

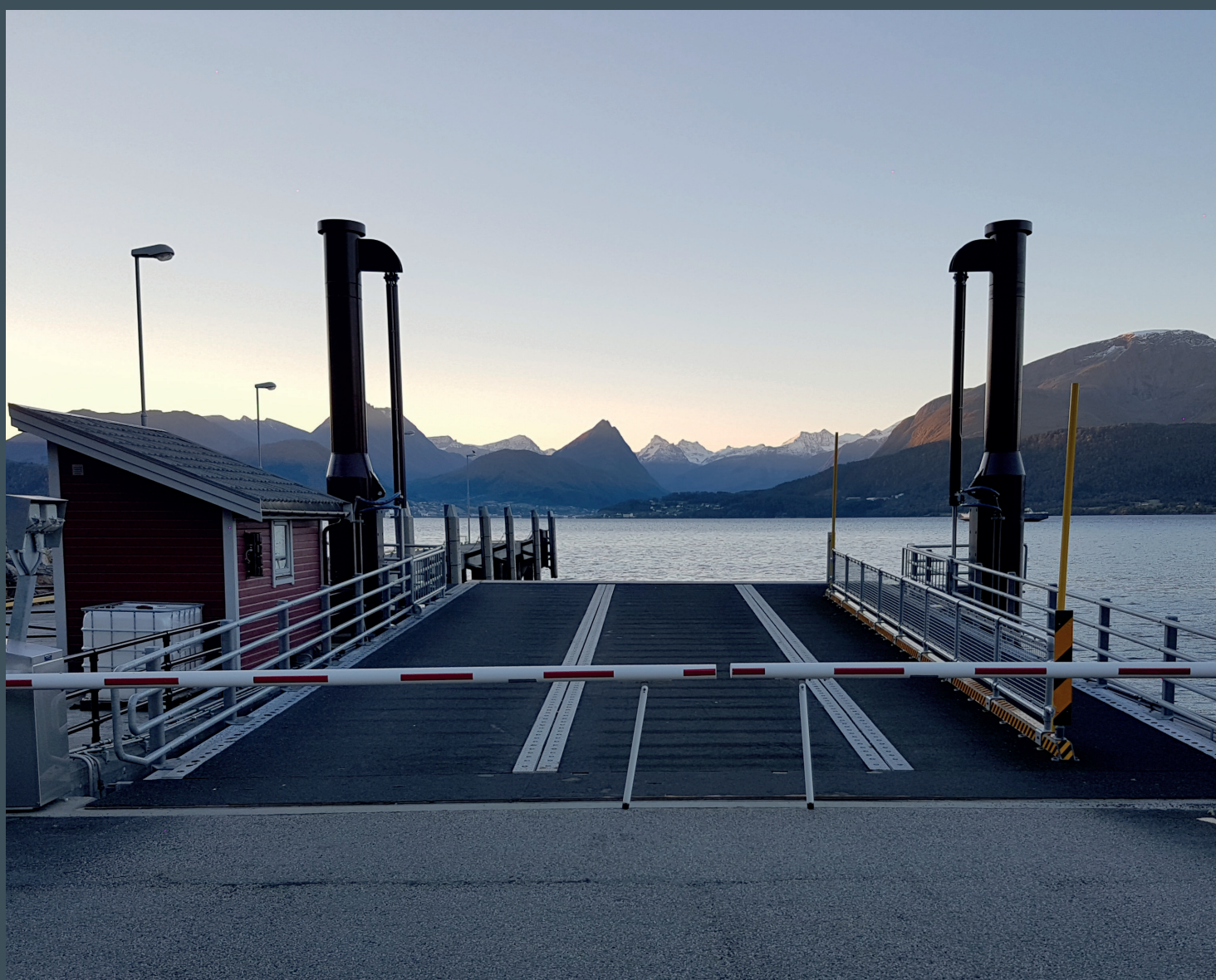


# Ferjekai

## Elektrohydrauliske styresystemer

VEILEDNING

Håndbok V432



## Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no).

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

**Nivå 1:** • **Oransje** eller • **grønn** fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

**Nivå 2:** • **Blå** fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

### Ferjekai

Elektrohydrauliske styresystemer

Nr. V432 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Statens vegvesen

ISBN: 978-82-7207-719-7

# Forord

Denne veiledningen er en beskrivelse av de varianter av elektrohydrauliske styresystemer (EHS) som er standard for ferjekaier i Norge. Veilederen er basert på håndbok 175 Standard ferjekaibruer-2. del B: Elektrohydrauliske styresystemer fra 1996 og de endringer og erfaringer som har kommet til etter 1996. Vi vil med dette dokumentet samle erfaringen til et «best practice»-dokument.

Første del er en beskrivelse av funksjoner og komponenter i et EHS. Andre del beskriver de enkelte komponentene mer i detalj og er en oppdatert versjon av 1996 utgaven av håndbok 175. Det finnes fortsatt noen gamle systemer som ikke er bygget etter håndbok 175 og som har avvikende logikk.

Følgende normaler og retningslinjer danner grunnlag for denne veilederen og gjelder foran ved eventuelle uoverensstemmelser:

- Håndbok N400 Bruprosjektering
- Håndbok N601 Elektriske anlegg
- Håndbok R762 Prosesskode 2

Veiledninger for ferjekaier består av tre håndbøker:

V431 Ferjekai - Prosjektering

**V432 Ferjekai - Elektrohydrauliske styresystemer**

V433 Ferjekai - Standard ferjekaibrutegninger

# Innhold

	<b>Forord</b>	<b>3</b>
	<b>Innhold</b>	<b>4</b>
	<b>Definisjoner</b>	<b>7</b>
	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
<b>1</b>	<b>Aggregat</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Hydraulikkanlegg</b>	<b>15</b>
	2.1 Tekniske data	15
	2.2 Hydraulikkaggregat	16
	2.3 Hydraulikkør og slanger	18
	2.4 Hydrauliske sylindere	18
	2.5 Bolter	19
	2.6 Sjøkkventiler	22
	2.7 Skjevlastfunksjon	22
<b>3</b>	<b>Spesifikasjon av elektrisk system</b>	<b>25</b>
	3.1 Elektriske tilførselsskap/kabelskap	25
	3.2 Elektrisk fordelings- og styresystem	25
	3.3 Signallys	26
	3.4 Elektrisk drevet sperrebom	26
	3.5 Radiostyring	27
	3.6 Skjevlastindikator på ferjekaibru	27
	3.7 Nødstrømsopplegg	27
	3.8 Landstrømskontakt	27
	3.9 Lys på kai	27
	3.10 Vannfylling	28
	3.11 Automatisk dokking	28
	3.12 Lysstyring av trafikkflyt	29
	3.13 Sanntidsinformasjon	29
<b>4</b>	<b>Systembeskrivelse styreskap</b>	<b>31</b>
	4.1 Innledning	31
	4.2 Hovedsystem	31
	4.3 Nødsystem	32
	4.4 Avlastingskrets	32
	4.5 System for skjevlast	33
	4.6 Radiostyring	33

<b>5</b>	<b>Annet utstyr</b>	<b>35</b>
5.1	Jordfeil og feil på overspenningsvern	35
5.2	Servicebryter	35
5.3	Nattstilling/nødsenk	35
<b>6</b>	<b>Funksjonsbeskrivelse hovedsystem</b>	<b>37</b>
6.1	Ferjeanløp	37
6.2.	Ved lengre tids pause ved kai	37
6.3.	Ferjeavgang	38
<b>7</b>	<b>Funksjonsbeskrivelse nødsystem</b>	<b>39</b>
7.1	Ferjeanløp	39
7.2	Ved lengre tids pause ved kai	39
7.3	Ferjeavgang	39
<b>8</b>	<b>Betjening</b>	<b>41</b>
8.1	Betjeningsinstruks	41
8.2	Betjening av anlegget ved nettutfall	41
8.3	Betjening av anlegget ved defekt PLS	42
<b>9</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>43</b>
9.1	Sjekkliste	43
9.2	Bruk av avlastningsaggregat på samband med små ferjer	43
	<b>Vedlegg 1</b> Typiske eksempler på hydraulikkskjema	44
	<b>Vedlegg 2</b> Elektro- og PLS-skjema	47



# Definisjoner

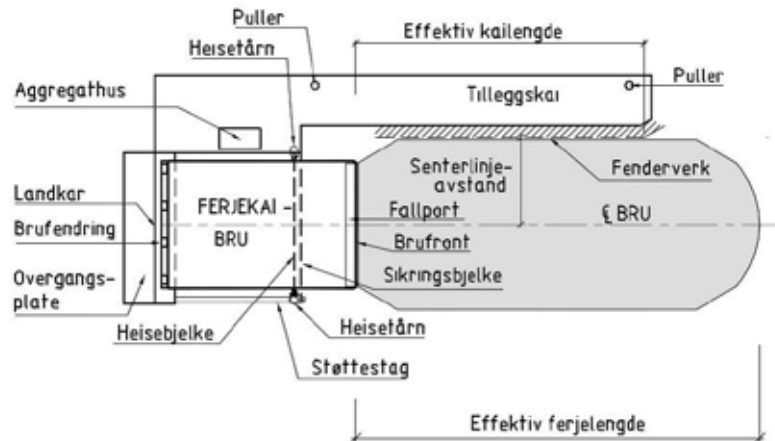
Begrep	Forklaring
Aggregathus	Hus for hydraulisk og elektrisk utstyr for ferjeleiet
Brubås	Den del av kaikonstruksjonen som omslutter ferjekaibrua
Brufrent	Den del av ferjekaibrua som har anlegg på ferja
EHS	Elektrohydraulisk styresystem
Fallport	Stållem festet til ferja. Fungerer som overgangsplate mellom ferje og ferjekaibru ved lasting og lossing
Ferje	Fartøy for frakt av kjøretøy og passasjerer
Ferjekai	Bærende konstruksjon som forbinder ferje med vegareal på land
Ferjekaibru	Kjørbar forbindelse mellom ferje og kai
Flytstilling	Sylindrene blir utkoblet og ferjekaibrua hviler med en ende på landkaret og den andre på ferja
Heisetårn	Oppheng for heve- og senkeanordning på ferjekaibru
Hovedsystem	Adskilt system for ordinær drift av hydraulikkanlegget
Hydraulisk sylinder	Oljefylt sylinder bestående av hovedsakelig sylinderrør, stempelstang og tetninger for lineær løftebevegelser
Landkar	Overgangskonstruksjon mellom ferjekaibru og land
Landområde	Oppstillingsplass, tilkomstveg, parkeringsanlegg, servicebygg, grøntanlegg, sjøfront, belysning, signalanlegg og billetteringsfasiliteter
Nødsystem	Adskilt system for drift av hydraulikkanlegget ved strøbrudd
Pakkboks	Tetning mellom sylinderrør og omgivelser
PLS	Programmerbar logisk styring
Sikringsbjelke	Horisontal bjelke som sikrer ferjekaibrua mot maksimalt utslag nedover og som stiver av heisetårn i tverretningen
Sjokkventil	Ventil som åpner seg ved overbelastning
Stempelstang	Stang for overføring av bevegelse inn i sylinderrør
Sylinderrør	Rør, også omtalt som sylinderhus, som omslutter stempelstanga. Kammeret mellom sylindrestang og sylinderrør er fylt med olje
Tilleggs kai	Den delen av kaia som ferja legges inntil





## Innledning

Et ferjeleie består av ferjekai, landområder og havneområde. En ferjekai består av elementene tilleggskai, ferjekaibru, brubås og utstyr, se figur 1.



**Figur 1: Prinsippskisse av ferjekai**

Det elektrohydrauliske styresystemet (EHS) representerer selve hjertet av ferjekaia og er utstyrt som får ferjekaibrua til å løfte og senke seg til ønsket posisjon, slik at man oppnår en trygg forbindelse mellom ferje og land. Hovedkomponentene i EHS er elektrisk tilførselsskap, elektrisk fordelings- og styresystem, hydraulisk-aggregat, rør og slanger, hydrauliske sylindere, bolter og annet utstyr.

Ferjekaibrua er den kjørbare forbindelsen mellom ferje og vegarealet på land. Den ligger med en ende på landkaret og andre enden på ferja. Ferjekaibrua blir løftet av hydrauliske sylindere som får olje fra et elektrohydraulisk system plassert i et aggregatthus på ferjekaia. Når ferja ankommer starter matrosen aggregatet med radiostyring og ferjekaibrua løftes så høyt at ferja kommer under. Ferjekaibrua senkes så ned på recessen og aggregatet går i såkalt flytestilling. Sylindrene blir da utkoblet og ferjekaibrua hviler med en ende på landkaret og den andre på ferja. Fallporten på ferja legges ned og braketten på fallporten går i lås i spalte i ferjekaibrua. Fallporten har et trykk for å sikre at ferja ikke løsner fra ferjekaia.

Hvis avlastningsfunksjonen er montert og i gang virker den slik at den legger inn et visst avlastningstrykk på sylindrene. De holder da en del av vekten av ferjekaibrua. Størrelsen på avlastningen kan justeres. Avlastningen er fast på innstilt verdi.

Ferjekaier er en nødvendig del av vegnettet og har et stort krav til driftssikkerhet for å unngå trafikkstans med alle de problemer og kostnader dette fører med seg for trafikanter. Trafikkstans på et ferjekaianlegg skjer oftest på grunn av problemer med elektrisk- eller hydraulisk utstyr. Gjennom utvikling og forbedring i mange år har Statens vegvesen kommet fram til systemer som er meget driftssikre og som blir levert av seriøse leverandører som vi har et godt samarbeid med.

Et annet vesentlig moment med hensyn til leverandør og type komponenter er reservedelshold og kompetanse på systemene for vedlikeholdspersonell. Statens vegvesen har kurs på dagens systemer slik at reparatørene kan disse anleggene. Et utvalg av service- og byttedeler finnes også i verkstedbilene reparatørene disponerer. Man slipper derfor stort sett å stenge fordi det mangler deler eller nødvendig kompetanse blant reparatører.

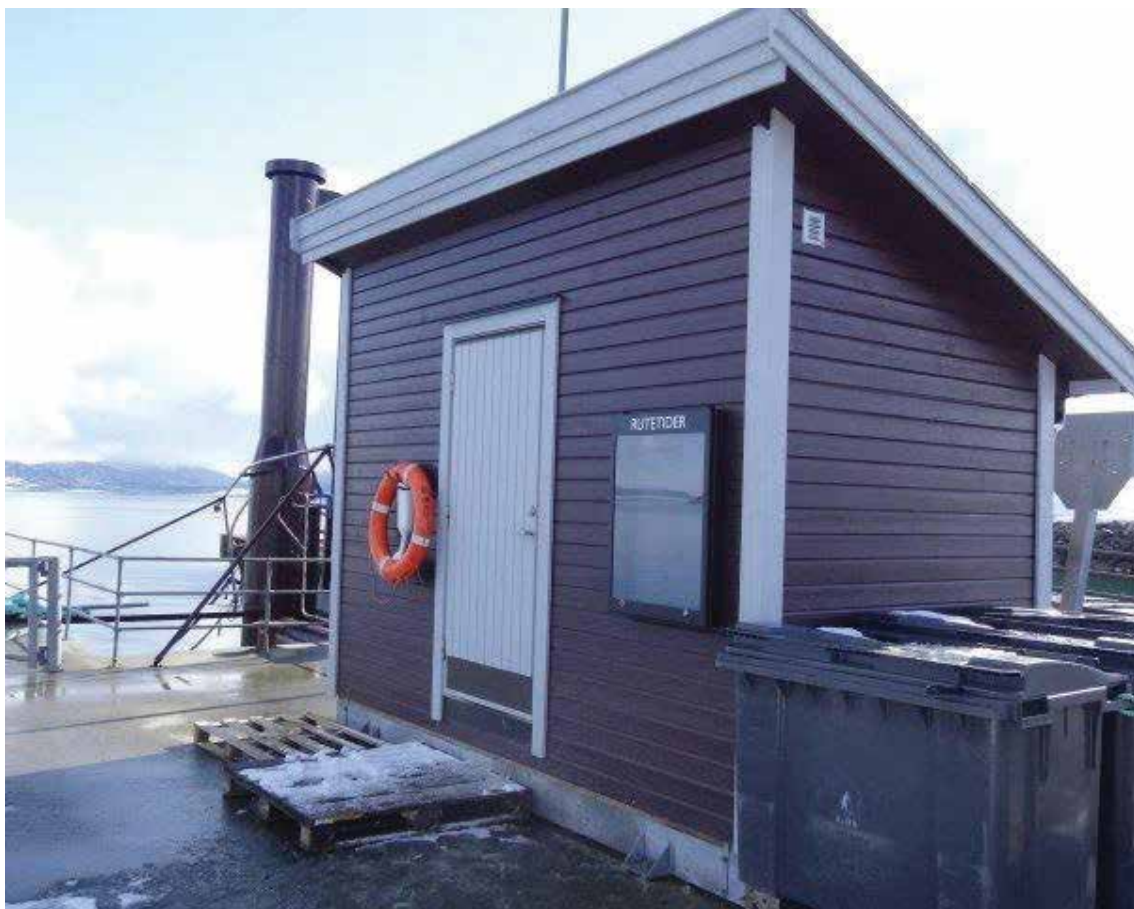
Kostnaden for et hydraulisk aggregat er relativt små sammenlignet med en komplett ferjekai. Elektrohydrauliske styresystem (EHS) utgjør således en liten kostnad i et prosjekt, men det betyr store kostnader for trafikanter og for Statens vegvesen om det elektrohydrauliske styresystemet ikke fungerer.



