

TRYKK 727.01

Januar 1984

Tjenesteskifter utgitt av Norges Statsbaner

Hovedadministrasjonen



LOKOMOTIVLÆRE

MASKINTEKNISK

**Trykk 727.01 av
august 1983 oppheves**



Eks. 2

q629.42 (481) NSB

- 2 -

LISTE OVER RETTELESSESBLAD

Rettelsesblad			Rettelsesblad				
Nr.	Datert	Rettet		Nr.	Datert	Rettet	
		Dato	Sign.			Dato	Sign.
1				21			
2				22			
3				23			
4				24			
5				25			
6				26			
7				27			
8				28			
9				29			
10				30			
11				31			
12				32			
13				33			
14				34			
15				35			
16				36			
17				37			
18				38			
19				39			
20				40			

INNHOLD

Side

1.	<u>Innledning</u>	
1.1.	Historikk - Damplokomotivenes epoke.....	5
1.2.	Andre energiformer tas i bruk.....	6
1.3.	Trekkraftmateriellets bruksområder.....	7
2.	<u>Trekkaggregatenes betegnelser og hoveddata</u>	
2.1.	Aggregattyper - inndeling.....	8
2.1.1.	Inndeling etter framdriftsmaskineri og kraftoverføring.....	8
2.1.2.	Inndeling etter bruk.....	9
2.1.3.	Inndeling etter understelltype.....	9
2.1.4.	Inndeling etter drivanordning.....	9
2.2.	Betegnelser.....	10
2.2.1.	Hovedtypebetegnelser.....	10
2.2.2.	Betegnelser for aggregatenes akselanordning...	11
2.3.	Hoveddata.....	12
3.	<u>Banelegeme og spor - Krefter i spor</u>	
3.1.	Underbygningen.....	15
3.2.	Overbygningen.....	15
3.3.	Sporrets linjeføring.....	17
3.3.1.	Sporvidde.....	17
3.3.2.	Kurver, overgangskurver m.m.....	17
3.3.3.	Overhøyder.....	18
3.4.	Krefter mellom hjul og skinne - påkjenninger i sporet.....	20
3.4.1.	Vertikale krefter - aksellast og hjultrykk....	21
3.4.2.	Sidekrefter.....	22
3.4.3.	Langsgående krefter.....	24
4.	<u>Materiellets løp i sporet</u>	
4.1.	Løp på rett linje.....	25
4.2.	Løp i kurver.....	26
4.2.1.	Hjulanordning og akselavstand.....	26
4.2.2.	Kurveradiens innvirkning.....	27
4.2.3.	Hastighetens innvirkning.....	28
4.2.4.	Virkningen av store sidekrefter og anløpsvinkler.....	29
4.3.	Konstruksjonsmessige forholdsregler for å forbedre kurveløpet.....	30
4.3.1.	Hjulsatsenes innstilling i kurver.....	30
4.3.2.	Aksielt forskyvbare hjulsatser.....	32
4.3.3.	Reduserte hjulflenser.....	32
4.3.4.	Tverrkopling.....	33
5.	<u>Togmotstand og trekkraft</u>	
5.1.	Adhesjon.....	35
5.2.	Togmotstand.....	35
5.3.	Trekkraft.....	38

	Side	
6.	<u>Hovedkomponenter</u>	
6.1.	Ramme og overbygning.....	42
6.1.1.	Rammetyper.....	42
6.1.2.	Overbygning.....	44
6.2.	Støt- og draginnretninger.....	44
6.2.1.	Støtinnretninger - buffere.....	44
6.2.2.	Draginnretninger - dragkroker og skrukoplinger	47
6.3.	Hjultyper.....	48
6.3.1.	Hjulprofiler.....	50
6.3.2.	Aksler.....	51
6.3.3.	Oppbygging av hjulsatser.....	52
6.3.4.	Hjulslitasje - skader på hjul.....	52
6.4.	Akselkasser og aksellager.....	53
6.4.1.	Glidelager.....	53
6.4.2.	Kule- og rullelager.....	54
6.5.	Akselkasseføringer.....	58
6.5.1.	Plane føringer.....	59
6.5.2.	Sylinderiske føringer.....	60
6.5.3.	Klaringsløse føringer.....	61
6.6.	Bærefjærer og støtdempere.....	62
6.6.1.	Bladbærefjærer.....	62
6.6.2.	Skruebærefjærer.....	63
6.6.3.	Hydrauliske støt- og svingningsdempere.....	64
6.6.4.	Fjærbalanser på stivrammeaggregater.....	65
6.7.	Smøreanlegg.....	66
6.7.1.	Smøringens grunnprinsipper.....	66
6.7.2.	Smøreolje og smørefett.....	68
6.7.3.	Smøring.....	69
6.7.4.	Smørekopper.....	69
6.7.5.	Sentralsmøreanlegg.....	70
6.7.6.	Hjulflenssmøring.....	70
7.	<u>Boggier</u>	
7.1.	Innledning.....	75
7.2.	Boggi, type SLM.....	75
7.3.	Boggi, type ASEA.....	79
7.4.	Boggi, type Thyssen - Henschel.....	82
7.5.	Boggi, type NOHAB.....	84
7.6.	Boggi, type Wegmann.....	85
8.	<u>Kraftoverføringer (Transmisjon)</u>	
8.1.	Innledning.....	89
8.2.	Dreiemoment og oversetning.....	89
8.3.	Virkningsgrad.....	90
8.4.	Kraftoverføring, dieseltrekkaggregater.....	91
8.4.1.	Mekanisk kraftoverføring.....	92
8.4.2.	Hydraulisk kraftoverføring.....	97
8.4.3.	Elektrisk kraftoverføring.....	106
8.5.	Kraftoverføring, elektrisk materiell.....	106
9.	<u>Kjøleanlegg</u>	
9.1.	Innledning.....	113
9.1.1.	Vann- og luftkjøling med termostatregulering av vannmengden gjennom kjøleren.....	114
9.1.2.	Vann- og luftkjøling med termostatregulering av kjølevifteturall.....	115
9.1.3.	Luftkjøling med termostatregulering av kjølevifteturall.....	117
9.2.	Varmeanlegg.....	120

10. Dieselmotorer

10.1.	Innledning.....	122
10.2.	Dieselmotorens virkemåte og oppbygging.....	122
10.2.1.	Firetaktprinsippet.....	123
10.2.2.	Totaktprinsippet.....	126
10.2.3.	Trykk- og temperaturdiagram.....	129
10.2.4.	Flersylindrede motorer.....	129
10.3.	Dieselmotorens enkelte deler.....	131
10.3.1.	Veivhuset.....	131
10.3.2.	Bunnpannen.....	132
10.3.3.	Sylinderblokken.....	132
10.3.4.	Stemplet.....	133
10.3.5.	Stempelfjærene.....	134
10.3.6.	Stempelbolten.....	135
10.3.7.	Veivstangen.....	136
10.3.8.	Veivakselen.....	137
10.3.9.	Ventilene.....	138
10.3.10.	Topplokket.....	140
10.3.11.	Kamakselen.....	141
10.3.12.	Registerhjulene.....	141
10.4.	Dieselmotorenes tilbehør.....	143
10.4.1.	Ledningssystemet.....	143
10.4.2.	Tilførselpumpen.....	143
10.4.3.	Innspøytningspumpen.....	145
10.4.4.	Innspøytningsventilen.....	147
10.4.5.	Brennoljeinjektoren.....	148
10.4.6.	Regulatoren.....	150
10.5.	Innspøytningsmetoder og forbrenningsrommets form.....	156
10.5.1.	Direkte innspøyting.....	157
10.5.2.	Forkammermotorer.....	157
10.5.3.	Hvirvelkammermotorer.....	158
10.6.	Dieselmotorens smøring.....	159
10.7.	Filtere.....	161
10.7.1.	Brennoljefilter.....	161
10.7.2.	Smøreoljefilter.....	162
10.7.3.	Luftfilter.....	165
10.8.	Startanordninger.....	166
10.9.	Overladning.....	167
10.9.1.	Mekanisk drevet ladeaggregat.....	168
10.9.2.	Turbolader.....	168

1. INNLEDNING

1.1 Historikk - Damplokomotivenes epoke

I 1971 ble Norges Statsbaners tre siste damplokomotiver tatt ut av drift. Dette markerte slutten på en epoke som ble innledet i 1854 da Norges første jernbanelinje ble åpnet mellom Oslo og Eidsvoll. (Norsk Hovedjernbane).

Engelskmannen George Stephenson betraktes som damplokomotivets far og året 1829 som lokomotivets fødselsår. Dette er bare delvis riktig i det det allerede gjennom lengere tid var bygget vogner med dampmaskiner som kraftkilde.

I 1769 bygget franskmannen Cugnot den første dampvogn beregnet for landevei.

I 1804 bygget engelskmannen Trevitchick en dampvogn med flensede hjul for kjøring på skinnegang.

I 1813 viste W. Hedley med sitt lokomotiv "Puffing Billy" at adhesjon mellom stålhjul og stålskinne ga tilstrekkelig kraft til å trekke tog i stigning hvis man disponerte nødvendig maskinkraft.

Nevnte konstruksjoner ble aldri praktisk anvendelige, men erfaringene la grunnlaget for gjennombruddet som kom i 1829 i forbindelse med en konkurranse i England om det beste lokomotiv. Konkurransen ble vunnet av George og Robert (far og sønn) Stephenson med lokomotivet "The Rocket", fig. 1.1.

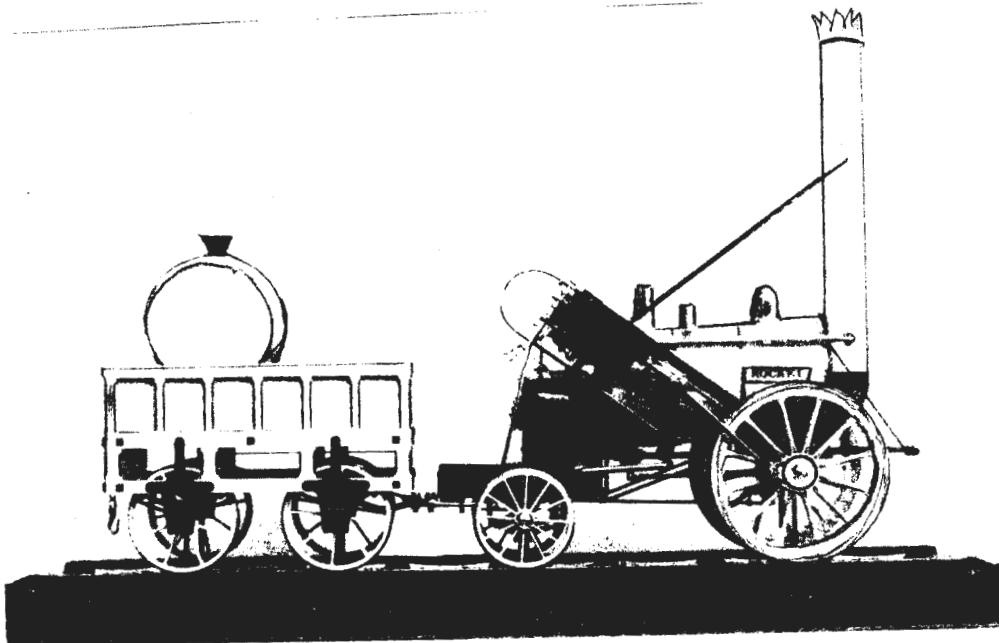


Fig. 1.1

Med "The Rocket" var det lykkes å bygge et levedyktig lokomotiv. Derfor betraktes George og Robert Stephenson som de egentlige grunnleggerne for damplokomotivbyggingen.

Etter dette begynte en rivende utvikling av damplokomotivene som kulminerte i 1930 - 1940 årene i moderne kjempelokomotiver på over 400 tonn samlet vekt, og hurtigtogslokomotiver med hastigheter langt over 150 km/h.

1.2 Andre energiformer tas i bruk

Selv om jernbanen ved hjelp av damplokomotivene revolusjonerte transportbildet til lands i løpet av det 19. århundre, hadde damplokomotivene flere svake sider:

- virkningsgraden var meget dårlig, bare 8 - 10% og transportarbeidet ble kostbart.
- den faste koplingen mellom maskin og drivhjul medførte at maksimal ytelse bare kunne tas ut ved full hastighet.
- røk- og sotplage, nødvendige vann- og kullforsyningasanlegg langs linjen, tidkrevende og kostbart renhold, m.m.

I begynnelsen av det 20. århundre ble det etterhvert tatt i bruk elektriske- og bensin/dieseldrevne maskiner med langt større virkningsgrad enn damplokomotiver.

NSB's første elektriske lokomotiver ble bygget og levert i 1922. Samme år ble strekningen Oslo - Brakerøya åpnet for elektrisk drift. I 1924 ble de første motorvogner med bensinmotor tatt i bruk og i 1936 kom de første skiftetraktorer med bensinmotor. De første motorvogner med dieselmotor ble levert i 1937.

Utviklingen innen elektroteknikken har gått og går raskt fram. Nye transmisjoner konstrueres og utvikles, og en fullstendig strukturendring gjør sitt inntog også på NSB's trekkraftmateriell.

1.3 Trekkraftmateriellets bruksområder

Damplokomotivene var i stor utstrekning "skreddersydd" til forskjellige bruksområder. Det ble bl.a. konstruert spesielle lokomotiver for person- og godstog. Hurtigtog/persontoglokomotivene hadde stor drivhjulsdiameter, mens godstoglokomotivene hadde vesentlig mindre drivhjulsdiameter. Videre krevde de ulike banestrekninger forskjellige lokomotivkonstruksjoner for mest mulig hensiktsmessig dekning av trekraftbehovet. Dette førte til at NSB anskaffet en rekke forskjellige lokomotivtyper.

Forholdet forandret seg ved overgang til elektrisk og dieseldrevet trekkraftmateriell. Materiellet kunne bygges for mer generelt bruk, dvs. for flere togslag på hele linjenettet. Det samlede trekkraftbehov kan nå dekkes av et forholdsvis lite antall lokomotivtyper og fleksibiliteten ved disponering av materiellet blir større.

Den tekniske utvikling av lokomotivenes enkeltkomponenter, f.eks. motorer, styringsenheter m.m. har medført at det nå innbygges større ytelse pr. lokomotivvektenhet enn tidligere.

2. TREKKAGGREGATENES BETEGNELSER OG HOVEDDATA

2.1 Aggregattyper - Inndeling

Ved NSB er trekkaggregatene delt inn i følgende hovedgrupper:

- lokomotiver
- motorvogner
- skinnetraktorer

Det er disse grupper trekkaggregater som benyttes i tog- og skiftetjenesten.

NSB har også andre aggregater med drivmaskineri, de viktigste er:

- roterende snøploger
- svillepakke maskiner
- lastetraktorer
- renskebukker
- revisjonsvogner for ledningstjenesten m.fl.

Konstruksjonsprinsippene for framdriftsmaskineri, kraftoverføring, understell osv. er ofte like for forskjellige grupper som derfor i det etterfølgende behandles under ett.

Av praktiske grunner er trekkaggregatene også inndelt på andre måter.

2.1.1 Inndeling etter framdriftsmaskineri og kraftoverføring

Det skiller mellom følgende typer:

- elektriske aggregater (lokomotiver og motorvogner)
- dieselelektriske aggregater (lokomotiver og motorvogner)
- dieselhydrauliske aggregater (lokomotiver, motorvogner og skinnetraktorer)
- dieselmekaniske aggregater (motorvogner og skinnetraktorer)
- akkumulatoraggredater (skinnetraktorer)

Dieseldrevne aggregater kan enten være utstyrt med

elektrisk-, hydraulisk- eller mekanisk kraftoverføring.

2.1.2 Inndeling etter bruk

- a. Lokomotiver. Det skilles mellom toglokomotiver og skiftelokomotiver. Skiftelokomotivene brukes også til kipptogkjøring.
- b. Motorvogner. Motorvognene settes som regel sammen til motorvognsett (motorvogn, mellomvogn og styrevogn eller motorvogn og styrevogn). Det skilles mellom lokaltogmateriell, mellomdistanse materiell.
- c. Skinnetraktorer. Det skilles mellom:
Skiftetraktorer, revisjonstraktorer, lastetraktorer, m.fl.

2.1.3 Inndeling etter understelltype

Det skilles mellom:

- stivrammeaggregater og
- boggiaggregater

Ved stivrammeaggregatene hviler lokomotivkassen på rammen og drivhjulsatsene med akselkasser er opplagret i den stive rammen.

NSB's nyeste elektriske- og dieselelektriske lokomotiver og motorvogner er bygget som boggiaggregater. Lokomotivkassen er konstruert selvstendig og hviler over fjærer på boggiene.

2.1.4 Inndeling etter drivanordning

Etter drivanordning skilles mellom:

- fellesakseldrift og
- enkeltakseldrift

Ved felles akseldrift er flere hjul koplet sammen ved hjelp av koplestenger, eller det er anordnet leddaksler for drift av flere aksler.

Ved enkeltakseldrift has egen drift på hver drivaksel, dvs. hver drivaksel har egen traksjonsmotor (drivmotor) og drivakslene roterer uavhengig av hverandre.

2.2 Betegnelser

2.2.1 Hovedtypebetegnelser

Det benyttes følgende betegnelser for inndeling av lokomotiver og traktorer i hovedtyper:

- Di = diesellokomotiv
- El = elektrisk lokomotiv
- Ska = skiftetraktor, akkumulatordrevet
- Skd = skiftetraktor, dieseldrevet

Den samlede betegnelsen for en aggregattype fås ved å tilføye typenummeret etter hovedbetegnelsen f.eks. Di 3, El 14, Skd 224.

Lokomotivene påføres bare typetallet + aggregatets serienummer, f.eks. 14.2164, 2.854 (altså El 14 og Di 2).

Typebetegnelsene for motorvogner, styrevogner og mellomvogner følger et internasjonalt system for litrabetegnelser:

- B = personvogn, annen klasse
- D = vogn med postavdeling
- F = vogn med reisegods- og konduktøravdeling
- M = motorvogn
- S = styrevogn

Den fullstendige litrabetegnelse for vedkommende vogntype fås ved å tilføye et tall (indeks) etter bokstavbetegnelsen,

f.eks:

- BM 67: elektrisk motorvogn type 67
- BM 69: elektrisk motorvogn type 69
- BS 69: styrevogn for motorvogn type 69
- BSDF 92: styrevogn, post og konduktøravdeling for type 92

Etter litrabetegnelsen følger serienummeret for vedkommende vogn, f.eks:

- BFS 65.97, BM 67.14, BM 69.001 osv.

2.2.2 Betegnelser for aggregatenes akselanordning

Den internasjonale jernbaneunion (UIC) har vedtatt et system for å betegne aggregatenes akselordning.

a. Løpeaksler. Løpeakslene betegnes med arabiske tall: 1, 2, 3 osv. hvis de er lagret i rammen, finnes det ikke løpeaksler faller betegnelsen bort. Hvis løpeakslene er lagret uavhengig av rammen (i boggi), tilføyes en ' - en apostrof for å vise dette.

Eksempler:

- 1 : en løpeaksel lagret i rammen
- 1' : en løpeaksel lagret uavhengig av rammen (løpeboggi)
- 2 : to løpeaksler umiddelbart etter hverandre, lagret i rammen
- 2' : to aksler i en løpeboggi

b. Drivaksler. Antallet betegnes med store bokstaver A, B, C, D osv. Brukes bokstavene uten tilleggsbetegnelse, betyr det at drivakslene er koplet sammen i felles akseldrift. Følger flere drivaksler umiddelbart etter hverandre i enkelt akseldrift, markeres dette ved å tilføye en 0 (null) etter bokstavbetegnelsen.

Eksempler:

- A : en drivaksel
- B : to drivaksler sammenkoplet, lagret i rammen
- Bo : to drivaksler ikke sammenkoplet, men lagret i rammen
- Bo' : to drivaksler ikke sammenkoplet, lagret i boggi

Hvis det i boggiene finnes både løpeaksler og drivaksler, betegnes dette ved å sette akselanordningen for hver boggi i parantes og tilføye en apostrof, f.eks: (A-1-A)' - (A-1-A)'. Dette betegner et aggregat med to boggier og akselanordningen er: drivaksel - løpeaksel - drivaksel.

2.3 Hoveddata

Oversikt med hoveddata for trekkaggregater som benyttes ved NSB er vist på side 13 og 14.

LOKOMOTIVER

Type	Aksel-anordn.	Driv-hjul-diam. mm	Ant.	Motorer		Kraft-overføring	Største hast. km/h	Adhesjonsvekt, tonn	Mate-rial-vekt, tonn	Byggeår
				Time- ytelse kW i alt	Ved hast. km/h	Ytelse kW i alt	Ved r. min.			
E1 8	1'D01'	1350	4	2080/70,5				110	60	82,8 1940-1949
E1 9	Bo'Bo'	1000	4	712/34,4				60	48	48 1947
E1 10	C	1100	1	515/25				45	47,25	47,25 1930-1952
E1 11	Bo'Bo'	1060	4	1676/69				105	62 ¹⁾	62 ¹⁾ 1951-1964
E1 12	1'D+1'D+D1'	1530	6	7194/51				75	240	285 1954, 1957
E1 13	Bo'Bo'	1350	4	2648/65				100/115	72	72 1957-1965
E1 14	Co'Co'	1270	6	5076/72				120	105	105 1968-1973
E1 15	Co'Co'	1250	6	5406/69				120	132	132 1967
E1 16	Bo'Bo'	1300	4	4440				140	80	80 1977
E1 17	Bo'Bo'	1100	4	3000				140	64	64 1982
Di 2	C	1250	1	MAK.MS 301A		423/750	Hydr.	80	45	42,6 1954-1958
Di 2	C	1250		BMV LT6		441/750	Hydr.	80	47,4	44,9 1961-1973
Di 3a	Co'Co'	1016	1	G.M.16-567C		1305/835	Elektr.	105	102	97 1954-1969
Di 3b	(A1A)'-(A1A)'	1016	1	G.M.16-567C		1305/835	Elektr.	143	69,2	98 1959
Di 4	Co'Co'	1100	1	EMD16-645E3B		2450/900	Elektr.	140	113,6	107 1981

1) E1 11 ombygd for Flåmsbana 67 tonn

MOTORVOGNER

Litra	Driv-hjul-diam. mm	Ant.	Motorer		Kraft-overføring	Største hast. km/h	Adh.-vekt, tonn	Mate-rial-vekt, tonn	Byggeår	
			Time- ytelse kW i alt	Ved hast. km/h	Ytelse kW i alt	Ved r. min.				
BM64	810	4	464/32			50	35,5	35,5	1934	
BM65B	810	4	464/42			70	44,0	44,0	1941,1942	
BM65C	810	4	464/42			70	46,5	46,5	1949-1952	
BM67	990	4	464/42			70	51,5	51,5	1953-1955	
BM68A	990	4	640/73			100	52,1	52,1	1956-1958	
BM68B	990	4	640/63,7			100	53,3	53,3	1960,1961	
BM69A	920	4	1188/95			130	53	53	1970,1971	
BM69B	920	4	1188/95			130	54	54	1974,1975	
BM69C	920	4	1188/95			130	54	54	1975-1977	
BM69D	920	4	1188/95			130	58,8	58,8	1983-	
BM86G BM86K BM86L	800	2	Rolls Royce diesel C6SFLH		312/1800	Mek.	100	16,8	30,5	1940-1954
BM89	676	1	Scania Vabis D 815		145/1750	Mek.	115	11,0	18,0	1957-1958
BM91 BM91H	800	2	Rolls Royce diesel C6SFLH		312/1800	Mek.	100	16,8	30,5	1955,1956
BM92	920	2	Daimler-Benz OM 424-A		714/2100	E1.	130	51,5		1984-

TRAKTOR

Skifte- traktor type	Revisjons traktor type	Aksel- anord.	Motorer			Ytelse kW i alt	Ved r. min.	Kraft over- føring	Stør- ste hast. km/h	Adh- vekt tonn	Mate- rial vekt tonn	Byggear
			Driv- hjul diam. mm	Ant.	Type							
Ska 205		Bo	810	2		Timeytelse	48 kW	El.	16	9,6	9,6	1936
Skd 206		B	800	1	Scania Vabis D7	71/2200		Mek.	50	9,4	9,15	1936-39
Ska 207		Bo	810	2		Timeytelse	32 kW	El.	35	11,6	11,6	1946
	Skd 213	B	810	1	Rolls Royce C6SFL	158/2000		Hydr.	60	22,25	21,65	1950,51
Skd 214		B	970	1	Scania Vabis D812	110/2000		Mek.	50	20	19,4	1952
Skd 214S		B	950	1	Cummins N-855-L3	175/2100		Hydr.	45	22	21,45	1982
	Skd 217a	B	800	1	Scania Vabis D812	110/2000		Mek.	60	19,5	18,9	1954
	Skd 217b	B	800	1	Rolls Royce C6SFL	158/2000		Hydr.	60	20,4	19,8	1957-61
Skd 220a		B	960	1	Rolls Royce C6SFL	158/2000		Hydr.	45	20,2	19,5	1962-64
	Skd 220b	B	960	1	"	158/2000		Hydr.	60	20,6	19,9	1963,64
Skd 220c		B	960	1	"	158/2000		Hydr.	45	22	21,4	1963-73
Skd 221		B	960	1	Deutz F 12 L 714	169/2000		Hydr.	60	28	27,35	1961-64
Ska 223		Bo	870	2		Timeytelse	74 kW	El.	35	19,7	19,7	1978-80
Skd 224		B	1000	1	Cummins KT-1150L	332/2000		Hydr.	70	32,9	31,4	1979

3. BANELEGEME OG SPOR. KREFTER I SPOR

Konstruksjonen som samlet omfatter togenes kjørebane og underlaget for denne, kalles banelegemet. Vanligvis brukes betegnelsene underbygningen og overbygningen på henholdsvis underlaget og kjørebanen.

3.1 Underbygningen

Underbygningen skal danne et pålitelig og helst uforanderlig underlag for overbygningen og skal dessuten overføre belastningen fra overbygningen til terrenget.

Det settes strenge krav til underbygningens stabilitet. Først og fremst kreves en tilstrekkelig god evne til å slippe igjennom eller lede bort vann, derved fås en underbygning som er stabil under de fleste forhold.

Underbygningen kan være et byggverk som er løftet over terreng (fylling), en skjæring, en bro eller en tunnel. Grøfter, stikkrenner m.m. hører også til underbygningen.

3.2 Overbygningen

Overbygningen må oppta krefter som oppstår på grunn av det rullende materiell, dvs. massekrefter og føringskrefter. Overbygningens enkelte deler må dimensjoneres slik at de optar kretene og overfører belastningen til underlaget.

Betegnende for jernbanen er at rullende materiell styres på og i kjørebanen - sporet. Materiellets hjul ruller på skinner, og har flenser som forhindrer at hjulene forlater skinnene. Føringen er ikke "trang", avstanden mellom hjulene og skinnene er valgt slik at det er sporklaring i sideretning på 5 - 10 mm. Skinnene legges med en tverrhelling på 1:20 inn mot spormidte.

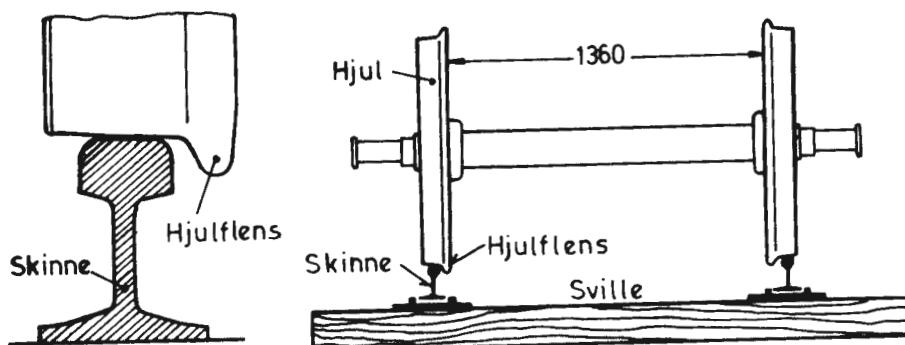


Fig. 3.1

Skinnene opptar vekten av det rullende materiellet, og skinnene må understøttes for å kunne overføre denne lasten og legges derfor på sviller.

Svillene er av tre eller betong. For at svillene skal kunne overføre den hvilende eller rullende last jevnest mulig til underlaget, blir de lagt på ballast.

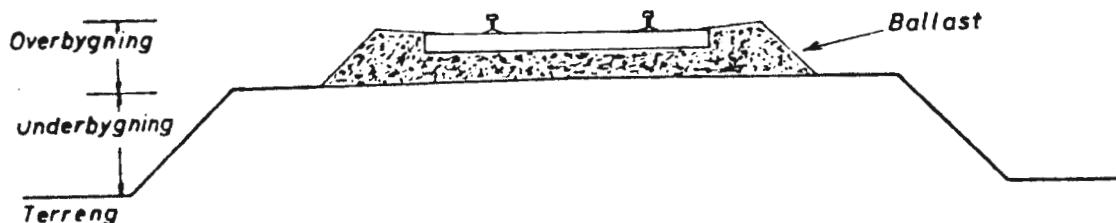


Fig. 3.2

Med betegnelsen spor forstås: skinnene og svillene med tilhørende befestigelser, montert og lagt på plass i ballasten. Sporet og ballasten danner tilsammen overbygningen. Alt som ligger under denne og som ikke er deler av terreng, hører til underbygningen.

3.3 Sporets linjeføring

3.3.1 Sporvidde

Med sporvidde forstås avstanden mellom de indre kanter av skinnehodene i sporet, målt 14 mm under skinnetopp. For baner med normalspor er foreskrevet en sporvidde på 1435 mm. Av praktiske grunner er det gitt toleransegrenser på begge sider av det nominelle mål og disse sier at sporvidden ikke noe sted må være mindre enn 1432 mm og ikke større enn 1470 mm.

3.3.2 Kurver, overgangskurver m.m.

Sett ovenfra består sporet av rette strekninger og kurver. Kurvene er sirkelkurver, og som betegnelse på kurvens krumning angis kurveradien R . Fordi sidekreftene øker i krappe kurver settes hastigheten ned ved kjøring i slike kurver, og det blir ikke lagt inn kurver med mindre radius enn $R = 400$ på nye hovedlinjer.

En kombinert, eller sammensatt kurve består av to eller flere sirkelkurver med forskjellig radius. Mellom de enkelte sirkelkurvene, enten de er krummet samme vei eller de er krummet motsatt vei, må det alltid være en viss avstand for å gi plass til nødvendige overgangsordninger, se skissen.



Fig. 3.3

Ved kjøring gjennom en kurve utsettes materiellet for sidekrefter på grunn av sentrifugalkraftens virkning. Hvis materiell kjører direkte inn i en kurve fra rett strekning, vil det plutselig utsettes for full virkning fra sidekraften og dette vil merkes som et kraftig rykk.

Størrelsen av rykket må reduseres mest mulig og dette oppnås ved å legge inn en overgangskurve mellom rettlinjen og sirkelkurven. Overgangskurven har en gradvis økende krumming inn mot sirkelkurven, og sidekrefte øker jevnt gjennom hele overgangskurven inntil full verdi i sirkelkurven.

Hvis overgangskurven er kortere enn foreskrevet, må kjørehastigheten nedsettes. Over avvikende sporveksler som legges uten overgangskurver, må det også kjøres med nedsatt kjørehastighet. Overgangskurver er sløyfet i skiftespor.

3.3.3 Overhøyder

Materiell som kjøres gjennom en kurve, påvirkes av en sidekraft, sentrifugalkraften. Erfaringer sier oss at den følbare virkning av sentrifugalkraften kan minskes eller oppheves ved at materiellet heller noe innover i kurven. For å få til denne skråstilling legges sporet i overhøyde dvs. den ytre skinne legges noe høyere enn den indre, fig. 3.4.

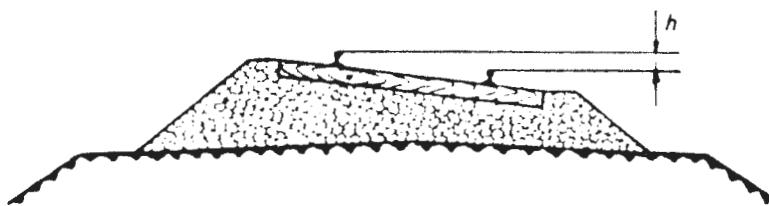


Fig. 3.4

a. Overhøydens størrelse

I en gitt kurve øker sentrifugalkraftens størrelse med kjørehastigheten. Den innadrettede sidekraft som skyldes overhøyden, øker med overhøydens størrelse. For en bestemt kjørehastighet vil det derfor bare være likevekt mellom sidekraftene ved én bestemt overhøyde. Denne overhøyden kalles den teoretiske overhøyde for denne kjørehastigheten.

Omvendt vil det til en gitt størrelse av overhøyden høre til én bestemt teoretisk hastighet. Bare i denne hastighet er sidekraftene i likevekt.

Legges overhøyden i en kurve så den passer for hurtigtog, vil den være for stor for tog med lav hastighet. Mellom de to yttergrenser er det en bestemt overhøyde som passer for en bestemt hastighet gjennom kurven. Denne overhøyden kalles den praktiske overhøyde, som for de større hastigheter alltid er mindre enn den teoretiske overhøyde.

Største tillatte overhøyde er begrenset til 150 mm, men det er også bestemte regler for minste tillatte overhøyde.

b. Overhøyderamper

I overgangen fra rettlinjet spor til sirkelkurven som er lagt med en viss overhøyde, må den ytre skinnen løftes til den foreskrevende overhøyde. Dette må skje jevnt over en viss strekning av sporet, dvs. den ytre skinnen ligger i jevn skråning i forhold til den indre skinnen. Det er lagt inn en overhøyderampe i sporet, fig. 3.5.

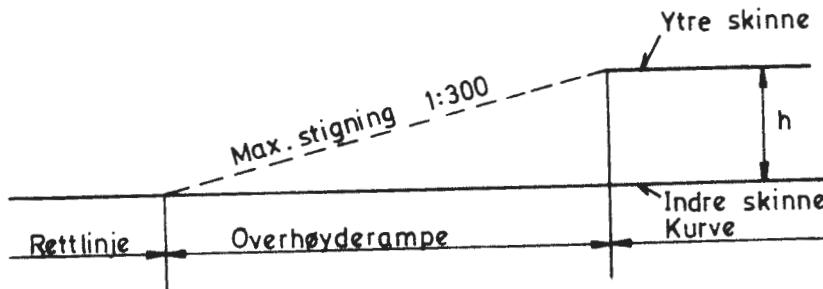


Fig. 3.5

En overhøyderampe har samme virkning på en vogn som den som fås i spor med sporfeil som betegnes vindskjehet, dvs. at det over en viss lengde av sporet er en økende høydeforskjell mellom skinnene.

Virkningen av vindskjevt spor på en helt stiv vogn uten fjærer av noe slag, vil være at den bare vil ha tre hjul på sporet samtidig.

Derimot vil en vogn med fjærer ha en viss evne til å føye seg etter sporet. Men i alle fall vil en vindskjehet bevirke at minst et av hjulene avlastes. Ved for stor avlasting av det førende (ytre) hjul, noe som vil kunne skje ved kjøring ut av en kurve og nedover en overhøyderampe, føre til at hjulet klatrer over skinnen og vognen sporer av.

Overhøyderampene er i likhet med overgangskurvene nødvendige deler av sporet. På grunn av den virkning de har på materiellets løp i sporet er det påkrevet å sette strenge regler for utformingen av dem.

Den største tillatte stigning på en overhøyderampe og dermed maks. tillatt vindskjehet i spor, er ved NSB fastsatt til 1:300.

3.4 Krefter mellom hjul og skinne - Påkjenninger i sporet

Belastningen fra materiellet overføres fra hjulene til skinnene gjennom hjulbanen og/eller hjulflensen. Fra skinnene overføres belastningen til svillene, ballasten og videre til

underbygningen. Hver enkelt del i overbygningen er dimensjonert for å tåle de påkjenninger den utsettes for.

Kontaktflaten (stål mot stål) mellom hjul og skinne er lite elastisk. Virkninger av slagartede påkjenninger kan derfor bli meget store hvis ikke overbygningen har tilstrekkelig høy grad av elastisitet slik at den i en viss utstrekning gir etter.

Overbygningen er derfor bygget slik at den gir noe etter. Skinnene og svillene danner en "flåte" som ligger i et lag ballast.

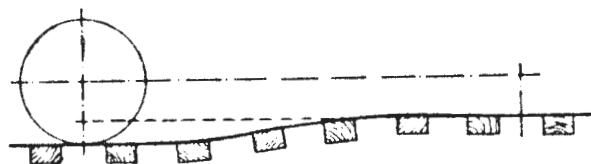


Fig. 3.6

Under belastningen fra hjulene trykkes skinnene ned. Nedfjæringen av skinnegangen forplanter seg til svillene nærmest hjulet og nedfjæringen rett under hjulet utgjør opptil 2 mm. Foran hver hjulsats dannes en bølge som beveger seg fremover. Bølgedannelsen fra de enkelte hjulsatsene går delvis over i hverandre og hele underbygningen settes i svingninger.

Kreftene som virker i sporet inndeles i vertikale-, horisontale-, og langsgående krefter.

3.4.1 Vertikale krefter - aksellast og hjultrykk

Materiellets aksellast (og hjultrykk) er bestemmende for størrelsen av de vertikale kreftene. Aksellasten er den del av vognens vekt som faller på den aksel som betraktes. På plant spor uten overhøyde, fordeler aksellasten seg med én halvpart på hver side slik at hjultrykkene blir like store når vognen ikke er skjevlastet.

Er det forskjell i høyde mellom skinnene, vil det største hjultrykket falle på hjulet på den laveste skinnen ved stillestående vogn.

Største tillatte aksellast for de enkelte banestrekninger er fastlagt under hensyn til banens konstruksjon. På loko-motiver med koplestenger vil drivhjulene belaste skinnene ujevnt ved hver omdreining av hjulene på grunn av masse-virkningen fra koplestengene. Denne virkningen er kompensert ved at drivhjulene er utstyrt med motvekter. Transporteres slikt materiell med avtatte veiv/koplestenger, må kjøringen foregå med nedsatt kjørehastighet, ellers vil de vertikale kreftene på skinnegangen bli for store.

Slagvirkningen fra hjul med hjulslag (flatt parti på hjul-banen) er den hyppigste årsak til skinnebrudd. Det har strenge forskrifter for framføring av materiell med hjulslag.

3.4.2 Sidekrefter

Under kjøring på skinnegangen opptrer sidekrefter mellom materiellet og sporet, først og fremst i kurver, men også på rett linje.

Sidekrefrene som oppstår på rett linje, skyldes hjulsatsenes sidependling og kommer av hjulbanenes koniske form. Ved eventuelle sidesleng vil hjulsatsene søke tilbake mot midt-stillingen. På grunn av materiellets store treghet, vil bevegelsen fortsette over midtlinjen og ut mot den andre siden, før deretter å gjenta seg i motsatt retning. Det har oppstått en pendlende bevegelse og sett ovenfra beskriver hjulsatsen en bølgebevegelse.

Materiellets pendling medfører at det oppstår reaksjons-krefter i sporet. Normalt er reaksjonskrefene ikke så store, men kan i visse tilfeller forsterke virkningen av andre krefter, f.eks. de som oppstår på grunn av sporfeil.

Ved kjøring i kurver virker sentrifugalkraften som en ren horizontal kraft. Sentrifugalkraftens størrelse er bestemt av kurveradien og hastigheten.

Fordobles kurveradien, minker sentrifugalkraften til det halve og fordobles hastigheten, øker sentrifugalkraften til det firedoble. Kjørehastigheten er altså den faktor som har størst innvirkning på sentrifugalkraftens størrelse.

Foruten sentrifugalkraften oppstår det også store sidekretter ved at materiellet må forandre retning i kurvene. Fordi hjulene ikke er svingbare, men parallelle, vil en vogn prøve å gå rett fram og vognens retningsforandring skjer ved tvangsføring gjennom kurven. Det oppstår en sidekraft mot skinnene og denne kraften kalles føringskraften. Denne sidekraften oppstår enten kurven har overhøyde eller ikke.

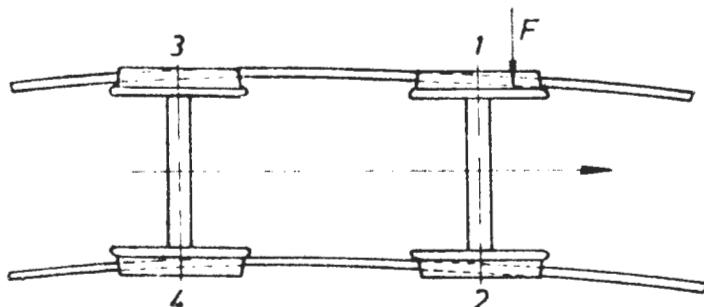


Fig. 3.7

Fig. 3.7 viser en to-akslet vogn som kjører gjennom en kurve. Vognen går i såkalt spissgang, dvs. forreste ytre hjul (1) og bakre indre hjul (4) styrer. Vognen vil prøve å gå rett fram, men forhindres av sidekraften F - føringskraften - som tvinger forreste hjulpar til å følge sporet. Dette kan lettest forstås ved å tenke kontaktpunktet mellom indre skinne og hjul (4) som dreiepunkt for hele vognen.

Sidebevegelsen av hjulsatsene medfører en tverrglidning av hjulene på skinnene. Bevegelsen gjennom kurven er sammensatt av en ren rullebevegelse og en glidende tverrbevegelse. Tverrglidningen medfører en betraktelig slitasje av skinnene.

På grunn av føringskrefter fås den største slitasje på hjulflensene på de førende hjul.

3.4.3 Langsgående krefter

Når rullende materiell kjører på sporet oppstår det langsgående krefter, som bl.a. kan føre til skinnevandring. Skinnevandring kan skyldes påvirkning både fra trekkraftmateriell og vognmateriell, og virkningen er forskjellig. Trekkraftmateriellet "sparker fra", dvs. de overfører en lengdekraft til skinnene motsatt kjøreretningen.

Vognmateriellet utøver derimot en lengdekraft som virker i kjøreretningen, og kraften skyldes både friksjon i aksellagrene og hjulenes rullemotstand. Men først og fremst oppstår det lengdekrefter i kjøreretningen ved bremsing.

Skinnene kan etterhvert forskyves i lengderetningen hvis forbindelsen til svillene er utilstrekkelig. Skinnevandring forekommer oftest på bremsestrekninger og vandrer i retning nedover fallet.

Temperaturendringer i skinnene forårsaker til dels betydelige langsgående krefter i sporet.

4. MATERIELLETS LØP I SPORET

Materiellets løp i sporet er vesentlig bestemt av følgende faktorer:

- hjulsatsenes bevegelsesfrihet i sporet og i understell
- kraftspillet mellom hjul og skinner
- beliggenheten av materiellets tyngdepunkt i forhold til skinnegangen
- materiellets hastighet
- ujevnheter i sporet m.m.

Faktorenes samlede virkning er meget vanskelig å beregne. Det stilles følgende krav til materiellets løp i sporet:

- rolig løp ved alle aktuelle hastigheter
- sikkerhet mot avsporing og veltning

4.1 Løp på rett linje

Fig. 4.1 viser snitt av hjulprofilet og skinnehodet. Det fremgår av skissen hvilken stilling de har i forhold til hverandre når hjulsatsen er i midtre stilling i sporet.

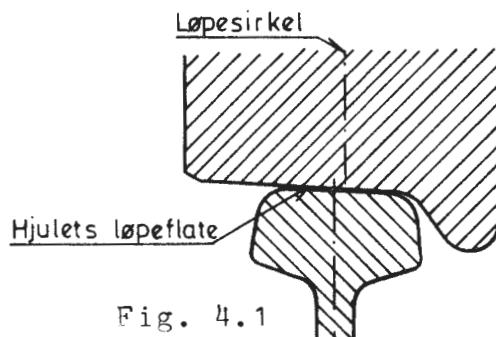


Fig. 4.1

Samspillet, dvs. klaringen mellom skinne og flens, er ca. 5 mm. Det er hjulbanens koniske form og skinnenes helning innover som på rett linje søker å innstille hjulsatsen midt i sporet.

Ved dreieningen av hjulsatsen settes det strenge toleranser for hjuldiameteren slik at diameteravviket mellom de to hjul på samme aksel er meget lite. Det samme gjelder mellom hjul-diameterene på flere hjulsatser som er koplet sammen med koplestenger.

Derimot tillates et visst avvik mellom hjuldiameterne på frittlopende hjulsatser, men med bestemte grenser for hjulsatsene i samme boggi eller samme ramme.

Under kjøring på rett linje, vil uregelmessigheter i sporet bringe hjulsatsen ut av sentrert stilling - og det hjul som har flensen nærmest skinnen, vil tilbakelegge større vei-lengde pr. omdreining enn det som ruller på motsatt side. Derved får akslen en liten skråstilling innen spillerommet, og hjulsatsen vil rulle til anlegg mot flensen på motsatt side, hvoretter det samme gjentar seg i motsatt retning.

Hjulsatsen beveger seg altså avvekslende mot høyre og venstre samtidig som den ruller fremover i sporet. Ved denne tverrbe-vegelsen kommer flensen ikke nødvendigvis i kontakt med skinnen.

4.2 Løp i kurver

Virkningen av centrifugalkraften og andre krefter, er bestemmende for materiellets løpeegenskaper ved kurvekjøring. Trekkaggregatenes hjulanordning er også av vesentlig betydning for deres løpeegenskaper ved kurvekjøring.

4.2.1 Hjulanordning og akselavstand

a. Stivramme - boggier

Ved stivrammeaggregatene er hjulsatsene styrt i akselkasseføringer i rammen.

Ved boggier er to eller tre hjulsatser lagret i boggi-rammen, både med og uten mulighet for bevegelse i forhold til boggien. Hele boggien kan dreies i forhold til lokomotivkassen. Det finnes også en-akslede boggier. Boggier er opphengt i hovedrammen.

b. Akselavstand

Senteravstanden mellom to hjulsatser kalles akselavstand. Hvis to eller flere hjulsatser er lagret i samme ramme (også boggiramme), kalles senteravstanden mellom forreste og bakre hjulsats den faste akselavstand. Senteravstanden mellom forreste og bakre hjulsats i aggregatet som helhet kalles aggregatets totale akselavstand.

4.2.2 Kurveradiens innvirkning

I kurver med særlig liten radius er det ikke hastigheten alene som er den avgjørende faktor, men selve materiellets konstruksjon. Trekkaggregatenes muligheter for å gjennomløpe skarpe kurver begrenses av konstruksjonsmessige faktorer, nemlig hjulsatsenes muligheter for sidebevegelighet i forhold til lokomotivkasse/boggier og i forhold til hverandre.

Fig. 4.2 viser skjematiske sideforskyvbarhetens virkning ved fire-akslet lokomotiv med alle hjulsatsene lagret i samme ramme (stivrammeaggregat).

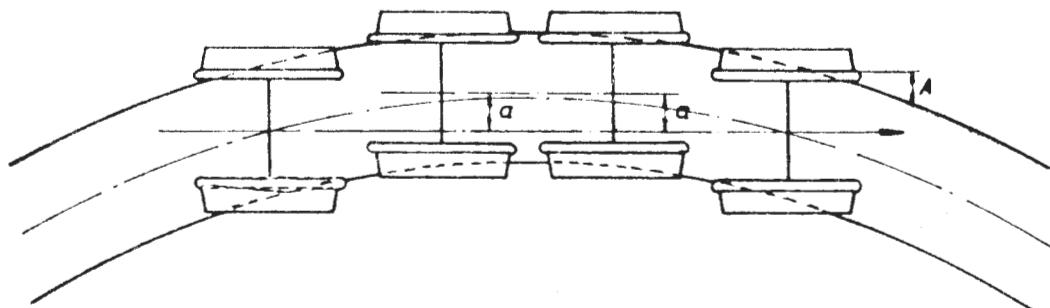


Fig. 4.2

Her er 1. og 4. hjulsats fast lagret, mens 2. og 3. hjulsats er sideforskyvbare en viss avstand "a" til begge sider. Aggregatet kunne ikke ha kjørt gjennom den viste kurven hvis alle fire hjulsatsene hadde vært fast lagret.

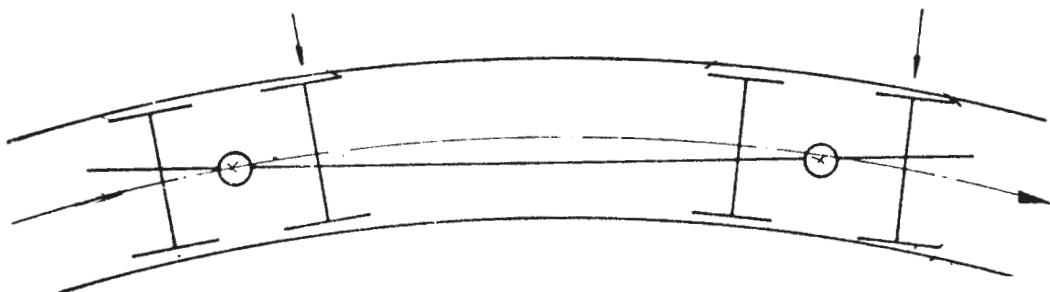


Fig. 4.3

Med hjulsatsene lagret i svingbare boggier øker trekkagggregatets muligheter for smidig kurveløp. Fig. 4.3 antyder kurveløpet ved fire-akslede boggilokomotiver.

Det er foreskrevet minste tillatte kurveradier for de enkelte trekkagggregattyper. Begrensningene er fastsatt på grunnlag av aggregatenes konstruksjoner.

