

JERNBANESKOLEN

1964.

MOTORLÆRE.

Lokomotivmedhjælperkursus

Motorkursus I

Indholdsfortegnelse.

<u>Afsnit.</u>		<u>MI nr.</u>
1	Dieselmotorens princip.....	2
2	4-takts princippet.....	2
3	Ventilbevægelsesdiagram.....	3
4	Arbejdsdiagram for en firetakts motor.....	3
5	Brændolie.....	5
6	Forbrænding.....	6
7	Varmebalance.....	7
8	Kompressions- og forbrændingstemperaturer og -tryk.....	7
9	Trykladning.....	8
10	Udstødsgassens udseende og temperatur.....	8
11	Brændolieudleveringsanlæg.....	9
12	Brændoliesystemet på motorlokomotiver og motorvogne.....	9
13	Påfyldning af brændolie.....	9
14	Udluftning af brændoliesystem.....	9
15	Brændoliepumpe og brændoliepumpens kon- traventil.....	10
16	Brændolieventil (forstøver).....	13
17	Regulering af omdrejningstal og motorydelse (centrifugalregulatoren).....	16
18	Smøring og smøreolie.....	21
19	Smøreoliesystem.....	22
20	Kølevandssystem.....	24

1. Dieselmotorens princip.

Dieselmotoren er en stempelmaskine uden særligt tændapparat, og dens virkemåde er baseret på, at luft ved at sammentrykkes - komprimeres, som det kaldes - bliver varm (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 brændolie, der i forstøvet tilstand sprøjtes ind i cylinderen. Som brændolie anvendes til D. S. B. 's motorvogne og motorlokomotiver: Gasolie (afsnit 5).

2. 4-takts princippet.

At en motor er firetakts vil sige, at stemplet udfører 4 frem- og tilbagegående (op- og nedadgående) bevægelser (slag) for hver arbejdsydelse, stemplet præsterer (arbejdsslag). Dette sker 1 gang for hver 2 omdrejninger af krumtapakslen.

Brændolien tilføres mellem kompressionslaget og arbejdsslaget (forbrændingslaget).

Indsprøjtningen begynder lidt før stemplet når topstillingen, altså nogle grader før krumtappen står i top. Denne vinkel kaldes foriling - jævnfør figur 2.

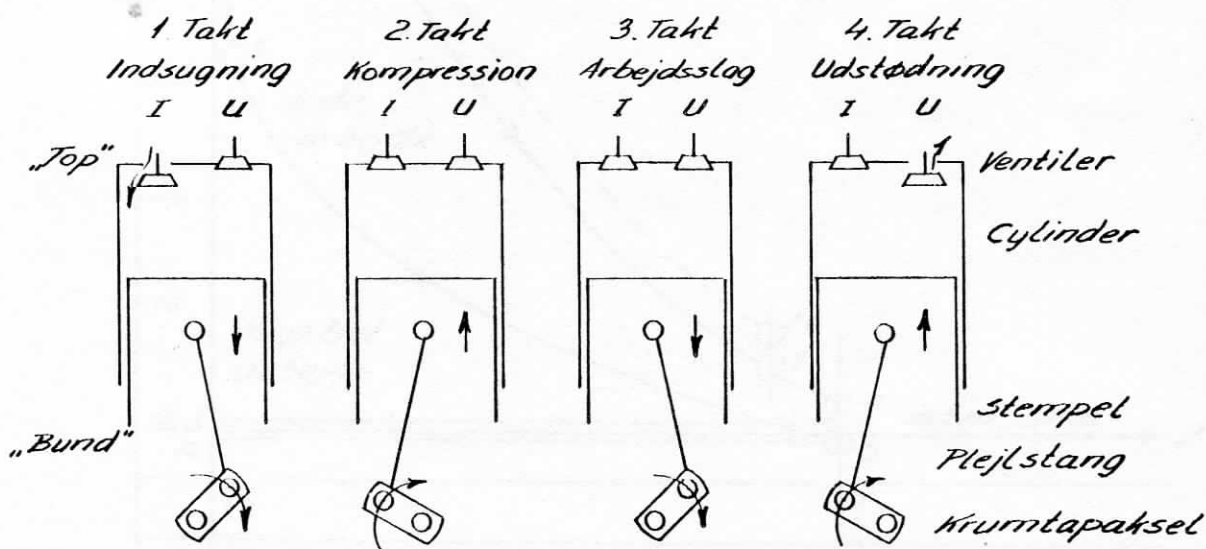
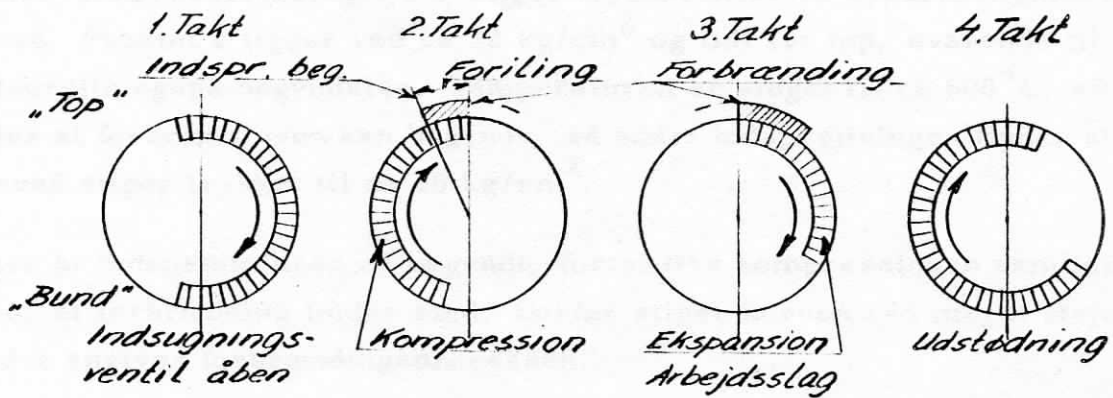


Fig. 1. 4-takts princippet.

3. Ventilbevægelsesdiagram.

I løbet af en fire-taktsperiode åbner og lukker indsugnings- og udstødsventilen ved bestemte stillinger af krumtappen, således som det fremgår af nedenstående figur 2.



4. Arbejdsdiagram for en firetakts motor.

På et arbejdsdiagram kan det aflæses, hvorledes trykket i cylinderen varierer med stemplets stillinger i løbet af de fire takter. Som eksempel viser figur 3 arbejdsdiagrammet for en Mo-motor.

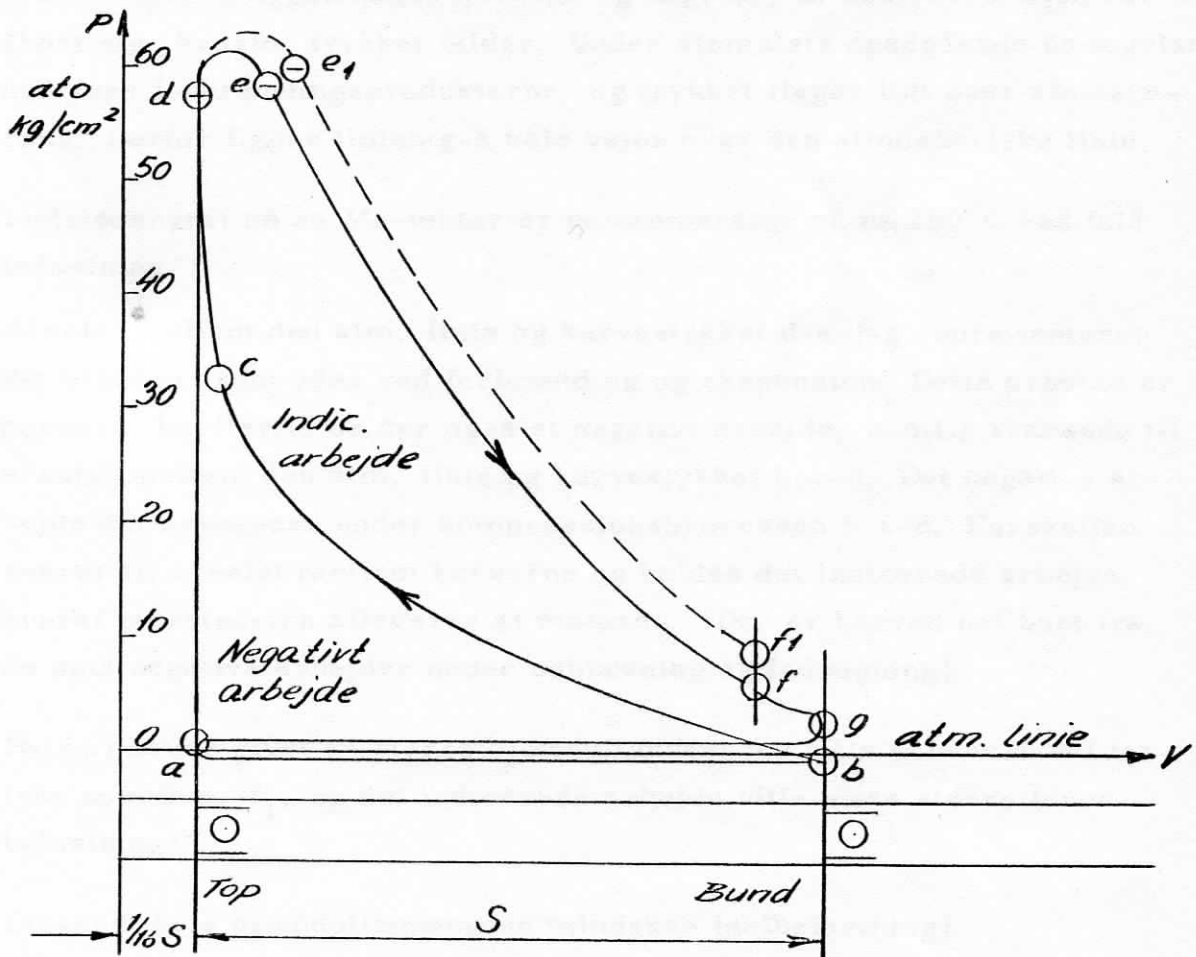


Fig. 3. PV-diagram (arbejdsdiagram) for 4-takts motor (Mo-motor).

