

# Hydraulikteknik, offshore kraner, drift/vedligehold

45716



# Indholdsfortegnelse

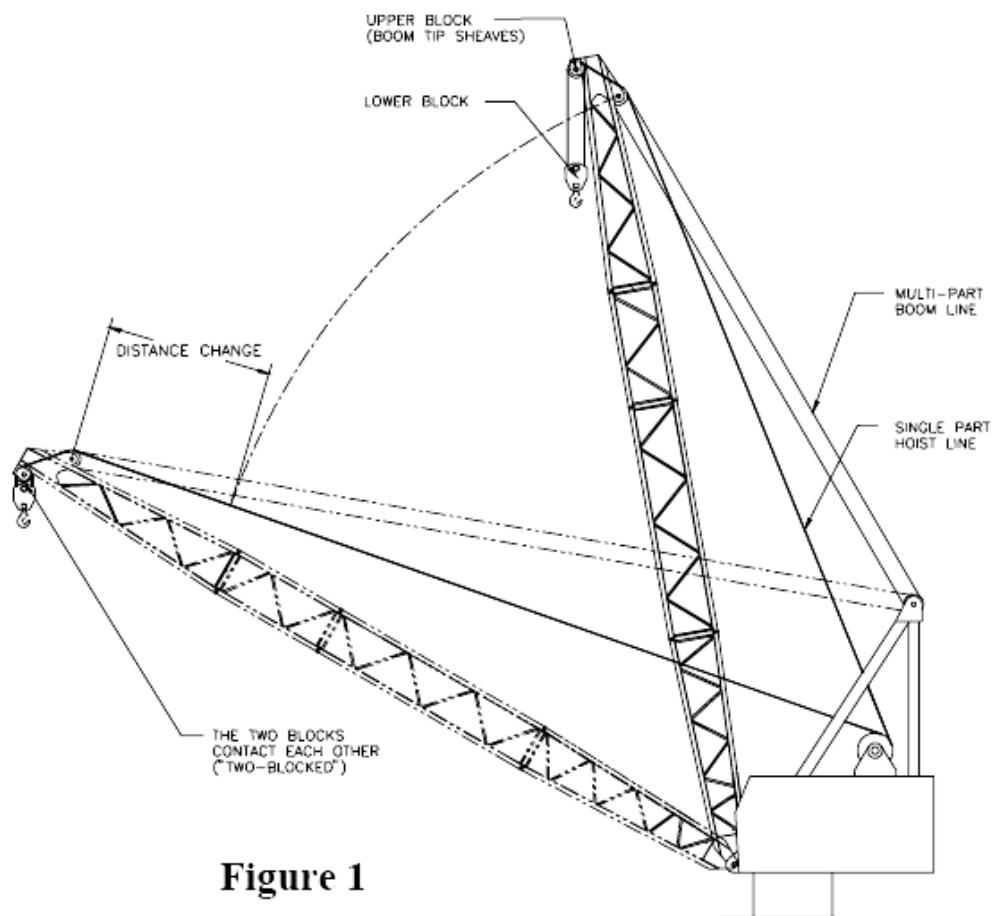
Indholdsfortegnelse .....	2
Kraner .....	3
Arbejds-, Service- og Håndteringskran .....	7
Gear .....	9
Hydrauliksystem .....	12
Offshore - kran .....	19
Hydraulikpumpestation .....	23
Styresystem for kran .....	26
Hydrauliksystemet .....	30
Styklister .....	39

# Kraner

## ANVENDELSESOMRÅDER OG TYPER

Anvendelsesområderne for kraner i offshorebranchen er mange.

På borerigge og faste offshoreinstallationer er anvendelsesområderne overførsel af gods til og fra supplyskibe samt til servicebrug.



**Figure 1**

De to hovedtyper af kraner der bruges er Wiretoppe kranen (King Post Crane) og cylinder bom kranen (Cylinder luffing jib crane).

Fælles for disse krantyper er at de kan udføre 3 hovedfunktioner:

- HEJSEFUNKTION** (hejse og sænke last). (eng. hoisting)
- TOPPEFUNKTION** (hejse og sænke bom og last). (eng. luffing)
- KRØJEFUNKTION** (drejning af kranen). (eng. slewing)

Forskellen på en cylindertoppet og en wiretoppet kran er måden, hvorpå toppefunktionen udføres.

Dette fremgår af fig. 1.

Wire-toppede kraner, der generelt er de mest komplicerede, anvendes oftest til kraner, hvor der er krav om, at kran bommen skal kunne række langt ud (stort udlæg), samt til kraner, der arbejder med stor last.

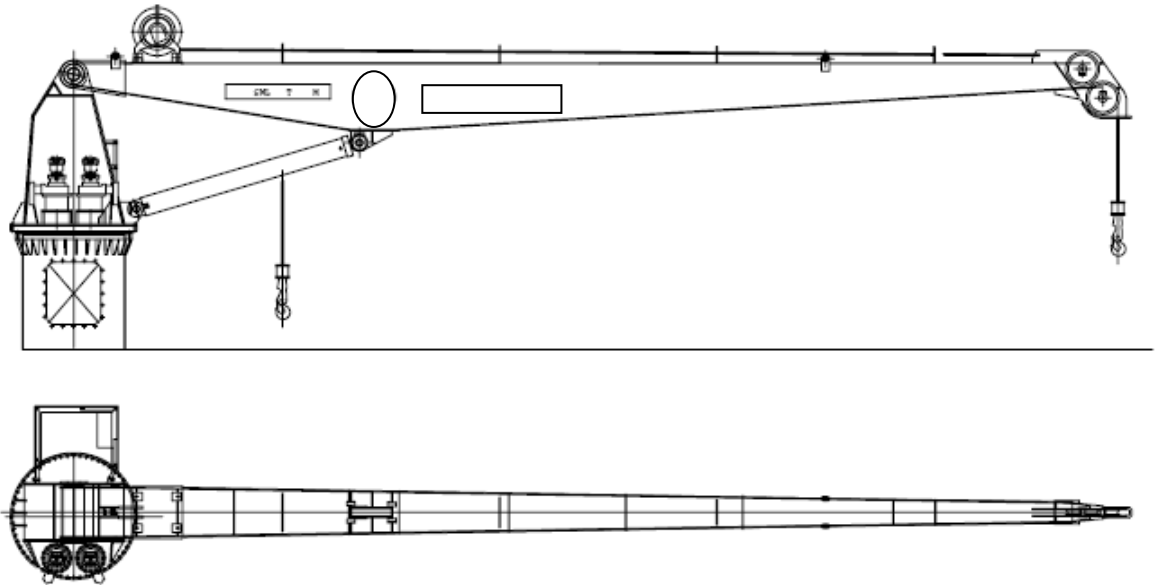


Fig. 2

Cylindertoppede kraner (fig. 2) kan anvendes med udlæg op til 30 - 45m., evt. med udskudsbom.

Af andre typer kraner der anvendes til specielle opgaver offshore kan nævnes Rørhånderings kranen (Pipe-handling Crane) (Fig. 3) og Knækarms kranen (Knuckle jib Crane) (fig. 4)

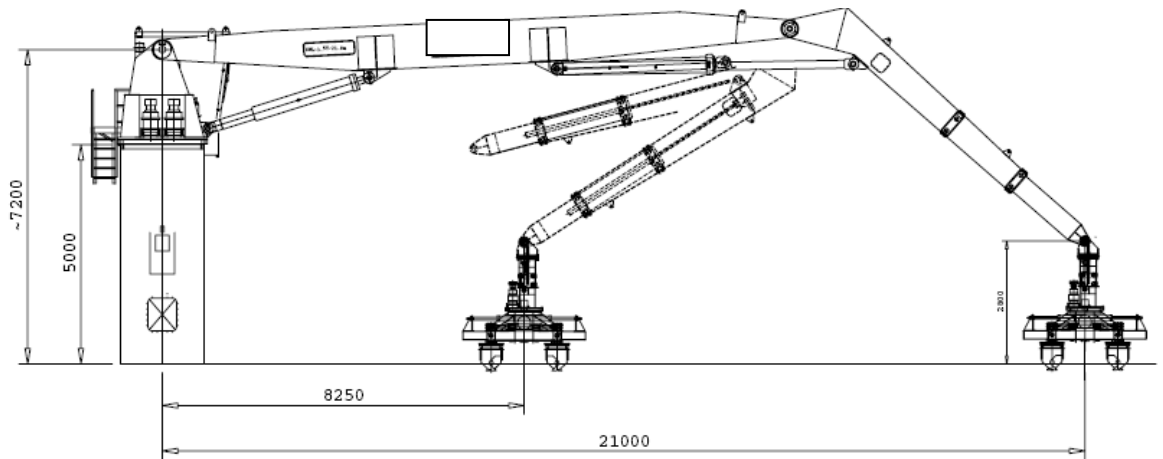


Fig. 3

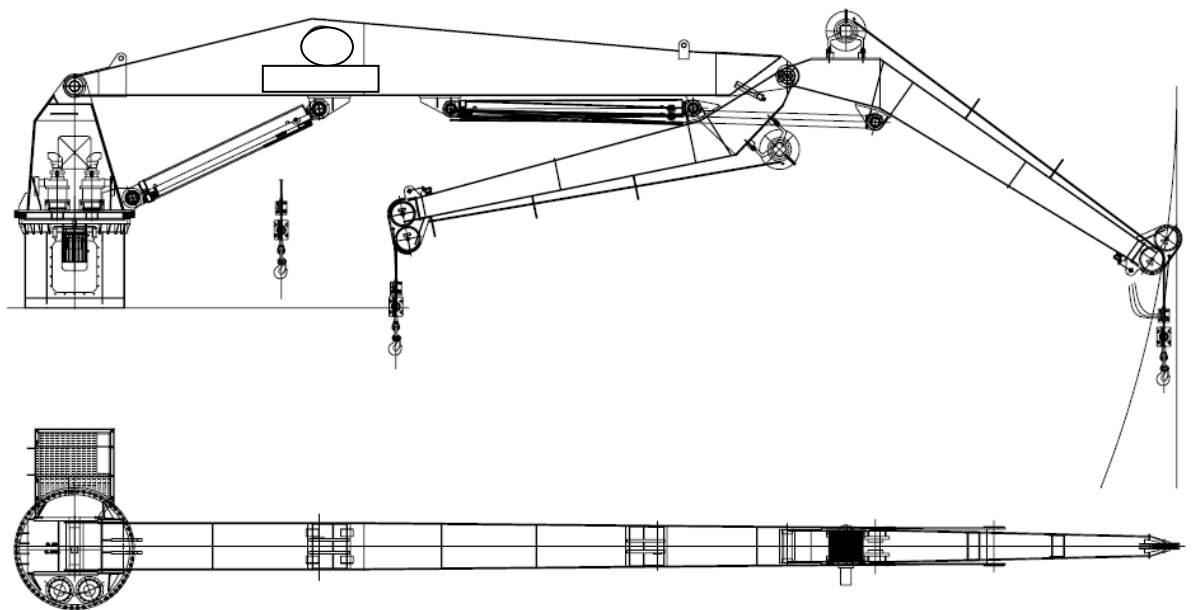


Fig. 4

I wire-toppede kraner anvendes oftest lukkede hydrauliksystemer, mens cylindertoppede kraner anvender åbne hydrauliksystemer.