Trekkagggregatene kan ikke gjennomløpe kurver av denne type uten å "bryte" i sporet, men slike krappe kurver forekommer bare på spesielle sidespor. Et generelt krav ved bestilling av nye toglokomotiver er at de skal kunne gjennomløpe kurver med minste radius 100 m.

4.2.3 Hastighetens innvirkning

Ved gjennomkjøring av kurver med små radier må hastigheten holdes lav, slik at sentrifugalkraftens virkning ikke blir for stor. Den sidekraft som opptrer er lik den kraft som er nødvendig for å tvinge aggregatet til å forandre retning, dvs. følge kurven. Føringskraften faller først og fremst på det styrende hjul.

Økes kurveradien, kan hastigheten økes.

4.2.4 Virkningen av store sidekrefter og anløpsvinkler

For stor hastighet i en kurve kan føre til at sidekreftene ved de styrende hjulsatser blir for store. Dette er uønsket av to grunner:

- fare for spordeformasjon
- fare for avsporing

Spordeformasjonen kan gi forskjellig utslag. Det hender hele sporet deformeres, dvs. skinnegangen forflyttes. Mer alminnelig er utkjøring av ytre skinne, hvor de største krefter opptrer. Dette vises ved at festet i svillene gir etter.

En spordeformasjon - sporfeil - får virkning på materiellets løp, i det den som regel bevirker en sidesleng når materiellet passerer. Materiellets akselerasjon i sideretning som en sidesleng betyr, gir økning av sidekraften mot skinnene og spordeformasjonen vil kunne øke ytterligere.

Generelt kan sies at avsporingsfaren øker med størrelsen av sidekreftene. Avsporingsfaren er ikke bare avhengig av sidekraftens størrelse, men også av anløpsvinkelen. Den styrende hjulsats vil løpe an mot ytre skinne under en viss vinkel, anløpsvinkelen. Denne er vist med "A" i fig. 4.2. Anløpsvinkelen bør være minst mulig for å oppnå best mulig forhold under kjøring.

Jo større anløpsvinkelen er, jo lettere vil hjulflensen ha for å klatre opp på skinnehodet. Tendensen til klatring skyldes friksjonen mellom hjulflensens flanke og skinnehodet. Friksjonskraften øker proporsjonalt med sidekraften og virker oppover, dvs. den søker å løfte hjulsatsen opp.

For stor føringskraft og anløpsvinkel fører også til økt flensslitasje som etterhvert fører til at flensene blir for tynne og for steile, se fig. 4.4.

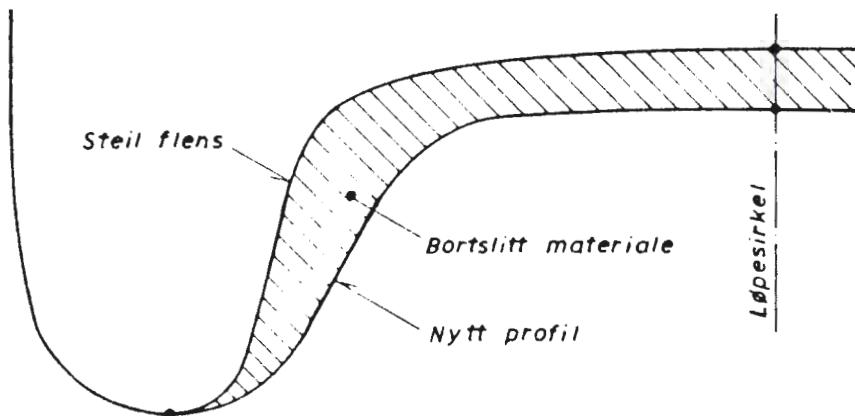


Fig. 4.4

En for steil flens kan løpe an mot deler av sporet, f.eks. ved slitte sporveksler. Det oppstår en løftekraft som kan føre til at hjulet klatrer opp, med fare for avsporing.

Det ideelle er at anløpsvinkelen er lik null, dvs. at hjuloppeng m.m er slik ordnet at hjulsatsene alltid innstiller seg radielt i kurven.

Anordning med boggier gir de minste anløpsvinklene, da en boggi har en viss frihet til å innstille seg radielt til kurvene. To-akslede boggier vil være gunstigere enn tre-akslede på grunn av kortere fast akselavstand. Se også 4.3.1.

Friksjonen mellom skinne og flens holdes lav ved å dreie flensflanken glatt og ved å utruste trekkaggregatene med flenssmøringsutstyr.

4.3 Konstruksjonsmessige forholdsregler for å forbedre kurveløpet

4.3.1 Hjulsatsenes innstilling i kurver

Regnes det som tidligere at føringskraften vesentlig opptas av forreste hjulsats, vil det mellom denne hjulsats og ytre skinnestreng være kontakt i en kurve. Spørsmålet er hvordan

bakre hjulsats i samme ramme innstiller seg i kurvene, av gjørende er kurveradien og den faste akselavstand. Er den faste akselavstand for stor i forhold til kurveradien, vil bakre indre hjul legge seg mot indre skinne og det fås såkalt spissgang. Det vil si flenskontakt for forreste ytre og bakre indre hjul.

Ved mindre akselavstand (boggier) eller ved slakkere kurver vil bakre hjulsats innstille seg mer fritt, slik at indre hjulflens ikke berører eller i høyden får en lett berøring med skinnen, såkalt friløp fig. 4.5.

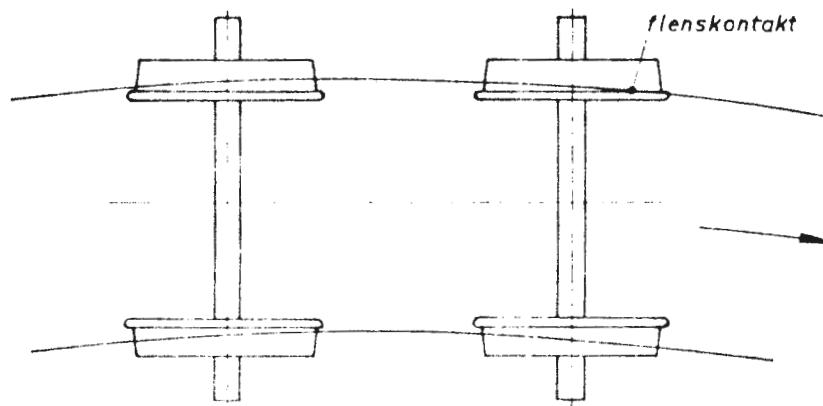


Fig. 4.5

I det ovenfor nevnte går det ut fra at hjulsatsene er parallelle, montert i stive opheng. Det er av betydning at hjulsatsene kan innstille seg radielt i kurvene, særlig på toakslede vogner med stor akselavstand. Dette betyr også at akslene må ha en viss bevegelsesmulighet i materiellets lengderetning.

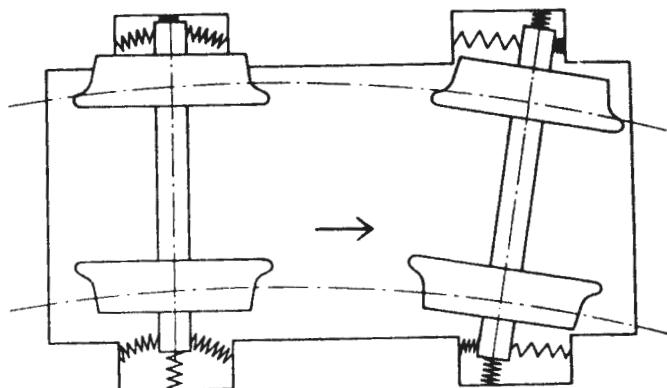


Fig. 4.6

På nytt materiell oppnås dette ved at det brukes en type klaringsløse føringer hvor akslene gis mulighet for radiell- og sideveis forskyvning, se fig. 4.6.

4.3.2 Aksielt forskyvbare hjulsatser

Hvis det er lagret tre eller flere hjulsatser i samme ramme, må som regel en eller flere hjulsatser gjøres aksielt forskyvbare.

Med tre hjulsatser i samme ramme gjøres som oftest midtre hjulsats sideforskyvbar. Det kan også forekomme at midtre hjulsats er fast, mens endehjulsatsene er sideforskyvbare.

Anordningen med sideforskyvbarhet har til hensikt å gi angeldende hjulsatser ledig løp i sporet.

4.3.3 Reduserte hjulflenser

Ledig løp i sporet kan også oppnås ved å dreie tynnere hjulflenser på disse hjulsatser og gjøre lagringen fast.

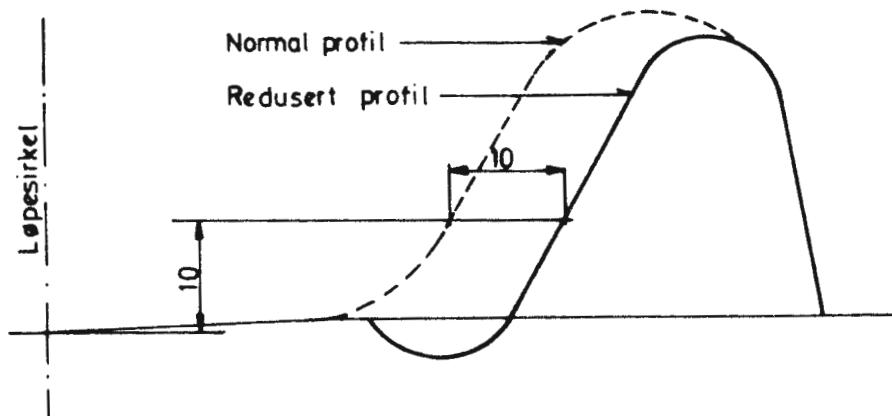


Fig. 4.7

Slik redusering kan uten særlig risiko gjøres på de ikke styrende hjulsatser. På trekkaggregatene kan flensreduksjonen variere fra 3 mm på noen til 10 mm på andre.

Karakteristisk for det reduserte profil er den neddreide rille i hjulflensens hulkil. Rillen skal oppta hjulringsmateriale som erfaringsmessig forskyves fra hjulbanen mot hjulflensen.

4.3.4 Tverrkopling

Flere av NSB's boggilokomotiver er utstyrt med tverrkoplinger. I prinsippet vil en tverrkopling kunne ha nyttevirkning både ved løp i kurver og ved løp på rettlinje. I praksis har det vist seg å være vanskelig å oppnå begge nyttevirkningene. Virkningene ved kurveløp og ved løp på rettlinje må derfor betraktes hver for seg.

Fig. 4.8 viser tverrkopplingens prinsipielle oppbygning

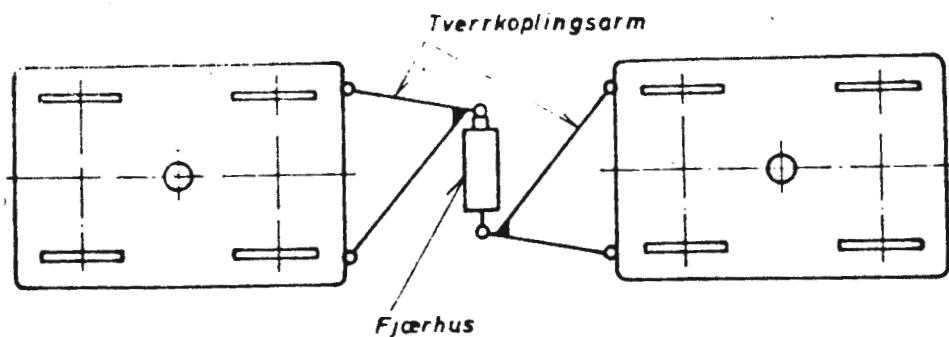


Fig. 4.8

Hver tverrkopplingsarm, er opplagret svingbart i vertikal retning i boggien. Tverrkopplingsarmene er forbundet med hverandre over et fjærhus, som glir på en plan føring midt under lokomotivet.

Ved kjøring i kurve vil begge boggier dreie ut omrent samme vinkel i forhold til aggregatets senterlinje, men i motsatt retning, se fig. 4.9

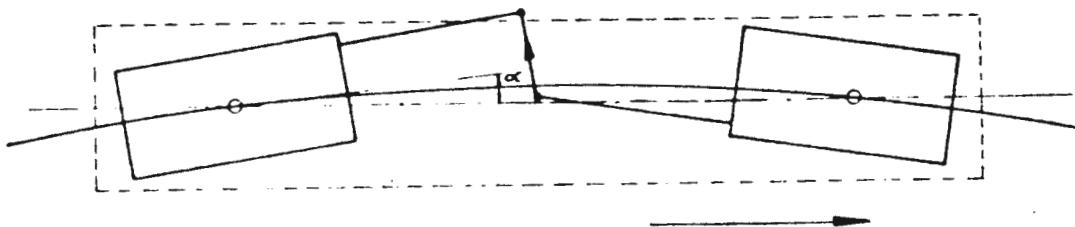


Fig. 4.9

Dette betyr at det kan ventes en kraftvirkning fra bakre boggi til forreste boggi som antydet i fig. 4.9, noe som medfører en ytterligere dreining av forreste boggi i forhold til senterlinjen. Virkningen blir at anløpsvinkelen for forreste hjulsats minker, som videre medfører en viss overføring av føringskraften til neste hjulsats.

Tverrkopplingen gjør at begge boggiene under mange forhold oppnår friløp.

5 TOGMOTSTAND OG TREKKRAFT

Forhold som er av betydning for framføring av et tog er:

- togvekten, med togvekt forstås den samlede vekt av trekkaggregat og vogner
- trekkaggregatets evne til å trekke toget
- den overførbare trekkraft, avhengig av adhesjonen mellom hjul og skinne
- motstander som virker mot togets bevegelse

5.1 Adhesjon

Lokomotivets trekkraft overføres ved hjelp av adhesjonen (friksjonen) mellom hjul og skinne.

Adhesjonstrekkraften er direkte proporsjonal med hjultrykket og adhesjonskoeffisienten. Den overførbare trekkraften vil derfor være avhengig av summen av drivhjulsatsenes aksellast. Summen kalles lokomotivets adhesjonsvekt.

5.2 Togmotstand

For å sette et tog i bevegelse og for å opprettholde bevegelsen, må det anvendes krefter, fordi det alltid er motstander som søker å hindre bevegelsen. Den samlede motstand et tog møter når det er i bevegelse kalles togmotstanden.

Togmotstanden som for en vesentlig del er avhengig av togvekten deles i:

- kjøremotstanden, som er motstanden på rett, vannrett linje når toget kjører med jevn hastighet
- stigningsmotstanden, som er det tillegg i motstand som fås på grunn av stigning på linjen
- kurvemotstanden, som er det tillegg i motstand som fås i kurver

Kjøremotstanden for et tog er summen av kjøremotstandene for

trekkaggregat og vogner. Kjøremotstanden kommer av:

- friksjon i alle aksellagre
- for trekkaggregatene også friksjon i drivverket
- friksjon mellom hjul og skinne, rullende friksjon og glidende friksjon ved hjulflenser
- luftmotstand som er ubetydelig ved lave hastigheter, men som er betydelig ved høye hastigheter.

Kjøremotstanden angis i N (Newton) pr. tonn togvekt. På grunnlag av forsøk er det stilt opp formler for forskjellige typer materiell for beregning av kjøremotstanden. For et tog (lok. og vogner) kan følgende formler benyttes:

$$W_k = 24 + \frac{v}{100} \text{ for hastighet opp til } 50 \text{ km/h}$$

$$W_k = 24 + \frac{v}{130} \text{ for hastighet opp til } 90 \text{ km/h}$$

W_k = kjøremotstand i N pr. tonn togvekt

v = hastighet i km.h

For å beregne kjøremotstanden for hele toget må W_k multipliseres med togvekten.

Stigningsmotstand fås fordi toget må "løftes" oppover stigningen. Stigningsmotstanden er lik produktet av togets vekt og den brøk som angir stigningen.

Ved NSB angis stigningen i promille. Stiger f.eks. linjen 10 m for hver 1000 m, så er stigningen 10 promille eller

$\frac{10}{1000}$ og stigningsmotstanden pr. tonn togvekt blir:

$$\underline{W_s} = \frac{10}{1000} \cdot 10 \cdot 1000 = \underline{100 \text{ N}}$$

Ved kjøring i fall vil vekten trekke toget nedover med en kraft lik stigningsmotstanden.

Kurvemotstanden kommer av bl.a. friksjonen som oppstår mellom hjulflens og skinne, men også av hjulenes uunngåelige glidning i kurver og av friksjonen i boggier og annet som må

bevege seg i forhold til aggregatet under avbøyningen i kurvene.

Kurvemotstanden blir større jo mindre kurveradien er og større jo stivere lokomotivet eller vognen er (konf. den faste akselavstand).

For beregning av kurvemotstanden er det på grunnlag av forsøk stilt opp forskjellige formler. En alminnelig anvendt formel er :

$$W_r = \frac{6500}{R - 50}$$

hvor W_r = kurvemotstand i N pr. tonn

R = kurveradien i m.

For å kunne opprettholde hastigheten i en kurve må trekkraften økes tilsvarende kurvemotstanden.

Den samlede motstand for et tog, blir lik summen av de tre motstander når toget kjører i stigning og samtidig i kurve.

For kjøring av et tog må det ytterligere regnes med to motstander:

- igangsettingsmotstand
- akselerasjonsmotstand

Igangsettingsmotstanden kommer av at det i starten opptrer en motstand mot overgang fra stillstand til bevegelse. Igangsettingsmotstanden er større jo lengre tid materiellet har stått stille og jo lavere temperaturen er. Den opptrer bare i startøyeblikket.

Igangsettingsmotstanden kan erfaringsmessig settes til:

- 200 til 260 N/tonn for lokomotiv med glidelager
- 40 til 70 " " " " rullelager
- 120 til 230 " " " vogner " glidelager
- 15 til 25 " " " " " rullelager

Akselerasjonsmotstanden opptrer bare når hastigheten skal økes. Den er avhengig av togets vekt og akselerasjonens størrelse, dvs. hvor hurtig hastigheten skal økes.

5.3 Trekkraft

Når et lokomotiv trekker vognene i et tog med jevn hastighet, må det i lokomotivets dragkrok virke en kraft som er like stor som togmotstanden for vognene. I tillegg må også lokomotivets egen togmotstand overvinnes. Den kraft som skal til for å bevege hele toget (lokomotiv og vogner) må derfor være større enn trekkraften i lokomotivets dragkrok.

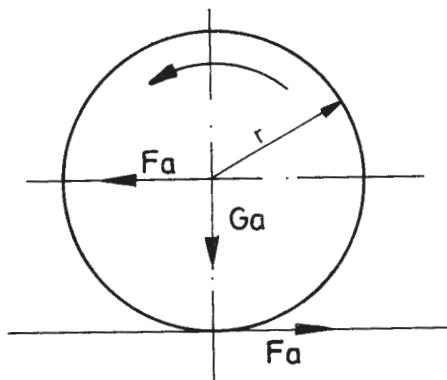


Fig. 5.1

Hvis sirkelen i fig. 5.1 representerer drivhjulene for et trekkaggregat med adhesjonsvekt G_a , og maskintrekkraften søker å dreie hjulene rundt, vil det på grunn av adhesjon oppstå en kraft F_a mellom hjul og skinner.

Grensen for hva som kan utnyttes av maskintrekkraften er bestemt av :

$$F_a = G_a \cdot \mu \quad (\text{my})$$

hvor μ er adhesjonskoeffisienten mellom hjul og skinner, og verdien av μ avtar ved økende hastighet.

Blir maskintrekkraften F større enn F_a vil adhesjonen overvinnes og hjulene slirer på skinnene. Kraften F_a kalles adhesjonstrekkraften som er den største trekkraft et trekk-aggregat kan utnytte målt på drivhjulenes omkrets.

Den til adhesjonsvekten svarende, men mindre trekkraft i dragkroken kalles den effektive trekkraft.

Adhesjonskoeffisienten er bl.a. avhengig av vær og føreforhold og om skinnene er rene og tørre. Den er også avhengig av kjørehastigheten og synker med økende hastighet.

Generelt kan det regnes med følgende verdier for adhesjonskoeffisienten:

- tørre skinner $\mu = 0,18 - 0,25$
- våte skinner $\mu = 0,16 - 0,24$
- glatte skinner $\mu = 0,09 - 0,15$
- ved sanding $\mu = 0,25 - 0,35$

Adhesjonstrekkraften får vanligvis bare betydning ved igangsetting og i sterke stigninger.

Ved større hastigheter er det maskintrekkraften som blir avgjørende

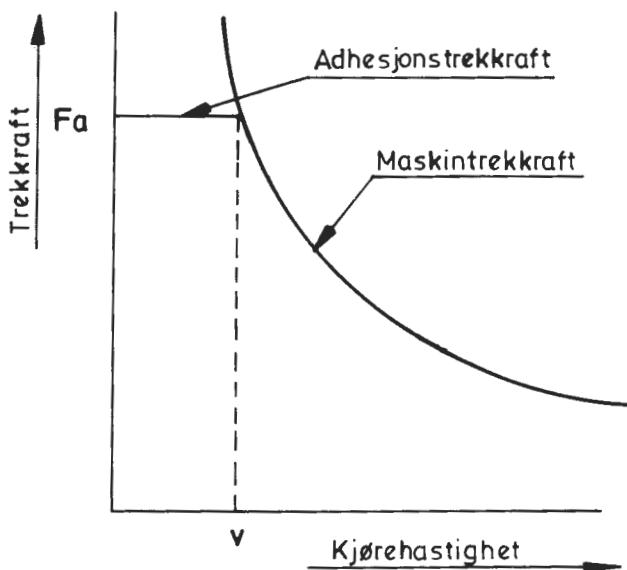
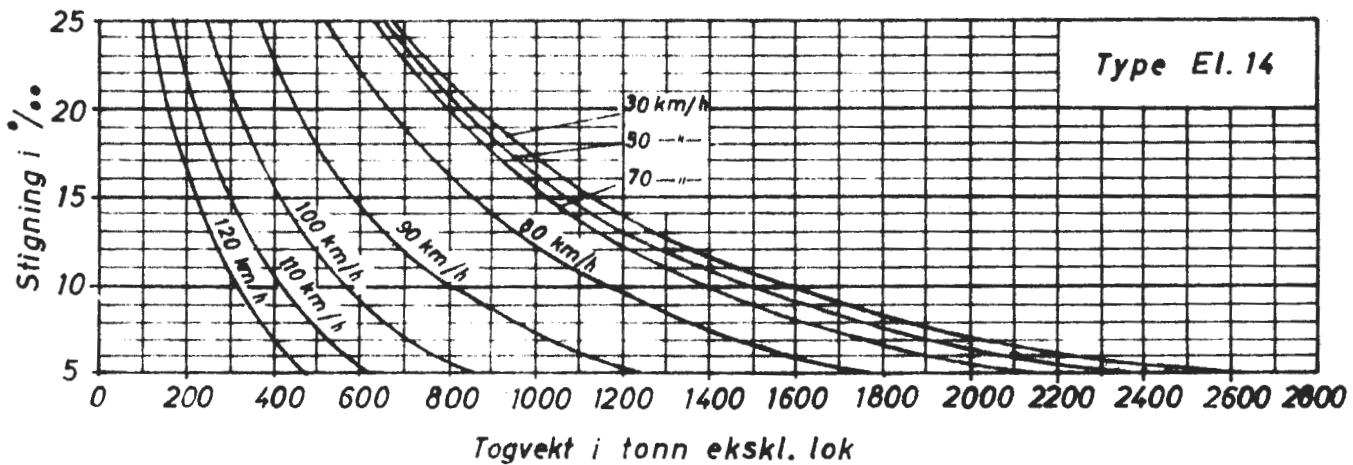


Fig. 5.2

I fig. 5.2 er adhesjonstrekkraften angitt ved en rett horisontal linje, og linjens skjæringspunkt med kurven for maskintrekkraften angir opp til hvilken hastighet v , adhesjonskraften kan nyttas. Ved større hastigheter er maskintrekkraften avgjørende.

Fig. 5.3 viser trekkrafttabell for lok.type El.14 og Di.4.



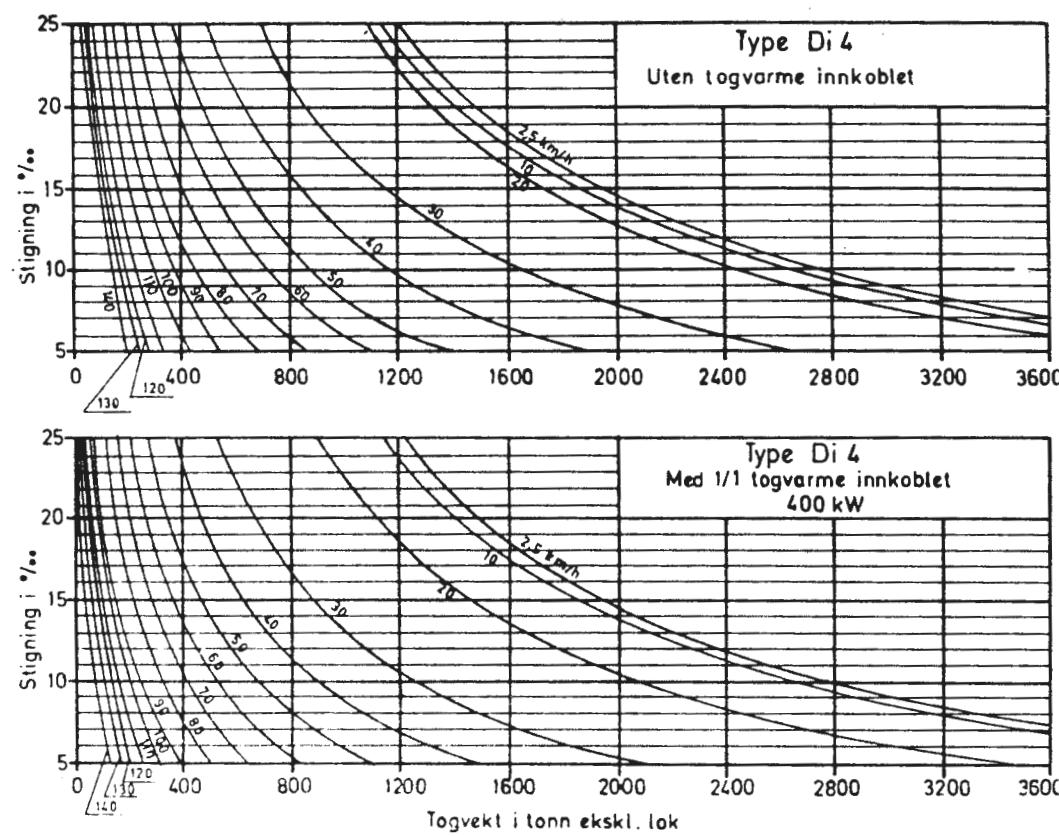


Fig. 5.3

6. HOVEDKOMPONENTER

6.1. Ramme og overbygning

Rammen utgjør den bærende konstruksjon.

Overbygningen omfatter førerrom og maskinrom, og er bygget opp på hovedrammen. Rammen hviler på akselkassene som hjulsatsene er lagret i, men vekten overføres ikke direkte. For å dempe støt fra skinnegangen er det anbrakt bærefjærer mellom rammen og akselkassene. Bærefjærene tar opp det meste av støtkreftene. Rammen vil kunne bevege seg opp og ned i forhold til akselkassene, en avstand tilsvarende fjærspillet.

Rammen med overbygning og utstyr utgjør den avfjærende del av aggregatet. Hjulsatsene med de deler som er direkte forbundet med dem utgjør den ikke avfjærende del. Av hensyn til skinnegangen er det viktig at den ikke avfjærende del har minst mulig vekt.

6.1.1. Rammetyper

Hovedrammer forekommer i forskjellige konstruksjoner. I alminnelighet er de satt sammen av to parallelle bærebjelker eller sidevanger i klinket eller sveiset utførelse. Disse er avstivet med kraftige tverrforbindelser. Endebjelkene er beregnet på og utformet for anbringelse av buffere og draginnretning, og de er bygget slik at de tåler støt- og dragkreftene som oppstår i drift.

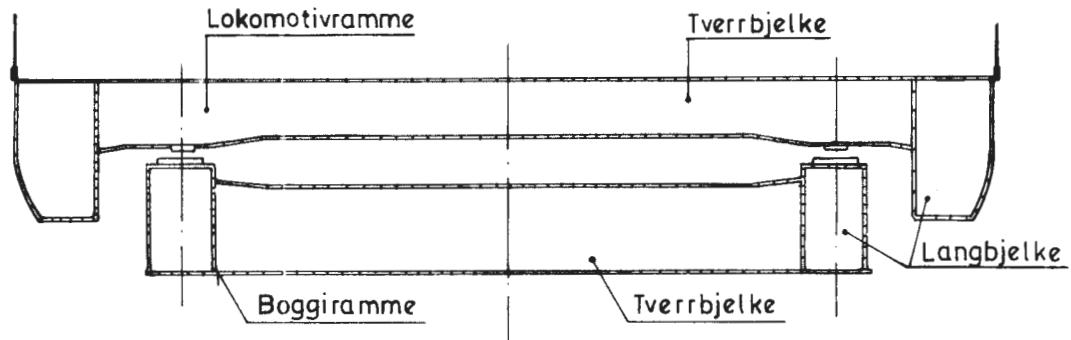


Fig. 6.1.

På boggilokomotiver er lokomotivrammen og boggirammen utført med lukkede profiler som er sveiset sammen av plater. Fig. 6.1. viser et snitt gjennom de to rammene. Ved lukkede profiler oppnås en kraftig konstruksjon med forholdsvis lav vekt.

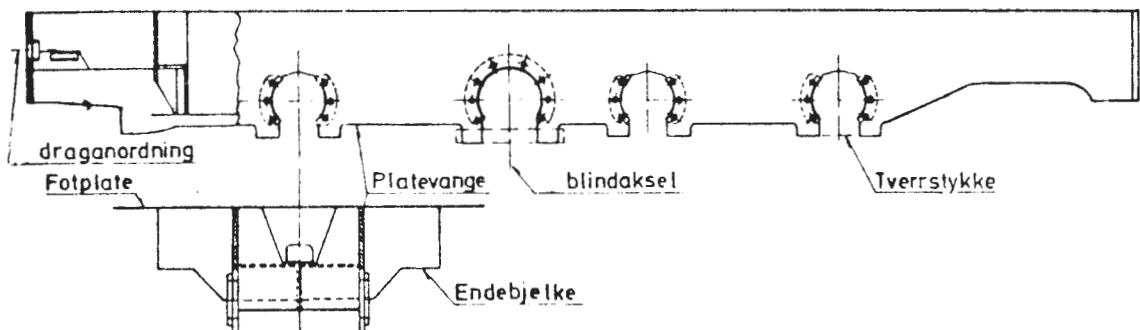


Fig. 6.2.

Fig. 6.2. viser et eksempel på en platerammekonstruksjon. Sidevangene er utført av tykke stålplater stillet på høykant, såkalte platevanger. I tverrforbindelsene benyttes stående eller liggende stålplater.

I sidevangene må det være åpninger for hjulsatsenes akselkasser. I vangeplatene og i avstivningsplatene blir det ofte tatt ut åpninger for lettere å kunne komme til ved ettersyn og dessuten for å spare vekt.

6.1.2. Overbygning

Overbygningen kan være bygget i ett med hovedrammen og danner en bærende enhet sammen med denne. Overbygningen kan også være bygget som en selvstendig enhet festet til hovedrammen.

Overbygningen er i alminnelighet bygget opp av et stålskjelett med utvendig platekledning av stål. For å spare vekt har en del motorvogner skjelett og platekledning av aluminium.

På lokomotiver er overbygningen oftest inndelt i tre rom, med førerrom i hver ende og maskinrom i midten. På lokomotivtyper med ett førerrom, er dette plassert i midten. Motorvognene har ett eller to førerrom.

6.2. Støt- og draginnretninger

Materiellet er i begge ender utstyrt med fjærende støt- og draginnretninger. Fjærene skal dempe virkningen av støt og rykk som materiellet utsettes for under skifting og ved framføring i tog.

NSB har en del materiell utstyrt med automatiske koppel, sentralkoppel, kombinert støt- og draginnretning.

6.2.1. Støtinnretninger - buffere

Som støtinnretninger benyttes sidebuffere, som oftest hylsebuffere.

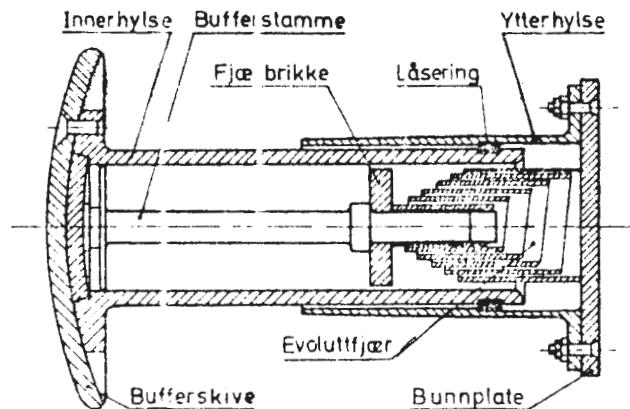


Fig. 6.3.

Fig. 6.3 viser en buffer med to solide stålhyller montert på en bunnplate. Støtkreftene opptas av en evoluttfjær innspent mellom bunnplaten og fjærbrikken. Fjæren er montert med forspenning, dvs. støtkraften må overvinne forspenningen før bufferen kan trykkes sammen. Forspenningen opptas av en låsing som ligger i et spor i innerhylsen og støter mot en ansats i ytterhylsen.

Ved ringfjærbufferen vist i fig. 6.4. opptas støtkraften av en ringfjærssats.

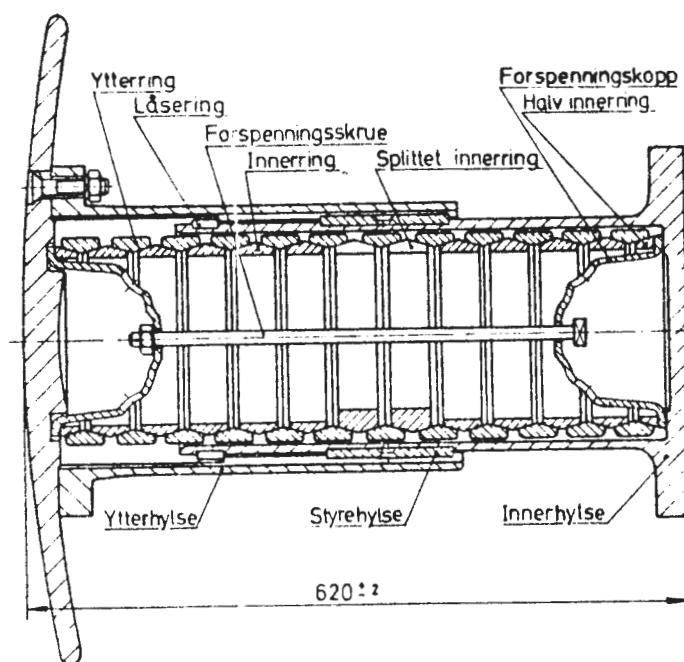


Fig. 6.4.

Ringfjærssatsen består av en rekke stålninger lagt mot hverandre med skrå anleggsflater. Fjæringen oppnås ved å utnytte elastisiteten i ringene. Ved bufferstøt vil den enkelte ring sprenges ut eller sammentrykkes i forhold til naboringene, og hele ringsatsen virker som en fjær. For å gjøre den første del av fjæringen noe svakere er et par ringer i satsen splittet. Foruten å være fjærende elementer mellom vognene skal bufferne dempe de langsgående svingninger som oppstår når materiellet støter mot hverandre. Dempningen oppnås ved å la friksjonen i bufferfjærerne "spise opp" bevegelsesenergien.

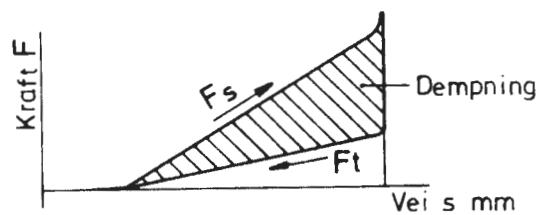


Fig. 6.5.

Ca. 2/3 av den tilførte energi under bufferstøtet vil, på grunn av friksjonen mellom ringene, brukes opp (går over i varme) under sammentrykkingen. Fig. 6.5. viser at sammentrykkingen krever en kraft F_s , mens kraften ved tilbake-

spennet bare er Ft. Forskjellen er et mål for dempningen.

6.2.2. Draginnretninger - dragkroker og skrukoplinger

På trekkaggregater består draginnretningen av en avfjæret dragkrok med dragstang. Dragkroken er smidd i ett med dragstangen, se fig. 6.6.

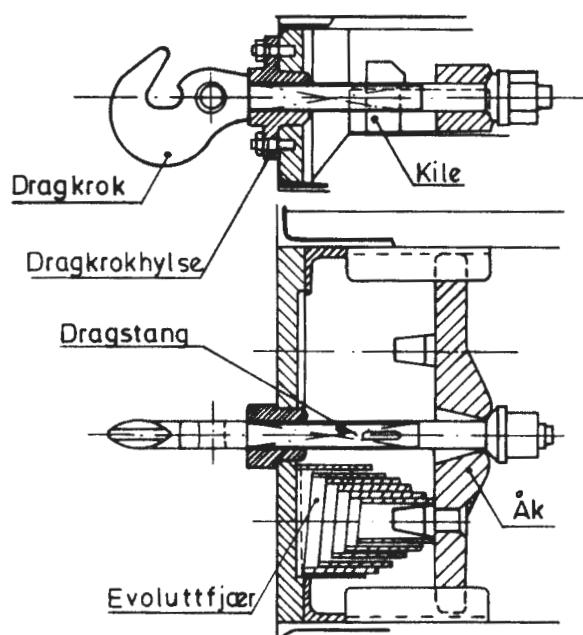


Fig. 6.6.

Dragstangen er ført gjennom en dragstanghylse i bufferbjelken. Trekraften overføres til bufferbjelken gjennom et åk og to evoluttfjærer. Fjærene er montert med forspenning. I dragstangen er det en kile, (se fig. 6.6.) som skal hindre at stangen trekkes ut i tilfelle brudd eller om mutteren skrus av.

På lettere materiell benyttes draginnretning med bare én, sentralt anbrakt, fjær.

På en del trekkaggregater brukes draginnretning med gummi-fjærelementer i stedet for evoluttfjærer, se fig. 6.7.

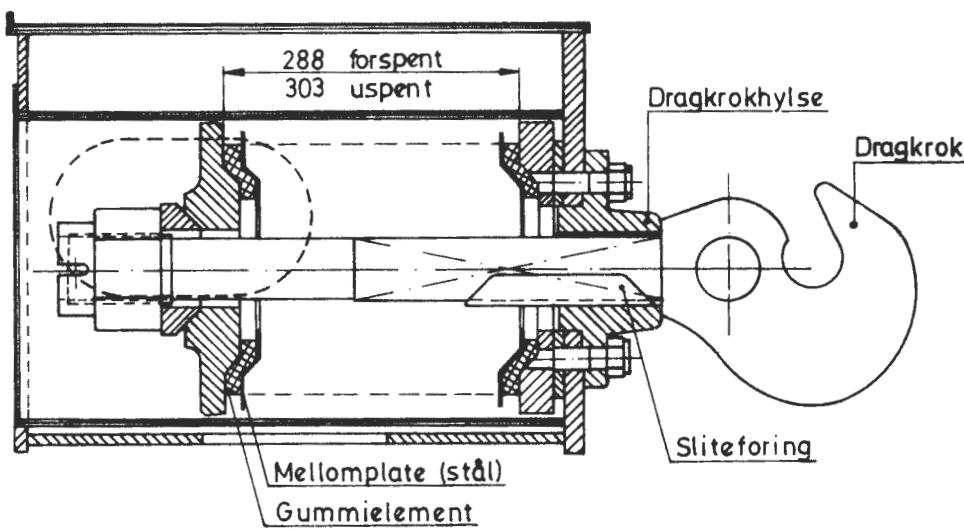


Fig. 6.7.

Gummifjærene som består av gummielementer og mellomplater, er spent fast mellom en forplate og en bakplate, og det hele er lagt inn i en sylinderisk føring. For øvrig finnes de samme komponenter som i den tradisjonelle draginnretning. Det brukes også draginnretninger med ringfjæring.

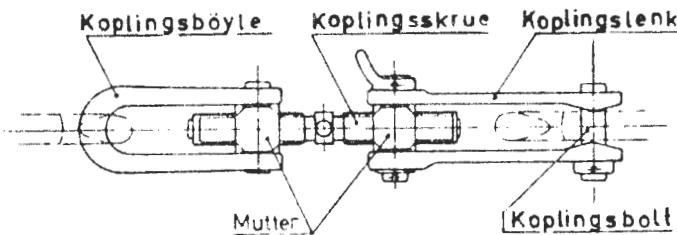


Fig. 6.8.

Skrukoplingen, fig. 6.8., er opphengt i dragkroken ved hjelp av en koplingsbolt. Koplingsskruen har høyregjenger i den ene enden og venstregjenger i den andre og går i to tilsvarende muttere.

6.3. Hjultyper

Hjulene kan enten være utført som særskilte hjulsenter med påkrympede hjulringer, eller som helhjul hvor hjulsenter og hjulbane er i ett stykke. Det brukes også hjul med gummifjær-

elementer mellom hjulsenter og hjulring (SAB-hjul).

Hjulsenteret utføres av støpestål med nav, eker og felg, se fig. 6.9. som viser et drivhjul for koplet stangdrift. Hjulet har eget nav for driv- eller kopletapp og en motvekt for utbalansering av frie roterende masser. Hjulene på samme hjulsats er montert 90° forskjøvet i forhold til hverandre og deres stilling er sikret med kiler.

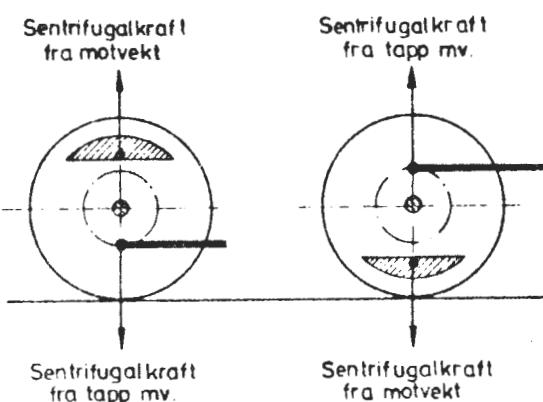


Fig. 6.9

Frie roterende masser er masser som ligger på den ene siden av hjulsatsens akse uten at det er like store og ensliggende masser på den annen side. Når hjulene roterer fremkaller massene sentrifugalkrefter som, hvis de ikke utbalanseres, kan bli meget store.

For å hindre denne virkning anbringes så store motvekter i hjulsentrene at de frambringer en like stor, men motsatt rettet sentrifugalkraft - en utbalansering.

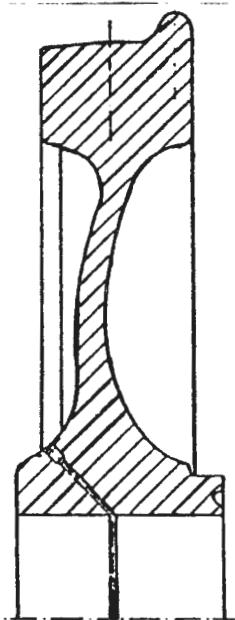


Fig. 6.10

Fig. 6.10 viser et snitt gjennom et helhjul, dvs. et hjul hvor hjulsenter og hjulbare er støpt eller presset i ett. Partiet mellom ring og nav er utført som en skive. Hjulet har børing for oljeavpressing.

6.3.1. Hjulprofiler

Løpeflatene er koniske og på innersiden utstyrt med en flens - hjulflensen, fig. 6.11. Årsaken til at hjulsatsen på rettlinje søker å innstille seg midt i sporet, er løpeflatenes koniske form.

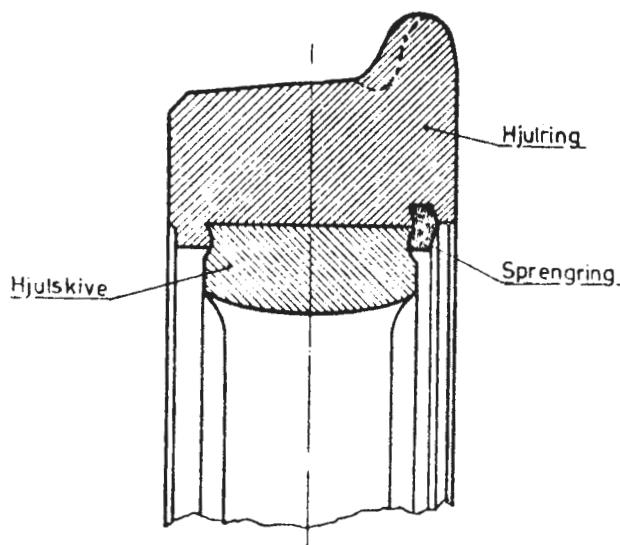


Fig. 6.11.

På trekkaggregater med flere hjulsatser lagret i samme rammme avdreies hjulflensen på enkelte hjulsatser for å få en bedre gange gjennom kurver. I fig. 6.11. er profilet av avdreiet flens vist med prikket linje.

6.3.2. Aksler

Hjulakslene er under kjøringen utsatt for store påkjenninger, både bøyning og vridning som skyldes vektoverføring, trekk- og bremsekrefter samt støt fra skinnegangen.

Ved NSB benyttes smidde, kompakte stålaksler som er omhyggelig bearbeidet, eller de kan være utført som hulaksler. En finbearbeidet overflate gir større sikkerhet mot akselbrudd enn en grovarbeidet overflate. Erfaringene viser at skrammer eller sår i overflaten kan føre til utmattingsbrudd.

På trekkaggregater kan akslenes bæretapper ligge enten innenfor eller utenfor navseter. For å oppta aksielle krefter fra lagrene er det dreiet brystninger. Det er viktig at overgangen fra lagertapp til brystning (hulkilen) er riktig utformet, også for å forhindre utmattingsbrudd.

Med bevegelige aksler forstås hjulsatser som er aksiert for-

skyvbare slik at de kan forskyves i forhold til rammen de er lagret i. Bevegelige aksler benyttes for å lette kjøringen gjennom kurver.

6.3.3. Oppbygging av hjulsatser

Ved påpressing av hjulsentrene eller ved innpressing av driv/kopletapper i hjulene brukes meget høye trykk.

Når hjulet festes på akselen ved påkrympning, oppvarmes hjulet til ca. 250 °C før innføring på akselen. Ved denne metoden er hjulnavet dreid innvendig til noe mindre diameter enn akselen. Forskjellen i diameter kalles krympningsmonn og er fra 1,1 til 1,4 mm pr. 1000 mm diameter.

Hjulnavet utvider seg ved oppvarming. Når det avkjøles trekker det seg sammen og klemmer seg fast på navsetet.

Hjulringene festes også ved påkrympning. Ringene er sikret mot å falle av ved hjelp av sprenginger, se fig. 6.11. Sprengingen blir etter påkrympningen lagt inn i et spor i hjulringen og kanten av denne blir presset inn slik at sprengingen blir sittende helt fast.

På aksler og hjulringer skal det stålverk som leverer delene, stempe inn stålverkets navn, fabrikasjonsår og charge-nr. På akslene foretas stempelingene på akslenes ender. Innstemplinger inne på akslene er ikke tillatt, dette kan føre til akselbrudd.

6.3.4. Hjulslitasje - Skader på hjul

Det er fastsatt grensemål for hjulringens profil før hjuldreiling er nødvendig, se fig. 6.12. Hjulslitasjen kan ha forskjellige former:

- hjulbanen har fått hulløp med såkalt falsk flens
- for tynn eller for høy flens

- skarp kant ytterst
- for steil flensflanke (for stor flensvinkel)

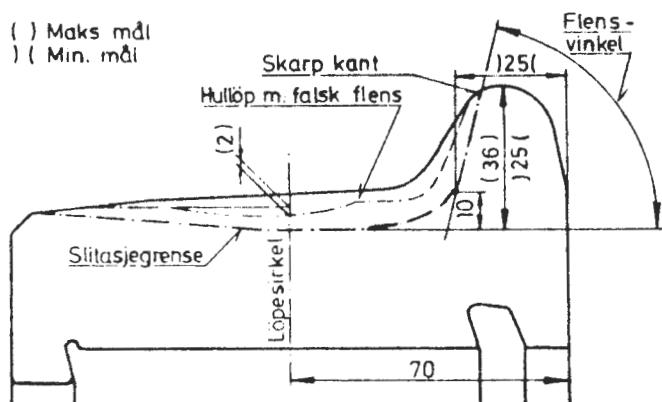


Fig 6.12.

Minste tillatte flenstykkelse er 25 mm. Ved bedømmelse skal begge hjulringprofilene på den enkelte hjulsats opptegnes og vurderes sammen. Ved forskjellig tykkelse av flensene på de to hjul, er den minste tillatte flenstykkelse 20 mm, under forutsetning av at summen av flensenes tykkelse er minst 50 mm.

Både for hjulringer og helhjul er det fastsatt minste mål for hjulbanetykkelsen. Helhjul kan slites noe mer ned enn hjulringene.

6.4. Akselkasser og aksellager

På akselkassene virker foruten de vertikale belastninger også horisontale krefter, både i lengderetning - driv og bremsekrefter - og i sideretning fra skinnegangen.

Akselkassene forekommer i forskjellige konstruksjoner avhengig av lage-type m.m.

6.4.1. Glidelager

Glidelagere er forholdsvis enkle og billige, men krever hyppige ettersyn og fornyelser.

En akselkasse med glidelager for innvendig akseltapp er vist i fig. 6.13.