Trykkene måles ud fra "den atmosfæriske linie". Den tegnes først. Dernæst afsættes slaglængden, og kompressionsrummet svarende til

1/16 af slaglængden anføres til venstre.

Under ind sugningslaget a-b er trykket lidt lavere end atmosfærens, derfor er a-b lidt under den atm. linie. (For dieselmotorer med trykladning er forholdet anderledes).

Under kompressionslaget b-c stiger trykket efter en hyperbellignende kurve. Punktet c ligger ved ca 32 kg/cm^2 og lidt før top, svarende til indsprøjtningens begyndelse. Temperaturen er steget til ca 600°C , således at forbrændingen kan begynde, så snart indsprøjtningen finder sted, herved stiger trykket til ca 60 kg/cm^2 .

Efter at indsprøjtningen er begyndt, fortsættes kompressionen samtidig med, at forbrænding finder sted. Derfor stiger kurven c-d meget stejlt. c-d-e angiver forbrændingsprocessen.

I punkt e er trykket stadig nær det maksimale og temperaturen i det indre af forbrændingsrummet er ca 2000°C , medens der ved cylinderhovedet og ved foringen er ca 800°C .

Ekspansionsprocessen angives ved en kurve e-f af samme karakter som b-c. Punktet f ligger noget før bund og angiver, at udstødsventilen har åbnet sig, hvorfor trykket falder. Under stemplets opadgående bevægelse uddrives forbrændingsprodukterne, og trykket ligger lidt over atmosfærens. Derfor ligger linien g-a hele vejen over den atmosfæriske linie.

I udstødsrøret på en Mo-motor er en temperatur på ca 250°C ved fuld belastning.

Arealet mellem den atm. linie og kurvestykket d-e-f-g repræsenterer det arbejde, som ydes ved forbrænding og ekspansion. Dette arbejde er positivt. Imidlertid er der også et negativt arbejde, nemlig svarende til arealet mellem den atm. linie og kurvestykket b-c-d. Det negative arbejde må præsteres under kompressionsprocessen b-c-d. Forskellen svarer til arealet mellem kurverne og kaldes det indicerede arbejde, hvoraf størstedelen afleveres af motoren. (Der er herved set bort fra de små negative arbejder under udblæsning og ind sugning).

Hvis vi havde givet en større brændoliemængde, ville kurven d-e-f forløbe som d-e₁-f₁, og det indicerede arbejde ville være større (overbelastning).

Omvendt hvis brændoliemængden mindskes (delbelastning).

På en dieselmotor kræver det et kostbart og kompliceret apparatur at optegne det fuldstændige arbejdsdiagram. Det gøres derfor kun i forbindelse med nykonstruktion af motorer på motorfabrikkerne.

Ved almindelig kontrol og indstilling af dieselmotoren under belastning

på prøvestand er det tilstrækkeligt at måle det maksimale forbrændingstryk, hvilket gøres med en special maksimaltryks-indikator. Desuden måles udstødstemperaturen. Det er kun de diesel-elektriske køretøjer, vi har udstyr til at belaste på prøvestand. Det foregår meget enkelt ved at sende hoveddynamostrømmen gennem en stor modstand, hvor energien omdannes til varme, der ventileres bort.

5. Brændolie.

De olie kvaliteter, der normalt anvendes som dieselmotorbrændstof og til fyring i kedler m. m. kaldes med en fællesbetegnelse: brændolie eller brændselsolie (evt. fyringsolie). Handelsbetegnelserne for disse brændselsolie kvaliteter er: Gasolie, Dieselolie, let fuelolie og svær fuelolie.

Gasolie er den reneste og mest letflydende diesel-brændolie. Den kan anvendes til små hurtiggående motorer, og det er udelukkende denne kvalitet, der anvendes i motorvogne - og motorlokomotiver som brændstof til både motorer og kedelanlæg.

Dieselolie er lidt mere tyktflydende og knapt så ren som gasolien - indeholder bl. a. flere svovlforbindelser.

Undertiden bruges betegnelsen: Solarolie for gas- og dieselolie.

Fuel-olierne bruges til store dieselmotorer og i store oliefyr. De svære kvaliteter er så tyktflydende, at de må opvarmes, før de kan pumpes.

Både smøreolie og brændolie er mineralolier, som fremstilles ved raffinering af den i naturen forekommende jordolie (eller råolie), der henregnes til mineralerne. Mineralolie er i kemisk henseende helt forskellig fra de organiske olier og fedtstoffer, som findes i dyr og planter.

Råolie er en blanding af uhyre mange forskellige bestanddele, hovedsagelig kulbrinter, d. v. s. kemiske forbindelser af grundstofferne kul og brint. Disse indgår i forbindelserne på forskellig måde og i forskellig mængde i forhold til hinanden, hvorfor kulbrinterne kan have stærkt afvigende egenskaber.

Af råolie fremstilles ved raffinering mange forskellige olieprodukter, hvoraf her blot skal nævnes: Gas, Benzin, Petroleum, Gasolie, Dieselolie, Fuelolie samt smøringolier af forskellige sværhedsgrader. Hvert af disse produkter er en blanding af forskellige kulbrinter med nogenlunde samme egenskaber - specielt samme kogepunkt. Adskillelsen af

produkterne fra hinanden sker ved destillation; men i øvrigt er raffineringprocessen meget kompliceret.

Trods den komplicerede fremstillingsmåde bevirker masseproduktionen og de store olieforekomster, at brændolie er forholdsvis billigt. Dette er en af årsagerne til den udbredte anvendelse af dieselmotoren som kraftmaskine.

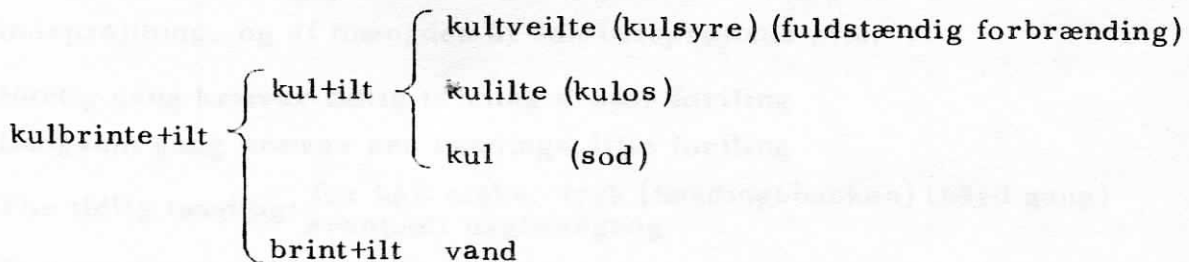
Når dieselmotoren foretrækkes for benzinmotoren til jernbanebrug, skyldes det til dels også den mindre brandfare.

6. Forbrænding.

I dieselmotoren omdannes den i brændolien bundne energi til arbejde gennem en forbrænding, der er en kemisk proces, hvor et stof (her brændolien) går i forbindelse med ilt under varmeudvikling. Iltten tages fra den luft, der er suget ind i motorcylinderen. Luften er en blanding af ca. 21% ilt, ca. 78% kvælstof og ca. 1% andre luftarter (f. eks. kulsyre, helium med flere.)

For at få en god forbrænding er det nødvendigt, at der er en tilstrækkelig stor mængde ilt til stede, og at brændolien bliver fint forstøvet og godt blandet med luften i forbrændingsrummet. Hvis dette ikke er tilfældet, får man en ufuldstændig forbrænding, og det betyder mindre varmeudvikling og mindre arbejde af samme mængde brændolie.

Forbrændingen kan stilles skematisk op som nedenfor:



Ved den fuldstændige forbrænding omdannes kulbrinterne til kultveilde + vand.

I tilfælde af for lidt luft vil brinten først tage af ilten, og kulstoffet kan så tage resten. Kulstoffet bliver da ufuldstændig forbrændt, og der dannes kulilte, og en del af kulstoffet vil ofte udskilles uforbrændt i meget findelt form som sod, der farver udstødsprodukterne sorte - sort røg.

Kulilten, der er meget farlig at indånde, er usynlig ligesom kultveilden; men der dannes normalt meget lidt af den i dieselmotorer i modsætning tilⁱ benzinmotorer, hvor der især på tomgang dannes meget kulilte.

Når forbrændingen er i orden, vil udstødningen næsten ikke kunne ses,

da både kultveilde og vandet, der fremkommer i dampform, er usynlige. Normalt skal man kun se udstødningen som en svag grålig tåge lige over udstødningsrøret.

7. Varmebalance. (Dieselmotorens udnyttelse af brændolien).

100% tilført varme i form af brændolie.	60-65% varmetab ved forbrænding		28-30% bort med kølevand
	35-40% indiceret arbejde.	7% friktion	28-30% " " udstøds gas
		12% " ved stråling og luftkøling.	
			28-33% effektivt arbejde=nyttiggjort varmemængde

Kun ca. 30% af brændoliens varmeindhold omsættes altså til kraft.

Dette er dog gunstigt i forhold til andre kraftmaskiner. En god dieselmotor bruger 160-180 gr brændolie pr time pr effektiv hestekraft ved fuldlast - naturligvis forudsat, at den er helt i orden. Også ved dellast har en dieselmotor god brændstoføkonomi.

8. Kompressions- og forbrændingstemperatur og -tryk.

For at opnå antændelse og en god forbrænding af den i cylinderen indsprøjtede solarolie, må kompressionstrykket drives op til ca. 32 kg/cm². Oliens antændelsestemperatur ligger omkring 500-600 grader Celcius. Under forbrændingen stiger trykket i cylinderen til 50-80 kg/cm² (Mo: 60 kg/cm², Mh: 73 kg/cm² og Mt: 77 kg/cm²), og temperaturen til ca. 2000° C afhængig af tændingstidspunktet, d. v. s. tidspunktet for oliens indsprøjtning, og af mængden af den indsprøjtede olie.

