorens omdrejningstal reguleres trinløst.

6.18-1

Ventilatorregulator

Opbygning





1. Styrehus
2. Styrestempel
3. Føler (arbejdselement)
4. Trykaflastningsventil
5. Trykfjeder til styrestempel
6. Manuel regulering
7. Returløb
8. Højtryk indgang

Virkemåde Kold olie

Olien tilføres ventilatorregulatoren gennem indgang (8) og strømmer hen over styrestemplet (2) til udgangen (7) og retur.

Virkemåde varm olie

Når ventilatorregulatorens føler (3), som er indbygget i samlekassen (11), se tegning Behr køleanlægget side 6.16-1, registrerer en stigende temperatur udvider arbejdselementet i føleren sig, og gennem trykstokken påvirkes styrestemplet, som herved begynder at afskære oliegennemstrømningen. Stiger temperaturen yderligere, lukker styrestemplet (2) helt.

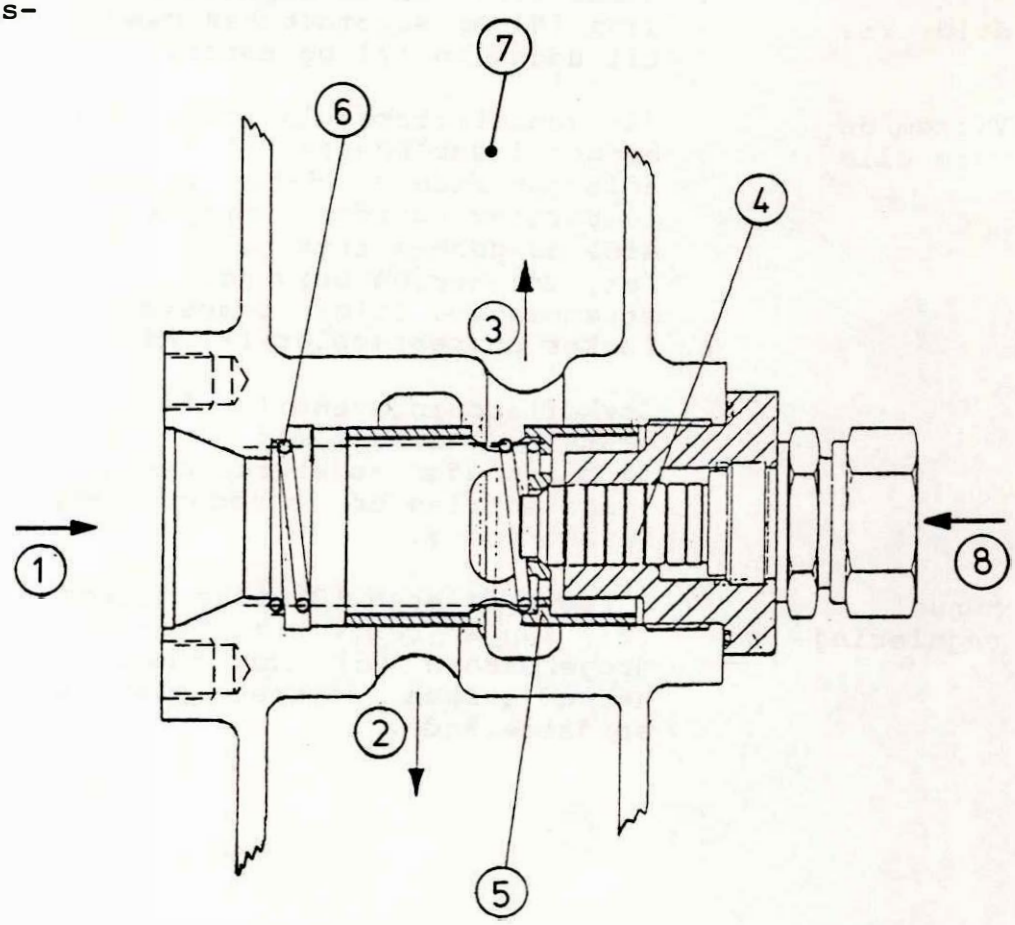
Trykaflastningsventilen (4) har til opgave at beskytte anlægget mod for høje tryk, ved at lede olien uden om styrestemplet (2). Trykaflastningsventilen er forneden udstyret med en dæmperanordning.