Stort set alle kraner til offshore brug har på en eller anden måde brug for at kunne kompensere for f. eks. et skibs bevægelse, disse kraner er derfor udstyret med aktiv hiv kompensering (AHC, Active Heave Compensating), hvilket betyder at kranen når den arbejder med en last, er i stand til at følge skibets bevægelser og derved undgå skader på både skib og last.

## De tre hovedfunktioner

Følgende karakteristiske ting kan siges om de tre hovedfunktioner, en almindelig kran kan udføre, og dette afspejler også de problemer, ingeniøren har ved konstruktion af hydrauliksystemet i en kran:

Hejsefunktionen og toppfunktionen er bl.a. kendetegnet ved at,

der altid er negativ last, når en byrde skal sænkes.

Man kan sige at hejsemotoren vil virke som pumpe på grund af byrdens vægt.

Lasten er i besiddelse af potentiel energi, der må føres tilbage til det hydrauliksystem, som tilførte energien da byrden blev hejst op.

Dette indebærer i praksis, at der må opbygges et modtryk i hejsemotorens afgangsledning, enten ved hjælp af drøvling (varmetab), eller ved at motoren trækker pumpen, som det sker i lukkede systemer.

Krøjefunktionen:

Ved denne funktion vil der normalt være positiv last, idet der er en vis modstand mod kranens drejning, hvilket kræver et vist tryk i hydrauliksystemet.

Imidlertid opstår der dog (kortvarigt) negativ last på grund af den inert, der er i byrde og kranarm, når drejningen igen skal ophøre.

Krøjemotoren vil under disse forhold virke som pumpe, da byrde og kranarm vil søge at fortsætte deres bevægelse.

Der er derfor ved standsning af krøjebevægelsen behov for at opbygge et tryk i krøjemotorens returolieledning, hvis for lavt tryk og fare for kavitation under disse forhold i motorens tilgangsledning skal undgås.

Fælles for alle tre kranfunktioner er det, at start og stop altid bør foregå passende langsomt, idet hurtige trykvariationer i hydrauliksystemer virker voldsomt belastende på disse og øger muligheden for fremkomst af ydre olielækager betragteligt.

Da man ikke kan forvente at kranførere i alle tilfælde er tilstrækkeligt opmærksomme på disse forhold, er det også krankonstruktørens opgave ved konstruktionen at sørge for indbygning af passende tidsforsinkelser (rampe- funktioner) i en hydraulisk kran.

# Arbejds-, Service- og Håndteringskran

Den cylindertoppede servicekran finder hovedsageligt anvendelse som arbejds-, service- og håndteringskran på offshoreinstallationer. På fig.5 ses en tegning af kranen med angivelse af nogle vigtige konstruktionselementer m.v.

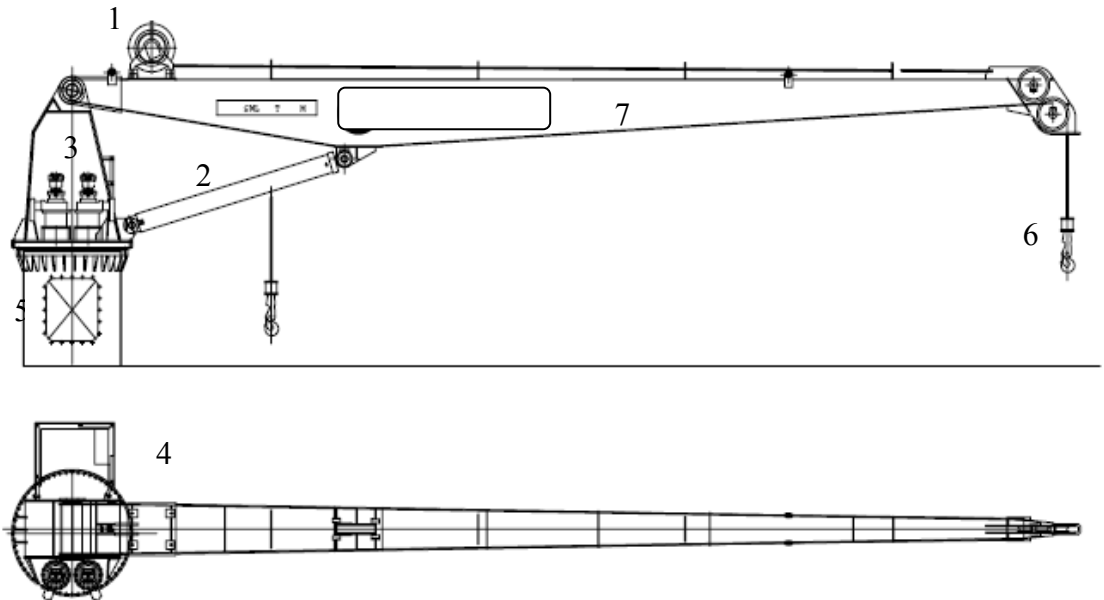


Fig. 5

På fig. 5 angiver:

- 1) Hejsepil med planetgear, bremse og motor samt endestop.
- 2) Toppecylinder.
- 3) Krøjegear (påbygget bremse og motor)
- 4) Manøvreventiler.
- 5) Pumpestation.
- 6) Løfteblok/krog.
- 7) Kranarm.

Nedenfor er angivet nogle eksempler på tekniske data for en kran:

Maksimal løftekapacitet:	20 tons (SWL = safe working load).
Minimal/maksimal arbejdsradius:	3 -30m.
Maksimalløftehøjde:	30m.
Elektromotor:	37 kW.
Hejsehastighed:	0-30 m/min. med 20 tons last (trinløs variabel).
Krørehastighed:	0-1 omdr./min. (trinløs variabel).

De fleste kraner er forsynet med fjernbetjening og for kraner til offshoreinstallationer gælder at de som oftest er ATEX godkendte.

NB: De opgivne hastigheder er teoretiske værdier og gælder hvis kun to kranbevægelser udføres på samme tid. Endvidere afhænger de også af systemets øjeblikkelige virkningsgrad.



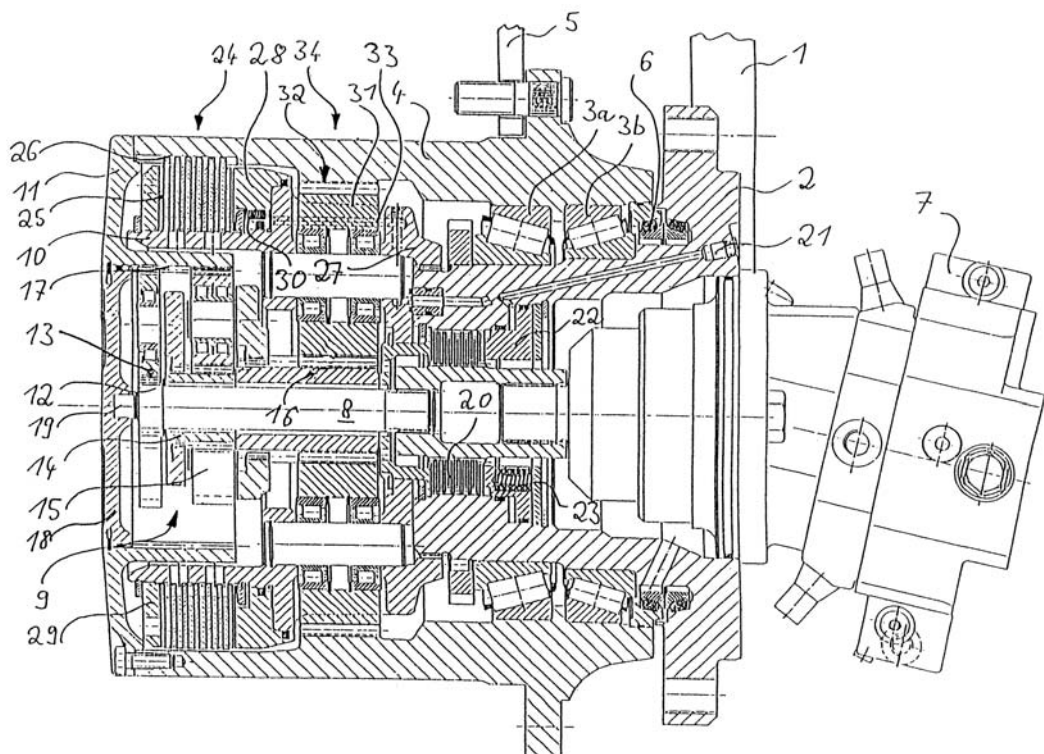
# Gear

## Planetgear

De hydraulikmotorer, der anvendes i kranens hejse- og krøjebevægelser er ret hurtigløbende. Der må derfor anvendes et gear til at nedsætte udgangsaxlens omdrejnings-tal. De anvendte gear er af planetypen, og de er sammenbygget med den nedenfor omtalte bremse. Fig. 6 viser et gear for et hejse- spil.

På fig. 6 angiver:

- 1) Befæstigelse for gear.
- 2) Gear flange.
- 3a + b) Aksial bæreløje i gear.
- 4) Gearhus.
- 5) Tromleflange.
- 24) Lamelbremse
- 21) Tilslutning bremse
- 25) Indvendig lameller.
- 26) Udvendig lameller.
- 31) Solhjul.
- 32) Tandring.



## Krøjegear

Fig. 7 viser planetgearret for et krøjegear.

På fig. 7 angiver:

- 1) Bremsehus.
- 4) Udgangsaksel
- 8) Aksial lejer.
- 11) Lamelbremse.
- 13) Bremsefjeder
- 18) Tilslutning til bremse.
- 19) Drænoilie tilslutning.
- 29) Akseltætning.

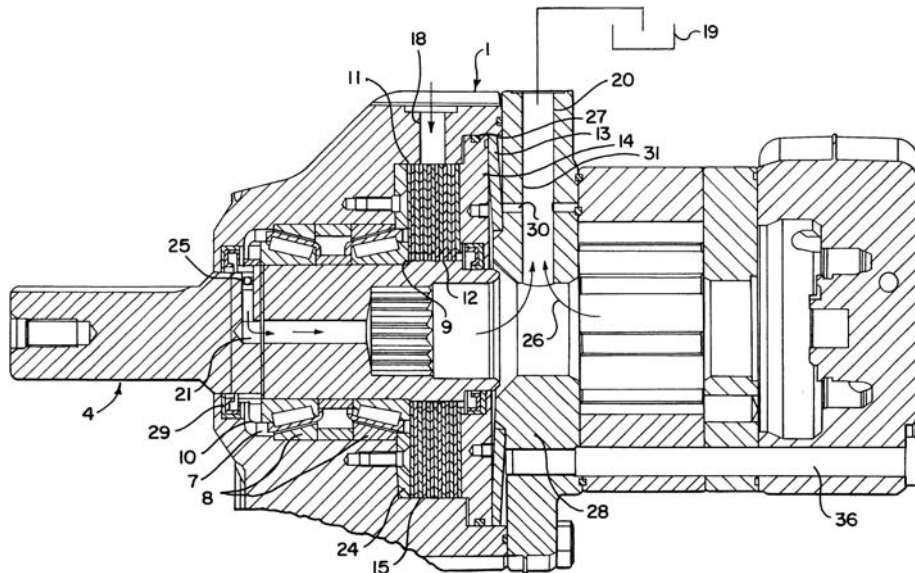


Fig. 7

### **Sikkerhedsudstyr**

Hejsebevægelse og krøjebevægelse er udstyret med fjederbelastede lamelbremses (fail safe), som normalt er aktiverede. Bremsen frigøres kun når manøvreventilen aktiveres, og den aktiveres automatisk, når håndtaget sættes i neutralstilling.