Hurtig gang kræver tidlig tænding = stor foriling

Langsom gang kræver sen tænding= lille foriling

For tidlig tænding: for højt maks. tryk (tændingsbanken) (hård gang)
eventuelt baglængs gang.

For sen tænding : for høj udstødstemperatur.

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 meget for tidligt, risikerer man tilbageslag, og motoren vil da ikke gå. Sker tændingen for sent, vil forbrændingen fortsætte for langt ind i ekspansionsslaget og ikke blive fuldstændig. Forbrændingen vil vare længere, og kølevandstemperaturen vil stige.

Mængden af brændstof, der kan forbrændes fuldstændigt, afhænger af, hvor meget luft maskinen indsuger under sugeslaget, idet der med en bestemt luftmængde højst kan forbrændes en ganske bestemt mængde brændstof. Den indsugede luftmængde er bestemt

af slagvoluminet, men da forbrændingsprodukterne ikke kan fordrives fuldstændig fra kompressionsrummet, vil cylinderens indhold af luft ikke være ren atmosfærisk luft. Ikke al luftens iltindhold kan udnyttes, derfor må der være et vist luftoverskud udover det teoretisk nødvendige.

Maksimumstemperaturen i cylindrene under forbrændingen når som sagt helt op på ca. 2000°C , men temperaturen falder hurtigt under ekspansionen, dels som en direkte følge af denne, dels fordi forbrændingsprodukterne afkøles af de vandkølede cylindervægge. Det ses af varmebalancen (afsnit 7), at det er meget betydelige varmemængder, der skal bortledes af kølevandet, derfor må kølevandscirkulationen være helt i orden.

9. Trykladning.

Kraftudviklingen i en dieselmotorcylinder beror på forbrænding af brændolie (jvfr. afsnit 6). Jo mere brændolie, der kan forbrændes, desto mere kraft kan der udvikles. Mængden af indsugningsluft er bestemmende for, hvor meget brændstof der kan forbrændes i hvert arbejds slag.

Hvis der tilføres motoren let komprimeret indsugningsluft (trykladning), forøges luftmængden i cylinderen, således at der kan forbrændes mere brændstof end i den naturligt ventilerede motor, og man får mulighed for en tilsvarende større kraftudvikling.

Ved trykladning opnås der større hestekraftydelse uden væsentlig forøgelse af motorens vægt. Det går dog ikke uden videre at tryklade en ellers naturlig ventileret motor og derved sætte dens ydelse op. Der kræves ved trykladning visse konstruktionsændringer, f. eks. ændret ventilbevægelse, ændret indsprøjtningstidspunkt, forstærkning af visse dele, bedre køling m. v.

Blæseren, der leverer ladeluften, kan være en centrifugalblæser trukket af en udstødsgas-turbine som på Mh-lokomotiverne. En sådan ladeblæser vil rotere hurtigere jo mere udstødsgas, der går gennem turbinen. Den vil derfor automatisk yde mere ladeluft ved stigende belastning af motoren.

10. Udstødsgassens udseende og temperatur.

Sprøjtes der for meget olie ind i cylinderen, vil den ikke forbrænde fuldstændig. Maskinen yder nok lidt flere hestekræfter, men den bliver varmere, og stempler og ventiler tilsodes, ligesom udstødet viser sig som sort røg. Under en god forbrænding viser udstødet sig som en svag hvidgrå røg. Er der f. eks. på grund af slidte skraberinge eller olieringe kommet smøreolie op i cylindrene, viser forbrændingsgassen sig som en kraftigere gråblå røg.

I udstødsrøret er forbrændingsgassens temperatur ca. 250 - 500° C ved fuld belastning (Mo: 225-250° C, Mt: 410-430° C, Mh: 480-500° C). Defekte forstøvere, der ikke lukker ordentligt, giver efterdrypning af brændolie, der forbrænder dårligt og giver mørk røg samt tilkoksning af stempel og ringe.

11. Brændolieudleveringsanlæg.

Brændolien, som indkøbes af D. S. B., passerer, inden den bliver forbrændt, forskellige anlæg og rørsystemer.

Udleveringsanlæggene ved maskindepoter eller på stationspladser har store tanke, hvori brændolien henstår i ro i en månedstid og udskiller urenheder, inden den med en kraftig elektrisk drevet centrifugalpumpe udleveres til køretøjerne.

Under udleveringen passerer brændolien en måler og et tæt filter, inden den gennem en slange med TW-koblingsmundstykke fyldes på køretøjerne.

12. Brændoliesystemet på motorlokomotiver og motorvogne.

Brændoliesystemet på et køretøj omfatter hele det røranlæg samt beholdere, pumper, filtre, forstøvere m. v., som tjener til påfyldning, opbevaring og forbrug af brændolie. Dets indretning er beskrevet i betjeningsvejledningerne for de forskellige typer køretøjer. I de følgende afsnit skal mere udføreligt omtales forskellige detaljer.

13. Påfyldning af brændolie.

Påfyldestudsene i hver side af køretøjerne har på de fleste køretøjer en toldhane, som skal åbnes under påfyldningen.

Under påfyldningen skal lokomotivføreren meget agtpågivende iagttage oliestandsviser eller skueglas og varsko i god tid, så betjeningspersonalet ved udleveringsanlægget kan standse pumpen, inden der trænger brændolie ud af køretøjets overløbsrør - eller køretøjets beholdere sprænges. For lettere at opretholde kontakt, skal dieselmotorerne stoppes, inden der udleveres brændolie.

14. Udluftning af brændoliesystem.

Det kan under visse forhold blive nødvendigt at udlufte brændoliesystemet, inden motorerne kan startes.

Derfor bør personalet, inden selvstændig tjeneste påbegyndes, sætte sig ind i rørsystemernes forløb og deres placering samt apparaternes virkemåde. Under kyndig vejledning bør man selv foretage en afprøvning og udluftning af brændoliesystemet.

15. Brændoliepumpe og brændoliepumpens kontraventil.

Brændoliepumpen 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 samt (af hensyn til forstøvningen) med tilstrækkeligt tryk.

Brændoliepumpens indretning er vist på fig. 4.

Stemplet er cylindrisk og bevæges op af en knastaksel under trykslaget. Den til hvert stempel hørende cylinder er urokkeligt fastspændt i brændoliepumpens hus.

Når stemplet af en fjeder trykkes nedad under sugeslaget kan brændolie fra fortrykspumpen strømme ind i cylinderen gennem huller i cylinderens sider.

Under en del af stemplets opadgående bevægelse vil den øverste del af stemplet lukke cylinderens huller, og brændolien vil da under meget stort tryk ($300-500 \text{ kg/cm}^2$) blive presset ovenud af cylinderen og ud i brændolietrykledningen, der fører til brændolieventilen.

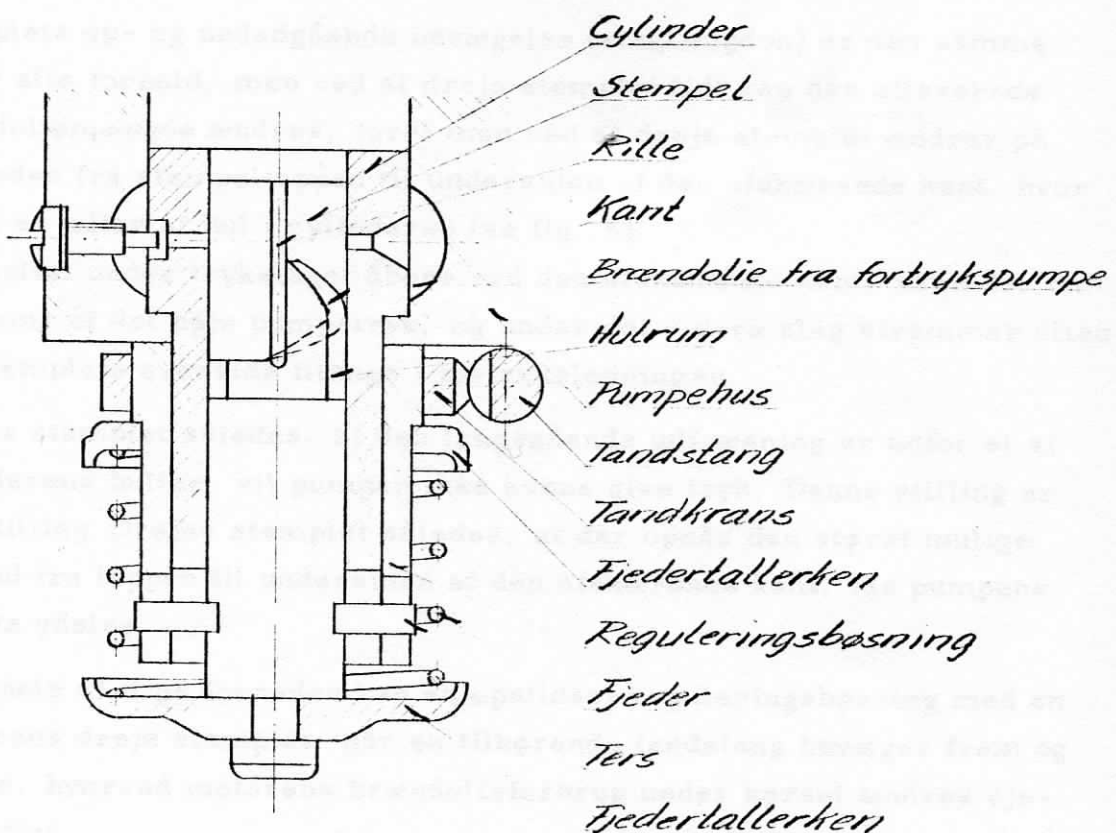


Fig. 4. Brændoliepumpe (skematisk)

Af figur 4 fremgår, at stemplet har en skrueformet udfræsning, som danner en afskærende kant. I stemplet er fræset en langsgående rille fra toppen til undersiden af den afskærende kant, hvor der er et hulrum. Stemplet er anbragt drejeligt i cylinderen, og kan drejes knapt 180° .

