

JERNBANESKOLEN

Januar 1962

M O T O R L A R E

=====



*H. V. N. Jensen*

## DIESELMOTORENS HISTORIE OG PRINCIP

Dieselmotoren hører til en gruppe af maskiner, der kaldes forbrændingsmotorer. Disses historie er meget gammel, idet de første forbrændingsmotorer fremstilledes allerede i 1678.

Først i 1860 lykkedes det en franskmand Lenoir at konstruere en brugbar motor; den blev drevet af gas, men arbejdede uden kompression. Dernæst Otto's gasmotor, også uden kompression. Franskmanden Beau de Rochos fandt ad teoretisk vej, at kompression er nødvendig for en god økonomi.

I 1893 udgav den tyske ingeniør Rudolf Diesel (1858-1913) en afhandling "Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors" som er det egentlige grundlag for dieselmotorens konstruktion. De store tyske firmaer KRUPP og MAN byggede de første forsøgsmaskiner, men først i 1897-98 fremstilledes praktisk anvendelige dieselmotorer.

Dieselmotoren er en stempelmaskine uden særligt tændapparat, og dens virkemåde er baseret på, at luft ved at sammentrykkes - komprimeres som det kaldes - udvikler varme (jf fortsat brug af cykelpumpe, som kan blive temmelig varm at holde på). Når kompressionen drives til ca 32 atm, bliver luften så varm, ca 600 grader, at den kan antænde den brændselsolie, almindeligvis solarolie, der i forstøvet tilstand sprøjtes ind i cylinderen.

## DIESELMOTORENS TAKTER

Man skelner mellem 2 typer af dieselmotorer, fire- og totaktsmotorer, hvoraf firetaktsmotoren er den almindeligste. At en maskine er firetakts vil sige, at stemplet udfører 4 frem- og tilbagegående (op- og nedadgående) bevægelser (slag) for hver arbejdsydelse, stemplet præsterer (arbejds- slag). Dette sker kun 1 gang for hver 2 omdrejninger af maskinen.

I totaktsmotoren udfører stemplet kun 2 frem- og tilbagegående (op- og nedadgående) bevægelser for hvert arbejds- slag, idet ind sugning og kompression foregår i samme slag, forbrænding og udstødning i næste slag.

Brændslet tilføres i begge typer motorer mellem kompressions- og forbrændingsslaget, lidt før stemplet er i "top".

Indsprøjtningen begynder  $40^{\circ}$  -  $8^{\circ}$  før top. Denne vinkel kaldes foriling.

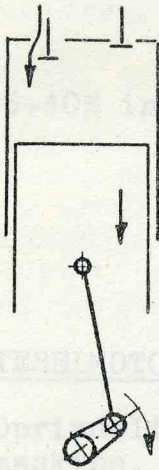


en bevægelse fra top til bund eller omvendt en en fakt-

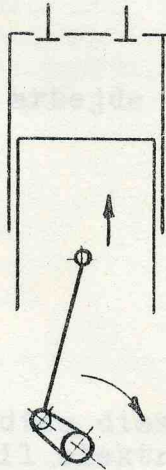


**FIRETAKSPRINCIPPET**

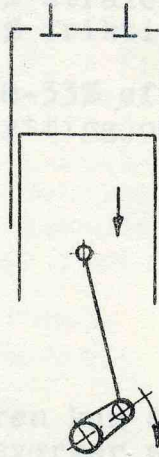
1. takt  
Indsugning



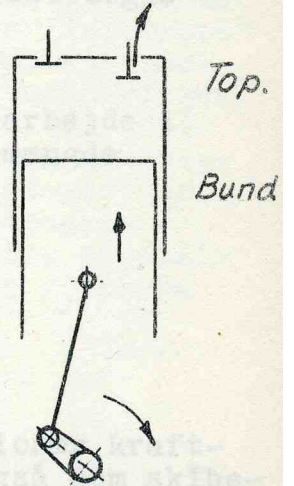
2. takt  
Kompression



3. takt  
Arbejdsslag



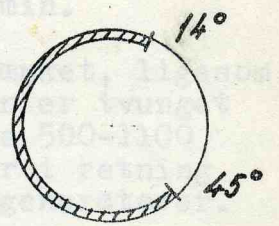
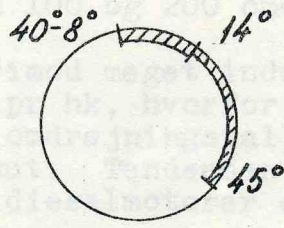
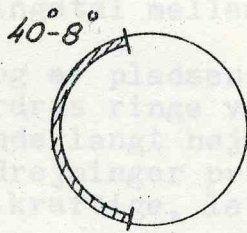
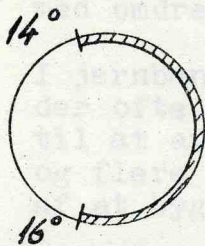
4. takt  
Udstødning



Top.

Bund

**VENTILBEVÆGELSESDIAGRAM FOR MO**



Indsugning    Kompression    Forbrænding – Ekspansion    Udstødning

Trykket i cylinderen kan vi betragte ved hjælp af et arbejdsdiagram.

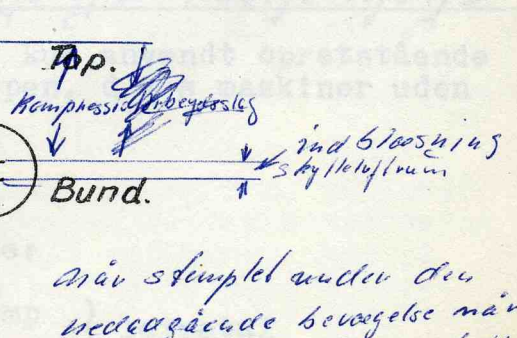
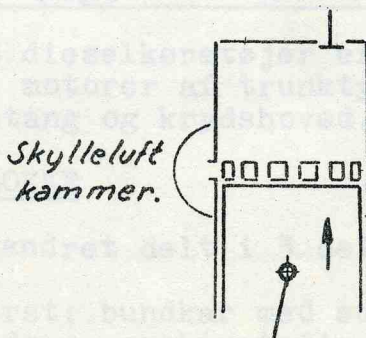
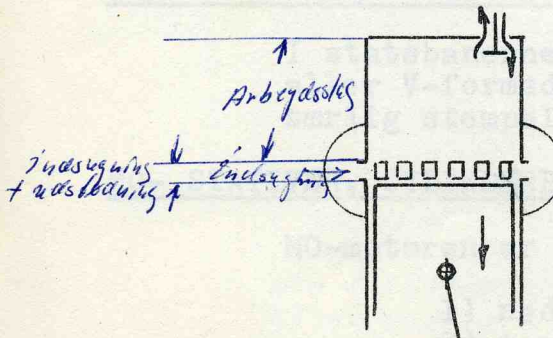
**TOTAKSPRINCIPPET**

Arbejdsslag

Udblæsning

Indblæsning

Kompression



Her er vist længdeskylning i MY, MX

*når stemplet under den nedgående bevægelse når den øverste kant på skyllekammeret åbnes udstødningsventilen.*



VARMEBALANCE

100% tilført varme i form af brændstof	}	28-30% bort med kølevand
60-65% varmetab		28-30% bort med udstødsgas 5% strålevarme 7% friktion
35-40% indiceret arbejde		28-33% effektivt arbejde i nyttiggjort varmemængde

JERNBANEDIESELMOTOREN

Oprindeligt anvendtes dieselmotoren kun som stationær kraftmaskine, f. eks. til elektricitetsværker senere også som skibsmaskine. Begge steder, men særlig på landjorden, er pladsforholdene gode, hvorfor den slags maskiner er langsomtgående med omdrejningstal mellem ca. 100 og 200 omdr/min.

I jernbanetog er pladsen derimod meget indskrænket, ligesom der ofte fordres ringe vægt pr. hk, hvorfor man er tvunget til at anvende langt højere omdrejningstal, ca. 500-1100 og flere omdrejninger pr. minut. Tendensen går i retning af at bygge kraftige, lette dieselmotorer og generatorer.

Af statsbanernes dieselmotortøjer er lyntog, MO og MP forsynede med 6-cylindrede opretstående firetaktsmotorer med trykforstøvning. MH og MK har dog 8-cylindrede dieselmotorer med trykladning, d. v. s. udstødningsluften driver en turbine, der trækker en trykladeblæser, som giver friskluften overtryk i indsugningsrøret (indblæsningsrøret). MT er 8-cylindret i V-form, 4-takt uden trykladning. Se skemaet bag i bogen.

DIESELMOTORENS OPBYGNING *Beskriv det nødvendige og indvendige fig. I og II*

I statsbanernes dieselmotortøjer er kun anvendt opretstående eller V-formede motorer af trunktypen, d. v. s. maskiner uden særlig stempelstang og krydshoved.

MO- STATIVER, CYLINDERBLOKKE

MO-motoren er vandret delt i 3 dele:

- |   |   |          |
|---|---|----------|
| 1) nederst: bundkar med sump                    | } | letmetal |
| 2) i midten: maskinstativ                       |   |          |
| 3) øverst: cylinderblok med hoveder - støbejern |   |          |



Maskinstativ og cylinderblok er spændt sammen med lange bolte, stagbolte, som hver er anbragt i en boring i en lodret vulst i stativets tværribber og har bryst ved undersiden af stativet og møtrik lige over foden af cylinderblokken, hvor der på begge sider af blokken er en udsparring mellem hver 2 cylindre. Da hovedlejerne for krumtapakslen jo også findes mellem cylindrene, kan stagboltene også bruges til at spænde hovedlejerne sammen med, og stagboltene er derfor "forlænget" nedefter og har møtrik i den nederste ende. Hovedlejedækslerne, som er stålstøbte, har plads i firkantede udsparringer i tværribbernes underside og fastspændes hver for sig af 2 stagbolte. Disse motorer har ingen bundrammer, men krumtapakslen er ophængt i tværribberne i stativet, og stagboltene er, som før sagt, tillige hovedlejebolte. Tværribberne sammenholdes på undersiden under hovedlejedækslerne af stålstøbte forbindelsesstykker, der er fastspændt til ribberne med særlige skruer.

Hovedsmørekanalen er placeret således:

MO: vulst i stativ  
 MP: hule knastaksler  
 MT: rør forneden  
 MH: rør forneden.

Kræfterne, hidrørende fra kompressions- eller forbrændingstryk i cylindrene på MO-motoren, virker nedad gennem stempel, trunkpind og plejlstang til krumtapakslen og opad gennem cylinderhovedet, støtterne for dette, cylinderblokken, stagboltene til hovedlejedækslerne og op til krumtapakslen, så at kræfterne her ophæver hinanden. Kraften opad på cylinderhovedet og nedad på stemplet i en MO-motor er f.eks. et øjeblik under forbrændingen i cylinderen ca 16 000 kg.

#### FUNDAMENTS RAMMER

Ses i cgh.

Da der i MP- og MO-motorer ikke findes bundramme, er maskinstativet i stedet monteret på en lang jernramme, fundamentalsrammen, bestående af 2 profiljernsvanger med tværafstivninger, og hvorpå også den til motoren hørende generator er fastspændt. Fundamentsrammen er på undersiden forsynet med 3 tappe, 2 i motorenden og 1 i generatorenden, der passer i 3 huller i bogien. Omkring tappene er lagt gummiskiver og gummimanchetter for så vidt muligt at undgå, at stød og rystelser fra skinnestødene skal forplante sig til motorerne under kørslen.

Monteringsmåden, der benævnes 3-punkts ophængning, tillader i modsætning til motorer med bundramme en hurtig udskiftning og adskillelse af motoren, idet et helt maskinaggregat på sin fundamentalsramme kan fjernes fra bogien og motoren derefter hurtig adskilles.



BUNDKARFig 1 og 2

MO-motorerne har aluminiumsstøbte bundkar, der er fastspændt til undersiden af stativet. Bundkarret tjener dels til at lukke maskinen nedefter og dels til at samle den fra maskinen tilbageløbende smøreolie og lede den hen til en "sump", der er anbragt under bundkarret, og hvori smøreolien opbevares. MO-bundkarret og sumpen er udvendig forsynet med køleribber til at bortlede varmen fra smøreolien, og på undersiden i den ene side er smørepumpen fastspændt. På den anden side af bundkarret er anbragt et sugekammer, hvorfra pumpen suger gennem et filter, der er monteret i sugekamret.

CYLINDERFORINGER Fig 1 og 2 skitseres til eksamen

I cylinderblokken er anbragt cylinderforinger af støbejern. Uden om foringerne findes kølevandsrum, der er sammenhængende i hele cylinderblokken. Forneden omkring foringen er indlagt 3 gummiringe med rektangulært eller cirkulært tværsnit, som danner tætning mod kølevandets udtrængen forneden. Foroven har cylinderforingen en krave, der ligger i en reces i blokken, og som cylinderhovedet træder på foroven. Foringen har desuden styrereces for cylinderhovedet.