Manuel regulering

Såfremt føleren (3) ikke lukker styrestemplet (2), kan styrestemplet tvangslukkes, ved at dreje skruen (6) for manuel regulering ind, herved lukkes styrestemplet af skruens tilspidsede ende.

Kortslutnings-regulator

Opbygning



1. Olietilgang
2. Til køler
3. Omløb (retur uden om køler)
4. Arbejdsstempel
5. Styrestempel
6. Fjeder
7. Samlekasse
8. Tilgang for om-stillingstryk

Virkemåde

Olien strømmer til kortslutningsregulatoren, gennem fremløbsrøret (pos 9 side 6.16) og ind ved olietilgangen (1).

Er olien kold, vil ventilatorregulatoren (pos 3 side 6.16) have åbnet for omløb uden om ventilatormotoren (pos 2 side 6.16), dermed er der ikke noget væsentligt tryk i røret til kortslutningsregulatoren (pos 13 side 6.16). Fjederen (6) vil presse styrestemplet (5) og arbejdsstemplet (4) mod anslag. Afgangen til køleelementerne (2) er nu spærret medens omløbet uden om køleren (3) er åbnet.

Er olien varm har ventilatorregulatoren afspærret for omløbet uden om ventilatormotoren. Trykket vil derfor stige i røret for omstyring af kortslutningsregulatoren (pos 13 side 6.16). Dette tryk går ind ved samlekassen (7) på kortslutningsregulatoren og presser arbejdsstemplet (4) og styrestemplet (5) mod fjederkraften, derved afspærres (3), og (2) åbnes, olien ledes nu gennem køleren.

Reguleringen af olieflowet igennem køleren er også trinløs og reguleres i takt med ventilatormotoren.

MOHTR

AFSNIT 7

NOTATER

MOHTR

AFSNIT 8

PENSUMBESKRIVELSE

K U R S U S B E S K R I V E L S E LAK/MO

FAG MO= MOTORLÆRE 52 timer

FORMÅL

Faget Motorlære har til formål at give lokomotivassistenten den nødvendige teoretiske viden for den videre uddannelse på specialuddannelse. MR/MRD, ML/FL og LOK/DL.

Lokomotivassistenten skal opnå en grundlæggende viden om dieselmotorens principper, opbygning og funktion, samt en speciel viden om MR/MRD-dieselmotorens opbygning. Lokomotivassistenten skal ligeledes opnå en grundliggende viden om transmission i MR/MRD-enhederne.

Endvidere skal kursus give lokomotivassistenten en genrelt viden om hydraulisk kraftoverføring.

Indlæringsdybden fremgår af pensumbeskrivelsen.

K U R S U S B E S K R I V E L S E LAK/MO

FAG MO = MOTORLÆRE ..... 52 timer

MÅL Det er målet med undervisningen i faget at lokomotivassistenten:

A. er orienteret om

B. udfra et billede/tegning kan forklare opbygning/virkemåde

C. uden hjælpemidler kan gengive virkemåde/ bestemmelser, om emnerne i pensumbeskrivelsen.

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK MO	A	B	C	MOHTR
MOTORTEKNISKE BEGREBER				
- Masse	x			1.01
- Hastighed	x			
- Accelleration	x			
- Kraft	x			
- Drejningsmoment	x			
- Arbejde	x			1.02
- Effekt	x			
- Energi	x			
- Energiomsætning	x			1.03
- Termisk-, mekanisk- og økonomisk virkningsgrad (sankey diagrammer)		x		1.04
- Kompressionsforhold	x			1.06
- Dødpunkter	x			
- Slagvolumen	x			
- Transmission	x			
- Oversigt over enheder	x			1.08