# 1 Aggregathus

Aggregathuset er som oftest et frittstående lite hus som er plassert ved siden av ferjekaibrua, se figur 2. Tidligere var det ofte et trehus med skråtak og gesims. Nå benyttes to hovedvarianter; enten mønetak eller skråtak. Typisk grunnflate er ca. 2,5 x 5 meter.

Aggregathuset kan også være et rom i et nærliggende servicebygg hvis det finnes slike muligheter. Det vil være en vurdering om dette er ønskelig og om det må gjøres tiltak med hensyn til brannfare og støy fra hydraulikkpumper og motorer.

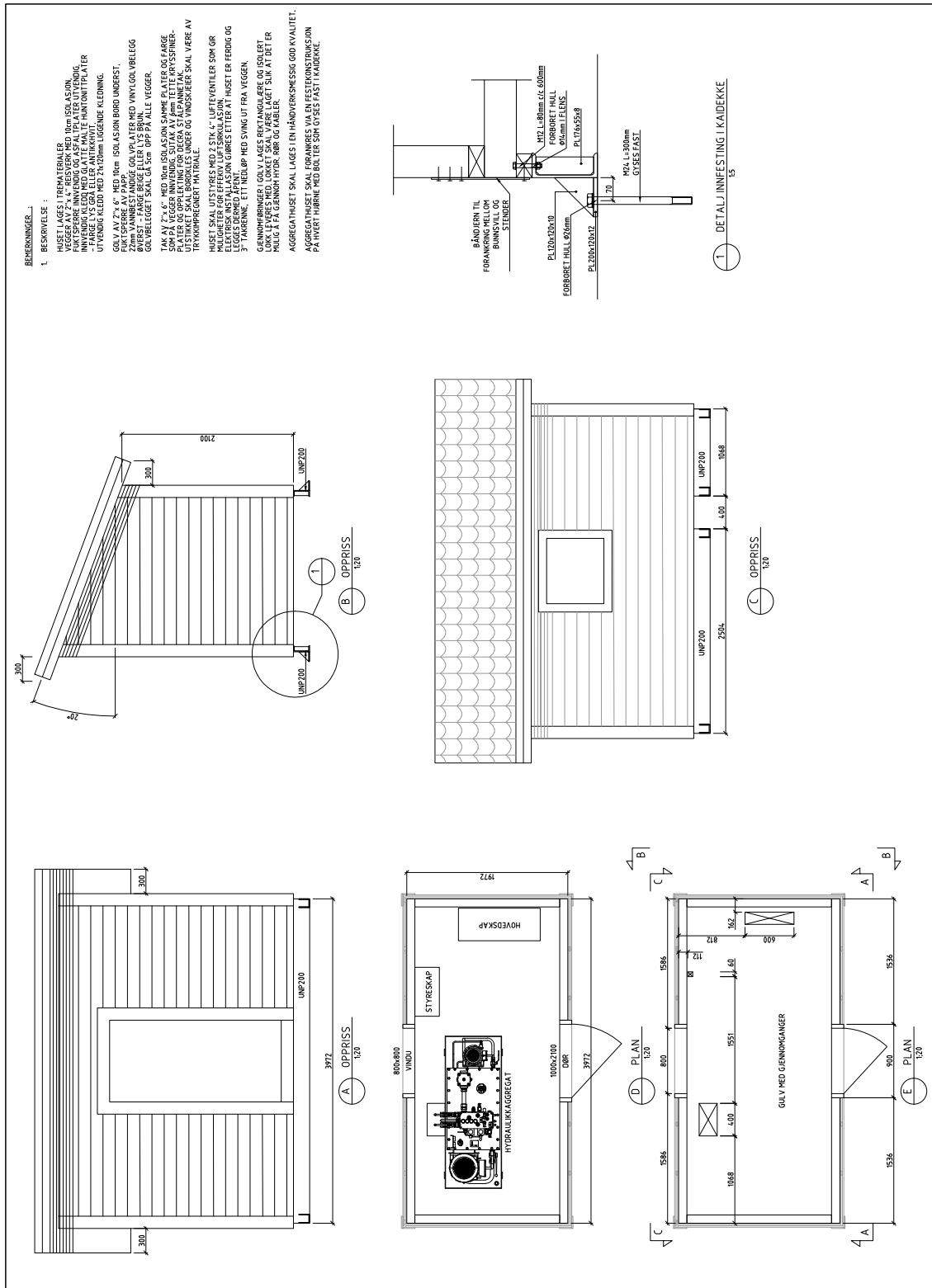


**Figur 2: Aggregathus**

Innvendig kledning i aggregathuset anbefales å være lyse vannavstøtende plater. På gulvet kan det benyttes lyst belegget med sveisede skjøter og hjørner. Belegget anbefales å gå litt oppover veggene slik at en eventuell oljelekkasje kan tørkes opp igjen. Huset utstyres med et vindu for dagslys og dør med standard låsesylinder.

Hvis aggregathuset blir montert på en betongplate kan det settes på stålprofiler som skrues fast i huset og i betongdekket (kanalprofiler eller H-bjelker). Alternativt lages det to lave betongmurer under langveggene som huset settes på. Det blir en del vindlast på slike smale bygninger så huset må festes godt til kaidekket.

Eksempel på tegning av typisk aggregathus er vist på figur 3. På figur 4 er det vist bilde fra innsiden av et aggregathus.



Figur 3: Tegning av typisk aggregathus



Figur 4: Innside av aggregathus med montert kabeltrommel, radiomottaker og hydraulikkaggregat



## 2 Hydraulikkanlegg

### 2.1 Tekniske data

Tekniske data for standard hydraulikkutrustning for ulike brystørrelser er angitt i tabell 1.

**Tabell 1: Tekniske data hydraulikkutrustning**

BRUSTØRRELSE - bredde x lengde (m)	6x15	6x18	9x15	9x18	9x22	12x15	12x18
Egenvekt (kg)	38921	44509	54341	62194	75399	69832	79957
Snølast (jevnt fordelt 75 kg/m <sup>2</sup> )	6750	8100	10125	12150	14850	13500	16200
Tyngdepunktavstand (m)	7,37	8,86	7,46	8,86	10,7	7,53	8,93
Belastning pr sylinder uten snølast (kN)	140	163	198	227	289	256	295
Belastning pr sylinder med snølast (kN)	164	192	234	272	345	306	354
Sylinderdimensjon (Ø-sylinder/Ø-stang) (mm)	140/70	180/80	180/80	180/80	180/80	180/80	180/80
Hydr. arbeidstrykk uten snølast (bar)	123	80	97	111	141	126	144
Hydr. arbeidstrykk med snølast (bar)	144	94	114	132	169	150	174
Aggregatets dimensjoneres for arbeids- trykk (bar)	180	180	180	180	180	180	180
Volumstrøm Hovedkrets (liter/min)	50	90	90	90	90	90	90
Hydr. pumpestørrelse (cm <sup>3</sup> )	40	80	80	80	80	80	80
El. motor størrelse (kW)	11	22	22	22	22	22	22
Løftehastighet (m/min)	2	2	2	2	2	2	2
Volumstrøm Nødkrets (liter/min)	25	25	25	25	25	25	25
Hydr. pumpestørrelse (cm <sup>3</sup> )	20	20	20	20	20	20	20
El. motor størrelse (kW)	4	4	4	4	4	4	4
Løftehastighet (m/min)	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Volumstrøm avlastningskrets (liter/min) P=50 bar	40	40	40	40	40	40	40
Hydr. pumpestørrelse	30	30	30	30	30	30	30
El. motor størrelse (kW)	4	4	4	4	4	4	4
Strømmengde Hovedkrets (Amp)	60	100	100	100	100	100	100
Strømmengde Nødkrets (Amp)	16	16	16	16	16	16	16
Strømmengde Avlastningskrets (Amp))	32	32	32	32	32	32	32
Nødstrømskontakt	16	16	16	16	16	16	16
Låsebolt diameter (mm)	70	80	80	80	80	80	80
Leddager i sylindrender	GE70	GE80	GE80	GE80	GE80	GE80	GE80
A-Mål for sylinder (mm)	425-460	425-460	425-460	425-460	425-460	425-460	425-460
Alternativ nødkrets hvis en dimensjonerer for 32 A nødstrømskontakt.							
Volumstrøm Nødkrets (liter/min)	25	45-50	45-50	45-50	45-50	45-50	45-50
Hydr. pumpestørrelse (cm <sup>3</sup> )	20	40	40	40	40	40	40
El. motor størrelse (kW)	4	7	7	7	7	7	7
Løftehastighet (m/min)	1	1	1	1	1	1	1

**Merknad 1**

I håndbok 175-1 og 175-2 fra 1996 finnes andre ferjekaibrustørrelser, og der finnes data og detaljer om ferjekaibruer laget etter disse håndbøkene. Breddene var 4,5, 7 og 9 meter, og det finnes varianter av ferjekaibruer med lengde 12 - 18 meter.

**Merknad 2**

Snølast er vurdert til 75 kg/m<sup>2</sup> ettersom ferjekaibruer som er i bruk blir ryddet for snø. Hvis snølasten blir større enn angitt verdi når ferjekaia ikke er i bruk vil sjokkventil åpne og ferjekaibrua sige kontrollert ned på sikringsbjelken. Ingen skader vil oppstå.

**Merknad 3**

Basert på korte driftstider på motor(er) kan man på fergekaiene benytte motorer med S2-drift. Man kan da ta ut merkeeffekt(Pn) x faktor, som gjør at man over den korte driftstiden kan hente ut høyere effekt. Effekten og faktor som kan tas ut i S2-driften vil kunne variere avhengig av motorleverandør.

**Merknad 4**

For Brustørrelse 12 x 18 anbefales det å vurdere større hydraulikkaggregat og løftesyndre enn angitt.

## 2.2 Hydraulikkaggregat

Hydraulikkaggregatet blir kjøpt inn ferdig til montering i aggregatet. Aggregatet inneholder:

- 2 motor-/pumpeenheter, hoved- og nødsystem med identisk ventilutrustning
- Separat ventilblokk for sjokkventil og flytestillingsfunksjon
- 2 pressostater for flytestilling
- Ventiler i stabelmontasje eller spesiallaget blokk
- Oppsamlingsrenne rundt aggregat og tank som skrår ned mot drengplugg
- Rekkeklemmeboks (i/o brygge). Alle koblinger fra ventiler og pressostater framlagt til denne
- Kran/ventil for nattstilling på aggregatet

Aggregatet kan eventuelt også inneholde:

- Motor/pumpeenhet for avlastningsfunksjon (som tillegg til de to beskrevet over)
- Hydrauliske ventiler for skjevlastfunksjon

Ved utforming av hydraulikkanlegget anbefales følgende:

- Største bredde på 790 mm
- Tankvolum på 300 liter
- Bunnen på oljetanken skrås ned mot tappekranen
- Bena må være så lange at det er plass til en bøtte under oljeavtappingstuss
- Oljepåfylling utformes slik at det er mulig å fylle direkte fra 20 liters kanne
- Skilting av komponenter i henhold til tegning og stykkliste
- Tydelig merkede målepunkt (minimess) for feilsøking på ventilblokk

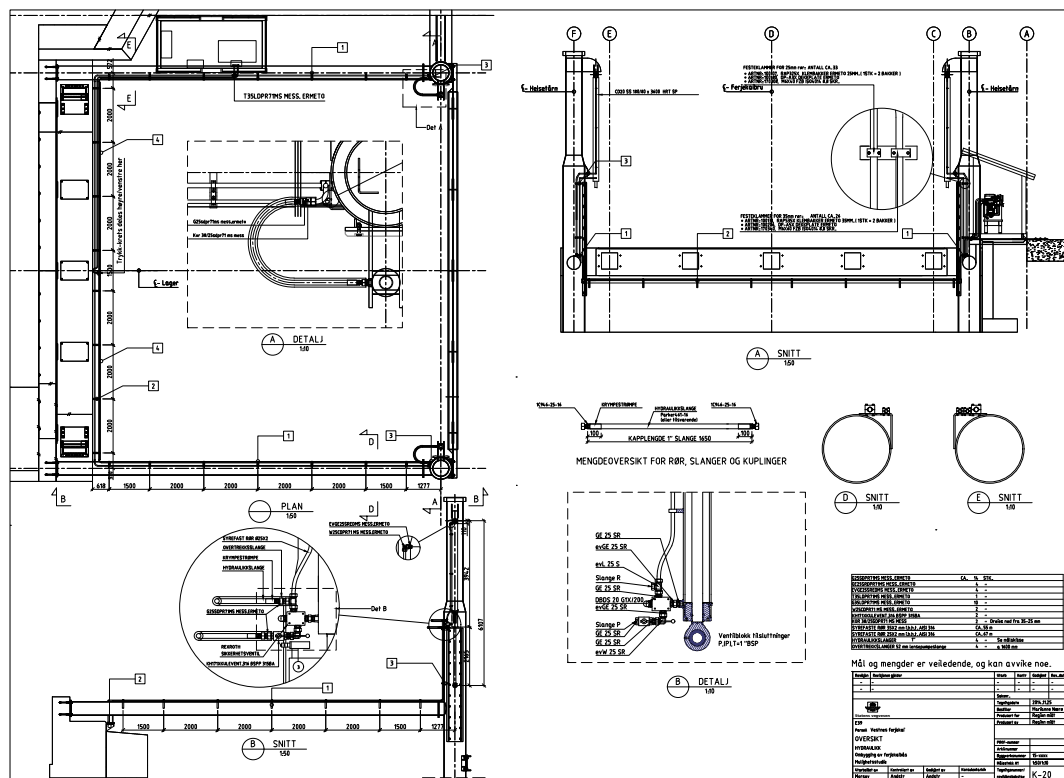
Det er tre hovedtyper av hydraulikkaggregat. Hver hovedtype kan leveres med ulike motor-/pumpe-størrelser. Det er en hovedside og en nødside på aggregatet. Disse er uavhengige av hverandre, så det er i prinsippet to uavhengige system. Aggregatet består av standardkomponenter satt sammen for å oppfylle betingelsene for sikker drift av ferjekaibrue. De tre hovedtypene er:

- Aggregat uten avlastningsfunksjon og uten skjevlastfunksjon  
 Dette er det enkleste og rimeligste aggregatet og vil være førstevalget når aggregattypen velges. Brukes der det ikke er behov for avlastning.



- Aggregat med avlastningsfunksjon og uten skjevlastfunksjon  
Avlastningsfunksjonen brukes der det er behov for å ta noe av vekten av ferjekaibrua på hydraulikkanlegget fordi ferjekaibrua er i tyngste laget for ferja. Er aktuell å benytte der det er spesielt små ferjer på store og tunge ferjekaibruer, eller der det er en stor og en liten ferje som bruker samme ferjekai. Avlastningsfunksjonen bruker mye energi, den skaper tvangskrefter i ferjas fallport og i ferjekaia og benyttes bare der det er nødvendig. Den kan koples ut på de aggregatene som benyttes i dag. Aggregatet kan leveres med to eller tre elektromotorer/-pumper. Enten brukes nødkjøringsmotor til avlastning eller det er en egen motor for nødkjøring og en for avlastningspumpa.
- Aggregat med avlastningsfunksjon og skjevlastfunksjon  
Avlastningsfunksjonen brukes der det er behov for å ta noe av vekten av ferjekaibrua på hydraulikkanlegget fordi ferjekaibrua er i tyngste laget for ferja. Skjevlastfunksjonen brukes der ferjekaibrua er bredere enn ferja og ferjekaibrua blir liggende på et skjevt opplegg. Dette skaper tvangskrefter i ferjas fallport og i ferjekaia og brukes bare der det er nødvendig. Aggregatet kan leveres med to eller tre elektromotorer/-pumper. Enten brukes nødkjøringsmotor til avlastning eller det er en egen motor for nødkjøring og en for avlastningspumpa.