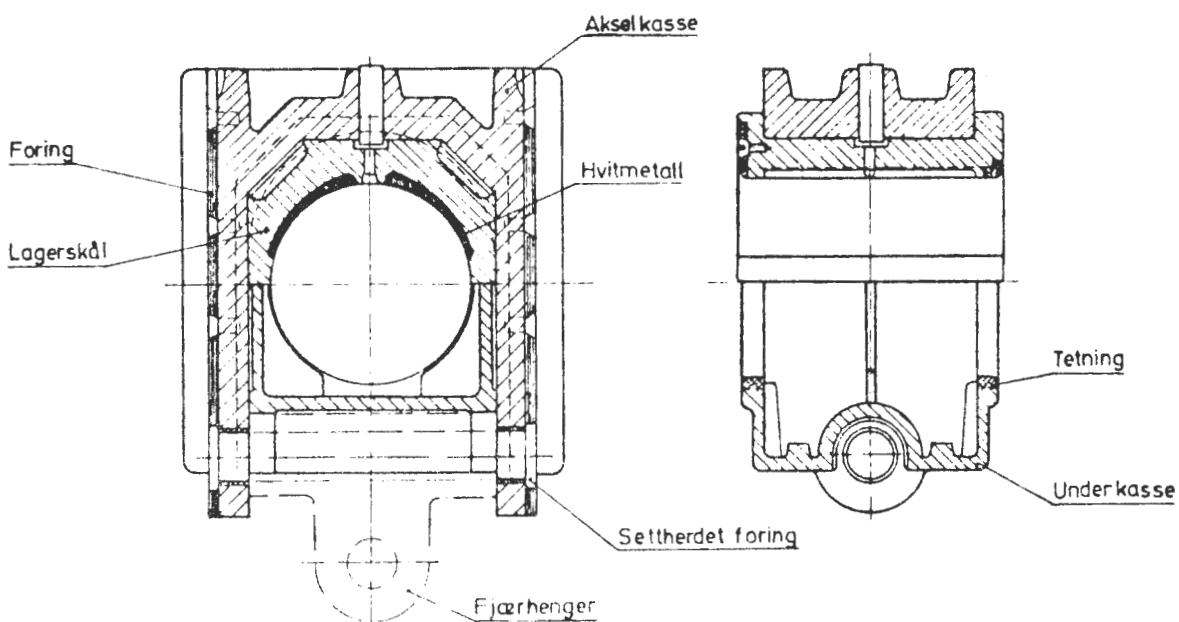


Fig. 6.13.

Akselkassen er utført av støpestål. Kassens føringsflater mot akselkasseføringene er utstyrt med bronseforinger for å lette vedlikeholdet. I kassen er det innlagt en lagerskål av bronce. For å minskе friksjonen, er lagerskålene istøpt hvitmetall på bæreflatene. I toppen av kassen er det smøre-hull.

Bærelagere har bare overskål. Under omsluttes tappen av en underkasse, formet som oljebeholder. I underkassen er det anbrakt en smørepute som av fjærer trykkes mot tappen. For å hindre at olje skvalper ut og støv fra å trenge inn, slutter underkassen så tett som mulig mot tappen.

6.4.2. Kule- og rullelager

I kule- og rullelager fås betydelig mindre friksjon enn i glidelager. Bruk av rullelager som bærelager for rullende materiell gir lettere igangsetting og med samme trekkraft kan det framføres større og tyngre tog.

Slitasjen i kule- og rullelager er meget liten og de har derfor lang levetid. Lageret fylles ved montering med spesielt lagerfett og kan gå til neste revisjon uten ytterligere smøring eller annet tilsyn.

Ved montering er det viktig at lageret er helt rent, at akselkassen er tett, og at lageret ikke fylles med mer fett enn foreskrevet.

Elektrisk strøm må ikke ledes gjennom kule- og rullelagere, den vil brenne sår i lagerflatene.

I bærelagere benyttes bare rullelagere. Et rullelager består av to ringer, innerring og ytterring, en eller to kranse med ruller og rulleholder for å holde rullene adskilt. Ruller og ringer er utført av herdet legert stål, slik at rulleflatene er meget harde. Holderne kan være utført enten av bronse eller stål.

På jernbanemateriell benyttes både sfæriske - og sylinderiske rullelager. Sfæriske lager har alltid to lagerruller med felles løpebane i ytterringen og løpebanen utgjør en del av en kuleflate. Denne type rullelager kan oppta en betydelig aksial belastning.

Fig. 6.14. viser en akselkasse med sfærisk rullelager.

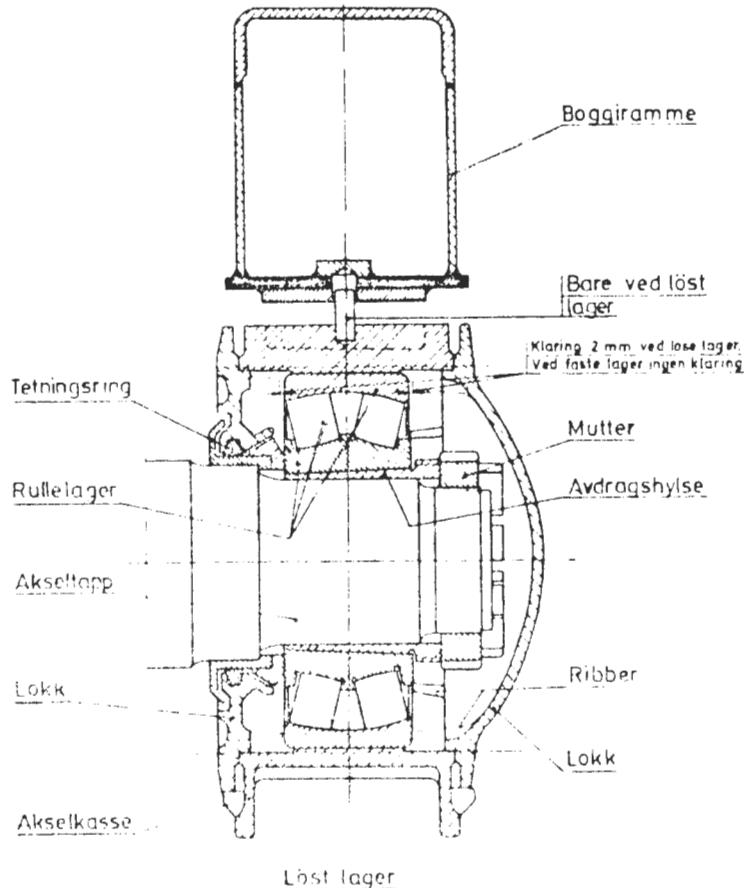


Fig. 6.14.

Akselkassen er utført i støpestål, men kan også være utført i annet metall. Figuren viser ytterringen klemt fast mellom ribber på lokkene, enten helt fast (fast lager) eller med en liten klarering mellom ring og ribber (löst lager). På enkelte lokomotiver benyttes fast og löst lager avvekslende på høyre og venstre side for de enkelte hjulsatser. Det faste lageret alltid på samme side som tannhjulsdriften. Akselkassen er alltid utstyrt med en tetningsanordning inn mot akselen.

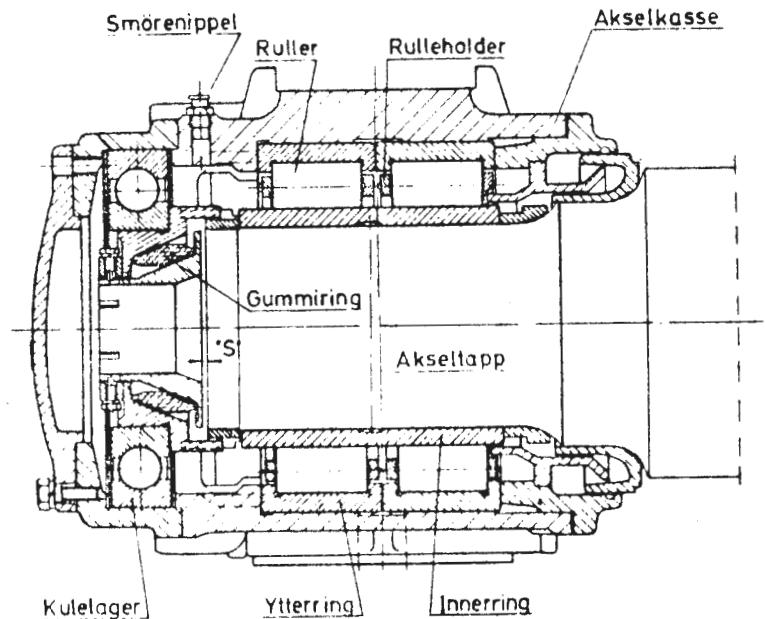


Fig. 6.15.

Fig. 6.15. viser et eksempel på en akselkasse med sylinderisk dobbelt rullelager med felles helt glatt innerring. Rullene kan gli aksielt på innerringen, dvs. et radiallager. Aksialkraften opptas av et sporkulelager. For å oppnå en elastisk overføring av aksialkraften er det mellom akseltappen og kulelageret lagt inn en gummiring. Akselen kan forskyves klaringen "S" før gummiringen aktiviseres.

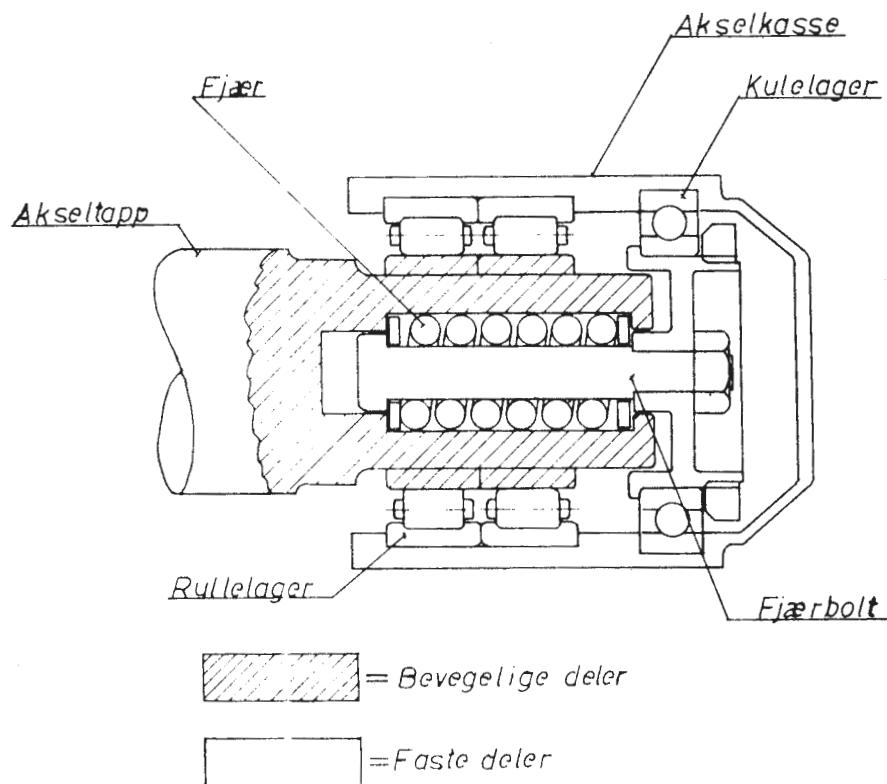


Fig. 6.16.

Fig. 6.16. viser en akselkasse som benyttes på aksielt forskyvbare hjulsatser. Akselkassen har to sylinderiske rullelagere montert inntil hverandre, og rullene er forskyvbare på innerringen. Aksialkreftene opptas av et kulelager via en kraftig fjær montert i en utboring i akseltappen. Fjærene blir trykkelastet i begge aksielle bevegelsesretninger, for hjulsatsen og fjærene på begge sider vil være med på å sentrere akselen.

6.5. Akselkasseføringer

Lokomotivrammen eller boggirammen hviler over fjærer på akselkassene. For at rammen skal kunne bevege seg opp og ned tilsvarende fjærspillet, må rammen være ustyrt med vertikale føringer - akselkasseføringer - som gir akselkassene en sikker styring i rammen.

6.5.1. Plane føringer

Fig. 6.17 viser et eksempel på utførelse av akselkasseføringer i forbindelse med platerammer.

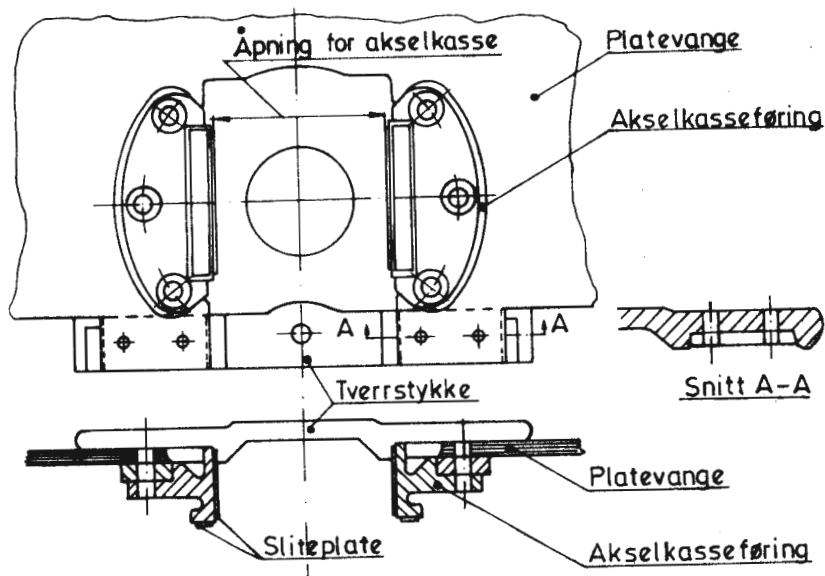


Fig. 6.17.

Akselkasseføringene er anbrakt i åpninger som er tatt ut i vangeplatene, og er utført som brede føringer av stålstøpe-gods med kraftige flenser. Utskjæringene for akselkassene svekker vangeplatene, og for å kompensere dette blir vangen under åpningene holdt sammen av kraftige tverrstykker av stål. Ved løfting av hele lokomotivet tjener tverrstykrene til å bære akselkassene med hjulsatsene.

6.5.2. Sylindriske føringer

En akselkasse med sylinderiske føringer er vist i fig. 6.18.

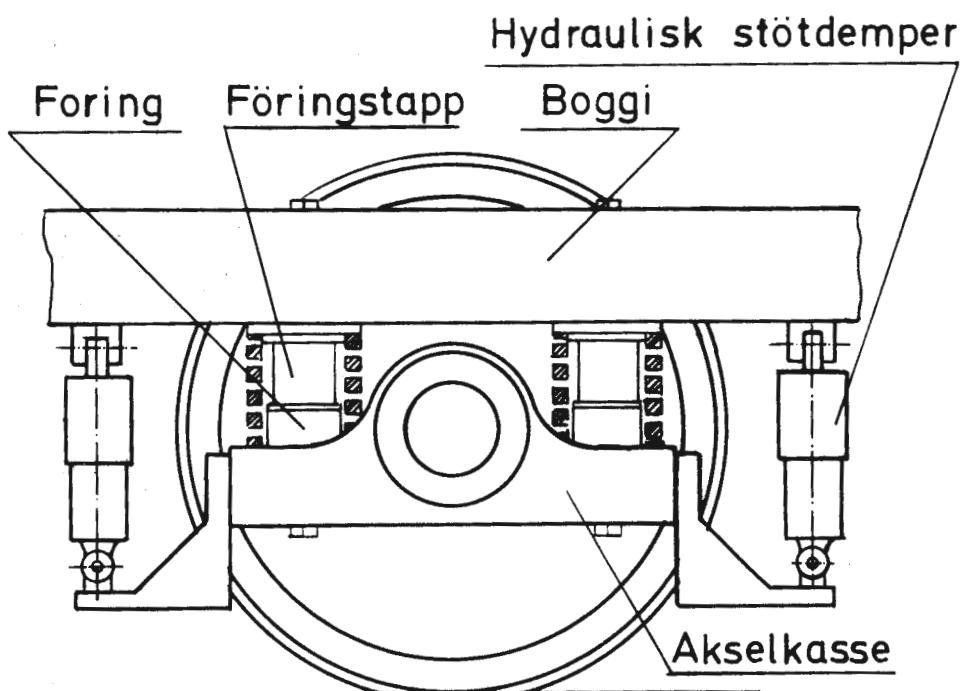


Fig. 6.18.

For hver akselkasse er det to skruebærefjærer og føringerne består av sylinderiske føringstapper festet i boggirammens sidebjelker. Føringsstappene glir i bronseforinger som over gummiforinger, "Silentblocks", er festet til fjærsetene. Bronseforingene smøres fra støvtette oljebad.

For å dempe skruefjærernes svingbevegelser er det anordnet hydrauliske støtdempere, fordi skruefjærer i motsetning til bladfjærer har liten indre friksjon.

6.5.3. Klaringsløse føringer

På enkelte aggregattyper benyttes gummi-fjærelementer, se fig. 6.19.

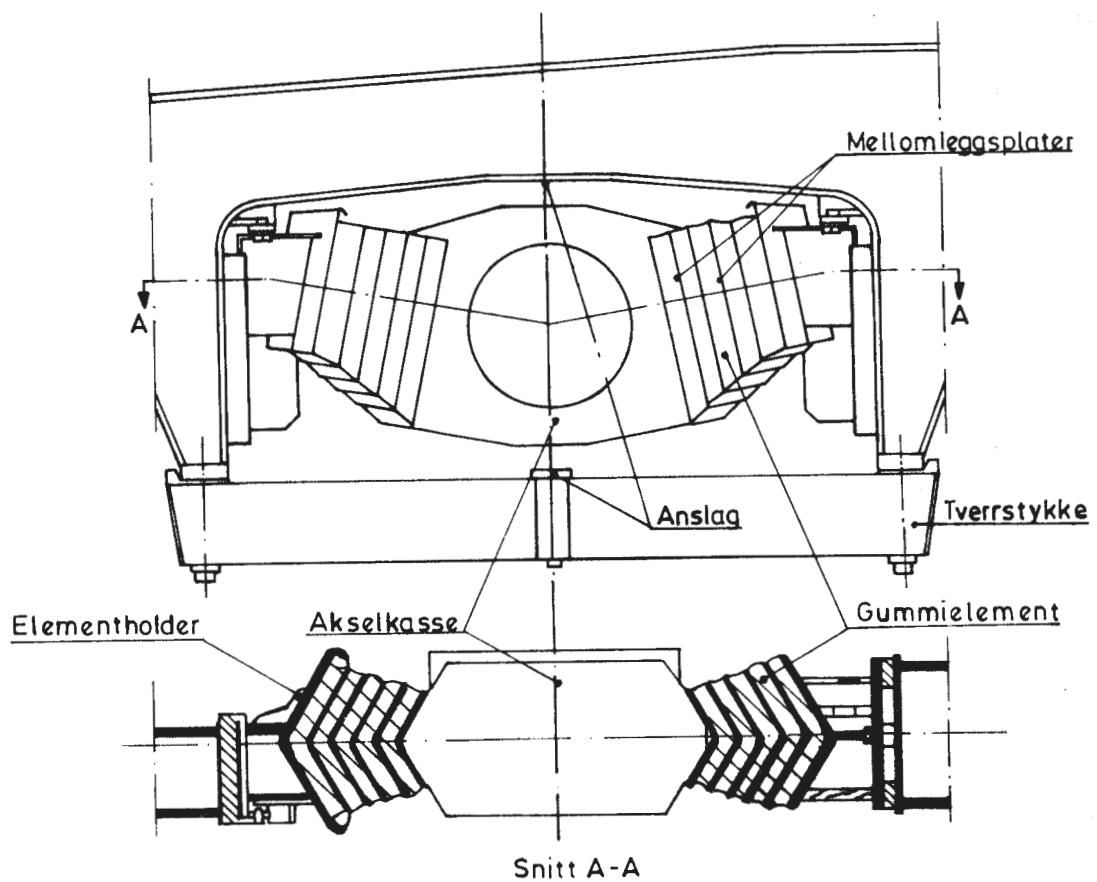


Fig. 6.19.

Gummielementene opptar kreftene både i lengderetningen og sideretningen, foruten de vertikale kreftene. Førringene er bygget opp av gummi vulkanisert fast til innlegg av stålplater. Stålplatene er V-formet for å kunne opta sidekreftene. En viss sideforskyvning skjer ved elastisk deformasjon av gummielementene.

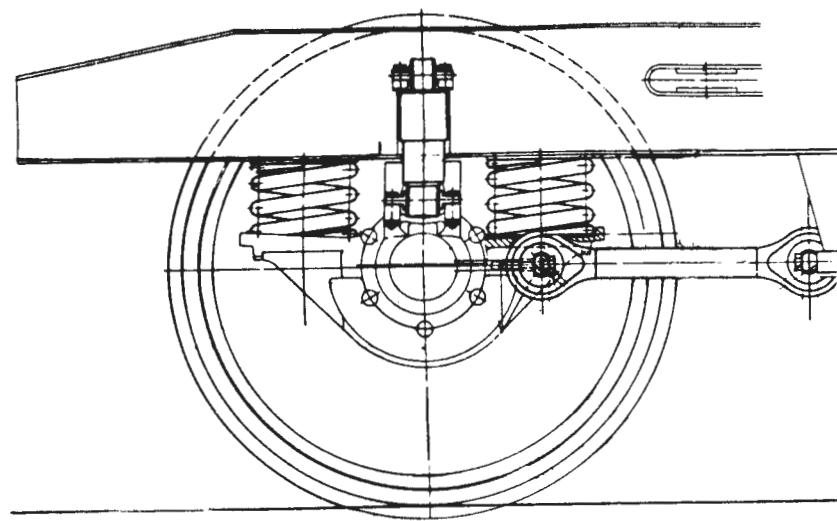


Fig. 6.20.

Fig. 6.20 viser en akselkasseføring hvor boggirammen ligger på skruefjærer med anlegg mot akselkassen. Akselkassen styres av langsgående gummilagrede aksellenker fra boggirammen. Føringen tillater et visst sideutslag.

6.6. Bærefjærer og støtdempere

Bærefjærenes oppgave er å oppta og dempe de støt som materiellet påvirkes av under kjøringen. En god avfjæring har gunstig virkning på kjøreegenskapene, slitasjen og vedlikeholdet.

Som bærefjærer benyttes bladfjærer, skruefjærer og tildels gummielementer.

6.6.1. Bladbærefjærer

Bladfjærer er bygget opp av enkeltblader som under fjæring glir mot hverandre, og bladfjærer har derfor stor indre friksjon. Svingninger etter et støt vil hurtig opphøre.

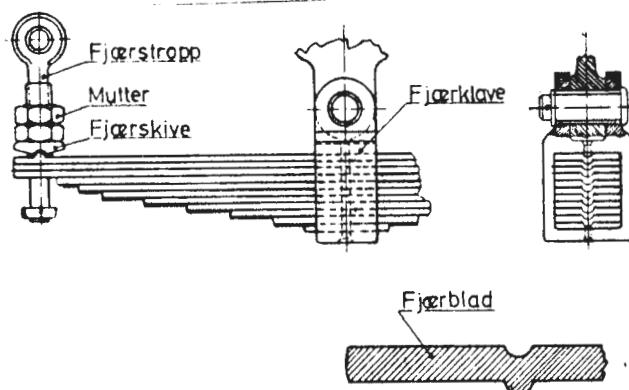


Fig. 6.21.

Bladfjærer er bygget opp av flere fjærblad av forskjellig lengde, se fig. 6.21. Bladene holdes sammen på midten av en fjærklave som er krympet på.

Fjærbladene lages av fjærstål og herdes omhyggelig. De har langs hele oversiden en rille og langs undersiden en motsvarende ribbe for å hindre sideforskyvning. For å hindre lengdeforskyvning er det enten satt en stålpinne gjennom bladene i klaven, eller de enkelte blader har midt på oversidene en fordypning og en motsvarende vorte på undersiden.

Fjærklaven er enten opphengt i eller opplagt på akselkassen. Aggregatets vekt overføres til bærefjærene gjennom fjærstropper. Fjærstroppen har som regel gjenger og muttere for å kunne regulere lokomotivkassens eller boggiens høyde over skinnetopp.

6.6.2. Skrubærefjærer

På grunn av liten indre friksjon brukes skrubefjærer sjeldent alene som hovedbærefjærer.

Ved bruk av skrubefjærer som bærefjærer må det nytties egne dempeanordninger for å dempe vertikale svingninger. For sikker føring av materiellet er det nødvendig med demperer hvor dempekraften øker med bevegelsens hastighet.

Som enkeltfjær har skruefjæren såkalt lineær karakteristikk, dvs. fjærkraften øker proporsjonalt med sammentrykningen. Ved at flere fjærer legges inni hverandre og hvor den indre fjær er kortere enn den ytre, oppnås såkalt progressiv fjæring. Ved økning av lasten kommer ved et visst punkt også den indre fjæren til virkning og det fås en markert økning i fjærkraften.

6.6.3. Hydrauliske støt- og svingningsdempere

For å bidra til å dempe virkningen av vertikale svingninger ved bruk av skruefjærer som bærefjærer, er det behov for spesielle dempeanordninger.

En ofte benyttet dempeanordning er hydrauliske dempere. De er som oftest dobbeltvirkende og bygget som teleskopdempere, se fig. 6.22.

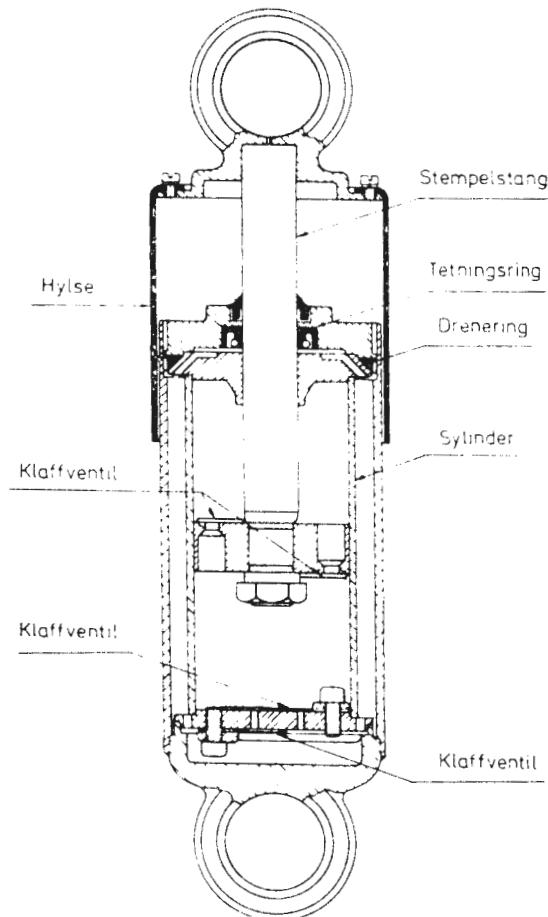


Fig. 6.22.

Ved sammentrykking beveges stemplet nedover. Oljen under stemplet presses gjennom venstre klaffventil til oversiden av stemplet. Hvis bevegelsen er rask, fortrenget noe olje gjennom klaffventilen i bunnen av støtdemperen. Motstanden som oljen møter er bestemmende for dempekraften.

Ved forlengelse beveges stemplet oppover. Oljen over stemplet utsettes for trykk og presses gjennom høyre klaffventil i stemplet til undersiden. Samtidig kompenseres volumøkningen under stemplet ved at olje fra ytre beholder strømmer gjennom høyre klaffventil. Motstanden som oljen møter bestemmer dempekraften.

Hydrauliske støtdempere benyttes også for å motvirke svingninger i sideretningene.

6.6.4. Fjærbalanser på stivrammeaggregater

Hvis alle fjærer var direkte forbundet med rammen, ville lokomotivet få urolig gange på ujevn skinnegang. For å unngå dette blir to eller flere fjærer innbyrdes forbundet med hverandre ved fjærbalanser, se fig. 6.23.

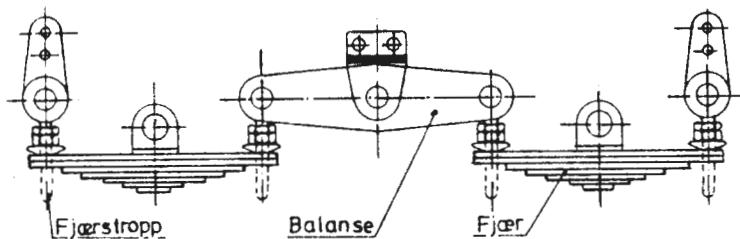


Fig. 6.23.

En fjærbalanse er en vektarm, som på midten eller nær midten er dreibart festet til rammen og som i begge ender er forbundet med endene av de to nærmeste fjærer.

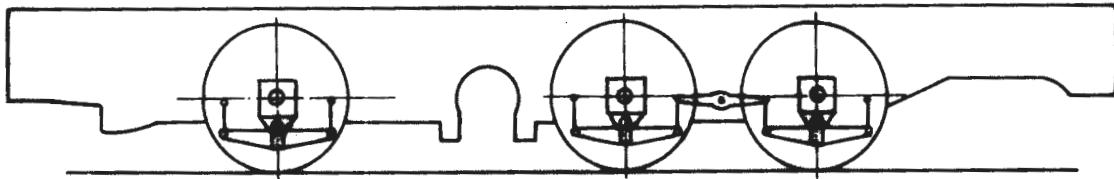


Fig. 6.24.

Fjærene og balansene er i alminnelig forbundet slik at de utgjør høyst fire grupper, dvs. to grupper på hver side. Fig. 6.24. viser eksempler på hvordan fjærer og balanser kan ordnes i grupper.

6.7. Smøreanlegg

6.7.1. Smøringens grunnprinsipper

For å forstå hvordan et smøremiddel virker er det nødvendig å vite noe om metalloverflatens beskaffenhet. Selv ved bruk av de mest moderne poleringsmetoder blir en metallflate aldri helt glatt. Sett under mikroskop, består en slik overflate av ujevnhetar som "fjelltopper og daler". Hvis to slike tørre flater legges mot hverandre, vil ujevnhetene hindre at flatene kan gli mot hverandre. Motstanden mot glidning kalles friksjon, og for å få istand en glidebevegelse trengs en tilstrekkelig stor kraft. For å hindre metall-mot-metall kontakt, må metallflatene fullstendig adskilles. Dette oppnås ved at et kontinuerlig sjikt av passende smøremiddel tilføres glideflatene, se fig. 6.25.

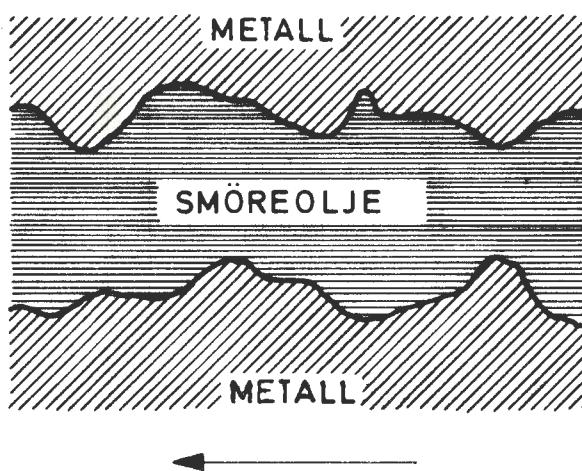


Fig. 6.25.

Fig. 6.26. viser et aksellager hvor rotasjonen forårsaker at oljen trekkes inn under akselen og løfter denne slik at den hviler på en oljefilm. Selv om oljefilmen er meget tynn er den tykk nok til å hindre metallisk kontakt.

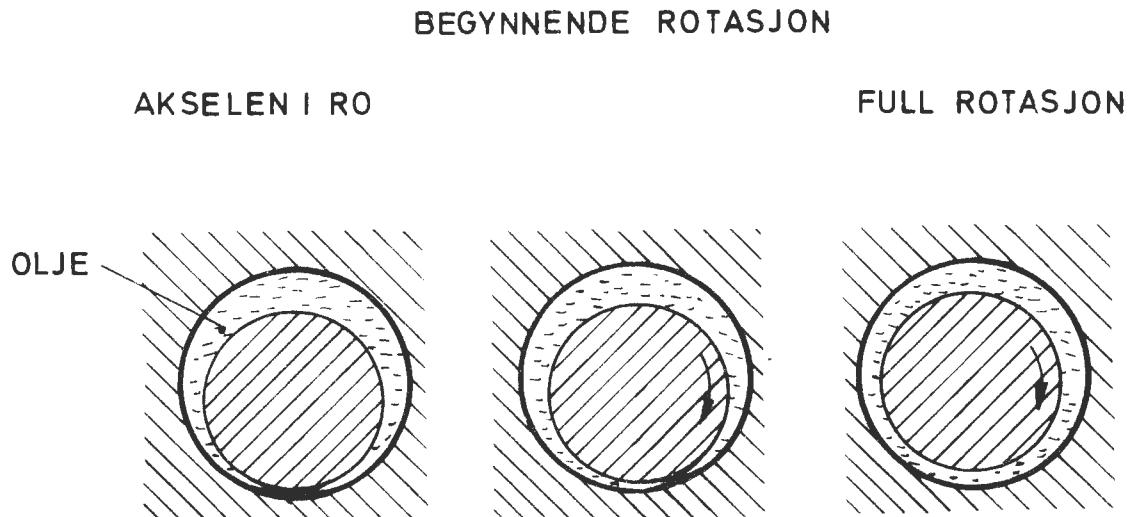


Fig. 6.26.

Så snart rotasjonen opphører, vil akselen på grunn av tyngden synke gjennom oljefilmen og metallflatene kommer i direkte kontakt med hverandre.

Det kan forekomme at smøringen svikter, i så fall forårsaker dette at friksjonen og varmeutviklingen blir for stor. Temperaturen kan bli så høy at ujevnhetene smelter med etterfølgende ødeleggelse av metallflaten.

Det er derfor vanlig å støpe lagrenes glideflater av et lagermetall som er bløtere enn materialet i akslene. Hvis smøringen skulle svikte, vil lagermetallet slites eller smelte først.

6.7.2. Smøreolje og smørefett

Smøreoljens viskositet (flyteevne) er bestemmende for dens anvendelsesområde.

Ved siden av å redusere friksjonen og slitasjen, skal den virke som et kjølemiddel. Videre skal den hindre korrosjon, tette mot innntrengning av forurensninger og fuktighet og rense de bevegelige deler.

En smøreolje er som regel å foretrekke som smøremiddel. Imidlertid finnes det driftsforhold hvor oljen lett vil kunne renne ut, i slike tilfeller foretrekkes smørefett som smøremiddel.

Både smøreoljer og smørefett kan generelt forbedres og tilpasses ønskede formål ved hjelp av kjemiske stoffer. Et smøremiddel kan inneholde et eller flere tilsetningsmidler i varierende mengder.

Det brukes tilsetninger for å tilføre smøremidlet ønskede egenskaper som:

- god beskyttelsesevne mot korrosjon
- god adhesjonsevne
- liten skumdannelse
- lavt stivnepunkt
- lite sot og bekannelser m.m.

6.7.3. Smøring

Det er viktig at trekkaggregatene smøres forskriftsmessig. For trekkaggregatene er det utarbeidet smøreskjemaer som angir alle smøresteder, hvilket smøremiddel som skal brukes, når det skal smøres, dosering m.m.

6.7.4. Smørekopper

Den enkleste form for smøring er ved hjelp av smørekopper innredet for vekesmøring.

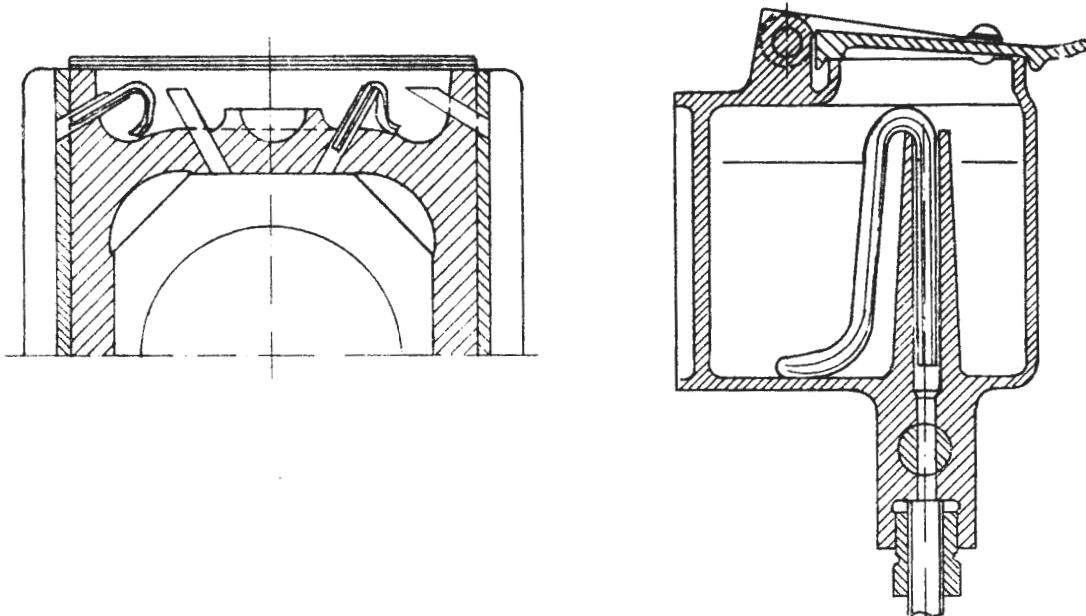


Fig 6.27.

Fig. 6.27. viser eksempler på smørekopper for vekesmøring. Veken, som er av ullgarn, må føres så langt ned i smørerøret at vekens ende ligger lavere enn oljenivået i koppen (hevert virkning). Metoden er uøkonomisk idet smøringen foregår så lenge veken er i smørerøret og det er olje i koppen.

På koplestang- og veivlagere er smørekoppen i alminnelighet innrettet for skvettsmøring, se fig. 6.28.

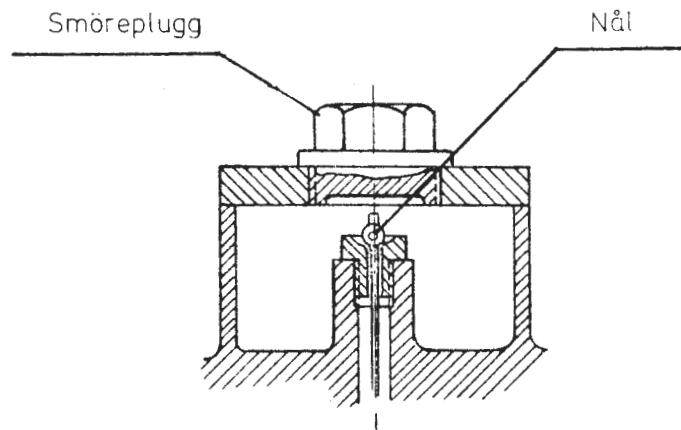


Fig. 6.28.

Under kjøring slynges oljen omkring i koppen og renner langs nålen ned i oljerøret. Ved å skifte inn nåler med forskjellig tykkelse, kan oljetilførselen forandres. Systemet gir smøring bare under kjøring og unødig oljeforbruk unngås.

6.7.5. Sentralsmøreanlegg

En del lokomotiver er utstyrt med sentralsmøreanlegg for smøring av en eller flere komponenter.

6.7.6. Hjulflenssmøring

Til hjulflenssmøring benyttes en smøreinnettning hvor smøremidlet tilføres fra en pumpe. Smøremidlet sprøytes ved hjelp av trykkluft i en skarp stråle mot hjulflensens anløpsflate. Foruten hjulflensen smøres også innersiden av skinnehodet ved berøring med hjulflensen. Påsprøytingen gjentas automatisk etter en bestemt kjørt strekning.

Det er bare det førende hjulpar i kjøreretningen som blir smurt.

Type "De Limon"

Smøreinntretningen består av en fettpumpe med en sprøytedyse for hver flens som skal smøres, se fig. 6.29. utstyret er montert på trekkaggregatets ramme eller boggiramme.

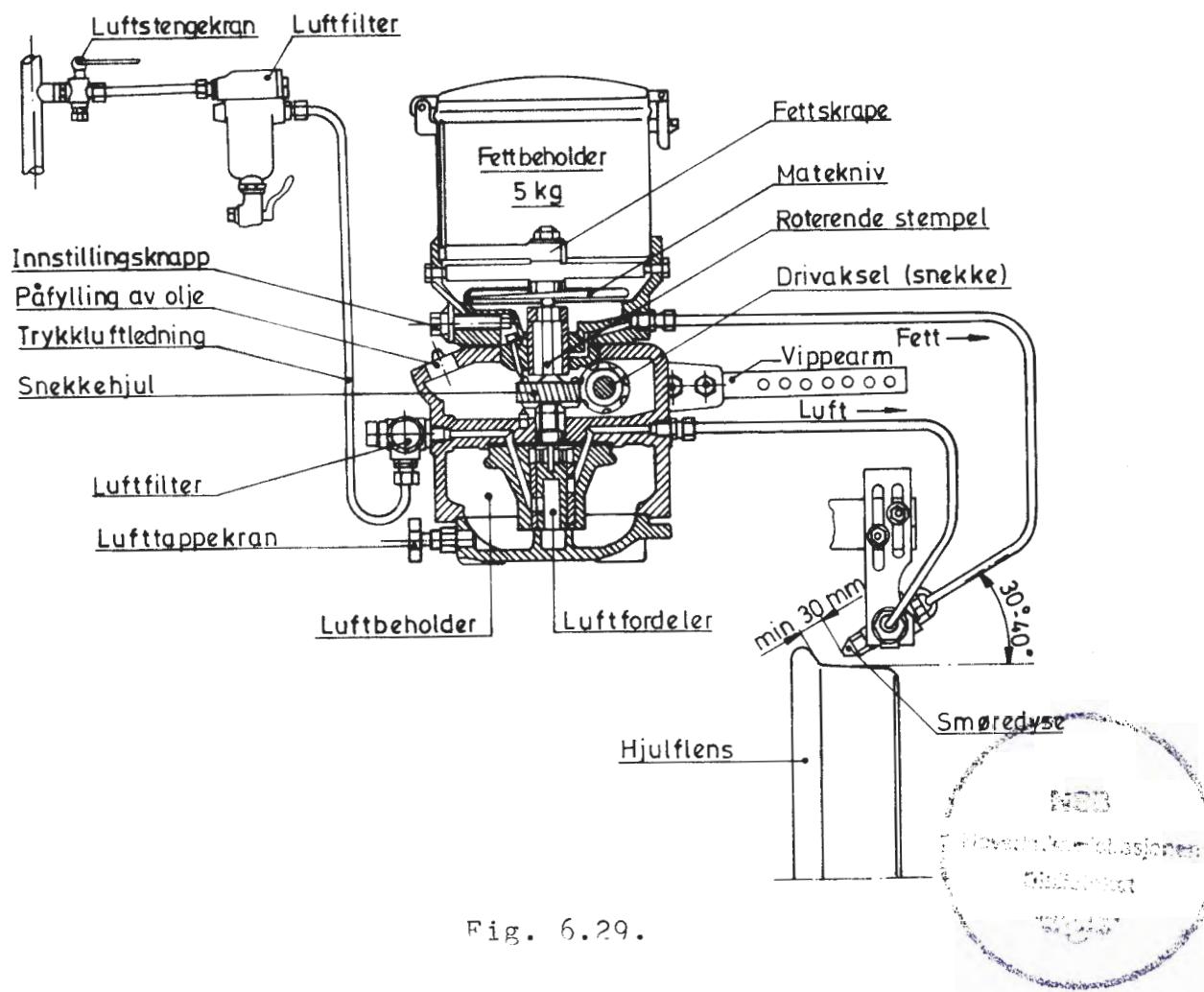


Fig. 6.29.

I pumpen arbeider et stempel som først suger fettet fra fettbeholderen og trykker det gjennom rørledningene fram til sprøytedysene. En pumpe kan mate to eller fire smøredyser. På oversiden av stemplet er det en matekniv som under stemplets slagbevegelse sørger for etterfylling av fett til pumpen.

Snekkehjulet drives av en snekkeskrue på pumpens drivaksel. Drivakslen får en rykkvis bevegelse ved en palanordning med vippearm som drives fra en veiv på en av hjulsatsene. Mellom hver påsprøyting gjennomløpes en like stor banestrekning (100 til 150 m).

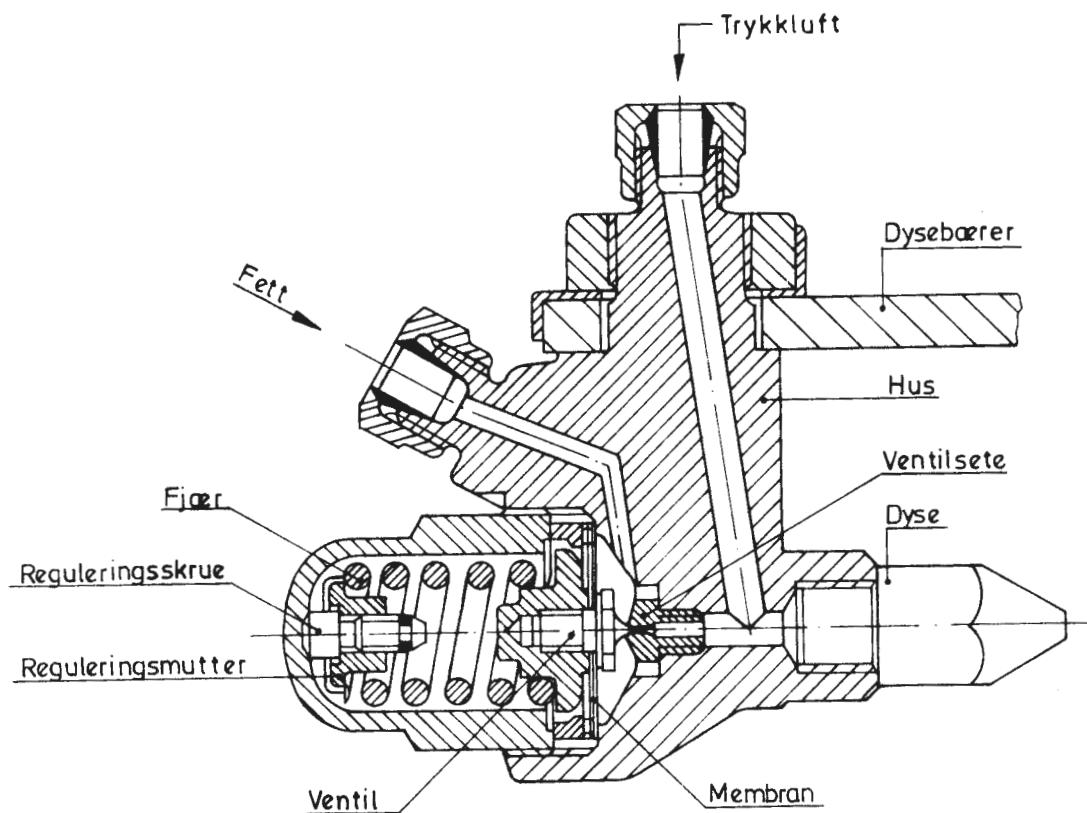


Fig. 6.30.

Fig. 6.30. viser snitt gjennom en sprøytedyse. Mellom fettinnløpet og dysespissen er det innbygd en fjærbelastet membranventil. Ventilens åpningstrykk holder fettet under en konstant forspenning, slik at det sikres mot en eventuell forsinkelser av luftstøtet i forhold til fettutløpet.

Pumpens luftbeholder er tilknyttet aggregatets trykkluftanlegg. Forbindelsen stenges av luftfordeleren når smøringen foregår, dvs. når luftbeholderen forbindes med smøredysen. Etter hver utstrømming etterfylles luftbeholderen. Luftforbruket er lite.

Type "Willy Vogel"

Fig. 6.31. viser skjematisk et elektropneumatisk styrt flens-smøringsanlegg type "Willy Vogel".

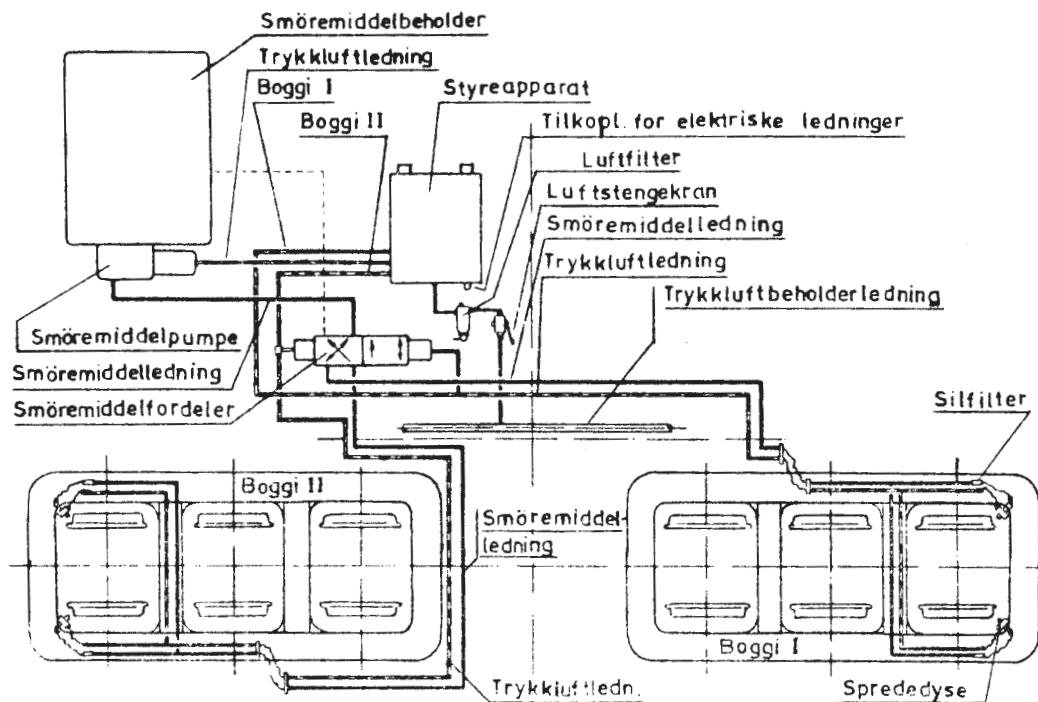


Fig. 6.31.