Yderligere aktiveres bremsen automatisk, ved strømudfald (black out) eller trykfald i hydrauliksystemet.

Bremserne er konstrueret som holdebremser, hvilket betyder, at de først aktiveres, når den pågældende kranbevægelse er stoppet, derved bliver sliddet på dem minimalt, endvidere er de selvjusterende. Det nødvendige åbnetryk er ca. 15 - 30 bar.

I tilfælde af slangebrud på hydrauliktilslutningen til toppecylinderen vil overcenterventilen (E41 - se fig. 8) forhindre at kranens bom falder ned. idet den vil lukke for olien fra cylinderen forudsat der da ikke samtidig gives sænkekommando.

På motorens kontrolpanel og på kranens hovedtavle er monteret nødstopkontakter, der, hvis blot en af dem bliver aktiveret, stopper el-motoren, hvorved al kranbevægelse stopper øjeblikkeligt.

# Hydrauliksystem

Hydrauliksystemet i den beskrevne servicekran er udført som et åbent hydrauliksystem, som det er almindeligt i denne slags kraner.

Der er i stor udstrækning anvendt standardkomponenter, hvilket må siges at være en fordel, når man skal reparere på kranen.

Antallet af elektriske komponenter er yderst beskedent, det indskrænker sig til elforsyning til drivmotoren, 2 stk. nødstop, alarm og shut-down for lavt niveau i hydraulikolietanken samt tilsvarende for høj hydraulikolietemperatur.

Hydrauliksystemets opbygning fremgår af fig. 6, og nedenfor er forklaret nogle detaljer i systemet.

Bemærk på diagrammet de mange angivelser af tryk, omdrejningstal, mængder, effekter m.m., samt at der på vigtige steder er placeret trykmålepunkter (cirkel med pil).

Disse ting er til stor hjælp ved fejlsøgning på systemet.

Olieforsyningen klares af en dobbelt tandhjulspumpe.

Den ene halvdel af pumpen (HA) leverer olie til hejsefunktionen, og den anden halvdel (EA) leverer olie til krøje- og toppe- funktionen.

Alle tre kranfunktioner kan køre samtidig. Der er tilsluttet en ekstra fødeforbindelse for at holde et tryk på ca. 2 bar ved "lavtrykstilslutningerne" på motorerne HU og DU ved hjælp af kontraventil A41, rørforbindelsen H51 og kontraventilene H52, D52A og D52B. Dette for at sikrer motorerne mod kavitation.

## Hejsespil

Hejsegearets motor er en skråakselmotor med et displacement på 45 cm<sup>3</sup>/0mdr.

Som det fremgår af tegningen er dens maksimale omdrejningstal her fastsat til 2508 o/min., mens planetgearet nedsætter omdrejningstallet på spiltromlen til maksimalt 54 o/min.

Spiltromlens yderdiameter er 295mm. Med retningsglideren H21 i den viste lastkompenserede proportionalventil i neutralstilling er pumpetrykket 12 bar. Dette tryk kan indstilles på proportionalventilens tryktilpasningsglider H25. Disse 12 bar er også det differenstryk, der vil være over retningsglideren H21, når hejsemotoren kører.

## Hejsning af last

Når manøvrehåndtaget H21 i proportionalventilen bevæges i retning "HEJS" aktiveres drøvlegliden H23. Glideren indstilles på en sådan måde, at ledning H5 forbindes til ledning H1.

Nu sender pumpen HA olie til hydraulikmotor HU (hoisting gear) via ledning H5, drøvleglider H23, ledning H1 og overcenterventil H81.

Trykket i ledning H1 løsner lamelbremsen H61 U via veksellventilen H66 og den trykstyrede retningsventil H67, som også er aktiveret fra udgang X på proportionalventilen.

Returoлиеflowet løber til ledning H2, via drøvleglider H23, ledning H6 og derefter til tank via filter E7. Hejsespillet løfter lasten.

Tryktilpasningsglideren H25, der via boringer H26 i retningsventilens glider og drøvling H27 "måler" lasttrykket i ledning H 1, drøvles lige netop så meget, at pumpetrykket indstilles på en værdi, der er 12 bar højere end det nødvendige lasttryk.

Dette arrangement sikrer dels at pumpetrykket ikke holdes højere end nødvendigt, og at hejsespillets hastighed kun er bestemt af manøvrehåndtagets stilling og uafhængig af den løftede lasts masse.

Dette gælder kun op til det maksimale systemtryk er nået. Ved det maksimale lasttryk vil trykbegrænsningsventilen H24 åbne. Herved begrænses trykket ved trykkompensatoren H25 til 150 bar. Det maksimale pumpetryk er således ca.  $150 + 12 = 162$  bar.

**Sænkning af last (affiring):**

Når manøvrehåndtaget i proportionalventilen H21 bevæges i retning "FIR" aktiveres retningsglideren H23 på en sådan måde, at ledning H5 forbindes til ledning H2. Nu vil pumpen HA levere olie til motor HU via ledning H5, drøvleglider H23 og ledning H2. Lamelbremsen H61 U frigøres af trykket i ledning H2 via vekselventilen H66 og retningsventilen H67, som også er aktiveret fra proportionalventilens udgang X. Trykket i ledning H2 åbner overcenterventilen H81 via ledning H82 det nødvendige åbnetryk er ca. 10 bar.

Returolien løber gennem overcenterventil H81, ledning H1, drøvleglider H23, ledning H6 og filter A 7 til tanken. Lasten sænkes. Pumpens trykindstilling foregår som beskrevet under hejsning af last.

Bemærk at under affiring af last vil motoren HU, på grund af lasten, virke som en pumpe. Dette betyder, at systemets normale pumpe HA blot skal sikre, at der er tryk til at åbne lamelbremse og overcenterventil.

Man kan sige, at pumpen blot skal kunne "følge med" og sørge for at der er olie nok i ledning H2. Hvis trykket i ledning H2 bliver for lavt vil motor HU kavitere under affiring. Dette vil imidlertid her blive forhindret af flere ting:

- a) Overcenterventilen vil drøvle, hvis dens styretryk bliver for lavt.
- b) Via kontraventil H52 vil der ske en efterfyldning af motoren, idet der foran kontraventilen er et tryk på ca. 2 bar (bestemt af ventil A41).
- c) Lamelbremsen vil begynde at bremse, hvis dens åbnetryk ikke er tilstrækkeligt.

**Stop af affiring:**

Hvis proportionalventilens manøvrehåndtag returneres til neutralstilling sker følgende:

a) Drøvleglider H23 går i neutralstilling og afbryder forbindelsen mellem ledning H5 og ledningerne H1 og H2. Ledningerne H1 og H2 forbindes via ledning H6 til tanken. Når ledning H2 er blevet trykløs vil overcenterventil H81 lukke. Denne lukning foregår langsomt. (Det er vigtigt at standsning af lasten ikke foregår momentant, da der på grund af inertien i lasten er fare for at overbelaste planetgear m.v.).

b) Bremsventil H67 vil afdræne olie fra lamelbremsen, når trykket i proportionalventilens afgang X er blevet tilstrækkeligt lavt. Den nødvendige tid herfor er bl.a. bestemt af mængdereguleringsventilen H28. Bemærk at bremsen er en holddebremse, der først skal aktiveres, når overcenterventilen har bragt lasten til standsning.

c) Pumpetrykket falder til 12 bar, da styretrykket på tryktilpasningsglideren H25 også drænes til tank via mængdereguleringsventilen H28.

### Endestop på hejsespil

Hejsespillet er udstyret med to hydrauliske endestop kontakter H71 A og H71 B, som begrænser løfteblokkens højeste og laveste position.

Når løfteblokkens højeste position er nået, og spiltromlen er fuld, påvirkes H71 A og ledning H72A bliver trykløs. Følgelig bliver pilotboringen H26 trykløs, og pilottrykket til tryktilpasningsglider H25 drænes til tank, via mængdereguleringsventil H28 og ledning H5.

Herved nedsættes pumpetrykket til ca. 12 bar. Følgelig er der ikke tryk nok til at løfte lasten yderligere, overcenterventilens indbyggede kontraventil H81 lukker, og lamelbremsen aktiveres. Hejsebevægelsen stopper. Bemærk at den nederste kontraventil i boringen H26 sikrer at affiring er mulig med aktiveret endestop H71A.

Hvis løfteblokkens laveste position overskrides, d.v.s., når der kun er tre vindinger tilbage på spiltromlen, vil endestop H71 B blive aktiveret, og affiringen vil stoppe på lignende måde som beskrevet i forbindelse med endestop for øvre løfteblokposition.

### Toppesystem

Løft af bom:

Pumpe EA leverer olie ved konstant flow til proportionalventilen, hvor trykindstillingen foregår ved hjælp af tryktilpasningsglideren E25 efter lignende principper som beskrevet i forbindelse med kranens hejsefunktion. Det maksimale pumpetryk i dette system er bestemt af trykbegrænsningsventilen E24.

Det bliver  $185 + 12 = 197$  bar. Når manøvrehåndtaget på proportionalventilen E21 aktiveres i retning "TOPPE" bevæges retningsglideren E23 således at olie fra pumpen EA løber via ledning E5, retningsglider E23, ledning E1 gennem overcenterventil E41 og kontraventil E32U til plus-kammeret i toppecylinder EU. Kranarmen løftes.

Da lasttrykket fra ledning E1 er styretryk for tryktilpasningsglideren E25, -(og denne indstiller en trykdifferens på 12 bar over reguleringsglider E23) vil løftehastigheden kun være bestemt af aktiveringshåndtagets stilling (E21) og uafhængig af lasten så længe lasttrykket er under 185 bar.

Hvis aktiveringshåndtaget stadig er aktiveret, når toppecylinderen er i sin yderdestilling, begrænses pumpetrykket til 197 bar.

#### Affiring af bom:

Når manøvrehandtaget E21 bevæges i ret mod fir, vil pumpen EA levere olie gennem ledning E5 via ledning E2 til toppecylinderen EU (luffing gear). På grund af lasten, der virker på bommen, skal der i ledning E2 kun opbygges det tryk, der er nødvendigt for at åbne overcenterventilen E41. Returolien fra cylinderens pluskammer løber gennem drøvleventil EU1 U, overcenterventil E41, via ledning E1, drøvleglider E23, ledning E6, kontraventil A41 og returfilter E7 til tank. Trykket i toppecylinderens minus-kammer er begrænset til 100 bar af trykbegrænsningsventilen E43. Herved er cylinderens stempelstangstætninger beskyttet mod overbelastning.

#### Stop af bom-affiring:

Hvis manøvrehandtaget E21 returneres til neutralstilling sker følgende:

- a) Proportionalventilens retningsglider E23 returnerer til neutral og afbryder forbindelsen mellem pumpeledning og cylinderen. Cylinder tilslutningerne E1 og E2 forbindes til tank.
- b) Når ledningerne E1 og E2 er blevet trykløse, lukker overcenterventil E41 og bommen stopper sin bevægelse.
- c) Pilottrykket til tryktilpasningsglideren E25 aflastes via mængdereguleringsventil E28 til tank, og pumpetrykket falder til 12 bar, som er grundindstillingen på tryktilpasningsventil E25.