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK MO	A	B	C	MOHTR
MOTORPRINCIPPER				
STEMPELMASKINEN				
- Opbygning		X		2.1
- Virkemåde		X		2.1
VARMEKRAFTMASKINE				
- Ydre forbrænding	X			2.2
- Indre forbrænding		X		2.2
- OTTO motorer	X			2.3
- 4 takt benzin	X			2.3-2.5
- Ventilbevægelse	X			2.6-2.7
- 2 takt benzin	X			2.7-2.9
DIESELPRINCIP			X	2.15
- 4 takt		X		2.15-2.17
- 2 takt	X			2.19-2.21
FORSKELLE OTTO/DIESEL				2.22-2.23
- Konstruktionsmæssigt		X		
- Forbrændingsmæssigt OTTO-motor		X		
- Forbrændingsmæssigt Diesel-motor		X		
TRYKFORHOLD I CYLINDEREN PÅ DIESEL-MOTOREN				
- 4 takt-motorer		X		2.24-2.27
- 2 takt-motorer	X			2.28-2.30
LADEFORMER				
Suge - Roots - Turbo	X			2.31

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK MO	A	B	C	MOHTR
DIESELMOTORENS OPBYGNING				
MOTORTYPER	X			3.1
DIESELMOTORENS OPBYGNING		X		3.2
- Motorblokken		X		3.3
- Cylinderforing		X		3.3
- Luftkølede cylindre		X		3.4
- Topstykket		X		3.4
- Kompressionsrummet		X		3.5
- Stempler, plejlstænger, krumtapaksel		X		3.63.18
Ventilmekanisme og knastaksel		X		3.19-3.24
- Ventilspillerum	X			3.24-3.25
BRÆNDOLIESYSTEM				
- Opbygning		X		3.33
- Forstrykspumpe		X		3.34
- Brændoliefilter		X		3.35
INDSPRØJTNINGSPUMPE				
- Formål			X	3.36
- Opbygning		X		3.36-3.37
- Virkemøde		X		3.37-3.38
- Regulering		X		3.38-3.39
TRYKVENTIL		X		3.40
FORSTØVERVENTIL				
- Formål			X	3.40
- Opbygning		X		3.40-3.41
- Virkemåde		X		3.41

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK MO	A	B	C	MOHTR
REGULERING AF DIESELMOTOREN				
- Svingklodsregulatoren				
- Opbygning		X		3.42
- Virkemåde		X		3.43-3.44
SMØREOLIESYSTEMET				
- Friktion, væskefriktion, halvtørfriktion		X		3.55-3.56
- Smøreoliens egenskaber			X	3.57
SMØREOLIEKREDSLØBET		x		3.58-3.59
TANDHJULSPUMPEN				
- Virkemåde		X		3.60
- Smøreoliefilter			X	3.61
- Hovedstrømsfilter		X		3.61
- Sidestrømsfilter	X			3.62
- Smøreoliekøleren		X		3.62
- Smøreolietrykket			X	3.62
- Manglende smøreolietryk			X	3.62
DIESELMOTORENS KØLING				
- Formål			X	3.66-3.67
VANDKØLING				
- Opbygning		X		3.65
- Virkemåde		X		3.66
- Åbent- og lukket kølesystem			X	3.66-3.67
LUFTKØLING				
- Opbygning		X		3.67
- Virkemåde		X		3.67