Anordningens hovedkomponenter er:

- styreapparat for styring av smøreforløpet
- smøremiddelpumpe for framføring av smøremidlet til smøredysene
- smøremiddelfordeler for styring av smøremidlet til boggi I og II
- smøredyse for dosering og forstøving av smøremidlet
- silfilter for å beskytte smøredysene

Smøringen foregår regelmessig avhengig av tilbakelagt kjøre-

strekning. Etter et bestemt antall hjulomdreininger sendes en elektrisk impuls til styreapparatet. Impulsen påvirker en elektromagnetventil for styring av pneumatisk fylling av reguleringsventilen.

På enkelte aggregater styres strømimpulsen av en anordning i den skiveregistrerende hastighetsmåleren.

Smøremiddelpumpen trykker smøremidlet den forut har sugd fra fettbeholderen fram til doseringsrommet i smøredysen. Samtidig vil trykkluft førstøve og sprute ut smøremidlet som allerede var i smøredysen. Etter avslutning av smøreforeløpet suger igjen pumpen smøremiddel fra fettbeholderen, og i smøredysen presser doseringsstemplet fram smøremidlet.

For å lede smøring til forreste hjulsats i kjøreretningen er det i styreapparatet en annen elektromagnetisk ventil, styrt av vendevalsen.

7. BOGGIER

7.1 Innledning

En boggi er en ramme med en eller flere hjulsatser, hvor rammen er svingbar i forhold til aggregatet for øvrig. NSB bruker trekkaggregater med en-, to- eller tre-akslede boggier.

Boggiene er bygget som bærende enheter som skal bære lokomotivkassen, henholdsvis vognkassen. Trekkraften overføres fra boggi til henholdsvis lokomotivkasse, vognkasse over en sentertapp eller over trekkstenger.

7.2 Boggi type SLM

Boggien finnes i utførelser med to eller tre aksler. Boggien er opplagret på hver akselkasse over skruefjærer, to for hver akselkasse.

To-akslet utførelse

Lokomotivkassen hviler på boggien over to store bladbærefjærer, en på hver side av boggirammen. Bladbærefjærene er opphengt i boggirammen ved skrå fjærstropper, fig. 7.1.

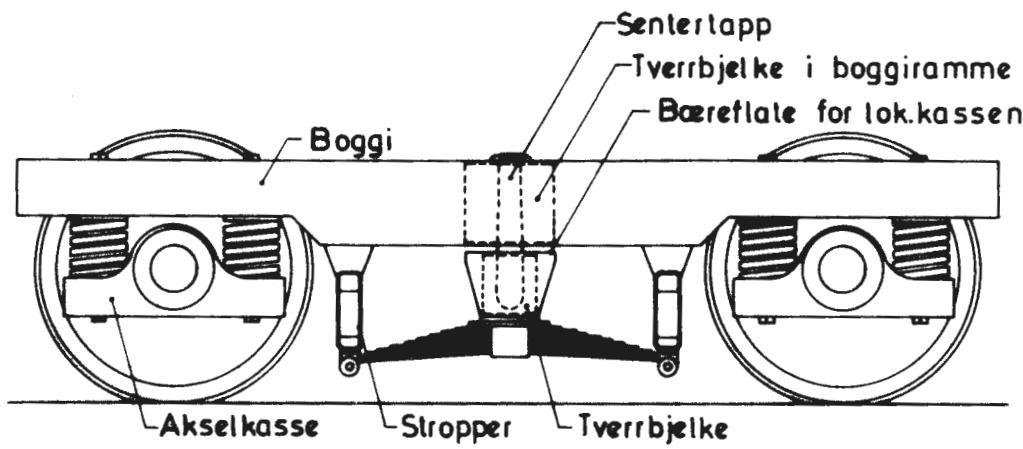


Fig. 7.1

Lokomotivkassen er med bæreknekter boltet fast til en tverrbjelke i hver boggi, og tverrbjelkene hviler igjen på bladbærefjærerne. Mellom tverrbjelke og bladbærefjærer er anordnet sfæriske bærelagre med glideplan.

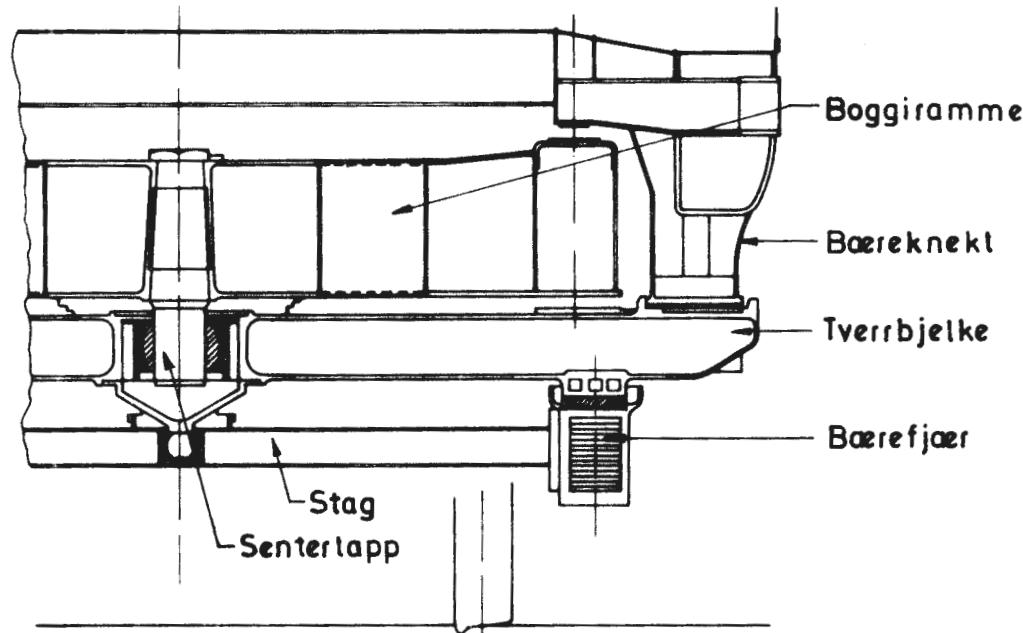


Fig. 7.2

Boggien svinger om en sentertapp, fig. 7.2, samtidig som tverrbjelken glir på glideplanene over bladbærefjærerne.

En horizontal støttestropp, fig. 7.1, med kuleledd forbinder hver fjærklave med boggirammen slik at fjærstellet følger

boggiens dreining, men kan pendle i tverretningen. Senter-tappen er festet i boggiens senterbjelke og går i et lager i tverrbjelker. Lageret er anordnet som et kuleledd. I kurver kan boggen gjøre sideutslag i forhold til lokomotivkassen og fjærstroppene virker derved sentrerende. Bladbærefjærerne i en boggi er forbundet med et kraftig stag. Staget har på midten et lager som griper om en kuletapp festet til tverrbjelken.

Tre-akslet utførelse

Lokomotivkassen hviler på fire bladbærefjærer, to for hver boggi, fig. 7.3.

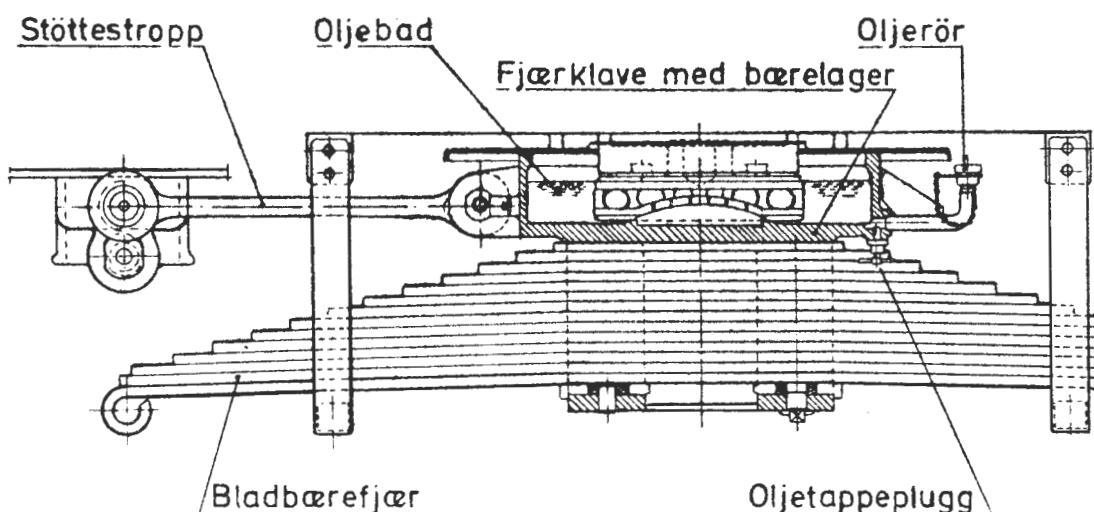


Fig. 7.3

To tverrbjelker i hver boggi forbinder bladbærefjærernes ender med hverandre slik at det dannes en ramme med to langsgående fjærer og to tverrbjelker. Tverrbjelkene er ført under boggirammen på hver side av midtre hjulsats, og er opphengt i rammen med skråstilte bærestropper. En horisontal støttestropp med kuleledd forbinder hver fjærklave med boggirammen, fig. 7.4.

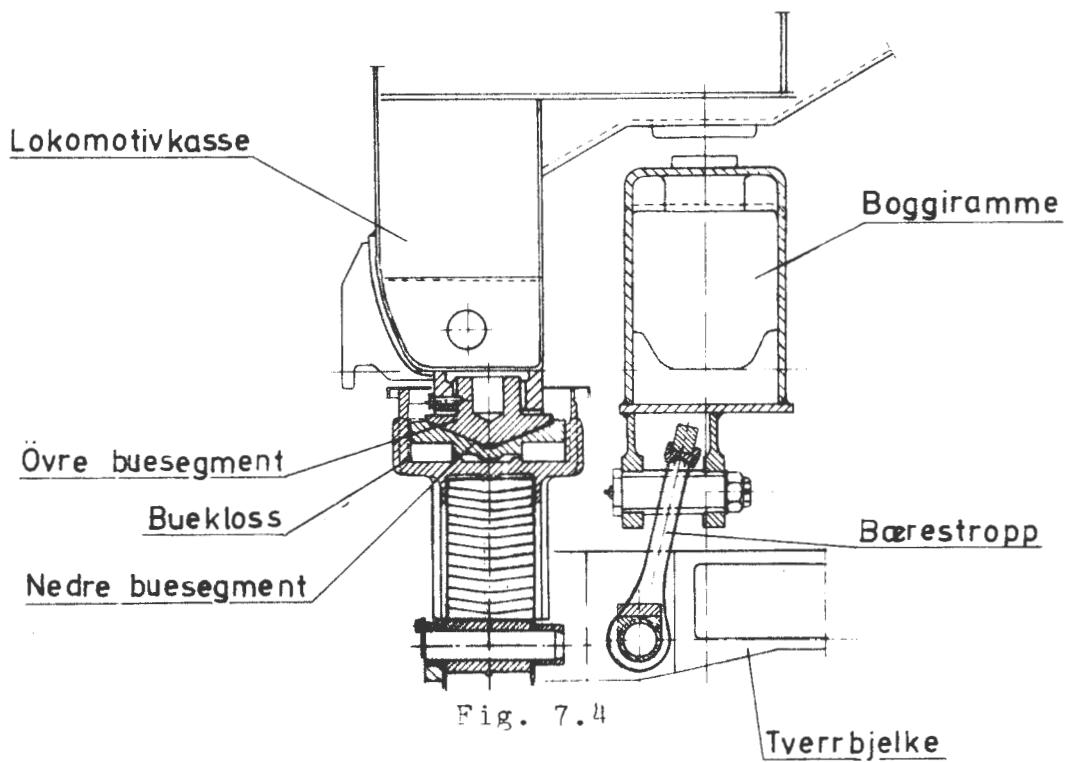


Fig. 7.4

Boggien mangler sertertapp. Dreiebevegelsen styres av buesegmenter montert i fjærklavenes øvre del som er formet som et trau, fig. 7.5.

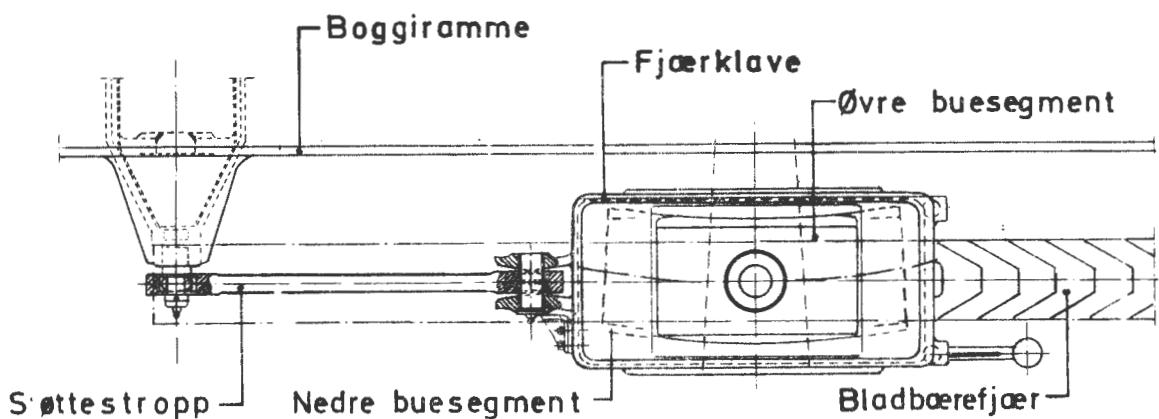


Fig. 7.5

Buesegmentenes koniske profil styrer dreiningen og mulig gjør at sidekrefter kan opptas. Boggienes vippebevegelser opptas ved at buesegmentene er lagret på to bueklosser anordnet i lokomotivets lengderetning i bunnen av fjærklavenes øvre del. En støtdemper er montert mellom hver av tverrbjelkene og boggirammen. Boggienes bevegelser er begrenset av anslag.

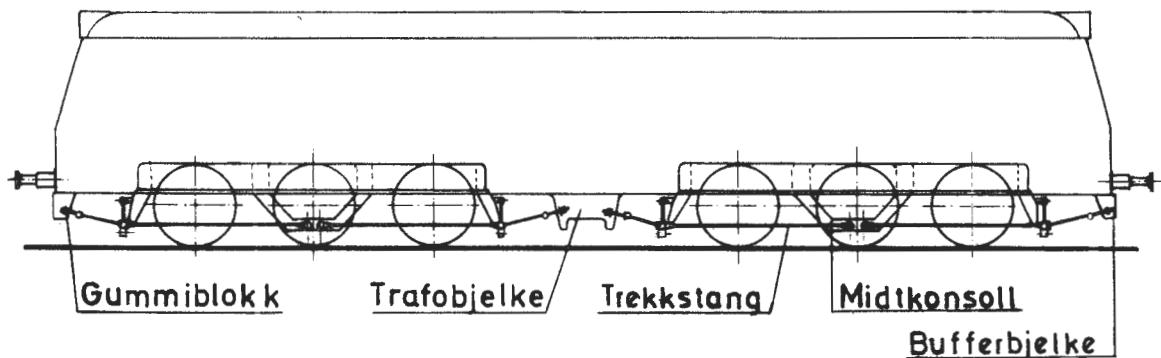


Fig. 7.6

Trekk- og bremsekrefte overføres til lokomotivkassen ved hjelp av trekkstenger, fig. 7.6, en i hver retning fra lavtliggende punkter ved boggisentret. Kraftoverføringen gir liten spredning i de enkelte aksellaster under innflytelse av trekkraften.

Stengene er i den andre enden festet i bufferbjelken, henholdsvis transformatorbjelken og er her lagret i en gummiblokk som er forspent med muttere. Under trekk eller bremsing, er alltid bare en av stengene belastet og alltid strekk. På grunn av fjæringen i gummiblokkene foregår en liten forskyvning av boggien i forhold til lokomotivkassen. Den uvirkosme trekkestangen i hver boggi vil derved avspennes noe, men beholder en restkraft av forspenningen.

Hver stang er delt ved et mellomledd under enden av boggien. Den ene delen ligger horisontalt under boggien, mens den delen som går fra mellomleddet til festet i bufferbjelken henholdsvis trafobjelken, ligger på skrå oppover mot festet. Forlengelseslinjen for den skrå del av stangen treffer midtre hjul i skinnehøyde (ved ca. halvslitte hjul). Dette gjør at aksellastene blir like innen en boggi for enhver trekk- eller bremsekraft i stangen.

7.3 Boggi type ASEA

Boggien finnes i utførelser med to eller treaksler. Vognkassen hviler over skruefjærer på en tverrbjelke som over fire pendelstropper er opphengt i boggirammen. Fig. 7.7 viser

en to-akslet ASEA-boggi.

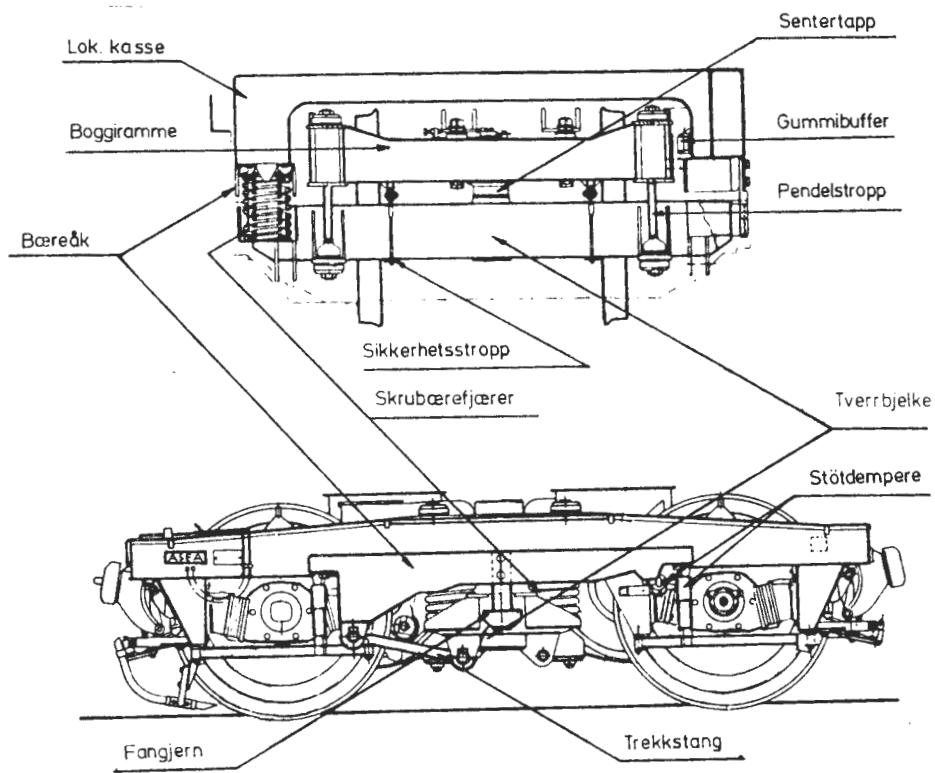


Fig. 7.7

Boggirammen er forbundet med tverrbjelken dels gjennom en gummilagret sentertapp, dels gjennom fire pendelstropper, to på hver side. Som ekstra sikkerhet finnes dessuten to sikkerhetsstropper.

Tverrbjelken er slik formet at den utgjør anleggsflater for to dobbelte skrubbærefjærer på hver side. Oppå skrubbærefjærene er det plassert et bæreåk som er forbundet med tverrbjelken med en gummilagret trekkstang. Tre støtdempere, to vertikale og en horisontal er direkte forbundet med boggirammen.

Trekkraften overføres fra boggien via sentertappen til tverrbjelken og derfra via trekkstengene til bæreåket og videre til lokomotivkassen. Skrubbærefjærene opptar både vertikale og horisontale bevegelser mellom lokomotivkassen og boggien. For å begrense sidebevegelsene er det montert en gummibuffer i lokomotivkassen, en på hver side av boggien.

Boggiens dreining i forhold til lokomotivkassen ved kjøring i kurver muliggjøres gjennom sentertappens gummiforing samt ved at tverrbjelkens pendelstropper tillater en viss dreining.

Tre-akslet utførelse

Lokomotivkassen hviler over skrubbarefjærer på boggiens pendelbjelker som er opphengt i boggien ved gummilagrede pendelstropper som gir nødvendige tilbakeføringskrefter ved boggiens dreiebevegelse, se fig. 7.8.

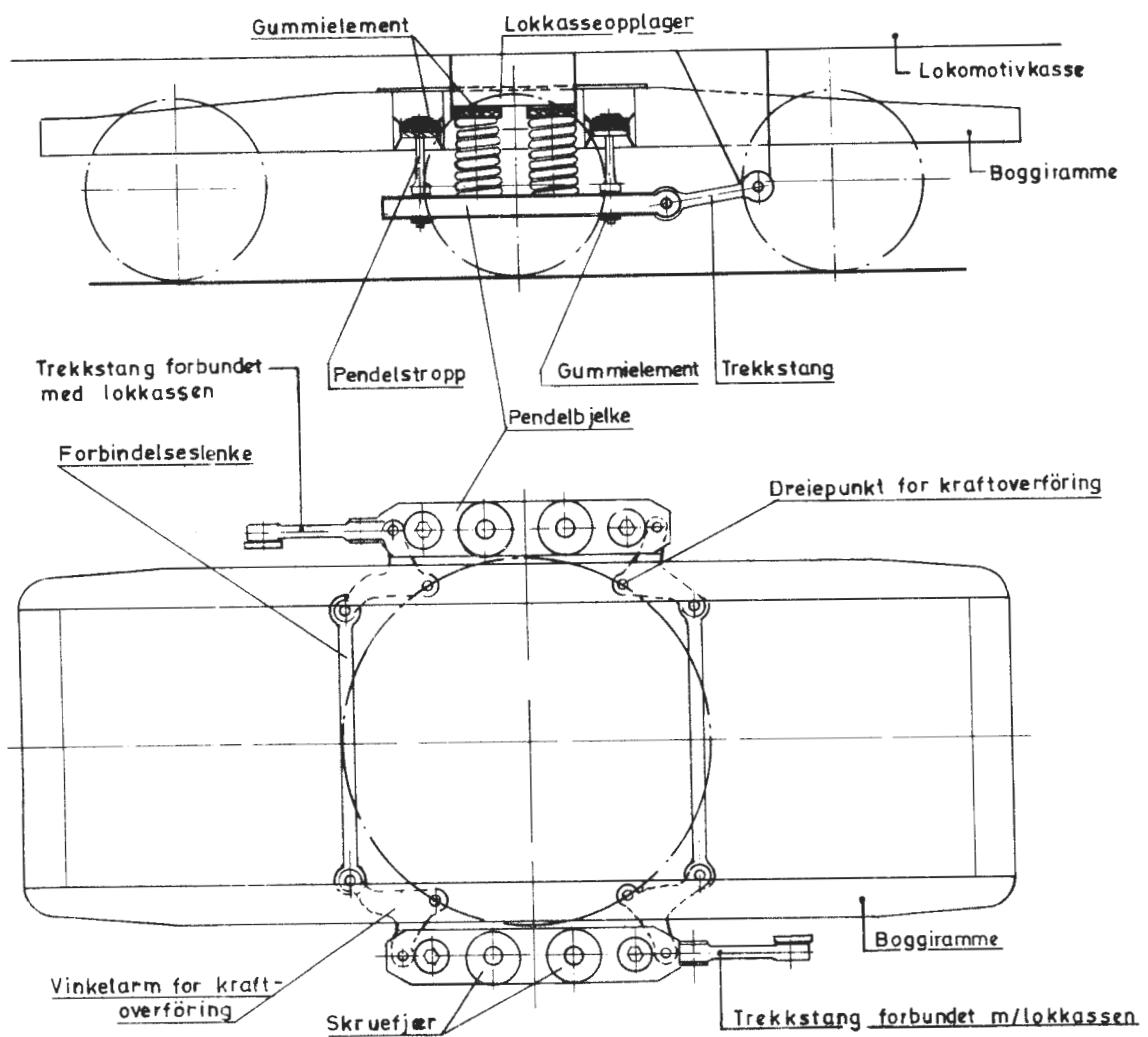


Fig. 7.8

Pendelbjelkene er forbundet med hverandre og med boggirammen over et gummilagret lenkesystem.
Trekk- og bremsekrefte overføres fra boggien over lenkesystemet til lokomotivkassens understilling. Trekkstengene

som vekselvis utsettes for strekk- og trykksbelastning, er forbundet med understillingen slik at akselavlastningen blir minst mulig. Midtre hjulsats har en lavere fjærkonstant enn de ytre aksler, dette for å unngå for store variasjoner i aksellasten innen boggien.

Bevegelsene mellom boggi og lokomotivkasse dempes av horisontale og vertikale hydrauliske dempere.

7.4 Boggi, type Thyssen - Henschel

Boggien finnes i utførelser med to eller tre aksler. Fig. 7.9 viser en to-akslet boggi. Lokomotivkassen hviler over skrubbærefjærer på boggirammen.

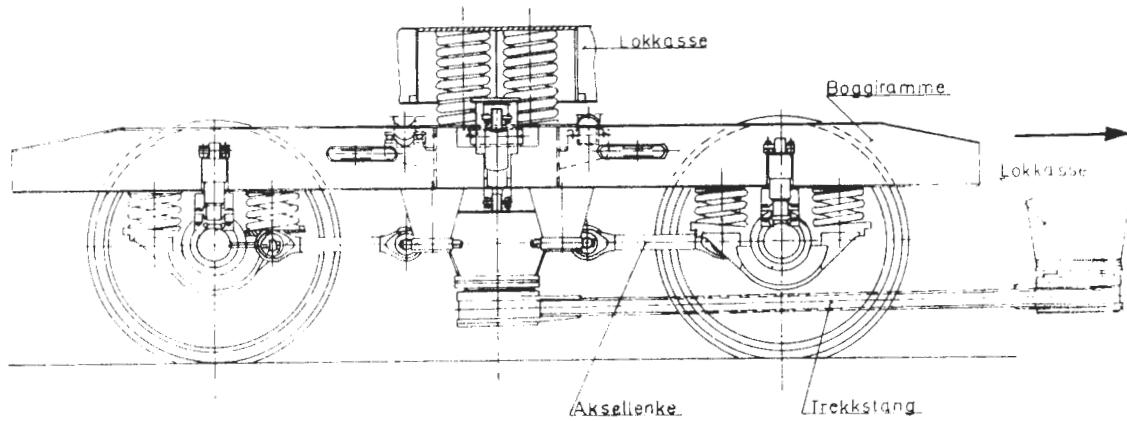


Fig.7.9

Fjærene støtter og sentrerer lokomotivet. Gummibelagte anslag begrenser sideutslag og det vertikale fjærspillet. Vertikale og horisontale hydrauliske støtdempere demper svingningene mellom lokomotivkasse og boggi.

Boggirammen hviler på skrubbærefjærer med anlegg mot fjær- bærere på hver akselkasse. Akselkassene styres av langsgående gummilagrede aksellenker fra boggirammen. Anslag begrenser sideutslag. Vertikale støtdempere virker mellom akselkasser og boggiramme. Trekk- og bremsekreftene overføres fra boggi til lokomotivkasse over lavliggende strekk-trykkstenger, en for hver boggi. Stengene er festet til boggirammene og

lokomotivrammens endebjelker over tapper med gummiele-
menter. Fjær- og føringssystemet gir små sporføringsrefleks
som tillater høye kurvehastigheter.

Tre-akslet boggi

Lokomotivkassen hviler over skrubbærefjærer på boggi rammen,
se fig. 7.10.

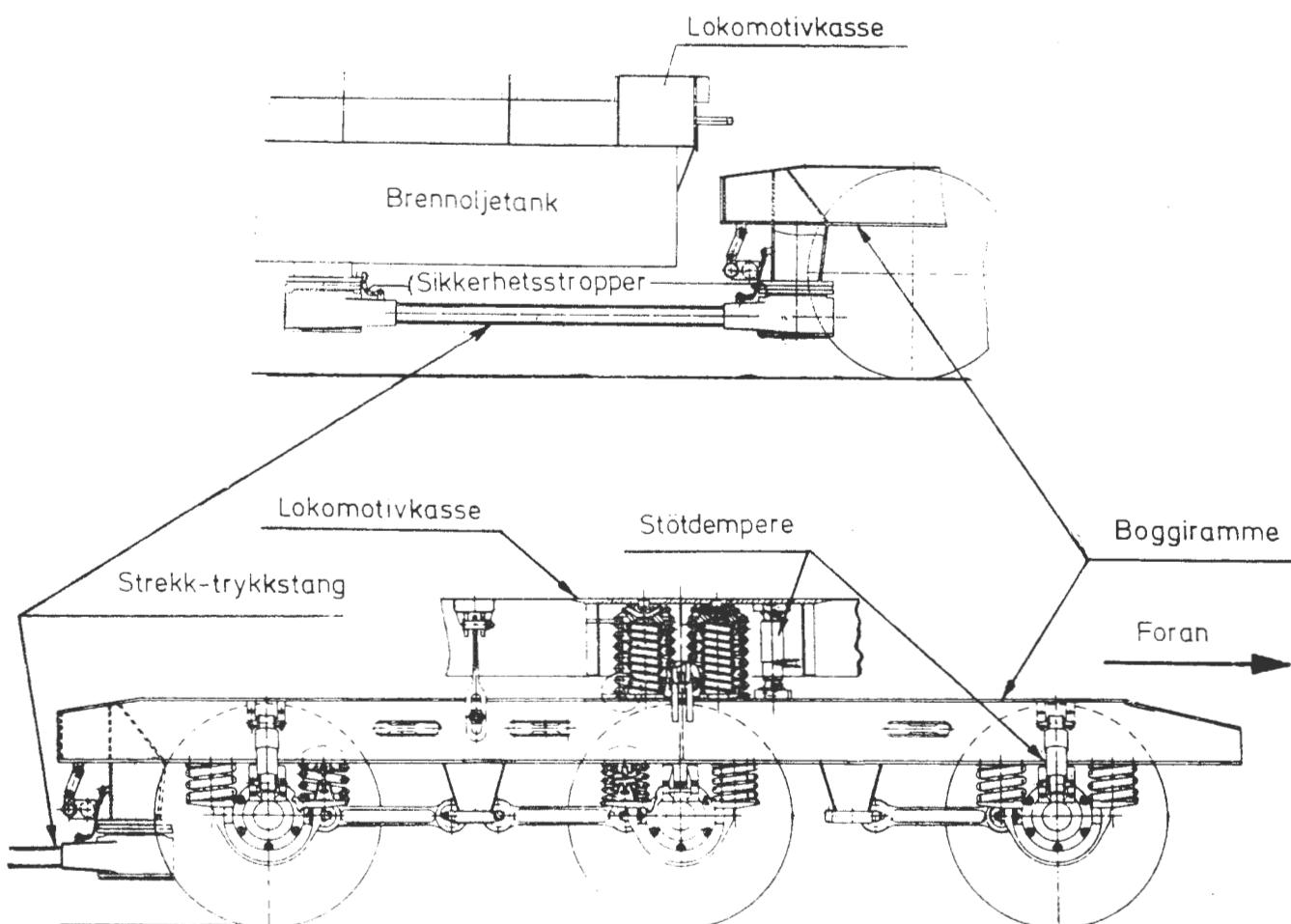


Fig. 7.10

Fjærene støtter og sentrerer lokomotivkassen. Anslag
forhindrer for stort lokomotivkasseutslag.

Vertikale og horisontale hydrauliske støtdempere, hindrer at
svingninger overføres til lokomotivkassen. Boggirammen hviler
på akselkassene over skrubbfjærer. En støtdemper på aksel-
kassene for de ytre hjulsatsene gir boggien en rolig gange.

Trekk- og bremsekrefte overføres til boggirammen over

gummilagrede aksellenker. Akselfjærsystemet muliggjør en bløt overføring av retningskreftene til boggirammen.

Sideutslaget for hver enkelt hjulsats er begrenset ved anslag. Den vertikale nedfjæring er også begrenset ved anslag.

Trekk- og bremsekreftene overføres fra boggien til lokomotivkassen over en lavliggende strekk - trykkstang for hver boggi. Stengene er festet til boggirammene og til lokomotivkassen over tapper med gummielementer. Vinkelbevegelser ved "nikking" av boggien eller ved kurvekjøring opptas av gummielementene, mens strekk-trykkretningen har en klaringsfri forbindelse over strekk-trykkstangen.

7.5 Boggi, type Nohab

Lokomotivkassen hviler på en senterpanne på tverrbjelken. Senterpannen danner også boggiens svingepunkt, se fig. 7.11.

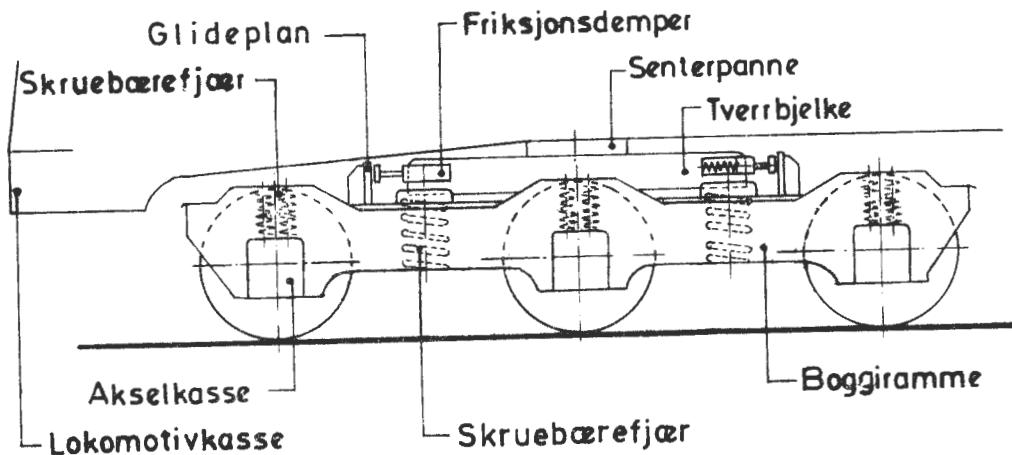


Fig. 7.11

Senterpannen er utført med en stor bæreflate med sylinderisk styring og er opplagret på en H-formet bjelkekonstruksjon. Tverrbjelken er opplagt fjørende på boggirammen gjennom fire skruebærefjærer.

Forbindelsen mellom tverrbjelken og boggirammen er sikret med fire lenker. Sikringen hindrer ikke forutsatt bevegelighet mellom delene.

Opplagringen av tverrbjelken på skruefjærer tillater sideutslag av boggien under kjøring i kurver, samtidig som skruebærefjærerne virker sentrerende. SideutsLAGet er begrenset av anslag. Tverrbjelken styres under sideutsLAG og fjærspill av fire vertikale glideplan festet til boggirammen, se fig.

7.11. Trekkraften overføres over glideplanene, videre over friksjonsdempere, en i hvert av tverrbjelkens opplagerpunkter, til lokomotivkassen. Hver friksjonsdempfer består av en sylinder festet til tverrbjelken. Inne i sylinderen er det et stempel med glidesko som av en kraftig fjær trykkes mot de vertikale glideplan. Fjærspenningen og dermed friksjonskraften er regulerbar.

7.6 Boggi, type Wegmann

Boggirammen er lagret på akselkassene over fire rammestøttelager av gummi.

Rammen er en sveiset vridningsmyk stålramme. For å gjøre rammen vridningsmyk er dens langbjelker splittet i overkant. Spaltene er tettet med gummi for å gjøre rammen tett.

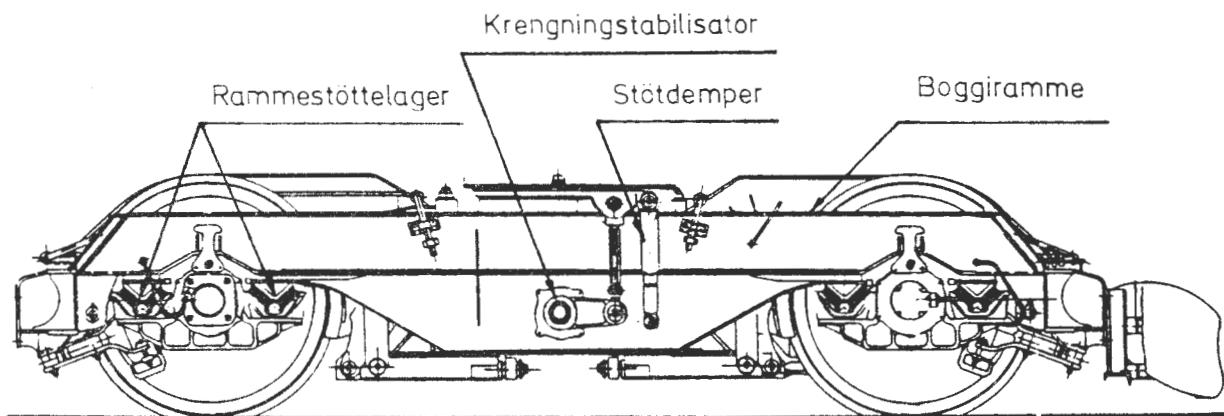


Fig. 7.12

Boggiens trekk- og bremsekrefter overføres til vognkassen over en medbringertapp (festet i vognkassen) som går ned i en åpning i boggiens tverrbjelke mellom to gummitrykk/skyvefjærer, se fig. 7.13.

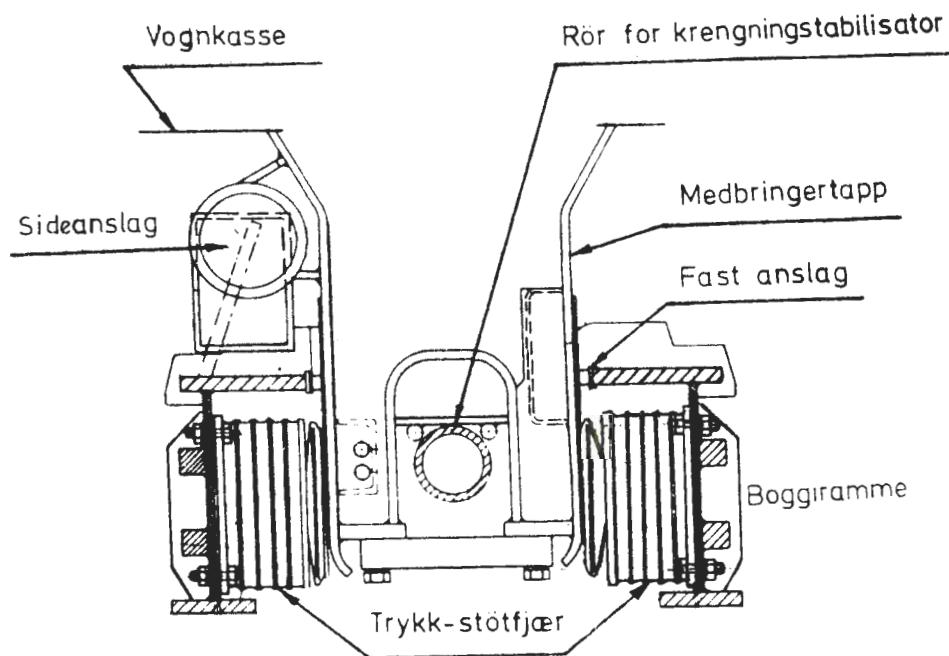


Fig. 7.13

Vognkassen hviler på boggirammen over to luftbærefjærer med underliggende skruefjærer (nødfjærer), se fig. 7.14. Begge luftfjærene har direkte forbindelse med hverandre gjennom en luftledning. Luftbærefjæren reguleres av en ventil under vognkassen. Reguleringsventilen stilles inn av en stang festet til boggien. Ved lastendringer blir trykket i luftbærefjæren regulert via nevnte ventil og stang, slik at vognkassen alltid ligger på samme nivå uavhengig av belastningen.

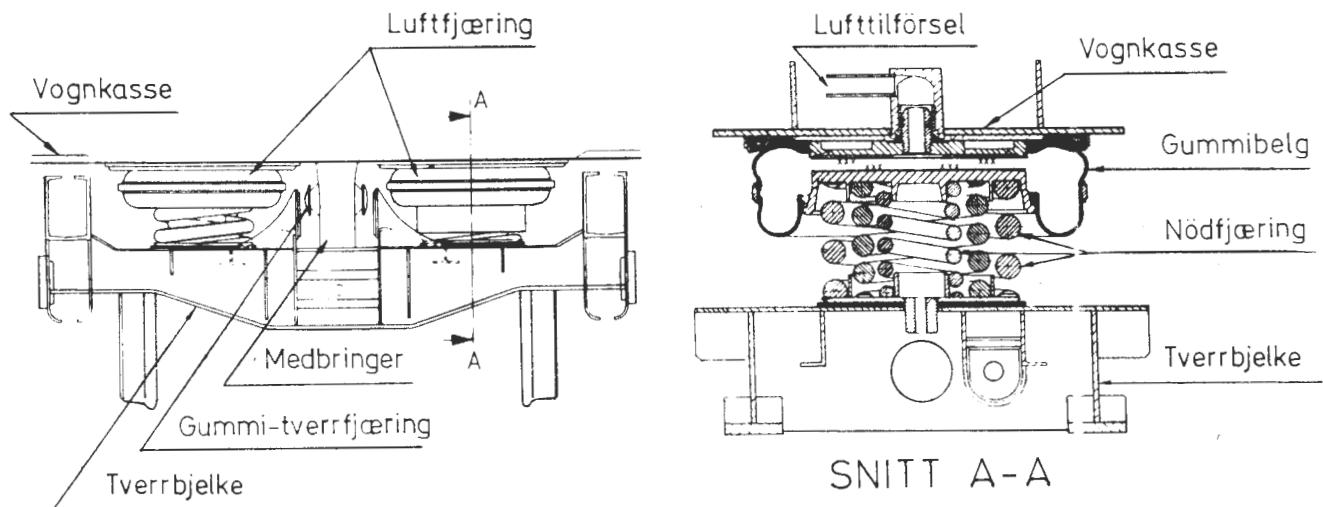


Fig. 7.14

Gummibelgen er forbundet til over- og underliggende felger som et slangeløst dekk, se fig. 7.14.

Den nedre felgen hviler på nødfjærrene som ligger på en fjærplate sentrert i en boring i boggirammen. Ved å legge mellomlegg under fjærplaten, kan nødfjærrene høydereguleres.

Nødfjærrene, som er en del av sekundærfjæringen, overtar fjæringen alene hvis overtrykket i luftbærefjæren blir borte. Ved punktering av luftbærefjæren, må materiellet omgående sendes verksted.

Sideveis fjæring besørges dels av luftbærefjærrene og nødfjærrene, og dels av en horisontaldemper. Ved utstyring på mer enn 15 mm vil en gummitverrfjær (en til hver side) øke tilbakeføringskraften.

Vertikaldempingen skjer dels ved luftbærefjærenes egendempning og dels ved to vertikale støtdempere mellom vognkassen og boggirammen.

En krengningstabilisator er plassert i boggiens tverrbjelke inne i rammen, krengningstabilisatoren består av en torsjonstav som over hevarmer og regulerbare stenger er forbundet med vognkassen.

Ledig

8. KRAFTOVERFØRINGER (Transmisjoner)

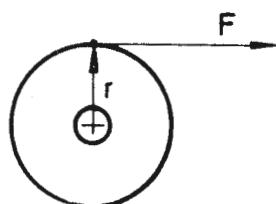
8.1 Innledning

Kraftoverføringen mellom kraftkilde og drivhjul kan bestå av en kombinasjon av enheter. Med kraftkilde forstår for dieseltrekkaggregater dieselmotoren og for elektriske trekkaggregater traksjonsmotorene. De mest vanlige kraftoverføringsenheter på trekkaggregatene er:

- for dieseltrekkaggregater: koplinger (mekaniske og hydrauliske), girkasser, etterveksler, vendeanordninger, akseldrifter, koplestenger og drivaksler
- for dielelektriske trekkaggregater: generator, traksjonsmotorer (banemotorer) og tannhjulsoverføringer
- for elektriske trekkaggregater: koplinger, tannhjulsoverføringer, medbringere og eventuelle koplestenger

8.2 Dreiemoment og oversetning

En krafts evne til å frembringe en dreiebevegelse om en akse måles i momentets størrelse. Dreiemomentes størrelse er avhengig av kraften F's størrelse og av radien r, dvs. "kraft ganger arm", se fig. 8.1



$$T = F \cdot r$$

Fig. 8.1

Ved tannhjulsoverføring står tannkransene på hjulperiferiene i inngrep med hverandre slik at F overføres fra det ene hjulet til det andre, se fig. 8.2.

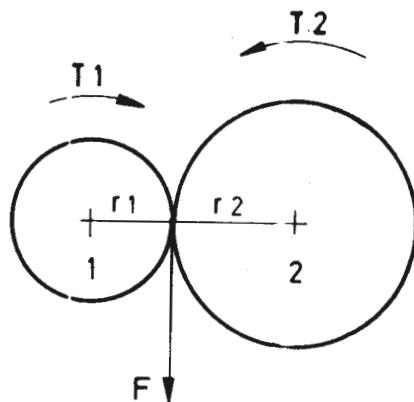


Fig. 8.2

Dreiementet på hjul 1 er $T_1 = F_1 \cdot r_1$, på hjul 2 $T_2 = F_2 \cdot r_2$ som gir:

$$\frac{T_1}{r_1} = \frac{T_2}{r_2} \text{ dvs. } T_2 = \frac{r_2}{r_1} \cdot T_1$$

Forholdet $\frac{r_2}{r_1}$ kalles oversetningen.

8.3 Virkningsgrad

Enhver omsetting av energi fra én form til en annen og enhver overføring av energi gjennom kraftoverføringer, rørledninger m.fl. fører til større eller mindre tap. Energitapet skyldes i de fleste tilfeller tap i form av varme til omgivelsene. Friksjon i berøringsflater og i lagere gjør at det i mekaniske overføringer fås energitap. Tapene utgjør ca. 2% og virkningsgraden for en mekanisk overføring blir ca. 98%. Generelt kan det sis at enhver energiomforming eller energioverføring fører til tap, se skjematiske skisser fig. 8.3.

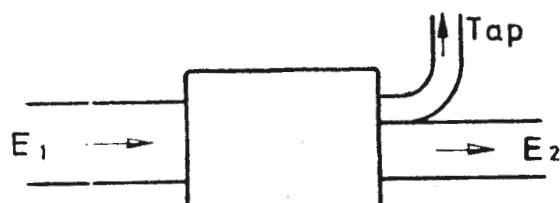


Fig. 8.3

$$E_2 = E_1 - \text{Tap}$$

$$\text{Virkningsgraden er } \frac{E_2}{E_1} \cdot 100\% \text{ eller } f = \frac{E_1 - \text{Tap}}{E_1} \cdot 100\%$$

8.4 Kraftoverføring, dieseltrekkaggregater

Dieselmotoren kan bare utføre arbeid mellom bestemte tur-tallsområder, fra tomgangsturtall n_1 og maksimalt tur-tall n_{maks} . Dreiemomentet T som motoren avgir mellom disse turtall er tilnærmet konstant ved samme fylling. Den største ytelse P avgis ved maksimalt turtall, fig. 8.4 og 8.5 viser det som dieselmotoren tilbyr.

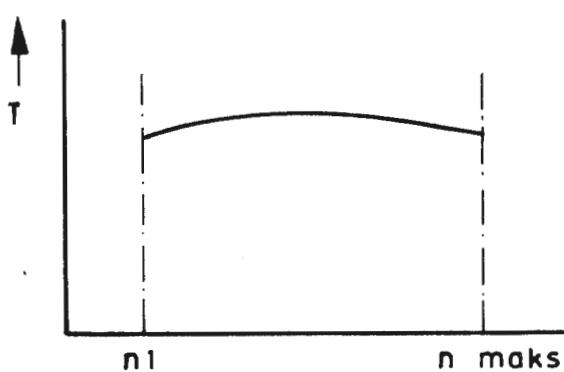


Fig. 8.4

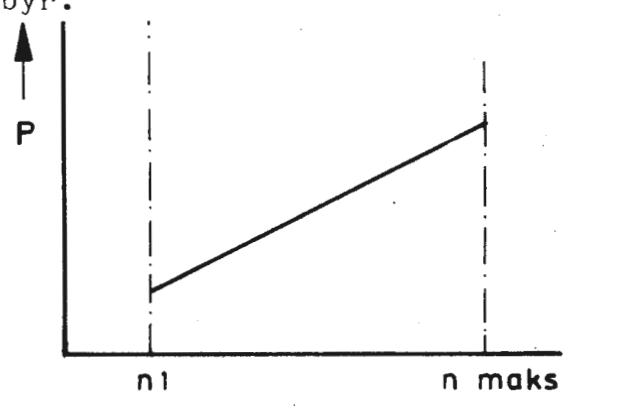


Fig. 8.5

Det er ønskelig å kunne ta ut motorens maksimale ytelse ved alle hastigheter. Behovet for trekkraft (stort dreiemoment) er størst ved igangsetting og under akselerasjon, mindre ved oppnådd maksimal hastighet.

Trekkraft og ytelsesforløp på drivhjulene som vist i fig. 8.6 og 8.7 er ideelt.