## Krøjebevægelsen

Krøjebevægelse og toppebevægelse har, som det ses, fælles olieforsyning fra pumpe EA. Trykindstilling, maksimaltryk o. s. v. for krøjebevægelsen er således, som det tidligere er beskrevet for toppefunktionen.

Højredrejning af kranen vil eksempelvis forløbe på følgende måde:

Når manøvrehandtaget bevæges til højre, aktiveres reguleringsglideren D23 på en sådan måde, at olie fra pumpen EA løber via ledning E5, reguleringsglider D23, ledning D1, kontra-ventil 044A og ledning D4 til motor DU (slewing gear).

Lamelbremsen frigøres ved at højtryksolien fra ledning D1, via vekselventilen D45 ledes til lamelbremsen D61 U. Kranen drejer højre om.

Det nødvendige pumpetryk opbygges som beskrevet under de andre kranfunktioner.

Den dobbelte overcenterventil D41 B åbnes af trykket i ledning D1. Returolien løber til tank via ledning D3, dobbelt overcenterventil D41 B, reguleringsglider D23, ledning E6 og filter E7.

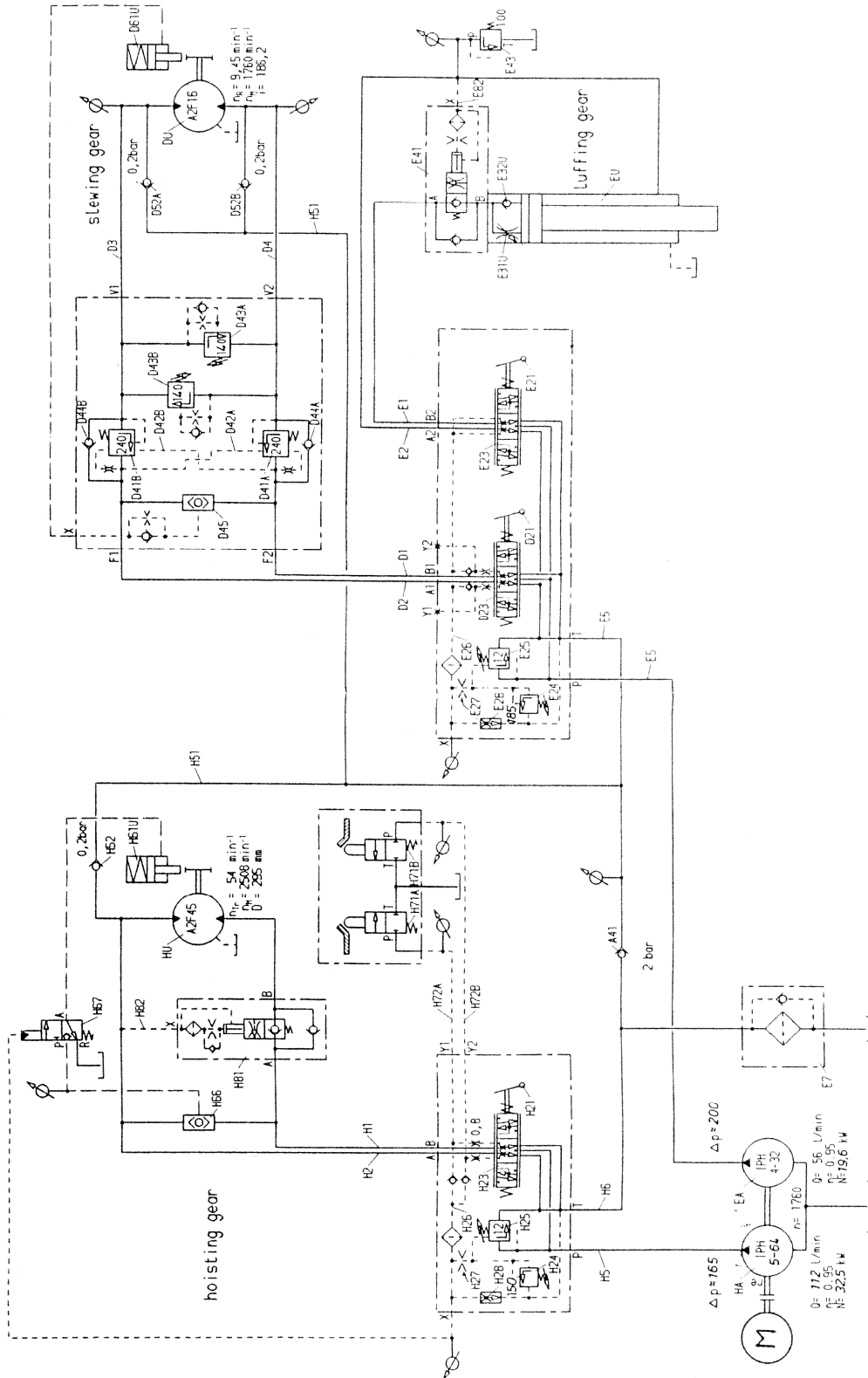
De to chockventiler D43A og D43B forhindrer, at der opbygges trykspidser i systemet, hvis reguleringsglideren i proportionalventilen bevæges for hurtigt eller kranarmen udsættes for ydre stødpåvirkninger.

Bemærk at krøjefunktionen i belastningsmæssig henseende adskiller sig fra de andre kranfunktioner ved, at der her normalt altid er tale om positiv last, når den er i funktion. Dette betyder at der ikke er de samme problemer med at pumpen skal kunne "følge med", som når der affires på hejsespil eller bom.

Venstredrejning af kranen foregår på lignende måde som beskrevet ved højredrejning.

Hydraulik diagram

Fig. 8



# Offshore - kran

Dette er et eksempel på en større moderne wiretoppet kran (King Post Crane), hvor der som drivaggregater udelukkende anvendes lukkede hydrauliske systemer.

Kranen anvendes som servicekran/arbejds-kran på offshore borerigge og faste offshore installationer.

Den er udstyret med to hejse-spil:

Et spil med en kapacitet på 5 tons (hjelpehejs, whip hoist) til daglige småjobs, og et 50 tons-spil (hovedhejs, main hoist) til større opgaver.

Fig. 1. viser en tegning af kranen set fra siden og fra oven.

På denne fig. 1 angiver:

- 1) Fast søjle.
- 2) Drejelig søjle.
- 3) Toppe-spil,
- 4) Hovedhejse-spil (Main hoist).
- 5) Hjelpehejse-spil (Whip hoist); bom-vinkeltransducer.
- 6) Bæreløje drejesøjle.
- 7) Fast tandring.
- 8) Tandhjul på krøjegear.
- 9) Sammenspændingsbolt.
- 10) Bæreløje.
- 11) Rum for pumpestation.
- 12) Vindmåler (ikke vist).
- 13) Førerkabine.
- 14) Kranbom.
- 15) Slæk-wire kontakt,
- 16) Hoved-hejseblok.
- 17) Hjelpe-hejseblok.
- 18) Hejsestop hjelpehejs.

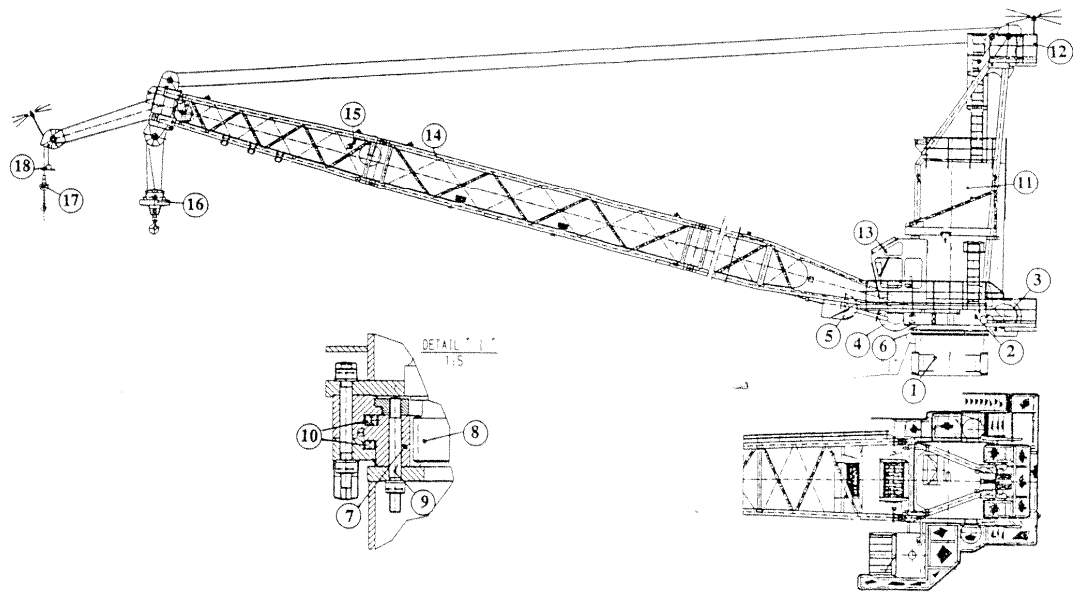


Fig. 1

## Tekniske data

## Belastning:

Kranens løfteevne på hoved-hejsespillet er afhængig af den tilstand, den kan siges at befinde sig i.

Der er defineret 4 forskellige belastningstilfælde (load cases), og løfte evnen er bestemt ud fra dette:

## Belastningstilfælde 1:

Platformløft.

Vindhastighed  $\leq 25$  m/sek.

Kranhældning  $\leq 3^\circ$

## Belastningstilfælde 2:

Løft fra supplybåd

Vindhastighed:  $\leq 25$  m/sek.

Kranhældning  $\leq 3^\circ$

Bølgehøjde = 0,6m

\*) Sidetræk/længdetræk  $\leq 5^\circ/3^\circ$

Belastningstilfælde 3:  
Løft fra supplybåd  
Vindhastighed  $\leq 25$  m/sek.  
Kranhældning  $\leq 3^\circ$   
Bølgehøjde = 1,6m  
Sidetræk/længdetræk  $\leq 6^\circ/3^\circ$

Belastningstilfælde 4:  
Løft fra supplybåd  
Vindhastighed  $\leq 25$  m/sek.  
Bølgehøjde = 3,9m  
Sidetræk/længdetræk  $\leq 7^\circ/3^\circ$

\*) Sidetræk: wiretræk fra lodret, virkende ud fra  
bommens lateralplan  
Længdetræk: wiretræk fra lodret, virkende i bommens retning.

Hastigheder; Hovedhejs:

0 - 10 m/min. med 50 tons last 0 - 14 m/min, med 30 tons last 0 -  
15 m/min. med 10 tons last 0 - 16 m/min. med tom krog

Hjælpehejs:

0 - 100 m/min, med 5 tons last 0 - 120 m/min, med tom krog

Krøjespil:

0 - 2,1 o/min. med max. last og min, radius 0 - 0,8 o/min. med  
max. last og max. radius

Toppespil:

Trinløs variabel toppehastighed fra 0 - max. hastighed. Fra max. til  
min. radius med max, last på 90 sekunder.

Fig. 2 viser den tilladelige last som funktion af bommens udlæg for de 4 belastningstilfælde, der er omtalt ovenfor. Af denne figur fremgår også kranens maksimale udlæg.

