

Ved asynkronmotorer kan ikke omdreiningstallet reguleres kontinuerlig og belastningsuavhengig uten at frekvensen endres.

Siden forsyningsnettet i Norge har en konstant frekvens på 50 Hz, må man bruke en frekvensomformer for å kunne regulere omdreiningstallet.

#### Motorer med konstant omdreiningstall

Omdreiningstallet for asynkronmotorer er lavere enn omdreiningstallet for dreiefeltet, og det synker ved stigende belastning. Brukes motorene som drivkraft for programstyring og skrivende måleutstyr, må omdreiningstallet være konstant. Som rotor brukes da en magnet som trekkes med av magnetfeltet til dreiefeltet. Disse motorene kalles **synkronmotorer**.

Ved synkronmotorer roterer rotor med nøyaktig samme omdreiningstall som dreiefeltet, også ved belastning (bilde 5).

Synkronmotorer med stor effekt har elektromagneter som rotor, motorer med liten effekt har permanentmagneter. Små motorer fremstilles som vekselstrømsmotorer.

#### Turtallsregulerte synkronmotorer

Robotarmen på bilde 6 settes i bevegelse av to trefasesynkronmotorer. Omdreiningstallet må kunne reguleres kontinuerlig, derfor blir trefasevekselspenningen med regulerbar frekvens generert elektronisk. Motorens rotor (permanentmagneter) roterer med nøyaktig samme hastighet som dreiefeltet. Elektromotorer som brukes for styringen av robotenes aksebevegelser og som drivkraft for matingen på verktøymaskiner, kalles **servomotorer** (hjelpemotorer, servus = hjelpe).

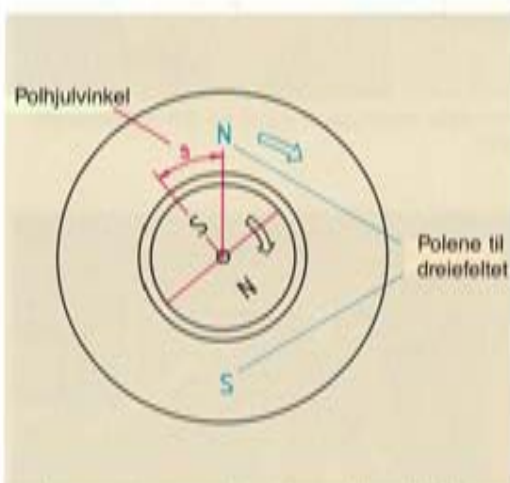
Trefasesynkronmotorer brukes ofte som hjelpemotorer. Men det må brukes trefaset vekselspanning med variabel frekvens for turtallsregulering.

#### Oppgaver

- 1 Hva er forskjellen på synkronmotorer og asynkronmotorer?
- 2 En motor roterer med nøyaktig 750 r/min ved 50 Hz. Beskriv motorens oppbygging.

Antall spoler	Antall polpar	Omdreiningstallet til dreiefeltet	
		i r/s	i r/min
3	1	50	3000
6	2	25	1500
9	3	16,7	1000
12	4	12,5	750

4 Sammenhengen mellom antall spoler, antall polpar og omdreiningstallet til dreiefeltet



5 Når en synkronmotor blir belastet, blir polhjulvinkelen større. Omdreiningstallet for rotor endres ikke



6 Servomotorer må starte, bremse og endre dreieretning på minimal tid. Rotoren til servomotoren på bildet har derfor en slank utforming slik at massetreggheten reduseres



1 Hvilken motortype er egnet for drift av gaffeltruck-en?



2 Batteriene forsyner motoren med likestrøm



3 De viktigste bestanddelene i en likestrømsmotor

## 11.4 Likestrømsmotorer – oppbygging og egenskaper

Gaffeltrucken på bilde 1 brukes til transport. Siden det ikke må forekomme motoravgasser innenders, drives den med en elektromotor. Men gaffeltrucken må også kunne bevege seg fritt. Hvis den var tilsluttet en stikkontakt, måtte den alltid trekke med seg en kabel. For å slippe det brukes det i stedet eltruck med oppladbare akkumulatører som tas med på kjøretøyet. Akkumulatører (bilde 2) leverer likestrøm. Det kan også være aktuelt med en likestrømsmotor som drivkraft.

### Hvordan er en likestrømsmotor oppbygd?

Bilde 3 viser alle de bestanddelene som er absolutt nødvendig for å frembringe dreiebevegelsen.

**Statoren** har spoler som er forbundet med hverandre elektrisk, de utgjør statorviklingen. Viklingen sørger for magnetisering av statorfeltet og kalles derfor **magnetiseringsvikling**.

I likestrømsmaskiner kalles rotor **anker**. Spolene i **ankerviklingen** ligger i sporene i blikk-pakken og er tilkoblet en **kommutator**. **Børstene** sørger for strømtilførselen til ankeret. For den elektriske tilkoblingen til en spenningskilde føres magnetiseringsviklingen og ankerviklingen via ledninger i motoren frem til klemmene i koblingsboksen.

### Hvordan oppstår dreiebevegelsen av ankeret?

Det virker et dreiemoment på en strømførende leder i et magnetfelt. For at dreiebevegelsen skal gå i én retning hele tiden, må strømretningen kastes om (polomkobling) ved hjelp av kommutatoren. Bilde 4 viser prinsippet for likestrømsmotoren enda en gang.

Siden spenningen fra akkumulatøren bestemmer strømstyrken i ankerviklingen og dermed dreiemomentet, kan omdreinings-tallet reguleres med spenningen. Dette er en fordel sammenlignet med trefasemotorer.

Ved likestrømsmotorer kan omdreinings-tallet reguleres kontinuerlig ved hjelp av spenningen.

### Likestrømsseriemotoren

Driften av gaffeltrucken krever foruten turtallsregulering et stort dreiemoment ved stor belastning. En likestrømsseriemotor tilfredsstiller dette kravet.

Her er ankerviklingen og magnetiseringsviklingen koblet i serie slik bilde 5 viser. Ved stor belastning og ved start krever motoren en høy strømstyrke. Ved seriekobling blir ikke bare ankerstrømmen svært sterk, men også magnetiseringsstrømmen og dermed magnetfeltet. Dette fører også til et stort dreiemoment.