På MO, MK-og MP-motorerne er der mellem cylinderhoved og cylinderblok med foring anbragt en toppakning, der dækker hele det plane areal. Toppakningen, der tætter både for forbrændingstryk og for kølevandsgennemgangen, er fremstillet af en armeret asbestpakning. For at sikre en god tætning ved cylinderforingen, står dennes krave ca 0,1mm over cylinderblokkens flade.

I MAN - motoren er toppakningen en kobbering, der ligger mellem cylinderhovedet og cylinderforingskrave, således at den kun danner tæthed for forbrændingsrummet. Kølevandsovergangen fra cylinderblok til cylinderhoved sker gennem en studs, der pakkes med en gummiring. Cylinderforinger og stempler er lange, så at sidstnævnte samtidig overtager krydshovedets opgave, overførelse af sidetrykket (fra krumtappen) til cylindervæggen og videre til stativet.

CYLINDERHOVEDER Fig 1 og 3. (har 3 kamre)

*indsuigningskanal*  
*udstøps* — *højne*  
*kølevandsrum*

Hver cylinder har sit cylinderhovede af støbejern, der fastspændes på cylinderblokken med 4 kraftige støtter. Cylinderhovederne må - ligesom cylinderblokken - vandkøles på grund af forbrændingsgassens høje temperatur. Kølevandet får adgang gennem huller i cylinderblokkens overflade og tilsvarende huller i hovedernes underside i toppakningen mellem blok og hovederne for MO og MP. På MH er der anbragt nipler i cylinderblokkens overflade, som passer i huller i hovedernes underside, og for at skaffe tætning er der lagt en gummiring omkring niplen. Kølevandet bortledes på MO gennem



det vandkølede udstødningsrør, som har studse, der med rørbøjninger som mellemlid er fastspændt til cylinderhovederne. I et hul midt i MO-cylinderhovedet er brændstofventilen anbragt, så at dysen lige rager igennem på hovedets underside, således at solarolien sprøjtes direkte ind i cylinderen.

MAN - motorerne i MH og ARDELT-traktorerne er forkammermotorer, d v s at brændstofventilerne ikke sprøjter solarolien direkte ind i forbrændingsrummet i cylinderen, men i et rum, der er anbragt i cylinderhovedet, og som har forbindelse med rummet i cylinderen over stemplet gennem en dyse, således at det altså er en del af kompressionsrummet. I dette rum sker en forbrænding af en mindre del af brændstoffet, og ved det derved dannede tryk blæses resten i forstøvet form gennem dysen ud i cylinderen, hvor forbrændingen fuldføres.

### INDSUGNINGS- OG UDSØDSVENTILER *fig 8*

Indsugnings- og udstødsventilerne er kegleventiler af specialstål. Ventilerne er fjederbelastede og forsynede med 2 fjedre, den ene inden i den anden, som normalt holder ventilerne lukkede. Åbningen af ventilerne sker imod fjedertrykket ved hjælp af vippetøjet.

MO-ventilerne har en tap under ventilhovedet, som altså rager et stykke ned i cylinderen, og som tjener til at lukke ventilen, hvis denne af en eller anden årsag skulle hænge. Ventilstokken er slebet tæt i ventilstyret, der er presset fast i cylinderhovedet.

### STEMPLER *fig 1 og 2*

Stemplerne, der overfører det i cylindrene udviklede arbejde igennem trunkpinde og plejlstænger til krumtapakslen, er af aluminium for at gøre dem lettere, hvilket særlig har betydning for hurtiggående maskiner. Stemplerne er hule.

I endefladerne har stemplerne en skålformet eller ringformet fordybning, dog er stemplet plant i maskiner med særligt forbrændingskammer. Desuden findes i MO- og MP-stempler 2 små afpladninger foroven lige under indsugnings- respektiv udstødsventilen, hvor ventiltappene kan træde, hvis de skal lukkes af stemplet, samt 2 udfresninger i stempelkanten for ventilhovederne, idet stemplet i topstilling går meget nær imod cylinderhovedet.

Stemplerne er endvidere bearbejdede omkring trunkpindhullerne, så at spillerummet mellem cylindervæg og stempel her er større (på langs i maskinen; på tværs skal stemplet styre - jf foran - som krydshoved).

I stemplet er inddrejet riller for stempel- og skraberinge.

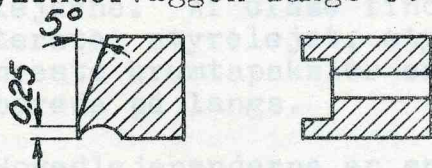


Rillerne for skraberingsene er rejfede på de nederste kanter for at skaffe plads for den opsamlede olie, og der findes evt drænhuller.

Smøringen af stemplerne i cylinderforingerne er den såkaldte stænksmøring. Olien kastes op i cylinderen af krumtapslaget under dettes rotation. Olien siver ud ved krumtappenderne. Krumtappene dypper ikke ned i olien i bundkarret.

## STEMPEL- OG SKRABERINGE *skitseres til eksamen fig IV*

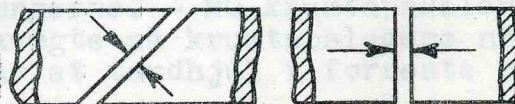
Stempelringene er fjedrende støbejernsringer, som ved fjederkraften holdes spændt ud imod cylindervæggen. For at give tilstrækkelig tæthed mod de høje tryk op til ca 60 atm, anvendes fra 4-6 stempelringe ovenover trunkpinden. Stempelringene er rektangulære i tværsnit. De nederste ringe er skraberingsene, som tjener til at skrabe overflødig olie af cylindervæggen under stemplets nedadgående bevægelse. Skraberingsene er stempelringe, hvori der er drejet en rille på undersiden, så at der fremkommer en æg langs yderkanten. Endvidere er skraberingsen fra overkanten drejet let konisk på ydersiden med en smig på ca 5 grader, så at ringen kun berører cylindervæggen langs et ca 0,25 mm højt bælte. Herved undgås,



at olien trækkes med op, når stemplet går opad, medens æggen kan skrabe olien ned ad cylindervæggen, når stemplet går ned.

Ringene må af og til fornyes.

Såvel stempel- som skraberingsene er jo opskåret, så at de kan udvides og tvinges på plads i ringrillen. Låsen var tidligere udført med overlappning, den såkaldte bajonetlås, men er på nyere stempelringe kun et skråt snit under 45 grader- eller helt lige.



## STEMPELPINDE *fig IV*

Stempelpinden er en hul aksel af stål, der er indsat hærdet og slebet og er svømmende i stempelnavet og plejlstangsøje. For at pindene ikke skal bevæge sig i længderetningen og derved slide på cylinderforingen, er de i begge ender forsynet med en såkaldt slidsko af aluminium med en runding svarende til stemplets og en tap, der passer ind i den hule pind, eller de er fastholdt af springringe.

## PLEJLSTÆNGER *fig IV*

MO-plejlstængerne er sænksmedede stålstænger med I-formet tværsnit, der foroven har et plejlstangsøje med en ipresset bronzebøsning sikret med en skrue, og er forneden smedet ud, så at enden danner øverste halvdel af plejlstangslejet.



Plejlstangslejet har 4 eller 2 bolte. I lejet er anbragt todelte pander.

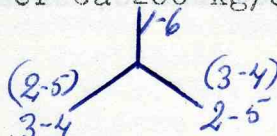
Moderne plejlstangspander er udført af stålskaller med istøbt blybronce. Blybronce er en legering af bly og kobber.

Hvidtmetal i bronceskaller bruges bl a som nødhjælp, hvis en søle har været beskadiget. Smøringen foregår gennem krumtapsakslen. Olien træder i plejlstangslejet gennem et hul midt i krumtapsølen og opsamles i olielommer ved halvpanternes kanter.

Under motorens rotation fordeles olien af disse kileformede lommer, selvom lejetrykket er ca 200 kg/cm<sup>2</sup>.

### KRUMTAPAKSEL

fig I, II og IV



Krumtapsakslen er af smedet specialstål og kan eventuelt være hærdet og har i MO 6 krumtapsbugter, der 2 og 2 vender nøjagtig til samme side, nr 1 og 6, nr 2 og 5, nr 3 og 4. Vinklen mellem krumtappene er således 120 grader (360 grader : 3). Mellem alle krumtappene og for enden af de yderste findes hovedlejesøler, hvorom krumtapsakslen drejer sig i hovedlejerne. Af disse findes altså 7 ialt, hvoraf kun det midterste, styreløjet, styrer akslen i længderetningen. I de nyeste krumtapsakslar er såvel hoved- som krumtapsøler gennem-borede på langs.

Hovedlejepanderne er enten af bronce med hvidtmetal eller af stål med istøbt blybronce.

I krumtapsakslen er boret skrå huller fra midten af hovedlejesølen gennem slagene ud til midten af krumtapsølen, og olien passerer herigennem til plejlstængerne. - MO-krumtapsakslen er afbalanceret med 4 par kontravægte på krumtapslagene nr 1 - 6 - 3 - 4. Krumtapsakslen har et tandhjul i forreste og en flange i bageste ende.

### SVINGHJUL

fig I

I MO, MP og MK er svinghjulet delt og forsynet med indlagte gummiklodser (flexibelt) til at optage stød ved igangsætning og standsning af motoren samt variationer i omdrejninger under gangen; generatoren er koblet direkte til motoren ved en særlig flange fastspændt til svinghjulet. Generatoren virker således tildels som svinghjul. Generatorens ankeraksel hviler i centerlejet.

### GEARKASSE

fig IV

I den forreste ende af dieselmotoren, d v s modsat generatoren, er der anbragt et tandhjuls-gear bestående af drev på krumtapsakslen, mellemhjul og knastakselhjul. MO- og MP-motorer har endvidere et forlagshjul, der driver forlags-



akslen med regulator og brændstoftpumpe. Såvel knastakselhjul som forlagshjul er her i indgreb med mellemhjulet. Knastakselhjul og forlagshjul har dobbelt så mange tænder som krumtapdrevet, idet brændstoftpumpen jo kun skal give olie, og ventilerne (indsugnings- og udstødsventil) jo kun skal åbne een gang ved hveranden omdrejning af krumtapakslen. Mellemhjul og forlagshjul er i MO- og MP-motorer anbragt i særlige støbejernstandhjulsbroer, der er spændt fast med støtter til stativet. Man opnår derved at kunne flytte tandhjulene lidt, eftersom krumtapakslen slides og slider sig op i hovedlejepanderne. Tandhjulene er indkapslede i en fælles kasse, gearkassen. Krumtapaksel, knastaksel og forlagsaksel løber alle samme vej rundt, nemlig oversiden bort fra maskinens manøvreside (brændstoftpumpesiden).

### KNASTAKSEL

MO-knastakslen er en lang akse, der går gennem hele maskinens længde ved siden af cylinderforingerne. Knastakslen hviler i delte aluminiumslejer, som er indbygget i stativets indvendige ribber ud for hovedlejerne. Lejerne smøres gennem kanaler i stativet fra hovedsmøreolieledningen, - i MP-motorer gennem den hule knastaksel. Knastakslen har 12 knaster for de 6 indsugnings- og de 6 udstødsventiler. Knasterne er anbragt regelmæssigt på akslen, således at ventilerne (indsugnings- resp udstødsventilerne) sædvanligvis åbnes i rækkefølgen 1, 5, 3, 6, 2, 4, hvilket altså også er tændingsrækkefølgen i cylindrene.

### RULLER OG RULLESTYR

Hver knast påvirker under knastakslens omdrejninger en hærdet stålrolle, som er lejret i et rullestyr af stål. Dette er forneden gaffelformet og har en tværaksel for rullen og er i øvrigt cylindrisk med en firkantet tap i hver side, der styrer rullestyret i tilsvarende bøsninger foroven i maskinstativet. Opefter er rullestyret hult og kugleformet i bunden. Indvendig er der gevind af hensyn til demontering af rullestyret.

### VENTILLØFTESTÆNGER

Ventilløftestængerne er stålør, hvortil der forneden er svejset en hærdet kugleflade, som træder i rullestyret og foroven ender i en hærdet kugleskål. Ventilløftestængerne går løst gennem huller i cylinderblokkens overflade og huller i cylinderhovederne.