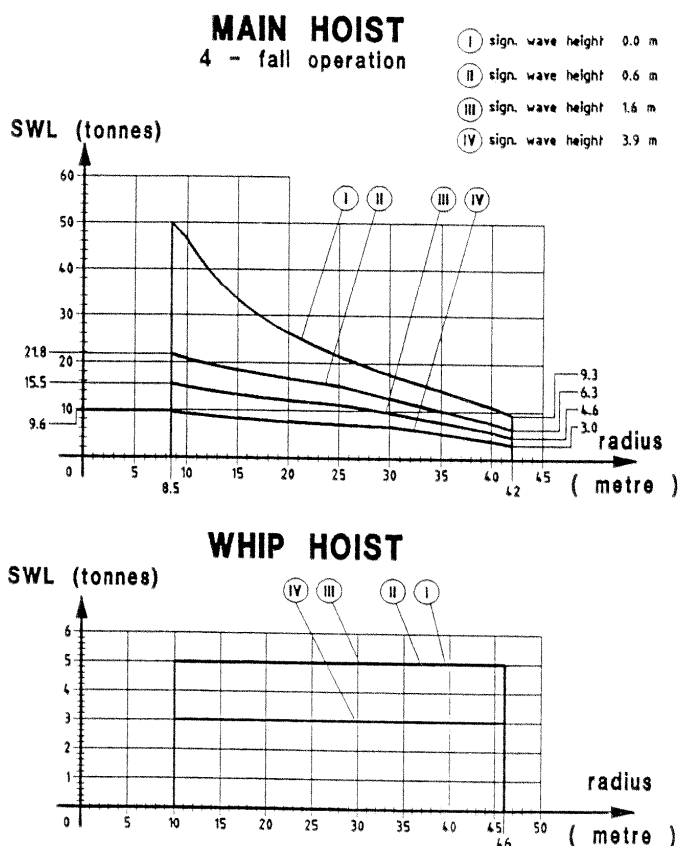


Fig. 2

### System for belastningsmåling

Kranen er udstyret med et system for måling af belastning (LML = load moment limiting device).

Målesignalerne til systemet fås fra en målecelle, der måler trækket i hejsewiren samt en transducer, der måler bommens vinkel i forhold til vandret.

Ved start af et job indstiller kranføreren belastningstilfælde (1-4), og systemet vil da løbende beregne og angive den øjeblikkelige last, den tilladelige last, kranarmens udlæg samt bøjningsmomentet på kransøjlen.

Ved belastning over 90% af tilladelig last gives alarm i kabinen, og ved belastninger over 110% eller bøjningsmoment over 120% af designværdien gives signal i kabinen samtidig med at hornet lyder udenfor kabinen.

Hvis det ønskes kan det omtalte system tilsluttes kranens styresystem, således at det automatisk vil nedstyre eller evt. stoppe kranen ved overbelastning.

# Hydraulikpumpestation

Hydraulikpumpestationen, der er placeret i kranens drejesøjle over førerkabinen, består i hovedsagen af 4 stk. variable aksialstempelpumper af skråpladetypen ti! kranens hovedfunktioner samt 3 stk. tandhjulspumper.

De to tandhjulspumper anvendes som spæde- og servoliepumper, mens den tredje anvendes som køleoliepumpe. Alle pumper drives af en 270 kW elektromotor via en fleksibel kobling og et fælles gear. se fig. 3

Tanken er placeret under det fælles stativ.

På fig. 3, angiver:

- 1) Fleksibel kabling,
- 2) Variabel pumpe EA for bomsystem.
- 3) Variabel pumpe DB for krøjesystem.
- 4) Tandhjulspumpe A1 A for fødesystem.
- 5) Tandhjulspumpe A21 for kølesystem.
- 6) Tandhjulspumpe A1 for fødesystem.
- 7) Variabel pumpe HA for hoved- og hjælpepejs,
- 8) Gear.
- 9) Variabel pumpe DA for krøjesystem.
- 10) Elektromotor,
- 11) Proportionalventil.

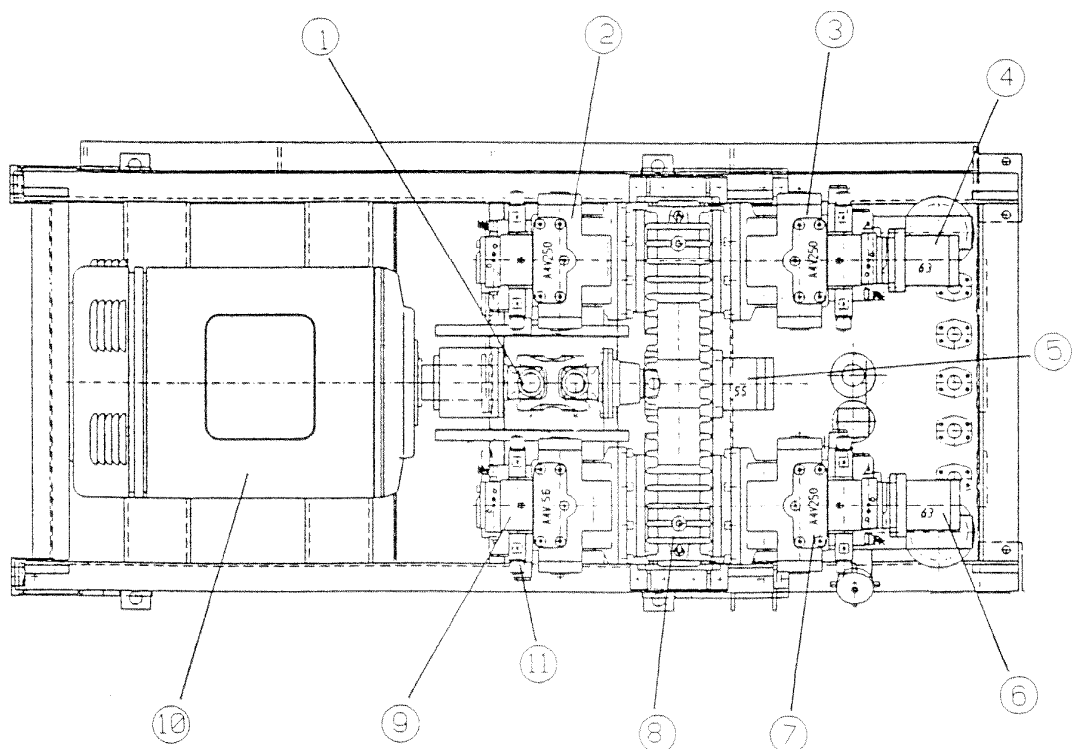


Fig. 3

De variable stempelpumper (Overcenter) er kontinuerligt variable fra neutralstilling til maksimum flow.

Pumperne er el - styrede. En variabel strøm fra styresystemets udgangsforstærker tilføres en af pumpens to proportionalmagneter, Afhængig af strømstyrken og hvilken magnet, strømmen påtrykkes vil en styrecylinder tilføres et proportionalt olietryk, hvorved denne vinkler pumpens skrånkive ud fra sin neutralstilling, og pumpen afgiver et proportionalt olieflow.

Koordinatsystemet fig. 4, viser sammenhængen mellem olieflow (V) og styrestrøm (I) for den pågældende proportionalventil.

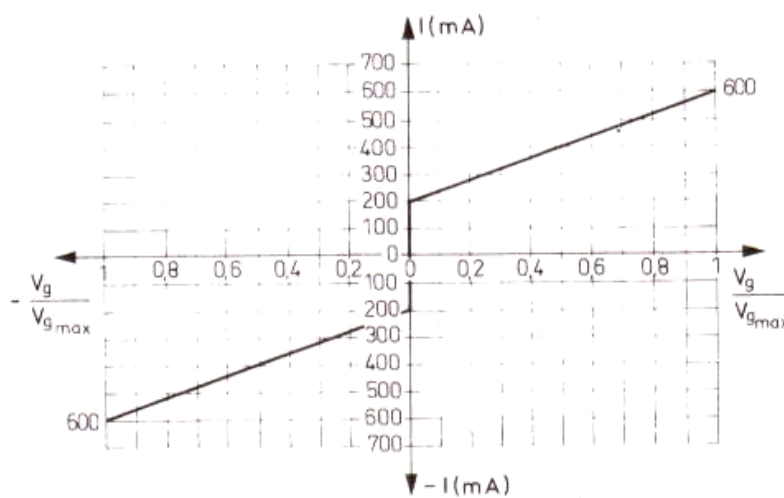


Fig. 4



## Hydraulikpumpe

Figur 5. viser pumpen samt dens hydraulikdiagram, der giver et indtryk af hvilke komponenter, der er indbygget/påbygget hovedpumperne i denne kran.

På fig. 5, angiver:

- 1) Drivaksel
- 2) Ventilhus
- 3) Spædeolie-trykbegrænsningsventil (35 bar)
- 4) Højtryks-trykbegrænsningsventil
- 5) Højtryks-trykbegrænsningsventil
- 6) Styretryksledning
- 7) Proportionalventil
- 8) Styrecylinder
- 9) Til/afgang af olie (A B)
- 10) Tilgang for spæde- /servoolie (G)
- 11) Tilgang for køleolie (T<sub>Z</sub>)
- 12) Mekanisk pumpecentrering
- 13)Hydraulik pumpecentrering fX<sub>3</sub> X<sub>4</sub>

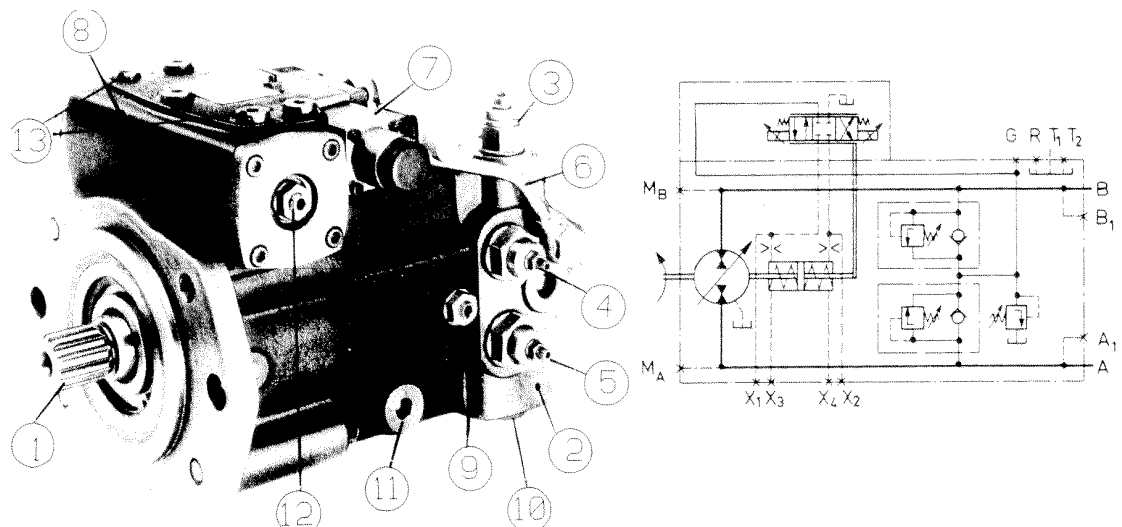


Fig. 5

# Styresystem for kran

En af hovedfilosofierne ved konstruktionen af denne krantype har været, at al styring skal foregå elektrisk, mens arbejdet skal udføres af hydrauliksystemet.