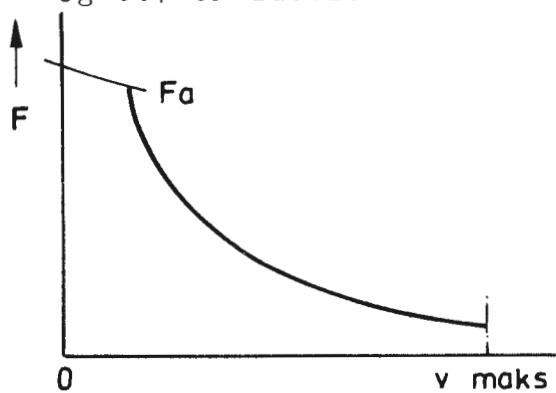


Fig. 8.6

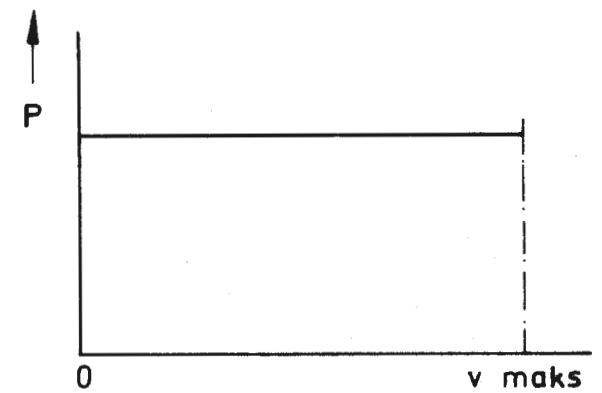


Fig. 8.7

Ytelsen er lik kraften F gange hastigheten v , dvs. $P=F \cdot v$. Kurven i fig. 8.4 kan uten videre sammenliknes med kurven i fig. 8.6 og kurven i fig. 8.5 med kurven i fig. 8.7. Ved å studere kurvene ser man at ved å kople dieselmotoren direkte til drivhjulene med konstant oversetning, ville det være umulig å kunne ta igang toget. Ved hastighet 0 (vo) eller turtall 0 (no) har det ingen trekraft eller intet dreiemoment.

For å forandre motorens kurver i fig. 8.4 og 8.5 til kurvene i fig. 8.6 og 8.7 tas det i bruk en egnet kraftoverføring. Kraftoverføringene kan sammenfattes i tre hovedgrupper:

- mekanisk kraftoverføring
- hydraulisk kraftoverføring
- elektrisk kraftoverføring

eller det kan være en kombinasjon av nevnte systemer.

8.4.1 Mekanisk kraftoverføring

Mellan motor og girkasse er det anordnet en kopling for å kunne skille motoren fra girkassen, fordi dieselmotoren ikke kan starte under last.

Kraftoverføring med mekanisk girkasse er vist i fig. 8.8.

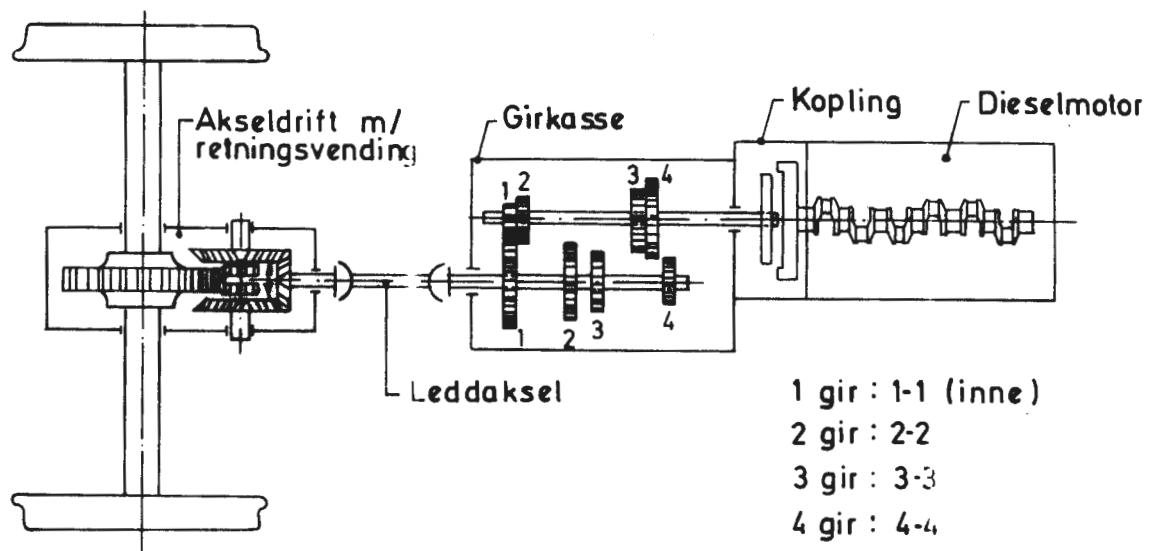


Fig. 8.8

Skissen viser at det er anordnet en vendeanordning i en akseldrift, slik at de samme gir kan anvendes i begge kjøreretninger.

Når den i fig. 8.8 viste girkasse med fire gir anvendes, oppnås i prinsippet en trekkraftkurve som vist i fig. 8.9 og en ytelseskurve som vist i fig. 8.10. Som det fremgår av skissene oppnås en midlere trekkraft- og ytelseskurve (strek-punktlinje) som nærmer seg det ønskede vist i fig. 8.6 og 8.7. Jo flere gir som anvendes jo nærmere kommer man de ønskede kurver. Ved start og kjøring skjer følgende:

Dieselmotoren går i tomgang og kraftoverføringen er brutt i koplingen. Ved igangsetting økes motorens turtall samtidig som koplingshalvdelen begynner å slepe mot hverandre (skravert felt). Slepingen foregår inntil sekundærdelene (drivhjulene) har et turtall som med oversetningen på 1. gir minst svarer til motorens laveste arbeidsturtall, pkt. a fig. 8.10. Koplingen er helt inne og akselerasjonen fortsetter til motorens maksimale turtall nås, pkt. b.

Skal hastigheten økes ytterligere, må 2. gir legges inn. Motorturtallet reduseres for å motsvare sekundærdelenes turtall, pkt. c. Trekkraften må avbrytes under vekslingen ved å

betjene koplingen. Slik kan det fortsettes til maksimal hastighet er nådd ved pkt. h. (4. gir). Motorens maksimale ytelse kan bare tas ut på ett punkt i hvert gir, dvs. når motoren har maksimalt turtall.

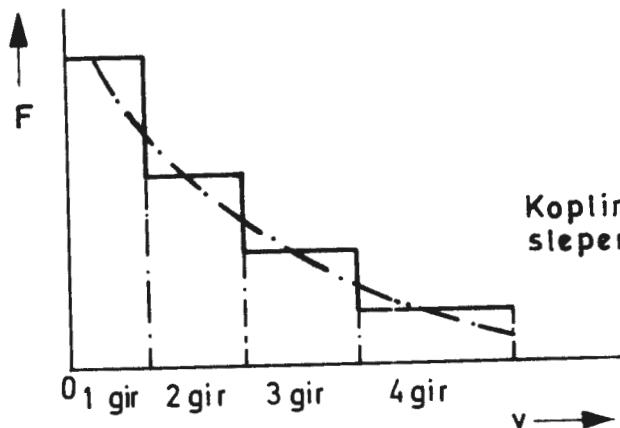


Fig. 8.9

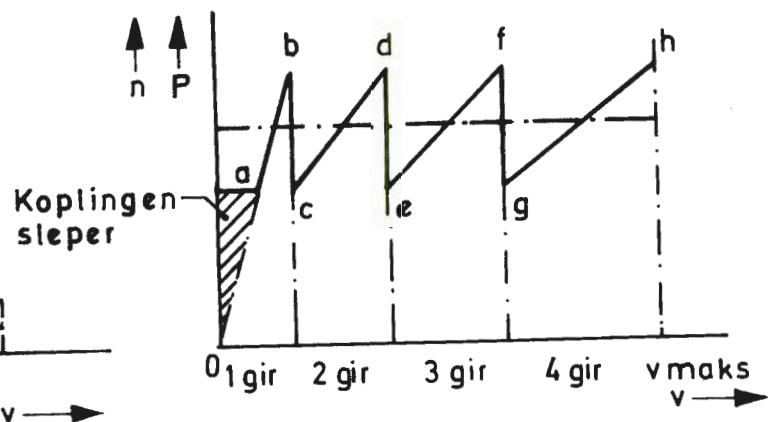


Fig. 8.10

Avtar hastigheten på grunn av økt kjøremotstand, vil også motorturtallet avta. Det må veksles til lavere gir for å få større trekkraft. Ved nedveksling må motorturtallet økes, når koplingen er ute, for å synkroniseres med sekundærdelene, pkt. g til f. fig 8.10.

Leddaksel

En leddaksel er en aksel som kan bøyes i to ledd, se fig. 8.11

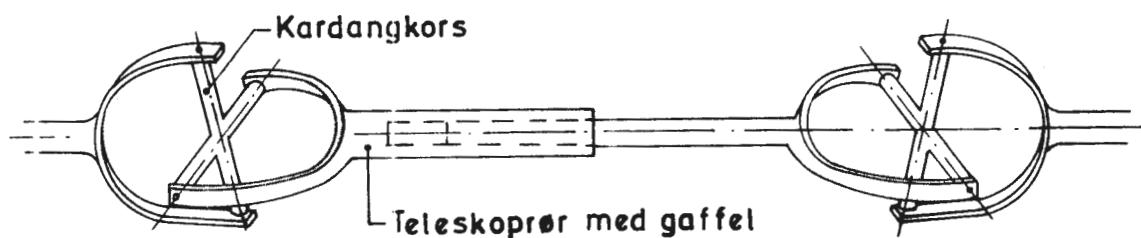


Fig. 8.11

I hver ende er det anordnet et endestykke med festeflens og

gaffel. Mellom endestykkene er det en teleskopaksel med gaffer i hver ende. Teleskopakselen kan forlenges eller kortes inn i føringen.

Mellan endestykkets gaffel og teleskopakselens gaffel er det et kardangkors med fire lagertapper (to for hver gaffel).

Mekanisk etterveksel

Fig. 8.12 viser en skjematiske skisse av en mekanisk etterveksel.

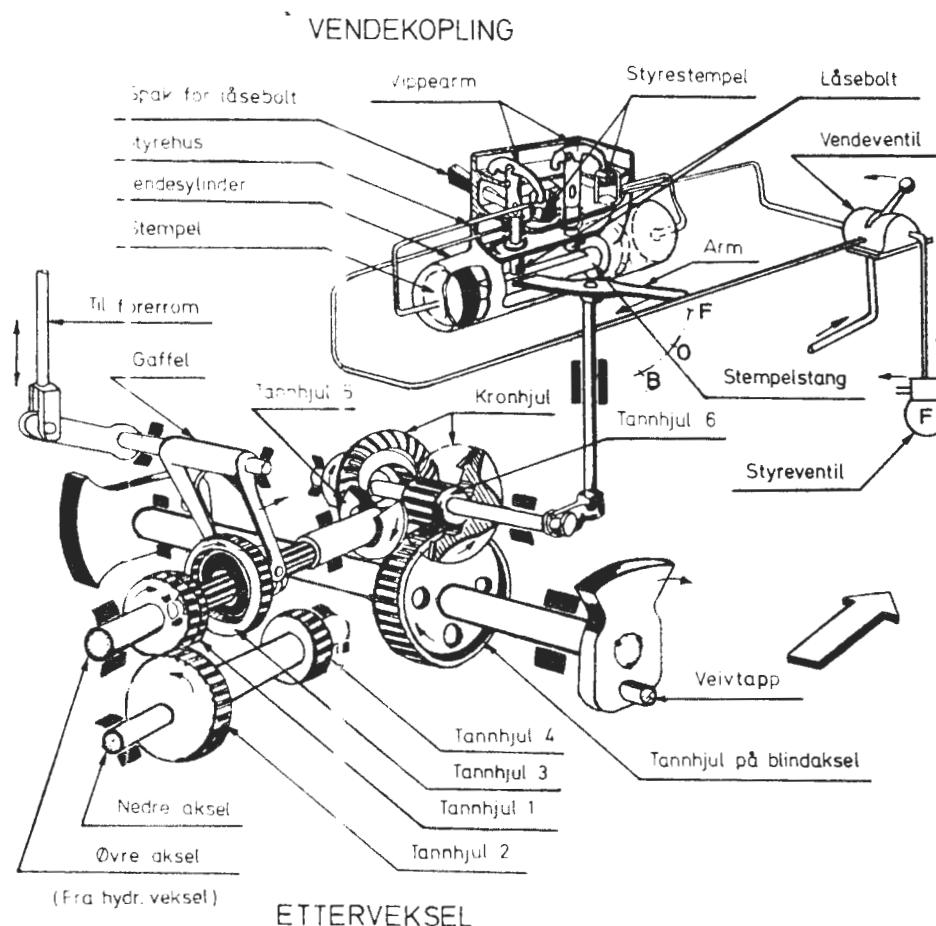


Fig. 8.12

Kopling for skifte- og linjetjeneste

På drivakseltappen fra den hydrauliske veksel som stikker inn i drevhuset, er tannhjul 1 festet. Dette er i stadig iengrep med tannhjul 2 på nedre aksel. På pinjongakselen som er lagret i husets skillevegg og i tannhjul 1, sitter det et forskyvbart tannhjul 3. Tannhjul 3 har både innvendig og

utvendig fortanning. Den innvendige fortanning er for inngrep i tannhjul 1 og den utvendige fortanning er for tannhjul 4 på nedre aksel. Tannhjul 3 kan enten bringes i inngrep med tannhjul 1 eller tannhjul 4. Forskyvningen av tannhjul 3 foretas fra førerrommet ved hjelp av en spak som påvirker gaffelen. Omkoplingen foretas ved stillestående lokomotiv og med motor i tomgang eller stopp.

Kjøring i skiftetjeneste

Legges håndtaket på førerbordet i stilling, "Skiftetjeneste" kommer tannhjul 3 i inngrep med det mindre tannhjul 4. Kraftoverføringen skjer over tannhjulene 1, 2, 4 og 3 til pinjongen og det kronhjul som er i inngrep og videre over tannhjul 6 til tannhjulet på blindakselen.

Kjøring i linjetjeneste

Legges håndtaket i stilling "Linjetjeneste" koples tannhjul 3 i inngrep med tannhjul 1. Kraftoverføringen skjer direkte på det kronhjul som er i inngrep og videre over tannhjul 6 til tannhjulet på blindakselen.

Vendedriften

Pinjongen er utført i to deler, pinjongakselen og tannhjulet 5 som står i stadig inngrep med to fritt omløpende kronhjul. På samme aksel mellom kronhjulene sitter tannhjul 6 som stadig er i inngrep med tannhjulet på blindakselen. Blindakselen er lagret i lokomotivrammen.

Kronhjulene har en innvendig fortanning som svarer til tannhjul 6. Ved å forskyve tannhjul 6 kan dette etter valg koples inn i det ene eller andre kronhjulet, og på den måten stille inn den ønskede kjøreretning. Tannhjulet 6 forskyves ved hjelp av en trykkluftstyrt vendemekanisme, se fig. 8.12. Betjeningen foretas, når lokomotivet står stille, fra førerplassen ved hjelp av vendeventilen.

Vendemekanismen består av en vendesyylinder og et styrehus. I

vendesylinderen er det et dobbelt stempel, vendestempel, med tetning i hver ende. Ved bevegelse av stemplet til en endestilling, vil en arm som griper inn i stempelstangen, overføre en forskyvning av tannhjul 6 til et av kronhjulene. En forlengelse av armen som griper inn i stempelstangen muliggjør håndbetjening.

I styrehuset beveger det seg to låsebolter som er beregnet for låsing av vendestemplet i endestillingene. Låseboltene betjenes over vipparmene ved hjelp av to styrestempler. Låsing kan utføres for hånd ved hjelp av spaken for låsebolten (en for hver låsebolt).

Vending

Fra vendeventilen, se fig. 8.12, ledes trykkluft til (avhengig av valgt kjøreretning) undersiden av et styrestempel og låsebolten løftes slik at vendestempelstangen frigjøres. En kanal for trykkluft til vendestemplet åpnes og trykkluft strømmer til den side av stemplet som svarer til valgt kjøreretning. Stemplet går over i endestilling og tar med seg armen som medfører en forskyvning av tannhjul 6 i vendedriften. I denne stilling vil den andre låsebolten som ikke påvirkes av trykkluft holde stempelstangen fast ved hjelp av fjærkraften.

Det samme gjentar seg i den andre retningen ved omlegging til motsatt kjøreretning. Styreventilen hindrer at vendekoplingen kan legges over når lokomotivet er i bevegelse. Vendedriften kan låses i midtstilling.

8.4.2 Hydraulisk kraftoverføring

En hydraulisk kraftoverføring kan være enten hydrodynamisk eller hydrostatisk. På NSB's diesel trekkaggregater nytes hydrodynamisk kraftoverføringer. På lettere materiell kan nytties hydrostatisk overføringer.

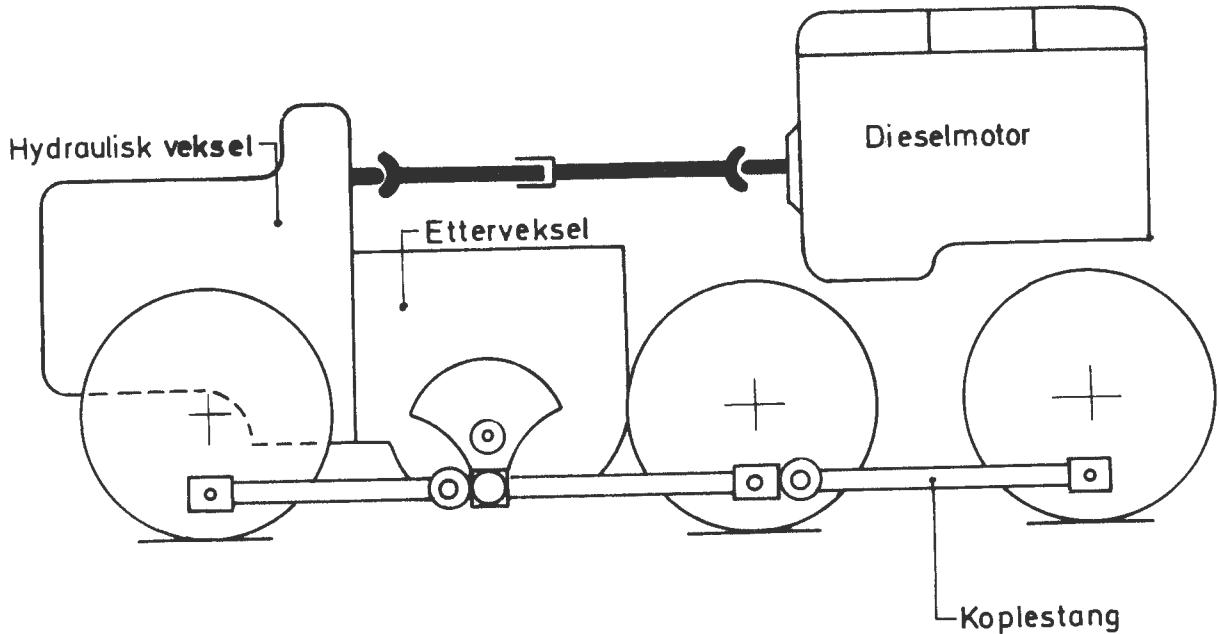


Fig. 8.13

Som elementer i en hydraulisk kraftoverføring skiller mellom:

- hydraulisk kopling og
- dreiemomentomformer

Det kraftoverførende mediet i en hydraulisk kraftoverføring er olje som påvirkes av sentrifugalkraften. Dette gir en myk og svingningsdempende kraftoverføring.

Fig. 8.14 viser prinsippet for en hydraulisk kraftoverføring.

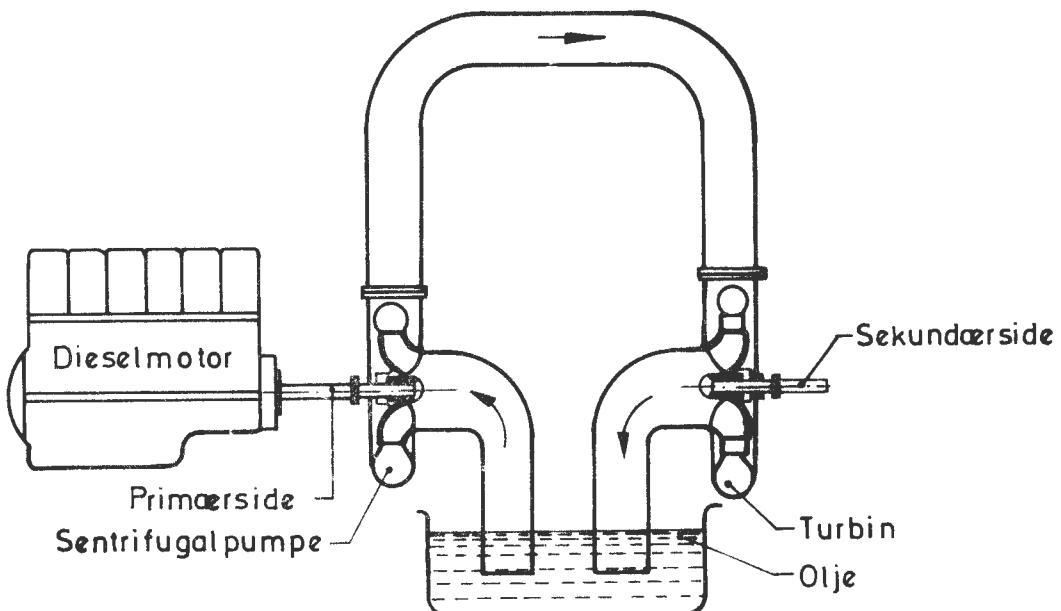


Fig. 8.14

Dieselmotoren driver en sentrifugalpumpe som suger olje fra forrådet og sender den med stor hastighet inn i røret til turbinen. Dieselmotoren leverer nødvendig dreiemoment til å akselerere oljen. I turbinen blir oljen retardert og det fås et dreiemoment på turbinakselen.

Hydraulisk kopling

En hydraulisk kopling består av to hoveddeler, se fig. 8.15.

- Pumpehjulet som sitter på inngående aksel
- Turbinhjulet som sitter på utgående aksel

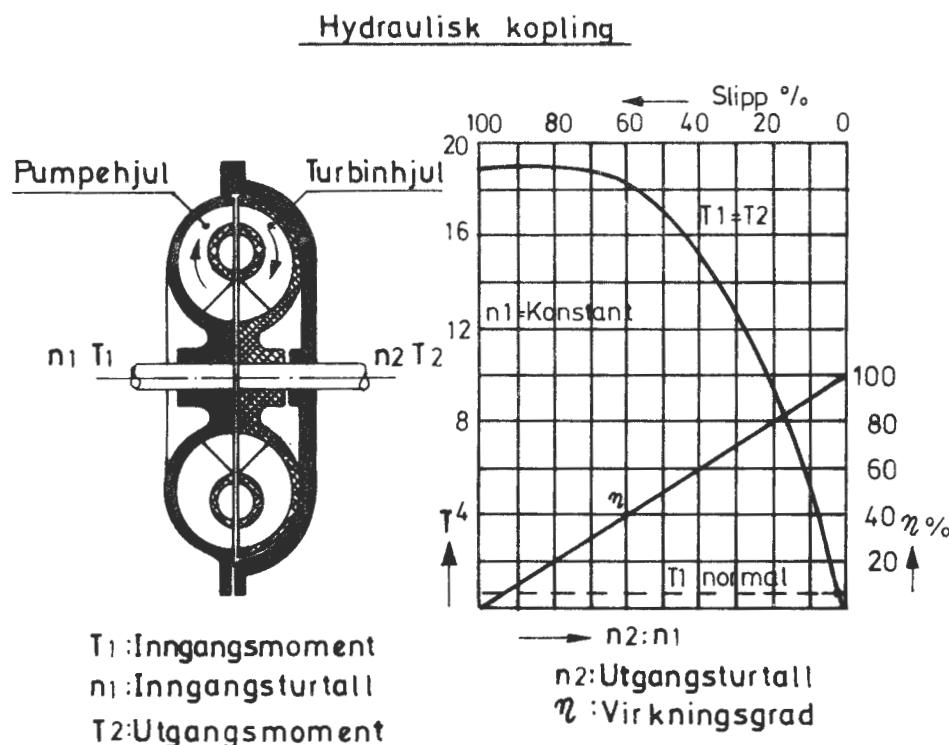


Fig. 8.15

Kopplingens ene halvdel, pumpehjulet, er koplet til motorens veivaksel (primærsiden). Den andre halvdelen, turbinhjulet, er over tannhjul m.v. forbundet med drivhjulene (sekundær-siden). Pumpehjulet og turbinhjulet er montert meget nær hverandre, men har ikke mekanisk kontakt. Enheten er sammenbygd i et tett hus og er fylt med olje. Når pumpehjulet roterer slynges oljen utover av sentrifugalkraften og tvinges av de skålformede skovlebladene over til turbinhjulet. Oljen treffer turbinhjulet, som begynner å rottere i samme retning som pumpehjulet og overfører motorens dreiemoment til driv-

hjulene. Oljen sirkulerer i en sirkelrund bane mellom pumpehjul og turbinhjul, fig. 8.15.

Utgående dreiemoment vil alltid være likt det inngående. Virkningsgraden η avhenger av forholdet mellom utgående turtall og inngående turtall. Denne turtallsdifferansen betegnes som "slipp" og er i vanlig drift 2 - 3% som gir en virkningsgrad på 98 - 97%. Holdes pumpeturtalet konstant mens lasten på sekundærssiden økes, synker turbinhjulets turtall (slippen økes), og virkningsgraden synker inntil turtall og virkningsgrad blir 0. Fordi inngående og utgående moment alltid er likt fås samtidig det maksimale overførbare dreiemoment.

Hvis belastningen på sekundærssiden presser ned motorturtalet, faller det overførbare moment raskt. Det er ikke mulig å kvele dieselmotoren med en hydraulisk kopling mellom sekundær- og primærssiden. Motorens fulle ytelse kan bare avgis ved et bestemt turtall på turbinhjulet.

Dreiemomentomformer:

En dreiemomentomformer består av tre hoveddeler:

- pumpehjulet som sitter på inngående aksel
- turbinhjulet som sitter på utgående aksel
- ledeskovlene festet til det stillestående huset

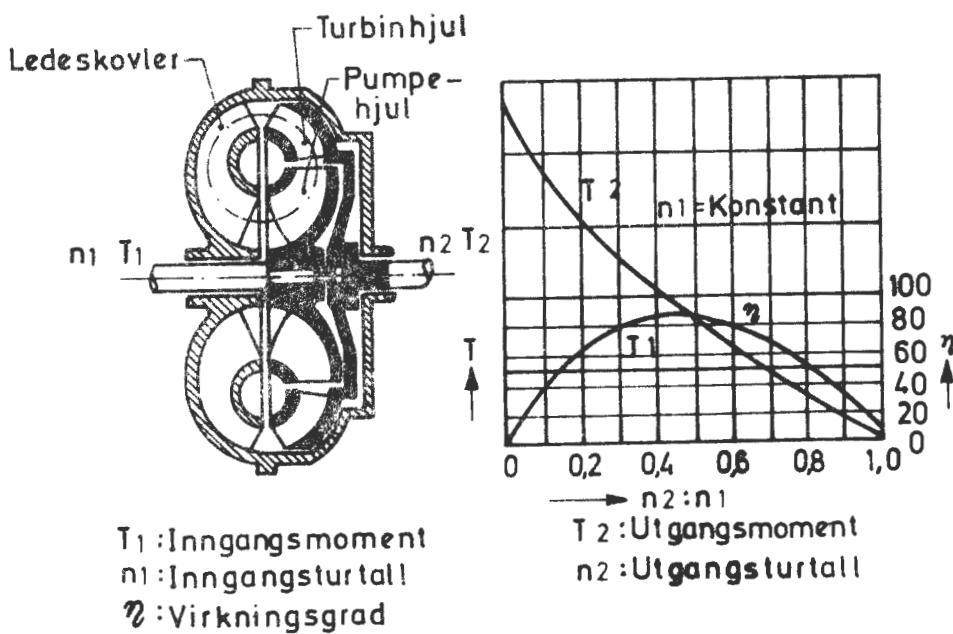


Fig. 8.16

De tre delene er anordnet i et felles hus som er fylt med en tynn drivolje.

Pumpehjulets aksel er over tannhjul koplet til motorens veivaksel (primærsiden). Turbinhjulets aksel er over tannhjul m.v. koplet til drivhjulene (sekundæreriden).

Motoren driver pumpehjulet som tvinger drivoljen i kretsløp gjennom turbinhjulet over ledeskovlene tilbake til pumpehjulet. Oljen treffer med stor hastighet turbinhjulets skovler som i startøyeblikket står stille. Oljen må derfor forandre strømningsretning og hastigheten på oljestrømmen bremses kraftig opp. En vesentlig del av strømningsenergien overføres til turbinhjulet som begynner å rotere (trekkaggregatet settes i bevegelse).

Etterhvert som turbinhjulets turtall øker (hastigheten tiltar), blir forskjellen i turtall mellom pumpehjul og turbinhjul mindre, og dreiemomentet avtar.

Som det fremgår av kurven for virkningsgraden i fig. 8.16 er en enkelt dreiemomentomformer ikke i stand til å dekke hele hastighetsområdet for et trekkaggregat. Den beste virkningsgrad, ca. 85%, fås når sekundærturtallet er halvparten av primærturtallet.

3 dreiemomentomformere.
Virkningsgrad og trekraft ved konstant motor-turtall.

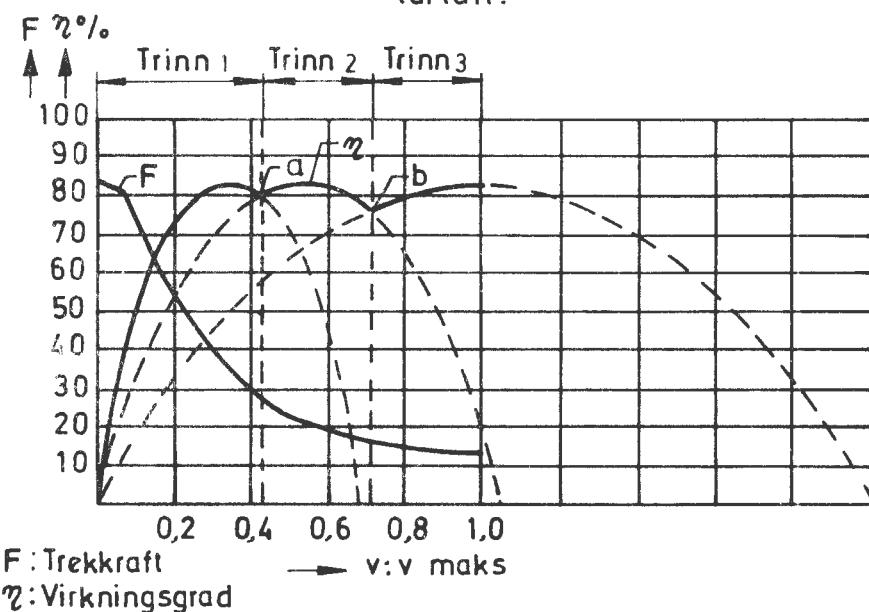


Fig. 8.17

For å få en god virkningsgrad over et større hastighetsområde bygges flere hydrauliske kretsløp i trinn etter hverandre i en felles veksel. Hvert kretsløp er lagt ut slik at det med god virkningsgrad dekker tilmålt hastighetsområde. Fig. 8.17 viser hvordan tre omformere er antydet etter hverandre.

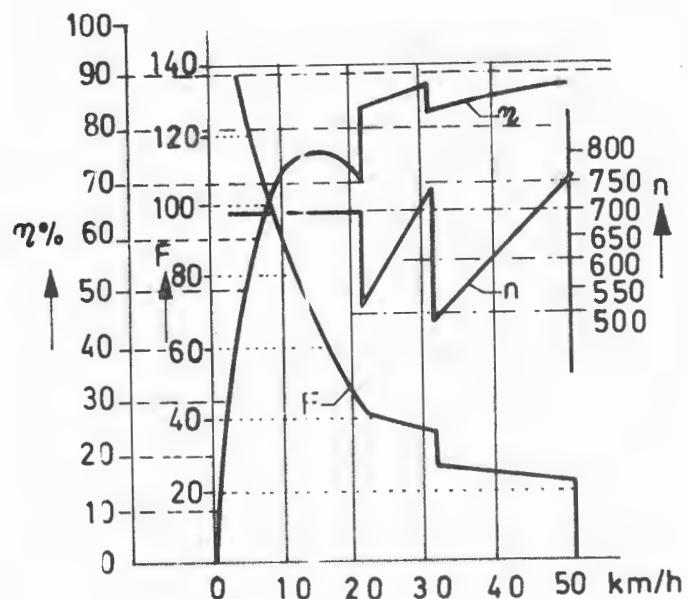
Når trekkaggregatets hastighet har nådd a, koples omformer 1 ut og omformer 2 inn. Ved b koples trinn 2 ut og 3 inn. Omkoplingsøyeblikket bestemmes av en centrifugalregulator som drives fra sekundærssiden, dvs. trekkaggregatets hastighet bestemmer omkoplingen.

Det kretsløp som ved en gitt hastighet og belastning gir den beste virkningsgrad, vil alltid være fylt og i arbeid. Tømming av det ene og fylling av det neste kretsløp skjer på 3-4 sekunder og overlapper hverandre. Det fås en trinnløs transmisjon uten sprang i trekkraftkurven.

Når dreiemomentomformeren for igangsetting ikke er fylt, har det ved stillstand av trekkaggregatet en frigang (ingen trekkraft).

Voith hydraulisk veksel

Fig. 8.19 viser skjematisk en tretrinns Voith hydraulisk veksel, hvor første trinn er en dreiemomentomformer. De to neste er tannhjulspar som koples inn ved hver sin hydrauliske kopling.



F = Trekkraft i kN
 η = Virkningsgrad
 n = Motorturtall

Fig. 8.18

Fig. 8.18 viser kurvene for: trekkraft, virkningsgrad og motorturtall..

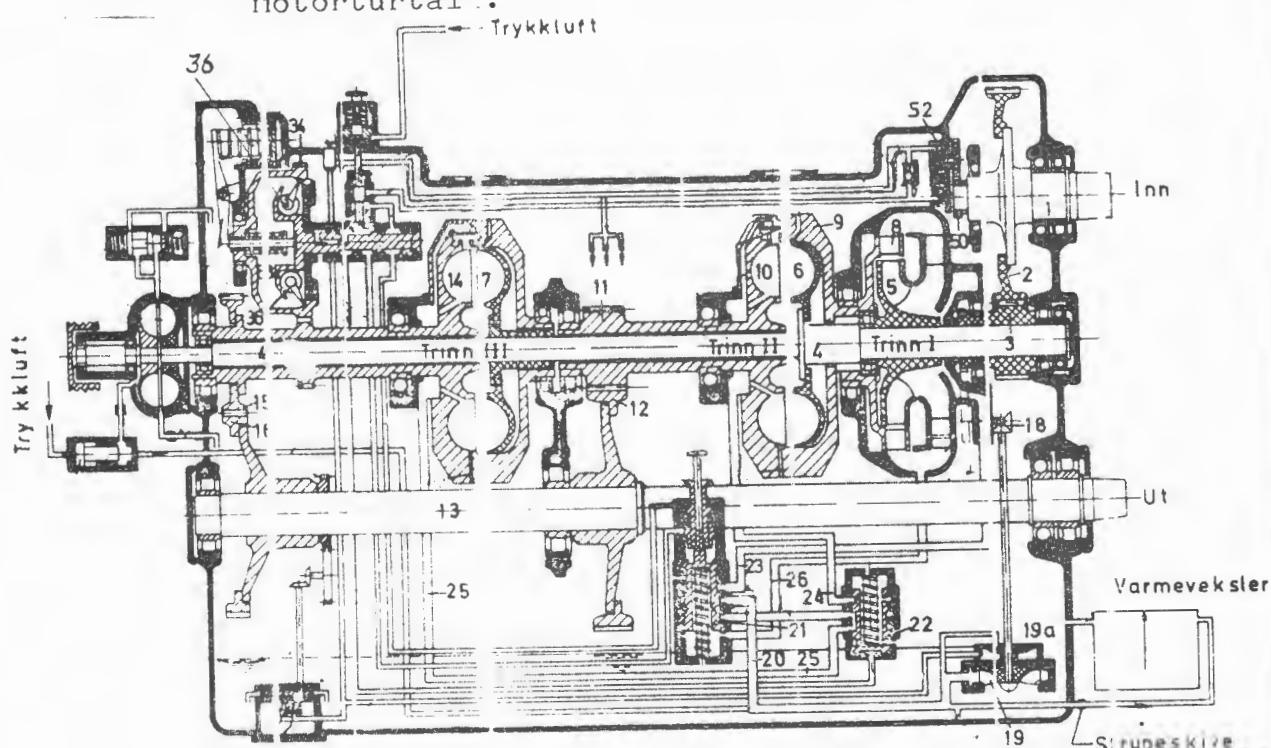


Fig. 8.19

Voith hydrauliske veksler arbeider med separate oljekretsloper for hver del av det totale hastighetsområde for vedkommende trekkagggregat. Omkoplingen fra det ene trinn til det andre

skjer automatisk ved fylling og tømming av de enkelte kretsløp for olje.

Momentet fra dieselmotoren føres inn i vekselen over aksel 1 og tannhjulsparet 2-3 som øker turtallet. Vekselens primæraksel 4 med pumpehjulene 5, 6 og 7 roterer, men når ingen av kretsløpene er fylt med olje er det ingen kraftoverføring (frigang).

I bunnen av vekselhuset er det et oljereservoar med transmisjonsolje, videre en oljepumpe 19 som drives fra primærakselen. Fra oljepumpen er det en rørforbindelse 20 til hovedstyreventilen. Herfra blir oljen presset til omformeren gjennom rør 23 (trinn 1) eller til kopling for trinn 2 gjennom rør 24 - eventuelt til kopling for trinn 3 gjennom rør 25.

Sentrifugalregulatoren 36 drives over tannhjulet 34 fra vekselens sekundærside. Styrestemplene 21 og 22 i styreventilen dirigeres av centrifugalregulatoren ved hjelp av styreolje fra styrepumpen 52. Stemplene 21 og 22 bestemmer ved sin stilling hvor oljestrømmen skal gå.

Hvis omformeren (trinn 1) er fylt, blir det økende sekundärmomentet fra turbinhjulet 8 overført til utgående aksel 13 ved hjelp av koplingshuset 9 over tannhjulene 11 og 12. Filles første kopling (trinn 2) skjer kraftoverføringen her. De andre to kretsløp er tomme. Dreiemomentet overføres fra pumpehjulet 6 til turbinhjulet 10 til utgående aksel 13 over tannhjulene 11 og 12.

Filles den andre koplingen (trinn 3) skjer kraftoverføringen fra pumpehjulet 7 til turbinhjulet 14 og over tannhjulene 15 og 16 til utgående aksel 13. De to andre kretsløpene er tomme.

Fordi hydrauliske koplinger ikke forandrer momentet må de ha tannhjulsoverføringer etter seg for å kunne få ut ønsket moment. Tannhjulsparene 11 og 12 henholdsvis 15 og 16 er valgt med dette for øyet.

Foruten Voith vekselen brukes det en rekke hydrauliske, eller kombinerte hydraulisk-mekaniske transmisjonssystemer. Felles for dem er at de i startområdet arbeider med en hydraulisk dreiemomentomformer. For å oppnå en god virkningsgrad over hele hastighetsområdet, kan det være ettersjaltet flere eller færre tannhulsoversetninger som automatisk innkoples i tur og orden alt etter hastighet og belastning.

Twin Disc. hydraulisk dreiemomentomformer

Twin Disc er en hydraulisk dreiemomentomformer med bare et kretsløp som kontinuerlig er fylt med transmisjonsvæske. Som transmisjonsvæske benyttes dieselmotorens brennolje.

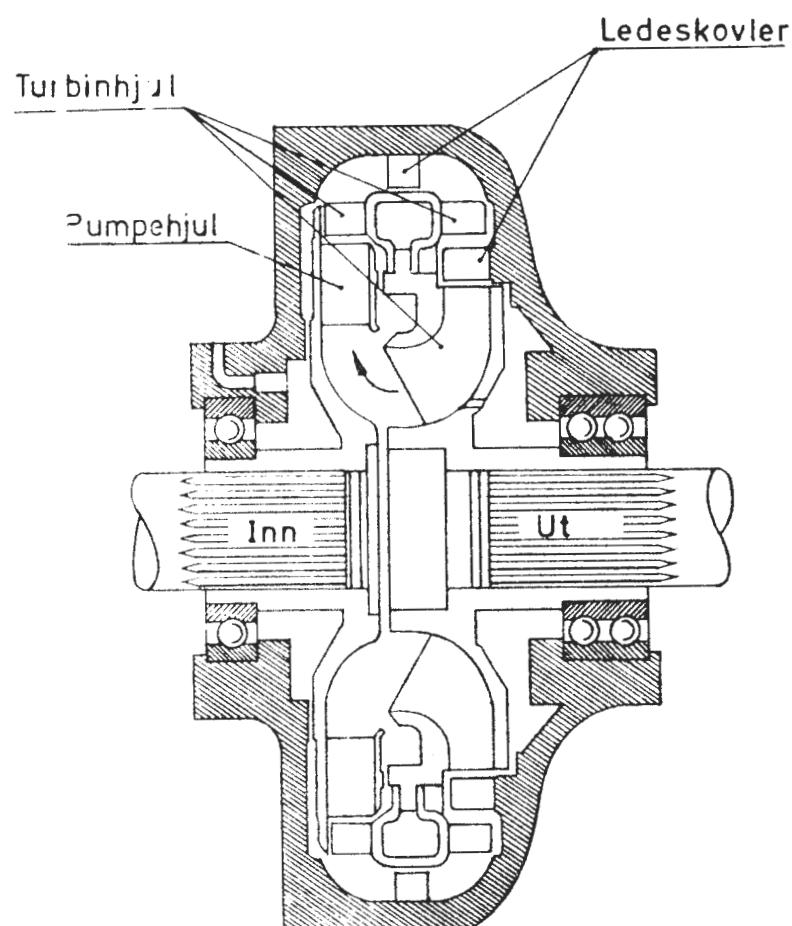


Fig. 8.20

Twin Disc vekselen er bygget opp av tre hovedkomponenter: Pumpehjul, turbinhjul og faststående ledeskovler. Turbin-delene består i realiteten av tre skovelkranser og

ledeseksjonene av to faststående sett skovler, se fig. 8.20.

Anordningen er noe komplisert, men gir str  mningstekniske fordeler slik at virkningsgraden over hele hastighetsområdet blir bedre enn ved en vanlig dreiemomentomformer.

8.4.3 Elektrisk kraftoverføring

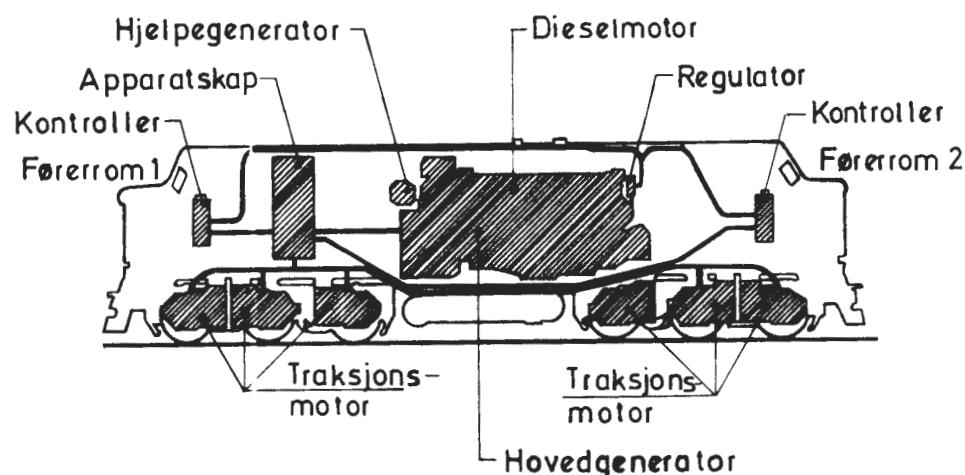


Fig. 8.21

I prinsippet arbeider en elektrisk transmisjon på følgende måte:

Dieselmotoren produserer mekanisk energi, fig. 8.21. Denne energi omsettes til elektrisk energi i en generator som drives av dieselmotoren, vanligvis tilkoplet dieselmotorens veivaksel. Den elektriske energi tilføres traksjonsmotorene. I traksjonsmotorene tilbakeføres den elektriske energi til mekanisk energi som overføres til aggregatets drivaksler.

8.5 Kraftoverføring, elektrisk materiell

Enkelakseldrift med tannhjul direkte på drivakslene.

På trekkaggregater med enkelakseldrift kan traksjonsmotorene være opphengt og avfj  ret i boggirammen, se fig. 8.22

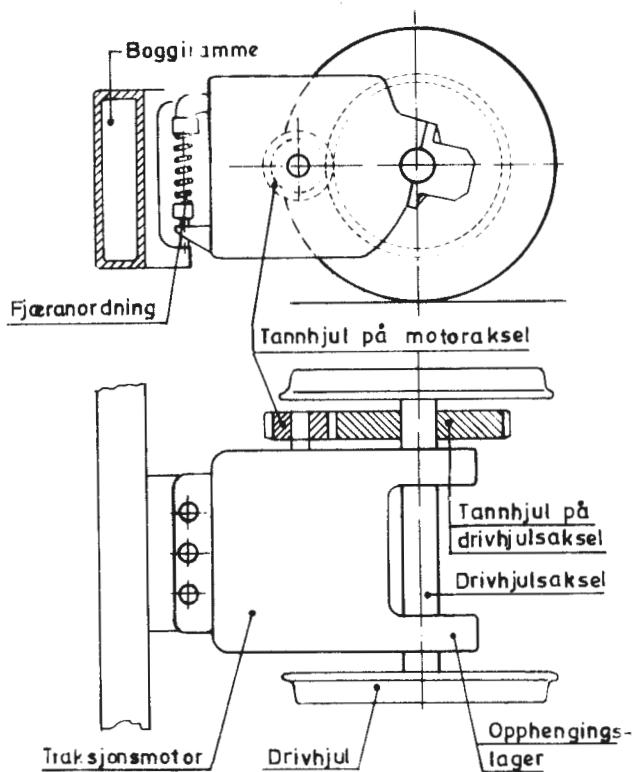


Fig. 8.22

På traksjonsmotorens aksel er det montert et tannhjul som står i inngrep med et større tannhjul på drivhjulsakslen. Motoren bæres av to bærelagre på drivakslen og av et fjær-system i boggirammen.

Enkelakseldrift med hulaksel og fjærdrivvanordning i drivhjulene

Det er en traksjonsmotor for hver drivhjulsats. Motorene er opphengt i lokomotivrammen.

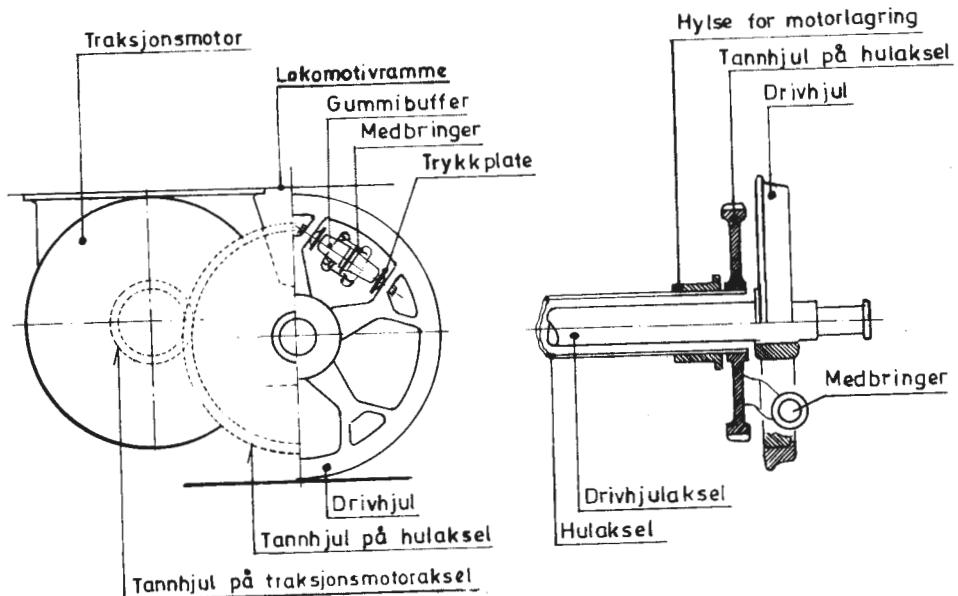


Fig. 8.23

Motorakselen har et tannhjul i hver ende. Tannhjulene står i inngrep med større tannhjul (uten fjærrende tannkrans) som er festet i hver ende på hulakselen som er lagret i motoren. Motoren driver hulakselen ved hjelp av tannhjulene.

Drivhjulakselen er ført gjennom hulakselen med god klaring til alle sider.

Kraftoverføringen fra tannhjulene til drivhjul skjer ved hjelp av fem medbringere som raker ut fra tannhjulene og inn mellom eikene i drivhjulene. På hver medbringerarm er det anordnet to gummibuffere (fjærkopper). Gummibufferne trykkes ved hjelp av medbringerarmene mot trykkplater av stål i drivhjulene.

Enkelakseldrift med medbringerarmer som griper inn i tannhjulsnavet

Fig. 8.24 viser prinsippet for drivanordningen. Delene er tildels trukket ut fra hverandre for å lette forståelsen.

