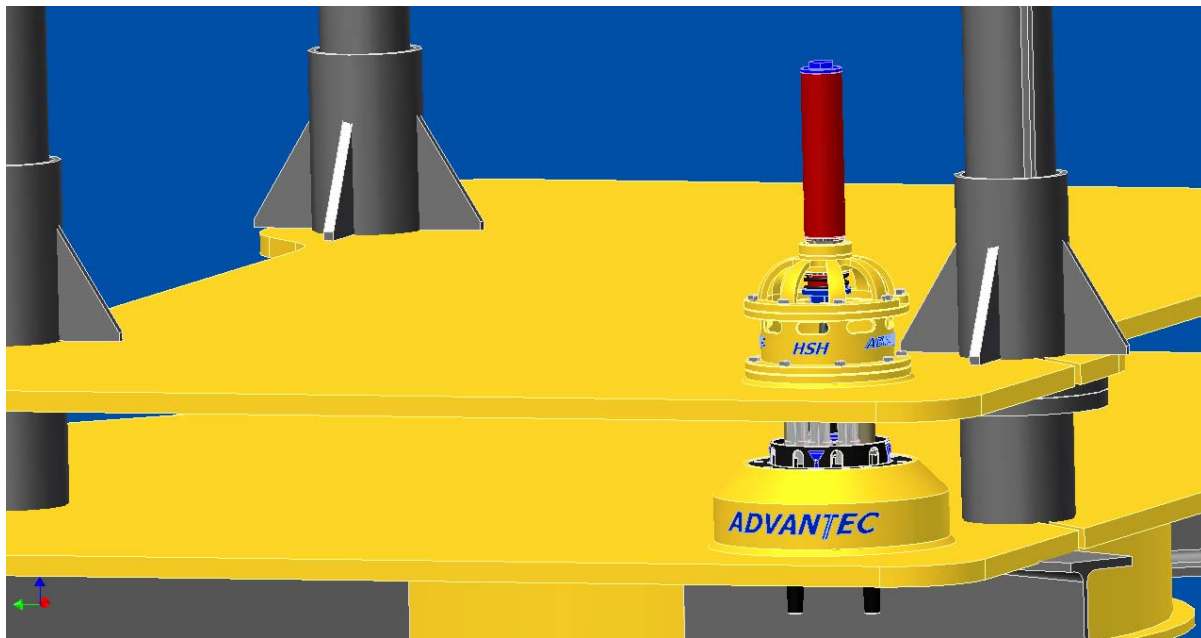




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Multikonnektor for oppkopling av undervannsutstyr.



Hoverprosjekt utført ved Høgskolen Stord/Haugesund – Avdeling for ingeniørfag.

Studieretning: Maskin / Prosess -/ energiteknikk

Av:

Håkon Mehus ,
Trygve Haldorsen,

Kandidat nr. 4
Kandidat nr. 40

Haugesund 2006

BACHELOROPPGAVE

Studentenes navn: Trygve Haldorsen
Håkon Mehus

Linje & studieretning Maskin, Prosess- og energiteknikk

Oppgavens tittel: *Multikonnetektor for oppkobling av
undervannsutstyr*

Oppgavetekst:

Det er under brønnvedlikehold ønskelig å ha et system som kan ta seg av automatisk kobling/avkobling av navlestreng tilhørende undervanns juletre. Dagens metoder gjør bruk av ROV. Av tidsmessige/økonomiske grunner ønsker en å finne en automatisk løsning for dette.

Design av aktuelle løsninger skal vurderes, og krefter som virker på systemet skal beregnes. Disse må ligge innenfor leverandørs krav, samt også gjeldende ISO/Norsok standarder. Aktuelle løsninger skal modelleres i Autodesk Inventor.

Videre skal oppgaven inneholde beskrivelse av hvordan montering og betjening av tiltenkte løsninger bør foregå.

Endelig oppgave gitt: Torsdag 2. mars 2006

Innleveringsfrist: Fredag 5. mai 2006 kl. 12.00

Intern veileder Brit Julbø Ihle

Ekstern veileder Rolf Haldorsen

**Godkjent av
studieansvarlig:**

Dato:

Forord

Som avslutning på Bachelor utdanning er det obligatorisk å gjennomføre et hovedprosjekt. Dette gir 15 studiepoeng.

En har her til hensikt å vise hva en har tilegnet seg av kunnskaper gjennom studiet. I denne oppgaven er spesifikk bruk av maskin konstruksjon, oljehydraulikk og undervannsteknologi brukt.