På grunn av ulik struping på ventilene og ettersom avlastning ligger inne i anlegget med sitt trykk, skaper disse funksjonene tvangskrefter på ferjas fallport og på ferjekai. Det er ønskelig at ferja blir holdt fast i ferjekaibrua, men ellers får bevege seg fritt opp og ned og rulle sidelengs uten å tilføre ferjekaia mer tilleggskrefter enn høyst nødvendig. Det anbefales derfor å benytte aggregat uten avlastning og uten skjevlastfunksjon der det er mulig.



Figur 5: Typisk opplegg av hydraulikkør på ferjekai

## 2.3 Hydraulikkør og slanger

For rør og koblinger anbefales følgende:

- Dimensjonering for arbeidstrykk på 180 bar.
- Rustfrie rør og koblinger i henhold til *NS-EN 10088*, nummer 1.4401. Koblinger kan også leveres i sjøvannsbestandig messing.
- Rørdimensjoner på  $\varnothing 25 \times 2$  (trykk) og  $\varnothing 35 \times 2$  (retur).
- Koblinger i hydrauliske slanger i dimensjon M24. Dimensjoneres med sikkerhetsfaktor på 4. Slangelengde 0,9 - 1,1 meter.
- Beskyttelse mot sollys montert på utsiden av slange.

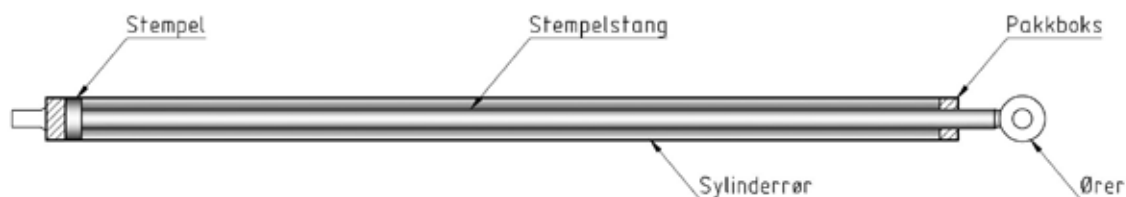
Rørgater legges fra hydraulikkaggregat i aggregathuset, ut gjennom spalte i gulvet og utover kaikonstruksjonene til de hydrauliske sylindrene. Hydraulikkør er delt i en trykkside og en returside. Rørgatene bygges i rustfrie rør og koblinger som festes med plastklemmer i rustfrie eller varmforsinkede festebraketter på stål- og betongkonstruksjonene på ferjekaia. Hvis det monteres aggregat uten skjevlastfunksjon legges trykkørret ut til midt på landkaret og splittes slik at det blir lik rørlengde derfra og til begge sylindrene. Returrør legges fra begge sylindrene til aggregatet. Hvis det monteres skjevlastaggregat legges et trykkør og et returrør fra aggregatet og fram til hver sylinder.

Ved hydraulisk sylinder avsluttes rørene. Overgangen til hydraulisk sylinder er to slanger med utenpåliggende sollysbeskyttelse. Disse slangene tar opp bevegelsen mellom hydraulisk sylinder og fast røropplegg.

Det er montert en stengekran ved hver sylinder på returrøret. Slangene byttes planmessig etter 3-års bruk.

## 2.4 Hydrauliske sylindere

Det er to like hydrauliske sylindere på et anlegg. Disse anbefales montert med stempelstanga ned av vedlikeholdssyn. Det blir da mindre forurensninger som følger stanga inn i pakkboksen og dermed mindre sjanse for lekkasjer.



**Figur 6: Hydraulisk sylinder - prinsipp**

Lengden på sylindrene søkes standardisert innenfor geografiske områder. Det benyttes ulike lengder i Sør- og Nord-Norge på grunn av tidevannsforskjeller og ferjekaibrulengder, se *håndbok V431 Ferjekai - Prosjektering*. Det tilstrebes imidlertid å standardisere sylindrene.

Det anbefales følgende:

- Stempelstang i rustfri kvalitet i henhold til *NS-EN 10088*, nummer 1.4414 (SIS 2387), hardforkrommet, minimum kromsjikt 30  $\mu\text{m}$ . Sylindren leveres malt i ønsket farge.
- Sfærisk leddlager av type GE XX UK-2RS i rustfri, vedlikeholdsfri kvalitet.
- Avstengingsventiler i rustfri kvalitet i henhold til *NS-EN 10088*, nummer 1.4401.
- Pakkboks med stabelpakninger og skrapinger.
- Rør fra tilslutning i sylinderbunnøre til pakkboks lagt utvendig i sveiseklammer på sylinder.

Hydrauliske sylindre leveres med dokumentert kvalitet på sveiser og material og med trykktestsertifikat. For overflatebehandling av sylinderveggen vises det til *håndbok R762 Prosesskode 2, prosess 87.7*.



**Figur 7: Hydraulisk sylinder**

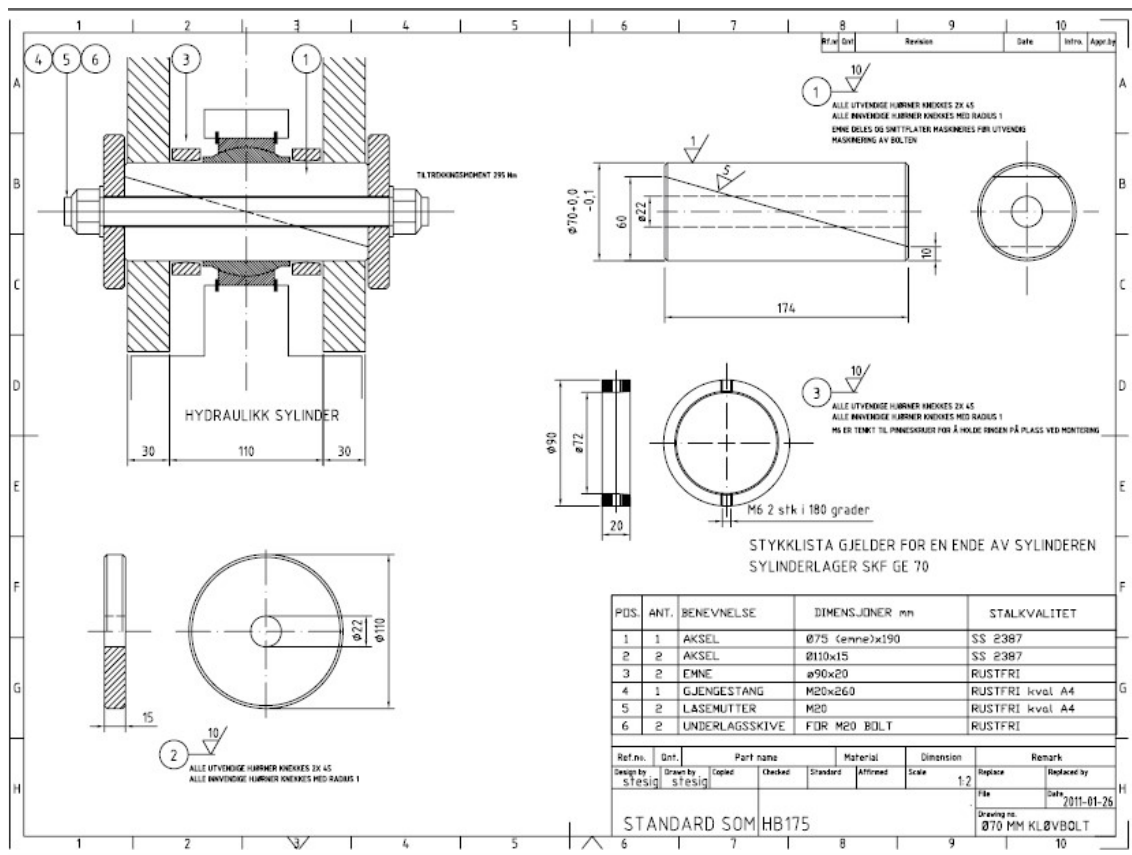
## 2.5 Bolter

Bolter i enden av sylindrene er  $\varnothing 70$  mm for de minste sylindrene og  $\varnothing 80$  mm for de største. Boltene leveres i rustfritt stål i henhold til *NS-EN ISO 3506*, kvalitet A4-80.

Det er to typer av sylindربولter:

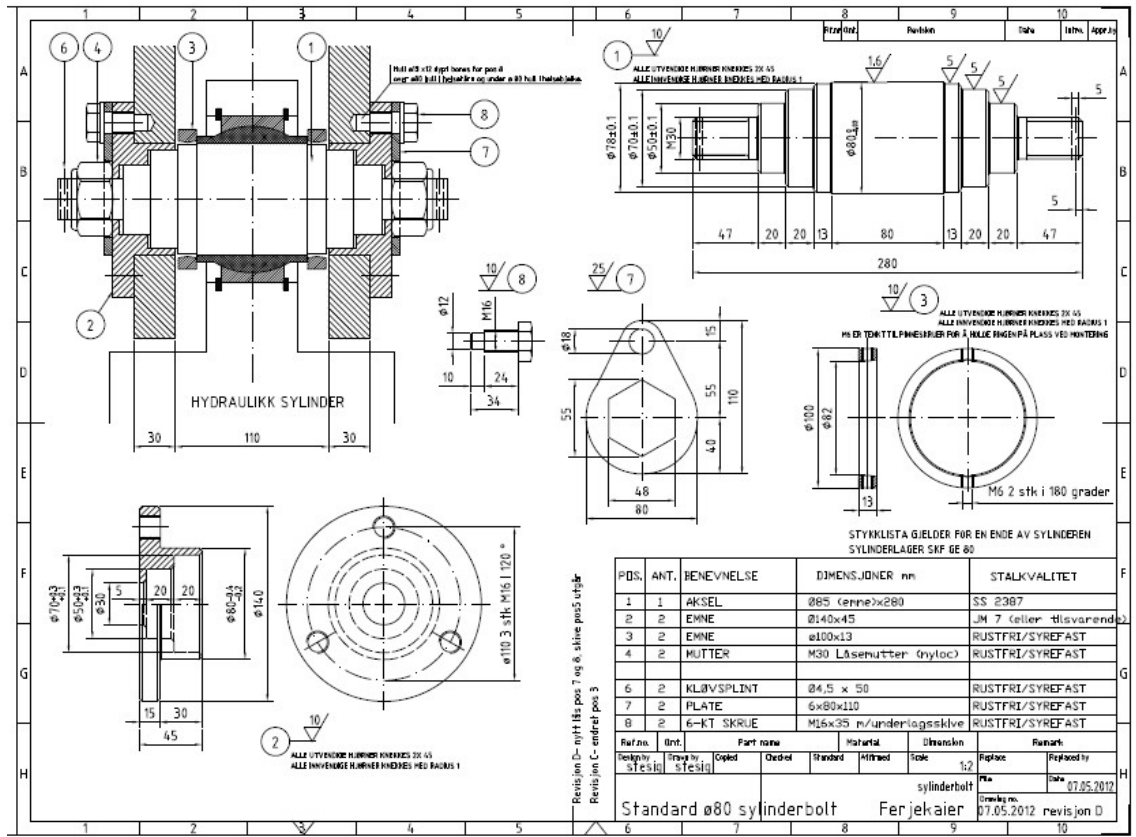
- kløvbolt (delt bolt)
- hel bolt

Kløvbolten er diagonalt delt og en del kan da monteres fra hver side, se figur 8. Alternativt kan den monteres med halvdelene litt forskjøvet i forhold til hverandre og så satt på plass når sylindren er i riktig stilling. Den er lett å montere og demontere, men man er avhengig av at den produseres og monteres riktig for at toleransene mot lager oppfylles. Den egner seg ikke for de tyngste/største ferjekaibruene fordi toleranser mot lager kan bli for unøyaktige, noe som igjen kan føre til hyppige lagerbrudd.



Figur 8: Tegning av kløvbolt

Den hele bolten kan utformes som vist på figur 9, og produseres med riktige lagertoleranser. Den er litt arbeidskrevende å montere og demontere, men det har vist seg at der denne bolten har vært brukt har det vært få lagerbrudd.



Figur 9: Tegning av hel bolt

Anbefalingen er derfor at det brukes hel bolt for store og tunge ferjekaibruer ( $\geq 9 \times 15$  meter), og ellers der det er store belastninger fra ferja og inne i heisesystemet. For mindre og lettere bruere kan det brukes kløvbolt.

## 2.6 Sjokkventiler

Hensikten med sjokkventiler (overlastventiler) montert på eller i umiddelbar nærhet av hydraulikksylinder er å fjerne de tvangskrefter som blir på anlegget når ferja beveger seg hurtigere opp og ned enn ferjekaihydraulikken tillater. Det er en motstand i rørgater og i aggregatet og med store sylindere vil en av og til oppleve at oljen ikke blir evakuert raskt nok på retursiden. Det vil si at ferjekaibrua holder igjen ferja. Da blir det store belastninger på sylindere, heisetårn og ferjas fallport.



Figur 10: Sjokkventil montert på hydraulisk sylinder

Ved å montere sjokkventil som lar oljen gå direkte fra trykkside til returside på sylinderen uten å måtte gå om aggregatet reduseres belastningstoppene. Sjokkventilen må ha stor kapasitet og innstilles på et trykk ca. 50 bar over arbeidstrykket. Sjokkventiler brukes der en ser at ferjas bevegelser på grunn av bølger og dønninger er så store at den skaper belastninger som beskrevet ovenfor. En ulempe med en slik ventil er at hvis noen kjører utpå ferjekaibrua kan brua gå ned og dette kan skape farlige situasjoner.

## 2.7 Skjevlastfunksjon

Skjevlast er en lastsituasjon som oppstår når ferjekaibrua henger usymmetrisk i brubåsen eller når ferja er for smal for ferjekaibrua slik at det ikke er lik last på de to sylinderne. For å lage et hydraulisk system som ivaretar skjevlast trengs et skjevlastaggregat. Dette er en indikator for å måle skjevstillingen på ferjekaibrua og noen elektriske betingelser i PLS.



Figur 11: Bildet viser indikator på rekkverksstolpe

Hydraulikkaggregat for skjevlast har en mengdefordelingsventil som gir lik oljemengde til de to hydrauliske sylindrene ved heving av ferjekaibrua. Det er også to senkeventiler som innstilles slik at senking av brua skjer med samme hastighet på begge sylindrene. Hydraulikktrykk justeres på ventilene slik at det utligner forskjellen i last på de to sylindrene.

Returrøret blir ofte samlet og går felles fra begge hydrauliske sylindrene til aggregat/tank.

Hvis det blir avvik slik at ferjekaibrua blir skjev vil indikatoren på ferjekaibrua registrere dette. Da åpner senkeventilen på den siden som er høyest og slipper brua ned slik at den blir i vater i tverretning. Normalt vil denne indikatoren være innstilt slik at den tillater 2° skjevstilling.

Skjevlastfunksjonen er utkoblet når ferjekaibrua ligger på ferja. Den virker heller ikke når nødkjøring brukes. Skjevlastaggregat som har avlastningsfunksjon har to avlastningsventiler. De kan være justert til likt trykk på begge, eller de kan være justert i samme forhold som skjevlastventilene.



Figur 12: Ferjekaibru som ligger skjevt i brubås





## 3 Spesifikasjon av elektrisk system

### 3.1 Elektriske tilførselsskap/kabelskap

Ferjekaia forsynes med strøm fra nettet. Kraftselskapet monterer kabelboks ved eller i nærheten av aggregathuset. Kabel fram til denne boksen er kraftselskapets eiendom og ansvar. Kabelen dimensjoneres ut fra forbruket på ferjekaia. De største forbrukerne er landstrøm til ferje og hydraulikkaggregat. Mindre forbrukere er lys på kaia, varme og lys i aggregathus, hjelpesystemer som automatisk dokking etc.