Bilde 6 viser belastningskarakteristikken. Omdreiningstallet reduseres sterkt ved belastning. Denne egenskapen kaller vi også **serieviklingsforholdet**. Ved liten belastning kan omdreiningstallet bli uforsvarlig høyt.

Seriemotorer må ikke kjøres uten belastning, for da kan de «løpe løpsk». De har et høyt startmoment.

På grunn av de spesielle egenskapene brukes likestrømsseriemotorer blant annet som drivkraft for kjøretøyer, f.eks trikker, gaffeltrucker og eltrucker.

Ved kjøretøyer er det imidlertid også nødvendig med en endring av dreieretningen.

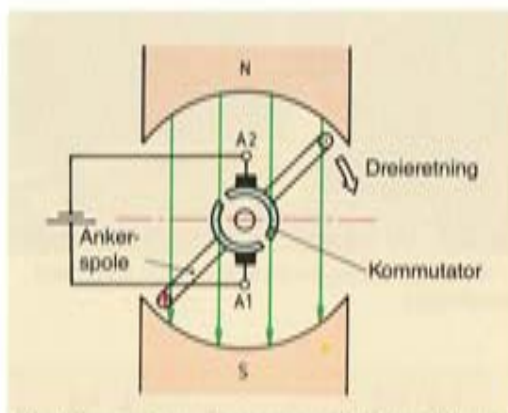
### Hvordan kan dreieretningen endres?

Vi ser en gang til på koblingen på bilde 5. Hvis vi bytter om motortilkoblingene, går strømmen i motsatt retning. Siden det ikke er bare strømretningen i ankeret som endres, men også retningen på magnetfeltet, blir dreieretningen uforandret. Derfor må strømretningen forandres enten bare i magnetiseringsviklingen eller bare i ankeret.

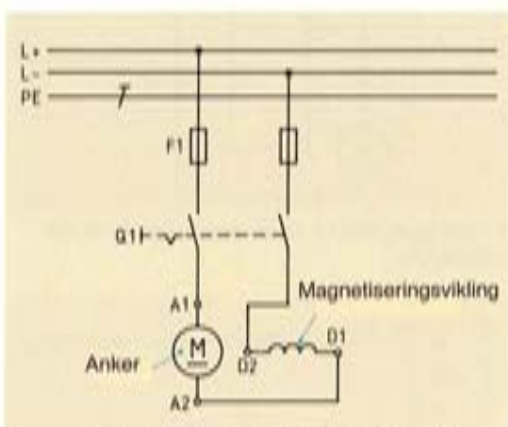
Ved likestrømsmotorer endrer man som oftest dreieretningen ved å bytte om ankerspenningen (polomkobling).

### Oppgaver

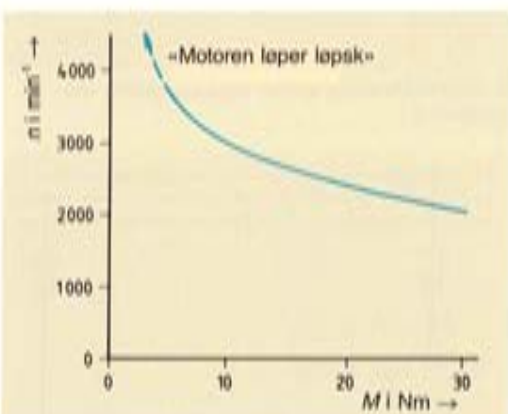
- 1 Hva er forskjellen på oppbyggingen av likestrømsmotorer og kortslutningsmotorer?
- 2 Hvorfor brukes det likestrømsseriemotorer som selvstarter i motorkjøretøyer?



4 Ved større motorer dannes magnetfeltet ved strømgjennomgang i magnetiseringsviklingen



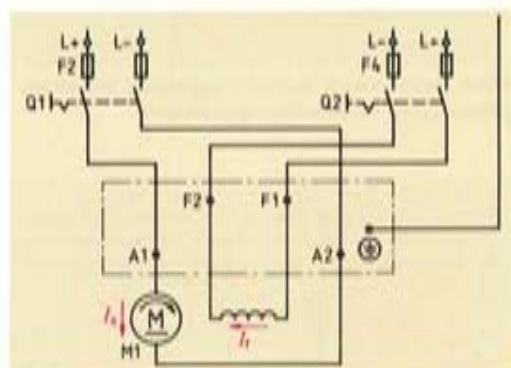
5 Likestrømmen går gjennom ankeret og gjennom magnetiseringsviklingen



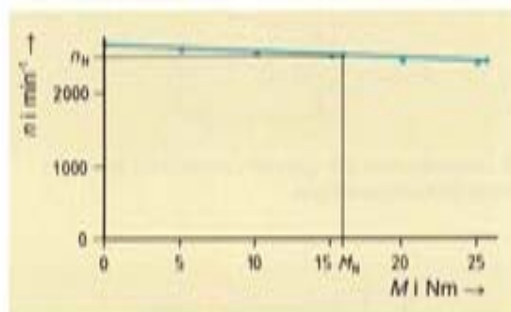
6 Belastningskarakteristikken til en seriemotor



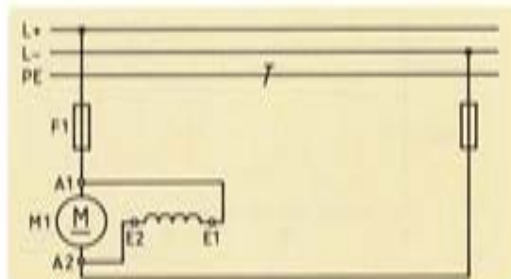
1 Metallbearbeiding på en CNC-maskin krever stor nøyaktighet



2 Koblingskjema for en fremmedmagnetisert likestrømsmotor



3 Omdreiningstallet synker bare ubetydelig ved belastning



4 Likestrøms-shuntmotor

## 11.5 Kommutatormotorer til spesiell bruk

For arbeidsspindelen til CNC-maskinen på bilde 1 er det nødvendig med styring av omdreiningstallet over et stort område. Dessuten må omdreiningstallet endres bare ubetydelig ved variasjoner i belastningen.