Opgaven har gått ut på å designe en løsning for å koble opp navlestrengen til et ”Subsea x-mas tree”.(juletre)

Statoil har hatt problemer med å koble opp navlestrengen på Kristin feltet i Nordsjøen. Advantec AS på Stord ble valgt som partner for å utarbeide en eller flere forslag til potensiell løsning på problemet. Deler av denne oppgave var vi heldige å få av Advantec.

Opgaven er i første omgang rettet mot spesifikke problemer på Kristin-feltet. En vil kunne se at denne utfordringen også er relevant ved flere fremtidige utbygninger og kommende prosjekter. Fremtidig trend er at også at flere eksisterende installasjoner konverterer til denne type brønnoverhalings modeller; Både på Norsk og internasjonal sektor. Vi vil dermed regne dette som et ”pionerprosjekt”, og håper at vårt bidrag her vil kunne bidra på vei mot en ”komplett totallosning” ovenfor denne type problemer.

Vedlagt Finnes oversiktstegninger.

Vi vil videre takke:

- Interne veiledere ved HSH, Britt Ihle og Jens Kr. Lindaas.
- Eksterne veiledere i Advantec AS, Rolf Haldorsen og Kjartan Drønnesund.
- Bernt Hellesø, Unitek Offshore AS
- Helge Hollund, Cameron Controls, Stavanger

Sammendrag

Bakgrunn og overordnet beskrivelse av system / problemer med dette.

Vi tar utgangspunkt i en sub-sea template for undervannsbrønner. På denne er det flere separate brønnsliesser, som hver har et tradisjonelt "juletre" montert topside av brønnen. "Juletree" og dets inkluderende ventiler har som oppgave å styre brønnen under normale driftsforhold ved hjelp av Ving-, Master, og Swab ventiler. Disse ventilene opereres fra produksjonsinstallasjonen som mottar brønnfluidet fra templatet.

Når en skal gjøre omfattende vedlikeholdsarbeid i brønnene, fjernes kopleingene for den normalt brukte styringslogikken fra produksjonsinstallasjonen. I stedet for koples det opp et styresystem som tillater at fartøyet som skal drive brønnvedlikehold, overtar kontrollen av dem. Denne kontrollfunksjonen ivaretas ved at det blir koplet opp et temporært kontrollsystem som opereres ombord på fartøyet, der aktuelle elektriske og hydrauliske styresignaler / tilbakemeldinger overføres mellom fartøy og juletre via en "Umbilical"(Navlestreng). Navlestrengen består av hydrauliske signalslanger og elektriske ledninger.

Navlestrengen føres på plass ved hjelp av en "guidewire". Selve den fysiske kopleingsoperasjonen mellom "konnektorene" i enden av Navlestrengen og juletree utføres ved hjelp av en ROV.

For å sikre at denne "stikkkontakten" og Navlestrengen ikke skal skades ved strekk/overbelastning i Navlestreng er det montert en mekanisk sikring som brytes ved påføring av strekk-krefter over et visst moment. Utsettes denne "sikringspinnen" for tilstrekkelige krefter, så brytes den. Og fysisk kopleingspunkt mellom Navlestreng og juletree brytes da fra hverandre som følge av at sikringspinnen ikke binder dem sammen.

På toppen av ventiltreet monteres det også en Blow Out Preventer (BOP). Denne har som oppgave å ta seg av sikkerheten ved "nødavstenging" av brønnen under brønnvedlikehold av denne typen. Dette er for å sikre at en har kontroll med brønnen når en åpner "Swab-ventilen" for fysisk å entre aktuelle verktøy ned i brønnen via LMRP.

På toppen av BOP monteres LMRP (Maritime Riser).

LMRP kan forenklet beskrives som en "rørpakke" med et hovedrør på 20" som strekker seg mellom boreinstallasjonen og BOP. I tillegg er det også andre rør festet sammen med det 20" hovedrøret.

Disse andre rørene er forsynsrør for mud, etc.

Gjennom dette 20" hovedrøret får en så tilgang til brønnen via BOP.

Det kan oppstå tilfeller med at uforutsette ting skjer når LMRP er på plass / brønnoperasjon pågår. Slike tilfeller kan være at det dynamiske posisjonering systemet (DP systemet) på riggen svikter, en mister et anker, eller at riggen "drifter" bort fra lokasjon der brønnoperasjon pågår.