De tre hovedsystemer (hejse, toppe og krøje) er alle udført som lukkede hydrauliske systemer med variable pumper og motorer med fast deplacement.

Styringen foregår ved at kranføreren betjener 2 joy - sticks for styring af de 3 systemer.

Signalerne fra joy - stickene behandles i styresystemet, og de modificerede signaler tilføres hovedpumpernes proportionalmagneter samt de mekaniske bremseres styreventiler, hvorefter pumperne afgiver hydraulikolie af passende mængde og i passende retning til hydraulikmotorerne, som igen via planetgearerne trækker spiltromler eller krøjegear.

Styresystemet kan opdeles i en digital del og en analog del. Rent fysisk er systemerne samlet i et fælles styreskab, hvori der bl.a. findes et antal elektronik-kort for hver kranfunktion.

## Digitalt styresystem (PLC)

Den digitale del - også kaldet PLC styringen, indsamler alle signaler fra presostater, termostater, endestopskontakter, manuelt betjente kontakter og lignende (on/off-signaler).

Ud fra status på disse digitale signalgiveres udgange afgiver PLC'en kommandoer til det analoge styresystem, lamelbremserne, alarmkanalerne og diverse indikationslamper m.v.

Signalspændingen i det digitale system er 24 V jævnspænding, og alle signaler fra systemet tilføres PLC'en via overdragerelæer med lysdiodeindikationer.

## Analogt styresystemet

Den analoge del af styresystemet har som nævnt til formål at omforme joy-sticksignalet til et passende signal til pumpernes proportionalmagneter.

De enkelte funktioner i analogsystemet behandles i separate standard elektrokort (styrekort).

Spændingsniveauet i analogdelen er 15 volt jævnspænding. Eksempelvis vil potentiometret i joy - sticket for hejsespillet afgive en spænding fra 0 - + 15 V ved hejsekommandoer og 0 - -15 V ved firekommandoer.



Integratorkortet (4) har tre hovedformål:

- a) At sørge for "blød" start og stop af hejsefunktionen (rampefunktion).
- b) At reducere udgangssignalet, hvis PLC'en beordrer "slow" - eksempelvis, når kroge er ved at nå sin øverste position (signal fra pos 13).
- c) At ændre spændingsniveauet fra 0 - 15V til 0-10V.

Effektbegrænserkortet (5) beskytter hejse spillet mod overbelastning, idet dets udgangssignal begrænses når et vist tryk i hydrauliksystemet overskrides (signal fra 11).

Endvidere har kortet indbygget en funktion, der kompenserer for den større læk oliemængde, der vil være i pumpe og motor ved stigende systemtryk.

Formålet med denne funktion er, at give samme spilhastighed ved samme joystickposition med forskellig last i kroge (forudsat at effektbegrænserdelen ikke er trådt i funktion).

Trykhukommelseskortet (6) har til formål at sikre mod at lasten synker kortvarigt, når kørsel med hejse spillet genoptages efter et stop med last på kroge. Umiddelbart før stop af spillet registrerer trykhukommelsen systemets lasttryk og gemmer denne værdi i sin hukommelse.

Under stilstand bliver trykket i hydrauliksystemet lig med spæde trykket (28 bar), da det er lamelbremsen, der bærer lasten under disse forhold.

Hvis bremsen blot blev frigivet samtidig med, at kørslen blev genoptaget ville lasten sandsynligvis synke, idet trykket igen skulle bygges op til det nødvendige lasttryk.

For at undgå denne gene sørger trykhukommelsen for, at bremsen ikke løsnes før det nødvendige lasttryk er opbygget. Dette medfører, at pumpen også ved affiring efter stilstand starter med at pumpe i hejseretningen, før den ændrer retning til affiring.

Maksimalbegrænserkort (7) begrænser det maksimale udgangssignal til pumpen i afhængighed af, om der er valgt hovedhejs eller hjælpehejs.

Bemærk at pumpens ydelse også er begrænset ved hovedhejs i dette system (hydraulikpumper fås kun i standardstørrelser). Pumpe<0>-kortet (10) (pump zero card) sikrer, at bremsen (12) ikke aktiveres før pumpen er i neutralstilling og spillet dermed bragt til stilstand. Herved undgås slitage på bremsen, der kun er beregnet som holdebremse.

Udgangsførstærker (8) omdanner sin spændingsindgang til strømudgang (200 - 600 mA), der afhængig af polariteten på indgangen tilføres en af proportionalmagnetens spoler.

Styresystemet for toppe og krøje funktion er opbygget efter lignende principper som her beskrevet, men er mindre komplicerede.

### Nødstopkontakter

Kranen er udstyret med 6 stk. serieforbundne nødstopkontakter placeret på passende steder.

Fælles for alle nødstoppe er, at alle funktioner stoppes øjeblikkeligt,

I modsætning til andre stopfunktioner, hvor pumperne bringes i neutralstilling før bremserne aktiveres, kan dette være en ret voldsom måde at stoppe kranen på.

### **Nødaffiring**

I tilfælde af at der er fare for at kranen overbelastes, hvis f.eks. krogen har grebet fat i supply-båden eller lignende, kan kranføreren betjene en trykknop i kabinen, hvorved hejsebremserne løsnes samtidig med at det maksimale pumpe-tryk nedsættes til 40 bar ved hjælp af en fjernstyret trykbegrænsningsventil.

Dette betyder at hejsespillet kan fire af ved 40 bar i systemet. Styringen af dette foregår over det elektriske system, Funktionen må kun bruges i yderste nødtilfælde.

Denne nødaffiringsfunktion må ikke forveksles med den nødaffiring, man kan foretage, hvis eksempelvis kranens elektriske styresystem er ude af funktion eller hvis hydraulikpumpernes drivmotor er ude af drift. Dette vil blive omtalt i det efterfølgende.



Proportionalventilen H 11 styrer cylinder H 14.

Tilbageføringen H13 sørger for, at der er proportionalitet mellem strøm i spolerne H12 og pumpens olieflow.

Spædeolie tilføres fra pumpen A 1 + A 1 A (der i det virkelige system drives af den samme elektromotor som hovedpumpen HA).

Trykket i spædeoliesystemet (28 bar) er bestemt af en eksternt placeret trykbegrænsningsventil A4 (også fælles for alle tre funktioner).

Den i pumpen placerede trykbegrænsningsventil H 20 tjener kun som en ekstra sikkerhedsventil.

Aktivering af bremsen sker via ventilen 4H-Y05, der styres fra PLC'en.

Motoren HU trækker spiltromlen via et planetgear.

Ved 50 tons last i hovedhejsespillets krog (SWL) er trykket i ledning H1 (hejseledningen) 298 bar, ved hvilket tryk pressostaten 4H-S21 aktiverer PLC'en og pumperne neutralstilles. Pressostaten aktiverer med 1 sekunds tidsforsinkelse.

Hvis denne maksimaltryksbegrænsning svigter, er der yderligere 2 sikringer. Næste maksimaltryk er 320 bar. Ved dette tryk aktiveres H15, der er en trykafskæringsventil, som begrænser trykket i styrecylinder H14 til en værdi svarende til 320 bar.

Svigter også denne sikring vil trykbegrænsningsventil H16 åbne og forbinde hejseledning H1 med fireledning H2.

I ledning H2 vil trykket normalt altid være 28 bar (bestemt af A4).

Trykbegrænsningsventil H17, der er indstillet til 100 bar vil kun kunne komme i brug, hvis hejsewiren skal tvinges af tromlen ved udskiftning af wire eller lignende.

Transmitteren 4H-B01 (0 - 400 bar - 0 - 10V) sender signal til effektbegrænser og trykhukommelseskort.

Tilslutning T2 i pumpehuset er en køleolietilgang (fra pumpe A21, se fig. 13). Køleoliemængden begrænses af den viste drøvling, der er et hul med en diameter på 1mm.

Bemærk at med pumperne kørende og neutralstillet hovedpumpe er trykket 28 bar i både ledning H 1 og ledning H2, uanset om der er last på kranen eller ej.

Bremsen kan bære en last svarende til 150% af SWL.

Læg endvidere mærke til at den udskiftning af olie, der finder sted i hovedsystemet kun hidrører fra lækolie i hovedpumpe og motor.

## Dønningskompensation på hejsespil (Fig.8.)

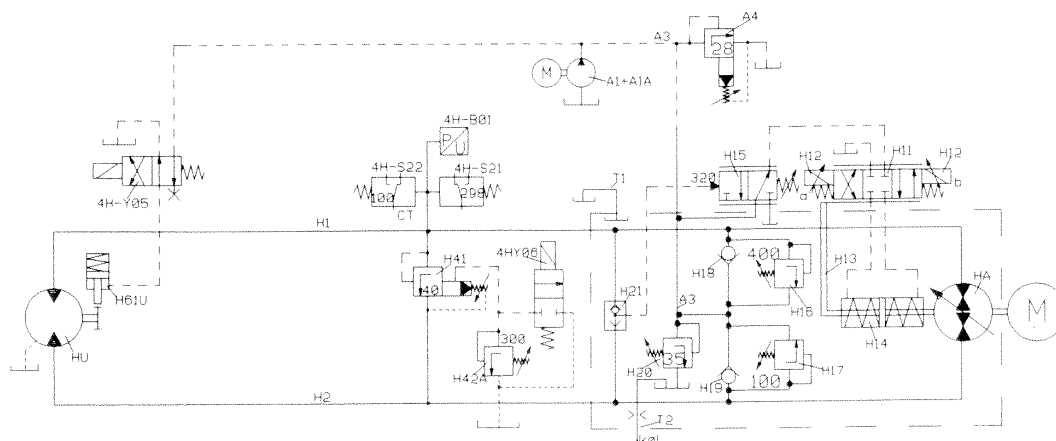


Fig. 8

På fig. 8, er hejsesystemet udvidet med ventiler med det formål at indstille konstant wiretræk (constant tension) under bestemte forhold.

Hvis kranen eksempelvis udfører et løft fra en supplybåd og der er store dønninger kan det være vanskeligt for kranføreren at holde hejsewiren stram, uden at lasten løftes fra supplybåden, når denne er nede i en bølgedal.

Med dette system er det imidlertid muligt at få lasten til at følge bådens bevægelser uden at wiren bliver slæk.

Pilotstyret trykbegrænsningsventil H41 er normalt indstillet til at åbne ved et tryk på 340 bar, idet dens pilotventil H42A er indstillet til 300 bar, og hovedventilens (H41) fjederforspænding er 40 bar.

Aktiveres imidlertid ventil 4HY06 vil ventil H42A blive bypasset, hvorved ventil H41 vil åbne ved et tryk på 40 bar i hejseledningen (H1).

Dette medfører, at al olie fra hovedpumpen vil passere ventil H41, og at motor HU vil trække med et drejningsmoment, der svarer til trykket 40 bar, når der gives hejsekommando, og lasten er stationær.

De 40 bar er kun i stand til at holde wiren stram, ikke at løfte lasten.

Hvis funktionen er tilkoblet og det tænkes, at supplybåden pludselig bevæger sig nedad i forhold til kranen vil motor HU komme til at virke som pumpe, og pumpe olie ind i hejseledningen (H1), igennem H41 ved 40 bar og retur til motorens lavtryksside.

I modsat fald vil olien fra hovedpumpen løbe igennem motor HU, hvis båden bevæger sig opad. Dette betyder, at der hales ind på wiren.