En likestrømsseriemotor kan ikke tilfredstille den siste betingelsen. Derfor brukes det en fremmedmagnetisert likestrømsmotor.

### Hva menes med fremmedmagnetisering?

For magnetiseringsstrømkretsen med klemmene F1 og F2 brukes det en annen (fremmed) spenningskilde enn for ankerstrømkretsen. Bilde 2 viser koblingen.

### Hvordan oppfører den fremmedmagnetiserte motoren seg ved belastning?

Etersom magnetfeltet holder seg konstant ved belastning, synker omdreiningstallet bare ubetydelig sammenlignet med i en seriemotor. Bilde 3 viser belastningskarakteristikken.

Ved fremmedmagnetiserte likestrømsmotorer reduseres omdreiningstallet bare ubetydelig ved belastning.

Ved drift av arbeidsspindelen på bilde 1 styres omdreiningstallet med ankerspenningen og med magnetiseringsspenningen.

### Hva menes med shuntforhold?

Det oppstår shuntforhold ved en likestrømsshuntmotor. Magnetiseringsviklingene (E1 og E2) og ankerviklingene (A1 og A2) er koblet parallelt (bilde 4) og tilsluttet samme spenningskilde.

For øvrig er oppbyggingen av anker og stator den samme som ved den fremmedmagnetiserte motoren. Motoregenskapene er også nesten like. Tidligere ble det ofte bygd shuntmotorer. Fra den tiden stammer også begrepet **shuntforhold**, et uttrykk som fremdeles er i bruk.

Shuntforhold innebærer en liten reduksjon av omdreiningstallet ved belastning.

### Likestrømsmotorer som servomotorer

Likestrømsmotorer egner seg også som servomotorer ettersom det er mulig å endre omdreiningstallet ved å endre spenningen. Avhengig av konstruksjonen skiller vi mellom to motortyper:

- motor med slank rotor
- motor med skiverotor

På grunn av konstruksjonen har begge rotorene lavt masseghetsmoment, derfor er begge egnet for hurtige endringer av omdreiningstall og dreieretning.

Sammenlignet med trefasemotorer har likestrømsmotorer den fordel at omdreiningstallet kan reguleres over spenningen med forholdsvis små omkostninger. Men konstruksjonen er dyrere, og på grunn av kommutator og børster er de mer uberegnelige i drift og ikke så lettstelte.

### En likestrømsmotor for vekselstrøm?

Bilde 7 viser en håndboremaskin som drives med vekselspenning. Som drivmotor er det tydelig innebygd en motor med kommutator, det vil si en likestrømsmotor.

Når vi ser nærmere på den, ser vi at det er en seriemotor. Vi vet at dreieretningen ikke kan endres ved polomkobling av tilkoblingene. Alltså kan likestrømsseriemotorer også drives med vekselstrøm.

Men motoren i håndboremaskinen er spesielt beregnet på vekselspenning ifølge konstruksjonen. Slike vekselspenningsseriemotorer med liten effekt kalles **universalmotorer**. De har serieforhold og er derfor egnet som drivkraft for verktøy, kjøkkenmaskiner og støvsugere.



5 På akselen til motoren med slank rotor er det også et tachometer for måling av turtallet



6 Motoren med skiverotor (kortmotor) har en kort, kompakt konstruksjon. Ankeret består av en belagt plastskive med liten masse



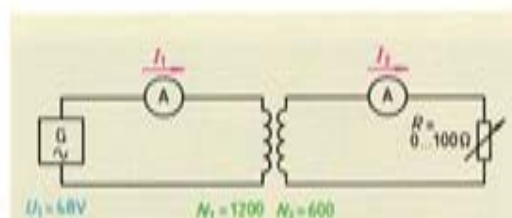
7 Motoren til en håndboremaskin

### Oppgaver

- 1 Fortell hvilke elektromotorer som har serieforhold, og hvilke som har shuntforhold.
- 2 Hvordan kan det oppnås at omdreiningstallet på håndboremaskinen endres kontinuerlig?
- 3 Hvilke spesielle egenskaper må servomotorer ha?

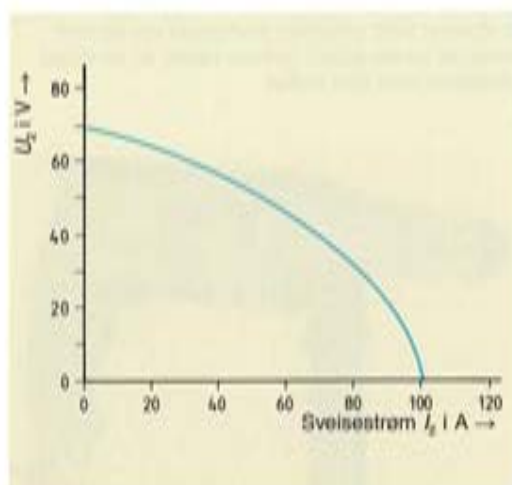


1 Dette sveiseanlegg har en sveisetransformator



$I_1$ i A	$I_2$ i A
0,11	0,2
0,17	0,3
0,21	0,4

2 Koblingskjema for forsøk 1 (øverst) og forsøksresultatene (nederst)

3 Belastningskarakteristikken viser sammenhengen mellom utgangsspenningen  $U_2$  og sveiestømmen  $I_2$ 

## 11.6 Transformatorer for forskjellige bruksområder

Bilde 1 viser et anlegg for lysbuesveising som leverer en sveiestrøm på opptil 100 A. Vi forstår at strømmen fås fra en transformator. Vi vet at spenninger kan omformes med en transformator, siden spenningene forholder seg til hverandre som antall viklinger på primær- og sekundærsiden. Gjelder dette også for strømstyrkene?

### Strømstyrkene hos transformatoren

**Forsøk 1:** Vi belaster forsøkstransformatoren (se kapittel 8) med en regulerbar motstand og måler strømstyrkene som vist på bilde 2 (øverst).