På store samband er det typisk to eller flere 125 A landstrømskontakter og opp til 30 kW elektrisk motor med mykstarter på aggregatet. Strømtilførselen dimensjoneres for samtidig maksimalt uttak av landstrøm og startstrøm på aggregatet.

På mindre samband er det typisk én 125 A landstrømskontakt og enten 11 kW eller 22 kW elektrisk motor med mykstarter på aggregatet. Strømtilførselen dimensjoneres for samtidig bruk. Hvis det er opplegg for liggekai på samme ferjekai anbefales det å doble kapasiteten. Hvis kabelboksen er plassert et stykke unna aggregathuset legges tilførselskabelen fra kabelboks til aggregathus i trekkerør inn under aggregathuset direkte opp gjennom bunnen i hovedskapet.

Elektrisk system for kjøring av ferjekaia anbefales å være skilt fra alle andre forbrukere og sikret med jordfeilbrytere slik at strømfeil på andre brukere ikke ødelegger for drift av ferjekaia.

### 3.2 Elektrisk fordelings- og styresystem

Det elektriske fordelings- og styresystemet er montert i to skap i aggregathuset og på aggregatet. Det benyttes 230 V anlegg på store strømforbrukere, eventuelt 400 V. Magnetventiler på aggregat kan være 24 V.

Typisk innhold i aggregathuset:

- Ett lysarmatur i tak
- Én avtrekksvifte med termostat
- Én dobbel stikk 1-fas 16 A
- Én stikk 3-fas 16 A
- Én stikk 3-fas 80 A
- Én fotocelle eller ett astrologisk ur for utelys.

Alle stikk er montert på siden av hovedfordelingsskapet.

Innhold i fordelingskap:

- Inntak av strøm med nødvendige sikringer
- Fordeling av kurser
- Målerplass og måleropplegg for Statens vegvesen
- Målerplass og måleropplegg for rederiets landstrøm

Innhold i styreskap:

- Komponenter for å styre logikken og funksjonaliteten på ferjekaia, inkludert PLS-styring for hoved- og nødside av aggregatet.

### 3.3 Signallys

Signallys viser status for hydraulikkaggregat og strømtilførsel. Det består av 4 lamper med ulik farge og plasseres horisontalt, enten på aggregathus eller på heisetårn. Det plasseres slik at det kan sees både fra styreposisjonen på ferja og fra manøverposisjonen på ferjedekket. Det må ikke monteres på en slik måte at det kan forstås som et trafikklyssignal for trafikanter.

### 3.4 Elektrisk drevet sperrebom

Denne består av en elektrisk gearmotor på et stativ og bomarm med lengde tilpasset bredden på ferjekaibrua. Gearmotoren med motvekt og to sett grensebrytere er plassert i en kasse for beskyttelse mot ytre påvirkninger. Bomkassen produseres i stål. Bomarmen kan være laget av glassfiberarmert plast eller av sjøvannsbestandig aluminium.



**Figur 13: Bilde av sperrebom og bomkasse**

Styringen av bombevegelsen er plassert i styreskapet i aggregathuset. Drivunit med stativ som står i bomkassa utformes slik at den er egnet for særlig korrosivt miljø, malt med en sinkrik primer og to strøk maling. Se også *håndbok R762 Prosesskode 2, prosess 85.35*.

Ved ferjekaibruer større enn 6 meter anbefales det å montere 2 bomarmer parvis. Dette fordi det ellers blir veldig stor periferihastighet på bomtuppen som kan skade gående. En annen grunn er at det viser seg at det kan være vanskelig å få de lengste bomarmene til å fungere tilfredsstillende ved sterk vind.

### 3.5 Radiostyring

Radiostyringen består av en mottaker plassert i aggregathuset og sendere ombord i ferjene. Det er ett system på alle ferjekaiene slik at alle ferjene kan bruke alle ferjekaiene med samme system. Systemet som benyttes er Åkerstrøms SESAM 800 (tidligere SESAM 2000).

Kanalvalg blir innstilt på de enkelte ferjekaiene. For eksempel kanal 1 på en side av fjorden og kanal 2 på motsatt side. Det anbefales å ha skilt på aggregathusene som viser hvilken kanal som er i bruk, spesielt der det er flere ferjekaibruer på samme anlegg. Hvis det er kaier nær hverandre velges kanaler som sikrer at ikke feil ferjekai kjøres.

### 3.6 Skjevlastindikator på ferjekaibru

Skjevlastindikator på ferjekaibru brukes for å sikre at ferjekaibrua ikke blir hengende for skjevt når ferja legger til. Den er i prinsippet en elektrisk vater som blir justert slik at ved 2° skjevstilling av ferjekaibrua i tverretning vil sylindere på den siden som har kommet lengst i bevegelsen stoppe og andre siden komme etter. Dette sikrer at brua senkes horisontalt i tverretning, noe som er en fordel når ferja legger til.

### 3.7 Nødstrømsopplegg

Dette er et hjelpesystem som brukes ved strømbrydd/nettutfall på ferjekaia. Det består av en kabel som kan trekkes ombord i ferja og kobles på ferjas strømforsyning. Kabelen er plassert i et stativ i nærheten av ferjas fallport slik at ferjemannskapet kan få tak i enden, men ikke så nært at det blir ødelagt av fallporten. Mannskapet trekker kabelen ombord og kobler til strøm og ferjekaia kan da kjøres med nødstrøm fra ferja. For å kunne håndtere denne kabelen kan den ikke være for grov. Det benyttes 16 A/32 A kontakt. Nødstrømskabelen er enten plassert ute på ferjekaia i eget stativ eller i aggregathuset. Kabelen blir trukket inn igjen med fjærtrekk. Nødstrømsopplegget vil også kunne brukes hvis det er problemer med hovedsiden i aggregatet. Vender mellom hoved- og nødstrøm må da slås over, og ferjekaibrua kan kjøres ved hjelp av aggregatets nødside.

### 3.8 Landstrømskontakt

Landstrømskontakt får strømtilførsel fra hovedskap og har egen strømmåler. Den brukes når ferja ligger stille om natta og er plassert i et stativ ved siden av ferjekaibrua ca. 1–3 meter foran sperrebommen. Plasseringa må være slik at det er trygt for mannskap å betjene kontakten.

Den kan også være plassert på aggregathusveggen med en høyde minst 1,6 meter over topp landkar. Landstrømskontakter er vanligvis 125 A. På noen kaier er det 80 A og noen store ferjer trenger 2 eller flere 125 A. Det er vanlig å vurdere hva som er nødvendig når det settes inn nye ferjer. Dimensjoneringen baseres på den største forbrukeren som kan komme i sambandet.

### 3.9 Lys på kai

Lys på kai får strømtilførsel fra hovedskap. Det er vanlig å bruke ett lysarmatur på 250 W over ferjekai-bru og 2–3 stk. hver på 150 W på tilleggskaiene. Lysmastene er vanligvis 7 meter lange og leveres med hengslet fotplate slik at de kan legges ned for vedlikehold. De er produsert av varmforsinket stål, vanligvis umalt men noen ganger malt i tillegg til varmforsinkingen.

Det kan benyttes armaturer med flatt eller buet glass, og hvitt eller gult lys. Gul lyskilde og buet glass (slik at en ser selve lyskilden) vises best når det er dårlig sikt.

Markeringslys er et lys ytterst på tilleggskaia. Det er som standard rødt og er på egen kurs/kabel. Lys på oppstillingsplassen omtales ikke i denne håndboka.

### 3.10 Vannfylling

Vannfylling til ferje tas med fordi det er en strømkurs for dette i hovedskapet. Vannforsyninga er plassert ved landkaret. Det er ofte framlagt i 1" slange som ligger isolert i et 4" svart plastrør. I slangen ligger det en varmekabel så langt som nødvendig for frostsikring. Strømtilførselen til denne kommer fra hovedskapet i aggregathuset. Der det er vannmåler kan denne enten stå i nærmeste kum eller den kan være montert i aggregathuset for fjernavlesning.

En bedre løsning er vist på figur 14. Her er vanntilkobling og vannmåler plassert i et rom i aggregathuset. Dette tilfredsstiller også kravet som Mattilsynet har på flere ferjekaier om sikker tilkobling som ikke kan misbrukes uvedkommende. Det vises til *håndbok R762 Prosesskode 2, prosess 87.873*.



Figur 14: Vanntilkobling og vannmåler plassert i rom i aggregathus

### 3.11 Automatisk dokking

Automatisk dokking er et hjelpesystem for mannskapet som sørger for at ferjekaibrua blir automatisk plassert i riktig høyde og lagt ned på ferjas recess når ferja har kommet nært nok. Styringen av systemet sitter i et eget styringsskap i aggregathuset. Hvis mannskapet velger å bruke standard radiostyring vil dette overstyre hjelpesystemet uansett hvor i prosessen man er.

Komponentene i automatisk dokking er:

- Laserscanner som er plassert på kaia. Denne registrerer ferjas plassering.
- Berøringsfri føler som registrer at ferja er så nær at brua kan legges ned på ferjas recess.
- Mekanisk bryter koblet til følere på brufrenten som registrerer at fallporten er nede og gir signal til å heve sperrebommen.
- Signallys som viser status for tilleggingsprosessen.

Automatisk dokking får strøm fra styreskapet. Dette kan ettermonteres på de fleste ferjekaier. Ettersom det er ulik recesshøyde og utforming på ferjene, kan det være at systemet må tilpasses når det kommer ny ferje.

### 3.12 Lysstyring av trafikkflyt

Det finnes ulike systemer for styring av trafikken på oppstillingsplass og ombord i ferja. Disse systemene omtales ikke her. Strømtilførselen kommer ofte fra hovedskapet i aggregathuset.



Figur 15: Lysstyring på oppstillingsplass

### 3.13 Sanntidsinformasjon

Dette er informasjonstavler som er plassert på ferjekaiene. Strømtilførselen kommer ofte fra hovedskapet i aggregathuset.



## 4 Systembeskrivelse styreskap

### 4.1 Innledning

Denne systembeskrivelsen omfatter den standard elektrohydrauliske utrustningen hvor det er brukt mykstarter i hovedsystemets startutrustning, samt at hovedsystemet er utstyrt med en egen avlastningskrets. Beskrivelsen omfatter brustørrelser og motorstørrelser som beskrevet i tabell 2.

**Tabell 2: Sammenheng mellom brustørrelser og typiske motorstørrelser**

BRUSTØRRELSE	HOVEDMOTOR	NØDMOTOR	AVLASTNINGSMOTOR
6 x 15 meter	11 kW	4 kW	4 kW
6 x 18 meter	22 kW	4 kW	4 kW
9 x 15 meter	22 kW	4 kW	4 kW
9 x 18 meter	22 kW	4 kW	4 kW
9 x 22 meter	22 kW	4 kW	4 kW
12 x 15 meter	22 kW	4 kW	4 kW
12 x 18 meter	22 kW	4 kW	4 kW

Andre varianter bygges med basis i dette og dimensjoneres spesielt.

### 4.2 Hovedsystem

Hovedsystemets strømtilførsel skjer fra hovednettet på land og er permanent tilkoblet. Hovedmotoren driver hovedpumpa for det hydrauliske systemet og blir startet ved hjelp av en mykstarter og er sikret med motorvernbyrter. Ved utløst motorvern aktiveres egen rød signallampe i skapdør.

Når hovedmotoren starter er den hydrauliske kretsen avlastet, det vil si oljen blir kjørt direkte til tank via en startavlastningsventil på det hydrauliske aggregatet. Hovedsystemet har en egen, separat PLS for styring av de forskjellige funksjonene. Denne blir matet med 24 VDC som blir tilført fra separat strømforsyning. PLS og radiomottaker er beskyttet mot overspenninger av et overspenningsvern (finvern) som er montert i styrestrømkretsen. PLS'ens utganger går alle via separate interface-relé.

I styreskapet er det montert stikkontakt for tilkobling av instrument eller lignende, som blir forsynt med spenning fra både hoved- og nødsystemet. Magnetventilene på det hydrauliske aggregatet drives med 24 VDC tilført fra felles strømforsyning med PLS. «Standardaggregatet» har 3 stk. magnetventiler i hovedsystemet:

- Startavlastningsventil for pumpe/ventil for heving – «Ventil hev». (Ved å stenge startavlastningsventilen går oljen direkte til sylindrene, og med en balansert ferjekaibru vil denne da heve/løfte seg jevnt. Denne omtales derfor også som «Ventil hev»).
- Ventil for senking av bru – «Ventil senk».
- Ventil for flytestilling og avlastning av ferjekaibru – «Ventil flytestilling».

På aggregat er det også montert en trykkbryter/pressostat for hovedsystemet. Den gir beskjed til PLS om når ferjekaibrua ligger på ferja (oljetrykket er avlastet, lavt trykk), og blir av PLS brukt til å aktivere ventil flytestilling. Når ventil flytestilling er aktivert flyter oljen fritt mellom sylindre og tank slik at ferjekaibrua kan følge ferjas bevegelser. Ferjekaibrua er nå i flytestilling.

På det hydrauliske aggregatet er det også montert en manuell ventil som i åpen stilling gir fri flyt av olje mellom sylindere. Denne brukes når ferja ligger til kai i lengre tid på natt for å sikre at ferjekaibrua følger ferja også om det blir strømbrudd om natten. Denne manuelle ventilen kalles «nattstillingsventil». Ventilhendelen aktiverer i åpen stilling en grensebryter, nattstillingsbryter, som gir beskjed til PLS om at ventil står i posisjon «NATT». I normal drift står ventilen i posisjon «DRIFT».

Sperrebommen har en elektromotor på 0,25 kW som er sikret med motorvern bryter. Ved utløst motorvern aktiveres egen rød signallampe i skapdør. På sperrebommen er det montert grensebrytere som registrerer når bommen er i åpen og lukket posisjon. Det er 2 sett grensebrytere, ett sett for hovedstyring og ett sett for nødstyring. Motoren drives fra en fasevender i styreskap, kontaktorer for opp og ned, styrt av PLS. Hvis bredde på kjørebua er over 6 meter benyttes to like sperrebommer. Systemet har separat styring for hver sperrebom. Sperrebom kan ikke heves uten at ferjekaibrua er i flytestilling.

### 4.3 Nødsystem

Hvis nettet på land faller ut tilføres nødsystemet strøm fra ferja. Det blir forsynt via et kabeluttrekk plassert ved ferjekaibrua. Ved behov trekkes kabel ut og tilkobles en stikkontakt beregnet til formålet, plassert i nærheten av fallporten på ferja.

Strømmen fra ferja overvåkes av en fasekontrollenhet i styreskapet som sikrer at alle faser er i orden, og styrer en fasevender som sikrer at nødmotor og bommotor får tilført spenning med rett faserekkefølge. Fasevenderen er mekanisk forriglet og tilslagsforsinket i 1 sekund for å sikre at styrestrømmen i hovedsystemet blir frakoblet før nødsystemet blir innkoblet.

Hvit signallampe i skapfront og i signalsøyle ute indikerer at strømmen fra ferja er i orden, alle faser er tilstede og er koblet i rett fasefølge. Nødpumpa er mindre og har en mindre motor (som regel 4kW) enn hovedsystemet, og hevingen av ferjekaibrua vil bruke mindre strøm. Hevingen av ferjekaibrua vil da også gå mye saktere.

Nødmotor er sikret med en motorvern bryter og blir startet via en mykstarter. Ved utløst motorvern aktiveres egen rød signallampe i skapdør. Når motor for hydraulisk pumpe starter er den hydrauliske kretsen avlastet, det vil si at oljen blir kjørt direkte til tank via startavlastningsventil på det hydrauliske aggregatet. Nødsystemet har en egen separat PLS for styring av de forskjellige funksjoner. Denne blir matet med 24 VDC som blir tilført fra separat strømforsyning i nødsystemet. PLS og radiomottaker er i nødsystemet beskyttet mot overspenninger av et overspenningsvern (finvern) montert i styrestrømkretsen.

PLS' ens utganger går alle via separate interface-relé.

Program i nød-PLS er identisk med programmet til hoved-PLS med følgende unntak:

- Avlastningskretsen aktiveres ikke ved bruk av nødsystemet.
- Brua fungerer uavhengig av sperrebom. Sperrebom kan parkeres i åpen posisjon, og brua kan fortsatt kjøres opp eller ned.