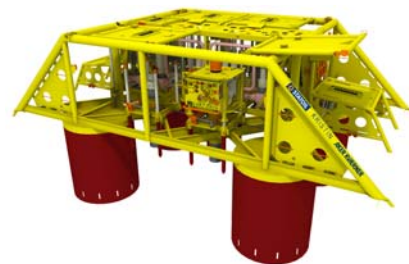


Fig: Kristin template med i montert juletre.
(BOP monteres på toppen av juletree)

Innholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag	4
Innholdsfortegnelse.....	5
Kap. 1 Innledning.....	7
1.1 Formål.....	7
1.2 Avgrensinger.....	8
Kap 2. Bakgrunnshistorikk.....	8
2.1 Juletre.....	8
2.2 ROV.....	9
Kap 3. Konstruksjon av multikonnettor.....	9
3.1 innledning for konstruksjon.....	9
3.2 Tegninger, prinsippskisser og funksjonsbeskrivelse.....	11
3.3 Potensiell videre utvikling og forbedring av design.....	18
3.4 Elektriske konnettorer for anvendelse under vann.....	19
3.5 Hydrauliske hurtigkoplinger for anvendelse under vann.....	20
3.6.1. Ubalanserte koplinger.....	20
3.6.2. Balanserte koplinger.....	20
3.7 Materialvalg.....	21
Kap 4. Styringslogikk.....	22
4.1 Generell innledning styringslogikk.....	22
4.2 Beskrivelse av forutsetning for inngrep av Multikonnettor.....	22
4.3 Detaljbeskrivelse av design på hydraulisk styringslogikk.....	23
Kap 5. Matematiske hydrauliske beregninger.....	26
5.1 Separasjonskrefter.....	26
5.2 Hydraulisk aktuator.....	27
5.3 Systemolje MLRP / BOP.....	29
5.4 Responstid lukking / åpning Multikonnettor.....	30
5.5 Akkumulator.....	31
Kap 6. Matematiske mekaniske beregninger.....	32
6.1 Tiltrekking og sikkerhetsfaktorer ved boltede forbindelser.....	32
6.2 Konstruksjonsberegninger.....	36
Kap 7. Relevante produktkrysninger.....	36
7.1 Glidebord.....	36
7.2 Kristin konnettor.....	37
Kap 8. Konklusjon.....	38
Kap 9. Kontaktliste.....	39
Kap 10. Litteraturliste.....	40
Kap 11. Ordliste.....	41
Kap 12. Vedleggsliste.....	42

Kap. 1 Innledning

1.1 Formål.

En ønsker en løsning som kan automatisere / forenkle forholdene som føret til brudd på brytepinne.

- Denne løsningen skal blant annet inneholde kriteriet at; ”Umbilical” skal kunne koples sammen / frakoples uten å ”knekke” aktuell brytepinne, samt at bruk av ”arbeids ROV” elimineres / eventuelt erstattes med vanlig ”inspeksjons ROV”.

Riggen forlater BOP`en før Riser-røret har en vinkel på 12°. Hvis ikke, medfører dette at en ikke får løst koplingen mellom BOP og LMRP. I verste fall medfører dette at borefartøyet blir ”hengende” etter riser.

Dette er svære uheldig, og kan skade BOP eller juletreet. I tilfeller slik ”Nødfrakopling” er nødvendig, så utløses dette manuelt fra boreriggen ved at koplingsmekanisme som fysikk sørger for inngrep / låst sammenkopling mellom BOP og LMRP får signal om å åpne. Derved frigjøres det fysiske koplingsgrepet mellom de to nevnte komponenter, og riggen kan bevege seg fritt.

Denne frakoplingen frigjør ikke koplingen mellom Navlestreng og styring på selve juletreet, noe som medfører at frakopling på denne utløses ved at nevnte ”brytepinne” utsettes for så store krefter at den ”ryker” når riggen driver av, og således frigjøres på den måte.

En annet forhold som kan utløse deler av overnevnte operasjoner, er at Navlestrengens brytepinne ryker som følge fysiske krefter fremkallet av eks. stor bølgehøyde.

Hvis overnevnte skjer, medfører dette mye arbeid.

Dette medfører at Navlestreng m.a. må heises om bord igjen på fartøyet.

En må under en slik operasjon fysisk hente opp delene som ligger igjen på havbunnen / montert på juletreet. De må deretter overhales / kontrolleres, før de klargjøres for ny operasjon nede på havbunnen.

Dette utføres om bord på fartøyet / riggen som benyttes til brønnvedlikeholdet.