Måleresultatene i tabell 2 viser at strømstyrken  $I_1$  øker når strømstyrken  $I_2$  øker. Dessuten finner vi at strømstyrkene forholder seg til hverandre omtrent omvendt proporsjonalt med antall viklinger. Ser vi bort fra tapene i transformatoren, får vi:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$I_1$  inngangsstrømmen i A

$I_2$  utgangsstrømmen i A

$N_1$  antall viklinger i inngangsviklingen

$N_2$  antall viklinger i utgangsviklingen

Nå vet vi hvordan sveisetransformatoren produserer den høye strømstyrken. Utgangsviklingen har bare noen få viklinger. På den måten blir utgangsspenningen lav, men utgangsstrømstyrken blir høy.

### Andre egenskaper hos sveisetransformatoren

Siden det blir kortslutning ved sveiestart når lysbuen tenes, er det fare for en utilitelig oppvarming.

**Kortslutningsstrømmen** må derfor være så liten at viklingene ikke blir skadet. Denne kortslutningsfæstheten kan oppnås ved konstruktive sikringstiltak ved oppbyggingen av transformatoren. Vi har følgende sikkerhetsregel:

Sveisetransformatorer, ringtransformatorer og leketøystransformatorer må være kortslutnings sikre.

### Hvordan oppfører kortslutningssikre transformatorer seg ved belastning?

Bilde 3 viser belastningskarakteristikken til sveisetransformatoren. Vi ser at spenningen faller raskt med økende belastning og dermed økende strømstyrke. På grunn av dette forholdet begrenses kortslutningsstrømmen.

### Hvilke egenskaper har nett-transformatorer?

Bilde 4 viser en **nett-transformator** som kan drive en halogenlampe på 24 V ved en nettspenning på 230 V. Nett-transformatorer brukes for tilkobling av konstruksjonsgrupper og apparatur til nettet. Siden det ikke forekommer kortslutning ved normaldrift, er det ikke nødvendig å begrense kortslutningsstrømmen.

Men i motsetning til kortslutningssikre transformatorer skal de levere en så konstant utgangsspenning som mulig for at driften av konstruksjonsgrupper og apparatur skal bli problemfri. De blir derfor konstruert slik at utgangsspenningen synker bare ubetydelig ved belastning (bilde 5).

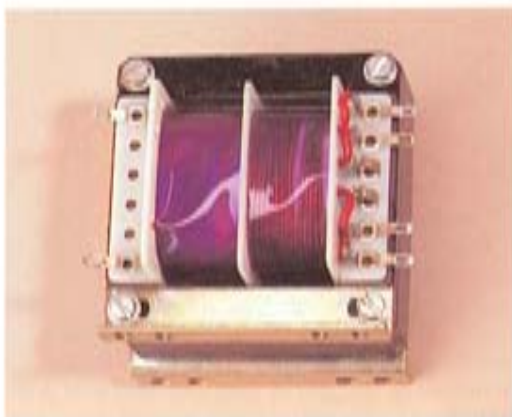
### Fordelingstransformatorer

Av økonomiske grunner skjer overføringen av elektrisk energi med høye spenninger. Siden forbrukerne ikke kan bruke disse høye spenningene, er det nødvendig med flere spenningstransformatorer for energifordelingen fra kraftverk til forbruker. Da brukes det **trefasetransformatorer** med stor effekt (bilde 6). Spenningen skal synke bare ubetydelig ved belastning, akkurat som for nett-transformatorer.

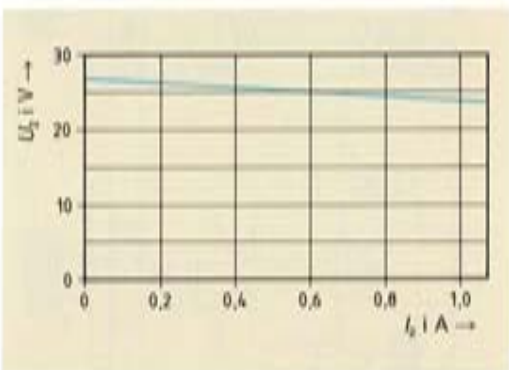
Spenningen synker ubetydelig ved belastning ved nett-transformatorer og fordelingstransformatorer.

### Oppgaver

- 1 Hvilke egenskaper må en sveisetransformator ha?
- 2 Hvorfor er ikke en ringtransformator egnet som nett-transformator?
- 3 Hva mener vi med at transformatorer er kortslutningssikre?



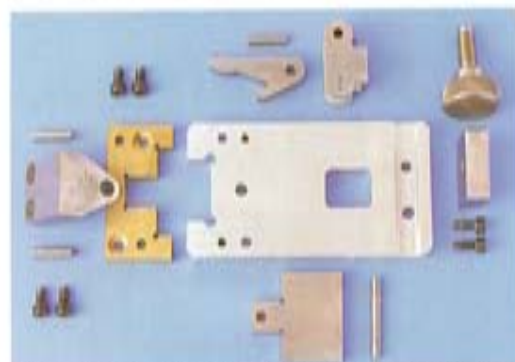
4 På grunn av forholdsvis liten effekt hører nett-transformatoren med i gruppen småtransformatorer. Den brukes også for styringer som arbeider med lavspenning



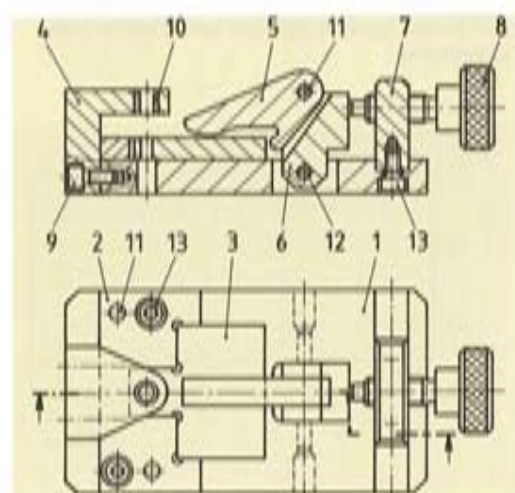
5 Belastningskarakteristikken til en nett-transformator



6 Trefasetransformator 110 kV/20 kV



1 Ved sammenbygging av disse elementene får vi en borejigg



4	Sylinderskrue M5 x 10	DIN 912	8,8	13
1	Sylindrisk pinne 5 <sub>h6</sub> x 40	DIN 6325		12
3	Sylindrisk pinne 5 <sub>h6</sub> x 20	DIN 6325		11
1	Borehylse A5 x 8	DIN 179		10
2	Sylinderskrue M12 x 12	DIN 912	8,8	9
1	Spennskrue		85MnPb28K	8 ∅ 30 x 200
1	Motholder	St 50		7 40 x 12 x 34
1	Ledd	St 50		6 25 x 43
1	Spennfinger	St 50		5 25 x 10 x 52
1	Vinkel	St 50		4 36 x 34
1	Arbeidsstykke	St 50		3 50 x 8 x 50
1	Føringsplate	CuZn 39 Pb		2 35 x 8 x 72
1	Fundamentplate	AlCuMgPb		1 70 x 12 x 126
Stk.	Betegnelse	Standard	Matr.	Nr. / Halvfabr.