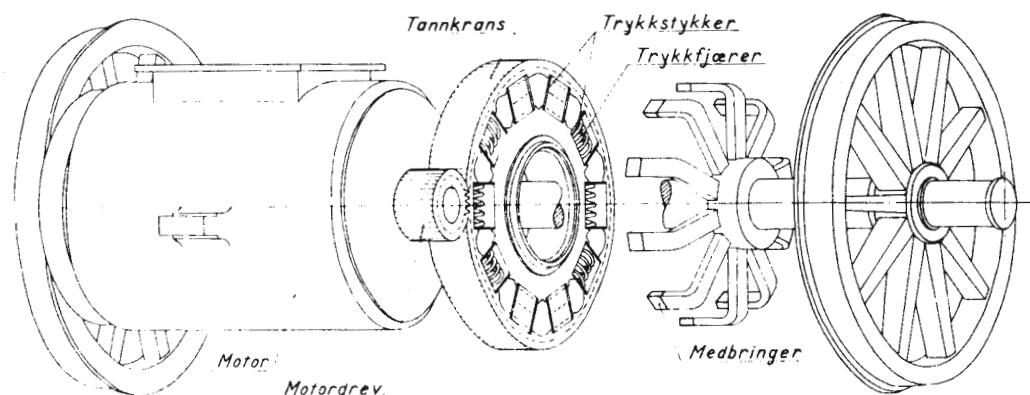


Fig. 8.24

Kraftoverføringen går fra motordrev til et nav med tannkrans. Navet er opplagret over et rullelager på en stummel, dvs. en hul "akseltapp" som ikke roterer. Gjennom stummelen går drivhjulakselen med klaring. På hjulets ene nav er det påkrympet en medbringer med armer. Medbringerarmene stikker inn i tilsvarende kamre i tannhjulsnavet og ligger an mot fjærer over trykkstykker. Motorene påvirkes lite av slag o.l. fra skinnegangen.

Enkelakseldrift med torsjonsaksel og gummikopling

Fig. 8.25 viser prinsippet for drivanordningen

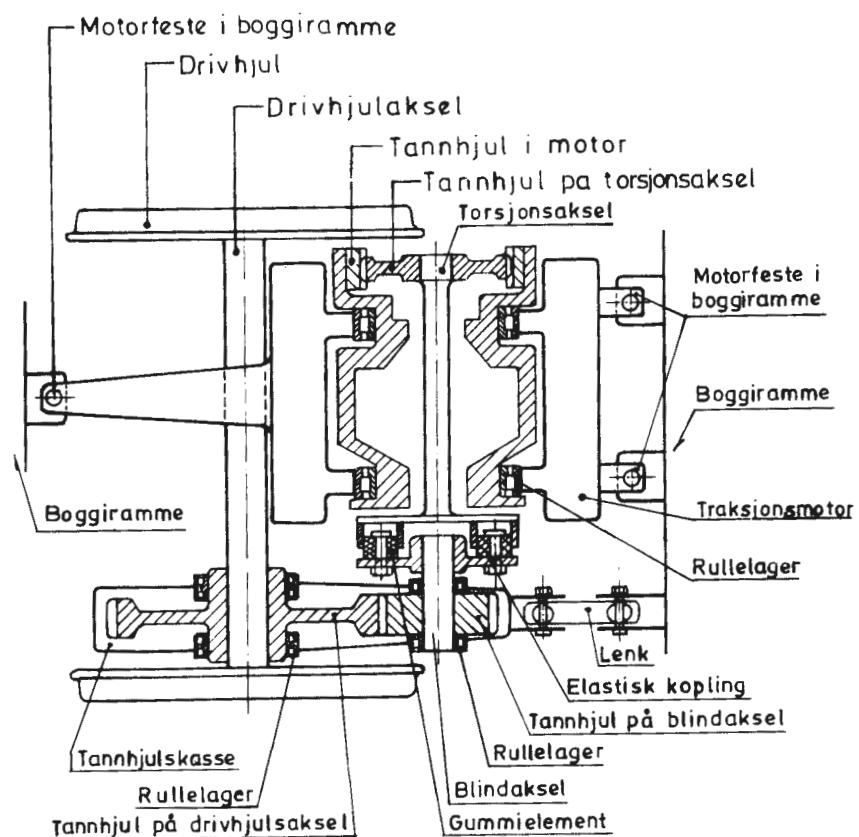


Fig. 8.25

Motoren driver over en torsjonsaksel, som går gjennom rotornavet, en tannhjulsveksel som er montert på drivhjulsakselen. Torsjonsakselen er tilknyttet rotorens bakre ende over en tannhjulskopling som tillater vinkel- og aksialforskyvning. I den andre enden er torsjonsakselen tilknyttet tannhjulsvekselen over en elastisk gummikopling, som tillater vinkeloverskyvninger og sammen med torsjonsakselens egen elastisitet demper opptrædende svingninger og momentpulsasjoner.

Tannhjulsvekselen er lagret på hjulakselen. Til å oppta reaksjonskreftene finns et stag som holder drevkassen (drevet) riktig i forhold til boggirammen.

Fellesakseldrift med traksjonsmotor i lokomotivrammen

Fig. 8.26 viser prinsippet for drivanordningen på et lokomotiv med felles akseldrift.

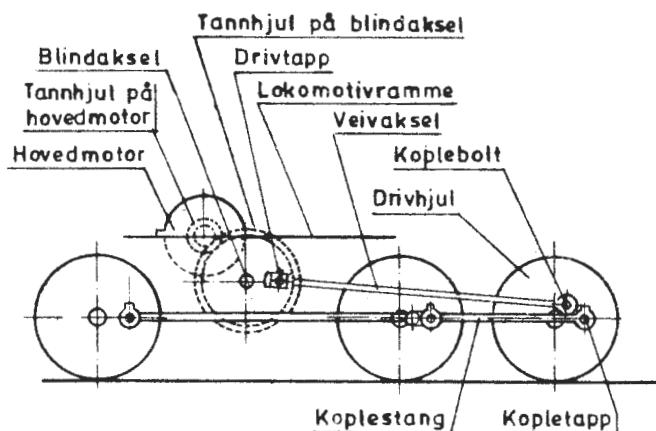


Fig. 8.26

Traksjonsmotoren er anbrakt i et motorstativ i lokomotivrammen. I motorstativet er det opplagret en blindaksel med veivskiver påmontert drifttapper. På hver ende av motorakselen er det montert et tannhjul med fjærkopling. Tannhjulene står i inngrep med to større tannhjul på blindakselen. Kraftoverføringen fra drifttappene (kopletappene) skjer ved hjelp av koplestenger.

Drivanordning med gummielementer

Motoren er elastisk opplagret i boggirammen. Drivanordningen har to tannhjul, hvorav det minste er festet på den ene enden av motorens aksel. Det største tannhjulet er opplagret på to koniske rullelager på en stummel som er skrudd til motorhuset.

Det store tannhjulet har en utenforliggende flens som over medbringere (lenker, bolter og gummielementer) er forbundet med en flens på hulakselens høyre ende.

Fig. 8.27 og 8.28 viser en prinsippskisse av anordningen.

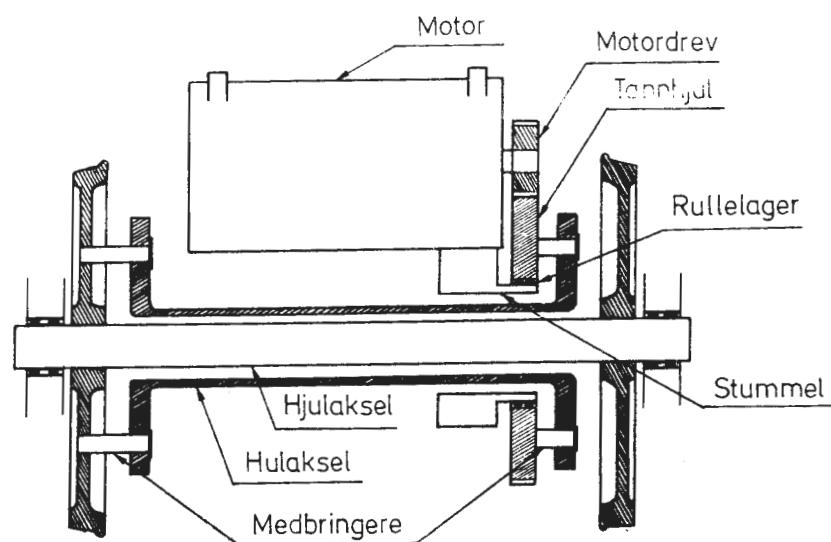


Fig. 8.27

Motorens drivkraft overføres over hulakselen til hjulsatsen over en flens på hulakselens venstre ende, som over medbringere (lenker, bolter og gummielementer) er forbundet med hjulsatsens venstre hjul.

Hjulsatsen kan bevege seg fritt innenfor visse grenser, da en forskyvning ut fra midtstilling opptas av gummielementene.

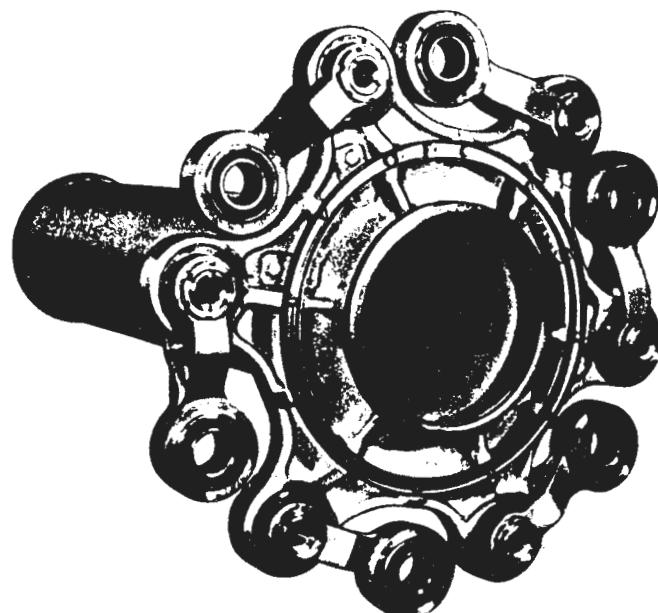


Fig. 8.28

9. KJØLEANLEGG

9.1. Innledning

Dieseltrekkaggregater er utstyrt med kjøleanlegg for kjøling av dieselmotoren. Samme kjøleanlegg kan også nytes til kjøling av andre komponenter, som hydrauliske dreiemomentomformere, trykkluftkompressorer osv.

Omtrent 1/3 av den varme som oppstår under forbrenningene i en dieselmotor blir avgitt til forbrenningsrommenes omgivelser, dvs. til topplokket, til sylinderveggene og til stemplene. For å unngå overoppheating av de nevnte deler, må det sørges for at disse blir godt avkjølt, eller med andre ord at varmen blir ledet bort på en effektiv måte.

Smøreoljen bidrar også ved sin sirkulasjon til å føre endel av varmen fra noen av de mest utsatte steder, men når det gjelder den store varmen som må ledes bort fra topplokket og den øvre del av sylinderblokken, må et spesielt kjølesystem tas til hjelp.

Smøreoljen må heller ikke anta for høye temperaturer slik at den ødelegges og får nedsatte smøreegenskaper, som fører til økt slitasje og øker faren for fastkoksing av stempelfjærne. I dieselmotorens kjølesystem er det bygget inn en egen smøreoljekjøler.

I alminnelighet nytes for en dieselmotor et kjølesystem med vann og luft som kjølemedium. Det oppvarmede kjølevannet ledes gjennom en vannkjøler som kjøles ved hjelp av en vifte.

Kjølingen er termostatregulert. Termostaten regulerer vanntemperaturen enten ved å regulere vannmengden som passerer vannkjøleren eller ved å regulere viftens omdreiningstall.

Det finnes også dieselaggregater hvor det nytes luftkjøling alene.

9.1.1. Vann- og luftkjøling med termostatregulering av vann-

mengden gjennom kjøleren

Fig. 9.1. viser skjematiskt et anlegg bygget for kjøling av dieselmotoren og drivoljen for en hydraulisk dreiemomentomformer.

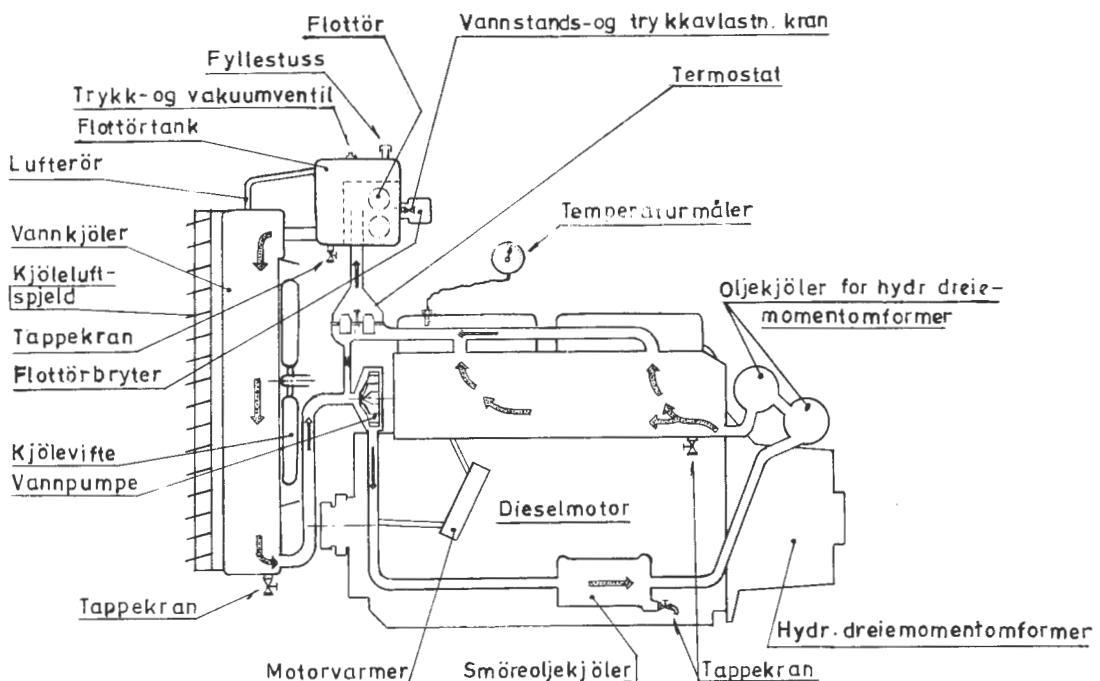


Fig. 9.1.

Kjøleanleggets viktigste komponenter er:

- vannkjøleren plassert i fronten
- dieselmotorens smøreoljekjøler
- dreiemomentomformerens drivoljekjøler
- kjøleluftvifte som drives av dieselmotoren
- termostat med ventiler
- flottörtank og
- kjølevannets sirkulasjonspumpe

Termostatens oppgave er å holde motoren arbeidstemperatur så konstant som mulig. Så lenge kjølevannet er kaldt, stenger termostaten tilløpet til kjøleren. Kjølevannet føres direkte til vannpumpen og motoren oppvarmes hurtigere.

Etterhvert som kjølevannet blir varmere, åpner termostaten gradvis til vannkjøleren og kjølevannet føres gjennom kjøleren i en mengde som er avhengig av kjølevannstemperaturen.

Termostaten holder kjølevannet på en passende arbeidstemperatur ved å lede mer eller mindre kjølevann gjennom vannkjøleren., Luftstrømmen gjennom kjøleren reguleres manuelt med spjeld.

Termostaten har tre små ventiler som opererer uavhengig av hverandre og som begynner å åpne ved forskjellige temperaturer.

I kjølesystemet inngår en flottørtank hvor det er en flottør som er forbundet med en elektrisk bryteranordning. Denne kopler inn et lydsignal hvis kjølevannsnivået blir for lavt. Påfylling av kjølevann skjer gjennom en fyllestuss på flottørtanken. Anlegget er et såkalt lukket system. På tanktoppen er det derfor montert en trykk- og vakuumventil. Denne åpner for utstrømning ved et overtrykk på 0,7 bar, og hindrer dessuten eventuell vakuumdannelse.

Oljekjølerne er utstyrt med en rørinnsats hvor oljen sirkulerer på utsiden av de gjennomgående vannrørene.

Kjøleanlegget har følgende sikkerhets- og kontrollanordninger:

- Flottørbryter som gir varsel ved for lav vannstand
- Temperaturmålere for kjølevann og drivolje.

9.1.2 Vann- og luftkjøling med termostatregulering av kjøle-

viftetur tall

Anlegget er bygget for kjøling av dieselmotoren og drivoljen for den hydrauliske vekselen.

I kjølevannsystemet inngår tre kjølere, en for dieselmotoren, en for oljen i hovedsmøresystemet og en for drivoljen til den hydrauliske vekselen.

Kjølevannet sirkulerer ved hjelp av en vannpumpe, som suger kjølevannet fra bunnen av vannkjøleren og fører det gjennom motorens oljekjøler. Kjølevannet føres derfra til oljekjøleren for den hydrauliske vekselen og videre til motorens kjølevannskanal. Fra kjølevannskanalen er det forgreninger til sylinderne ksjølekkappene og motorens topplokk, hvorfra det føres tilbake til toppen av vannkjøleren.

Bak vannkjøleren er det en vifte som er bygget sammen med en hydraulisk kopling, se fig, 9.2.

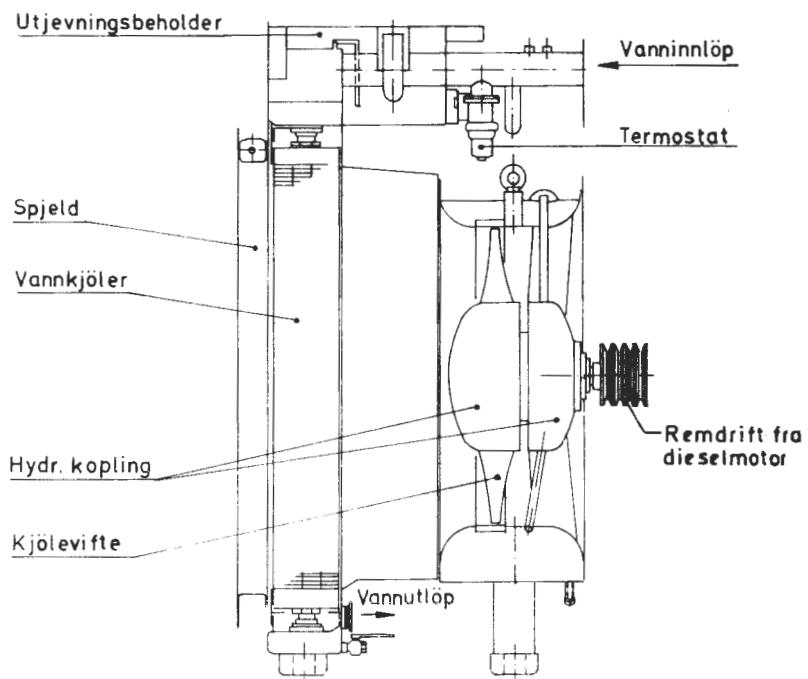


Fig. 9.2.

Foran vannkjøleren er det et automatisk regulerbart spjeld.

Reguleringen av vifteturtallet og reguleringen av spjeldet styres av en termostat innbygd i kjølevannsystemet.

Den hydrauliske koplingen har til oppgave å regulere vifturtallet slik at kjølevannstemperaturen holdes innenfor bestemte grenser. Maksimalt turtall oppnås bare når maksimal ytelse forlanges av dieselmotoren ved høy lufttemperatur ute. Ved andre driftsforhold kreves en mindre ytelse. Koplingens primærside drives av dieselmotoren ved hjelp av kileremmer. Viften er anordnet på koplingens sekundærside.

Under kjøring med kald motor er spjeldet stengt og viften utkoplet. Ved en bestemt temperatur trer termostaten i funksjon og bevirker ved hjelp av trykkluft at spjeldet åpnes og at koplingen fylles med olje og viften starter. Viften koples ut når kjølevannstemperaturen synker til en bestemt verdi.

Kjøleanlegget kan ha følgende kontrollorganer:

- Rød lampe i førerbordet som lyser når kjølevannet ikke sirkulerer (styrt av trykdvokter)
- Temperaturmålere for kjølevann, motorsmøreolje og drivolje for hydraulisk veksel
- Oljestandsmåler for hydraulisk kopling
- Vannstandsmåler

9.1.3 Luftkjøling med termostatregulering av kjøleviftetur-

tall

På enkelte typer skinnetraktorer kan det være anordnet et separat kjøleanlegg for luftkjøling av dieselmotoren og et for luftkjøling av drivoljen for den hydrauliske veksel.

Fig. 9.3 viser prinsippet for luftkjøling av dieselmotoren

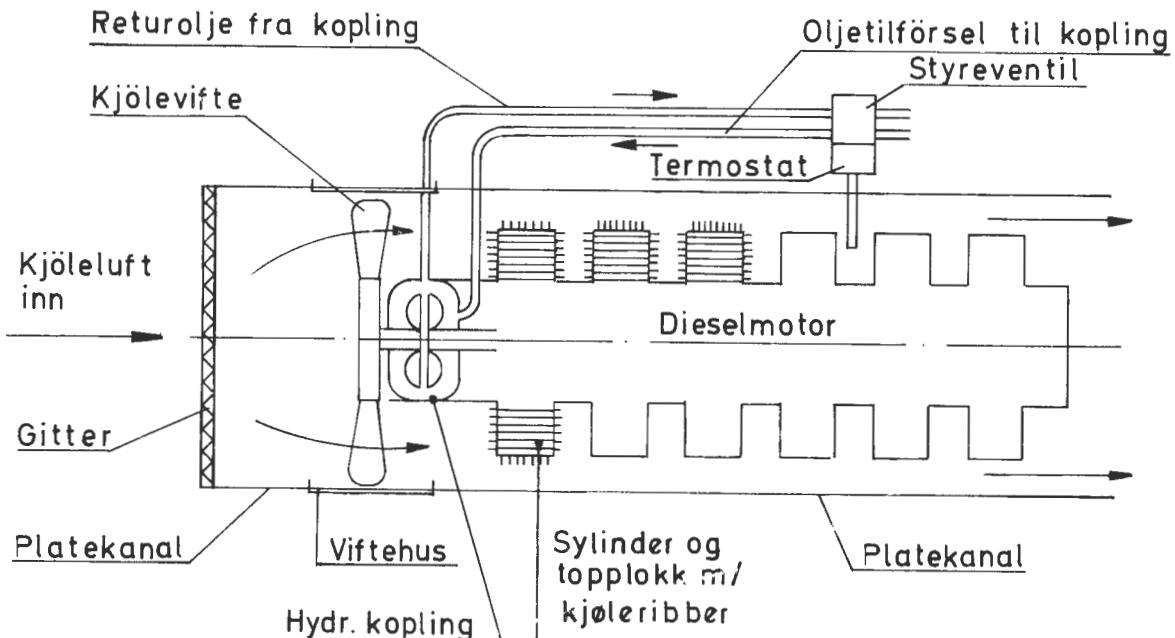


Fig. 9.3

Viften drives fra motoren sin registerhjul over en hydraulisk kopling. Kjøleluften suges inn i forkant gjennom en platekanal, og føres videre forbi kjøleribbene på topplokk og cylindrene slik at ønsket kjølevirkning oppnås.

Termostaten og styreventilen som er plassert på siden av motoren, regulerer vifteturtalet i forhold til temperaturen på luften som strømmer ut mellom motoren og kjøleribben.

Koplingen tilføres olje fra dieselmotoren sin smøreoljesystem over styreventilen som regulerer oljetilførselen til koplingen. Oljemengden er bestemmende for vifteturtalet.

For kjøling av vekseloljen benyttes en oljekjøler som luftkjøles fra egen vifte drevet over kileremmer fra dieselmotoren.

Når motoren er igang vil en fyllepumpe for den hydrauliske veksel presse en viss oljemengde gjennom kjøleren. Ved hjelp av en strupeskive begrenses oljemengden til det som er nødvendig for å lede bort opptrædende varme. Ved å begrense oljemengden gjennom kjøleren kan en større del av fylle-

pumpens leveringsmengde benyttes for hurtig fylling og kopling av vekselens forskjellige trinn.

Termostat

Det er viktig at kjølevannstemperaturen holdes så konstant som mulig. Dette oppnås ved en termostat i kjølesystemet. Termostatens virkemåte fremgår av fig. 9.4.

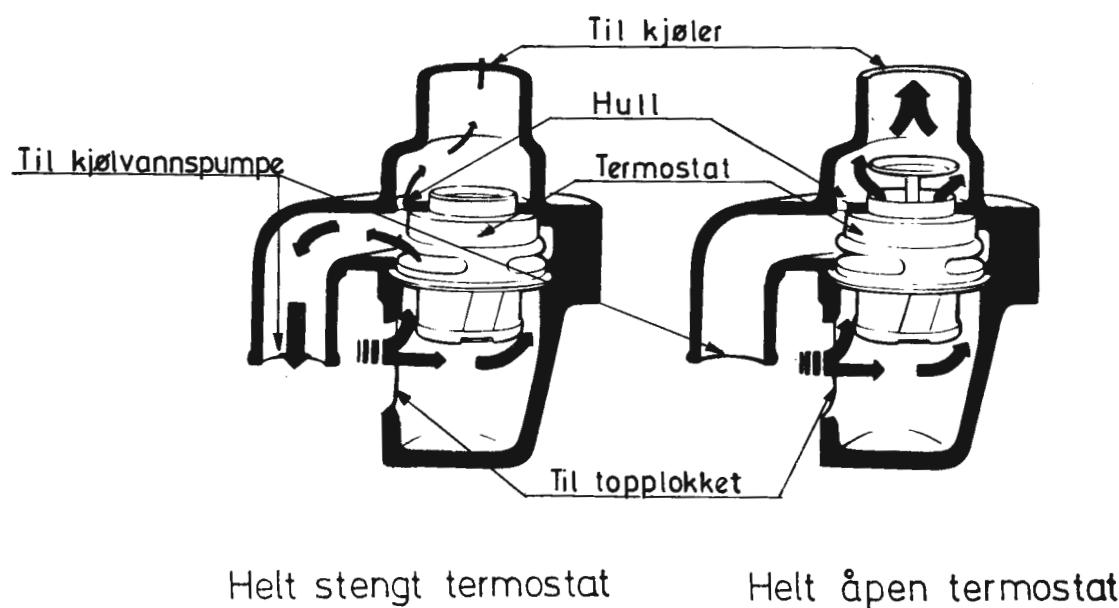


Fig. 9.4

Om vinteren må det hindres at kjølevannet fryser. På mindre dieseltrekkaggregater blir derfor kjølevannet tilsatt en frosthindrende væske som anvendes hele året.

På større dieselaggregater hvor kjølesystemet inneholder forholdsvis store vannmengder, anvendes ikke slik væske. Disse aggregatene kan ikke uten videre hentes utendørs når det er fare for frost.

For forvarming av dieselmotor og for oppvarming av kjølevannet kan det være montert en elektrisk varmekolbe i kjølesystemet. Varmekolben tilkoples stasjonært 220 V-anlegg.

9.2 Varmeanlegg

Alle trekkaggregater har utstyr for oppvarming av førerrom(ene). Det kan nytties elektrisk-, varmtvann- eller varmluftoppvarming.

På eldre dieselmotorvognmateriell er det et separat varmtvannsanlegg med oljefyrt kjel opphengt under vognen.

Nyere dieselmotorvognmateriell har elektrisk oppvarming.

I førerrommene på dieselelektriske trekkaggregater kan det være elektrisk oppvarming eller en kombinasjon av elektrisk- og varmtvannsoppvarming fra motorkjølevannet.

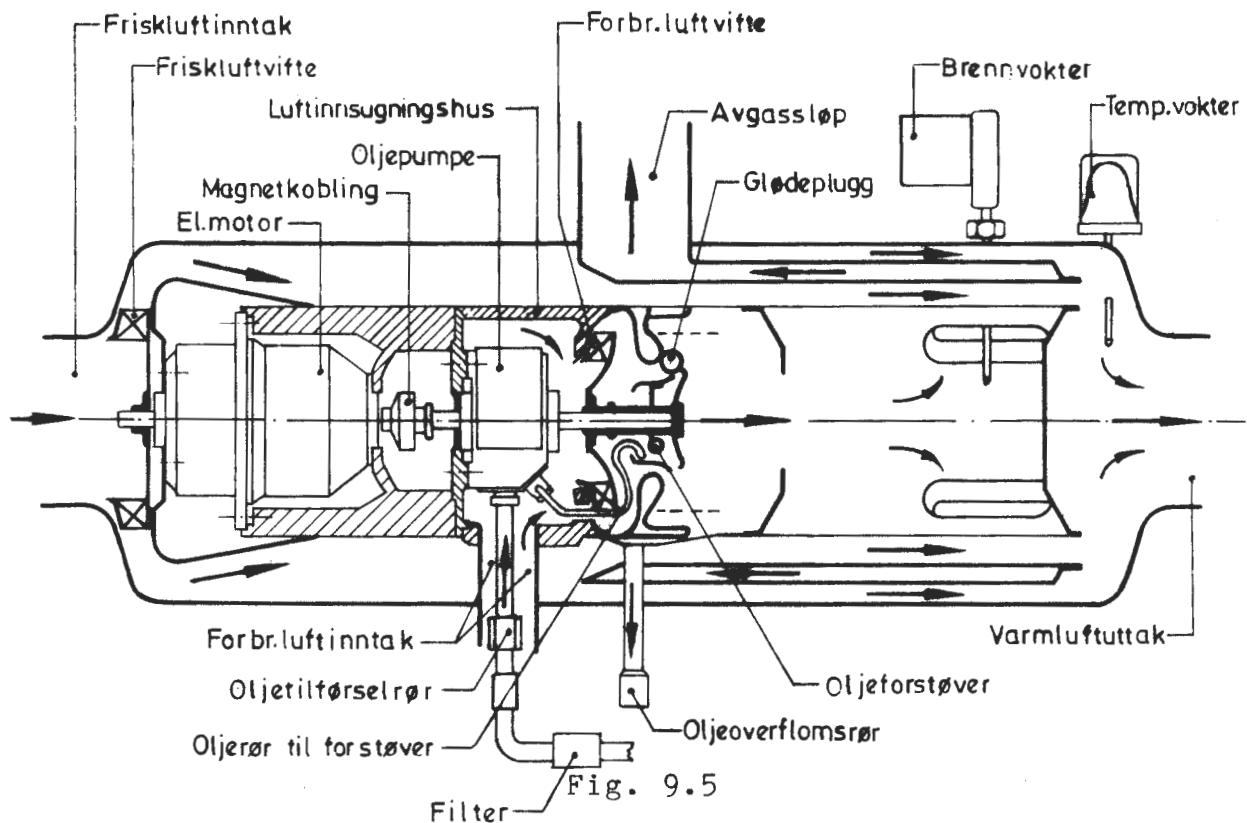
I førerrommene på skinnetraktorer nytties varmluftoppvarming fra et oljefyrt varmluftapparat.

Webastoapparater

Webastoapparatene (flere typer) er forholdsvis små oljefyerte varmluftapparater som brukes til førerromsoppvarming.

Apparatene kan også brukes til ventilasjon - innblåsing av frisk luft.

Fig 9.5 viser et snitt (skjematisk) gjennom et Webastoapparat.



Apparatet har friskluftinntak i den ene enden og varmluftuttak i den andre. I apparatet er innbygd en oljebrenner med forbrenningsrom samt varmeveksel. Forbrenningsgassene i forbrenningsrommet avgir varme gjennom varmevekselen, før de slippes ut gjennom avgassløpet. Friskluften suges inn i apparatet av en egen vifte og varmes opp idet den passerer forbrenningsrom og varmeveksel.

Oljebrenneren er utstyrt med rotasjonsforstøver og en glødeplugg for tenning av oljetåken ved start.

Webastoapparatet startes og stoppes ved betjening av en bryter. Med bryteren kan varmeytelsen stilles for hel - eller halv ytelse eller bare for ventilasjon.

For å hindre fortsatt drift hvis oljen ikke tennes ved start eller flammen slukker under drift, eventuelt overoppheating, benyttes to termostater. En røkgasstermostat med føler i forbrenningsrommet og en overhetertermmostat med føler i luftstrømmen etter varmevekselen. Termostatene står i forbindelse med hver sin bryter koplet i serie.

Varmluften kan foruten å ledes til førerrommet også ledes i rørledninger til frontrutene og eventuelt sidevinduene.

10. DIESELMOTORER

10.1. Innledning

En forbrenningsmotor er en varmekraftmaskin som i en arbeids-sylinder direkte omsetter brennverdien i et brennstoff til mekanisk arbeid.

Forbrenningsmotorene kan inndeles i tre store hovedgrupper:

- Forgassermotoren
- Dieselmotoren
- Semi-dieselmotoren

Ved en forgassermotor (bensinmotor) føres brennstoffet inn i sylinderen sammen med luften og tennes av en elektrisk gnist.

Ved en dieselmotor sprøyes brennoljen inn i sylinderen først etter at den innsugde luften er komprimert. Brennoljen tennes av seg selv ved den temperatur som luften har fått på grunn av kompresjonen.

Ved en semidieselmotor sprøyes brennoljen inn etter at luften er delvis komprimert. Kompresjonen er ikke høy nok til selvantennelse og tenningen skjer idet brennolje - luftblandinga strømmer inn i glødehodet - en kuleformet utvidelse i cylindertoppen.

Hver av de nevnte hovedgrupper kan videre inndeles i undergrupper: totaktmotorer, firetaktmotorer, enkeltvirkende motorer osv.

I det etterfølgende beskrives bare dieselmotoren.

10.2. Dieselmotorens virkemåte og oppbygning

I en dieselmotor forbrenner brennstoffet inne i selve kompresjonsrommet, se fig. 10.1. Varmeutviklingen under for-

brenningen bevirker at trykket stiger og stemplet drives nedover i sylinderen. Gjennom stempelbolten og veivstangen overføres bevegelsen til veivakselen.

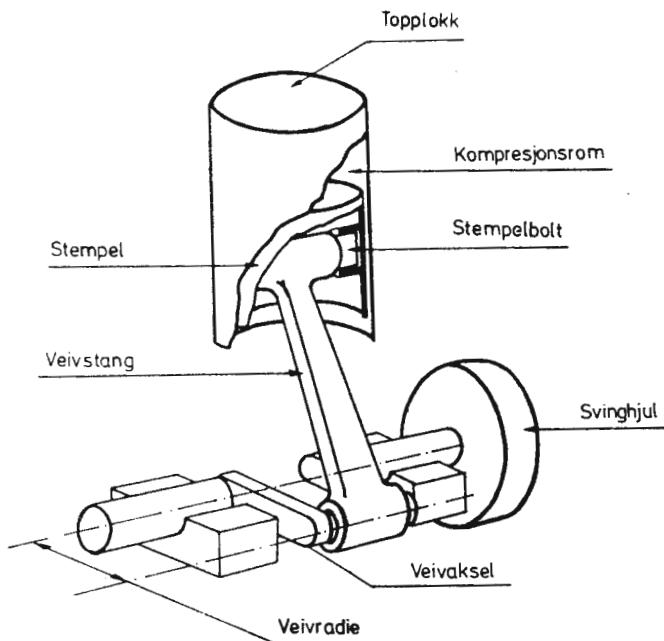


Fig. 10.1

10.2.1. Firetakt-prinsippet

Fig. 10.2 viser skjematiske oppbygningene av en diesel firetaktmotor.

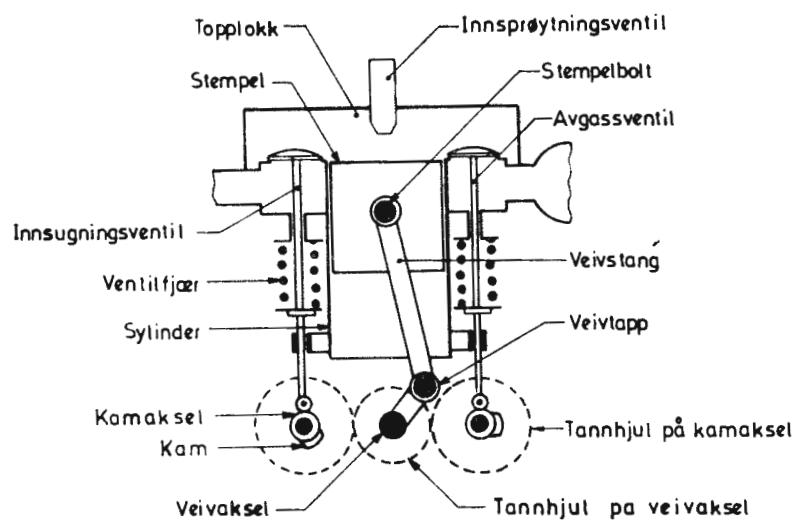


Fig. 10.2

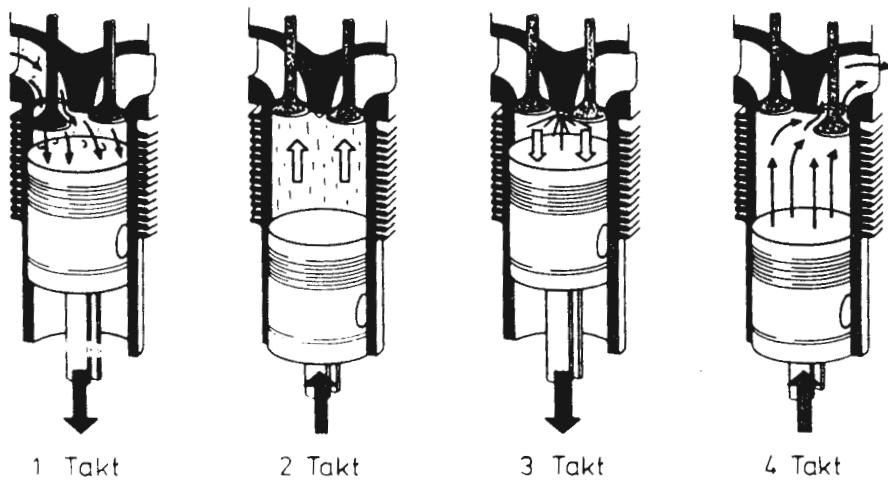


Fig. 10.3

Ved en firetakt-motor gjennomløpes arbeidsprosessen på fire takter (Fig. 10.3):

1. Innsugningstakten
2. Kompresjonstakten
3. Arbeidstakten eller ekspansjonstakten
4. Utblåsingstakten.

Innsugningstakten

Innsugningsventilen er åpen. Stemplet drives nedover av svinghjulet og luft suges inn i sylinderen gjennom innsugningsventilen.

Kompresjonstakten

Begge ventiler er lukket. Stemplet beveges oppover og luften

i sylinderen komprimeres, trykk og temperatur stiger etter hvert som volumet avtar. Brennoljen sprøyes inn gjennom innsprøytningsventilen litt før øvre døpunkt.

Arbeidstakten (ekspansjonstakten)

Begge ventiler er lukket. Den komprimerte og oppvarmede olje-luftblanding tenner på grunn av temperaturstigningen forårsaket av kompresjonen. Idet blandingen forbrenner stiger temperaturen og trykket ytterligere. Forbrenningsgassene trykker stemplet nedover idet de utvider seg, trykket avtar etter hvert som volumet øker.

Utblåsingstakten

Avgassventilen er åpen. Stemplet drives oppover av sving-hjulet og forbrenningsgassene blåses ut av sylinderen gjennom avgassventilen.

Arbeidsprosessen er gjennomløpt og neste takt er igjen en innsugningstakt.

Innsugning av luft og utblåsing av forbrenningsgasser skjer gjennom en innsugnings- og en avgassventil for hver sylinder. Ventilene åpnes ved hjelp av kammer på kamakslene, men lukkes av ventilfjærerne.

Åpning og lukking av ventilene skal ved en firetakt-motor gjenta seg hver fjerde takt, dvs. hver annen omdreining av veivakselen. Kamakslen gjør derfor halvparten så mange omdreininger som veivakselen.

Trinnene i arbeidsprosessen er bestemt av åpning og lukking av ventilene samt av begynnelsestidspunktet for innsprøyting av brennoljen. Dette må foregå i riktige veivstillinger.

Innsugningsventilen åpner noe før veiven har passert øvre døpunkt og holdes åpen et stykke etterat veiven har passert

nedre dødpunkt.

Avgassventilen åpnes noe før veiven når nedre dødpunkt og lukker etter at veiven har passert øvre dødpunkt. Dette er nødvendig for at gasstrømmen ikke skal møte for stor motstand gjennom ventilåpningene.

Brennoljeinnsprøytingen begynner noe før stemplet når øvre dødpunkt under kompresjonstakten. Dette er nødvendig for at forbrenningen skal være i gang når stemplet snur.

Fig. 10.4 viser styringsdiagram for en firetaktsmotor.

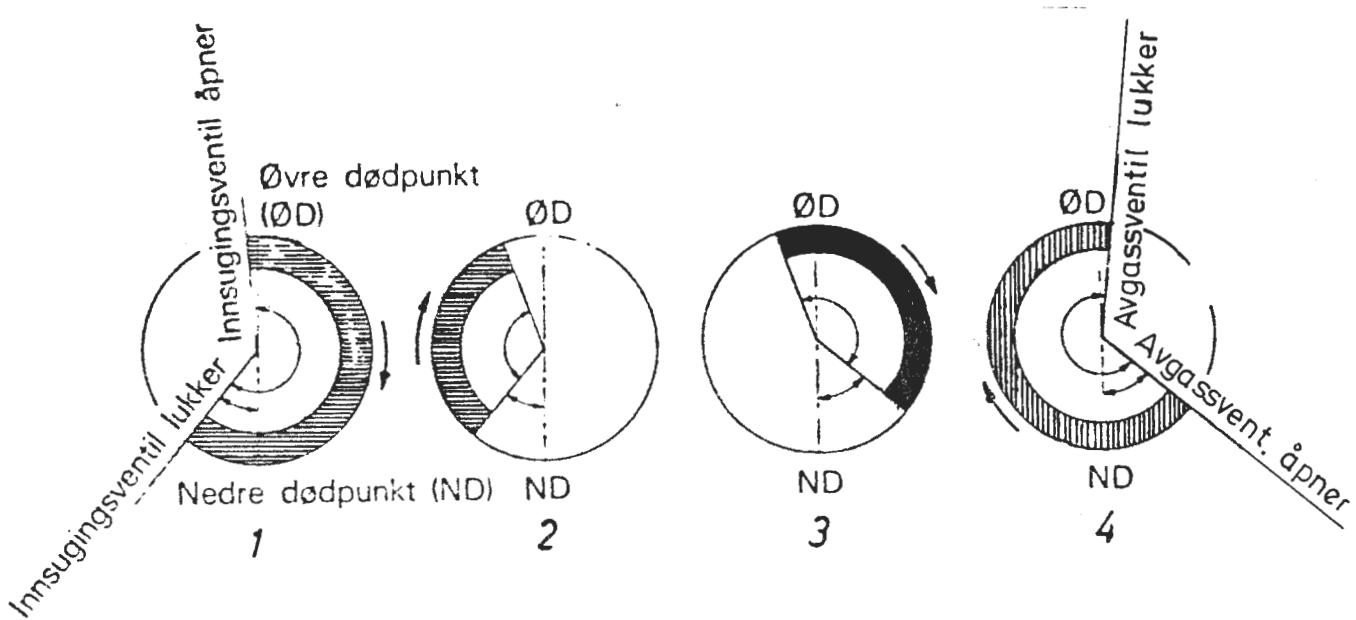


Fig. 10.4

10.2.2. Totaktprinsippet

Ved en totakt-motor fullføres arbeidsprosessen i to takter, idet særskilt innsugnings- og utblåsingstakt mangler.

Styringsprogram for en totaktmotor er vist i fig. 10.5 og 10.6

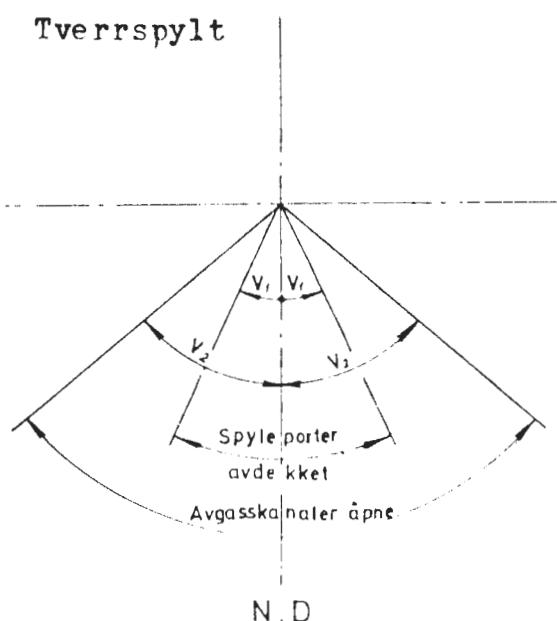


Fig. 10.5

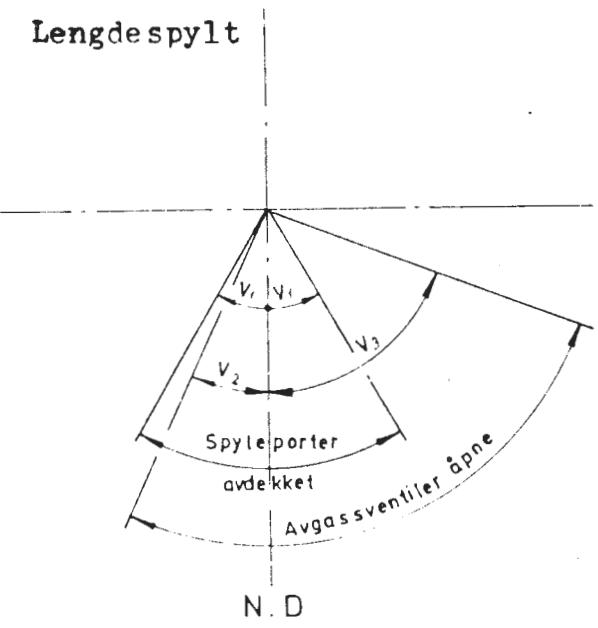


Fig. 10.6

Ved totakt-motorer skjelles mellom motorer med tverrspyling og med lengdespyling.

Tilførsel av spyle- og forbrenningsluft til sylinderen kan enten skje ved veivkassespyling (undersiden av stemplet virker som spylepumpe) eller ved fullspyling (egen spylepumpe drevet av motoren).

Tverrspyling, fig. 10.7

Motorer med tverrspyling har ingen ventiler. Før stemplet kommer helt i nederste stilling, avdekkes to motstående porter i sylinderveggen ovenfor stempelkanten og luften føres under et svakt overtrykk inn i sylinderen fra venstre side, se fig. 10.7.

På grunn av stemplets form strømmer luften først oppover i sylinderen, derpå nedover mot utløpsporten på høyre side. Den friske luften skyver avløpsgassen foran seg ut gjennom avløpsporten.

Når stemplet beveges oppover stenger først innløpsporten og deretter avløpsporten før friskluften når så langt. Friskluften stenges inne og komprimeres under resten av stempelslaget. Brennoljen sprøytes inn når stemplet er omtrent i

øvre stilling.

Når stemplet er i eller nær øvre stilling antennes gassblanding. Trykket stiger og stemplet drives nedover. Avløpsporten åpnes når stemplet nærmer seg nedre stilling og en del av forbrenningsgassen strømmer ut. Deretter åpnes innløpsporten på venstre side og resten av forbrenningsgassen feies ut foran innstrømmende frisk luft, og arbeidsprosessen er fullført på to takter.

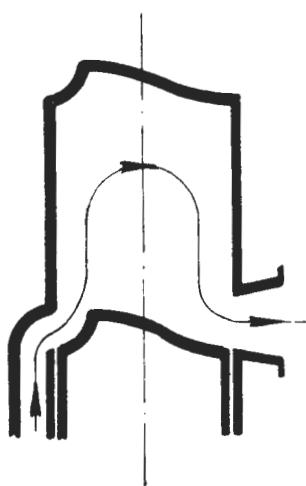


Fig. 10.7

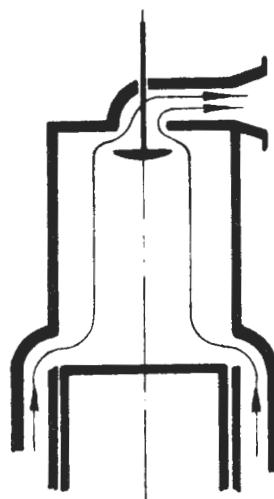


Fig. 10.8

Lengdespyling, fig. 10.8

I motorer med lengdespyling er avløpsportene erstattet av en eller flere avgassventiler, se fig. 10.8.

Når stemplet står i nedre stilling, er innløpsporten avdekket og luft strømmer inn i sylinderen under et lite overtrykk. Samtidig er avgassventilen åpen og gjenværende forbrenningsgass trykkes ut gjennom avgassventilen, foran innstrømmende frisk luft.

Når stemplet beveges oppover, stenges avgassventilen og innløpsporten dekkes av stemplet. Den innestengte luften komprimeres. Når stemplet er omrent i øvre stilling, sprøytes brennoljen inn, forbrenningen starter og stemplet drives

nedover. Når stemplet nærmer seg nedre stilling åpnes avgassventilen. En del av forbrenningsgassen strømmer ut og resten drives ut når innløpsporten åpnes av stemplet og frisk luft strømmer inn i sylinderen. Arbeidsprosessen er fullført på to takter.

Forbrenningsgassen og luften passerer sylinderen i dennes lengderetning - herav betegnelsen lengdespyling.

10.2.3. Trykk- og temperaturdiagram

Fig. 10.9 viser hvordan trykket og gasstemperaturen veksler i sylinderen i en firetakt dieselmotor.