Ventilløftestængerne for udstødsventilerne i MO- og MP-motorer er forsynet med en krave, som tjener til at løfte ventilerne, når man ønsker at tage kompressionen fra maskinen for at lette starten. En langsgående akse på bagsiden af cylinderblokken har udfrasede hak, som kommer i indgreb med nævnte kraver, når man bevæger en arm på akslen ved maskinens forende på MO og MP.



VIPPETØJ *fig IV*

Når en ventilløftestang løftes af sin knast, påvirker den foroven gennem en stilleskrue med kuglehovede en vippearms, der drejer sig om et nåleleje på en vandret aksel, der er fastgjort i en søjle på cylinderhovedet. Vippearmen trykker da ventilen ned imod ventilfjedertrykket.

MO-vippearmene er gennemborede med snævre smørehuller, som får olie gennem oliekanaler i søjlen på cylinderhovedet. En med hane forsynet rørledning fører smøreolie under tryk fra hovedsmørekanalen til alle søjlerne, hvor olien gennem den borede aksel for vippearmsene når frem til nålelejerne, hvorfra en del undviger, medens resten søger gennem de hule vippearms til disses anslagssteder ovenpå ventilernes tryksko og ventilløftestængernes kugleskål. Topsmøring udføres 1 gang i døgnet, hvorved det kontrolleres, at alle 12 ventiler på hver motor smøres. Dækslerne over cylinderhovederne må altså fjernes imedens.

LUFTFILTER OG INDSUGNINGSRØR *fig I, II og VII*

For ikke at suge støv og andre urenheder med luften ind i cylindrene under sugeslaget, (og det er meget store luftmængder, en dieselmotor forbruger, f. eks. indsuger en MO-motor ved 1000 omdr. ca. 18 m<sup>3</sup> luft pr. minut), passerer luften et luftfilter ved maskinens ene ende, inden den gennem indsugningsrøret, der har studse ind til indsugningsventilen i hvert cylinderhoved, suges ind i cylindrene. Luftfiltret består enten af en ståltrådsbælg (vokesfilter) eller af små aluminiums-rørstykker ("Raschig"-ringe) tæt sammenpakkede i en ramme med perforeret plade på begge sider. Filtrene er dyppet i en fed olie og efter afdrykning indsat i filterkassen, der er spændt tæt til indsugningsrørets ene ende. Urenhederne består af bremsegrus, støv fra ballasten og støv fra bremseklodserne.

UDSTØDSRØR OG LYDDÅMPER *ses i chg*

Udstødsprodukterne (røgen) bortledes fra cylindrene gennem udstødsventilerne og studse på cylinderhovederne til et fælles udstødsrør, som sluttet tæt til en 2-delt lukket beholder, lyddæmperen, under vogntaget, hvorfra to udstødningsrør fører op gennem taget. Udstødsrøret er vandkølet på MO, men ikke på MH og MK.

Lyddæmperen udjævner udstødsprodukternes trykvariationer og dæmper derved lyden. Den er omgivet af en pladejernskappe med flere huller, hvorigennem der suges luft fra maskinrummet under maskinens gang, således at oliedampe udsuges fra maskinrummet. Luftkappen om lyddæmperen er i forbindelse med en ydre skorsten, og udstødsprodukternes udstrømning gennem denne skaber vacuum i luftkappen ved ejektorvirkning.

I vogne med maskinbogier er udstødsrørene forbundet med lyddæmperen ved teleskoprør med kugleled. Det er af hensyn til



risikoen for kulilteforgiftning forbudt at køre med en vogn, som har defekt teleskopprør.

### SIKKERHEDSREGULATOR OG - SPJÆLD *fig VIII og VIII*

På MP- og MO-motorer er anbragt en sikkerhedsregulator, som forhindrer motorerne i at løbe løbsk, hvilket f.eks. kan ske, hvis belastningen pludselig forsvinder - sprængt magnetiseringssikring - medens maskinerne kører på de høje omdrejninger.

Da der ved løbskkørsel kunne ske alvorlig beskadigelse af motoren (plejlstang ud gennem siden), er der anbragt et luftspjæld i indsugningsrøret lige ved luftfiltret. Spjældet er anbragt i en aluminiumsramme og fastgjort på en vandret aksel, som udenfor rammen er forsynet med en skruefjeder og et lille håndtag, der dels kan dreje spjældet, dels vise dets stilling "Åben" og "Lukket". Akslen sidder usymmetrisk i spjældklappen, så at dennes største flade vender nedefter i lukket tilstand. Spjældet er i åben stilling vandret og hindres, hvor skruefjederen er spændt med den ene ende i rammen og den anden i håndtaget, i at klappe i af en pal, der ved en trækstang skråt ned gennem filterkassen er forbundet med en arm, som er lejret i denne. Trækstang og pal holdes oppe henholdsvis imod spjældet af en fjeder. I enden af armen udenfor filterkassen er anbragt en stilleskrue med kontramøtrik. Sikkerhedsregulatoren er en centrifugalregulator med 2 svingvægte, der holdes sammen af 2 fjedre. Regulatoren er anbragt lodret i stativet i forlængelse af smøreoliepumpeakslen, som driver regulatoren gennem en fjedrende kobling. Sikkerhedsregulatoren løber på kuglelejer. Svingvægtens vinkelarme er i indgreb med en forskydelig muffe, som trykker på undersiden af en forskydelig aksel, der går op midt i regulatorens hus lige under stilleskruen og trykker denne opad, når svingvægtene svinger tilstrækkelig langt ud. Derved drejes armen, trækstangen trækkes nedad, og palen slipper spjældet, som hurtigt klapper i på grund af sin fjeder. Hvis fjederen er knækket eller af anden grund ikke virker, vil vægten p.g. af den usymmetriske aksel lukke spjældet, og sugningen vil hjælpe til. Stilleskruen indstilles således, at palen udløses, når maskinen kommer op på 1150 omdrejninger.

### SMØRING

På grund af de forholdsvis høje omdrejningstal, som moderne jernbanedieselmotorer løber, er en god smøring af disse maskiners bevægelige dele et yderst vigtigt problem. Overalt i dieselmotoren anvendes derfor tryksmøring undtagen til cylindervæggene, knastrullerne og rullestyrene, der smøres ved stænksmøring, d.v.s. ved den olie, der fra krumtappenderne slynges ud under maskinens gang.

MO-motoren rummer ca 68 kg smøreolie. MO pejles med stoppet motor. Der anvendes genraffineret MY-olie, en HD-olie, d.v.s. at der til den rene mineralolie er tilsat forskellige



stoffer (additiver) bl a

1. "v a s k e m i d l e r" der kan opsuge vand og holde snavs svævende,
2. "i n h i b i t o r e r", stoffer der beskytter mod tæring.

Efterhånden vil DSB kun anvende nogle få typer olie til dieselmotorerne, nemlig

- 1) "BP Energol IC/<sup>RR</sup> 40" eller "Shell Talona" i MY-, MX-, MH-motorer,

og når denne olie er aftappet og genraffineret anvendes den som

- 2) "S A E 40"

i MO, MP m fl.

Efter aftapning fra disse motorer, bliver olien brændt.

### SMØREOLIESYSTEMER *139 IX*

Smøreoliesystemerne i de forskellige typer motorer er i hovedsagen ens. Olien suges fra MO bundkarrets sump gennem et sugefilter til pumpen og trykkes efter pumpen gennem olieregulerventilen til Michiana trykfilter og en hovedledning ud til maskinens forskellige smøresteder, hvoraf de vigtigste er hoved- og plejlstangsleder samt knastaksellejer.

I MP-motoren er den hule knastaksel hovedledning. Olien føres til akslen gennem det midterste leje fra en boring i en vulst i stativribbe og bundkar. Fra den hule aksel smøres først alle knastaksellejer, og olien passerer videre fra disse gennem borede kanaler i stativets ribber til hovedlejerne. MO-maskinerne har i stativet en gennemgående vulst i modsat side af den, hvor knastakslen er lejret. Vulsten er gennemboret og danner hovedledning, og herfra er igen boret kanaler i stativribberne dels til hovedlejerne og dels til knastaksellejerne.

I alle maskiners krumtapaksler er der boret smørekanaler fra hovedlejesølerne skråt gennem slagene til krumtapsølerne. Hovedlejeoverpanderne har midt i panden en drejet rille, der tillader smøreolien at passere gennem kanalerne i krumtapakslen henholdsvis gennem plejlstangen til trunklejet under 1/2 omdrejning af krumtapakslen. Såvel hoved- som krumtappander har smørelommer udfræset i hvidtmetallet ved de vandrette sidekanter. I disse lommer opsamles smøreolien og slæbes under akslens omdrejninger ind mellem pande og søle. Herfra stænkes smøreolien op i foringer, stempel og til trunkpind.

Tandhjul m m smøres fra mindre olierør, der står i forbindelse med hovedledningen, men som i almindelighed er skjult.

Vippetøjet smøres i MP- og MO-maskiner gennem en særlig led-



ning fra tryksmøreledningen (topsmøring). På ledningen, som forgrener sig til søjlen på hver sit cylinderhovede, er indskudt en ventil eller hane. På MO-motoren ledes den brugte smøreolie fra topsmøringen langs ventilløftestængerne til krumtaphuset. - På MK til ballast.

## SMØREOLIEFILTRE

I smøreolien optræder 5 slags forureninger:

### I. F a s t e s t o f f e r:

- 1) hvidtmetal - ser ud som sildeskæl - fra pander
- 2) metalpulver - ser ud som aluminiumsbronze - fra stempler eller knastaksellejer. Mørkere pulver er støbejern fra cylinderforing eller stempelringe
- 3) olielokks - sorte hårde eller sejge partikler eller klumper. Kan stamme fra for varm motor eller gennemslag.

### II. F l y d e n d e s t o f f e r:

- 1) vand - viser sig ved damp fra påfyldestuds m v eller gråfarvning af olien - evt også ved at danne emulsion.  
Kan være vanskelig at erkende, men er meget skadelig, idet Nalco m v vil koncentreres i olien, efterhånden som vandet fordamper.  
Konstateres sikrest i motorremisens laboratorium ved en "sydeprøve" på et strygejern.  
Kan stamme fra revner i cylinderforing eller cylinderhoved eller fra utæthed ved bæltsted
- 2) Brændolie - fortynder smøreolien, stammer fra utætte rør eller dårlige forstøvere. Vanskelig at konstatere. Smøreolie, som normalt blot har en vammel smag, vil ved brændoliefortynding få en besk smag. Konstateres også ved, at smøreolieforbruget er 0, hvorefter oliens viskositet bestemmes i et laboratorium.

Sugefiltrene er cylindriske ribbehylstre af metal, hvori der er anbragt et fint metaltrådsvæv, som tjener til at tilbageholde urenheder og eventuelle metaldele, som falder ned i bundkarret. Oliens kommer ind forneden og træder ud gennem de cylindriske vægge efterladende eventuelt snavs inde i filtret. Sugefiltret i MP- og MO-motorer sidder i et særligt kammer henholdsvis i en filterkurv i bunden af bundkarret og er forsynet med et langt skaft med en fjeder i den øverste ende, der holdes spændt af et dæksel, som skrues fast i stativets overside. Herved trykkes en læderpakning under en krave ved filtrets overkant tæt imod et sæde, således at olie-pumpen ikke suger luft; dette har særlig betydning for MØ-filtret, som ikke er "druknet" i olien. Filtret er lukket



foroven og åbent nedefter, hvor det styres om en lodret studs indvendig i filterkurven respektiv sugekammeret lige over sugerøret, der udgår fra sumpen henholdsvis bunden af bundkarret. I bunden af dette filter er indskruet en tragt med mindste diameter foroven, som kan opfange urenheder og metalpartikler fra eventuelt afbrændte plejlstangspander.

I trykolieledningen lige inden smøreolien går i maskinen er indskudt et trykfilter. Trykfiltret er indskudt for at hindre, at eventuelle urenheder, der er sluppet igennem sugefiltret, kommer ud i maskinens bevægelige dele, hvor de kan forårsage rivning.

På MO er trykfiltret et Michiana-filter med en filterpatron, anbragt i en filterkurv. Ved tilstopning udveksles filterkurven og patronen samtidig.

### SMØREOLIEPUMPER. OLIETRYK

Smøreoliepumperne er i alle motorer tandhjulspumper bestående af 2 cylindriske tandhjul, der i begge ender slutter tæt til pumpens endedæksler, ligesom tænderne slutter tæt til hver sin cylindriske væg i pumpehuset. Desuden passer tænderne i de 2 hjul godt sammen.

I MP- og MO-motorer drives det ene tandhjul rundt ved et skruehjul på den lodrette pumpeaksel af et skruehjul på enden af knastakslen. De 2 tandhjul i pumpen drejer hver sin vej rundt, det ene drevet af det andet, og olien udfylder mellemrummet mellem tænderne og husets cylindriske vægge og føres over mod pumpens afgangsstuds, hvorimod den ikke kan komme igennem, hvor tænderne i tandhjulene er i indgreb med hinanden. Olien kommer altid ind på den side af pumpen, hvor tænderne løber fra hinanden, og trykkes ud ved den side, hvor tænderne løber sammen.