2 Fra stykklisten finner vi betegnelsen på elementene

## Kapittel 12 Monteringsteknikk

### 12.1 Montering av en borejigg

Bilde 1 viser delene i en borejigg. Hvordan kan disse delene bygges sammen funksjonsriktig og i en fornuftig rekkefølge?

Stykklisten og monteringstegningen (bilde 2) gir oss de viktigste informasjonene for sammenføyningen. De forklarer oppbyggingen av borejiggen.

#### Montering av spennfingeren

Spennfingeren (nr. 5) skal klemme fast arbeidsstykket fra to kanter og presse det mot føringsplaten. Dette er mulig bare når spennfingeren er bevegelig forbundet med leddet (nr. 6). Derfor har boringen i del 5 en diameter på 5,1 mm, og hullet i del 6 er brotsjet til 5<sup>H7</sup>. Ved monteringen legges de to delene inn i hverandre og forbindes med en sylindrisk pinne. Det er nødvendig å sammenføye pasningen med noen lette hammerlag.

#### Montering av leddet

I det neste arbeidstrinnet blir del 6 forbundet med fundamentplaten (nr. 1) med en sylindrisk pinne (nr. 12). Derved blir fundamentplaten spent fast. Den sylindriske pinnen drives ved hjelp av en hammer bare så langt inn at del 5 fremdeles kan settes ned i utsparingen i fundamentplaten. Først nå kan pinnen slås forsiktig inn så langt som tegningen angir.

#### Montering av motholder og spennskrue

Nå blir motholderen (nr. 7) festet på fundamentplaten med sylinderskruene (nr. 13). Samtidig må motholderen lett kunne innpasses i sporet på fundamentplaten.

Deretter kan skruene skrues inn i det ferdiggjennete hullet i del 7.

#### Hvordan settes borehylsen på plass?

Ved den videre monteringen av konstruksjonsdelene er det en fordel først å plassere borehylsen (nr. 10) i boringen 8<sup>H7</sup> som er brotsjet i vinkelen (nr.4). Borehylsen er fremstilt med en utvendig toleranse på n6. For hylse og boring har vi altså pasningen 8<sup>H7/n6</sup>.



Borehylsen kan ikke presses inn uten bruk av kraft siden det dreier seg om en overgangspassing som skal sitte fast. Vi bruker derfor en liten mekanisk presse (bilde 3, til venstre). For å unngå at hylsen forskyves (bilde 3, til høyre) bruker vi en innvendig dor som føring.

For monteringen må vi forvise oss om at borehylsen har helt riktig posisjon. For at boret ved produksjon kan gli lettere i hylsen, må kanten, som er avrundet innover, vende opp (bilde 3).

Hylsen må stå 1 til 1,5 mm over vinkelen, ellers kan kjøle/smøremidlet lett spyle små spon ned i boringen. Sponene kan føre til at boret skjærer seg.

### Føringsplaten festes

Vi må huske på at del 2 skal fungere som både anslag og føring for arbeidsstykket. Riktig posisjonering for boringen er derfor avhengig av at føringsplaten monteres nøyaktig (bilde 4).

Del 2 legges på del 1 og festes med skruer (nr. 13), som ikke trekkes til. Deretter drives de sylindriske pinnene (nr. 11) forsiktig inn med lette hammerslag. Under dette arbeidet må fundamentplaten og føringsplaten ligge på et flatt, stabilt underlag. Nå først kan vi trekke til skruene.

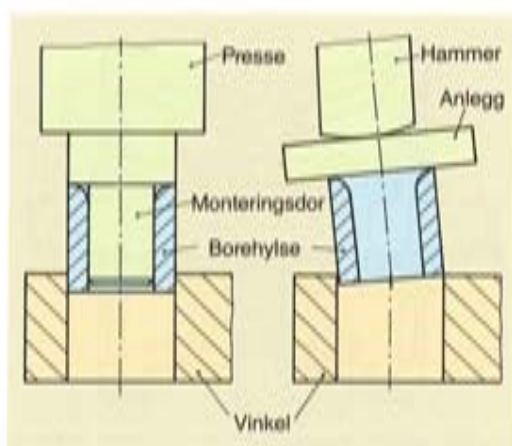
Til slutt innpasses vinkelen (nr. 4) og skrues fast.

Men før den ferdigmonterte borejiggen (bilde 5) tas i bruk, må alle skruer trekkes skikkelig til.

Nå først kan vi legge inn det første arbeidsstykket og bore i det. Samtidig kontrollerer vi at boringen er på riktig sted. Er alt i orden, kan borejiggen settes inn i produksjonen.

### Oppgaver

- 1 Hva er det viktig å passe på når borehylsen drives inn?
- 2 Hvorfor ble del 1 sammen med del 2 boret og brotsjet?
- 3 Forklar hvorfor de skruene som brukes i borejiggen, er nedsenket?