Forøvrig er nødsystemet bygd opp på samme måte som for hovedsystemet.

### 4.4 Avlastingskrets

Avlastingskretsen har som regel en egen pumpe med elektromotor på 4 kW som styres av hovedsystemets PLS. Avlastningspumpe kan også være felles med nødpumpe. Det vil da være en automatisk vender som er mekanisk forriglet mellom motor og startere.



Ved felles avlastningspumpe vil den da ha en egen ventil for avlastningsfunksjon på pumpa. Avlastningsmotor er sikret med en motorvern bryter og har direktestart. Ved utløst motorvern aktiveres egen rød signallampe i skapdør.

Start av avlastningspumpe er betinget av at systemet er i flytestilling og at sperrebom er helt oppe (når øvre grensebryter er aktivert). For å unngå overopphetning av hydraulikkoljen er det i program for avlastningsfunksjonen lagt inn en maksimal driftstid på ca. 20 minutter. Avlastingsaggregatet vil også stoppe ved aktivert nattstillingsventil.

Ved pausetid ved kai kan en ved å senke sperrebommen under øvre grensebryter stoppe avlastningspumpa. Når sperrebommen igjen heves helt opp, og aktiverer øvre grensebryter, starter avlastningspumpa på nytt og driftstiden blir satt til nye 20 minutter.

## 4.5 System for skjevlast

Ei ferjekaibru som er sideforskjøvet i brubåsen eller dersom brua har høyere vekt på den ene sida, gir dette ulik belastning på høyre og venstre sylinder. Denne tilstanden er her kalt skjevlast. Med standard hydraulisk aggregat, som har fri oljestrøm mellom sylindrene, ville brua bli hengende skjevt.

Største forskjellen på et standardaggregat og skjevlastaggregat er at i skjevlastaggregatet går oljen etter startavlastningsventilen til en mengdefordeler som fordeler oljen likt til to separate kretser, en for høyre og en for venstre sylinder. Med lik mengde til hver sylinder løfter brua seg jevnt, selv med ulik last på sylindrene. Skjevlastaggregatet har to senkeventiler og to flytestillingsventiler, en til hver sylinder. Avlastningstrykket kan da justeres separat for hver sylinder.

Hvis brua er skjev når du starter hevingen fra ferja vil den da normalt forbli like skjev under hele hevingen. For å kompensere for skjevhet er det montert en balanseføler/elektrisk vater i brua, som gir signal til systemet ved skjevhet over 2° i bruas tverretning. Systemet vil da åpne senkeventilen på den sida som er høyest for å jevne ut skjevheten.

Ved senking er det ingen mengdefordeler og da vil vektfordelingen avgjøre sylinderbevegelsen. For å kompensere litt for dette blir strupeventilene for senking strupet litt mer på den tyngste siden, slik at brua senkes så jevnt og parallelt som mulig. I tillegg kompenserer hovedsystemet for skjevhet under senking på mer enn 2° i tverretning ved å stenge senkeventil på laveste side til skjevheten er utjevnet.

Også ved stillstand (når brua henger) vil systemet utligne skjevheter ved å åpne senkeventil på den høyeste siden og senke til skjevheten er utlignet.

Skjevlastaggregatet har to trykkbrytere for start av flytestilling, en for hver sylinderkrets. Nødsystemet har ikke balanseføler og derfor må justering av strupeventiler for senking være så nøyaktig som mulig slik at senking av ferjekaibrua blir mest mulig parallell.

For øvrig er funksjonene som for standardsystemet.

## 4.6 Radiostyring

For manøvrering av ferjekaibru, er det to muligheter:

- Bruk av radiostyring
- Bruk av trykknapper montert i front på styreskap i maskinhus

Radiomottaker er forsynt med kabel og multiplugg: Plugg serie H-A 10, stiftinnsats type H-A 10 SS med kabelkåpe type H-A 10 TS med 2-3 m kabel.

Valg av frekvens og koding følger bestemmelser fra Vegdirektoratet. Alle ferjestrekninger i riks- og fylkesvegsamband har felles ID-kode.

Radiomottakeren for radiostyringen monteres ved siden av styreskapet, tilkoblet via multikontakt montert på topp av styreskapet. Mottaker blir tilført spenning via en automatisk vender som veksler styrestrømmen mellom hoved- og nødsystemet alt etter hvor styreskapet blir forsynt med spenning fra. Styresystemet sender og mottar tre signaler, «BRU OPP», «BRU NED» og «BOM NED». Radiosenderen har trykknapper merket etter dette.

Radiostyringen kan brukes parallelt med trykknappene plassert i front på styreskapet. Når PLS i styreskapet mottar signal fra radiomottakeren eller fra trykknappene plassert i front på styreskapet, lyser gul lampe merket «RADIOSIGNAL» i front på styreskapet samt gul lampe i signalkolonne ute ved ferjekai-brua så lenge som styreknapp er aktivert. Dette for å sikre at brukerne får tilbakemelding om at radiosignalene blir mottatt av styresystemet.

## 5 Annet utstyr

### 5.1 Jordfeil og feil på overspenningsvern

Hvis det er montert jordfeilvarsler og overspenningsvern med signalkontakt i hovedfordeling kan disse drive en egen varsellampe for jordfeil/feil montert på utsiden av maskinhus.

### 5.2 Servicebryter

Inne i styreskapet er det montert en servicebryter/vender som tillater brukeren å koble nettstrøm inn på nødstyringen. Med bryteren satt i posisjon «NØDSTRØM FRA LAND» er nettstrømmen koblet inn på nødstyringen og nødstrømtilførselen fra ferje er frakoblet. Nødsystemet kan da kjøres med strøm fra land. Dette kan brukes for å kjøre nødsystemet ved feil på hovedsystemet frem til at denne feilen blir rettet. En slipper da å plugge inn nødstrømkabelen ved hvert anløp.

Posisjon «NØDSTRØM FRA FERJE» er normalstillingen under vanlig drift hvor hovedsystemet er tilkoblet nettsiden og nødsystemet er forberedt for tilførsel fra ferja.

### 5.3 Nattstilling/nødsenk

Med ferja liggende til ferjekaibrua om natta er det ønskelig å få brua til å følge ferjebevegelsene også ved strømbrydd. Til dette benyttes en manuell ventil på det hydrauliske aggregatet merket «DRIFT/NATT». Stilling «DRIFT» er for vanlig drift av ferjekaibrua.

En kan også bruke denne ventilen til en nødsenk-funksjon ved å åpne ventilen kontrollert mot stilling «NATT». Oljen vil da fritt strømme gjennom hydraulikksystemet og brua vil senkes. Hvis ventilen står i stilling «NATT» og ferjekaibrua ligger nede på ferja, vil brua følge ferja sine bevegelser uavhengig av om det er strøm på anlegget eller ikke. Med kranen i stilling «NATT» vil grensebryter være aktivert, og dette medfører at magnetventil, flytestillingslampe og avlastingsmotor settes ut av drift.

Når kranen igjen settes i stilling «DRIFT» vil PLS'en gå tilbake til flytestilling, hvis dette var utgangspunktet før kranen ble satt i stilling «NATT», og anlegget ikke har vært spenningsløst. Den grønne flytestillingslampen tenner, magnetventil åpner og avlastingsmotor starter. Ferjekaibrua er igjen i flytestilling.



## 6 Funksjonsbeskrivelse hovedsystem

### 6.1 Ferjeanløp

For manøvrering av ferjekaibru, er det to muligheter:

- Bruk av radiostyring
- Bruk av trykknapper montert i front på styreskap i maskinhus

Når PLS'en mottar signal fra radiomottakeren eller fra trykknappene aktiveres gul lampe merket «RADIO-SIGNAL» i front på styreskapet og gul lampe i signalsøyle ute ved ferjekaibrua så lenge som styreknapp er aktivert. Dette for å sikre at brukerne får tilbakemelding om at radiosignalene blir mottatt av styresystemet. Hovedmotoren startes ved å betjene radioens knapp (eller trykknapp i dørfrent) merket «BRU OPP». For å unngå utilsiktet start har funksjonen et tidsforsinket tilslag på 0,5 sekunder innen det starter. Heving og senking av ferjekaibrua er forriglet mot sperrebom. Sperrebom må være nede (nedre grensebryter må være aktivert) for å kjøre ferjekaibrua opp eller ned.

Hovedmotor starter avlastet via startavlastningsventil som først kan aktiveres etter at mykstart er ferdig med startforløp (i bypass), eller etter tidsgrense på ca. 5 sekunder (mykstart uten bypass-signal). Videre aktivering av knappen merket «BRU OPP» aktiverer startavlastningsventilen med ca. 0,5 sekunders forsinkelse.

Hovedmotorens startfunksjon har gangtid (forsinket stopp) på 1 minutt etter at funksjonene «BRU OPP» eller «BRU NED» siste gang er betjent. Ferjekaibrua heves til ønsket høyde og ferja kan legges i posisjon. Senking av brua kan foretas ved å betjene radioens knapp (eller trykknapp i dørfrent) merket «BRU NED», slik at senkeventilen aktiveres.

Når brua er senket ned på ferja og trykket har sunket til under innstilt trykk (20–40 bar), trykkbryter/presostat har vært aktivert i ca. 2 sekunder, og en fortsatt holder inne funksjonsknapp «BRU NED», går systemet i flytestilling. Grønn lampe merket «FLYTESTILLING» i front på styreskapet og på signalkolonnet ute er aktivert. Flytestillingsventilen er konstant aktivert. Ferjekaibrua er nå i flytestilling og følger ferja.

Sperrebommen kan da heves til vertikal posisjon ved fortsatt å holde inne knappen for «BRU NED» inntil grensebryter (BOM OPPE) blir aktivert. Hvis trykknappen «BRU NED» slippes før bommen er oppe, stopper bommen. Avlastningsaggregatet starter når sperrebom er helt oppe (det vil si at øvre grensebryter er aktivert). Trykket av ferjekaibrua blir nå avlastet med innstilt avlastningstrykk.

For å unngå overoppheting i oljetank og pumpe gjelder følgende:

- Innlagt i program for PLS - maksimal driftstid for avlasting på 20 minutter
- Avlastingsaggregatet vil stoppe ved aktivert nattstillingsventil.
- Ved å senke sperrebom under øvre grensebryter stopper avlastingspumpe.

### 6.2. Ved lengre tids pause ved kai

Ved pausetid ved kai senkes sperrebommen ned til ønsket stilling ved å betjene radioens midterste knapp (eller manuell trykknapp) merket «BOM NED». Avlastingspumpe vil da stoppe.

For heving av bom betjenes knapp merket «BRU NED» til bommen igjen er i vertikal posisjon. Når sperrebom er hevet helt opp og aktiverer øvre grensebryter, starter avlastingspumpe på nytt og driftstiden blir

satt til nye 20 minutter. Når ferja ligger til kai over lengre tid på natt, settes manuell ventil merket «DRIFT/NATT» i stilling «NATT». Dette for å sikre at ferjekaibrua følger ferja også om det blir strømbrydd på natt. Ventilhendelen aktiverer da nattstillingsbryteren som gir beskjed til PLS, som da kobler ut avlastningsmotor og flytestillingsventil, samt slukker grønn lampe. I «NATT» flyter oljen fritt mellom sylindere og tank.

Når manuell ventil igjen settes i stilling «DRIFT» vil automatikken aktivere ventiler og grønn lampe, og ferjekaibrua er igjen i flytestilling.

### 6.3. Ferjeavgang

Sperrebommen senkes ved å holde inne knappen merket «BRU OPP». Brua heves ikke før sperrebommen er kommet i nedre stilling og grensebryteren «BOM NEDE» er aktivert. Når sperrebommen er kommet klar øvre grensebryter «BOM OPPE» stopper avlastningsmotor og hovedmotor starter.

Hvis knappen «BRU OPP» slippes før sperrebommen er helt nede, går systemet tilbake i flytestilling. Når sperrebommen når nedre grensebryter «BOM NEDE», oppheves flytestilling. Grønn lampe merket «FLYTESTILLING» i front på styreskapet og signalkolonne ute er nå slukket. Fallporten på ferja kan heves og låsing av ferje mot ferjekaibru er opphevet.

Ved å aktivere knappen «BRU OPP» heves brua klar av ferja. Ferja kan nå forlate ferjekaibrua.

## 7 Funksjonsbeskrivelse nødsystem

### 7.1 Ferjeanløp

Nødmotor starter avlastet via startavlastningsventil som først kan aktiveres etter at mykstart er ferdig med startforløp (i bypass) eller etter tidsgrense på ca. 5 sekunder (mykstart uten bypass-signal). Videre aktivering av «BRU OPP» knappen aktiverer startavlastningsventilen med ca. 0,5 sekunders forsinkelse. Aggregatets startfunksjon har en gangtid (forsinket stopp) på 1 minutt etter at trykknappene «BRU OPP» eller «BRU NED» siste gang er betjent.

Ferjekaibrua heves til ønsket høyde og ferja kan legges i posisjon.

Senking av brua kan foretas ved å betjene radioens knapp (eller trykknapp i dørfront) merket «BRU NED», slik at senkeventilen aktiveres. Når brua er senket ned på ferja og trykket har sunket til under innstilt trykk (20-40 bar), trykkbryter/pressostat har vært aktivert i ca. 2 sekunder, og en fortsatt holder inne funksjonsknapp «BRU NED», går systemet i flytestilling. Grønn lampe merket «FLYTESTILLING» i front på styreskapet og på signalkolonne ute er aktivert. Flytestillingsventilen er nå konstant aktivert og ferjekaibrua er i flytestilling og følger ferja. Fallporten på ferja kan nå legges ned på ferjekaibrua for låsing av bru til ferje.

Sperrebommen kan heves til vertikal posisjon ved å holde inne knappen for «BRU NED» til grensebryter aktiveres.

### 7.2 Ved lengre tids pause ved kai

Ved pausetid ved kai senkes sperrebommen ned til ønsket stilling ved å betjene radioens midterste knapp (eller manuell trykknapp) merket «BOM NED».

For heving av bom betjenes trykknapp merket «BRU NED» til bommen igjen er i vertikal posisjon. Når ferja ligger til kai over lengre tid på natt, settes manuell ventil merket «DRIFT/NATT» i stilling «NATT». Dette for å sikre at ferjekaibrua følger ferja også om det blir strømbrudd på natt. I «NATT» flyter oljen fritt mellom sylindere og tank.

På nødsystemet er det ingen kobling mellom nattstillingsbryteren og PLS.

### 7.3 Ferjeavgang

Sperrebommen senkes ved å holde inne trykknappen merket «BRU OPP». Brua fungerer uavhengig av sperrebom. Sperrebom kan parkeres i åpen posisjon, og man kan fortsatt kjøre brua opp eller ned. Når sperrebommen er kommet klar øvre grensebryter stopper avlastingsaggregat og startavlastningsventil/ventil hev er deaktivert og hovedaggregat starter.

Hvis knappen «BRU OPP» slippes før sperrebommen er helt nede, går systemet tilbake i flytestilling. Når sperrebommen når nedre grensebryter «BOM NEDE», oppheves flytestilling. Grønn lampe merket «FLYTESTILLING» i front på styreskapet og signalkolonne ute er nå slukket. Fallporten på ferja kan nå heves, og låsing av ferje mot ferjekaibru er opphevet.

Ved å aktivere knappen «BRU OPP» heves brua klar av ferja. Ferja kan nå forlate ferjekaibrua.





## 8 Betjening

### 8.1 Betjeningsinstruks

Når ferja legger til kai, skjer følgende:

- Ved hjelp av radiosender eller trykknapper i front på styreskapet kjøres ferjekaibrua i riktig høyde slik at ferja kommer i stilling.
- Når ferja er kommet på plass betjenes trykknapp «BRU NED» og ferjekaibrua senkes ned på ferja.
- Når ferjekaibrua er senket ned på ferja holder en fortsatt inne knappen merket «BRU NED» helt til grønn lampe som indikerer flytestilling lyser. Denne lampen er en del av signalsøylen som er plassert godt synlig fra ferjedekket.

Sperrebommen vil ikke kunne heves før ferjekaibrua er i flytestilling og den grønne lampen lyser. Når man har fått flytestilling må knappen «BRU NED» fortsatt holdes inne til sperrebommen er hevet til vertikal posisjon. Hvis avlastingsmotor er tilkoblet, vil denne starte når brua er i flytestilling (grønn lampe lyser) og sperrebom er i vertikal posisjon slik at øvre grensebryter for sperrebom er aktivert.