Olietrykket, der på MO normalt ligger mellem 1 og 2 kg/cm<sup>2</sup>, kan af lokoføreren aflæses på et manometer, der er anbragt på forenden af motoren. Manometret viser trykket i hovedsmørekanalen efter trykfiltret, d v s det tryk, der er til disposition for smøring. Desuden er der fra samme sted ført en ledning til en pressostat (eller et kontaktmanometer), hvis kontakter er forbundet i serie med et sæt kontakter på en pressostat for kølevandstryk således, at hvis blot en af disse pressostater afbryder forbindelsen, slukkes en lampe (grøn) på begge førerpladser hørende til denne motor, som viser, at der er en fejl ved motoren. Disse er ved snævre rørledninger forbundet med tryksmøreledningen lige efter trykfiltret. ~~Desuden findes i førerrummene på MK, MO og MP meldelamper, som lyser grønt, når olietrykket er over en vis størrelse, idet et trykmanometer (kontaktmanometer) da slutter en elektrisk kontakt.~~

På enkelte MO findes som forsøg aut stop for svigtende smøreolietryk.



## OLIEREGULERINGSVENTILER. OLIESIKKERHEDSAPPARAT

Som omtalt er der på smøreolieledningen mellem oliepumpe og maskine på alle motorer anbragt et trykfilter, som frafiltrerer de sidste urenheder, inden olien går til smørestederne. For at hindre en eventuel sprængning af trykfiltret som følge af, at dette forstoppes, er der mellem pumpe og filter anbragt en sikkerhedsventil eller overstrømningsventil, d v s en fjederbelastet ventil, der åbner, når trykket vokser over en bestemt værdi, og derved lader noget af smøreolien løbe tilbage enten til kruntaphuset eller til sugeledningen (før pumpen).

Da smøreolietrykket er lavt under dieselmotorens start, (hvor den trækkes forholdsvis langsomt rundt), er der på MO dieselmotoren, hvor regulatorens virkemåde er afhængig af smøreolietrykket truffet særlige foranstaltninger for at få dieselmotoren startet.

På MP-motorer er der anbragt en særlig elektroventil for start (se senere). MO-motorerne har en særlig oliereguleringsventil med tilkoblet omskifteglider og automatisk olie-starteafbryder.

Oliereguleringsventilen og skifterglideren er indbygget i et fælles støbejernshus, A, der er fastspændt på den udbygning i stativet, hvori sugefiltret er anbragt. Reguleringsventilen består af et aftrappet stempel, der er fjederbelastet. Fjedertrykket kan indstilles med en stilleskrue i husets dæksel foroven. Fra rummet under stemplet, hvortil trykledninger fra oliepumpen er tilsluttet, er der direkte adgang til en række slidser, a, foroven, og derunder et hul, b, i foringen C for omskifterglideren D. Denne er fjederbelastet, og den ender forneden i en kegleventil. Glideren er gennemboret nedfra og op til 4 tværhuller, f, og har desuden en kortere og en længere inddrejning. Under maskinens stilstand står glideren i bund nedtrykket af sin fjeder. I huset er der fra gliderrummet endvidere 2 borer for rørtilslutninger, den øverste, c, ind til regulatoren lige over for hullet b; det nederste, d, ud for den lange inddrejning i glideren er forbundet med tryksmøreledningen efter trykfiltret.

Ved maskinens start føres olien først ind under reguleringsstemplet B, gennem hullerne b og c til regulatoren, hvorved maskinen kan gå i gang. Når olietrykket er steget til ca  $2 \text{ kg/cm}^2$  åbner stemplet B, og olien trykkes gennem studsene g og trykfiltret ud i maskinen og desuden gennem hullet d.

Når trykket i tryksmøreledningen er tilstrækkelig stort, løftes glideren D og lader olien passere gennem slidserne e og hullet c til regulatoren. Samtidig er hullet b lukket af glideren og hullerne f kommet i forbindelse med slidserne a, og olien strømmer ned i rummet under ventilen og trykker denne mod sit sæde. Dette er omskifterventilens normale stilling under maskinens gang. Stiger olietrykket under stemplet B



for højt, løftes dette endnu mere og blottes nogle mindre huller h, hvorigennem overskud af olie løber direkte i krumtaphuset.

Falder olietrykket i tryksmøreledningen f eks på grund af et sprængt olierør eller tilstoppet trykfilter, får regulatoren ikke tilstrækkelig olietryk, og maskinen går derfor i stå. Glideren D trykkes da i bund af sin fjeder, men bliver stående der ved en eventuel ny start af maskinen, idet olietrykket gennem hullet d udebliver. Maskinen går i gang som normalt og kunne holdes gående ved det direkte olietryk fra pumpen gennem hullet b, inddrejningen i glideren og hullet c til regulatoren, hvis man ikke havde olie-starteafbryderen.

For at forhindre maskinen i at holde sig i gang under sådanne forhold, der kan medføre alvorlige beskadigelser i motoren, når der mangler smørelse, er omskifterglideren forsynet med den automatiske olie-starteafbryder, som sidder under ventilen. Den består af et fjederbelastet stempel E, der kan bevæge sig i en cylinder, hvis øverste rum ved små huller "i" er forbundet med omskifterventilrummet, og hvis nederste rum ved en snæver rørledning er forbundet med trykledningen mellem pumpe og reguleringsventil. Stemplet har en tap foroven, der går igennem bunden af huset A og under løftningen kan trykke på undersiden af glideren D. Normalt står stemplet i bund, da olietrykket er lige stort over og under stemplet, og fjederen holder det nede.

Vil man imidlertid starte en maskine med forstoppet trykfilter (eller med en lækage ude i tryksmøresystemet), går maskinen i gang, men stopper straks efter, idet trykket under starteafbryderstemplet trykker dette op - oven over stemplet kan olien undvige gennem hullerne "i" og lækagen. Glideren trykkes til vejrs af stemplet E-s tap, hvorved der lukkes af fra hullet b til regulatoren (som jo heller ikke får olie gennem hullet d), og maskinen går i stå. - En sådan maskine bør ikke vedblivende forsøges startet.

Kontaktlampen er her en rettesnor.

*Sløppet sugefilter = Støkken ikke op. Sløppet trykfilter = Støkken op.*

## OLIEKØLING OG OLITEMPERATUR

For at olien ikke skal blive for varm, er bundkarret på MO- og MP-maskiner forsynet med køleribber udvendig, som giver en stor overflade, der bestryges af luften under vognens kørsel. MK-vogne er forsynet med særlige olie kølere, en for hver motor på taget. Kølerne, der er rørkølere, er indskudt mellem oliereguleringsventil og trykfilter. På ledningerne, der er forbundet med kølerne med armerede kobberslanger, er anbragt en skiftebane + afspærringsventiler, hvormed kølerne kan ind- eller udskydes i systemet.

Olietemperaturen, er ved fuld belastning ca 90° C.







## KØLEVANDSSYSTEMER

Lige så vigtig smøringen er, lige så vigtig og uundværlig er køling af cylinderforinger og cylinderhoveder.

For alle motortyper gælder, at kølevandet opbevares i en særlig kølevandsbeholder, fra hvis bund der fører en sugeledning til kølevandspumpen, der er en centrifugalpumpe. Fra pumpen føres en hovedtrykledning langs maskinens ene side (i reglen bagsiden) i højde med cylinderblokkens fod (cylindrenes underside), og gennem studse føres kølevandet ind i cylinderkølekappen, som omgiver hver foring og i øvrigt er eet sammenhængende rum undtagen i MK. Vandet stiger op og ledes gennem huller i cylinderblokkens overflade og i toppakningerne op i cylinderhovederne, der er uden direkte forbindelse med hinanden videre gennem kanaler i udstødsrørstudene (MO og MP), og til det vandkølede udstødsrør (MO og MP), der ved rør og slanger står i forbindelse med kølevandsbeholderen og tagkølerne. På trykledningerne efter motoren er indskudt ventiler, så at man efter behov kan indskyde den ene eller begge tagkølere, hvorfra vandet løber tilbage i kølevandsbeholderen. I MO- og MP-vogne kan tagkøleren endvidere spærres helt fra, så at kølevandet i stedet føres direkte tilbage i kølevandsbeholderen, eller det kan sættes dels i denne, dels i tagkølerne, alt efter vejrliget og årstiden, så at temperaturen holdes nogenlunde på 65° C.

For at undgå at køre med for koldt kølevand, der har meget uheldige virkninger (f eks dårlig forbrænding, tæring i cylinderforinger - d v s stort slid - og eventuelt rivninger mellem stempel og cylinderforing) bliver der indskudt en termostaat i kølevandsledningen lige efter motoren. Termostaten kan enten lede vandet helt eller delvis til kølerne eller direkte tilbage til motoren afhængigt af den temperatur som kølevandet har ved afgang fra motoren. Derved kan man opnå, at vandets temperatur ved indgangen i motoren hurtigt kommer op på ca 65° C, og ikke kommer derunder, når motoren er i gang. Den højest tilladte kølevandstemperatur er 80° C.

Tagkølerne er i øvrigt bygget som rørkølere i sektioner, der parvis er forbundet ved trykrørene og har fælles returledning til kølevandsbeholderen. En rørkøler består af een eller flere rækker forholdsvis tætsiddende metalrør, der hver især er forsynet med en påloddet kålespiral, oppresset af en smal metalstrimmel. De lige lange kølerør er i begge ender fastloddet til et fælles dæksel, der med pakning imellem fastspændes til en aluminiumsstøbt endebund eller et mellemstykke, forsynet med henholdsvis til- og afgangstudse for kølevandet.

I MO-, MP- og MK-vogne findes kun 1 kølevandsbeholder, hvortil fører 2 x 2 returledninger og 2 sugeledninger, 1 for hver motor.

I lyntogene MS, MB og MK er kølerne af hensyn til luftmodstanden indbygget under tagfladen, der på et stykke er erstattet med ståltrådvæv af hensyn til køleluften. Her er det nødvendigt at have kunstig ventilation, der besørger af ventilatorer drevet af elektromotorer.



I alle vogne og loko er anbragt påfyldningsrør med studse på undersiden af vognkassen, hvorigennem der kan fyldes vand på kølevandsbeholderne, enten ved vandtryk udefra eller ved hjælp af en vingepumpe indskudt i påfyldningsrøret i vognen og med omløb og haner.

Der tabes vand ved:

- 1) fordampning
- 2) frosthanerne
- 3) utætheder f eks cylinderhoved og bæltsted.

Se på diagrammet og angiv, hvad der skal foretages:

- 1) ved brud på cylinderblok 1
- 2) ved kørsel på 1 tagkøler
- 3) ved kørsel på beholder alene
- 4) ved drosling.

Når en MO-kølevandspumpe bliver defekt, skal dens dieselmotor stoppes. Se på diagrammet bl a at temperaturen af kølevandet ikke kan aflæses i den ene motor.

## BRÆNDELSOLIE OG FORBRÆNDING

Som brændselolie i dieselmotorer anvendes solarolie, et destillat af råolien, der er en mineralolie, som findes i jorden og stammer fra en forlængst uddød dyreverden, hvis bestanddele er gået i forrådnelse og i årtusinder har været udsat for jordlagenes tryk.

Efter bortdestillering af gasolin, benzin og petroleum fås "Masut", som ved destillation giver solarolie og en restblanding af smøreolier og tjærestoffer. Råolie kan dog også fremstilles kunstigt ved tør destillation af f eks brunkul. Den forekommer ikke i levende dyr og planter. Den simple fremstillingsmåde i forbindelse med de store forekommende mængder gør solarolien billig som brændselolie, og den benyttes derfor i udstrakt grad verden over som dieselolie. Solarolie er imidlertid ikke et enkelt stof, men en blanding af flere, og disse bestanddele kan være forskellige, efter det sted hvor råolien er udvundet. Solarolien er ligesom alle de andre dele af råolien kulbrinter d v s at de er kemiske forbindelser af grundstofferne kul (C) og brint (H<sub>2</sub>), men disse indgår i forbindelserne på forskellig måde og i forskellige mængder i forhold til hinanden, hvor ved der fremkommer forskellige egenskaber for råoliens bestanddele.

I dieselmotoren omdannes den i solarolien bundne energi til arbejde gennem en forbrænding, der er en kemisk proces, hvor et stof (brændstoffet) går i forbindelse med ilt (O<sub>2</sub>) under varmeudvikling. Ilten tages fra den luft der er suget eller blæst ind i motorcylinderen. Luften er en blanding af ca 21% ilt, ca 78% kvælstof og ca 1% andre luftarter (f eks kulsyre, helium m fl).