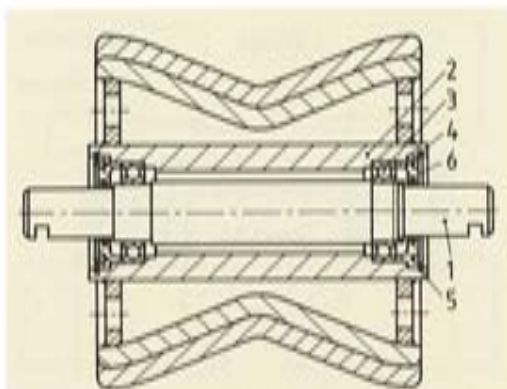
3 Borehylsen presses inn (til venstre). Slås den inn med hammer, kan den forskyves (til høyre)



4 Montering av føringsplaten

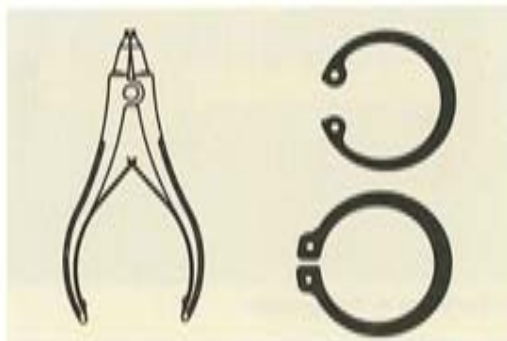


5 Ferdigmontert borejigg

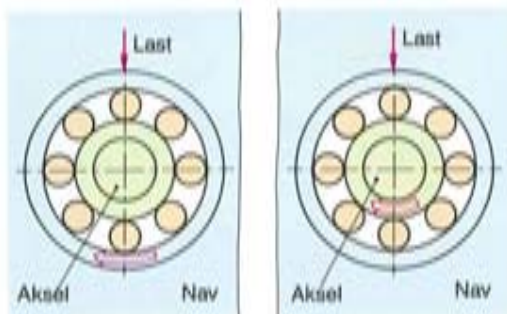


Pos.	Stk.	Betegnelse
1	1	Aksel
2	1	Nav
3	2	Sporkulelager
4	2	Lagerlokk
5	2	Sikringsring (innvendig)
6	1	Sikringsring (utvendig)

1 Er denne lederullen symmetrisk oppbygd?



2 Spesieltang og sikringsringer



3 Punktlast eller periferlast

## 12.2 Demontering av en lederull

Bilde 1 viser en lederull som roterer med to sporkulelagre på en aksel. De to lagrene har ikke nøyaktig samme utforming. Hva er forskjellen?

### Styrelageret

Vi ser først på det høyre lageret. Vi oppdager at både innringen og ytteringen til sporkulelageret er festet på akselen og i navet:

- innringen: til venstre med akselansatsen og til høyre med en sikringsring
- ytteringen: til venstre med ansatsen på navet og til høyre med lagerlokket

Ved et styrelager er alltid begge ringene festet aksialt.

### Det frittgående lageret

Når vi ser på det venstre lageret, oppdager vi at det er bare ytteringen som er festet: til venstre med lagerlokket og til høyre med ansatsen på navet. Innringen derimot kan bevege seg aksialt.

Ved et frittgående lager er alltid bare én ring festet.

Kombinasjonen av et styrelager med et frittgående lager brukes svært ofte fordi man da er garantert:

- for det første at akselen ikke kan forskyve seg aksialt på grunn av styrelageret
- for det andre at eventuelle lengdeforandringer ved temperatursvingninger utlignes på grunn av det frittgående lageret, og dessuten unngås eventuelle aksiale belastninger

Det fins også rullelagre. På grunn av konstruksjonen kan slike lagre utligne lengdeforandringer. Da er det også aktuelt med to styrelagre. Den gummibelagte løpeflaten til rullen skal fornyes, derfor må rullen demonteres. Hvordan gjør vi det?

### Demontering av sikringsringer og lagerlokk

Først må de to ringene (pos. 5) som sikrer lagerlokket, fjernes med en spesieltang (bilde 2). Nå kan lagerlokket tas vekk. Så kan sikringsringen (pos. 6) fjernes fra akselen. Før det

ene av de to kulelagrene fjernes, må det være klart om innerringen til dette lageret er festet på akselen, eller om ytteringen til lageret er festet i navet.

#### Har pasningsdelene pressmonn eller klaring

Vi ser på belastningen på rullen (bilde 3). Den kommer ovenfra. Etersom verken akselen eller innerringen til kulelageret roterer, blir alltid belastningen overført til det samme punktet på innerringen. Dette kalles **punktlast**.

Men navet og dermed ytteringen roterer, det vil si at lasten alltid virker på forskjellige punkter på ytteringen. Dette kalles **periferilast**. Dette kan medføre at ytteringen slurer i navet, noe som gir slitasje. Pasningsdelene yttering/nav må derfor ha pressmonn.

Pasningsdelene innerring/aksel kan derimot ha klaring siden man ikke kan vente at ringen roterer på akselen ved punktlast. Lengdeforandringen kan utlignes ved det frittgående lageret.

#### Demontering av kulelagrene

Som det fremgår av det ovenstående, kan vi gå ut fra at det er relativt enkelt å trekke av innerringen, mens det er svært vanskelig å trekke av ytteringen. Ved demontering av lederullens lagre må ikke avtrekkerkraften virke på innerringen, siden kraften må overføres til ytteringen over kulene. Ellers ville løpebanen og kulene bli skadet.

Avtrekkerkraften må ikke overføres over rullelegemene!

Svært ofte brukes det kulelageravtrekkere (bilde 4) med en klemmeanordning som griper tak mellom kulene bak løpebanekanten på kulelagerringene.

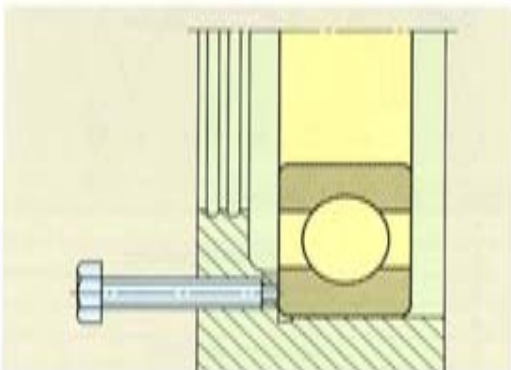
Bilde 5 og 6 viser andre måter å demontere rullelagre på.