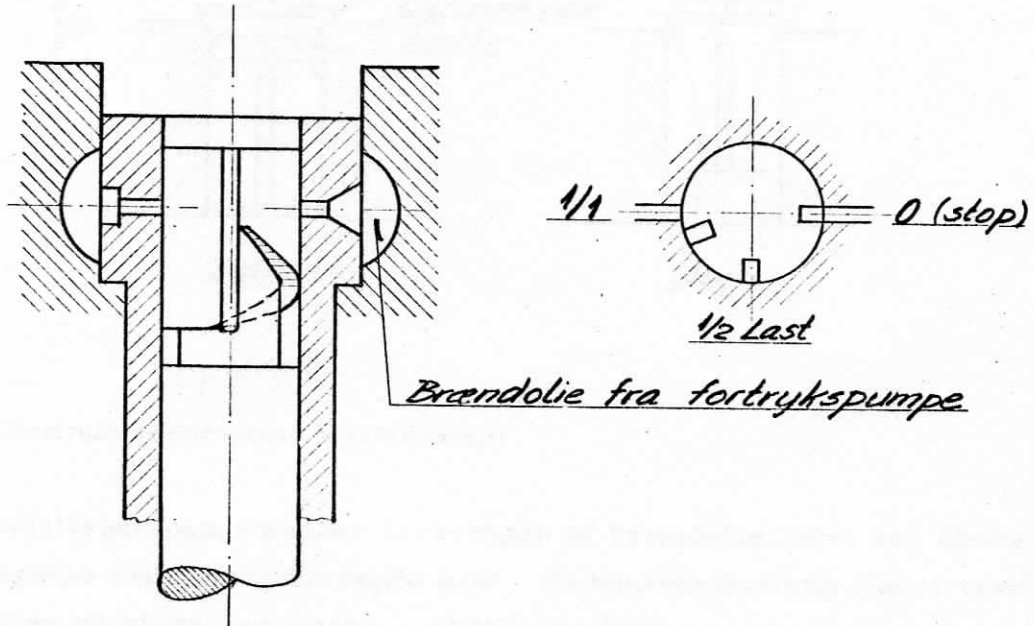


Fig. 5. Regulering af brændoliemængde.

Stemplets op- og nedadgående bevægelse (slaglængden) er den samme under alle forhold, men ved at dreje stemplet lidt kan den afleverede brændoliemængde ændres, fordi man ved at dreje stemplet ændrer på afstanden fra stempeltoppen til undersiden af den afskærende kant, hvor denne er udfor et hul i cylinderen (se fig. 5).

Når hullet under trykslaget åbnes ved den afskærende kant, sker der en udligning af det høje pumpetryk, og under det videre slag strømmen olien fra stemplets overside tilbage i fortryksledning.

Drejes stemplet således, at den langsgående udfræsning er udfor et af cylinderens huller, vil pumpen ikke kunne give tryk. Denne stilling er stopstilling. Drejes stemplet således, at der opnås den størst mulige afstand fra toppen til undersiden af den afskærende kant, fås pumpens største ydelse.

Ved hjælp af flige forned kan en opslidset reguleringsbøsning med en tandkrans dreje stemplet, når en tilhørende tandstang bevæges frem og tilbage, hvorved motorens brændolieforbrug under kørsel ændres øjeblikkeligt.

Fra rummet over stemplet trykkes brændolien gennem en fjederbelastet kontraventil af særlig konstruktion, idet ventilen foruden ventilkeglen tillige har et lille cylindrisk bælte (se fig. 6).

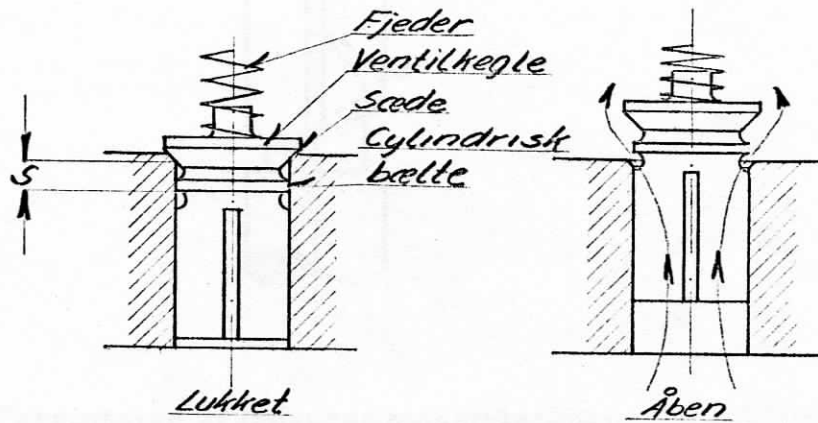


Fig. 6. Brændoliepumpens kontraventil.

Når brændoliepumpen standser leveringen af brændolie, idet der åbnes for tilbageløb ved den afskærende kant, vil kontraventilens fjeder trykke ventilkeglen på plads, og imens ventilkeglen bevæger sig stykket "s" fra den stilling, hvor det cylindriske bælte lukker og indtil den stilling, hvor ventilkeglen når sit sæde, vil rumfanget af det rum, der er imellem kontraventilen og dysenålen, forøges tilsvarende.

Herved opnås en tryksækning i brændolieøret, således at en hurtig og sikker lukning af dysen opnås. (Ingen efterdrypning).

På Mt og Mo er der udfra rillen ved den øverste kant af brændoliepumpen slebet en kort skruelinie med modsat stigning af den tidligere omtalte (se fig. 7). Man opnår herved, at når indsprøjtningen er lille, mens motoren kører uden belastning på tomgangsomdrejningstallet, vil afskæringen for pumpebegyndelsen ske passende sent, d. v. s. når stemplet er nær top. Der sker altså senere tænding end ved de højere omdrejningstal, men kun ved tomgangskørsel.

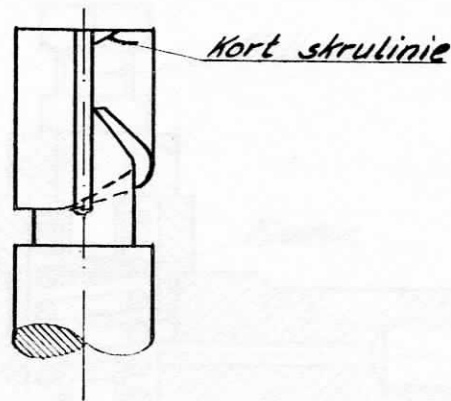


Fig. 7. Forsinkelse af indsprøjtningstidspunkt.

Når man kører en Mo-vogn på knap $\frac{1}{2}$, hvor motoren er belastet ved laveste omdrejningstal, og indsprøjtningens mængde derfor er større, vil afskæringen for pumpebegyndelse falde uden for den korte skrulinie, og indsprøjtningen vil komme lidt for tidligt, hvad man tydeligt kan høre på motorens gang (hård gang).

Mh-brændoliepumpenes stempel er fladt foroven, således at motoren arbejder med konstant fortænding (ca. 19° før top) ved enhver belastning.

Brændoliepumper kan være flere-cylindrede (blokpumper) som på Mo, eller én-cylindrede som på Mh. Pumpe og forstøver kan være sammenbyggede til en såkaldt forstøverpumpe monteret i cylinderhovedet som på Mt.

16. Brændolieventil (forstøver).

Fra brændoliepumpen føres brændolien under meget højt tryk til brændolieventilen (forstøveren), som virker på den måde, at en kraftig fjeder holder en nåleventil lukket, indtil brændoliepumpen med et tryk, som overstiger ventilens åbningstryk, tvinger den afpassede oliemængde gennem en eller flere dyseåbninger med så snævert et tværsnit, at der opnås en voldsom hastighed, og brændolien derfor forstøves, mens den sprøjtes ind i motorcylinderen eller et dermed forbundet forkammer.

Virkemåden er som følger, jvfr. fig. 8:

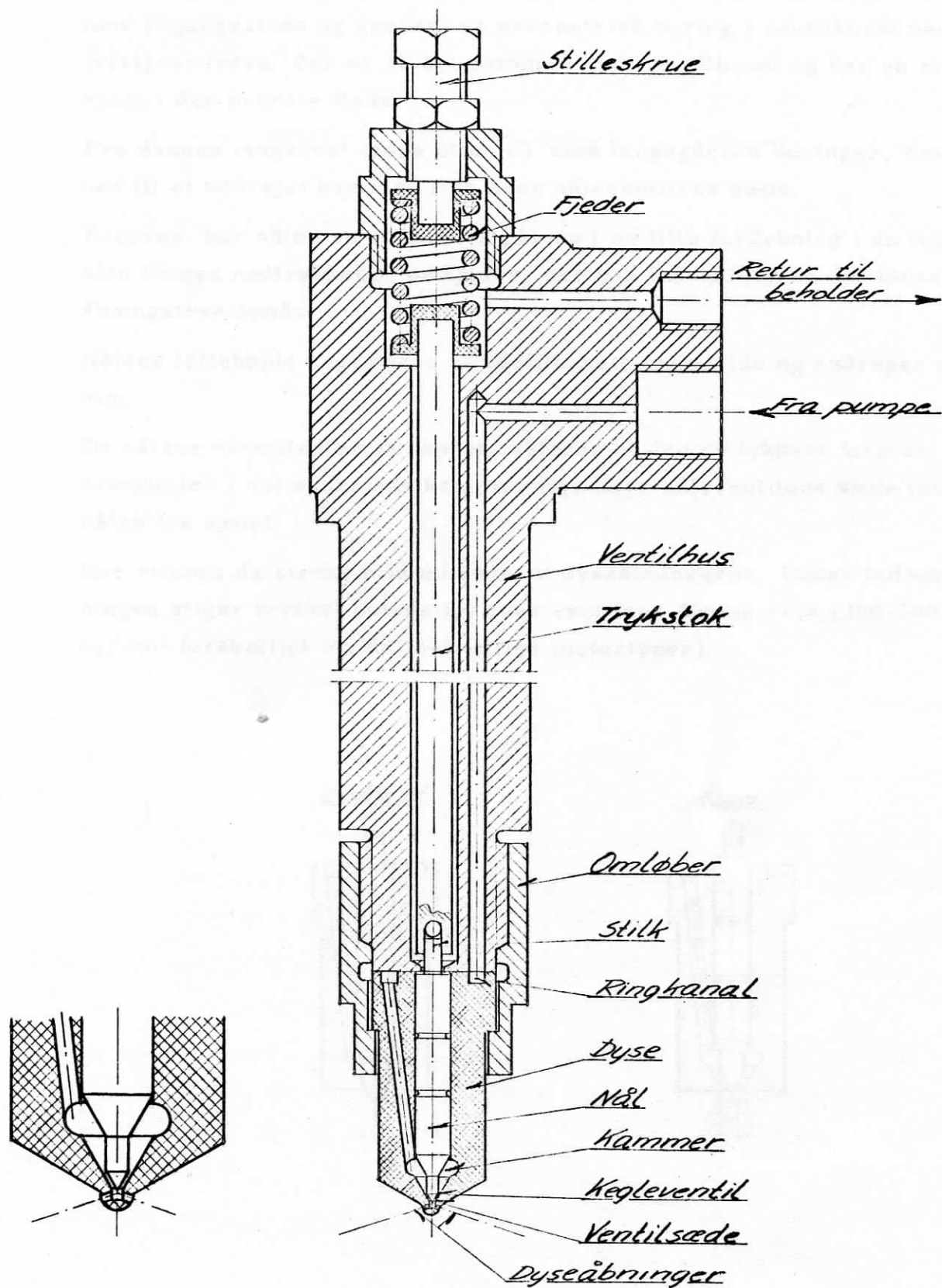


Fig. 8. Brændolieventil med hulforstøver (principskitse),

Olien trykkes fra brændoliepumpen gennem et trykrør til brændolieventilens tilgangsstuds og gennem en ekscentrisk boring i ventilhuset ned til forstøverdysen, der er slebet sammen med ventilhuset og har en ringkanal i den øverste flade.

Fra dysens ringkanal ledes olien til små langsgående borer, der går ned til et uddrejet kammer lige over nåleventilens sæde.

Foroven har nålen en stilk, der går op i en lille fordybning i en trykstk, som holdes nedtrykket af en fjeder, der kan indstilles, så det foreskrevne åbningstryk opnås.

Nålens løftehøjde begrænses af ventilhusets underside og andrager ca. 0,3 mm.

Da nålens diameter er aftrappet, således at den er tykkest foroven, kan brændolien i det uddrejede kammer lige over nåleventilens sæde løfte nålen fra sædet.

Der slipper da straks olie ud gennem dyseåbningerne. Under indsprøjtningen stiger trykket betydeligt over ventilens åbningstryk (300-500 kg/cm² forskelligt for de forskellige motortyper).

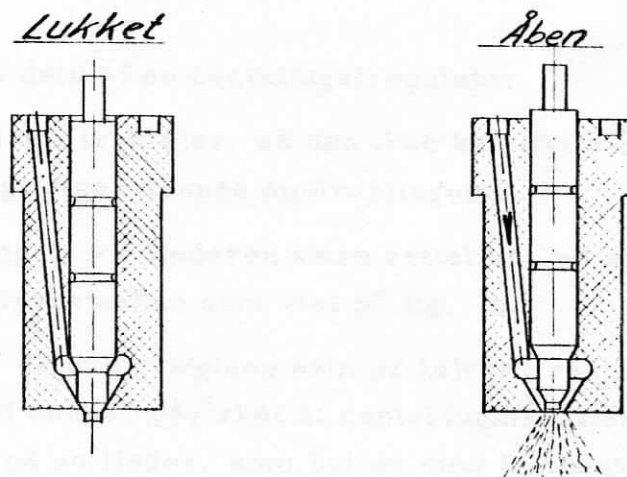


Fig. 9. Tapforstøver (Mh).

Lidt brændolie, der ved uundgåelige utætheder trænger op langs nålen og trykstkken ledes bort gennem returrøret eller et særligt lækolierør.

17. Regulering af omdrejningstal og motorydelse.

Centrifugalregulatoren.

En dieselmotor er normalt udstyret med en centrifugalregulator til regulering eller begrænsning af omdrejningstallet. Udførelsen af regulatoren kan være højst forskellig.

Her skal gennemgås princippet i en centrifugalregulator i den enkleste udførelse:

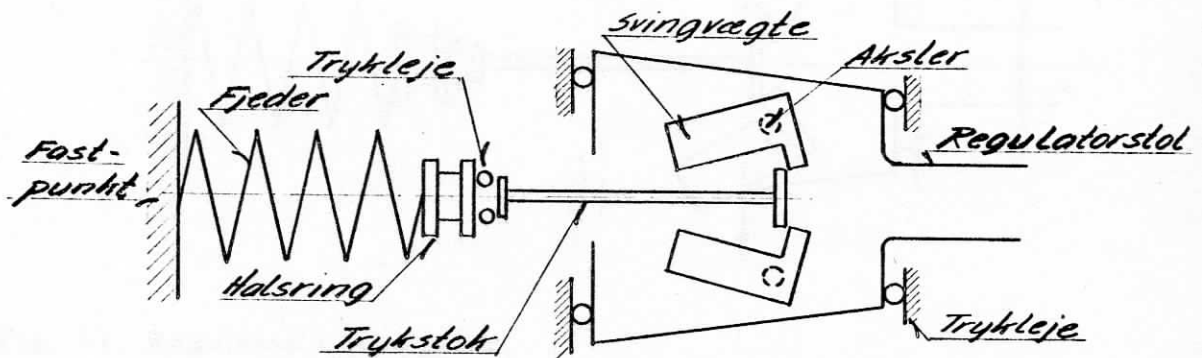


Fig. 10. Regulator i hvile.

På fig. 10 ses nogle dele af en centrifugalregulator.

Regulatorstolen hviler i tryklejer, så den ikke kan flyttes. Den trækkes rundt af motoren, og følger dennes omdrejningstal.

Når motoren er stoppet, vil fjederen være rettet ud, så svingvægtene ligger tæt ind imod trykstokken som vist på fig. 10.

Når motoren kører, er svingvægtene, som er lejret i regulatorstolen og altså roterer med denne, påvirket af centrifugalkraften og trykker gennem en trykstok på en fjeder, som hviler mod fastpunktet til venstre.

En motor med en centrifugalregulator som vist på fig. 10 og ellers intet, tænkes anbragt på en prøvestand, mens der udføres nogle forsøg.

Først får vi (ved håndregulering af brændoliepumpen) motoren til at løbe med konstant omdrejningstal med en eller anden bremse som konstant afbremsning. Når motoren løber med konstant omdrejningstal, er der ligevægt mellem fjedertryk og centrifugalkræfterne på svingvægtene.

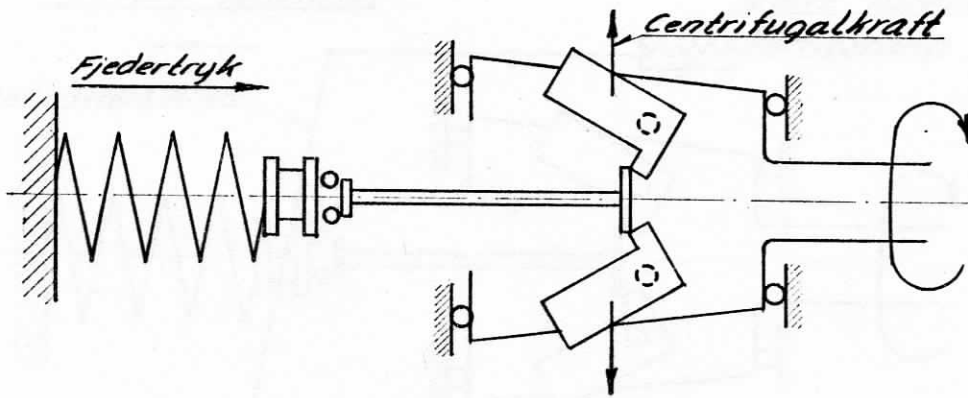


Fig. 11. Regulator i bevægelse.

Af fig. 11 ses, at svingvægtene er svinget ud og har trykket fjederen noget sammen.

Jo mere man øger omdrejningstallet, des større vil centrifugalkræfterne være, som virker på svingvægtene, og disse vil derfor trykke hårdere på fjederen, således at denne sammentrykkes mere og mere.

Ved ethvert omdrejningstal vil der være ligevægt mellem fjedertryk og centrifugalkraft.

(Læg mærke til, at her endnu ikke er nævnt noget om ændring af afbremsningen og heller ikke om regulatorens forbindelse til brændoliepumpen).

Vi laver nu en stangforbindelse, så regulatoren kan ændre brændoliepumpens ydelse, således at motorens omdrejningstal holdes næsten konstant uanset afbremsningen.