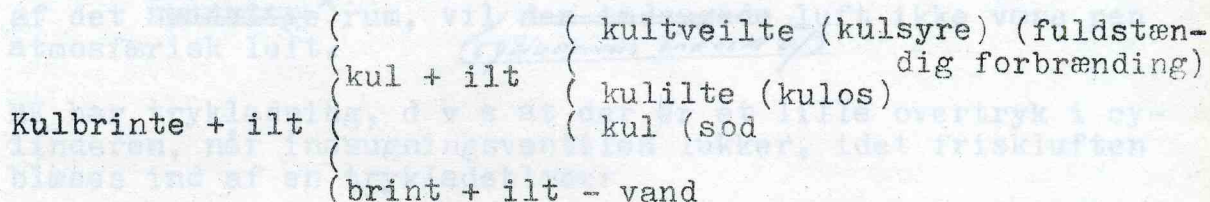
For at få en god forbrænding er det nødvendigt, at der er tilstrækkelig stor mængde ilt til stede, og at solarolien er jævnt fordelt, d v s solarolien skal være fint forstøvet og godt blandet med luften i forbrændingsrummet. Hvis dette ikke

18 mm<sup>3</sup>/cm.  
luft ved  
1000 cm<sup>3</sup>



er tilfældet, får man en ufuldstændig forbrænding, og det betyder mindre varmeudvikling og mindre arbejde af samme mængde solarolie.

Forbrændingen kan stilles skematisk op som nedenfor:



Ved den fuldstændige forbrænding omdannes kulbrinterne til kultveilte + vand. I tilfælde af for lidt luft vil brinten først tage af ilten, og kulstoffet kan så tage resten. Kulstoffet bliver så ufuldstændig forbrændt, og der dannes kulilte, og en del af kulstoffet vil ofte udskilles uforbrændt i meget findelt form som sod, der farver udstødningsprodukterne sorte - sort røg. Kulilten, der er meget farlig at indånde, er usynlig ligesom kultveiltten, men der dannes normalt meget lidt af den i dieselmotorer i modsætning til i benzintmotorer, hvor der især på tomgang dannes meget kulilte.

Når forbrændingen er i orden, vil udstødningen ikke kunne ses, da både kultveiltten og vandet, der fremkommer i dampform, er usynlige. Kun når den udvendige temperatur er meget lav, og motoren er kold, kan man se udstødningen som en svag grålig tåge lige over udstødningsrøret, idet vanddampene så fortættes.

### KOMPRESSIONS- OG FORBRÆNDINGSTEMPERATUR

For at opnå antændelse og en god forbrænding af den i cylinderen indsprøjtede solarolie, må kompressionstrykket drives op til ca 32 kg/cm<sup>2</sup>. Oliens antændelsestemperatur ligger omkring 500-600 grader celsius. Under forbrændingen stiger trykket i cylinderen til 50-60 kg/cm<sup>2</sup>, og temperaturen til ca 2000 grader, afhængigt af tændingstidspunktet, d v s tidspunktet for oliens indsprøjtning, og af mængden af den indsprøjtede olie.

Hurtig gang kræver tidlig tænding = stor foriling  
langsom " " sen " = lille "

for tidlig tænding: (for højt maks tryk  
(evt baglængsang

for sen " : for høj udstødningstemperatur.

Jo tidligere - til en vis grænse - tændingen finder sted og jo mere brændstof, der indsprøjtes - også til en vis grad - des større bliver forbrændingstrykket. Sker tændingen, d v s indsprøjtningen for tidligt, risikerer man tilbageslag, og motoren vil da ikke gå. Sker tændingen for sent, vil forbrændingen fortsætte for langt ind i ekspansionslaget og ikke blive fuldstændig. Forbrændingen vil vare længere, og kølevandstemperaturen vil stige. Mængden af brændstof, der kan



forbrændes fuldstændig, afhænger af, hvor meget luft maskinen indsuger under sugeslaget, idet der med en bestemt luftmængde kun kan forbrændes en ganske bestemt mængde brændstof. Den ind sugede luftmængde er bestemt af slagvoluminet, men da forbrændingsprodukterne ikke kan fordrives fuldstændig, på grund af det ~~skadelige~~ rum, vil ~~den ind sugede~~ luft ikke være ren atmosfærisk luft. *(Cylindrens indhold af)*

MK har trykladning, d v s at der er et lille overtryk i cylinderen, når indsugningsventilen lukker, idet friskluften blæses ind af en trykladeblæser.

MK-motoren yder ca 50% flere HK eff pr cylinder end MO. Kræver også tilsvarende mere brændolie. Yder altså flere HK for samme cylindervægt.

Pasning af MK-ladeblæser:

*MK (2 i MH)  
4*

Ved forberedelse: se oliestanden i alle 4 oliestandsglas  
Ved afslutning : hør efter let løb i ~~10~~ minutter.

*2*

### FORBRÆNDINGSGASSENS UDSEENDE OG TEMPERATUR

Sprøjtes der for meget olie ind i cylinderen, vil den ikke forbrænde fuldstændig; maskinen yder ikke flere hestekræfter, men bliver blot varmere, og stempler og ventiler tilsodes, ligesom udstødet viser sig som sort røg. Under en god forbrænding viser udstødet sig som en hvidgrå røg. Er der f eks på grund af utætte stempelringe eller dårligt skærpede skraberinge kommet smøreolie op i cylindrene, viser forbrændingsgassen sig som en kraftigere gråblå røg. Stempler og ringe samt ventiler vil herved hurtigt forkokses.

Maksimumtemperaturen i cylindrene under forbrændingen når som sagt helt op på ca 2000 grader, men falder hurtigt under ekspansionen, idet forbrændingsprodukterne afkøles af de vandkølede cylindervægge. Det ses heraf, at det er meget betydelige varmemængder, der skal bortledes af kølevandet, og at kølevandscirkulationen må være helt i orden.

I udstødsrøret er forbrændingsgassens temperatur mellem ca 250 grader (MO-motoren) og 480 grader (MH-motoren).

### BRÆNDSTOFSYSTEMER

Der findes på alle køretøjer både et påfyldnings- og oppumpningssystem samt et forbrugssystem.

#### 1) Påfyldnings- og oppumpningssystemet.

Brændselsolien opbevares under kørslen i særlige tanke, der ved rørledninger er forbundet dels indbyrdes og dels med motorerne til et fuldstændigt aflukket system, når lige undtages afluftningsrør.



# Omed 4 haner?

Påfyldning		Oppumpning	
øverste	Dukket	øverste	åben
mellemsste	åben	mellemsste	Dukket
nederst	Dukket	nederst	åben

Ved forberedelse: se oliestanden i alle 4 olieindsugelses  
 Ved afslutning: har efter 10 min.  
 MK-motoren yder ca 200 liter MK olie pr cylinder end MO. MK-  
 linden, når indtagningssystemet lukkes, lader frikølingen  
 plases ind af en frikølingsblæse.

## FORBRÆNDINGSKAMMENS UDSRIND OG TEMPERATUR

I udstødsrøret er forbrændingskammerets temperatur mellem ca  
 250 grader (MO-motoren) og 450 grader (MK-motoren).  
 at kulvandskondensationen må være helt i orden.  
 tydelige væremængder, der skal bortledes af kolvandsst, og  
 vandkølede cylindervægge. Det ses heraf, at det er meget be-  
 ekspansion, lader forbrændingsproduktene afkøles af de  
 som sagt helt op til ca 2000 grader, men falder hurtigt under  
 Maksimumtemperaturen i cylinderne under forbrændingen når  
 derinde kommer amercolie op i cylinderne, viser forbrændings-  
 på grund af utætte stemplerings eller dårligt skrapede skra-  
 brænding viser udstødet sig som en hvidt røg. Her der i eks-  
 iformen udstødet viser sig som sort røg. Under en god for-  
 men bliver blot varmere, og stempler og ventiler tilfødes,  
 brænde fuldstændig; maskinen yder ikke flere bestrebelser,  
 Sprøjten der for meget olie ind i cylinderen, vil den ikke for-

Oppumpningsmotorerne  
 pumper fra 2 til 9 l pr  
 min.

## BRANDTØTSYSTEM

Der findes på alle køretøjer både et påfyldnings- og oppump-  
 ningssystem samt et forbrændings-  
 1) Påfyldnings- og oppumpningssystemet.  
 Brandsløslingen opbevares under køretøjet i smalle bænke, der  
 ved ulykker af længere bølge indbyrdes og dels med mo-  
 torerne til et fuldstændigt afsluttet system, når lige under-  
 ses afslutninger.



På alle motorvogne er anbragt påfyldningsrør med slangeforskrutninger lige under vognkassen i hver side og forsynet med en afspærringshane lige inden for studsene. En fælles ledning fører op langs den ene væg i maskinrummet til en elektrisk pumpe eller en vingepumpe. Solarolien passerer derefter et dobbelt trykfilter\* det ene inden i det andet, og hvert bestående af fint metaltrådsvæv, førend den træder ind i bundtankene. Nævnte pumpe bruges, når olien skal indtages fra tønder. Fyldes der på med en stationær elektrisk pumpe, trykkes olien enten op gennem pumpen som f. eks. i MP-vogne eller gennem et omløbsrør med hane uden om pumpen som i MO-vogne. I motorvogne findes for hver motor ophængt under taget i maskinrummet en faldtank, forsynet med oliestandsglas med skala, hvorpå oliemængden i faldtanken kan aflæses. Mens motorerne arbejder, suger de brændolie fra skueglasset på faldtanken, således at brændolien i faldtanken står højere end i glasset. Derfor skal man stoppe motorerne, når der påfyldes brændolie. I MO, MP, MK vil filtrene formentlig blive fjernet, så arrangementet bliver simple at betjene.

Motorvognene er forsynet med en bundtank under vognen, som ved en suge- og fyldeledning fra tankens bund er forbundet med vingepumpens sugeside, i nyeste MO-vogne også med pumpens trykside. Ledningerne har haner for tilvejebringelse af de ønskede forbindelser. Fra bundtanken er ført en overflodsledning, som i de nye MO-vogne er ført til toppen af faldtankene. Disse er forsynet med en sump, hvorfra slam kan aftappes gennem et rør til ballasten.

## 2) Forbrugssystemet.

Fra faldtanken føres solarolien gennem et rør med afspærringshane til skotfiltret, bestående af et metaltrådsvæv omgivet af en tøjpose, den såkaldte kaffepose - i MP og MO-vogne endvidere gennem en slange (fra vognkassen til midten af maskinbogie) - til fortrykspumpen, der trykker solarolien til brændstofpumpen, i MO-, MP- og MK-vogne først gennem endnu et filter, et Boschtrykfilter, en metalsi udenom en tøjpose eller et C AV papirfilter.

På fortrykssystemet er der (i det øverste punkt) en overstrømningsventil, hvorfra den overskydende solarolie gennem slange og rør føres tilbage til faldtanken. Den solarolie, der kommer ud ved utætheder på brændstofpumpe, brændstofventiler, fortrykspumpe og returpumpe samles i en solaroliesamlebeholder, hvorfra den tages af returpumpen og gennem forannævnte slange og rør føres tilbage til faldtanken.

Fortryks- og returpumpe er på MO og MP Bosch-stempelpumper.

Ofte er luft i forbrugssystemet årsag til at en dieselmotor går i stå. Forinden start må der under disse omstændigheder foretages en udluftning af hele forbrugssystemet, idet man går systematisk frem.

Først kontrolleres faldtankens beholdning, dernæst afspærringshanens stilling, skotfiltret, slangen mellem vognkasse og maskinbogie og omløbet udenom fortrykspumpen åbnes.



Dernæst løsnes udluftningsskruen på Boschfiltret og udluftningsskruen på brændstofindsprøjtningsskruen løsnes.

Der skal nu strømme lugtfri brændolie ud, hvorefter der skal kunne startes. Hvis starten mislykkes, må man gentage udluftningen og tillige afmontere brændstofrørene ved omløberen på forstøveren, således at disse rør også afluftes.