#### Oppgaver

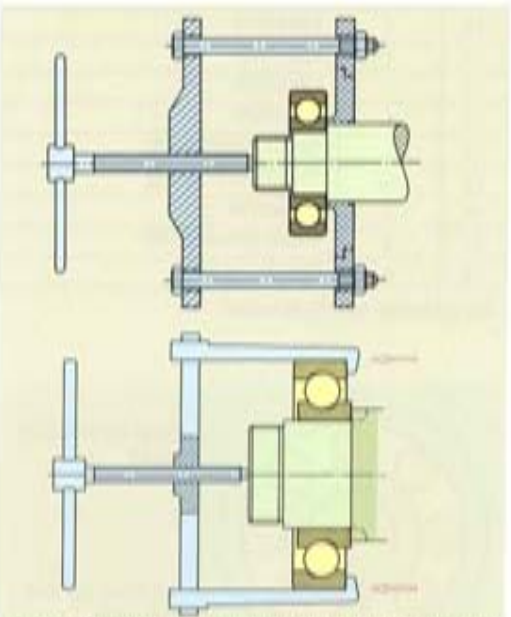
- 1 Hvordan kjenner vi igjen et styrelager?
- 2 Hvordan må styrelageret og det frittgående lageret være utformet hvis belastningen roterer med rullen?



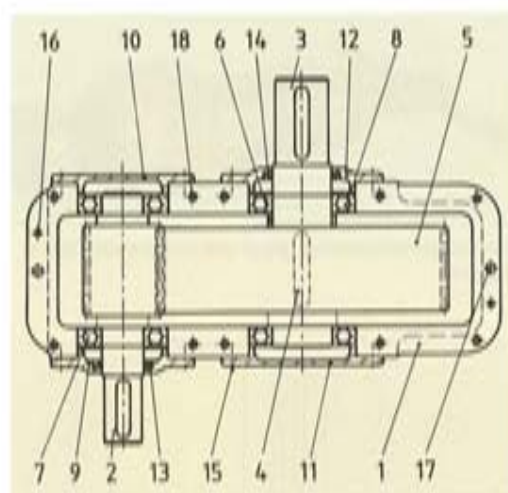
4 Kulelageravtrekkeren griper bak løpebanekanten til ringene



5 Her blir lageret demontert ved at det skrues inn avtrekkerskrue

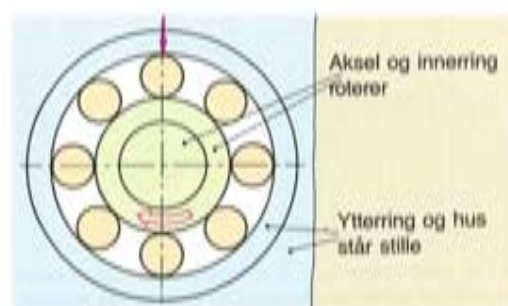


6 Her sitter innerringen til kulelageret fast på akselen. Hvorfor er avtrekkermekanismen som er vist nederst, uegnet?



Pos.	Stk.	Betegnelse
1	1	Hus
2	1	Aksel med fortanning
3	1	Aksel
4	1	Kile
5	1	Sylindrisk tannhjul
6	1	Avstandshylse
7	2	Sporkulelager
8	2	Sporkulelager
9	1	Lagerlokk
10	1	Lagerlokk
11	1	Lagerlokk
12	1	Lagerlokk
13	1	Lagerlokk
14	1	Radial tetningsring
15	16	Radial tetningsring
16	1	Passpinne
17	4	Maskinskrue/mutter
18	8	Maskinskruer

1 En sylindrisk tannhjulsvexsel



2 Periferlast eller punktlast?

## 12.3 Montering av en sylindrisk tannhjulsvexsel

Bilde 1 viser et snitt gjennom en entrinns sylindrisk tannhjuldrift. Den lages ved at mange enkelt detaljer monteres etter en fastlagt rekkefølge.

### Montering av et sylindrisk tannhjul

Først legges akselen (pos. 3) på to V-bukker. Deretter presser vi kilen (pos. 4) inn i akselen. Dette må kanskje gjøres med noen lette hammerslag (område for overgangstoleranse).

Nå skyves det sylindriske tannhullet (pos. 5) inn på akselen. De to delene må være opprettet slik at spor og kile ligger i flukt. Det sylindriske tannhullet skyves helt inn til akselansatsen. Det er ikke nødvendig å bruke kasse (område for klarings-toleranse). Det sylindriske tannhullet får sin aksiale posisjon ved hjelp av akselbrystningen og andre elementer som brukes ved monteringen, f.eks. avstandshylser, lagre og lagerlokk.

Før lagrene monteres, er det viktig at avstandshylsen (pos. 6) skyves inn på akselen. Dette gjøres manuelt (område for klarings-toleranse). Man må kontrollere om hylsen er nøyaktig plan på begge sider, og dermed om det er mulig at hele flaten ligger an både mot det sylindriske tannhullet og mot innringen til sporkulelageret. Grader og smuss må eventuelt fjernes på forhånd.

### Montering av lagre

Monteringen av alle lagrene i denne vekselen gjøres før akselen settes inn i huset. Dette er mulig siden huset er todelt, det vil si at det er mulig med en ekstern formontering.

Lagrene monteres på akselen. Er det enkelt eller vanskelig å skyve innringene inn på akselen?

For å kunne svare på dette spørsmålet må man først finne ut hva slags belastning innringene får.

Bilde 2 viser belastningen. Den virker fra inngrepet til tannhulene utover i retning av lageret. Siden både akslene og innringene roterer, får vi en periferbelastning. Passningsdelene innringer/akslene har derfor pressmonn. På denne måten unngår man en uønsket rotasjon av innringene på akslene.

Lagrene må presses inn på akselendene.

Bilde 3 viser samme montering ved hjelp av en monteringshylse. Den legges inn mot innerringen. Lageret drives på plass med lette hammerslag på hylsen. Pass på at lageret ikke forskyves.

Kan vi også bruke en monteringsring som ligger an mot ytterringen? Dette er ikke gunstig for da må hammerkraften overføres over rullelegemene.

Påpressingskraften må overføres til innerringen.

Ved montering av større lagre som krever større presskraft, blir det brukt mekaniske eller hydrauliske presser i stedet for monteringshylser (bilde 4).