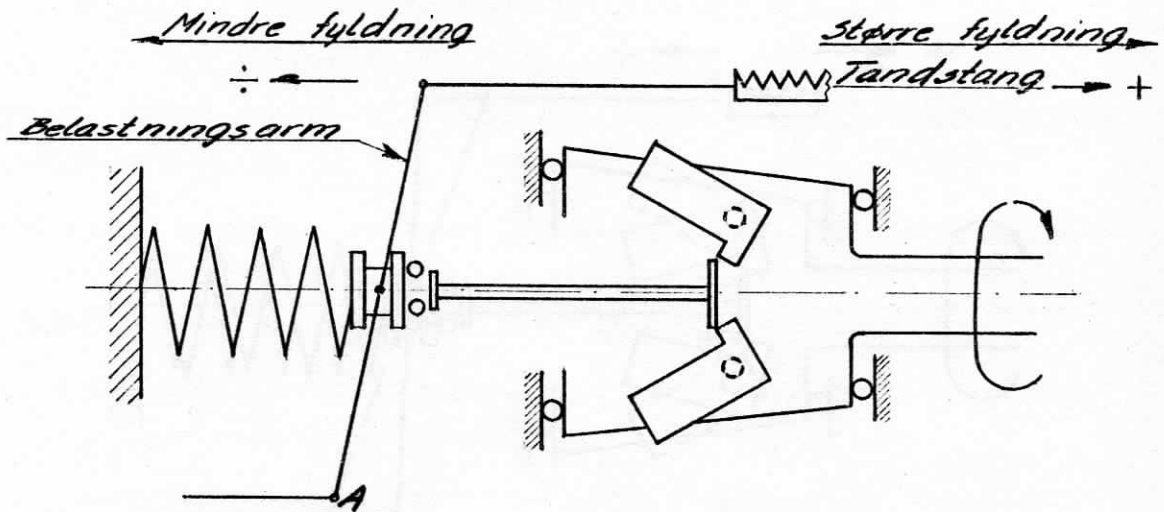


Fig. 12. Regulator med belastningsarm.

På fig. 12 ses, at der er tilføjet en belastningsarm, som foreløbig er fastholdt forneden i punkt A, medens den øverste ende er i forbindelse med tandstangen i brændoliepumpen. Belastningsarmen har fat i halsringen ved fjederens frie ende. Motoren løber med konstant omdrejningstal og med konstant afbremsning, indtil vi griber ind og forøger belastningen (bremser kraftigere).

Derved vil motorens omdrejningstal formindskes, så svingvægtens udsving bliver mindre, hvorved fjederen trykker halsringen til højre, og tandstangen bevæges til højre. Vi ser heraf, at brændoliepumpen må være indrettet således, at en bevægelse af tandstangen til højre giver større fyldning, så motoren holdes igang, selvom belastningen forøges.

Tandstangen bevæges til højre, og brændoliemængden øges, indtil motorens omdrejningstal ikke længere formindskes.

Motoren løber da videre med et nyt omdrejningstal - en smule lavere end før.

(Læg mærke til, at vi ikke endnu har talt om at ændre hastighedstrin).

Ved på tilsvarende måde at gennemgå, hvad der sker, når vi aflaster motoren, kan vi indse, at tandstangen må blive ført mod venstre, d. v. s. mod mindre brændoliemængde, når motoren løber op i omdrejninger.

Vi tænker os igen, at motoren løber med konstant hastighed og konstant afbremsning. Regulatoren er i ro, indtil vi påny griber ind. Den negang ved at flytte belastningsarmens nederste punkt fra A_1 til A_2 .

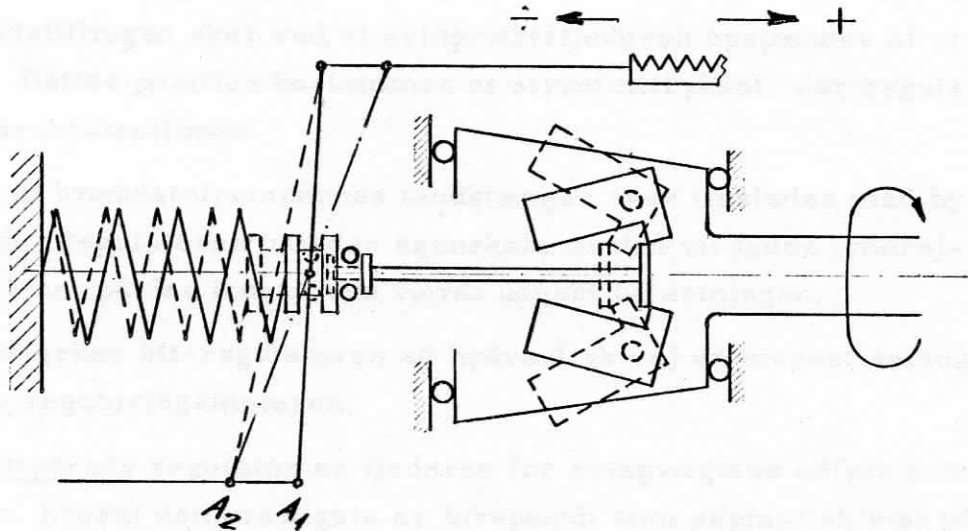


Fig. 13. Hastighedsændring (Mo-dieselmotorens regulator i princip).

Herved vil der - som vist på fig. 13 - ske dette, at belastningsarmen i første øjeblik drejes, så den indtager stillingen \diagup , hvorved tandstangen bevæges et godt stykke mod højre, d. v. s. i retningen: $\rightarrow +$, og brændolie-mængden øges da så stærkt, at motoren straks begynder at øge omdrejningstallet (vi har jo ikke øget afbremsningen). Samtidig med at omdrejningstallet stiger, vil svingvægtene svingelængere ud og trykke fjederen sammen, så halsringen trækker belastningsarmen mod venstre, d. v. s. i retningen: $\div \leftarrow$ og brændoliemængden vil derfor formindskes, indtil motoren ikke længere er istand til at øge sit omdrejningstal.

Motoren løber da videre på et nyt og højere hastighedstrin, medens regu-
latoren indtager en ny ligevægtsstilling, hvor belastningsarmen står i
stillingen \diagup , -(næsten) samme stilling som oprindeligt.

Tandstangsstillingen og dermed pumpens ydelse pr omdrejning er altså (omtrent) den samme som før vi regulerede på omdrejningstallet. Da pumpen kører hurtigere, er dens ydelse pr sekund imidlertid steget. Dette stemmer overens med, at motorens hestekraftydelse også er steget, fordi omdrejningstallet er forøget under konstant afbremsning (drejningsmoment).

På Mo-dieselmotorerne findes en regulator med den i det foregående forklarede indretning. Bevægelsen af belastningsarmens nederste punkt A sker i tre fastlagte hastighedstrin ved hjælp af et hydraulisk stempel (hastighedsstemplet).

Mt-dieselmotorens regulator er en centrifugalregulator af meget kompliceret konstruktion. Den har egen smøreoliebeholdning og oliepumpe til forsyning af de hydrauliske bevægemechanismer med trykolie.

Hastighedsindstillingen sker ved, at svingvægtsfjederen opspændes af et oliestempel. Dettets position bestemmes af styrelufttrykket, der reguleres trinløst af kørekontrolleren.

Indstillingen af brændstofpumpernes tandstænger sker ligeledes med hydraulisk kraft. Regulatoren har den egenskab, at den vil holde omdrejningerne konstant på den indstillede værdi uanset belastningen.

Yderligere påvirker Mt-regulatoren ad hydraulisk vej en magnetiseringsmodstand for reguleringsmotoren.

I Mh-lokomotivernes regulator er fjederen for svingvægtene udført som dobbeltfjeder, hvoraf den kraftigste er forspændt som skematisk vist på fig. 14.

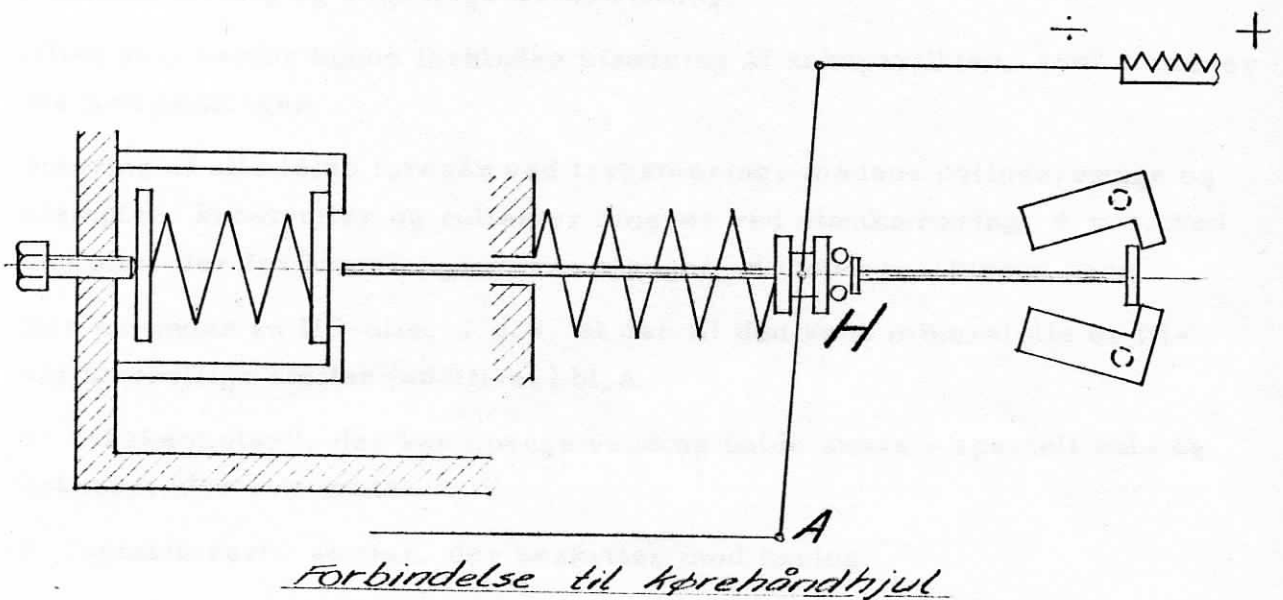


Fig. 14. Mh-dieselmotorens regulator i princip.

Centrifugalregulatoren har to hastighedsområder:

1. Tomgangskørsel ved 500-600 o/m. Her virker kun den svage svingvægtsfjeder.

2. Maksimalregulering over 1180 o/min. Her er også den forspændte fjeder i virksomhed, og regulatoren forhindrer for høje omdrejningstal.

I hele området mellem ca. 600 o/min. og ca. 1180 o/min. er centrifugalregulatoren uvirksom, idet halsringen (H i fig. 14) er fastpunkt for belastningsarmen. I dette område sker der kun fyldningsregulering af dieselmotoren ved, at punkt A bevæges i henhold til kørehåndhjulets stilling.