#### FORTRYKS- OG RETURPUMPE.

Bosch fortryks- og returpumpe er nøjagtig ens, og der er anvendt samme størrelse på alle MO- og MP-motorer. Pumpen består af et aluminiums hus med en suge- og trykstuds i hver sin side. Midt i huset og på tværs af studsene er cylinderen boret og slebet fint sammen med et lille hult stålstempel, der normalt holdes mod cylinderbunden af en fjeder, som holdes spændt af en tæt pakket prop. Fjederrummet i cylinderen står ved borer i forbindelse med en suge- og en trykventil henholdsvis på suge- og trykstudssiden. Ventilene er små fjederbelastede, plane fiberventiler med en tap, der styrer i propen, som lukker ventilrummet; ventilsæderne, der er af stål, er presset ned i huset og planslebne. Fra trykstudsens er der boret en kanal til bagsiden af stemplet (bundsiden i cylinderen). Stemplet påvirkes gennem en igennem bunden af cylinderen tattslebte stift af et ligeledes fjederbelastet rullestyr med rulle, der bevæges af et på forlagsakslen anbragt knaststykke med 2 knaster.

Når en knast passerer, trykkes rullen ind (imod sit fjedertryk), trykker stiften og dermed stemplet i "top" imod stempelfjedertrykket, hvorved trykventilen åbner sig, og solarolien fra cylinderen trykkes ud i trykstudsens, hvor den imidlertid gennem omløbskanalen løber ind på bagsiden af stemplet og fylder cylinderrummet her. Når knasten forlader rullen, trykkes denne ud af sin fjeder, og stemplet går i bund på virket af stempelfjederen. Dette slag er både suge- og trykslag, idet ny solarolie suges ind i topenden, og den olie, der stod i cylinderens bundende, trykkes ud i trykledningen, idet trykventilen holdes trykket mod sit sæde. Da det er stempelfjederen, der under denne proces er alene om at bevæge stemplet, er olietrykket i trykledningen alene bestemt af det ved stempelarealet og fjedertrykket bestemte tryk og kan aldrig overstige dette. Slaglængden og dermed den indsugede solarolie mængde bestemmes da udelukkende af trykket i trykledningen, d v s igen af fjederens styrke. Fjederen er fremstillet for et fortryk på ca 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Knaststykket på forlagsakslen har 2 diametralt anbragte knaster, så at der fås 2 pumpe slag for hver omdrejning af forlagsakslen, d v s 1 pumpe slag for hver omdrejning af krumtapakslen, idet denne jo løber dobbelt så mange omdrejninger som forlagsakslen. Fortryks- og returpumpe er anbragt, så at de bevæges af de samme knaster.

For at undgå nedbrud, hvis fortrykspumpen svigter (går itu), er der mellem pumpens suge- og trykledning indskudt en rørledning, som på MP-motorer er forsynet med en overstrømningsventil og på MO-motorer med en afspærringsbane. Overstrømningsventilen, som er en fjederbelastet kegleventil, der virker,



hvis pumpetrykket bliver for stort, må fjernes, hvis pumpen skulle ophøre at virke, og olien løber da ved sit naturlige fald til brændstofpumpen. Afspærringshanen på MO-motoren tillader i åben stilling ligeledes solarolien at løbe direkte til brændstofpumpen.

### BOSCH-TRYKFILTRET

består af et cylindrisk filterhus med et støbt dæksel, der har en flangefod til fastspænding af filtret f. eks. på maskinen. De 2 dele holdes sammen af en gennemgående central bolt med bundmøtrik i begge ender, som samtidig med pakringe tætter for oliens udtrængen. I dækslet findes til- og afgang for olien diametralt modsat. Afgangen har et dyrør inde i beholderen, som går et stykke ned i filterposen, og som forhindrer, at luft, der eventuelt har samlet sig i filtret, skyldes trykkes over i brændstofpumpen og derved forårsager motorstop. Selve filterorganet består af et grovfilter, en perforeret aluminiumsbeholder, der kan tilbageholde partikler over 0,1-0,15 mm diameter, og inden i dette et finfilter, en tøjpose udspændt om et trådstel. Det holdes på plads og tættes i grovfiltret af et "låg" på dette, som igen styres tæt om en reces i beholderdækslet. Grovfiltret holdes trykket op imod dette af en fjeder omkring den gennemgående bolt i bunden af beholderen. Ovenpå fjederen og under bunden af tøjposen er anbragt filtpakringe, som hindrer olien (med urenheder) i at løbe langs boltens indre i filtrets indre. I dækslet findes en afluftningsskrue og på nogle filtre (uden for filterorganet) endvidere en returledning med overstrømningsventil, som lader eventuelt olieoverskud returnere til faldtanken, f. eks. på grund af filtrets tilstopning.

Brændolien kommer ind i filterhuset udenom filtrene, trænger ind gennem disse og ud gennem dyrøret.

På CAV filterindsatsen virker dåsen som dyrør. Indsatsen er en rulle crepepapir.

Dåsen og crepepapiret kasseres, når det er tilstoppet.

Filtrene tilses kun af håndværkere.

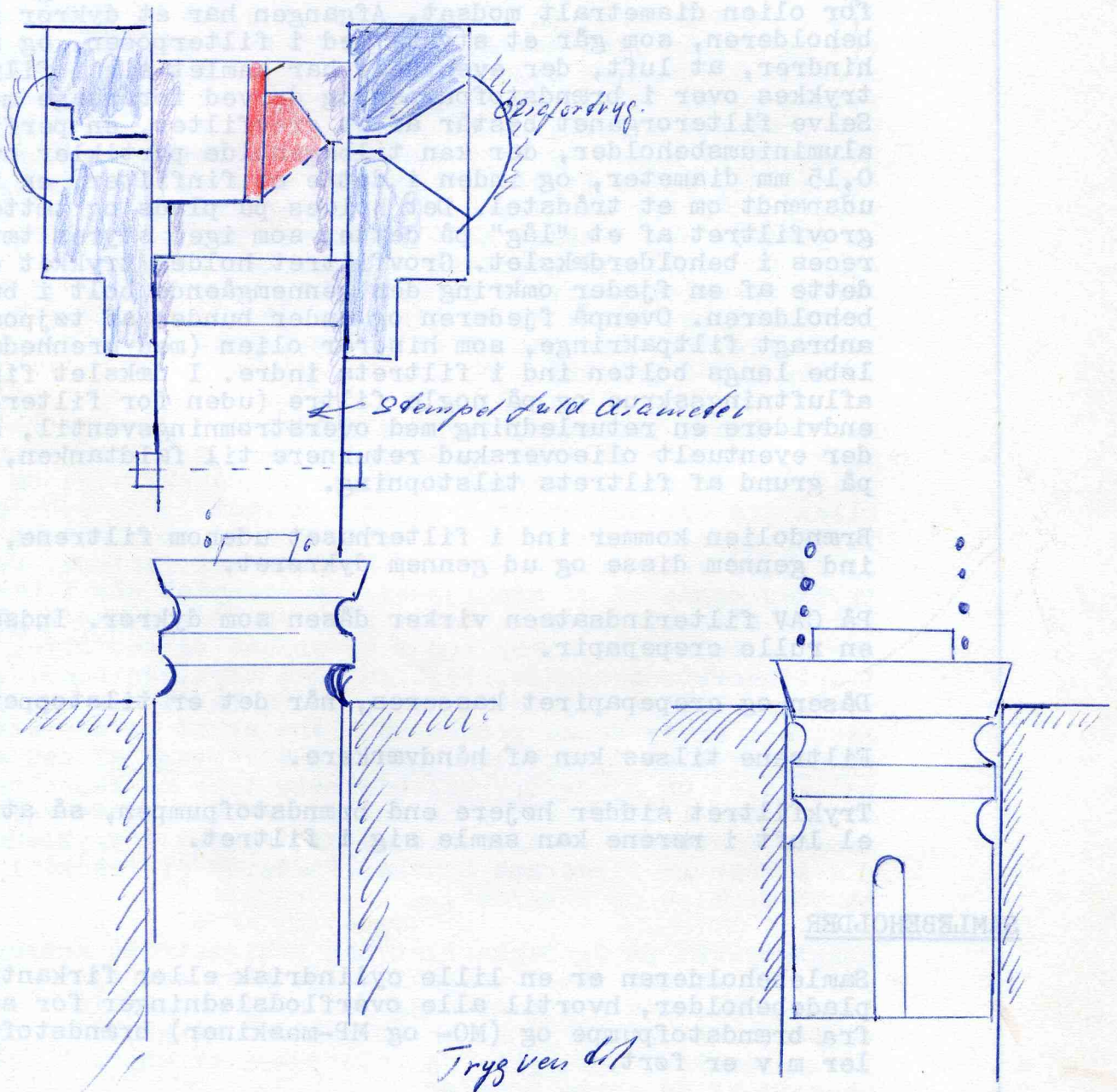
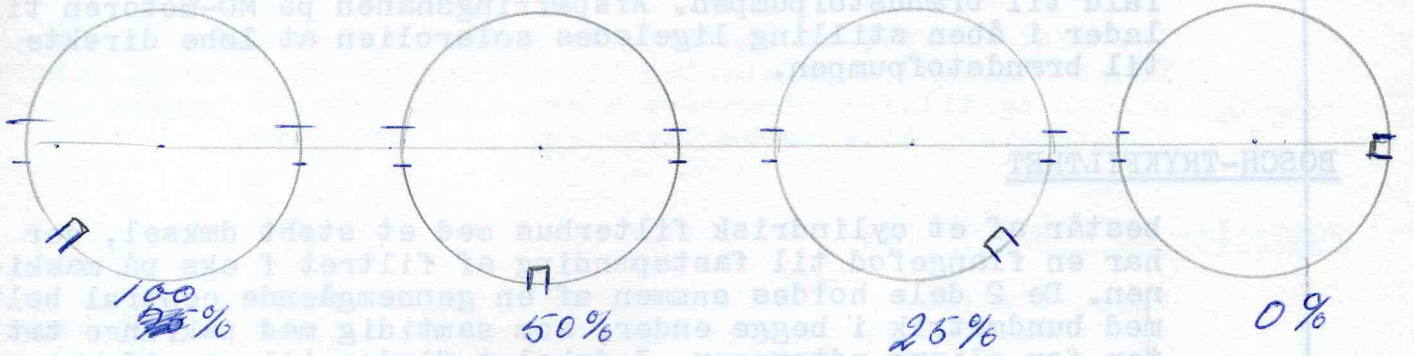
Trykfiltret sidder højere end brændstofpumpen, så at eventuel luft i rørene kan samle sig i filtret.

### SAMLEBEHOLDER

Samlebeholderen er en lille cylindrisk eller firkantet jernpladebeholder, hvortil alle overflodsledninger for solarolie fra brændstofpumpe og (MO- og MP-maskiner) brændstofventiler m. v. er ført.

Fra beholderens bund er ført en ledning til returpumpens sugeside, og endvidere har samlebeholderen en overflods- og afluftningsledning til ballasten.





Tryk ven. dt



BRÆNDSTOFFPUMPER*formål*

Brændstoffpumpen tjener til at tilføre cylindrene det rette kvantum olie, d v s den til belastningen til enhver tid svarende oliemængde og (af hensyn til fortændingen) på det rigtige tidspunkt.

Brændstoffpumperne er alle stempelpumper.

BOSCHPUMPEN

*inddel trykventil  
plan 13A billedc*

16.

På alle statsbanernes nyere motorer MP og MO anvendes Bosch-brændstoffpumper, type PE. Da motorerne jo er 6-cylindrede anvendes også 6-cylindrede pumper. De 6 cylindre er anbragt i et fælles pumpehus af aluminium, som foroven har 2 gennemgående, vandrette borer; i den nederste kan en gennemgående tandstang bevæge sig frem og tilbage. Under disse borer og omtrent midt i huset findes en større udsparring, som dog kun er åben fortil og her kan lukkes af et dæksel. Under bunden af denne udsparring er pumpehuset hult og i begge ender lukket af et dæksel, hvorigennem knastakslen er ført. Den hviler i kuglelejer i husets to endevægge. Knastakslen har i den forreste ende en flange, hvormed den sammenspændes med en flange på forlags- eller forstilleraakslen, og i den anden ende et tandhjul, der driver regulatoren. De 6 knaster på knastakslen er forskudt 60 grader for hinanden i rækkefølgen 1, 5, 3, 6, 2, 4, den normale tændingsrækkefølge. Knasterne dypper under omdrejningen ned i en fin olie, der smører ruller og rullestyr. Disse er styret i mellembunden i huset og er forsynet med en stilleskrue (med kontramøtrik), oven på hvilken pumpestemplet træder. Stempel og cylinder, der er af meget hårdt stål, er slebet tæt sammen. Forneden har stemplet en tsp med en inddrejning, hvori en fjederskål med en slidse kan indskydes fra siden. Fjederskålen virker som indspænding for en fjeder, der foroven trykker mod en anden fjederskål, som er indlagt i loftet i husets udsparring, og hvori der er fræset halvrunde indsnit. Stemplet er endvidere forsynet med 2 flige, der udenpå cylinderen passer ind i 2 slidser i undersiden af en stålbøsning, på hvis øverste ende - lige over en krave på bøsningen - en opslidset tandbue er fastklemt med en skrue. Når tandbuen løsnes, kan bøsningen og dermed stemplet drejes i forhold til den ved at stikke en dorn i et lille hul i kraven. I stemplets øverste ende er drejet og udfræset en rille, en længdekanal og en skruelinie mellem rille og kanal. Cylinderen, der er en stålforing med en høj krave foroven, passer tæt ned i huset og holdes fasttrykket i dette af en nippel med et indskudt mod cylinderen tætslebet ventilstykke, der bærer en kontraventil foroven påvirket af en fjeder, som øverst trykker mod et indvendigt bryst i niplen. I cylindrens krave er i højde med oliekanalen i huset og nøjagtig over for hinanden boret 2 tværhuller, et bagtil for olietilførsel og et fortil for trykudligning. Om sidstnævnte hul er nedfræset en fordybning, hvori en sikringsskrue indskruet i pumpehusets forside går ind og sikrer cylinderen mod at dreje sig sammen med stemplet.