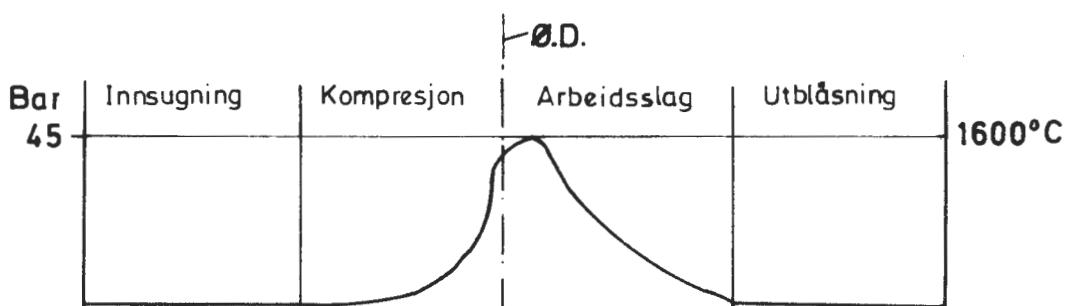


Fig. 10.9

Kompressionsstrykket arter seg som et mottrykk som søker å bremse stemplets bevegelse, mens trykket under arbeidstakten yter arbeid. Regner man ut middeltrykket under kompressions- takten og trekker dette fra tilsvarende trykk under arbeids- takten, fås det midlere effektive trykk som danner grunn- laget for beregning av motorens cylinderytelse.

Fordi det maksimale stempeltrykk er betydelig, må delene som utsettes for store påkjenninger dimensjoneres deretter.

10.2.4. Flersylindrede motorer

En ensylindret firetakt-motor har én arbeidstakt for hver to omdreininger av veivakslen. For å oppnå en noenlunde jevn gang, må en slik motor utstyres med et forholdsvis stort og

tungt svinghjul. En jevnere gang oppnås ved å anvende flere sylinder og å la arbeidstakten i sylinderne foregå forskjøvet i forhold til hverandre. Veivakselen utformes deretter. Mest alminnelig er fire, seks eller åtte sylinder.

Veivanordningen for en firesylinder motor er vist i fig. 10.10.

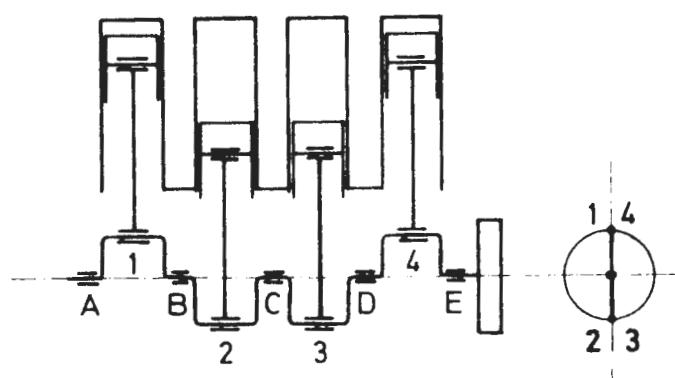


Fig. 10.10

Når stemplene for sylinder 1 og 4 er i øvre stilling samtidig, er stemplene 2 og 3 i nedre stilling. Motoren har fem bærelagere for veivakselen A, B, C, D og E.

Veivanordningen for en sekssylinder motor er vist i fig. 10.11.

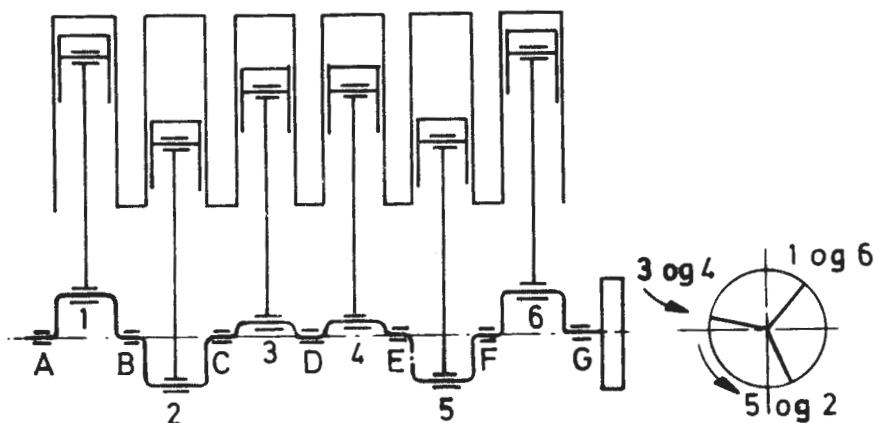


Fig. 10.11

Her har to og to av veivene samme vinkelstilling, men innbyrdes er veivgruppene forskjøvet 120° .

I begge nevnte motorer beveger to og to stempler seg samme vei. To likeløpende stempler er ikke i samme takt. Ved anordningen som er vist i fig. 10.11 beveger stempel 1 og 6 seg samtidig oppover. Sylinder 1 har f.eks. kompresjonstakt, mens sylinder 6 har utblåsingstakt osv.

Sylindrene nummereres som regel fra fifteenden, 1, 2, 3 osv. Fifteenden betegnes tilsvarende som motorens forende.

10.3. Dieselmotorens enkelte deler

Motorskroget er sammensatt av tre hoveddeler:

Sylinderblokk med veivhus, topplokk og bunnpanne.

Sylinderblokken og veivhuset kan være støpt hver for seg og boltet sammen, se fig. 10.12.

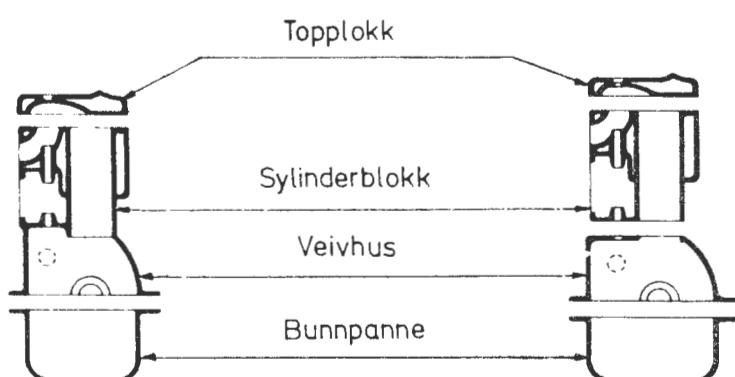


Fig. 10.12

10.3.1. Veivhuset

Motoren hviler gjennom veivhuset på sitt underlag. På veivhuset er sylinderblokken festet hvis de ikke er støpt i ett. Veivakselen er lagret i veivhuset. Registerhjulene og forskjellig hjelpeutstyr som starter, generator osv. er montert på veivhuset. Veivhuset er støpt av støpejern eller av en aluminiumslegering.

10.3.2. Bunnpannen

Bunnpannen danner tetning nedad og tjener som oljebeholder. Bunnpannen er enten støpt eller framstilt av tynn jernplate.

10.3.3. Sylinderblokken

Sylinderblokken er vanligvis av støpejern. Sylinderpartiet som kommer i berøring med forbrenningsgassene er ved vannkjølte motorer omgitt av en vannkappe, som kjølevannet sirkulerer gjennom. For å få en god kjøling er sylinderveggene forholdsvis tynne. I en del motorer er det i sylinderblokken montert inn foringer, enten tørrforinger eller våtföringer.

En tørrforing er en ca. 3 mm tykk foring av et slitesterkt materiale som settes trangt inn i den omsluttende sylinder. Tørrforingen kommer utvendig ikke i berøring med kjølevannet og det kreves ingen spesiell tetning, se fig. 10.13.

Når sylinderen utføres som et eget stykke som monteres inn i blokken og selv danner vegg mot kjølevannet, benevnes sylinderen som våtföring. En våtföring må ha spesielle tetninger (pakninger) både nedentil og oventil, se fig. 10.13.

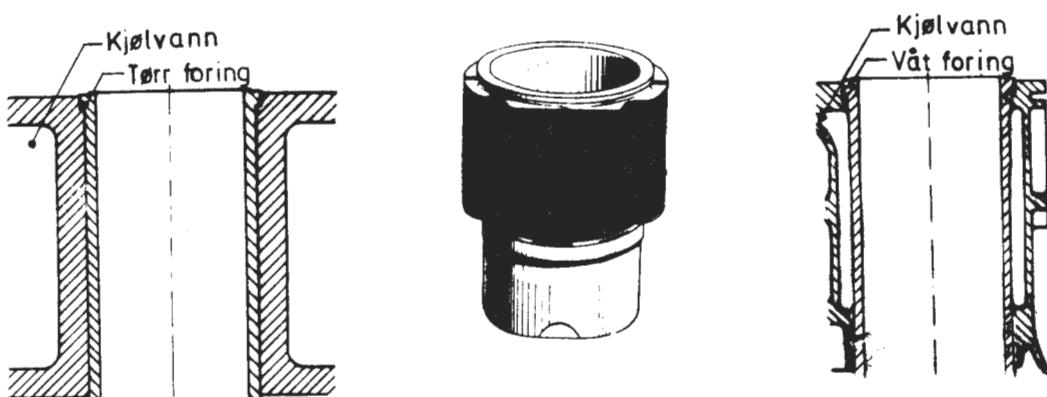


Fig. 10.13

Fig. 10.13 viser også sylinderpartiet for en luftkjølt motor.

Motorsylinderen slites mest i toppen av sylinderen. Dette kommer av at temperaturen, under gassens forbrenning i sylinderens øvre parti, er så høy at smøringen blir dårligere. For at det ikke skal dannes en slitasjekant, som kan skade øvre stempelfjær, skrás eller utdreies sylinderen oventil slik at øvre fjærkant så vidt går ut over selve føringen.

For å redusere sylinderslitasjen er det viktig at stempelfjærene og smøringen er i orden. Minst slitasje blir det når: Stempelfjærene er i orden, - motortemperaturen holdes passende, - brennoljeinnsprøytingen er riktig regulert.

10.3.4. Stemplet

Som stempelmateriale anvendes enten støpejern eller forskjellige aluminiumslegeringer (lettmetall). Fordelene ved lettmetallstempler er: mindre massekrefter, - bedre varmeledelegenskaper. Stempeltoppen avkjøles bedre hvilket betyr større motorytelse fordi det blir plass for en større mengde brennbart gass i sylinderen. Stemplet skal ha en viss klaring i sylinderen, og det er stempelfjærene som skal besørge tetningen, dessuten skal stempelfjærene overføre varme fra stemplet til sylinderveggen. Stemplets nedre parti (nedenfor bolten) benevnes stempelskjørtet.

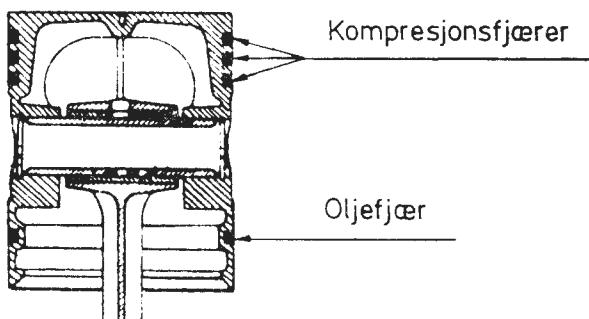


Fig. 10.14

Fig. 10.14 viser snitt gjennom et støpejernsstempel. Øvre parti skal ha noe større klaring enn nedre parti og stemplet

er av den grunn svakt konisk over det ringbærende parti. Klaringen skal være så stor at stemplet, som når motoren arbeider blir meget varmt i øvre parti, ikke skal skjære seg fast på grunn av varmeutvidelsen.

I enkelte motorer benyttes stempeler med egen oljekjøling. Stemplene har av den grunn en spesiell utforming med innvendig hulrom.

Fordi lettmetall utvider seg mer under oppvarming en støpejern, må et lettmetallstempel gis noe større klarering mot sylinderen i kald tilstand. For å redusere den nødvendige klarering kan enkelte stempeltyper være oppskåret på forskjellige måter, slik at stemplet blir mer elastisk.

10.3.5. Stempelfjærne

Kompressjonsfjærne - vanligvis to eller flere - er de egentlige tetningsfjærer og sitter øverst i stemplet. Kompressjonsfjærne er som regel skrått oppskårne. I annet hvert spor er det vanligvis innsatt fjærer med motsatt oppskjæring. Det forekommer også fjærer med overlapplass.

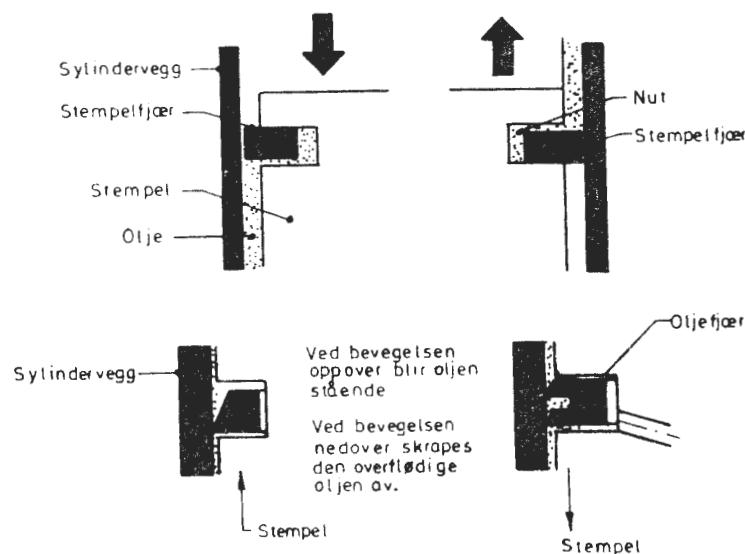


Fig. 10.15

Det er flere typer oljefjærer hvis oppgave er å regulere oljetilførselen til sylinderveggen. Oljefjærne anbringes

nederst, dels over og dels under stempelbolten. Oljefjæren er gjennombrutt og sporet som fjæren ligger i står i forbindelse med stemplets indre gjennom små hull, slik at overflødig olje kan renne tilbake til veivhuset.

En egen type oljefjærer er skrapefjærene som har til oppgave å skrape vekk overflødig olje fra sylinderveggen. Skal skrapefjæren virke etter sin hensikt, må fjæren anbringes med skrapekanten nedover.

Skal stempelfjærene tette tilfredsstillende, kreves det at de er nøyaktig tilpasset. Ved for liten klaring i sporet setter fjærene seg fast og gir dårlig tetning mot sylinderveggen. Ved for stor klaring pumpes smøreolje forbi fjærene mot forbrenningsrommet, og de øvrige fjærer "brenner" hurtig fast.

10.3.6. Stempelbolten

Stemplet er festet direkte til veivstangen ved stempelbolten. Det forekommer flere utførelser av stempelbolter. I alminnelighet er den hul for at den skal være lett, den er sett herdet, nøyaktig slipt og polert.

Stempelbolten innpasses trangt i stemplet og litt lettere i veivstanghodet, hvor bevegelsen skal foregå. For å hindre at stempelbolten forskyves og kommer i berøring med sylinderen, sikres den i hver ende.

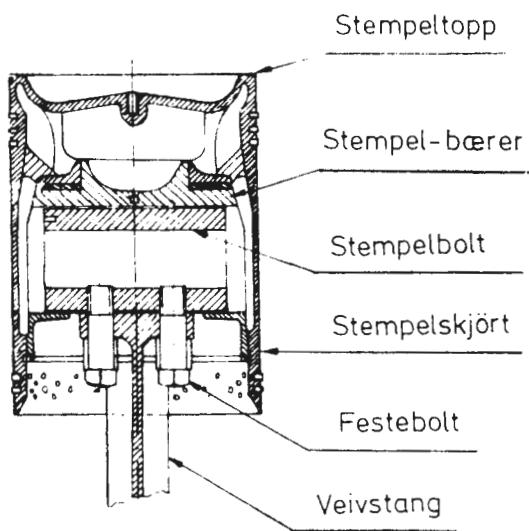


Fig. 10.16

På større motorer med støpejernstempler kan stempelbolten skrus fast i veivstangen slik at bevegelsen foregår i stemplet som vist på fig. 10.16.

10.3.7. Veivstangen

Veivstangen forbinder stemplet med veivakselen. Nedre ende som griper om veivtappen er utført som et delt lager - veivlageret - som holdes sammen med to eller fire bolter eller pinneskruer, se fig. 10.17.

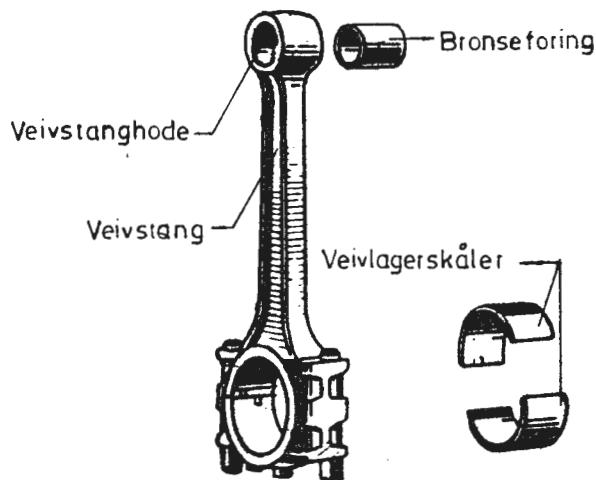


Fig. 10.17

Både bære- og veivlagerne er som regel utført med løse skåler som er istøpt lagermetall. Som lagermetall anvendes oftest blybronse. Lagerskålene er sikret mot å dreie seg.

Bære- og veivlagerne kan også være utført som rullelagere.

10.3.8. Veivakselen

Veivakselen, fig. 10.18, er smidd i et stykke og nøyaktig utbalansert. Til veivakselens bakre ende er svinghjulet festet, som oftest boltet til en flens på akselen. Veivakselen må være helt rett, det vil si at alle bæretapper ligger nøyaktig i linje og at veivtappene er nøyaktig parallelle med bæretappene. Har veivakselen kast, vil lagerne ha lett for å gå varme, videre vil kastet forårsake vibrasjoner som kan føre til akselbrudd. En uttatt veivaksel må av den grunn behandles med forsiktighet. På moderne motorer er veivakselen ofte utstyrt med en svingningsdemper som reduserer vibrasjoner som følge av impulsene fra sylinderne.

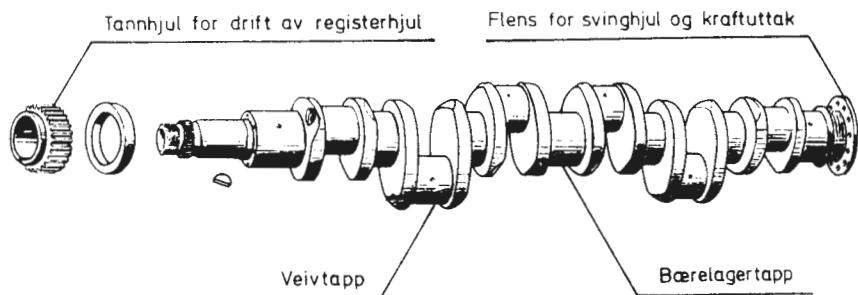


Fig. 10.18

Svingningsdemperen kan være en passe tung skive ved veivakselens forende. Festet mellom skive og veivaksel er en friksjonsanordning som tillater små glidninger mellom skive og veivaksel.

10.3.9. Ventilene

Ventilene er som regel anbrakt over stemplet i topplokket som vist i fig. 10.19. Kamakselen er lagret i veivhuset og ventilenes bevegelse skjer gjennom ventilløfterne, støtstangen og vippearmene som er lagret på en aksel på topplokket.

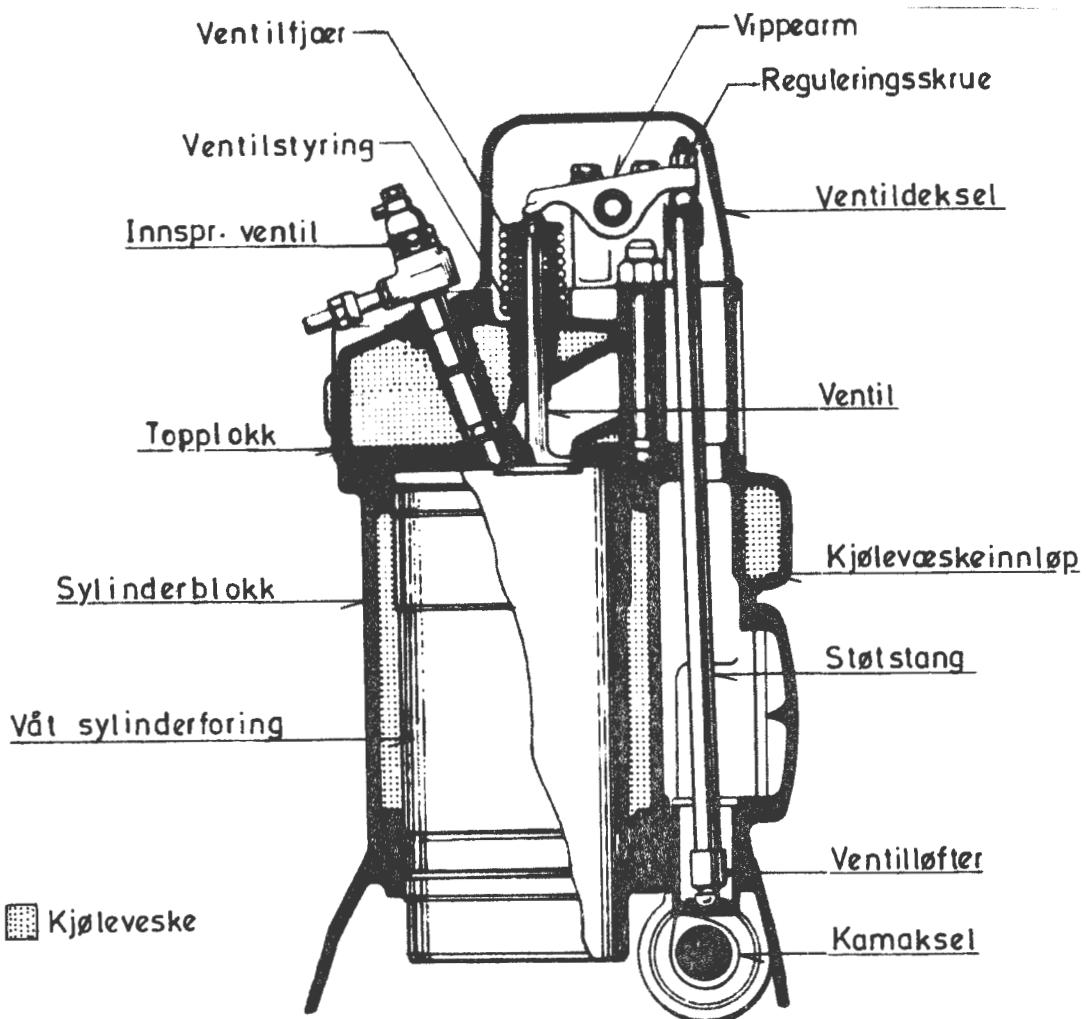


Fig. 10.19

Ventilene er av spesialstål og utføres i ett stykke med ventilstammen. Ventilens anleggsflate mot ventilsetet i sylinderblokken er konisk (vanlig 45°). Innsugnings- og avgassventilen er like i formen, men den første kan være litt større.

Ventilene må i lukket stilling være helt tette av hensyn til motorens gang og fordi en utett ventil hurtig brennes av de meget varme gasser, som da vil komme i direkte berøring med tetningsflatene.

For å sikre at ventilene trykkes mot setet når den skal være lukket, må det være en liten klaring mellom ventilstammen og anslaget som åpner ventilen. Ventilklaringen er regulerbar.

10.3.10. Topplokket

Topplokket danner sylinderens tetning oventil. Det lages i regelen av støpejern, men for mindre motorer vanligvis av lettmetall. Innsprøytningsventilen er montert i topplokket. Videre kan det i topplokket være innsugnings- og avgass-ventil, startluftventil, sikkerhetsventil, dekompresjons-ventil m.v.

For øvrig er utførelsen avhengig av om det anvendes vannkjøling eller luftkjøling. Vannkjølte motorer har et innvendig vannrom i topplokket og vanntilførselen skjer gjennom overganger fra sylinderblokken. Vannutløpet finnes på topplokkets høyeste punkt.

På luftkjølte motorer har topplokket kjøleribber utvendig for å gi størst mulig kjøleflate.

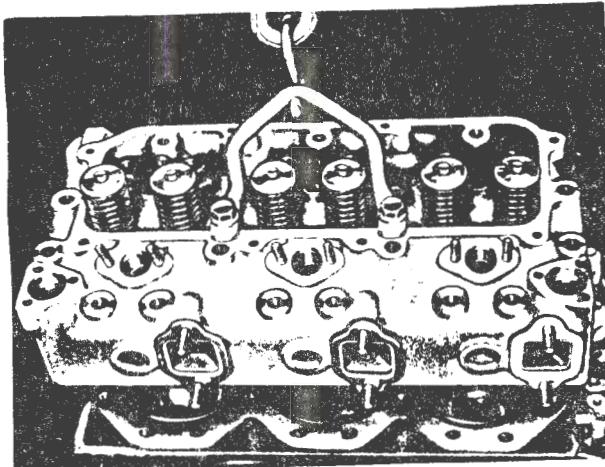


Fig. 10.20

For øvrig avhenger topplokkets utførelse av motortype og størrelse. En totakt motor har et enklere topplokk enn en firetakt motor. På større motorer brukes et topplokk for hver sylinder, mens det på mindre motorer kan være felles topplokk for to-tre eller eventuelt for samtlige cylindre. Fig. 10.20 viser et topplokk for tre cylindre.

Mellan topplokk og sylinderblokk ligger toppakningen.

Pakningen kan være av enten grafiteret asbest, kopperasbest, ren kopper, eller av stål.

10.3.11 Kamakselen

Kamakselen er i alminnelighet lagret i veivhuset.

Fig. 10.21 viser en kamaksel for en seks-sylindret motor.

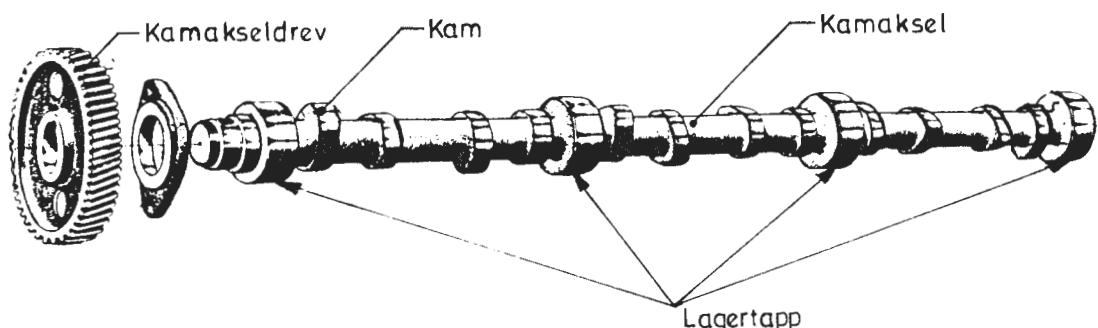


Fig. 10.21

Kamakselens bærelager utføres gjerne med så stor diameter at akselen kan trekkes ut gjennom lageråpningen uhindret av kamene. Kammenes form er bestemt av fabrikanten. De er meget nøyaktig bearbeidet og settherdet.

10.3.12. Registerhjulene (styringshjulene)

Registerhjulene sitter foran på motoren og er beskyttet av et deksel.

Fig. 10.22 viser et eksempel på anordningen av registerhjulene.

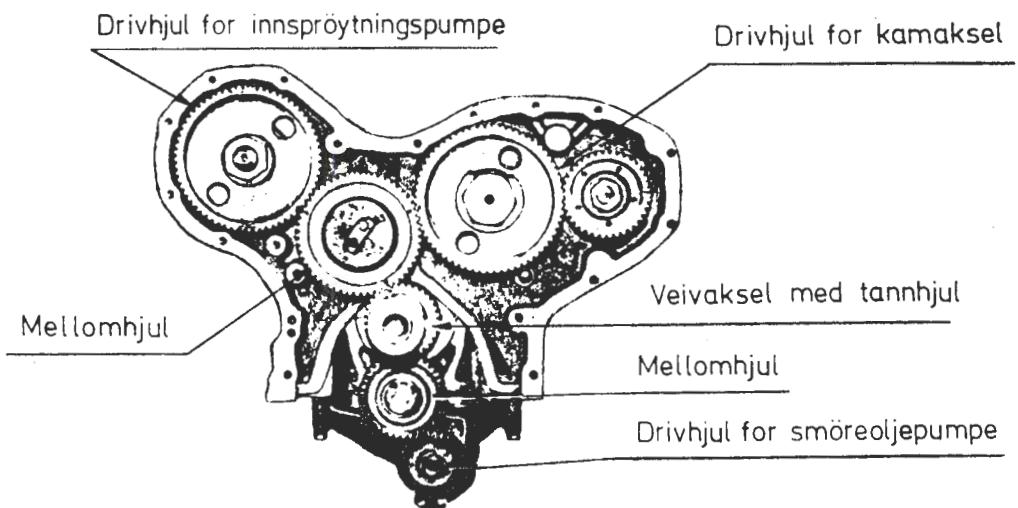


Fig. 10.22

Foruten de egentlige registerhjul for drift av kamaksel/ventiler og innsprøytningspumpe er det også tannhjul for drift av smøreoljepumpe og kompressor.

Tannhjulet som driver kamakselen har dobbelt så mange tenner som tannhjulet på veivakselen. Dette fordi kamakselen på en firetakt motor skal ha halvparten så mange omdreininger som veivakselen.

Tannhjulet for drift av innsprøytningspumpen har like mange tenner som kamakselhjulet.

Distansehjulenes størrelse er bestemt av avstanden mellom akslene.

De forskjellige trinn i arbeidsprosessen er bestemt av åpning og lukking av ventilene samt av innsprøytingstidspunktet. Dette må foregå i nøyaktig riktige veivstillinger. Tannhjulenes inngrep må derfor stilles riktig ved montering.

10.4. Dieselmotorens tilbehør

10.4.1. Ledningssystemet

Fig. 10.23 viser et skjema for brennoljesystemet på en dieselmotor.

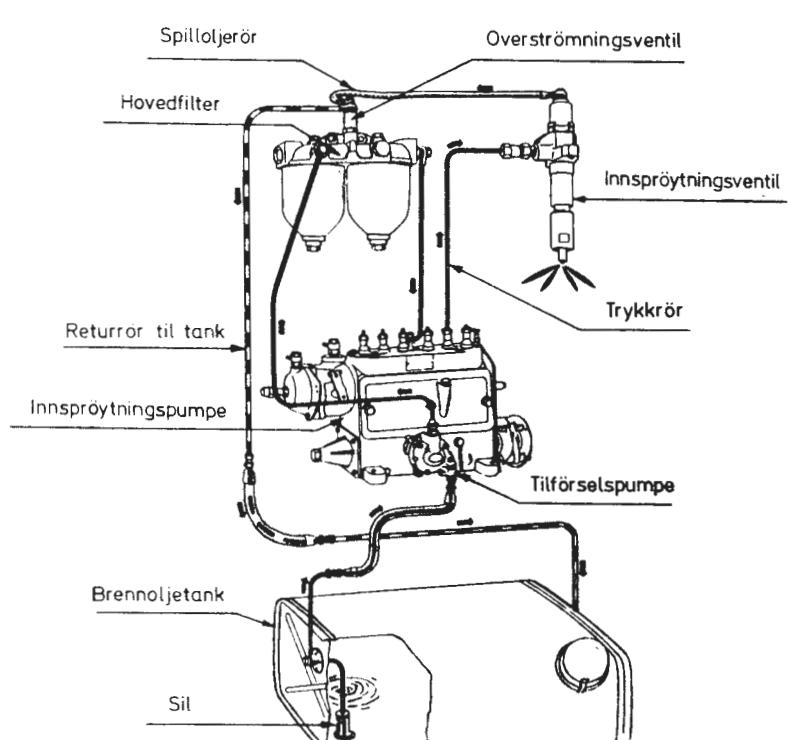


Fig. 10.23

Betegnelsen på systemets enkelte deler og brennoljens vei gjennom systemet framgår av skissen.

10.4.2. Tilførselpumpen

Brennoljen tilføres innsprøytningspumpen eller injektoren fra en høyereliggende tank eller fra egen tilførselpumpe.

Tilførselpumpens virkemåte framgår av skissene i fig. 10.24.

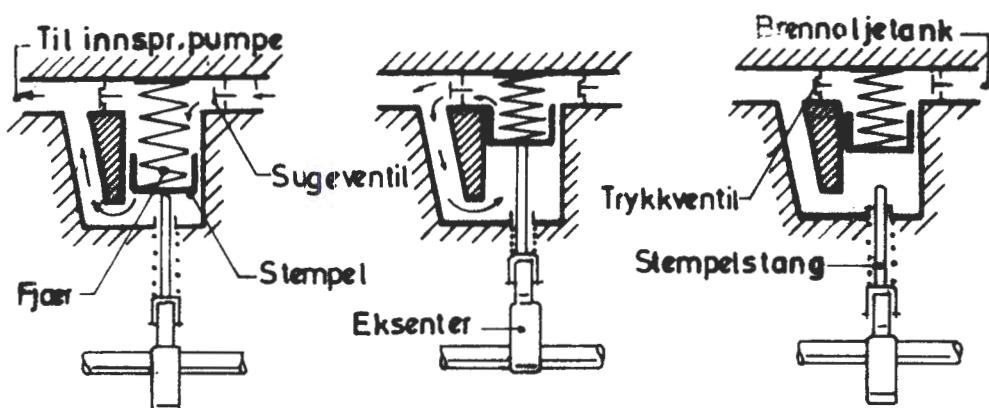


Fig. 10.24

Brennoljen suges inn fra tilførselsrøret og trykkes ut ved pumpens utløp. Tilførspumpen drives fra et eksenter på innsprøytningspumpens aksel. Stemplet sitter ikke fast på stempelstangen, og stemplet trykkes vanligvis mot stempelstangen av trykkfjæren (innover).

Når stemplet trykkes utover, lukker sugeventilen mens trykkspringen åpner og oljen strømmer dels til innsprøytningspumpen og dels til sylinderen bak stemplet. Hvis innsprøytningspumpen ikke tar unna all oljen, blir stemplet stående igjen når stempelstangen går inn. Brennoljen på baksiden av stemplet blir stående under trykk fra trykkfjæren og tilføres innsprøytningspumpen inntil stempelstangen igjen når stemplet og trykker det utover på ny.

Hvis det er kommet luft inn i brennoljesystemet, må luften fjernes slik at systemet blir helt fylt med olje. Med luft i brennoljesystemet vil motoren gå ujevnt eller stoppe.

Enkelte tilførspumper kan derfor beveges for hånd med et lite utvendig håndtak på pumpen. Hvis tilførspumpens stempelstang står i uttrykket stilling, må motoren svinges litt slik at stemplet oppnår en viss bevegelse.

10.4.3. Innsprøytningspumpen

Fig. 10.25 viser snitt gjennom en Bosch innsprøytningspumpe for en tosylindret motor.

Hver motorsylinder har sitt pumpeaggregat bestående av et stempel og en pumpesylinder. Pumpens kamaksel drives fra motoren og har ved en firetakt motor halvt så stort turtall som motorens veivaksel.

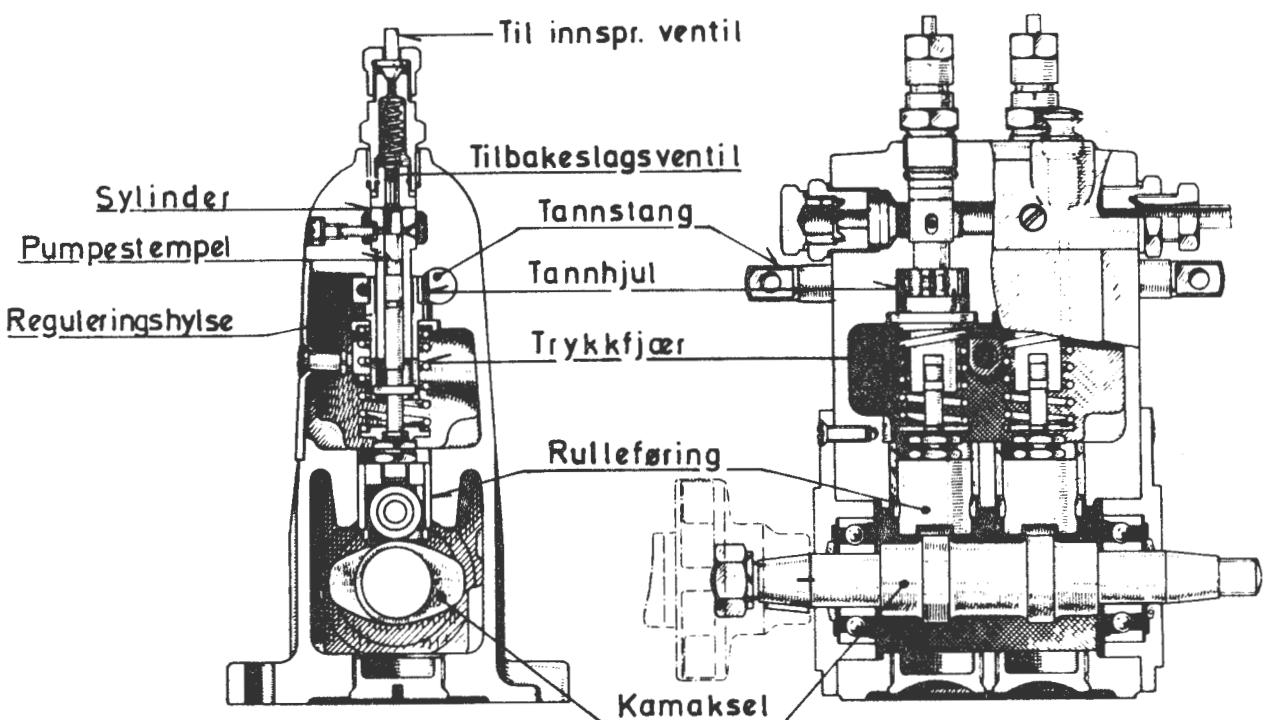


Fig. 10.25

Under trykkslaget drives trykkstemplene oppover av kamakselen. Under sugeslaget drives det nedover av trykkgjæren. Brennoljen tilføres pumpen gjennom en horisontal rørtildeling, og fyller rommet omkring pumpesylinderens øvre ende.

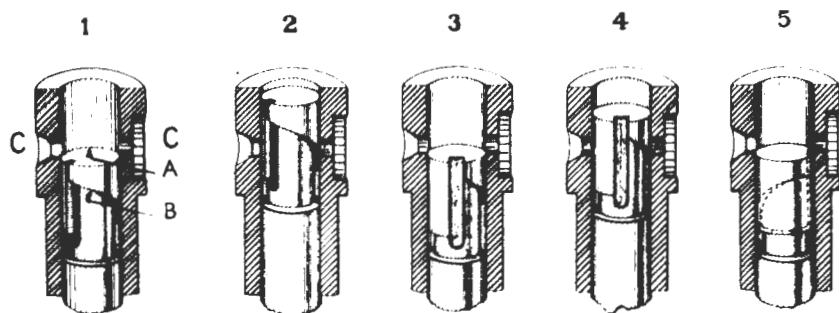


Fig. 10.26

Pumpeaggregatets konstruksjon og virkemåte framgår av fig. 10.26.

Pumpestemplet er oventil rett avskåret, kanten A. Lenger nede har stemplet en innsnevring som oventil er begrenset ved skråkanten B. Hulrommet som dannes mot sylinderveggen er forbundet med rommet over stemplet ved et langsgående spor. Brennoljen presses inn over pumpestemplet gjennom to diametralt motstående hull c i sylinderveggen.

Fig. 10.26, 1 og 2 viser pumpestemplets stilling ved trykkslagets begynnelse og avslutning ved full motorytelse.

Fig. 10.26, 3 og 4 viser de tilsvarende stillinger ved halv ytelse.

Trykkslaget begynner når kanten A har passert åpningene i pumpesyylinderen og avsluttes når kanten B avdekker åpningen til høyre. Stemplets overside settes i forbindelse med hullet gjennom det vertikale spor i stemplet og trykket på oversiden av stemplet opphører plutselig.

Stemplets vandring er alltid uforandret. Men trykkslagets varighet kan forandres ved vridning av stemplet i forhold til sylinderen.

Fig. 10.26, 5 viser stemplets stilling når motoren skal stoppes. Stemplet vris slik at det vertikale spor kommer rett mot

hullet til høyre.

Når motoren arbeider trykkes oljen fra stemplets overside gjennom en fjærbelastet tilbakeslagsventil (fig. 10.25) til et stålrør som fører brennoljen til innsprøytningsventilen.

Samtidig vridning av alle stempeler, dvs. samtidig regulering av brennoljemengden for alle sylinderne, skjer ved tannstangen som står i inngrep med det faste tannhjulet på reguleringshylsen for hver pumpesyylinder. Stemplene må følge med under vridningen, men beveger seg helt fritt i vertikalretning i forhold til reguleringshylsen.

Av slitasjehensyn ligger stempelenes nedre ende ikke direkte an mot kamskiven, men er utstyrt med ruller.

10.4.4. Innsprøytningsventilen

Fig. 10.27 viser en innsprøytningsventil for brennolje. Konstruksjon og betegnelser på de enkelte deler framgår av figuren.

Brennoljen kommer inn gjennom tilførselrøret, går gjennom en kanal i dyseholderen til en ringformet kanal ved dyseventilens nedre ende.

Trenger det brennolje opp forbi dysenål og ventil føres denne bort gjennom returrøret (overløpsrør). Normalt holdes ventilen lukket av dysenålen gjennom trykkskruen og trykkfjæren hvis trykk kan reguleres med innstillingsskruen.

Ventilen kan settes ut av funksjon ved hjelp av lufteskruen, idet brennoljen som tilføres fra brennoljepumpen derved føres direkte over i returrøret (overløpsrøret).

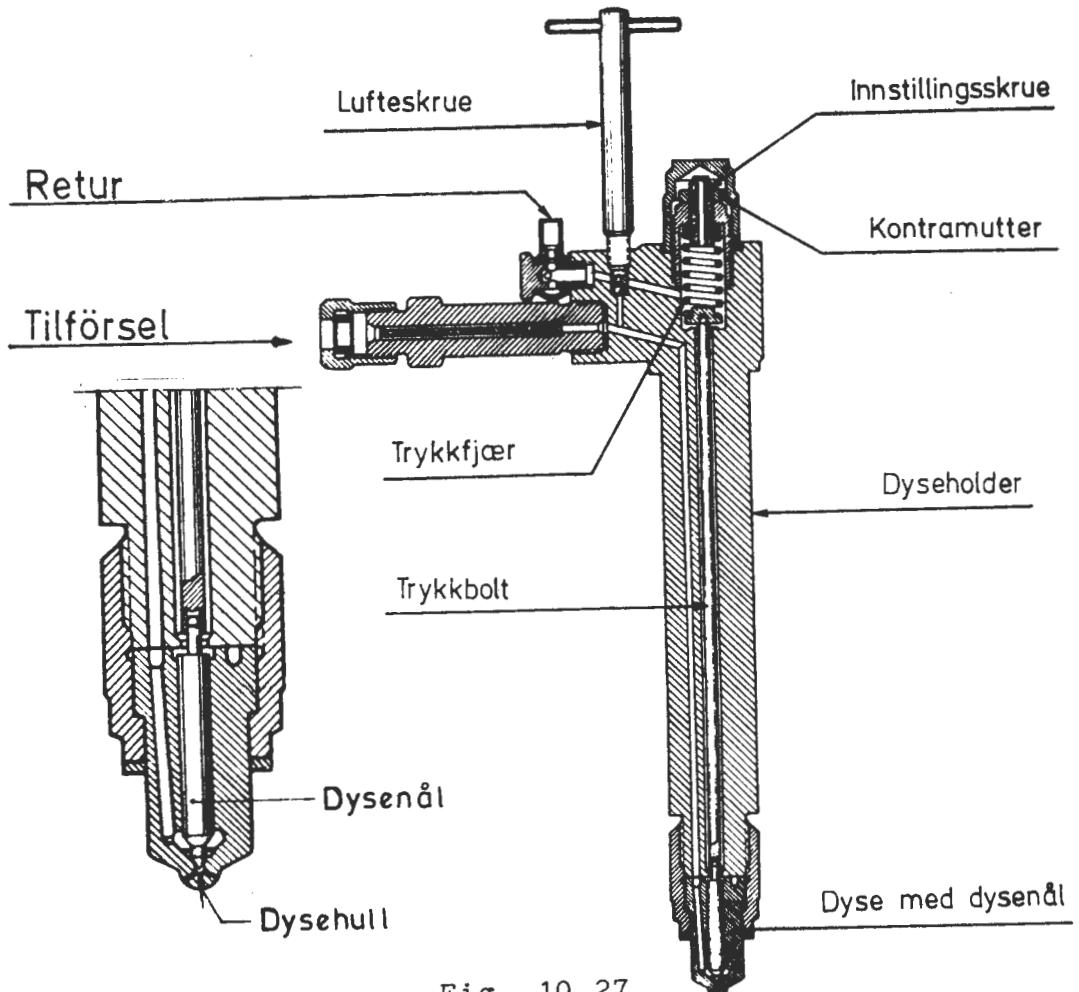


Fig. 10.27

Dysene forekommer i flere utførelser - med ett eller flere hull. Mest alminnelig er den såkalte flerhullsdyse.

Selve dysen med tilhørende dysenål er en nøyaktig forarbeidet og ømfintlig del som må behandles med forsiktighet. Dyse og nål leveres som én enhet og må i tilfelle skiftes samtidig.

Innsprøytningsventilen åpnes når brennoljetrykket på ventilens nedre ende overvinner fjærens trykk på dysenålen. Innsprøytningspumpen frambringer nødvendig trykk.

10.4.5. Brennoljeinjektoren

Injectoren består av innsprøytningspumpe og innsprøytningsventil bygget i én enhet. Brennoljen tilføres under trykk fra en tilførselspumpe.

Fig. 10.28 viser snitt gjennom en injektor. Brennoljeinjektoren er plassert i topplokket.

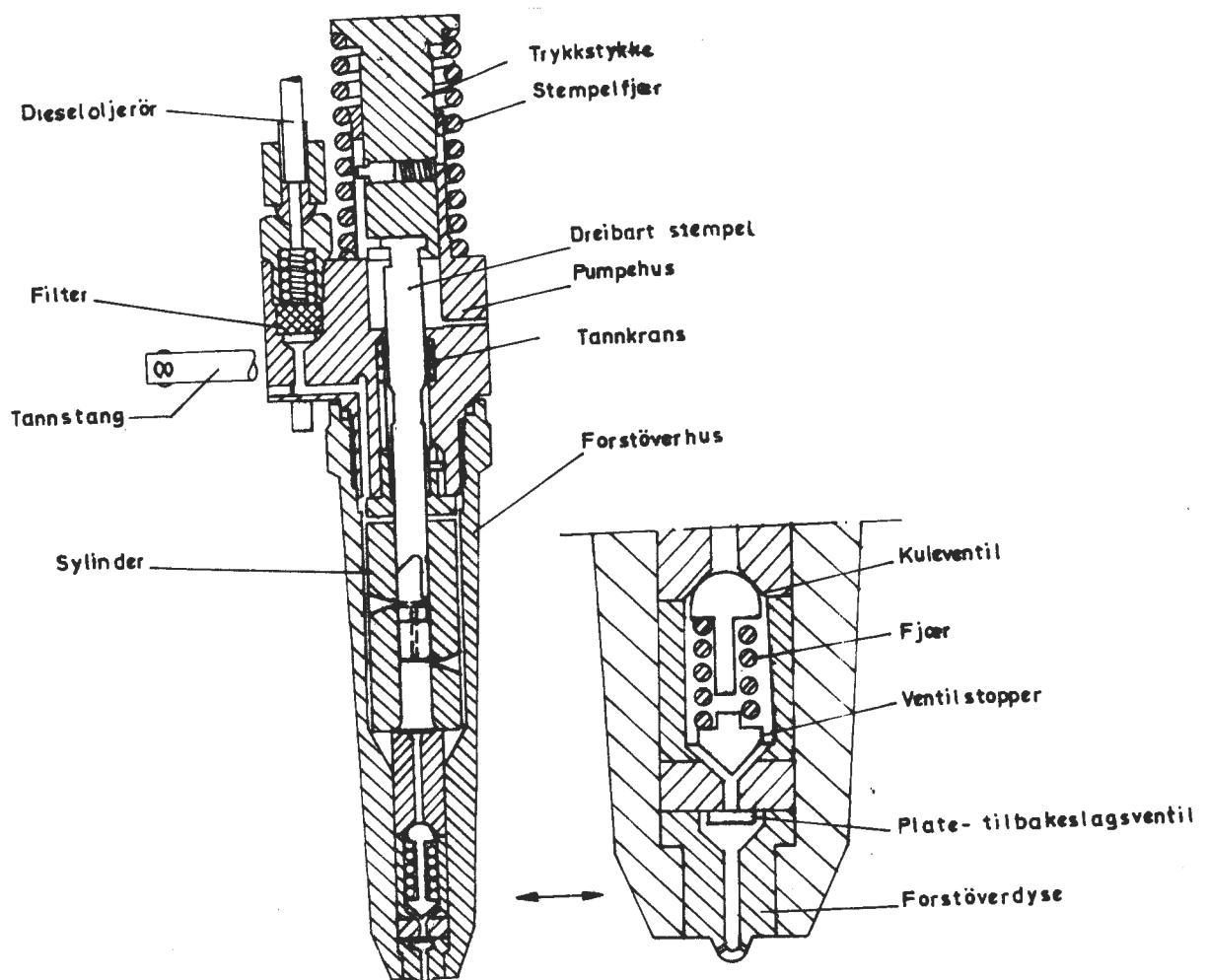


Fig. 10.28

De viktigste bevegelige deler er: Tannstangen og tannkransen som arbeider mot denne, stempel, trykkstykke med stempelfjær og kuleventilen.