For å unngå å bruke altfor stor kraft ved monteringen av lagrene varmer vi ofte lagrene opp for at omkretsen skal øke. Før monteringen blir de varmet opp induktivt (bilde 5) eller i et oljebad på 80 °C opptil 100 °C og skjævet på plass.

#### Kontroll av riktig posisjon

Innerringen til lager 8 på aksel 3 må ligge tett an mot avstandshylsen 6. De andre lagrene må ligge an mot akselansatser.

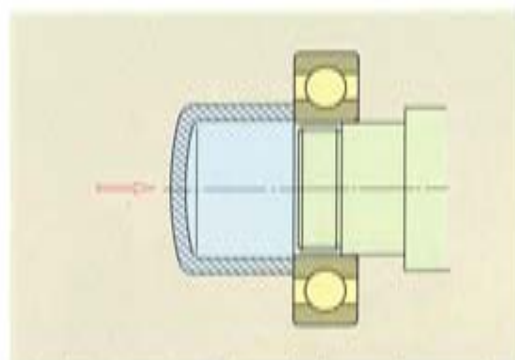
#### Montering

Etter at funksjonen til lagrene er kontrollert, legges akslene inn i underdelen av huset. Tannflankene må gripe inn i hverandre slik at de ikke blir skadet på grunn av forskyving.

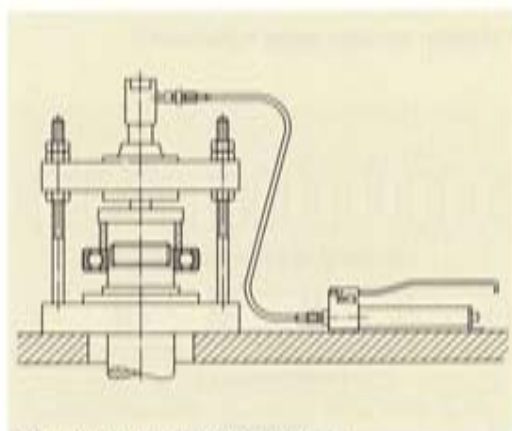
Den angitte oljemengden fylles i. Etter at overdelen av huset er satt på plass, skrues de to delene sammen. I samme forbindelse blir lagerlokkene satt på plass og skrudd fast. I de to lagerlokkene pos.9 og pos. 12 er det på forhånd presset inn en radial tetningsring (pos. 13 og pos.14). Når disse lagerlokkene skyves på plass, må vi passe på at tetningsringene ikke blir skadet ved klemming eller forskyving.

#### Oppgaver

- 1 Hvordan utføres den aksiale sikringen i det tilfellet som er beskrevet?
- 2 Hvordan skjer monteringen av kilene?
- 3 Hvilke metoder fins det for avtrekking av lagre?



3 Små rullelagre kan drives på plass med en monteringshylse



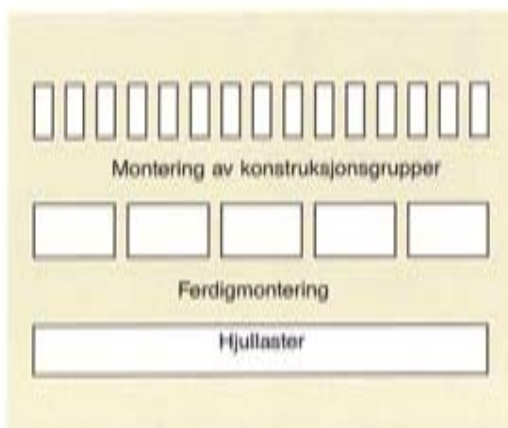
4 Slik presses et rullelager på plass



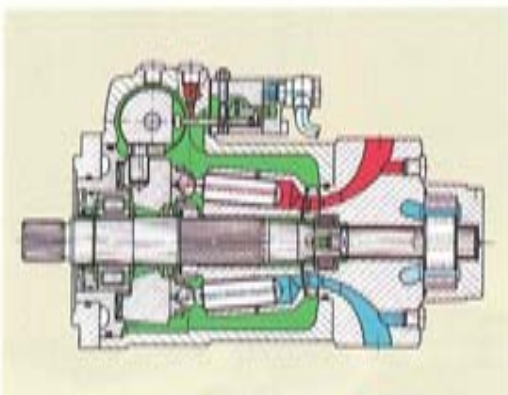
5 Oppvarming av et rullelager ved induksjon



1 Hvordan monteres denne hjullasteren?



2 Monteringsstrukturen



3 Konstruksjonsgruppe hydraulisk pumpe. Konstruksjonselementene står i en nær funksjonssammenheng

## 12.4 Montering av en hjullaster

Bilde 1 viser en hjullaster. Den er et komplekst teknisk system som består av svært mange konstruksjonsdetaljer.

Hvordan er monteringen av hjullasteren strukturert?

### Fra konstruksjonselementer til konstruksjonsgrupper

Bilde 2 viser strukturen, som består av to trinn.

I det første trinnet monteres konstruksjonselementene til konstruksjonsgrupper.

På bilde 3 er det vist en konstruksjonsgruppe. Konstruksjonsdelene i en gruppe må stå i en nær funksjonssammenheng. Etter monteringen må den enkelte konstruksjonsgruppen være funksjonsdyktig. Dessuten må fastsatte tilkoblingsmål for videre montering være garantert.

Som regel blir ikke alle konstruksjonsgruppene produsert av én bedrift. Enkelte utvalgte konstruksjonsgrupper, f.eks. drivaggregater, får man komplett montert fra underleverandører.

### Fra konstruksjonsgrupper til hjullaster

I det andre monteringstrinnet foregår ferdigmonteringen.

Ved ferdigmonteringen oppstår totalsystemet ut fra de enkelte konstruksjonsgruppene.

Konstruksjonsgruppene settes sammen til en hjullaster skritt for skritt i en montasjelinje. Dette kalles **samlebåndsmontering**.

### Ferdigmonteringen

Ved monteringen av hjullasteren skrues først akslene sammen med tilhørende chassisdeler (bilde 4).

Deretter forbindes den forreste og den bakreste chassisdelen med hverandre med et ledd (bilde 5). Denne todelingen av understellet gjør det lettere å manøvrere i terrenget.

Nå blir kardangakselen (bilde 5) med ledde-