Systemet kan aktiveres ved, at kranføreren betjener en trykknop på toppen af joy-sticket for hejs under forudsætning af, at pressostat 4H-S22 ikke er aktiveret (100 bar). Det betyder at vægten fra lasten ikke må virke på kranen, når funktionen indkobles.



Nødaffiring på hejsespil (Fig. 9.)

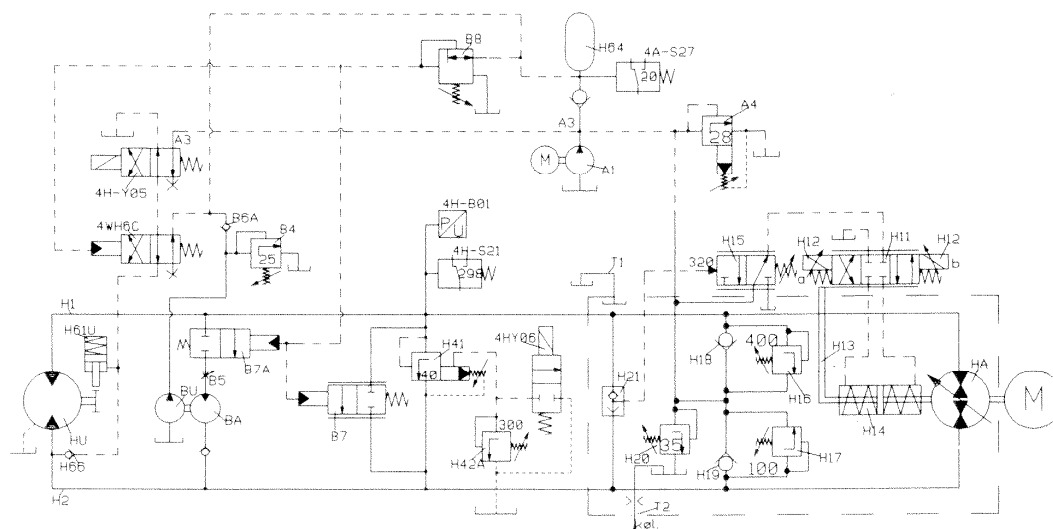


Fig. 9

I tilfælde af problemer med systemet er der mulighed for at nødaffire lasten, og lande denne sikkert på dækket.

Hvis der hænger en last i krogen og det tænkes, at der opstår problemer med kranens styresystem, men at el-motoren stadig er i drift, er det altid muligt at håndstyre både pumpe HA og bremsestyreventil 4H-Y05.

Man skal da blot huske at aktivere pumpen til hejs kortvarigt, før den aktiveres til affiring, idet der først skal opbygges tryk i hejseledning H i for at undgå at lasten vil synke, når bremsen frigøres.

Nødaffiring af last med stoppet el-motor er imidlertid også mulig med dette system.

Akkumulator H64 bliver under normal drift ladet op til 28 bars tryk fra spædeoliesystemet og vil således stadig være under tryk, når systemet stoppes. Dette tryk kan bl.a. bruges til at åbne bypassventil B7 mellem hejseledning (H1) og fireledning (H2).

Proceduren er følgende:

Reduktionsventilen B8 aktiveres. Herved frigøres bremsen ved hjælp af ventil 4WH6C, samtidig med at ventil B7 bypasser olie fra hejseledning til fireledning i en mængde, der svarer til det indstillede tryk.

Endvidere åbner også ventil B7A, hvorved der åbnes for olie til motor BA, som igen trækker pumpe BU, der således vil efterfylde akkumulatoren (H64).

På grund af lækager i motor HU og pumpe HA er der under affiringen behov for at efterfylde systemet. Dette sker fra spædesystemet via kontraventilen H66, der er placeret ved motor HU.



## Overbelastningssikring af kranen (Fig. 11)

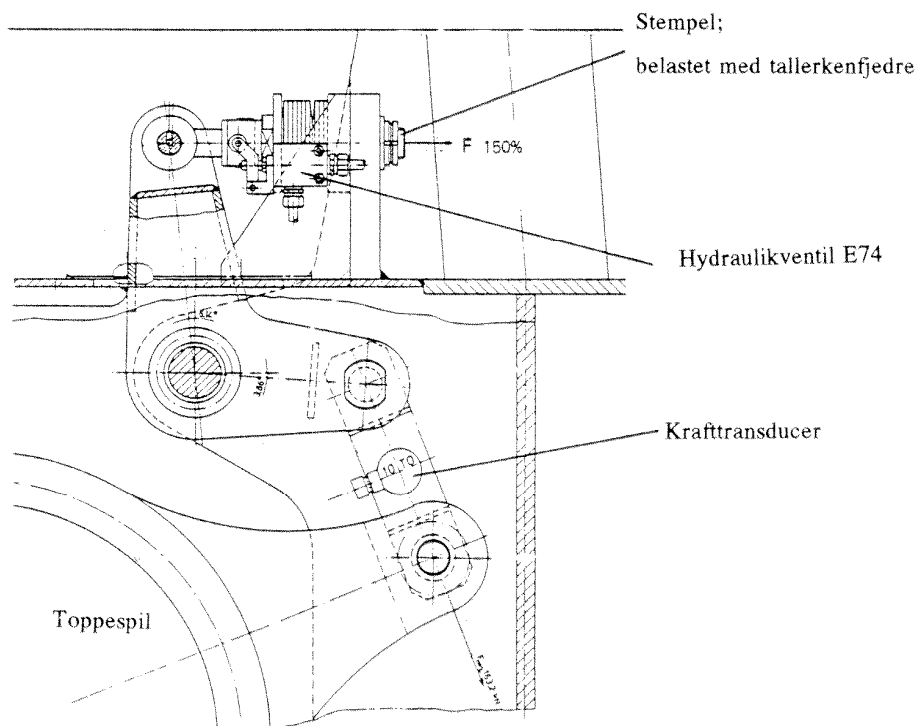


Fig. 11

Kranen er udstyret med en særlig anordning for beskyttelse mod overbelastning, denne aktiveres ved 150% overlast og bevirker, at der automatisk fires af på hejse spillet, hvorved en større beskadigelse af kranen kan undgås.

Beskyttelsesanordningen er monteret på toppespillet, som vist på fig. 11. og virker på den måde, at hele spiltromlens drejningsmoment via det viste vægtstangsarrangement overføres til et fjederbelastet stempel.

Ved 150 % last bliver de viste tallerkenfjedre trykket sammen og hydraulikventilen E74 aktiveres.

Herved sendes der spædeolietryk til aktivering af ventilerne for åbning af hejse spillet's bremses (H60 eller X60) samt - via vekselventil A66 - til ventil H75. (se fig. 13).

Resultatet af dette bliver, at hejse spillet vil fire ud ved et tryk i hejseledningen på 215 bar idet trykbegrænsningsventil H41 i hejse systemet bliver indstillet til dette tryk af trykbegrænsningsventil H42B ( $175 + 40 = 215$  bar).

På fig. 11 ses også den krafttransducer, der giver signal til det tidligere omtalte system for måling af last på kranens last (LML = load moment limiting device).

Krøjespil (Fig. 12.)

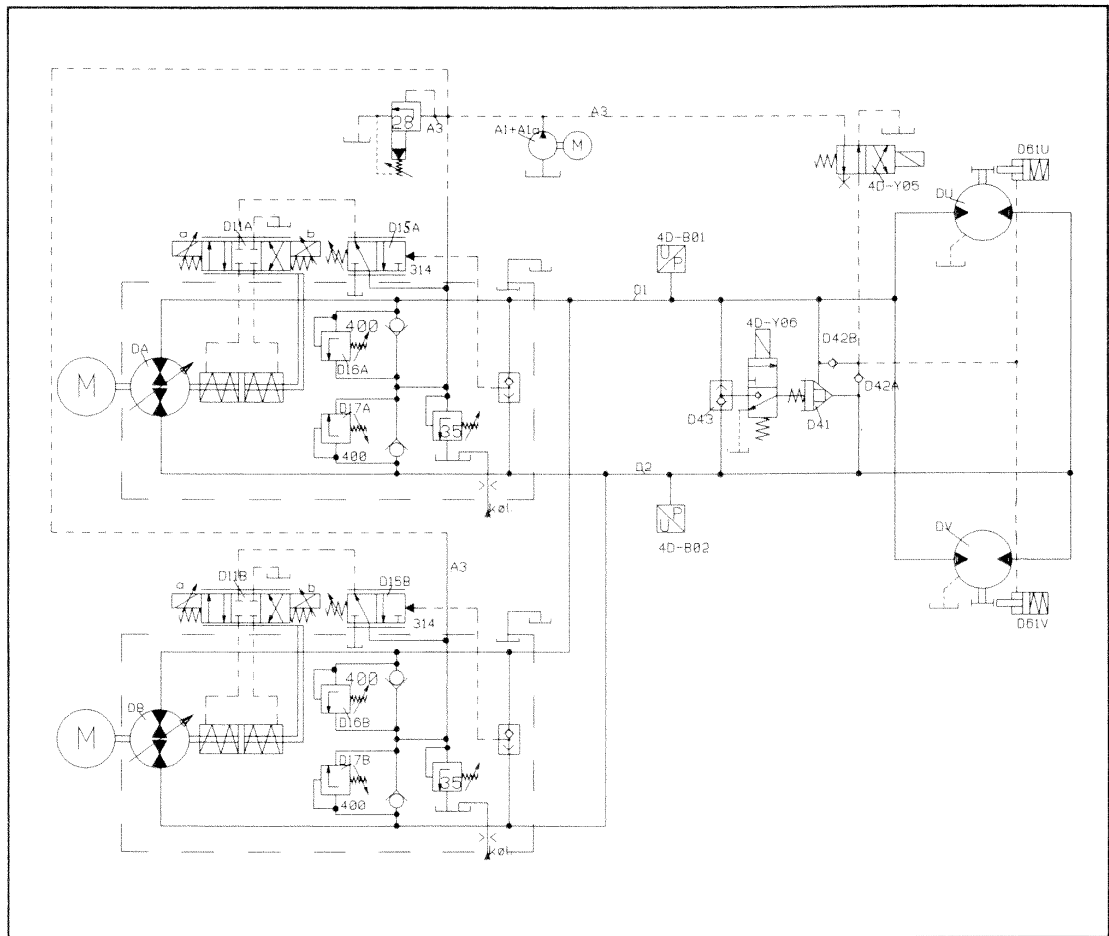


Fig. 12

I krøjespillet er der, som vist på fig. 12, 2 parallelforbundne hovedpumper (DA + DB) samt 2 ligeledes parallelforbundne motorer (DU og DV).

Maksimaltrykket i systemet er normalt bestemt af trykafskæringsventilen? D15A og D15B til 314 bar.

Hvis disse ventiler skulle svigte vil ventilerne D16A og D17A åbne ved 400 bar.

Til forskel fra hejsepillet og toppespillet vil begge krøjepumpens afgangsledninger blive udsat for tryk i den samme størrelsesorden. Derfor er der samme tryk-indstilling på ventil D16A og D17A.

Bemærk også at der her er placeret tryktransmittere i både ledning D1 og D2.

I tilfælde af slangebrud i en af ledningerne D1 eller D2 vil trykket falde øjeblikkeligt ved motorerne DU og DV.

Herved vil enten kontraventil D42B eller kontraventil D42A åbne og afdræne trykket til bremsecylindrene D61U og D61V - bremserne aktiveres.