Dieselmotorens omdrejninger er i tomgang og 1'gear (konvertertrin) afhængig af kørehåndhjulets stilling; men i 2' og 3' gear (koblingstrinene) afhænger motorens omdrejningstal af lokomotivets kørehastighed.

18. Smøring og smøreolie.

God smøring af en dieselmotors bevægelige dele er af største betydning for dens driftsikkerhed og holdbarhed.

Smøreolien har flere opgaver, dels skal den hindre slid og rivning i alle lejeblade, og dels skal den køle disse.

Endvidere skal cylindervæggene, stemplerne og stempelringene smøres og afkøles. Ringene og rillerne i stemplerne skal holdes fri for koksbelægninger, der kunne få ringene til at sætte sig fast i rillerne, hvorved der kunne opstå gennemblæsning og som følge deraf rivning.

Olien skal derfor kunne forhindre afsætning af kokspartikler, som stammer fra forbrændingen.

Smøring af alle lejer foregår ved tryksmøring, medens cylindervægge og stempler, knastruller og rullestyr smøres ved stænksmøring, d. v. s. ved den olie, der fra krumtappenderne slynges ud under maskinens gang.

Der anvendes en HD-olie, d. v. s. at der til den rene mineralolie er tilsat forskellige stoffer (additiver) bl. a.

1. "vaskemidler", der kan opsuge vand og holde snavs - specielt kul- og kokspartikler svævende.

2. "inhibitorer", stoffer, der beskytter mod tæring.

19. Smøreliesystem.

Smøreliesystemet i D. S. B. 's forskellige dieselmotorer er i princippet ens.

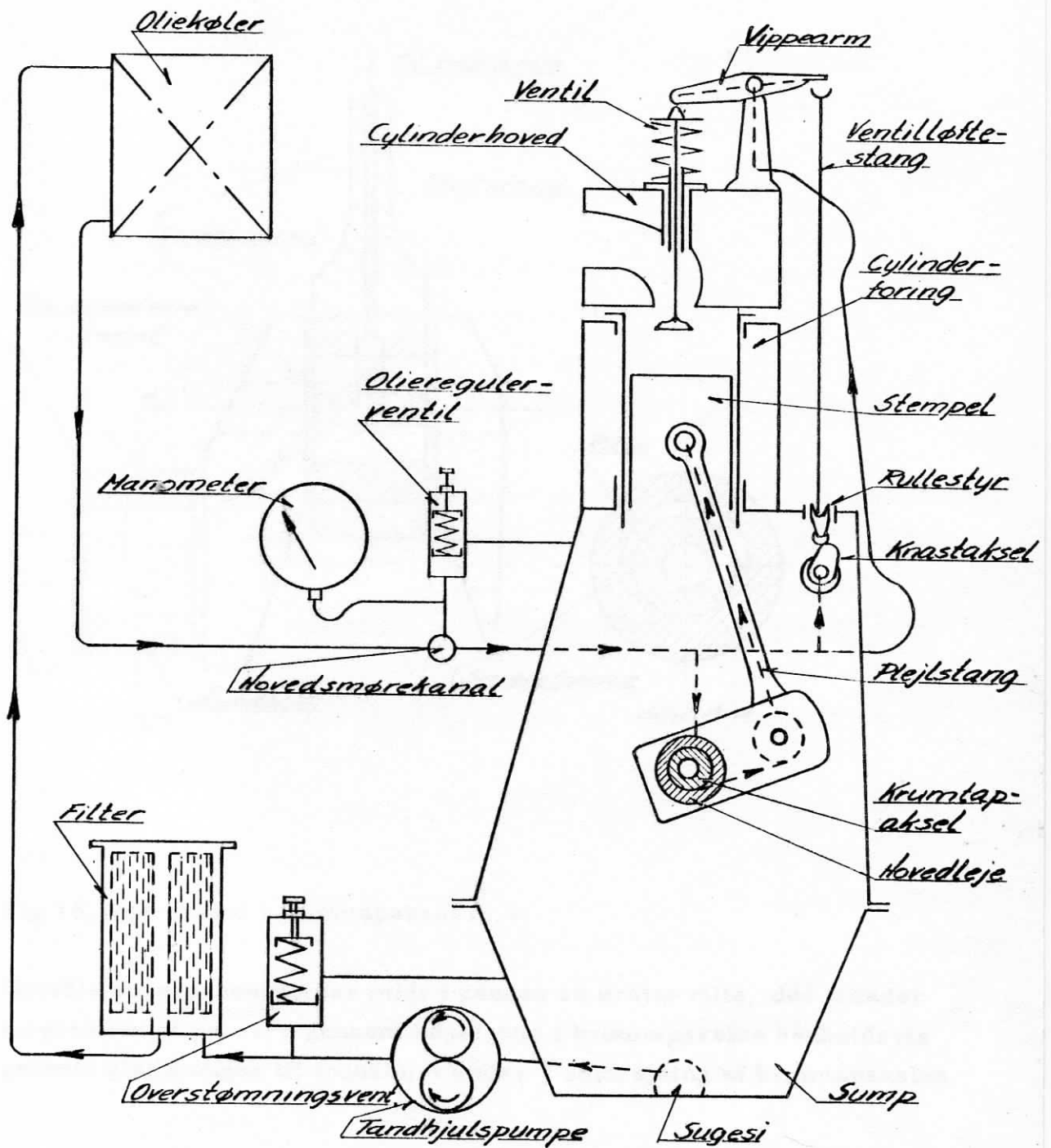


Fig. 15 . Tryksmøring (principskitse).

Olien opbevares i en sump under krumtapakslen og suges gennem en si til tandhjulspumpen, som trykker olien forbi en reguleringsventil eller overstrømningsventil til et trykfilter (dybdefilter), hvorfra olien - eventuelt gennem en oliekoeler - strømmer til hovedsmørekanalen og fordeler sig til bl. a. hovedlejerne. (se fig. 15).

I alle krumtapaksler er der boret smørekanaler fra hovedlejesølerne skråt gennem slagene til krumtapsølerne, hvor plejlstængerne er monteret (se figur 16)

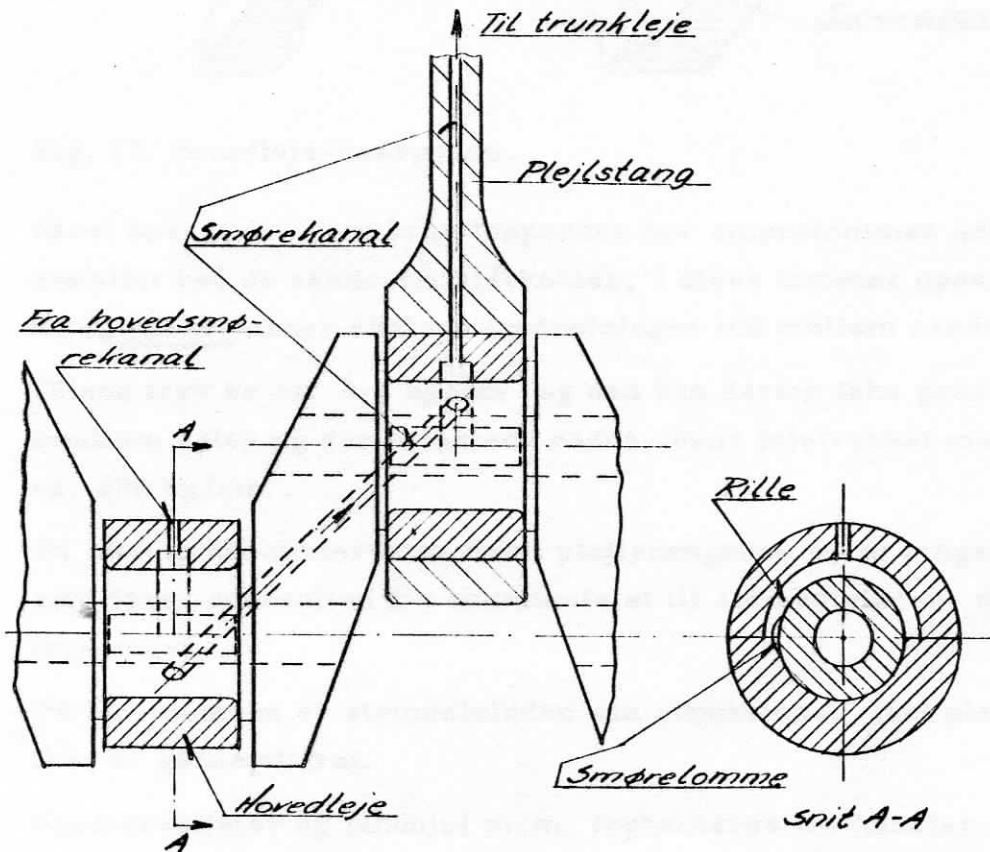


Fig.16. Smørekanal i krumtapaksel m. v.

Hovedlejeoverpanderne har midt i panden en drejet rille, der tillader smøreolien at passere gennem kanalerne i krumtapakslen henholdsvis gennem plejlstængen til trunklejet under $\frac{1}{2}$ omdrejning af krumtapakslen.

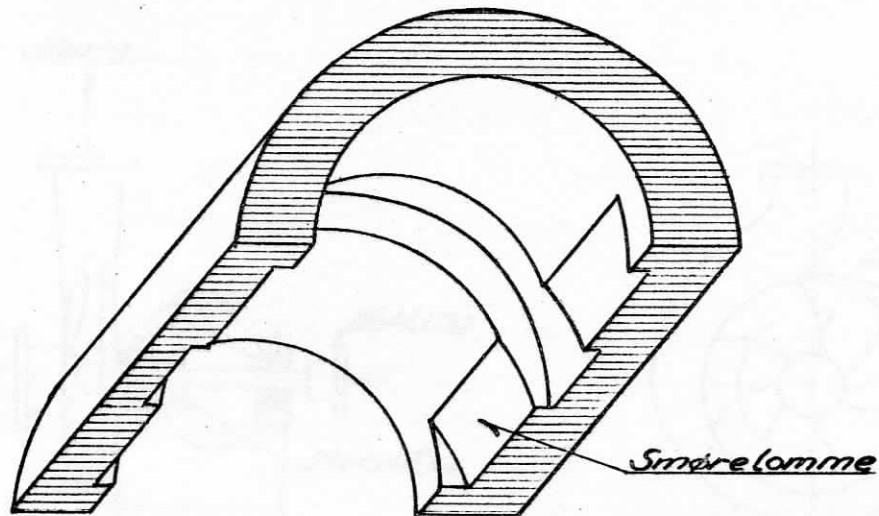


Fig. 17. Hovedleje-overpande.