Stemplet får sin opp- og nedgående bevegelse fra kamakselen via vippearmen og trykkstykket.

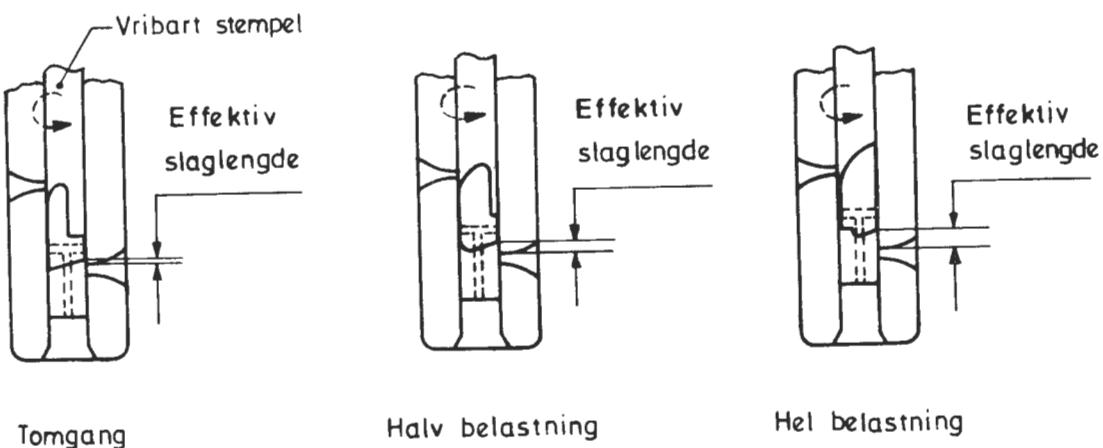


Fig. 10.29

Når stemplet står i øverste stilling trykkes brennoljen inn under dette.

Når stemplet beveges nedover sprøytes brennoljen inn i motorsylinderen gjennom forstøverdysen. Begge innløpsåpningene er da stengt.

Det effektive stempelslaget kan reguleres ved å vri stemplet. Vridningen kontrolleres av motoren regulator via en reguleringssaksel, hevarmer og tannstangen som griper i tannkransen som sitter rundt stemplet. Tannkransen er forbundet til stemplet med en føring som tillater stemplets opp- og nedgående bevegelse.

10.4.6. Regulatoren

Dieselmotoren har den egenskap at den går uregelmessig i tomgang. Dette forårsaker at den enten stopper eller løper løpsk, såfremt brennoljemengden ikke blir nøyaktig regulert i henhold til omdreiningstallet. Disse forhold gjør det nødvendig å benytte en automatisk regulator som i forbindelse med innsprøytningspumpen regulerer brennoljemengden avhengig av motoren turtall.

Følgende hovedtyper regulatorer forekommer:

- Mekanisk regulator

- Undertrykks regulator
- Hydraulisk regulator

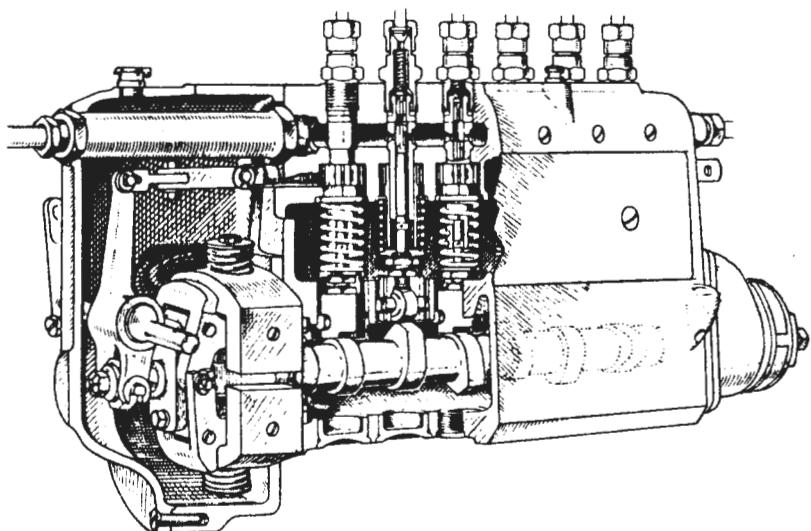


Fig. 10.30

Mekaniske regulatorer forekommer i to utførelser:

- Regulator med regulering i området mellom tomgang og maksimum.
- Regulator uten regulering i området mellom tomgang og maksimum.

Regulator med regulering i området mellom tomgang og

maksimum.

For å sikre at maksimum motorturtall ikke overskrides og at dieselmotoren ikke ruser eller stopper under tomgang, festes en automatisk regulator til brennoljeinnsprøytningspumpen.

Mellan tomgangs- og maksimumsturtallet er det en fordel å kunne innstille ethvert turtall, som holdes automatisk, for å kunne holde en bestemt kjørehastighet. Disse krav oppfylles ved å forandre innsprøytningspumpens leveringsmengde ved

hjelp av sentrifugalvekter som forandrer stilling ved motorenens turtall.

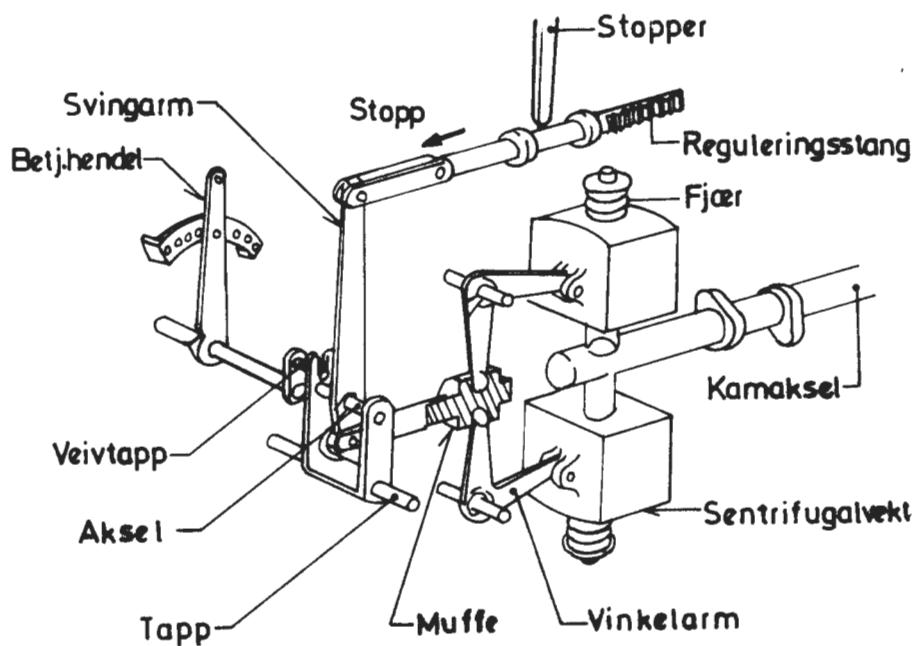


Fig. 10.31

Oppbygning

Regulatoren er montert i et hus boltet til innsprøytningspumpen. To sentrifugalvekter blir båret av pumpens knastaksel. Fjærer motvirker sentrifugalvektenes utslag. Vinkelarmene, se fig. 10.31, er forbundet med sentrifugalvektene i den ene enden og til en muffe i den andre. Muffen er videre forbundet med svingarmen som kan svinge om en aksel. Svingarmens øvre ende er koplet til pumpens reguleringsstang, hvis bevegelse er begrenset av en stopper. Svingarmen er båret av en gaffel som kan dreie om to tapper. Gaffelen er forbundet med en veivtapp via en fjær.

Kjøring i stigning

Med betjeningshendelen reguleres lokomotivets hastighet slik

at den holdes jevn på horisontal linje. Når lokomotivet kommer i en stigning avtar motorturtallet og sentrifugalvektene nærmer seg hverandre. Vektenes bevegelse bevirker en forskjynning av reguleringsstangen i retning av full levering for å opprettholde det valgte motorturtall. Er stigningen så sterk at reguleringsstangen blir forskjøvet helt til maksimal levering og turtallet fortsatt avtar, vil sentrifugalvektene nærmere seg hverandre og bevege muffen mot venstre. Reguleringsstangen er allerede i stilling for maksimal levering.

Kjøring i fall

Kjører lokomotivet i fall med lav eller midlere hastighet, blir motoren drevet og akselerert av lokomotivet. Dette forårsaker at sentrifugalvektene beveger seg fra hverandre og reguleringsstangen forskyves mot minimum levering.

Når lokomotivet er kommet ned på horisontal linje synker turtallet og sentrifugalvektene beveges innover.

Regulator uten regulering i områder mellom tomgang og

maksimum

For å begrense maksimalt turtall og sikre at motoren ikke ruser eller stopper under tomgang, blir en automatisk regulator festet til innsprøytningspumpen.

Kontrollen av motoren mellom disse turtall foregår direkte med betjeningshendelen.

I prinsipp består regulatoren av fjærer som virker mot sentrifugalvekter utstyrt med ledd for overføring av vektenes bevegelse til innsprøytningspumpens reguleringsstang.

Oppbygning

To centrifugalvekter blir båret av pumpeakselen. Hver vekt virker mot ytre fjærer som kontrollerer tomgangsturtallet og to sterke fjærer som kontrollerer maksimumsturtallet. To vinkelarmer er festet til vektene i en ende og til en muffe i den andre. Muffen er forbundet med svingarmen som bæres av et eksenter. Svingarmens øvre ende er festet til reguleringsstangen. Eksenteret kan dreies av en arm som er forbundet med betjeningsstaget.

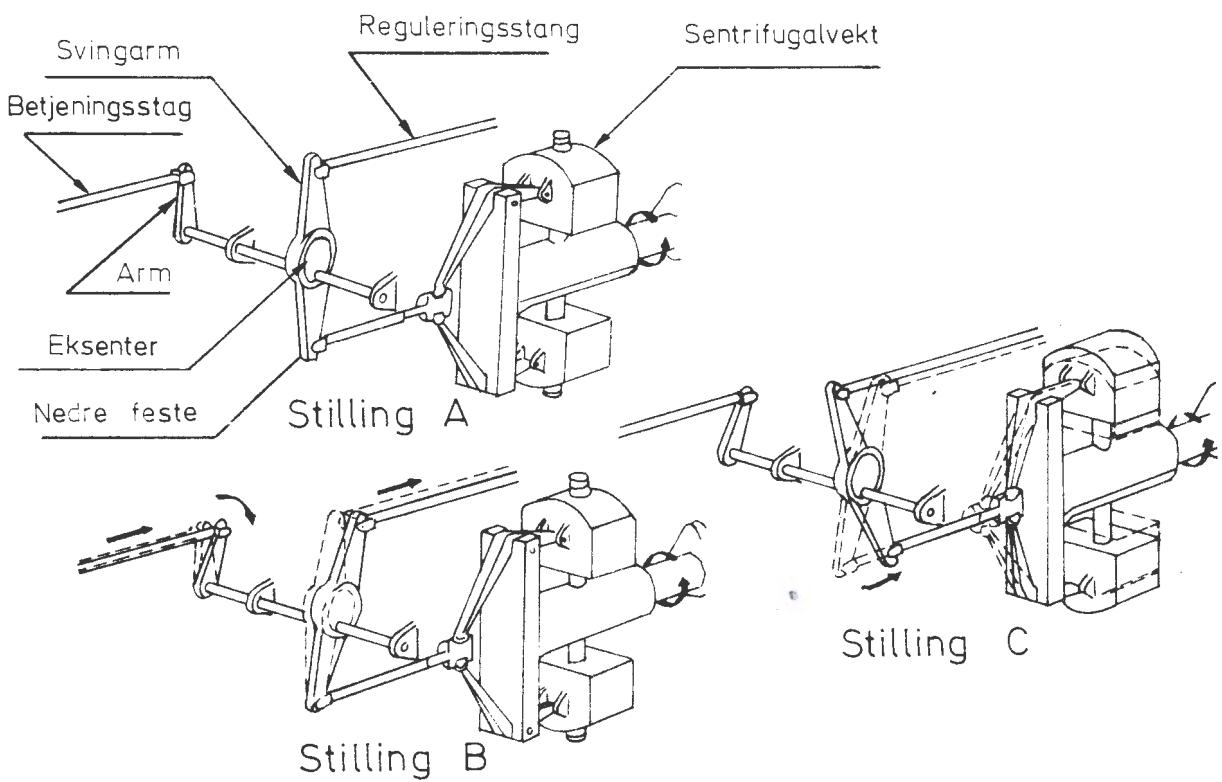


Fig. 10.32

I pumpens forende er det montert en kombinert maksimum brennoljestopp og en anordning for øket brennoljemengde.

Virkemåte

Ved start blir betjeningshendelen beveget til høyre (fullt

pådrag). Eksentret får svingarmen til å dreie om nedre punkt siden sentrifugalvektene er nesten ubevegelige i dette øyeblikk. Reguleringsstangen beveges mot sin maksimum leveringsstilling som vist i fig. 10.32, stilling B.

Motoren starter og turtallet øker. Hvis betjeningshendelsen er ført tilbake i tomgangsstilling, vil regulatoren gripe inn og holde det forutbestemte tomgangsturtall. Regulatoren inntar stillingen som vist i fig. 10.32, stilling A.

Øker turtallet vil svingarmen dreie om eksentret og bringe reguleringsstangen i en stilling for mindre brennoljemengde.

Avtar turtallet vil sentrifugalvektene bevirke at svingarmen dreies om eksentret og bringer reguleringsstangen i en stilling for økt brennoljelevering.

Føres betjeningshendelen fra tomgangsstillingen vil svingarmen over eksentret føres til høyre. Reguleringsstangen forskyves også til høyre slik at pumpen leverer mer brennolje for akselereringen. Turtallsøkningen er oppnådd ved bevegelse av reguleringsstangen uten at regulatoren har grepet inn.

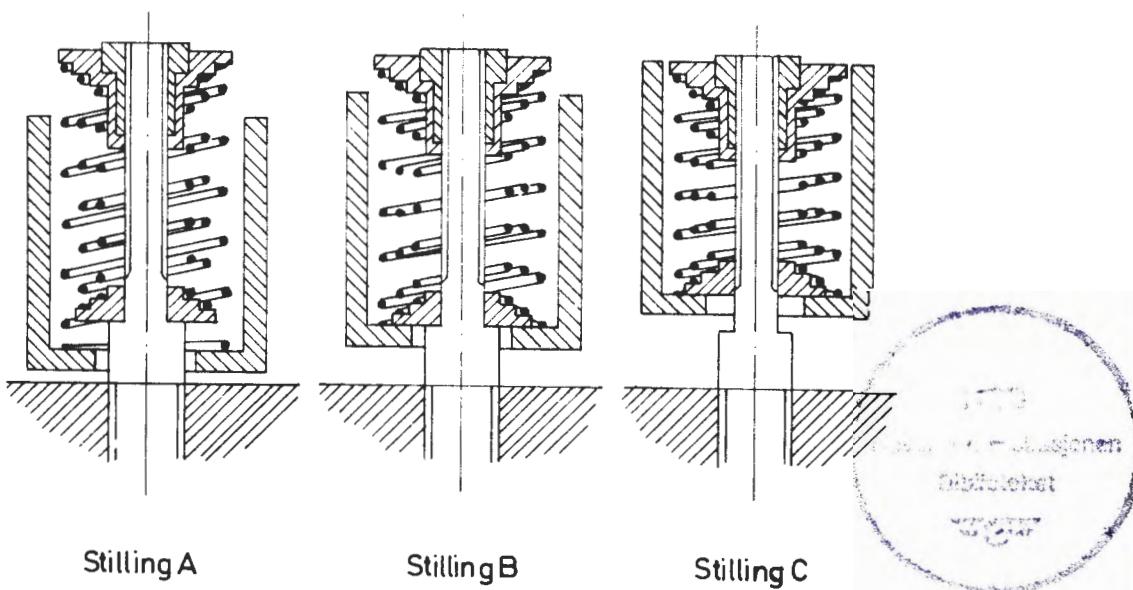


Fig. 10.33

I hver sentrifugalvekt er det montert fjærer av forskjellig

styrke. Fjærene er vist i fig. 10.33.

Fjærne begrenser vektenes reguleringsbevegelse så vel utover som innover. Reguleringen er delt i to trinn, tomgang og maksimum. En svak ytre fjær virker i tomgangsområdet og de indre sterke fjærne virker i maksimumsområdet. I begge områder blir brennoljemengden automatisk regulert av regulatoren. Fordi det skal bestemte turtall til for å overvinne fjærkraftene, virker ikke regulatoren mellom de to trinnene. Turtallsreguleringen mellom trinnene må foretas med betjeningshendelen.

I området omkring tomgangsturtallet blir bare den svake fjæren belastet av sentrifugalvektene.

Økes motorturtallet utover tomgangsturtallet med betjeningshendelen, vil sentrifugalvektene legge seg mot de sterke fjærne. Innenfor hele det mellomste turtallsområdet er sentrifugalkraften for liten til å trykke sammen fjærne, og regulatoren virker ikke.

Hvis betjeningshendelen føres så mye til høyre at brennoljetilførselen blir for stor, eller hvis belastningen minsker, vil motorturtallet øke sterkt. Sentrifugalkraften øker og vil sammentrykke de sterke fjærne, se fig. 10.33, stilling C. Vektenes bevegelse overføres til reguleringsstangen som føres til venstre slik at motorens turtall begrenses til det tillatte.

10.5. Innsprøytningsmetoder og forbrenningsrommets form.

Dieselmotorens kompresjonstrykk er forholdsvis høyt. Innsprøyting av brennoljen må skje under høyt trykk for å få en tilstrekkelig fin fordeling av brennoljen. Innsprøytningstrykket varierer etter forbrenningsrommets form og innsprøytningsmåten.

Etter innsprøytningsmåten skiller det mellom tre hovedgrupper:

- Direkte innsprøyting
- Forkammer
- Hvirvelkammer

10.5.1. Direkte innsprøyting

Brennoljen sprøytes direkte inn i sylinderen. Dysen kan være montert loddrett, skråstilt eller vannrett. Stempeltoppen gis ofte en spesiell utforming i den hensikt å oppnå en best mulig blanding mellom brennstoff og luft, se fig. 10.34.

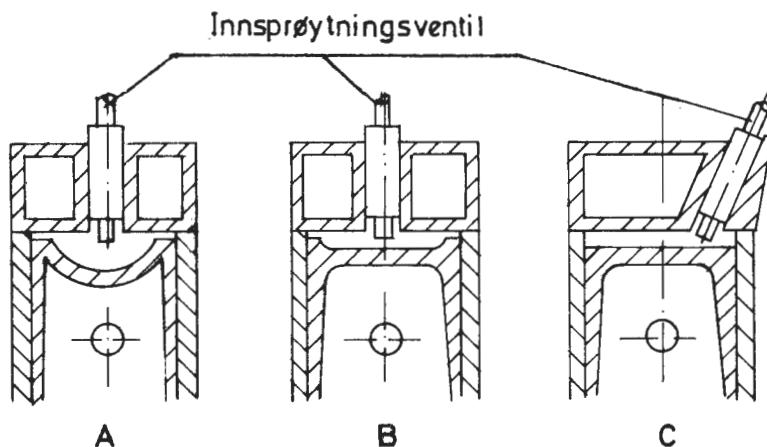


Fig. 10.34

Motorer med direkte innsprøyting arbeider med et forholdsvis høyt innsprøytingstrykk (175-240 bar), og starter uten bruk av spesielle glødeplugger.

10.5.2. Forkammer motorer

Brennoljen sprøytes først inn i et forkammer, som ved en eller flere trange kanaler er forbundet med motorsylinderen, se fig. 10.35.

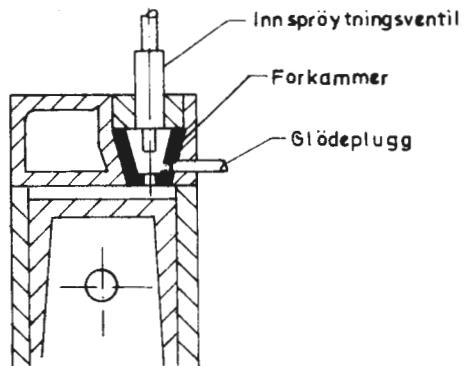


Fig. 10.35

I forkammeret oppstår en lokal forbrenning, trykket stiger sterkt og resten av brennstoffet drives med stor hastighet gjennom kanalen(e) inn i sylinderen. Forkammermotoren arbeider med et forholdsvis lavt innsprøytingstrykk. For å starte en kald motor kreves glødeplugger.

10.5.3. Hvirvelkammermotorer

Dette er en mellomting mellom en motor med direkte innsprøyting og en forkammermotor. Hvirvelkammermotoren har et forbrenningsrom, men overgangen fra hvirvelkammeret til sylinderen er ikke så sterkt forsnevret som ved en forkammermotor, se fig. 10.36.

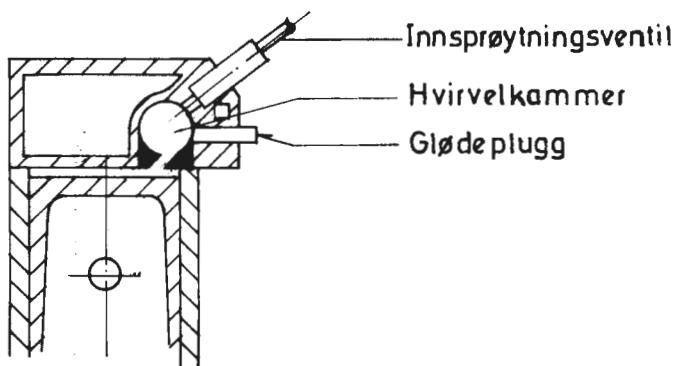


Fig. 10.36

Brennoljen sprøytes inn i hvirvelkammeret, som har form som en kule eller sylinder, slik at luften og den forstøvede

brennoljen settes i en roterende bevegelse som bidrar til god blanding. Enkelte hvirvelkammermotorer bruker glødeplugger for starting.

10.6. Dieselmotorens smøring

Dieselmotorene har vanligvis et såkalt trykksmøresystem, og de har en oljebeholdning som regel i veivhusets bunnpanne. Fra den dypeste del av beholderen, ofte utformet som en spesiell sump, blir oljen suget inn i en oljepumpe og derfra presset gjennom rør og kanaler fram til motorens samtlige smøresteder, hvorfra den renner tilbake til beholderen. Opplegget for smøresystemet kan variere noe for de forskjellige motortyper, men som regel vil oljen sirkulere og komme fram til de enkelte smøresteder på følgende måte:

Oljen blir suget opp fra oljesumpen via et grovt silfilter som hindrer større forurensninger fra å komme inn i systemet. Oljepumpen er gjerne konstruert som tannhjulspumpe eller som eksenterpumpe, den blir som oftest drevet ved et spesielt drev som er tilkoplet registerdrevene. Det er vanligvis bare en enkelt pumpe som besørger hele oljesirkulasjonen, men det forekommer opplegg med to pumper.

Ved uttaket fra oljepumpen eller i ledningen som fører oljen til de første smøresteder er det tilkoplet en trykkventil som hindrer at oljen får et for høyt trykk.

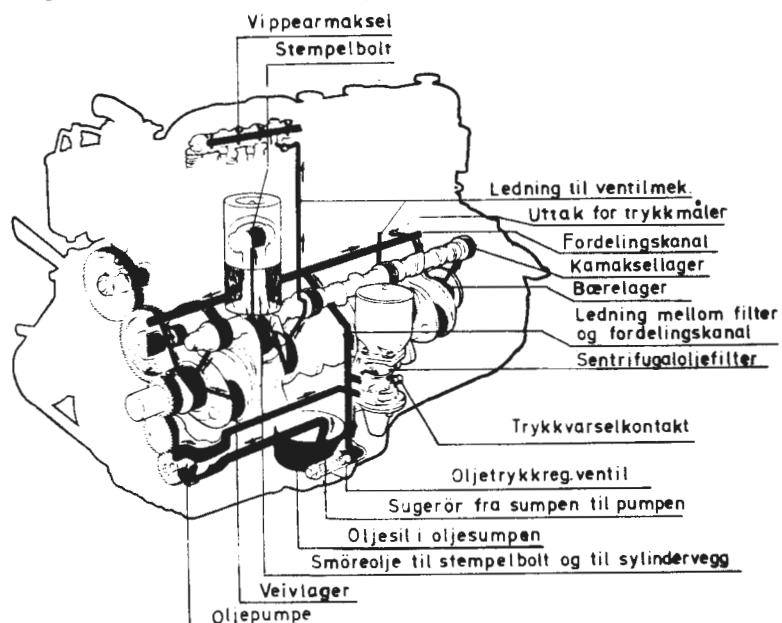


Fig. 10.37

Ved at pumpehastigheten vil øke proporsjonalt med motorens turtall, vil også pumpevirkningen øke tilsvarende. Trykkskiften er fjærbelastet og vil la en del av oljen unnslippe gjennom ventilen og tilbake til beholderen straks trykket kommer opp i det foreskrevne maksimaltrykk for vedkommende motortype.

Før oljen slipper inn i smørekanalene, må den passere gjennom ett eller flere filtre for finfiltrering.

Fra hovedfilteret blir oljen ført videre gjennom et røranlegg som fordeler oljen slik at en vesentlig andel på to eller flere steder blir ført inn i og gjennom et kanalsystem inne i veivakselen og via veivene gjennom åpninger til så vel bærelagrene som til veivlagrene.

På de fleste dieselmotorer blir oljen ledet fra veivlagrene i kanaler opp gjennom veivstengene og ut fra veivstanghodene til smøring av stempelbolter og sylindervegger.

En annen forgrening fører fram til smøring av kamaksellagrene, og en tredje forgrening gir oljetilførsel for smøring av ventilmekanismen. Registerdrevene og til dels deres lagere blir smurt fra et eget forgreningsrør.

Det er vanlig at brennstoffinnsprøytingspumpen blir smurt ved tilkopling til motorens smøresystem, og ved de motorer som er utstyrt med turbolader blir også disse smurt ved oljetilførsel fra motoren. Oljesystemet har som regel tilkoplet en trykkmåler som angir hvor høyt oljetrykket er i hovedsmøresystemet.

Ved smøreanlegg som er utstyrt med en spesiell oljekjøler, vil denne være koplet inn i systemet mellom pumpen og filteret. Kjøleren gir oljen bedre mulighet for å hjelpe til med varmeavledningen, og den sikrer oljen en bedre smøreevne når motoren blir ekstra varm.

10.7. Filtere

10.7.1. Brennoljefilter

En sikker motordrift krever at brennoljen er absolutt ren når den kommer fram til innsprøytningspumpen og innsprøytningsventilene. Ren brennolje er også viktig for å minsk slitasje i motoren og dens tilbehør.

Brennoljen passerer derfor alltid et eller flere filtere fra brennoljetanken til motoren.

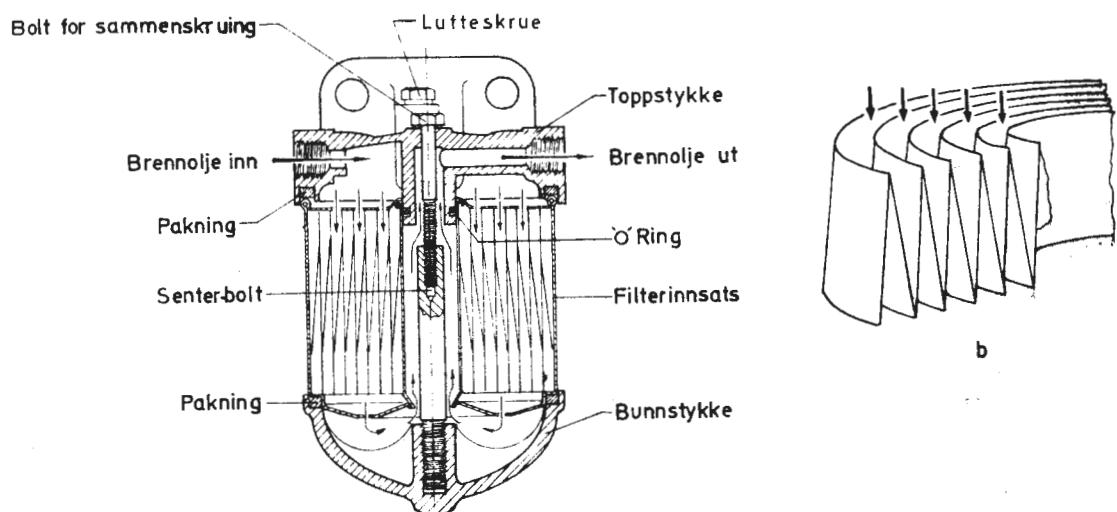


Fig. 10.38

Fig. 10.38 viser et eksempel på et hovedfilter med filterinnsts av papir (engangsfILTER). Filterets virkemåte framgår av den skjematiske skissen med betegnelser.

I tillegg til hovedfilteret kan det være anordnet et spaltefilter mellom tank og matepumpe, et filter (sil) i brennoljepumpen, eventuelt et stavfilter i innløpet til innsprøytningsventilen.

Hvordan papirfilterinnsatsen kan være bygget opp framgår av fig. 10.38, b.

10.7.2. Smøreoljefilter

Smøreoljen forurenses ved smuss og avslipte partikler fra motorens forskjellige deler. Ved ufullstendig forbrenning dannes fine sotpartikler og ved oksydasjon dannes bekliggende stoffer som forurensar oljen.

Motorene er derfor alltid utstyrt med et smøreoljefilter. Det kan være anordnet slik at en del av oljen må passere filteret mens noe olje går forbi filteret direkte til lagerne. Enkelte filtere kan være utstyrt med en såkalt by-pass ventil som gjør at oljestrømmen passerer utenom filteret om dette tetter seg til.

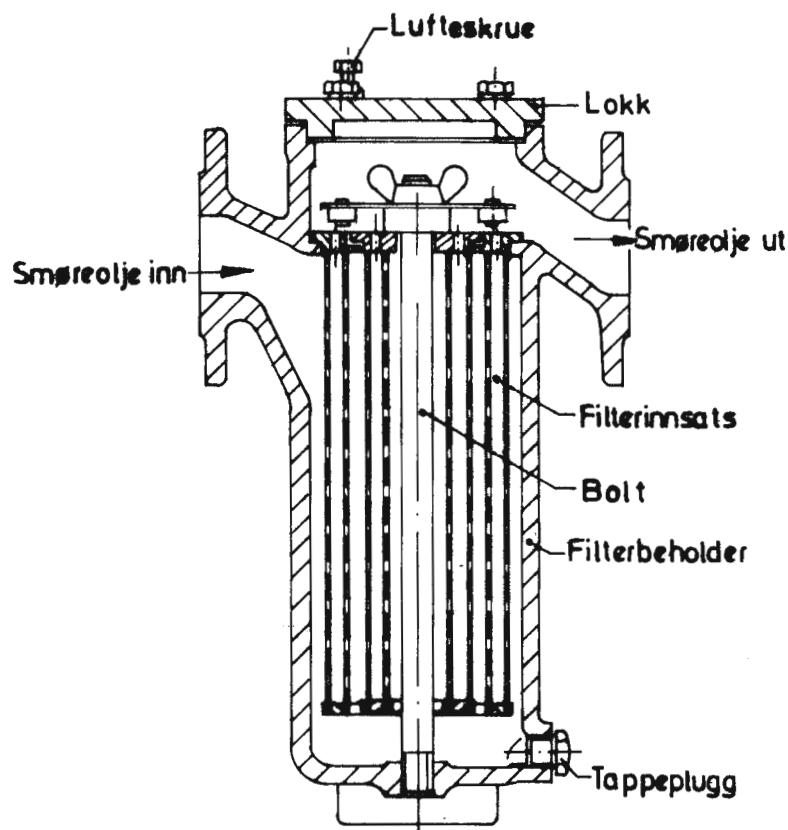


Fig. 10.39

Fig. 10.39 viser et grovfilter hvor oljen passerer gjennom perforerte, sylinderformede filterplater. Filteret må, for å sikre oljegjennomstrømming, rengjøres regelmessig.

Det er i bruk ulike typer oljefilttere.

Fig. 10.40 viser et centrifugalsmøreoljefilter. En oljepumpe i motorens bunnpanne leverer smøreolje under trykk til filteret hvor oljen blir renset.

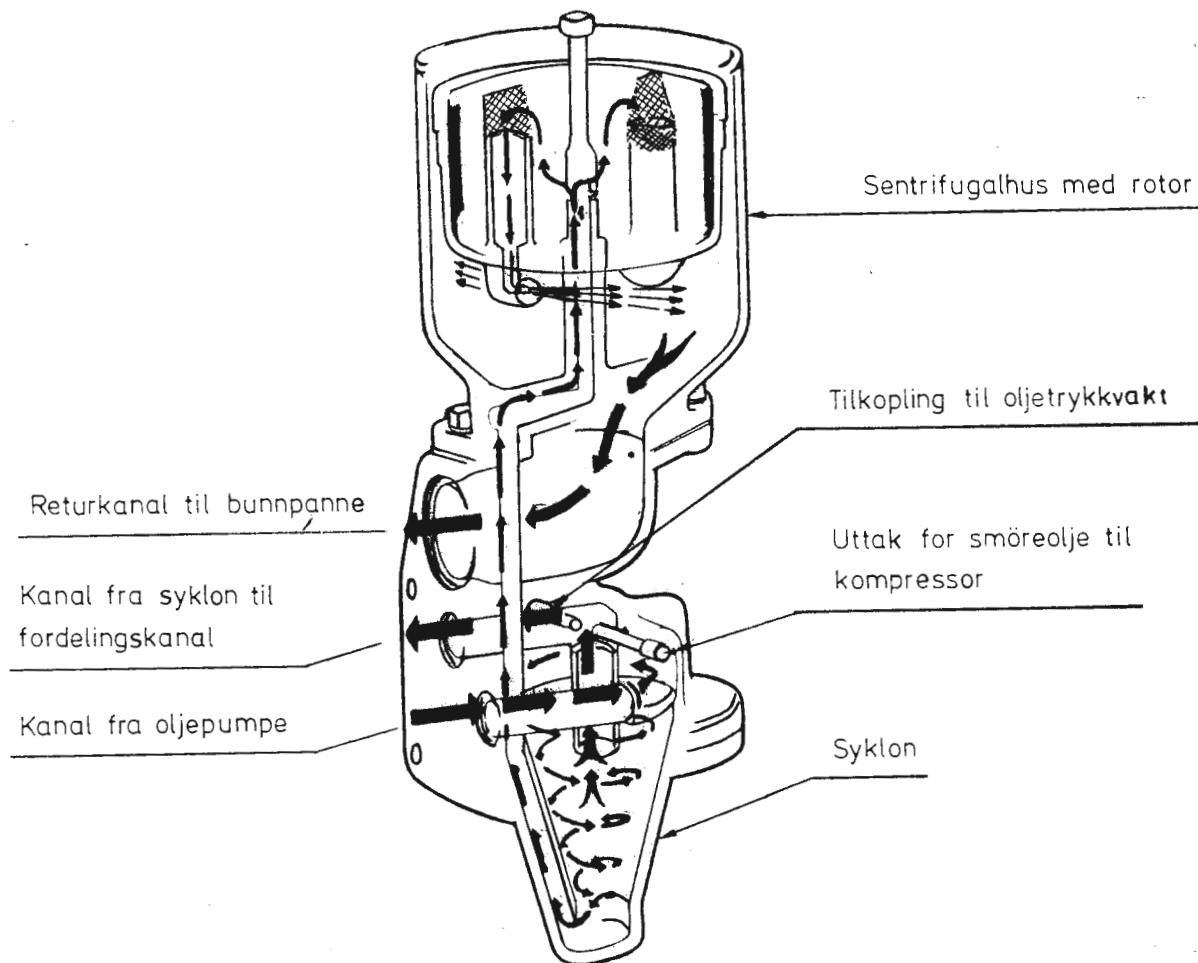


Fig. 10.40

Smørefilteret består av en syklon og et sentrifugalfilterhus med rotor, se fig. 10.40. Oljen presses først inn i syklonen, der forurensningene slynges ut mot veggene og siden trykkes ned av oljestrømmen. Den forurensede oljen presses videre gjennom kanalen i filterhuset til sentrifugalfilteret som roterer med stor hastighet på grunn av reaksjonen fra oljen som spruter ut fra to munnstykker. Sentrifugalvirkningen bevirker at eventuelle partikler i oljen kastes ut mot rotorveggene, hvor de blir avsatt i form av en svart gummilignende masse. Den rensede oljen strømmer gjennom en kanal til bunnpinnen.

Oljen i syklonens sentrum er fri for forurensninger og ledes gjennom en kanal til motoren sin fordelingskanal og videre til de enkelte smøresteder.

10.7.3. Luftfilter

Tilsynelatende ren luft inneholder en del faste partikler i form av støv. Dieselmotorens luftforbruk er så stort at betraktelige støvmengder etter hvert ville bli ført inn i sylinderne. Alle motorer må derfor ha et støvfilter foran luftinntaket. Støvfiltere forekommer i ulike typer.

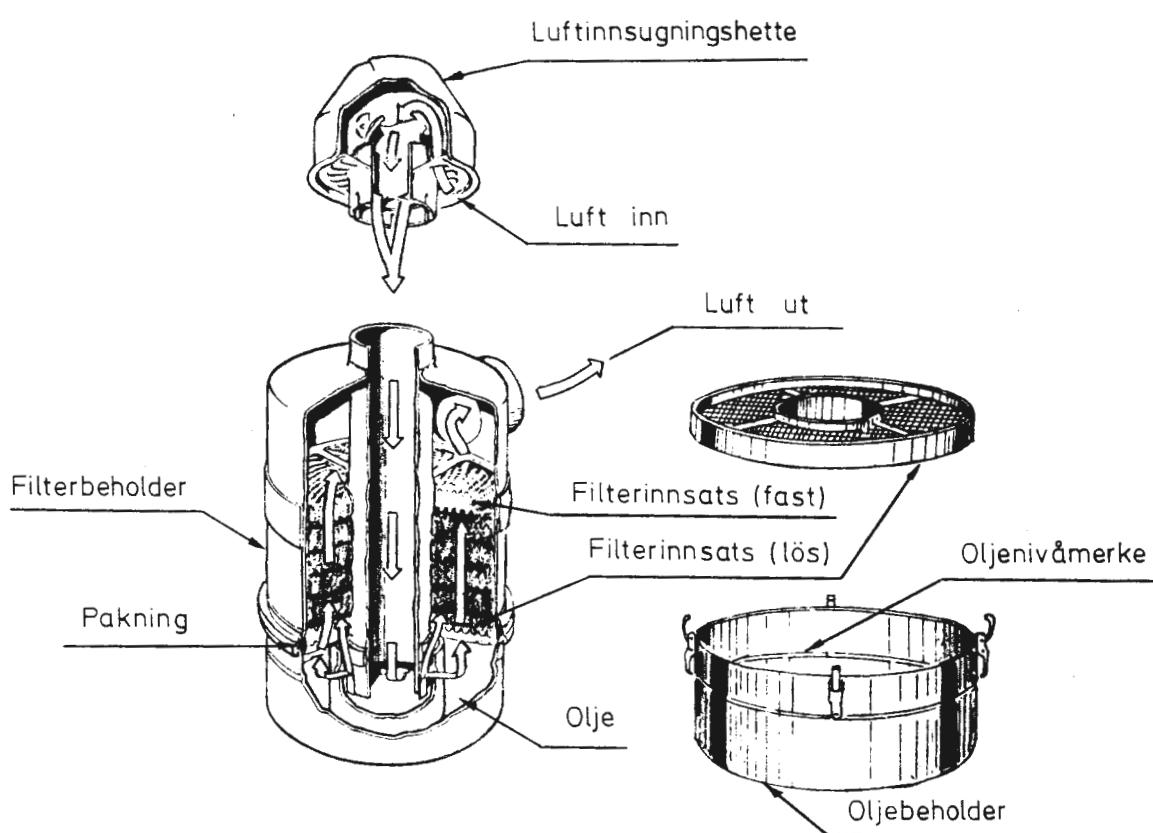


Fig. 10.41

På dieselmotorer brukes mest oljefiltere. Fig. 10.41 viser et eksempel på oljefiltere.

Luften tas inn på toppen av filteret og føres gjennom et sentralt rør mot bunnen, hvor det er en oljebeholder. Luftstrømmen bøytes av mot oljeoverflaten og støvpartiklene slynges mot oljen og fastholdes. Deretter passerer luften to ovenforliggende filtere (et løst og et fast), før luften ledes inn i motoren.

Med regelmessige mellomrom rengjøres filterene og oljen i beholderen byttes.

10.8. Startanordninger

Motorene blir for det meste startet elektrisk, men enkelte typer startes ved hjelp av trykkluft.

Elektrisk start

Elektrisk start foregår oftest ved en elektrisk likestrømsmotor som får strøm fra aggregatets akkumulatorbatteri. Et lite tannhjul på starterakselen bringes i inngrep med starttannhjulet på motoren svinghjul.

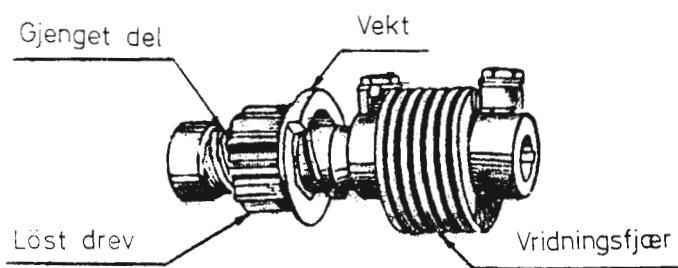


Fig. 10.42

Starterens drev kan bringes i inngrep med startkransen på flere måter, mest alminnelig er det ved hjelp av et "Bendix-drev", se fig. 10.42.

Her sitter det et løst drev på starterakselens gjengede del. Drevet er utstyrt med en liten vekt slik at det er tyngre i den ene siden, se skissen.

Når starteren begynner å rotere, blir drevet på grunn av vekten i den ene enden stående igjen litt og skrus automatisk utover akselen til det kommer i inngrep med starttannkransen. For å avdempe støtet når starteren begynner å trekke motoren rundt, skjer kraftoverføringen, ikke direkte, men gjen-

nom en kraftig vridningsfjær. Ryker fjæren er selvstarteren ute av funksjon.

Trykkluftstart

Et eksempel på trykkluftstartanlegg er vist skjematiske i fig. 10.43.

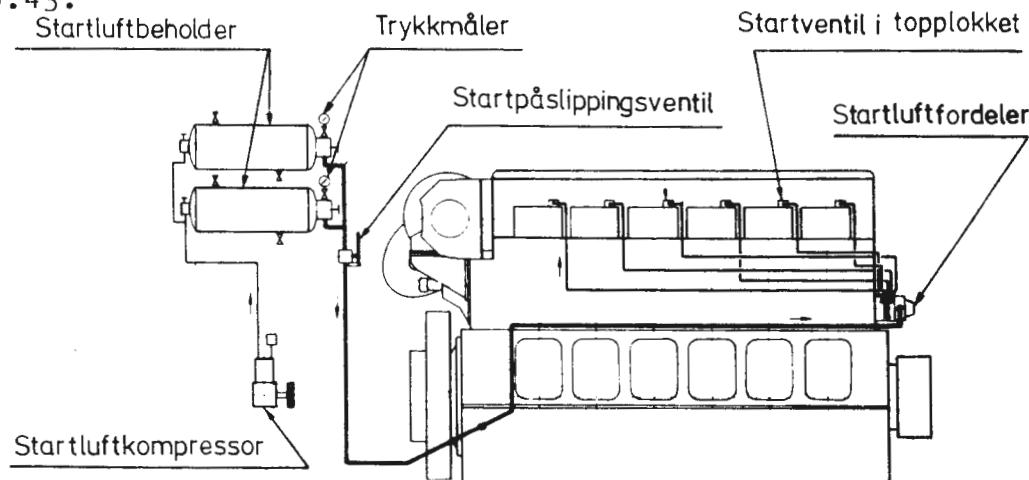


Fig. 10.43

Motoren startes med trykkluft av maks. 30 bar. Når motoren skal startes åpnes startpåslippingsventilen og trykkluftens strømmer til startluftfordeleren i motorens forkant. I startluftfordeleren blir trykkluftens fordelt til de enkelte sylinderne ved hjelp av en roterende startluftsleid. Startluften strømmer til de enkelte startluftventiler etterhvert som de er i posisjon for påslipping. Startluftventilene er montert i topplokkene.

Startluftbeholderne lades ved hjelp av en startluftkompressor som drives fra motoren over en remskive og en trykkluftkoping.

10.9. Overladning

Hvis det av en motor kreves høyere ytelse, må det forbrennes en større brennstoffmengde pr. arbeidsslag i motorsylindrene. For å oppnå en fullstendig forbrenning av brennstoffet, må det til forbrenningen skaffes til veie en større luftmengde. Sylindrene blir derfor tilført luft med et mindre overtrykk

før kompresjonen begynner. Dette kalles overladning.

Overladningen kan oppnås ved hjelp av et mekanisk drevet ladeaggregat (supercharger, drevet av motoren) eller et turbo-ladeaggregat drevet av motorens avgass (turbolader).

10.9.1. Mekanisk drevet ladeaggregat.

Et mekanisk drevet ladeaggregat er vist i fig. 10.44.

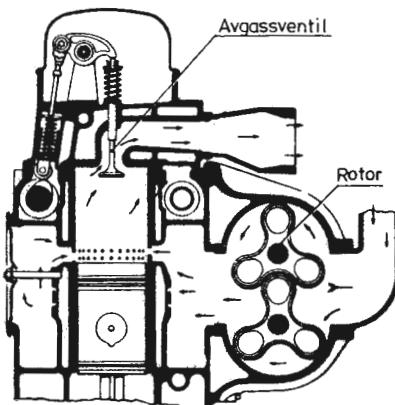


Fig. 10.44

En mekanisk drevet ladeaggregat består av to rotorer, utstyrt med to eller tre spesialutformede vinger, som nøye passer inn i hverandre idet rotorene roterer parallelt i forhold til hverandre. Rotoren er innesluttet i et spesialutformet hus som nøye passer omkring rotorene.

Rotorene roterer slik at de i den ytre omkrets, der de blir ført langs kompressorhuset, beveger vingene utenfra luftinntaket og inn mot manifoden. Rotorene er koplet til hverandre ved helt like tannhjul, og disse er merket som registerhjulene for at inngrepet skal bli riktig.

Kompressoren blir drevet ved direkte tannhjulsoverføring fra registeret.

Skruekompressorer brukes også som ladeaggregat.

10.9.2. Turbolader

En avgassturbin drives av dieselmotorens avgass. På samme

aksel som avgasssturbinen er det montert en ladevifte som suger inn frisk luft gjennom et filter. Ladeviften leder friskluften under overtrykk til sylinderne, se fig. 10.45.

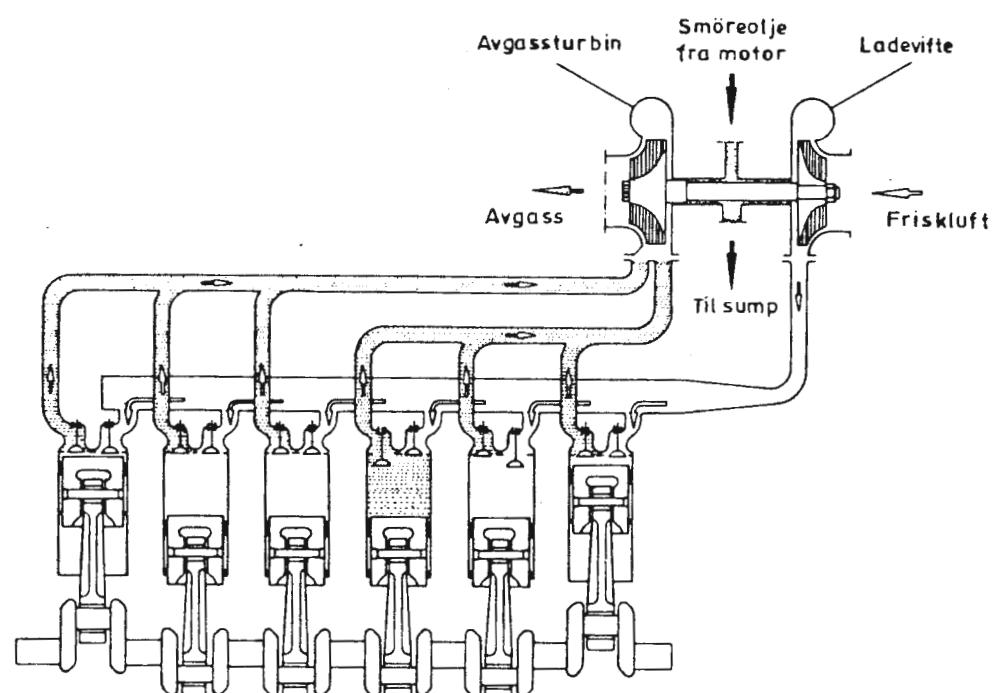


Fig. 10.45

Turboladerens turtall er bestemt av dieselmotorens belastning og driftsforhold, dvs. laderen arbeider uten mekanisk regulering.

Ladeluftet blir oppvarmet under sammentrykkingen, og for å holde ladelufttemperaturen nede, kan det være nødvendig med kjøling av turboladeren.

Lagrene i avgassturboladeren som oppvarmes av avgassen, kjøles og smøres av dieselmotorens smøreolje.

Rekkemotorer har én avgassturbolader, V-motorer har to.