Kontraventilen eller aflastningsventilen er en fjederbelastet kegleventil, der er cylindrisk på et ganske lille stykke under ventilkeglen.



Pumpens virkemåde er følgende:

Når stemplet står i sin nederste stilling, er begge huller i cylinderen blottede, og fortrykspumpen fylder rummet mellem stempel og kontraventil samt udfræsning og inddrejning i stemplet. Det forudsættes, at maskinen er i gang. Stemplerne i brændstofpumpen er da ad tandstangen, som påvirkes af en arm i regulatoren, drejet i en sådan stilling, at den udfræsede længdekanal står et sted mellem "indsugnings" - og trykudligningshullet i cylinderen.

Under stempels opadgående bevægelse ved knastens tryk på rullen vil olien i cylinderen blive adskilt fra olien i tilgangsledningen i det øjeblik, da stempels plane overside afskærer de øverste kanter i de 2 omtalte huller, og samtidig begynder trykslaget; kontraventilen åbnes, og olien trykkes gennem brændstofventilen. Når stemplet er nået så højt op i trykslaget, at skrueinien, som vender fremad, lige når den nederste kant af trykudligningshullet, falder det store tryk i pumpecylinderen øjeblikkelig til fortrykket; kontraventilen smækker i, og indsprøjtningen ophører. Trykudligningen finder sted gennem længdekanalen i stemplet og rummet under skrueinien. I resten af det opadgående og under hele det nedadgående slag (som følge af fjedertrykket), indtil stempels overkant begynder afdækningen af "indsugnings" hullet, sker der intet. Derefter fyldes cylinderen igen, og processen gentages.

Da indsprøjtningen af brændstoffet skal foregå senere, dvs. når stemplet er nærmere top, hvis motoren går langsom, er der udfra rillen ved den øverste kant af brændstofpumpestemplet slebet en kort skrueinie med modsat stigning af den tidligere omtalte. Man opnår herved, at når indsprøjtningen er lille, mens motoren kører uden belastning på tomgangsomdrejning, vil afskæringen for pumpebegyndelsen ske senere (sen tænding).

Denne udførsel har den ulempe, at når man kører vognen på knap  $\frac{1}{2}$ , hvor motoren er belastet ved de langsomme omdrejninger, og indsprøjtningens mængde er større, vil afskæringen for pumpebegyndelse falde uden for den lille skrueinie, og den vil komme for tidligt, hvad man tydeligt kan høre på motorens gang (tændingsbank).

Under kontraventilens hurtige lukning danner det lave cylindriske bælte under ventilkeglen den første tætning i ventilstyret og skaber et ubetydeligt undertryk i brændstofventilledningen, hvorved olien ligesom "suges lidt tilbage" fra brændstofventilen, så at denne lukker uden at efterlade dråber i dysehullerne. Derved undgås tilsodning af disse.

På grund af de høje tryk, op til ca 220 atm, som pumpen arbejder med, er dennes dele, særlig knastaksel, ruller og cylinderforinger, udført temmelig robuste.

Denne boring og trykboring er forberedt ved en tværboring, som normalt holdes afværret af overstrømningsventilen. Denne kan åbnes, hvis man ønsker at sætte pågældende cylinder ud af virksomhed, f. eks. hvis man ved, at en parts er afbrændt.

Bosch-ventilen spændes tæt i cylinderhovedet med en kobberpakring fornedet ved hjælp af en læs, oval flange, der af 2 støtter i cylinderhovedet trykkes ned i mod ventilhovedet fra oven.

Kunnes  
et  
bøgen.



TRYKFORSTØVNINGSVENTILER. BOSCH-VENTILEN

Bosch-ventilen, Bosch brændstofventil, består af følgende del

Et ventilhus med udvendigt fingevind fornedet og indvendigt geving foroven,

et omløbermøtrik til fastspænding fornedet af

en dyse med nåleventil,

en stødstang, der fornedet træder på nåleventilen og foroven gennem en fjederskål påvirkes af en kraftig skruefjeder, der holdes spændt af en stilleskrue med en fjederskål under,

en prop, der lukker ventilhuset foroven, og hvori stilleskruen er nedskruet,

en trykrørsstuds med ~~indlagt fint metaltrådsfilter~~, <sup>SdAV</sup>

en overstrømningsventil, bestående af en nåleventil med gevind,

en nippel for spilde- og returrør,

~~en følenål igennem en boring i stilleskruen.~~

Olien trykkes gennem filtret i trykstudsens og en vandret samt en lodret ekscentrisk boret kanal ned til dysen. Denne er slebet tæt sammen med den plane underside af ventilhuset og har i den øverste flade en neddrejning, som leder olien til 3 små borer, der går ned til et uddrejet kammer lige over nåleventilens sæde. Dysen ender fornedet i en knop, hvori er boret 6-7 meget fine huller (diameter 0,3-0,4 mm) ind til en lidt større central boring, der udgår fra ovennævnte kammer. Nåleventilen, der er meget fint sammenslebet med dysen, har fornedet en stilk med ventilkegle, der er slebet tæt til sædet. Foroven har nålen en stilk, der går op i en lille fordybning i stødstangen. Nålens største diameter er lidt større end hullet for sidstnævnte stilk i undersiden af ventilhuset, og dens længde er således afpasset, at dens maksimale løftehøjde, der begrænses af ventilhusets underside, er ganske ringe, knap 0,5 mm. Da nålen er aftrapet, kan brændolien i hulrummet i dysen løfte den fra sit sæde. Der slipper da straks olie ud gennem de fine huller, hvorved den forstøves meget fint ved det store tryk.

Olie, der langs med stødstangen eventuelt kommer op i fjederkammeret foroven enten fra en utæthed ved nålen eller ved tætfladen mellem dyse og ventilhus, får afløb gennem en boring til spildestudsens uden om overstrømningsventilspindelen. Denne boring og trykboringen er forbundet ved en tværboring, som normalt holdes afspærret af overstrømningsventilen. Denne kan åbnes, hvis man ønsker at sætte pågældende cylinder ud af virksomhed, f.eks. hvis man ved, at en pande er afbrændt

Bosch-ventilen spændes tæt i cylinderhovedet med en kobberpakring fornedet ved hjælp af en løs, oval flange, der af 2 støtter i cylinderhovedet trykkes ned imod ventilhuset fra oven.



Ventilerne indstilles til følgende forstøvertryk:

MP-ventiler ..... ca 180 atm  
 MO-(MB, MS) ventiler ..... ca 210 atm.

*M. H.*  
300  
*M. T.*  
75  
*M. H.*  
125

## REGULATORER

*Kun når motoren sætter sig, giver regulatoren mere brændstof.*

En regulators opgave er at holde motorens omdrejningstal (omtrent) konstant, uanset om belastningen varierer. Dette opnås ved at lade regulatoren indvirke på brændstoffiltørslen, således at der tilføres mere brændstof, hvis motorens belastning stiger, og mindre, hvis motorens belastning synker.

Til en bestemt mængde indsprøjtet olie svarer et bestemt tryk (middeltryk) i cylinderen og dermed en bestemt kraft på krumtappen, altså et bestemt drejningsmoment, idet krumtapparmen stadig er den samme.

*//*  
*↑*  
*og dit eksamen*  
*se dog side 30*  
*DoS*

Motorens arbejdsydelse er bestemt ved drejningsmomentet og omdrejningstallet og skal svare til den arbejdsydelse, der kræves til at drive dynamoen. Hvis belastningen falder, f. eks fordi man begynder at køre ned ad bakke, bliver motoren overlegen, og den kan kun komme af med sit kraftoverskud ved at løbe op i omdrejninger. Men her træder regulatoren i virksomhed. Regulatoren trækkes af motoren selv, dens omdrejninger svarer altså altid til motorens, og da svingvægtens udsving afhænger af omdrejningerne, vil højere omdrejninger give større udsving af svingvægtene. Regulatorerne indrettes derfor således, at forøget udsving af svingvægtene får disse til at formindske brændstoffiltørslen og omvendt, formindsket udsving får dem til at forøge brændstoffiltørslen.

## MO- OG MP- REGULATOREN

Disse 2 regulatorer er fuldstændig ens, når undtages, at MP-regulatoren er forsynet med en særlig starteventil, en elektroventil, der gives strøm under motorens start og derved gennem en vinkelarm, der er lejret i regulatorhusets dæksel, påvirker hastighedsarmen og derigennem tandstangen i brændstofpumpen, så at denne giver brændstof i starteøjeblikket. Dette er nødvendigt, da MP-motoren mangler olieomskifterventilen, som jo i MO-motoren (MS og MB) straks giver olietryk til regulatoren.

Selve regulatoren består af regulatorstol med svingvægte, forskydelig regulatoraksel med koblingsstykke, belastningsarm, hastigheds-cylinder med stempel, hastighedsarm og tilbage-træksfjeder indbygget i et støbejernshus, der er anbragt på en konsol på siden af maskinstativet lige bagved brændstofpumpen.

Regulatoren er anbragt liggende, lejret på kugle- og tryklejer i ribber i huset og har en tap med fastkilet tandhjul, der er i indgreb med et tandhjul på enden af brændstofpumpe-akslen. Sidstnævnte tandhjul er fjedrende. Regulatorakslen,



der kan forskydes vandret i centrale lejer i regulatorstolen, men ved en lang not er hindret i at dreje sig i forhold til denne, har et bryst med en hærde stål-skive, hvorimod svingvægtens vinkelarme trykker under udsvinget. Regulatorakslen bærer på kugle- og tryklejer et koblingsstykke.

Under hastighedscylinderen er i huset udboret en fjedercylinder, hvori de 2 regulatorfjeder er anbragt, den ene inden i den anden. Den ydre fjeder, der er indspændt mellem et dæksel for fjedercylinderen og koblingsstykket med mellemlagsskiver ved dette, er i virksomhed under alle omdrejningstal. Den indre fjeder er anbragt uden på en bøsning, der kan forskydes i et langt nav i foran nævnte dæksel. Fjederen er indspændt mellem dækslet og et bryst på bøsningen ved hjælp af en møtrik på denne uden for dækslet. Bøsningen tjener endvidere som (cylindrisk) styr for koblingsstykket. Den indre fjeder er indspændt således, at den først træder i funktion på 2. hastighed, idet svingvægtene da har forskudt koblingsstykket så langt, at bøsningen går i bund i det. I koblingsstykket er drejet en rille, hvori griber en koblingsbøjle, der ved tappe er forbundet med den gaffeldelte belastningsarm. Dennes ene gren er lang, og i den øverste ende forbundet med en stang, som er fastgjort til enden af tandstangen i Boschpumpen (se denne).

Den nederste også gaffeldelte ende af belastningsarmen bærer en travers, hvori er fastgjort en forskydelig stok, som er styret i en boring i huset, og hvis anden ende gennem en kuglehangselbolt har fat i den nederste ende af hastighedsarmen, hvor også tilbagetræksfjederen, som søger at holde hastighedsstemplet i stopstilling, har fat. Hastighedsarmen er kilet på en aksel (regulatorens faste omdrejningsaksel), der er lejret på tværs i regulatorhuset. Armens øverste ende er gaffeldelt og har gennem 2 tappe med glidesko fat i et styrestykke, der er fastskruet på enden af den gennemgående stempestok i hastighedscylinderen, som er udboret i selve huset. I cylinderen kan et tætslebte stempel bevæge sig under påvirkning af maskinens trykolie, der tilledes gennem en boring i hver ende af cylinderen.