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK/MO	A	B	C	MOHTR
413 MOTOREN				
HOVEDDATA				
- Motortype, antal cylindre, køling, arbejdsmåde, norminel ydelse, tomgangsomdrejningstal, max omdrejningstal, brændolieforbrug fuldlast og tomgang, smøreoliebeholdning max og min. smøreolietryk min:			X	4.1
- Øvrige hoveddata	X			4.1
GENEREL BESKRIVELSE AF 413-MOTOREN				
- Opbygning og virkemåde af:				
Motorstativ, bundkar, forbindelseventil, krumtapaksel, plejestænger, stempler, stempelringe, cylinder, knastaksel		X		4..7-4.16
- Cylinderhoved		X		4.18+4.20-4.21
- Ventilmekanisme		X		4.19+4.81
TANDHJULSSKEMA				
- Opbygning og virkemåde		X		4.23
SMØREOLIESYSTEMET				
- Funktionsbeskrivelse		X		4.24-4.25
- Smøreoliepumpen, virkemåde		X		4.26
- Smøreolietermostat			X	4.27
- Virkemåde ved kold og varm olie		X		4.27-4.28
- Oliekøler, oliefilter		X		4.28
- Centrifugalfilter	X			4.28-4.29
- Olietryksovervågning		X		4.29
- Endereguleringsventil	X			4.30

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK/MO	A	B	C	MOHTR
- Smøreoliefiltret	X			4.31
- Pejling af oliestand			X	4.32-4.33
- Placering af komponenter		X		4.4-4.6
KØLESYSTEMET				
- Opbygning og virkemåde		X		4.43-4.44
- Køleluftventilatoren, formål opbygning og virkemåde		X	X	4.45 4.47
- Røggastermostat, opbygning og virkemåde		X		4.50.-4.51
- Suspendering af røggastermostat	X			4.51
FORVARMNING AF INDSUGNINGSLUFT				
- Opbygning og virkemåde		X		4.61
BRÆNDOLIESYSTEMET				
- Rørdiagram, nødstopgreb		X		4.62-4.63
REGULERING AF 413-MOTOREN				
- Opbygning og virkemåde		X		4.64-4.65
RQV-Regulatoren				
- Opbygning, virkemåde	X			4.66-4.72
INDSPRØJTNINGSFORSTILLER				
- Tændingsforhold	X			4.75-4.76
- Formål			X	4.76
- Placering, opbygning og virkemåde		X		4.76-4.78
Motorovervågning			X	4.79

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK/MO	A	B	C	MOHTR
HYDRODYNAMISK TRANSMISSION				
HYDRAULISK MOMENTOMFORMER				
- Princip		X		5.1-5.3
VOITH-TURBOGEAR				
- Generel beskrivelse				
Forside: Pos nr 10, 801		X		5.4
Øvrige pos	X			
Bagside: Pos nr 30		X		5.5
Øvrige pos	X			
- Hoveddata				5.6
Oliebeholdning			X	
Øvrige	X			
- Opbygning		X		5.6-5.7
- Styring		X		5.8-5.10
- Vendegear		X		5.10
- Tasteventil		X		5.10
- Drejearrangement		X		5.12
- Indkoblingskontrol		X		5.12
- Betingelser for skift			X	5.12
- Håndstilling af vendegear		X		5.13
- Midtstilling af vendegear		X		5.14
GEARSTYRINGSDIAGRAM				
- Opbygning		X		5.18
- Virkemåde		X		5.19
HYDROSTATISK TRANSMISSION				
- Grundlæggende principper	X			6.1-6.2

PENSUMBESKRIVELSE FOR FAGET MOTORLÆRE PÅ LAK/MO	A	B	C	MOHTR
- Hydrostatik	X			6.4-6.5
- Hydrodynamik	X			6.6
- Hydraulikpumper og -motorer	X			6.6-6.7
AKSIALSTEMPELPUMPE/-MOTOR				
- Opbygning		X		6.8-6.9
- Virkemåde som pumpe		X		6.9-6.10
- Virkemåde som motor		X		6.10
- Variabel kapacitet	X			6.10
BEHR-KØLEANLÆGGET				
- Formål			X	6.16
- Opbygning		X		6.16-6.17
- Kølekredsløbet, styrekredsløbet, virkemåde kold olie, virkemåde varm olie		X		6.17
- Ventilatorregulator				
Opbygning, virkemåde kold olie, virkemåde varm olie, manuel regulering		X		6.18-6.19
- Kortslutningsregulator				
Opbygning, virkemåde		X		6.20