Såvel hovedleje- som krumtappander har smørelommer udfræset i metallet ved de vandrette sidekanter. I disse lommer opsamles smøreolien og slæbes under akslens omdrejninger ind mellem pander og søle.

Oliens tryk er ca. $2-4 \text{ kg/cm}^2$ og den kan derfor ikke presse sig ind imellem sølen og den belastede pande, hvor lejetrykket momentant når ca. 200 kg/cm^2 .

På Mt- og Mh-motorer er der i plejlstængerne boret langsgående kanaler, som fører snøreolien fra krumtappet til stempelpinden, der således er tryksmurt.

På Mo-motoren er stempelpinden kun stænksmurt, idet plejlstængerne ikke er gennemboret.

Knastakselejer og tandhjul m.m. tryksmøres fra kanaler eller mindre rør, som er anbragt skjult.

20. Kølevandssystem.

Alle dieselmotorer i D. S. B.'s trækraftmateriel er vandkølede. Kølevandet har adgang til en højtliggende kølevandsbeholder, som er i forbindelse med atmosfæren, således at kølevandssystemet kun er udsat for det tryk, som cirkulationspumpen - en centrifugalpumpe giver, men ikke for overtryk som følge af opvarmningen.

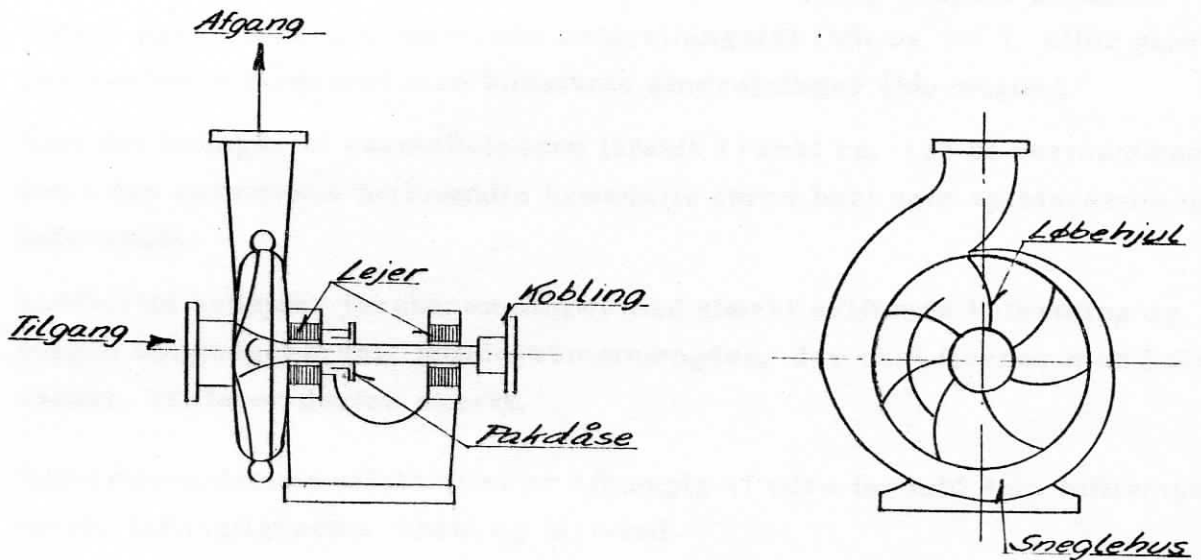


Fig.18 . Centrifugalpumpe (skematisk).

Pumpen trykker vandet gennem motorens cylinderblok, rundt om og op langs cylinderforingernes yderside, gennem de enkelte cylinderhoveder til et fælles afgangsrør med forbindelse til køleelementer og kølevandsbeholder.

Fra køleelementerne føres vandet tilbage til pumpens sugeside.

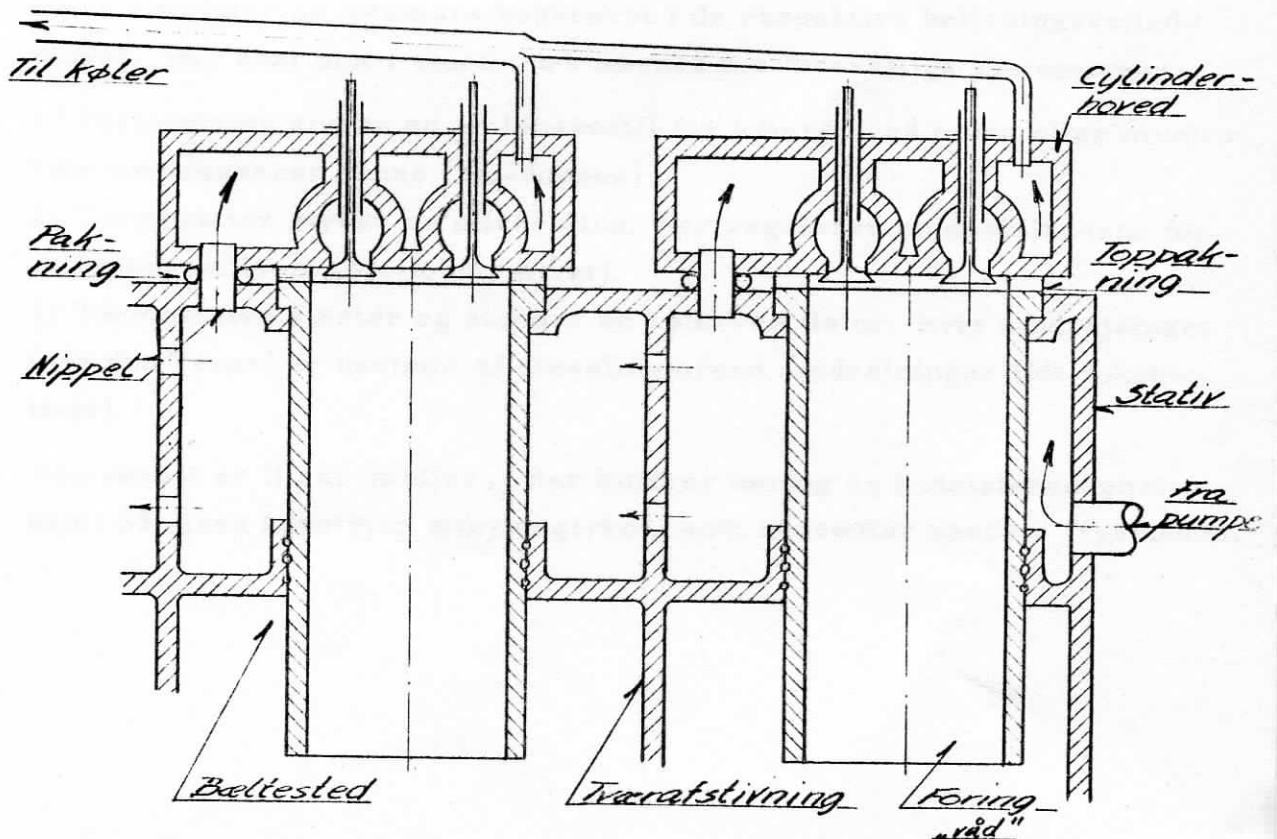


Fig.19 Køling af Mh-motor (skematisk).

Dieselmotoren kan trække kølevandspumpen direkte, hvorfor pumpens ydelse øges i takt med motorens omdrejningstal (M_h og M_t), eller pumpen kan være el-drevet med konstante omdrejninger (M_o -vogne).

Som det fremgår af varmebalancen (afsnit 7) skal ca. $1/3$ af varmemængden i den cylindrene forbrændte brændolie føres bort som spildevarme med kølevandet.

Imidlertid arbejder jernbanemotorer med stærkt skiftende belastning og megen tomgangskørsel. Spildevarmemængden, der skal fjernes med kølevandet, varierer derfor stærkt.

Kølerelementernes effektivitet er afhængig af ydre forhold som lufttemperaturen, luftfugtigheden, blæst og fartvind.

Trods skiftende belastning og varierende kølereffektivitet bør kølesystemet fungere på en sådan måde, at kølevandstemperaturen og dermed hele motorens temperatur holdes omtrent konstant i et for motoren passende leje. Desuden ønskes efter kold start en hurtig opvarmning af motoren.

Kørsel ved lav temperatur og koldstarter er meget skadelige for en motor, idet der derved sker stort slid på lejer og cylinderforinger.

Den ønskede driftstemperatur opnås ved hjælp af termostater (temperaturfølere) til regulering af varmeafgivelsen fra kølevandet. Indretningen af den automatiske temperaturregulering er forskellig på de forskellige typer køretøjer og nærmere beskrevet i de respektive betjeningsvejledninger. Her skal blot i store træk nævnes tre forskellige systemtyper:

- 1) Termostaten styrer en omløbsventil for køleren, så mere eller mindre kølevand passerer denne (M_o -vognen)
- 2) Termostaten styrer en olie kobling, der regulerer omdrejningerne for en kølerventilator (M_h -lokomotivet).
- 3) Termostaten starter og stopper en kølerventilator, hvis omdrejninger (når den kører) er bestemt af dieselmotorens omdrejninger (M_t -lokomotivet).

Kølevandet er tilsat midler, der hindrer tæring og kedelstensdannelse - samt på visse køretøjer æthylenglykol, som nedsætter vandets frysepunkt.