For at forhindre beskadigelse af tandkransen på krøjesystemet i tilfælde af stop af krøjebevægelsen ved fuld krørehastighed (eks, hvis en nødstopkontakt bliver aktiveret) er sikkerhedsventilen D41 placeret som en bypassventil mellem de to højtryksledninger D1 og D2.

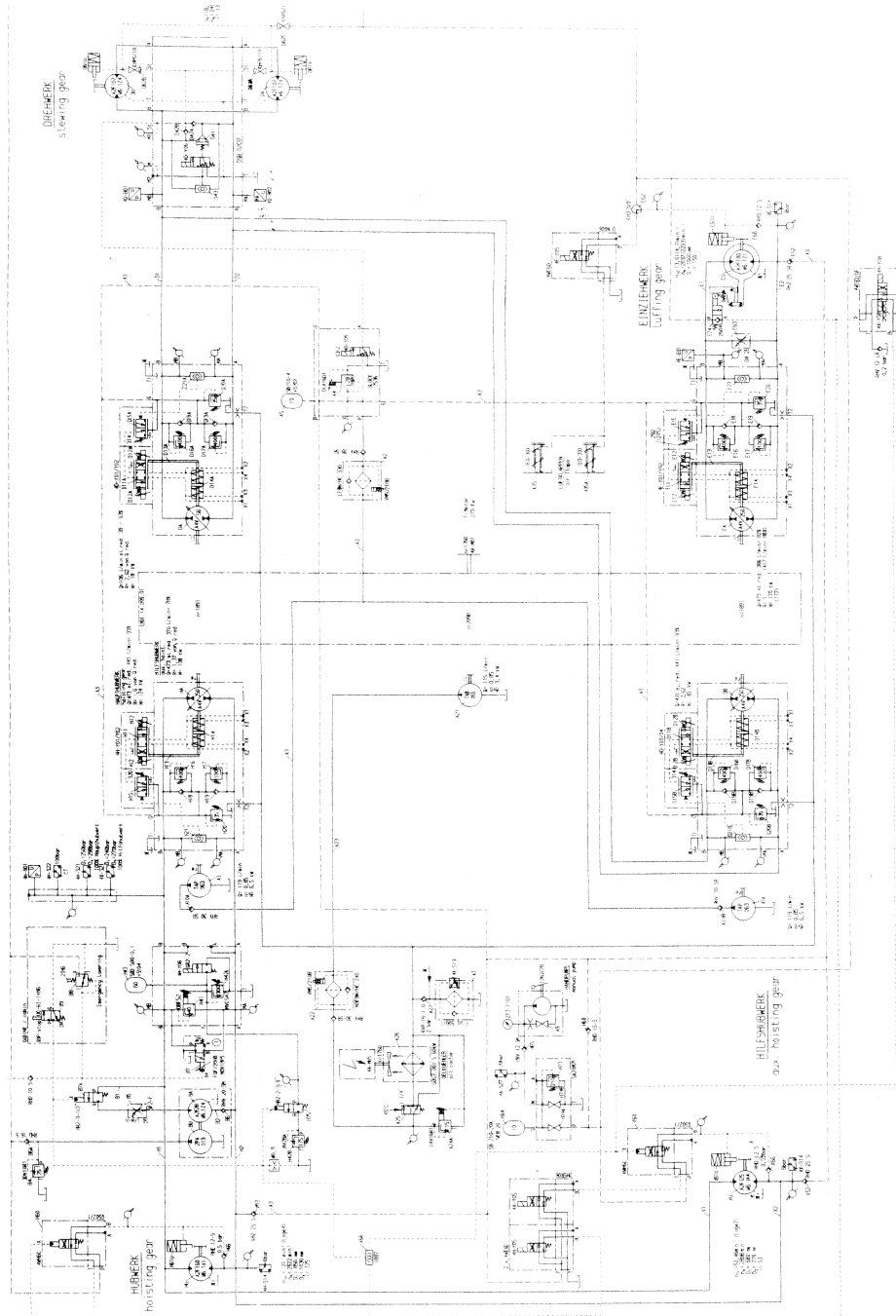
Denne ventil er en såkaldt patronventil {cartridge valve}. Den vil være lukket, såfremt retningsventilen 4D-Y06 er aktiveret.

Ventil 4D-Y06 er aktiveret så længe nødstopkontakten er uaktiveret.

Det ses heraf, at i tilfælde af et nødstop mens kranen krøjer, vil opbremsningen af krøjespillet foregå ved hjælp af bremserne DU og DV, idet ledningerne D1 og D2 er bypassede.

Hydraulikdiagram

Fig. 13. viser det komplette hydraulikdiagram for kranen.



# Styklister

## Hejsesystem

HA	Variabel pumpe	El-styret med proportionalventil H 11
H 15	Trykafskæringsventil	Sænker pumpe-styreolietryk, så 320 bar ikke overskrides i hovedsystemet
H41	Pilotstyret trykbe-grænsnings ventil	Åbner normalt ved 340 bar. Ved dønningskompensation indstillet til 40 bar af 4H-Y06. Ved udløsning af overbelastningsbeskyttelse (E74) indstillet til 215 bar af H42B og H75
H42B	Trykbegr. ventil	Styrer H41 via H75
H75	2/2- ventil	Aktiveres af overbelastningssikring (E74)
4H-Y06	2/2- ventil	Aktiveres ved indkobling af dønningskompensation og ved aktivering af en speciel nødaffiringsknap i førerkabinen (ikke vist på diagrammet)
B7	4/2-ventil	Bypasser hovedledninger H1 og H2 ved nødaffiring
B8	Reduktionsventil	Betjenes ved nødaffiring
H42A	Trykbegr. ventil	Styrer H41 når dønningskompensation er indkoblet
B9	3/2-ventil	Reset efter overbelastningsbeskyttelse har været aktiveret
BA	Hydraulik motor	Trækker oliepumpe for efterfyldningsolie ved nødaffiring
BU	Pumpe	Pumper til efterfyldningssystemet under nødaffiring
B7A	2/2-ventil	Aktiverer motor BA. Styres af B8
B4	Trykbegr. ventil	Maksimaltryk for pumpe BU
HU	Hydraulik motor	Hovedhejs
H66	Kontraventil	Efterfyldning af motor HU under nødaffiring

H52	Kontraventil	Ekstra efterfyldning af motor HU
4H-S14	Pressostat	Efterfyldningstryk ved motor <6 bar. Nulstilling af pumpe HA samt alarm.
4H-Y05	4/2-retningsventil	Styrer bremse på hovedhejs (H61 U)
H60	4/2-ventil	Frigør bremse på hovedhejs ved nødaffiring samt ved aktivering af overbelastningsbeskyttelse (E74)
XU	Hydr. motor	Hjælpehejs
X66	Kontraventil	Efterfyldning af motor XU under nødaffiring
X52	Kontraventil	Ekstra efterfyldning af motor XU
4X-S14	Pressostat	Efterfyldningstryk ved motor < 6 bar. Nulstilling af pumpe HA samt alarm
4X-Y05	4/2-ventil	Styrer bremse på hjælpehejs (X61 U)
X60	4/2-ventil	Frigør bremse på hjælpehejs ved nødaffiring samt ved aktivering af overbelastningsbeskyttelse (E74)

4H-B01	Tryktransducer	Signal til effektbegrænser samt trykhukommelse
4H-S22	Pressostat	Muliggør indkobling af dønningskompensation < 100 bar
4H-S21	Pressostat	100% SWL hovedhejs = 298 bar. 1 sek. tidsforsinkelse
4X-S21	Pressostat	100% SWL hjælpehejs = 270 bar. 1 sek. tidsforsinkelse
4H-YG8	4/2-ventil	Omskifterventil. Skifter mellem hovedhejs og hjælpehejs



**Toppesystem**

EA	Variabel pumpe	Styret af proportionalventil E11
E15	Trykafskæringsventil	Sænker pumpe-styreolietryk så 292 bar ikke overskrides i hovedsystemet
EU	Hydraulik motor	Trækker toppespillet
E74	2/2-ventil	Qverbelastningssikring (GOP = gross overload protection). Udløses ved 150% last
E66	Kontraventil	Efterfyldning af motor EU ved nødaffiring
E52	Kontraventil	Efterfyldning af motor EU
E62	Tregangshane	Drejes ved nødaffiring af bommen
4E-S14	Pressostat	Efterfyldningstryk ved motor EU <6 bar. Nulstilling af pumpe EA samt alarm
E63	Drøvleventil	Åbnes ved nødaffiring af bommen
4E-B01	Tryktransducer	Signal til trykhukommelsesfunktion
4E-YO5	4/2-ventil	Styrer bremse for bom-spil E61 U

**Krøjesystem**

DA	Variabel pumpe	Styret af proportional-ventil D11 A
D 15A	Trykafskæringsventil	Sænker pumpe-styreolietrykket så 314 bar ikke overskrides i hovedsystemet
DB	Variabel pumpe	Styret af proportional-ventil D11 B
D15B	Tryktransducer	Sænker pumpe-styreolietrykket så 314 bar ikke overskrides i hovedsystemet
4DB01 4DB02	Tryktransducer	Signal til effektbegrænserfunktion
D42A D42B	Kontraventil	Bevirker at krøjespillets bremses aktiveres ved slangebrud i hovedsystemets tilledninger
D41	Patronventil	Bypasser ledning D1 og D2 når 4D-Y06 er uaktiveret.
4D-Y06	3/2-retningsventil	De-aktiveres når en nødstopkontakt aktiveres
DU	Hydraulik motor	Trækker krøjespillet
DV	Hydraulik motor	Trækker krøjespillet
D62A	Afspærringsventil	Lukkes ved nød-krøjning
D62B	Afspærringsventil	Lukkes ved nød-krøjning
D62C	Afspærringsventil	Åbnes ved nød-krøjning
4D-Y05	3/2-ventil	Styrer krøjemotorernes bremses

**Fælles system**

A1	Pumpe fast deplacement	Efterfyldningsolie til kranens hovedsystemer
A1A	Pumpe fast deplacement	Efterfyldningsolie til kranens hovedsystemer
A4	Trykbegrænsningsventil	Indstillet til 28 bar, efterfyldningsolietryk for alle hovedpumper
A5	Akkumulator	Forfyldetryk 10 bar
A2	Trykfilter	Med indikator
H64	Akkumulator	Efterfyldningsolie ved nødaffiring samt åbning af bremsere
H73	Trykbegrænsningsventil	Overtryksbesk. af akkumulator H64
H74A	Afspærringsventil	Afspærring af akkumulator H64
H74B	Afspærringsventil	Nødafrøning af akkumulator H64
4AS27	Pressostat	Signal ved for lavt tryk i efterfyldningsolesystem
H68	Kontraventil	Sikrer olietryk til nødaffiring
A21	Pumpe fast deplacement	Køleoliepumpe
A22	Trykfilter	Med indikator
A25	3/2-ventil	Termostatventil skifter ved 45°C
A26	Luftkølet oliekoeler	Blæseren starter ved olietemperatur 50°C
A7	Retuoliefilter	Olie fra kølesystemet
A42A	Trykbegrænsningsventil	Beskytter køleren mod overtryk
A35 A35A	Luftspjæld	Åbner for køleluft til køler A26 når pumperne startes og der er tryk i spædeoliesystemet