Fra regulatorhusets plane overside, hvorpå der er fastspændt et pakket ventilhus, er der fræset 4 firekantede huller ned i cylinderen, fordelt over længden af denne, hullernes længde er nøjagtig lig med stempelbredden, og de svarer i rækkefølge fra cylinderenden nærmest hastighedsarmen til "stop", 1., 2. og 3. hastighed. Ventilhuset har på undersiden fræsede fordybninger svarende til hver sit hul, og fra fordybningerne er boret kanaler, som fører til de respektive elektroventiler.

En elektroventil består af en solenoide med en jernkerne, som løftes, når der sættes strøm til solenoidens ledninger. I jernkernens nederste ende kan fra siden indskydes et stålstempel, som derved er tvunget til at følge jernkernens lodrette bevægelser. Stemplerne er slebet tæt i lodrette huller i ventilhuset, der er af metal.



"Stop" og 1. hastighed har een fælles elektroventil, hvis oliestempel er inddrejet 2 steder, så at det faktisk består af 3 forbundne stempler. De øvrige stempler har kun 1 ind-drejning, består altså i virkeligheden af 2 forbundne stempler.

For start af MO-motoren - når i øvrigt alle nødvendige forhold er i orden - sættes der først manøvrestrøm til, dernæst sættes køreretningsomskifteren på "frem" eller "bak". Herved går "stop"-ventilen (1. hastighed) op. Når startekontrollen derefter sættes på "start", går MO-motoren i gang og der kommer straks ved motorens omdrejninger for startestrømmen tryk-olie til regulatoren over omskifterventilen, og i begge typer indstilles brændstofpumpen (tandstangen) til at give brændstof. Når olietrykket er tilstede, bevæger regulatoren hastighedsstempel sig fra stopstillingen til 1. hastighed, indtil det dækker denne kanal i cylinderen, idet der er spærret for olieafgang fra "S"-kanalen af stopventilens stempel, medens olien på den anden side af hastighedsstemplet kan løbe bort gennem "1"-kanalen og ventilhusets lange boring omkring ind-drejningerne i alle ventilstempler. - Ved stemplets bevægelse drejes hastighedsarmen, den forskydelige stok trækker i den nederste ende af belastningsarmen, som drejer sig om tappene i koblingsbøjlen, og den øverste ende af armen trykker tandstangen ind i brændstofpumpen. Denne kan da give brændstof.

På MP-motoren er det flade dæksel erstattet med et dæksel, der er højere foroven og forsynet med en plan flade øverst, hvor der kan anbringes en normal magnetspole med kerne. Kernen er med lænkeled sat i forbindelse med den vandrette del af en vinkelarm, hvis lodrette del, der går opad fra omdrejningsakslen, foroven er forsynet med et stilbart trykstykke, som ligger lige ud for stempelstangen i hastigheds-cylinderen.

Ved start af MP-motorer sluttet afbryder for manøvrestrøm, køreretningskontrolleren sættes i stilling, kontrollen for omdrejningstal sættes på første hastighed og startekontrolleren drejes på start. Herved sættes strøm på ovennævnte magnetspole, hvis kerne gennem lænkeledet drejer vinkelarmen, som med sin lodrette arm trykker på stempelstok for hastighedsstempel, således at dette bevæger sig fra S-kanalen til 1-kanalen. Der sker altså fuldstændig det samme som på MO-motoren, blot er bevægelsen sket ved mekanisk påvirkning og ikke som på MO ved hjælp af olietryk.

Når motoren er kommet i gang, og der er kommet olietryk i hastigheds-cylinderen, drejes startkontrolleren på drift, hvorved strømmen afbrydes til startspolen, og vinkelarmen går tilbage til udgangsstillingen, så hastighedsstemplet kan bevæge sig fuldstændig frit.

Stopventilen bliver stående oppe under alle hastigheder. Sættes hastigheden op fra 1. til 2., går elektroventilen for 2. hastighed op ("1" bliver oppe), og spærrer derved for olieafgang fra "1"-kanalen, men giver afløb for "2"-kanalen, hvorved hastighedsstemplet flytter sig hertil. På 3. Hastighed går 3 op og 2 falder ned, olien fra "S", "1"- og "2"-



"Stop" og i hastighed har en fælles elektriventil, hvis oliestempel er indregnet 2 steder, så at det faktiske består af 2 forskellige stempler. De øvrige stempler har kun 1 indregning, består altså i virkeligheden af 2 forskellige stempler.

For start af MO-motoren - når i øvrigt alle nødvendige forhold er i orden - sættes der først manøvrerstrøm til, derefter sættes karerens styringsmekanismer på "frem" eller "bak". Herefter går "stop"-ventilen (i hastighed) op. Når startekontrolstrømmen derefter sættes på "start", går MO-motoren i gang og der kommer straks ved motorens omstart for startstrømmen tryk-olie til regulatorer over oliestempelventilen, og i begge typer indstilles brændstoftilførsel (indstævning) til at give brændstof. Når oliestykket er tilføjet, bevæger regulatoren hastighedsstemplet sig fra stopstillingen til i hastighed, indtil det dækker denne kanal i cylinderen, idet der er spærret for oliestang fra "2"-kanalen af stopventilens stemmel, medens olien på den anden side af hastighedsstemplet kan løbe bort gennem "1"-kanalen og ventilstemlets lange tværsnit omkring indregningerne i alle ventilstempler. - Ved stemplets bevægelse drejes hastighedsarmen, den forskydbelige stak trækker i den bedste ende af belastningsarmen, som drejer sig om fællestang i koblingsbejlen, og den øverste ende af armen trykker fællestangen ind i brændstoftilførslen. Denne kan da give brændstof.

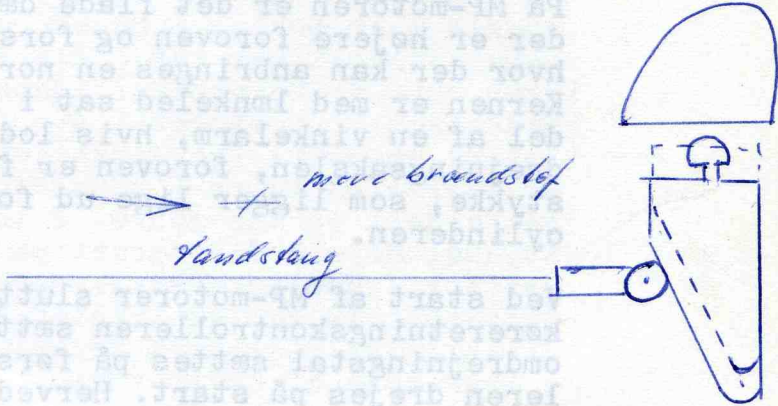
På MP-motoren er det ligeledes dekkelcylinderen med et dekkel, der er monteret foroven og forsynet med en plan flade overflade, hvor der kan anvendes en normal magnetpol med kerne. Kerne er med lanketæt sæt i forbindelse med den ydre flade del af en vinkelarm, hvis lodrette del, der går opad fra omkredsen, foroven er forsynet med et særligt trykstempel, som ligger i forbindelse med stemplet i hastighedsarmen.

Med start af MP-motoren sættes strømmen til manøvrerstrøm, karerens styringsmekanismer sættes i stilling, kontrolstrømmen omregningsstat sættes på første hastighed og startekontrolstrømmen drejes på start. Herefter sættes strømmen på ovennævnte magnetpol, hvis kerne lanketæt drejer vinkelarmen, som med sin lodrette arm trykker på stemplet for hastighedsstemplet, således at dette bevæger sig fra "2"-kanalen til "1"-kanalen. Der sker altså fuldstændig det samme som på MO-motoren, blot er bevægelsen sket ved mekanisk påvirkning og ikke som på MO ved hjælp af oliestykket.

Når motoren er kommet i gang, og der er kommet oliestykket i hastighedsarmen, drejes startekontrolstrømmen på drift, hvorved strømmen afbrydes til startspolen, og vinkelarmen går tilbage til udgangsstillingen, så hastighedsstemplet kan bevæge sig fuldstændig frit.

Stopventilen bliver stående oppe under alle hastigheder. Sættes hastigheden op fra i. til 2., går elektriventilen for 2. hastighed op ("1" bliver oppe), og spærret derved for oliestang fra "1"-kanalen, men giver altså for "2"-kanalen, hvorved hastighedsstemplet flytter sig nedtil. På 3. hastighed går 3. og 2. fællestang ned, olien fra "2", "1"- og "3"-

Do 9





kanalerne kan ikke undvige for nenholdsvis elektroventilstemplerne "stop", 3 og 2, medens "3"-kanalen blottes af stempel 3, og hastighedsstemplet stiller sig over "3"-kanalen. Ved hver hastighedsforøgelse trykkes tandstangen længere ind i brændstofpumpen, som derved giver mere brændstof, omdrejningerne stiger, svingvægtene trykker regulatorakslen længere ud, hvorved belastningsarmen nu drejer sig om sin nederste aksel (traversen for enden af den forskydelige stok) og trækker tandstangen lidt ud af pumpen igen; herved mindskes brændstofmængden, indtil ligevægt atter indtræder.

Går man ned i hastighed, sker dette i omvendt rækkefølge, idet olietrykket på den anden side af hastighedsstemplet nu bliver det største, når "2"- og dernæst "1"-kanalen får afløb.

For hver af motorens 3 hastigheder indtager hastighedsstemplet ~~altså~~ en ganske bestemt stilling, dækkende "1", "2"- eller "3"-kanalen, og hertil svarer tre ganske bestemte fjeder-spændinger i regulatorfjedrene. De 3 stillinger kaldes regulatorens 1. henholdsvis 2. og 3. grundstilling, og for hvert hastighedstrin af motoren vil regulatoren hele tiden søge at afpasse brændstofpumpens ydelse efter belastningen, så at regulatoren så vidt mulig kan komme til at indtage den til det pågældende hastighedstrin svarende grundstilling. - Har regulatoren f. eks. på grund af slør i dens bevægelige dele eller for stor friktion i pumpens tandstang vanskeligt ved at indtage sin grundstilling, vil motorens omdrejninger variere stærkt op og ned, motoren "rouser", som det kaldes.

I MO- (MS- og MB-) motoren går brændstofpumpens tandstang under fuld belastning på 3. hastighed (kørekontrolleren på knap 4) imod et stop, idet tandstangen er forlænget hen imod maskinens forende, hvor der ovenpå forstillerhuset er anbragt en overbelastningsventil, <sup>dog</sup> en elektroventil, som løftes, når kørekontrolleren i førerrummet drejes på knap 5. Derved løftes en stok, som har en skrå flade (nedad tilspidsende kile), hvorimod en rulle på enden af tandstangens forlængelse trykker, når maskinen er fuldt belastet på 3. hastighed. Rullen er ophængt i et gaffeldelt lænkeled, som hænger i ventilhuset. Ved ventilens løftning <sup>og</sup> skydes tandstangen 4 mm længere ind i brændstofpumpen, <sup>og</sup> denne giver <sup>da</sup> mere olie. 20. (e.v. Han)

På 3. hastighed og overbelastning er regulatoren ved fuld ydelse af maskinen i virkeligheden blokeret "til den ene side", idet tandstangen går imod stoppet i overbelastningsventilen, d v s en stigning i belastning (f. eks. kørsel op ad bakke) medfører ikke mere brændstofftilførsel, da fjedrene, selv om de nu bliver overlegne i forhold til svingvægtene, som udøver mindre kraft, når omdrejningerne falder, ikke kan skyde tandstangen længere ind i pumpen. Derimod kan regulatoren "til den anden side" regulere omdrejningerne, så at disse ikke stiger ved et eventuelt fald i belastningen. Hvis omdrejningerne nemlig steg væsentlig, ville svingvægtene spænde regulatorfjedrene endnu mere, og tandstangen ville blive trukket lidt ud af pumpen, hvorved olietilførslen igen blive mindre.

skabes den mulighed for et



Herved forklares også, at knap 5, overbelastning, ikke virker på maskinerne for kørehastigheder over ca 60 km/time (teoretisk 88 km/time), idet belastningen da i reglen er faldet så meget, at tandstangen er trukket tilbage fra sit stop på grund af maskinens noget højere omdrejninger, og det hjælper da ikke at løfte elektroventilen for overbelastning.

### BELASTNINGSVISERE

MP-motorerne er forsynet med belastningsvisere, idet de ikke som MO-vogne og lyntog har automatisk regulering af belastningen. Belastningsvisere adviserer motorføreren om fuld belastning og overbelastning. De er indrettet som små lampegrupper i førerrummene. Een lampe lyser grønt indtil fuld belastning (100 pct belastning), en anden gult for lettere og en tredje rødt for stærk overbelastning (henholdsvis indtil og over 110 pct belastning). Lamperne er forbundet med kontaktstykker og en kontaktarm, der bevæges indirekte af regulatorens belastningsarm gennem tandstangen i brændstofpumpen.

-----0000000-----