Når avlastningsaggregat er i drift vil ferjekaibrua være avlastet. En kan velge ikke å bruke/stoppe avlastningsaggregatet ved å senke sperrebom litt, til den er lavere enn øverste posisjon for øvre grensebryter. For å unngå overopphetning av olje og avlastningspumpe er det lagt inn en maksimal driftstid for avlastningsaggregat på 20 minutter. Avlastningsaggregatet vil også stoppe ved aktivert nattstillingsventil.

For å se at systemet mottar signaler fra radiosenderen når denne betjenes, vil gul lampe i front på styreskapet og gul lampe i signalsøylen lyse i takt med sender.

Når ferja går fra kai, skjer følgende:

- Sperrebommen senkes helt ned ved å trykke på knappen «BRU OPP». Det er en forutsetning for å kunne heve eller senke ferjekaibrua at sperrebommen er helt nede og styresystemet har mottatt signal om at nedre grensebryter er aktivert.
- Når sperrebommen er i horisontal posisjon og nedre grensebryter er aktivert, vil grønn lampe slukke, og flytestilling er opphevet.
- Ved fortsatt å holde inne styreknappen for «BRU OPP» heves ferjekaibrua. Når ferjekaibrua er hevet i ønsket høyde kan ferja forlate ferjeleiet.

### 8.2 Betjening av anlegget ved nettutfall

Hvis nettet på land faller ut kan ikke ferjekaibrua opereres ved hjelp av hovedaggregatet. Ved nettutfall på land, eller at det har oppstått annen feil som gjør at hovedsystemet ikke fungerer, kan en benytte nød-/reservesystemet ved å tilføre strøm fra ferja.

Nødstrømskabel som er montert i stativ-/kabeluttrekk for nød-/reservestrøm, plassert på land ved ferjekaibru, trekkes da om bord i ferje og plugges til stikkontakt beregnet til formålet. Denne er plassert i nærheten av fallporten på ferja. Når nødstrømmen er tilkoblet vil hvit lampe i signalanlegget lyse. Anlegget kan deretter opereres på vanlig måte med de begrensninger som gjelder for nødsystemet. Det vil nå være betydelig redusert hastighet ved heving av ferjekaibrua. Dette er normalt, og skyldes at pumpa på nødsystemet er mye mindre enn den på hovedsystemet.

Hvis det er feil på den tilkoblede strømmen, eventuelt at det mangler fase, vil hvit lampe være slukket. Kvalifisert personell ombord på ferja kan da varsles slik at feilen kan finnes og utbedres.

### 8.3 Betjening av anlegget ved defekt PLS

Hvis hovedstyringen ikke fungerer tilfredsstillende men nettstrømmen fra land er i orden, kan nødstyringen kjøres med strøm fra nettet. I styreskapet er det montert en servicevender/-bryter som tillater brukeren å koble nettstrøm inn på nødsystemet. Med bryteren satt i posisjon «NØDSTRØM FRA LAND» er nettstrøm koblet inn på nødstyringen og tilførsel for nødstrøm fra ferje er frakoblet. Anlegget kan deretter opereres på vanlig måte med de begrensninger som gjelder for nødsystemet.

Når hovedstyringen er reparert settes servicevender/-bryter i posisjon «NØDSTRØM FRA FERJE». Dette er stillingen under normal drift, hvor hovedsystemet er tilkoblet nettsiden og nødsystemet er forberedt for tilførsel fra ferja.

## 9 Oppsummering

### 9.1 Sjekkliste

Nedenfor finnes en oppsummering av hvilke valgmuligheter man har ved utforming av styresystem:

- Aggregathus med innhold, utforming, plassering av dør og vindu, utsparinger for hydraulikk og elektro.
- Motorstørrelse for aggregat.
- Nødkjøringsmotor og avlastingsmotor felles eller to separate motorer.
- Aggregat med eller uten avlastning og med eller uten skjevlastfunksjon.
- En eller to sperrebommer
- Størrelse på landstrømskontakt(er)
- Vannfylling til ferje, låsbart lokk over kran for å hindre uønsket bruk.
- Størrelse på nødstrømskontakt på 16 A eller 32 A. (Det kan velges større nødkjøringsmotor/-pumpe, men det kan være et problem å ha to størrelser når ferjer flyttes.)
- 230 V tilførsel er dagens standard, men det er et ønske om 400 V mange steder. Det kommer sannsynligvis flere anlegg med 400V strømtilførsel. Dette må tas med i vurderingen da det blir et problem når ferjer flyttes mellom samband, når det kommer (gamle) erstatnings ferjer osv. I en overgangsfase kan det være fornuftig å legge opp både 230 V og 400 V. Dette må da gjøres til både hovedstrøm og nødstrøm.

### 9.2 Bruk av avlastningsaggregat på samband med små ferjer

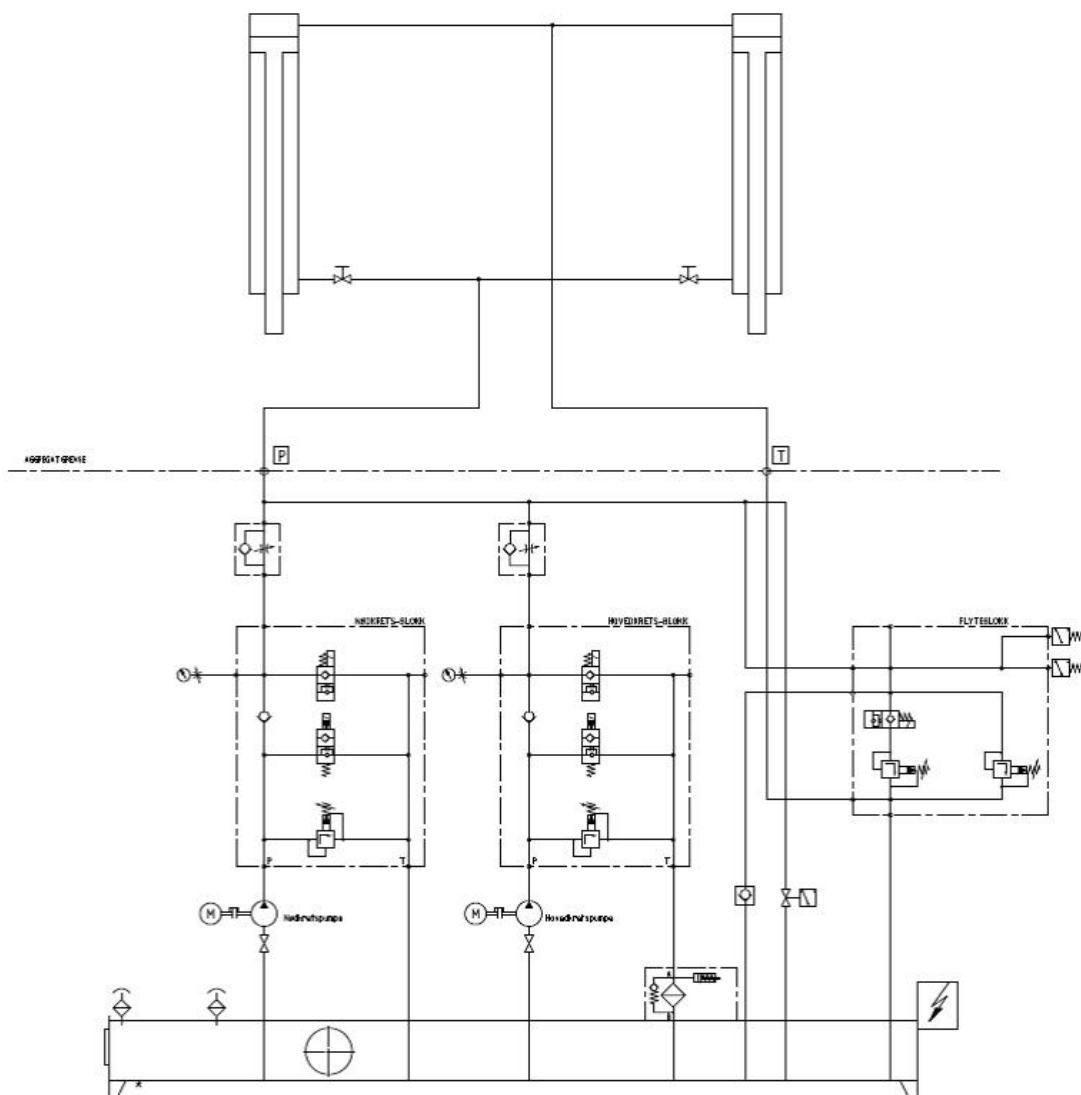
Under er det listet noen punkter man må være spesielt oppmerksom på ved bruk av avlastningsaggregat på samband med små ferjer med liten oppdrift:

1. Ferjekaibrua vil ligge på ferjas recess med brukslast, ca. 300 kN (med trafikk og vekt av liten ferjekaibru 4,5 x 15 meter)
2. Ferjekaibrua kan ligge på ferjas recess med redusert brukslast, ca. 150 kN (uten trafikk - bare vekt av avlastet ferjekaibru)
3. Ferja må ha tilstrekkelig oppdrift i skroget og styrke i recessen til å ta imot den største brukslasten (ca. 300 kN) + tillegg fra punkt 6
4. Ferjekaier som er utstyrt med avlastningsaggregat: Denne holder en del av egenvekta av ferjekaibrua (trafikklast kommer alltid i tillegg).
5. Avlastningsfunksjonen kan koples ut, så recessens kapasitet og båtens oppdrift må dimensjoneres som om avlastningsfunksjonen er inaktiv.
6. Skipskonsulent/verft vurderer hvordan ferja vil bevege seg ved ferjekaia og hvor store tilleggskrefter dette vil skape (utover den normale brukslasten).
7. Ferja bygges slik at den passer til ferjekaiene med hensyn til høyde, bredde, dybde, manøveregenskaper, propellutrustning med tanke på utgraving under vann osv.

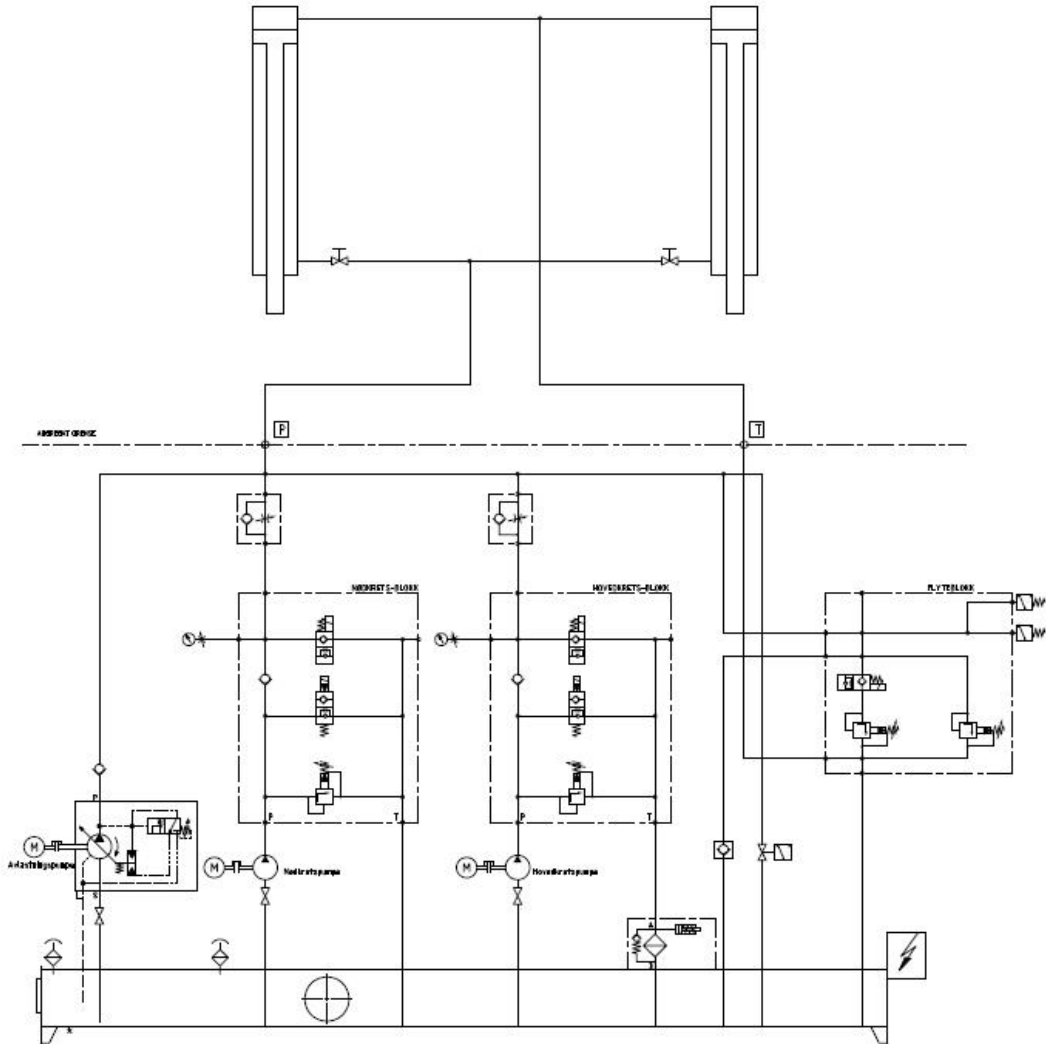
# Vedlegg 1

## Typiske eksempler på hydraulikkskjema

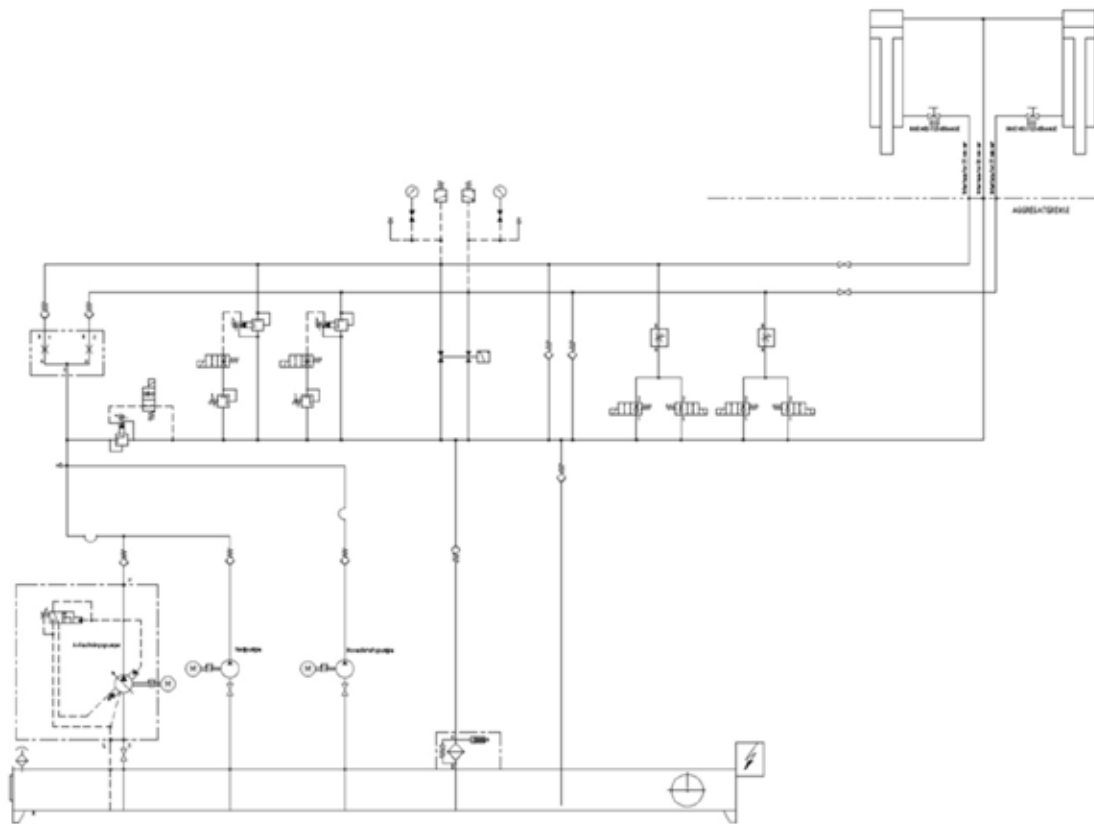
Hydraulikkskjema: Aggregat med nedkjøring og uten avlastning:



Hydraulikkskjema: Aggregat med felles nedkjøring og avlastningsmotor:



Hydraulikkskjema: Aggregat for skjevlast med felles nedkjøring og avlastningskrets – 2 motorer:

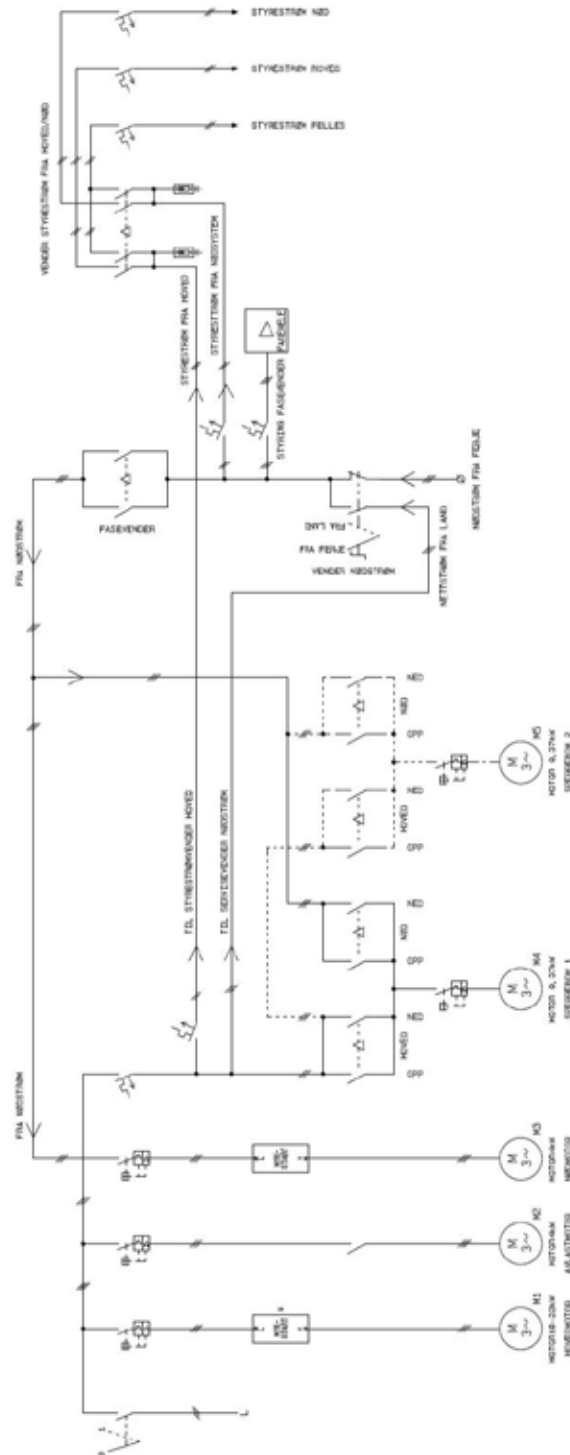


## Vedlegg 2 Elektro- og PLS-skjema

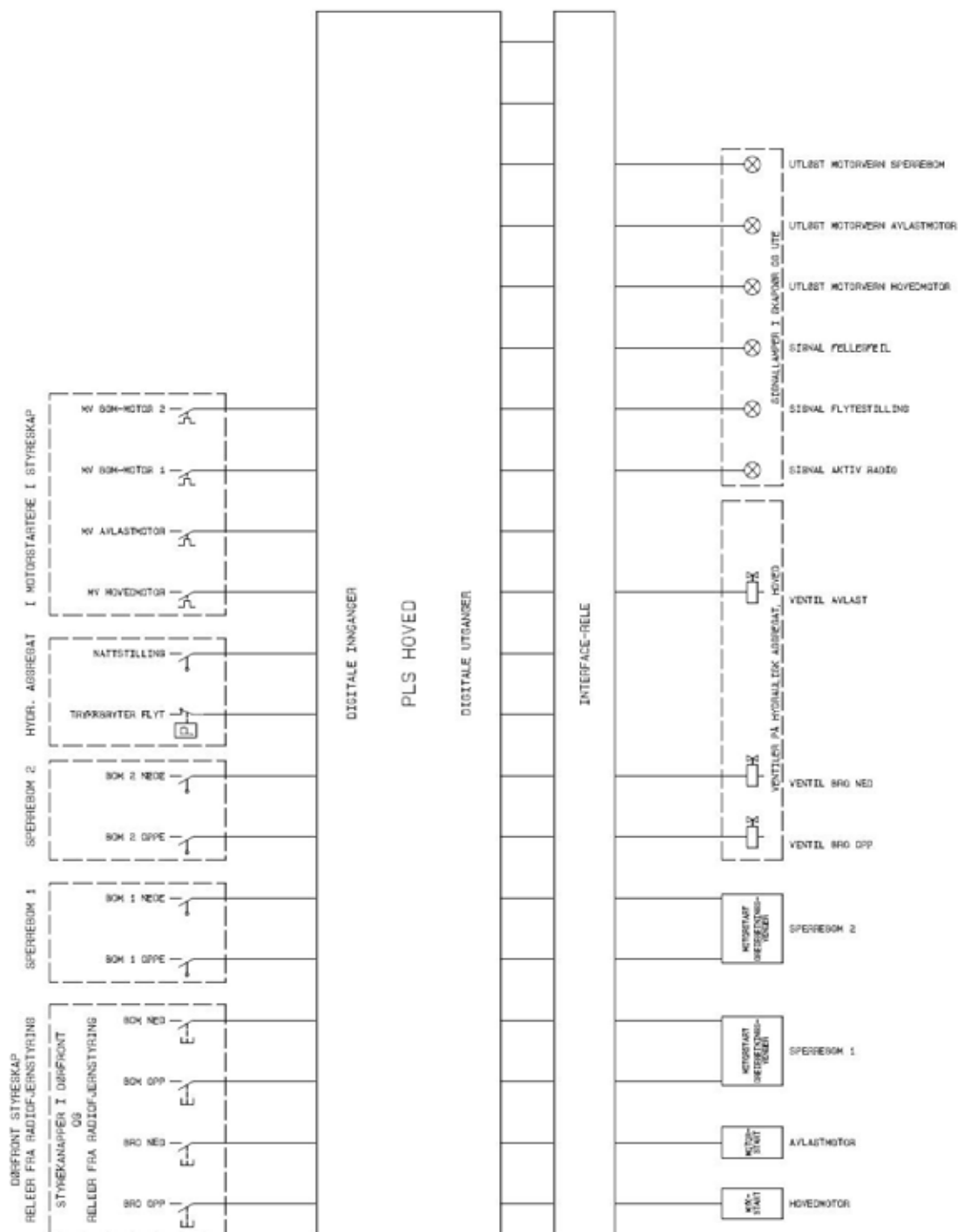
### Vedlegg 2.1

#### Aggregat med 3 elektromotorer, uten skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer

Eksempel på elektro-skjema for et aggregat med 3 elektromotorer, uten skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer:

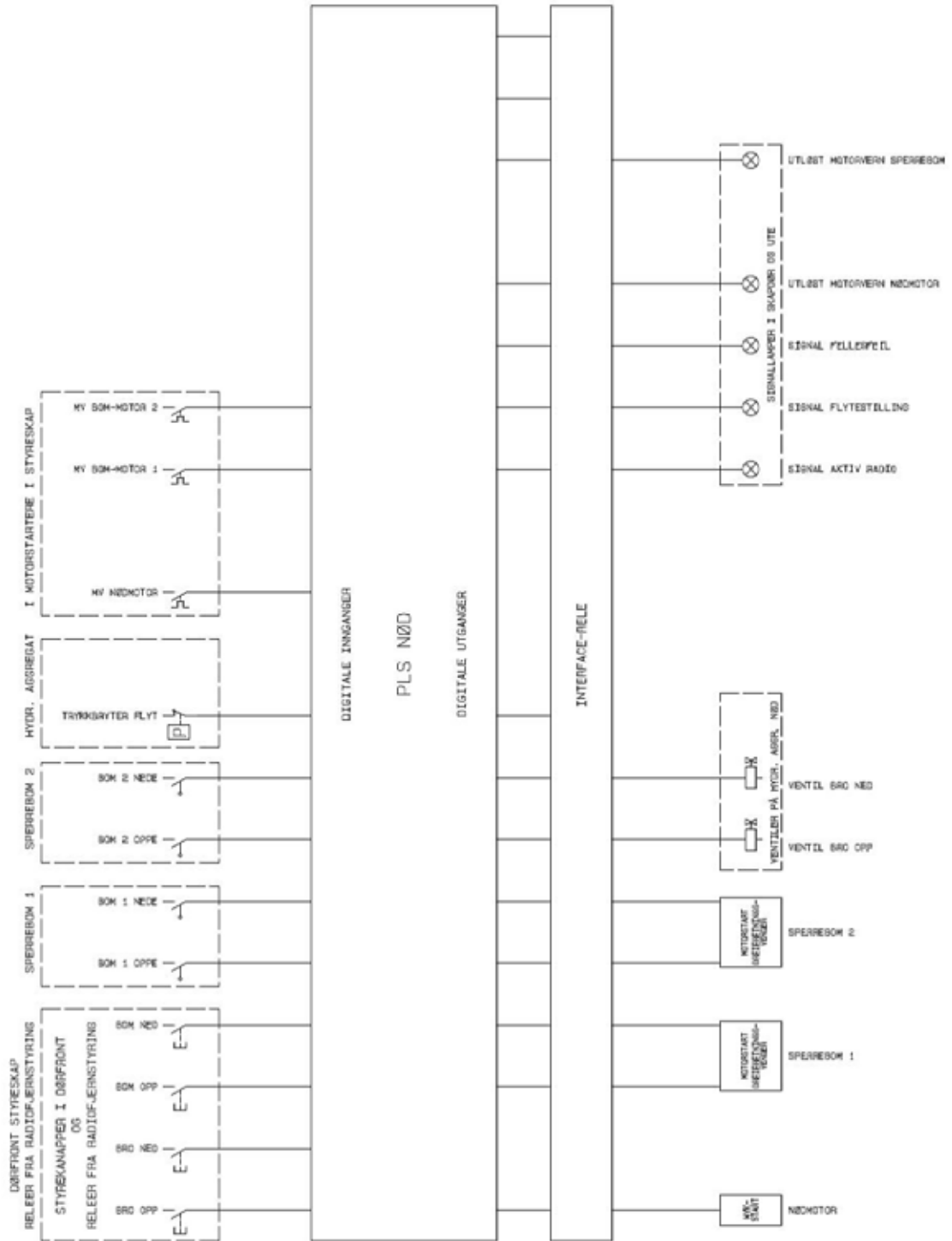


Tilhørende PLS-skjema for hovedside:



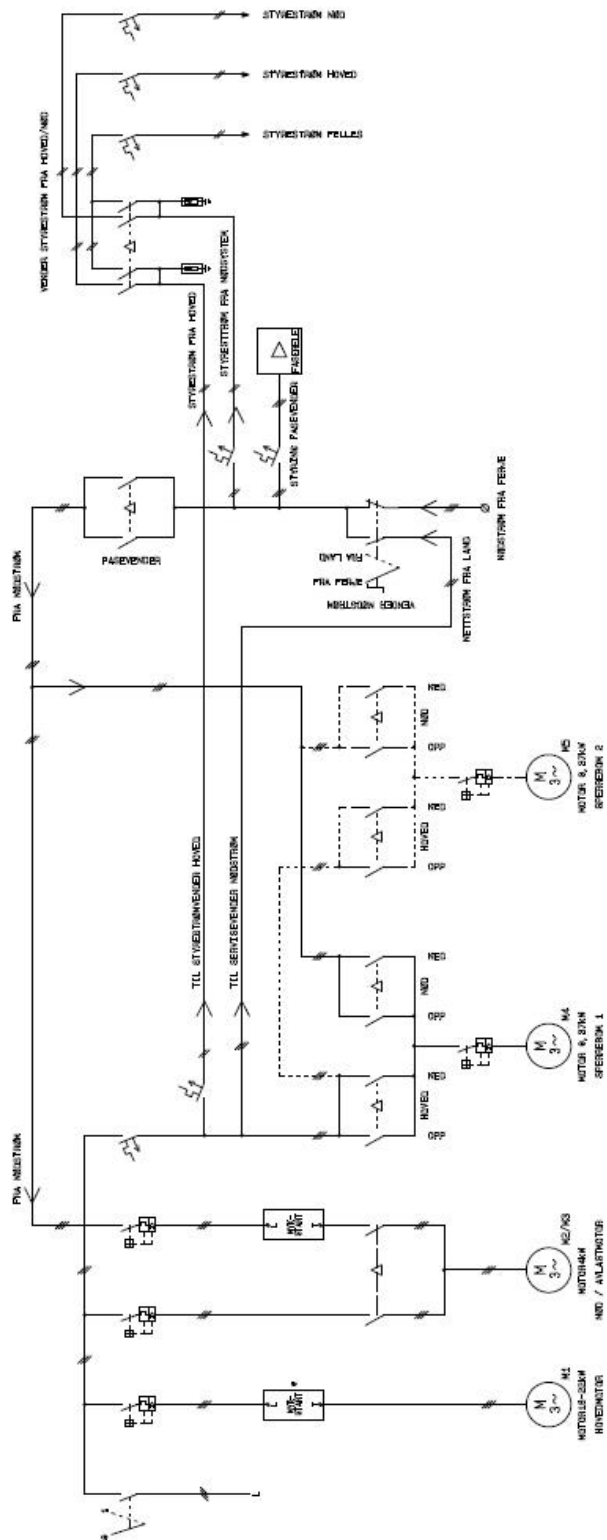


Tilhørende PLS-skjema for nødside:

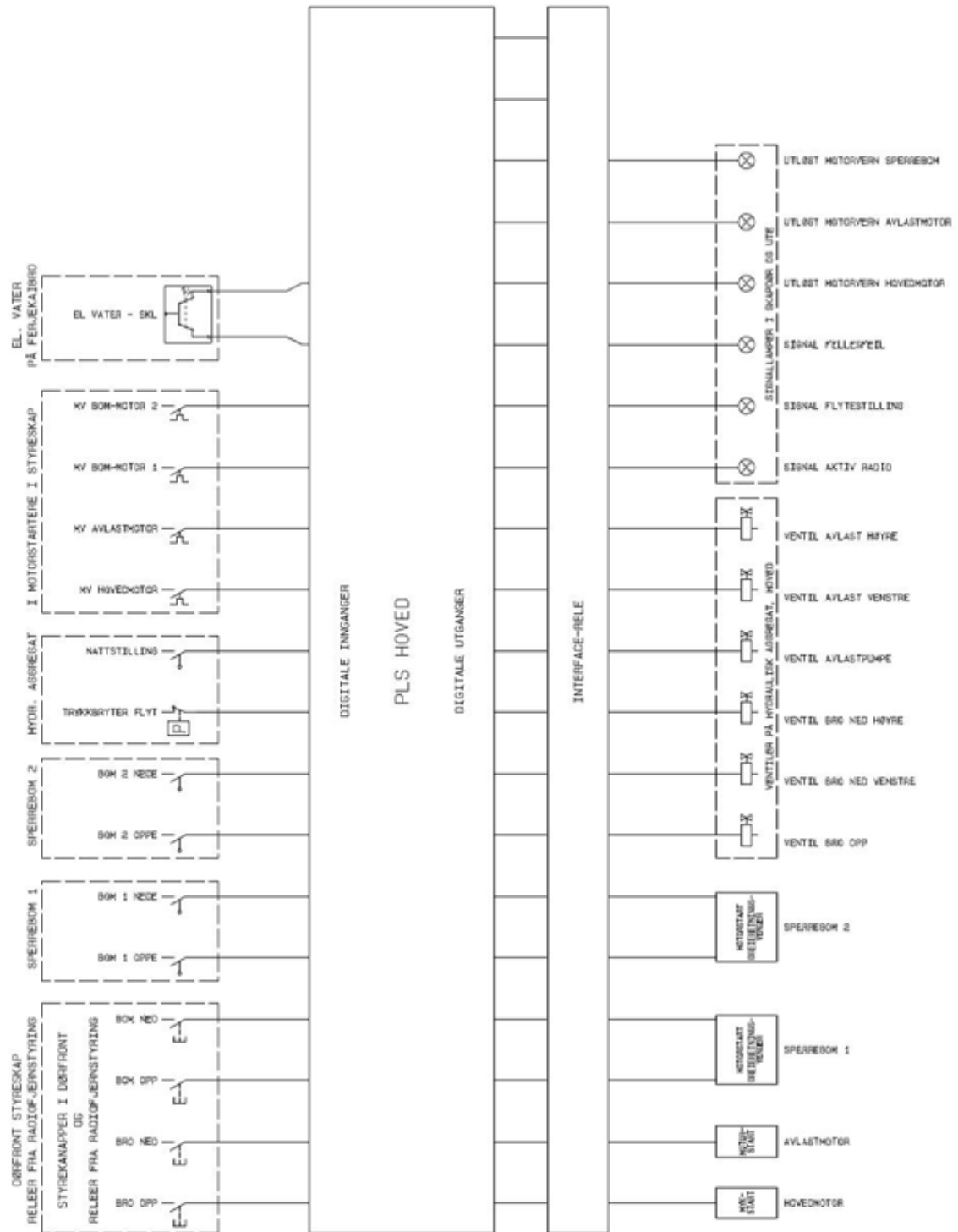


## Vedlegg 2.2 Aggregat med 3 elektromotorer, med skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer

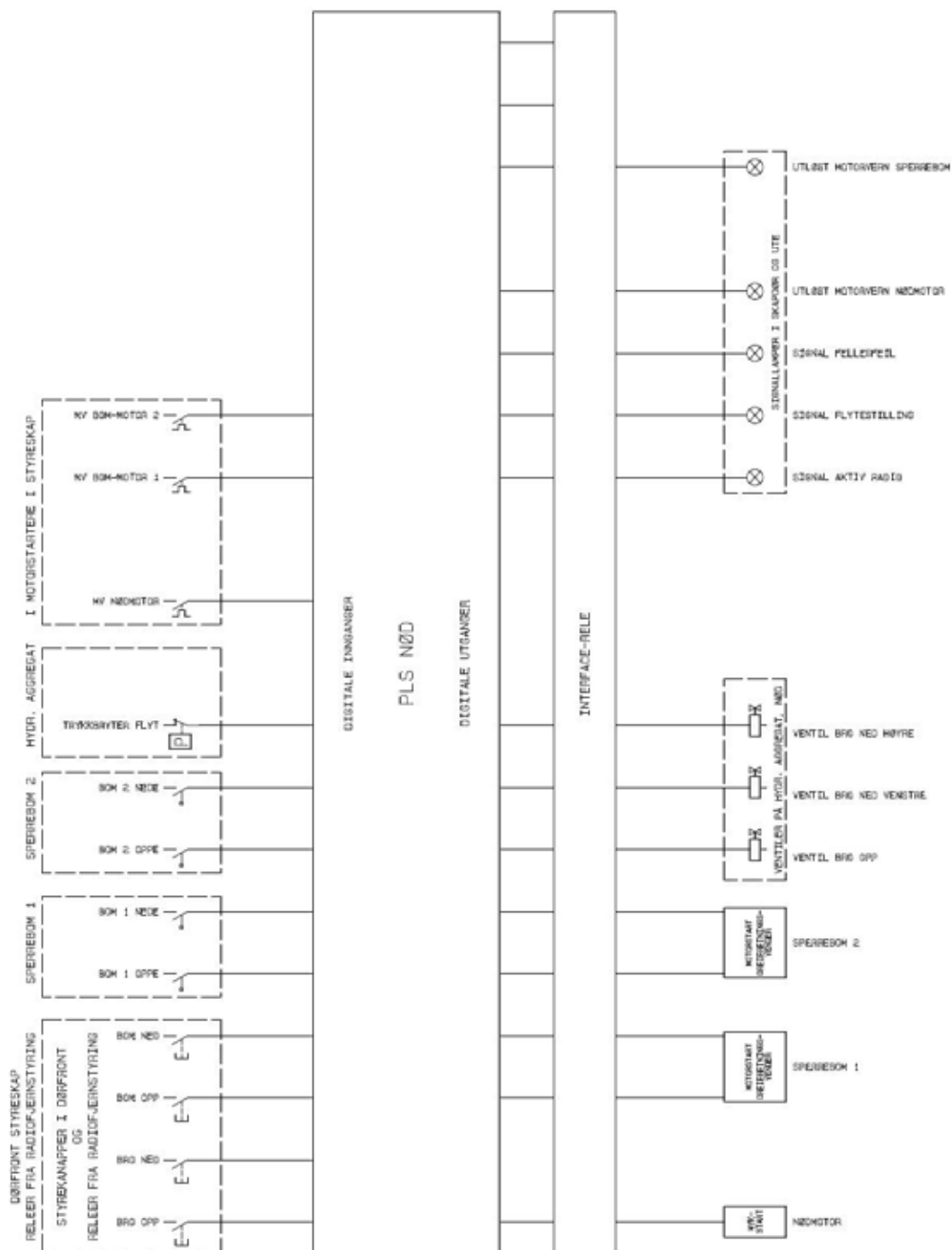
Eksempel på elektroksjema for et aggregat med 2 elektromotorer, med skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer:



Tilhørende PLS-skjema for hovedside:



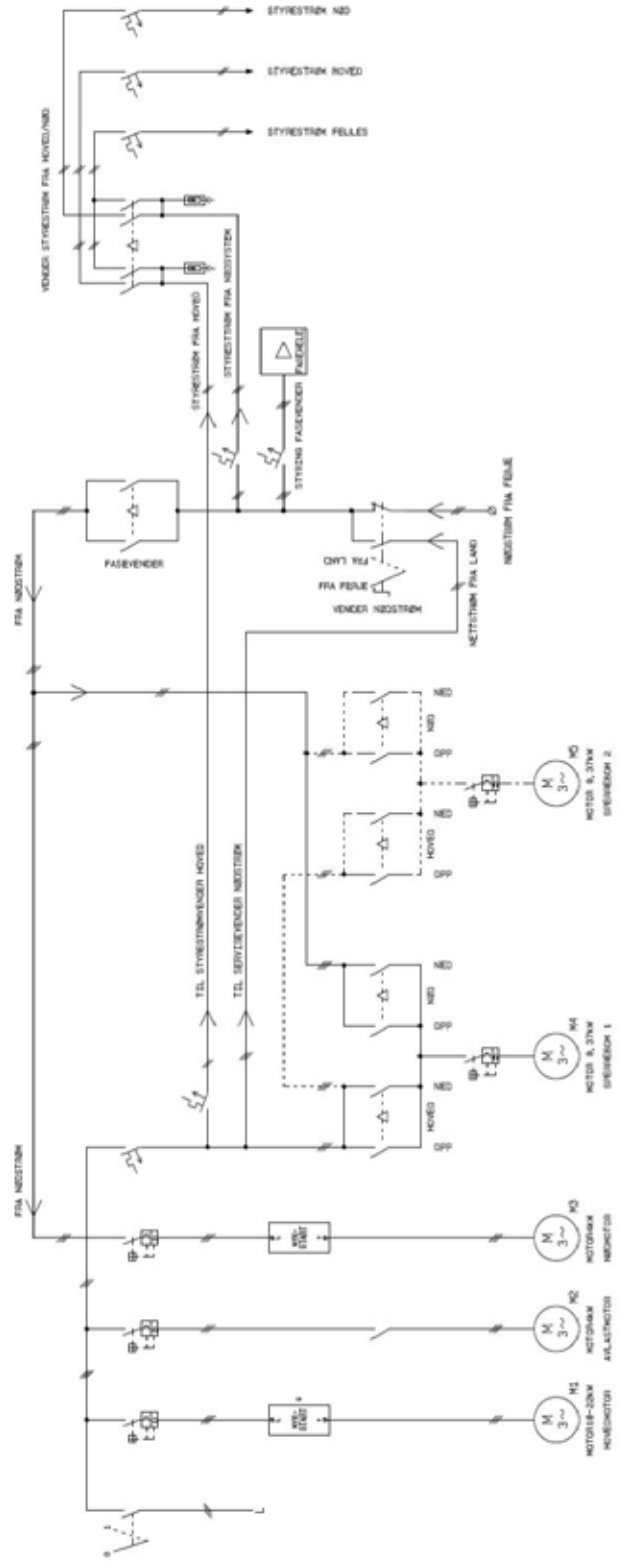
Tilhørende PLS-skjema for nødside:



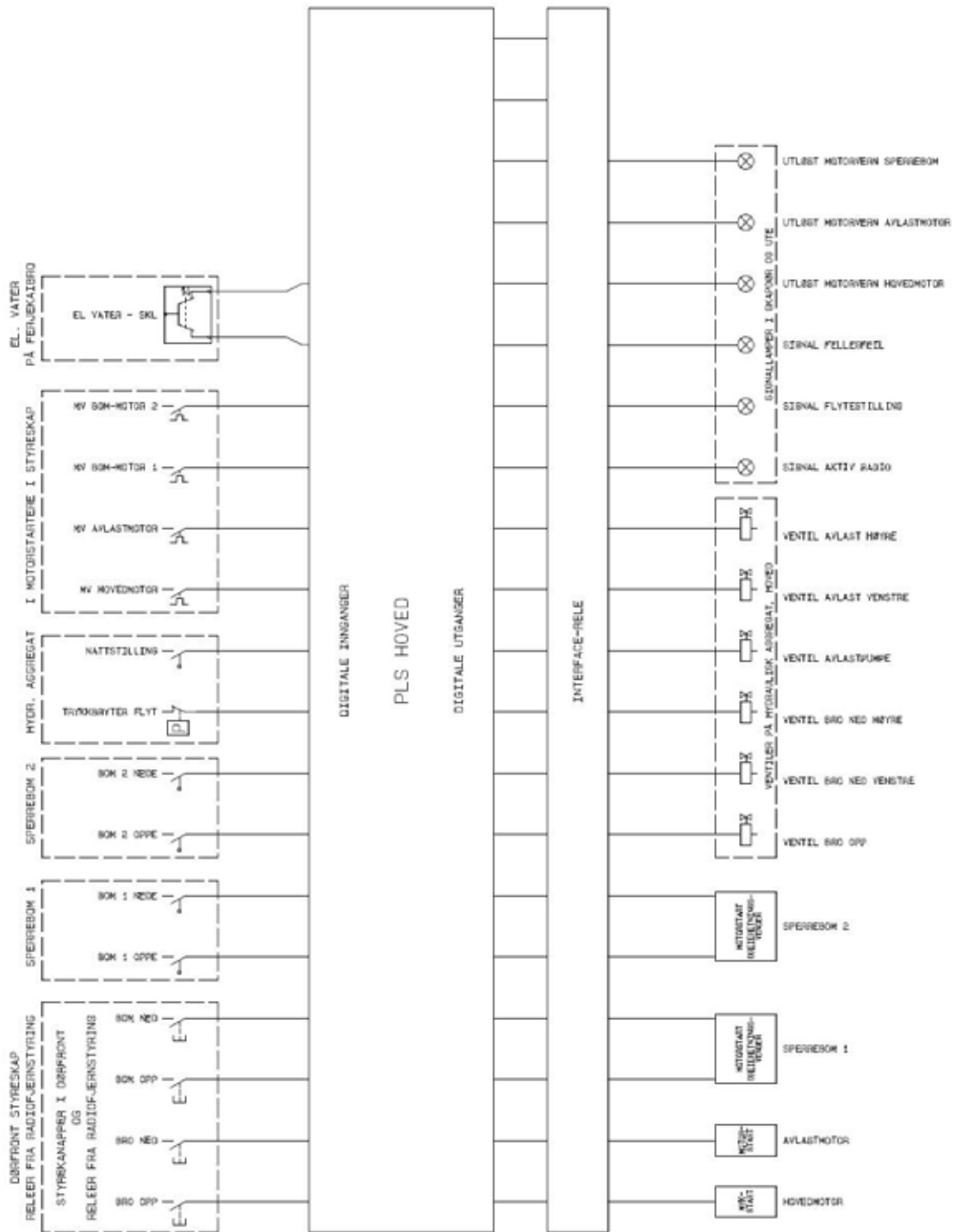
**Vedlegg 2.3**

**Aggregat med 3 elektromotorer, med skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer**

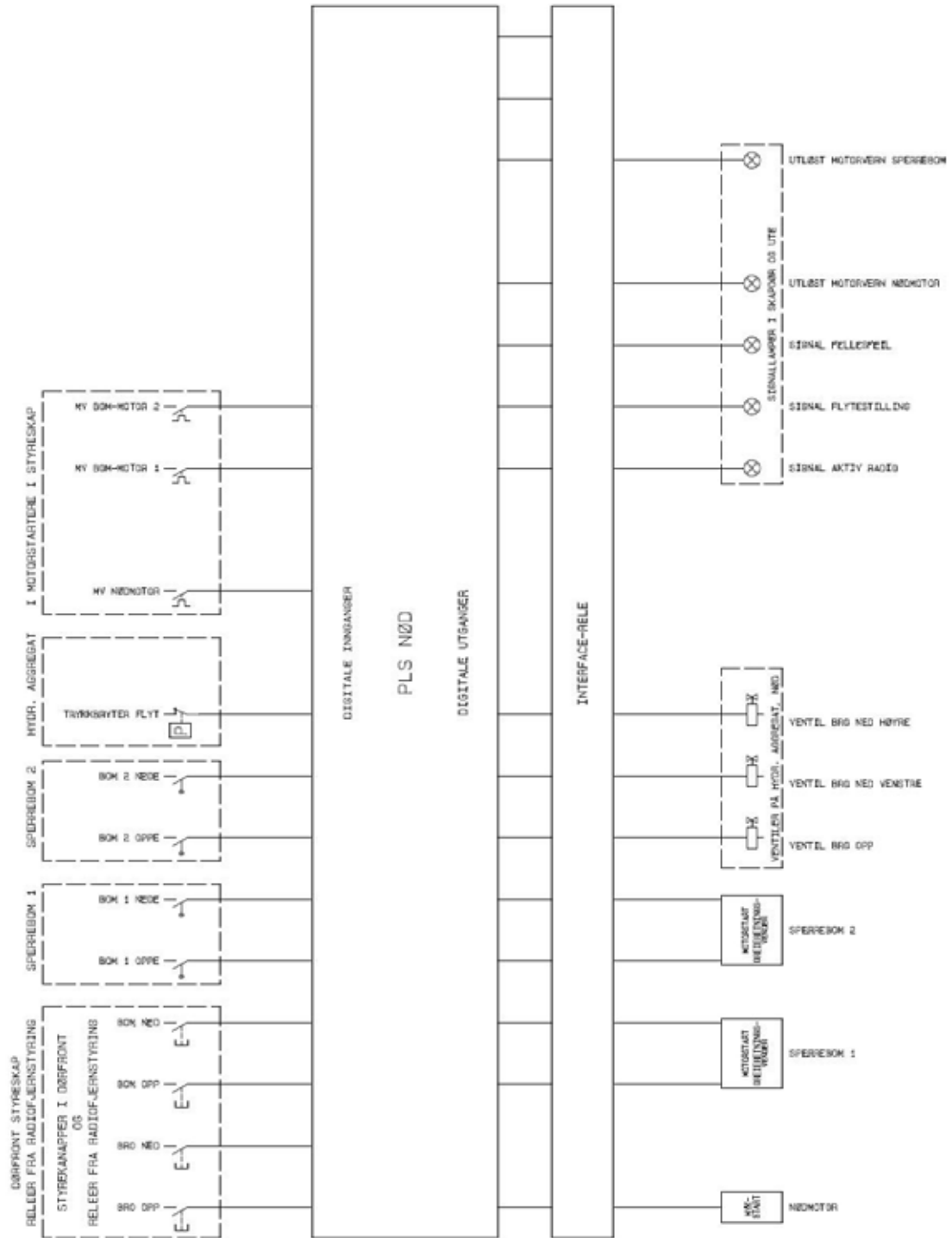
Eksempel på elektroksjema for et aggregat med 3 elektromotorer, med skjevlastfunksjon og med 2 sperrebommer:



Tilhørende PLS-skjema for hovedside:



Tilhørende PLS-skjema for nødside:





[www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker](http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker)

ISBN 978-82-7207-719-7

**Trygt fram sammen**