Videre må systemet på nytt senkes ned igjen / sammenkobles til juletreet ved hjelp av ROV, for å kunne komme tilbake i operasjonell drift.

Med dette menes operasjonelle inngrep for brønnvedlikehold.

Overnevnte tekst beskriver både økonomisk dyre og tidkrevende forhold som må utføres hvis en slik ”nød frakobling” må foretas. Faktorer som kan nevnes er høye kostnader ang. fartøyleie, samt utsatte produksjonsinntekter for feltets eier, som følge av forlenget ”Nedetid” på aktuelle brønner. Vi snakker her om summer i størrelsesorden ”Mange millioner pr. dag”.

1.2 Avgrensinger.

Vi har i forkant, og under oppgaveløsningen vurdert flere alternative løsninger. Disse tiltenkte løsninger har vært av mer eller mindre seriøs mekanisk / økonomisk karakter. Vårt alternativ til løsning som her fremkomme, er et utkast i en retning vi føler er treffende iht. oppgaveteksten.

Det har under utarbeidelse av denne ”grunn ide” utviklet seg flere alternative retninger, samt også flere alternative detaljer ovenfor tiltenkte løsning. Alle disse er av tidsmessig grunn dessverre ikke videreutviklet / beskrevet.

Vi vil heller forsøke å beskrive / skissere tiltenkt løsning på et forholdsvis detaljert nivå. Vi vil også gjøre disse beskrivelser / skisser så klare som mulig. Dette for at oppdragsgiver skal sitte igjen med mest mulig spesifikk relevant informasjon, samt også gjerne kimer til nye ideer relatert mot en videreutvikling til produkt.

Kap 2. Bakgrunnshistorikk.

2.1 Juletre.

Historisk i Nordsjøen har en hatt ventil - trærne montert ombord på plattformene (brønnhodeplattform), men etter hvert som det ble funnet mindre felter i nærheten av plattformene, ble det nødvendig å montere disse på havbunnen dersom det skulle lønne seg å utvinne brønnene.

Dette har sin bakgrunn i at det ikke er teknisk mulig og økonomisk forsvarlig for boreutstyret om bord på den faste installasjonen å kunne bore seg frem til disse satelitt-formasjonene. For da å kunne utvinne de tilgjengelige resursene, må en benytte seg av en ekstern/flyttbar boreinstallasjon til å foreta boringen av selve brønnene. Utgangspunktet på havbunnen for slike brønner tar som regel utgangspunkt i en ”template”(brønnramme). Dette er en mekanisk grunnstruktur som er fabrikkert på land, og senkes ned til aktuell lokasjon på havbunnen ved hjelp av kranfartøy. En slik brønnramme inneholder gjerne fasiliteter som gjør at flere brønner kan ha sitt utspring(Brønnsliste) fra den. Hver enkelt brønn utstyres så med nødvendig utstyr og ventiler for operasjonell drift og kontroll (ventiltre / juletre). Fra hvert juletre på denne brønnramme går forbindelser av rør og signalledninger til en felles rørbunt/navlestreng som forbinder bunnrammens utstyr og produksjonsfasilitet. I denne navlestrengen eksporteres produksjonsfluidet fra brønnene, samt at havbunns montert produksjonsutstyr (tre) mottar nødvendige styresignaler og forsyning av hydraulisk væske / kjemikalier via denne.

Utviklingen har gått i den retning at man nå ikke lenger bruker brønnhodeplattform, men setter fra seg all struktur ned på havbunnen. Fra flere slike marginale brønner samles et nettverk av ledninger inn på en såkalt samlestokk og føres derfra til et enkelt produksjonsanlegg som ikke lenger trenger å befinne seg ute til havs.

Dette er Snøhvit et glimrende eksempel på, der denne utbygningen baserer seg på en design med forsyning av produksjonsfluid eksportert fra subsea brønnrammer til en produksjonsfasilitet onshore.(Melkøya)

2.2 ROV.

For å sette et ventiltre på havbunnen brukes flere forskjellige systemer. Felles for dem alle er en utstrakt bruk av arbeids ROV ved monteringen.

Spesifikt for en "arbeids ROV" er at denne kan ta seg av langt mer omfattende arbeidsoppgaver en "observasjons ROV". Denne type ROV er som regel mye større fysisk og mer teknisk komplisert enn førstnevnte. Den er ofte utstyrt med mekanisk tilpassede spesialverktøy som gripeklør / manipulatorarmer for å kunne utføre relevante arbeidsoppgaver. Dette vil igjen si at det kreves et større og mer spesialisert "arbeidslag" til for å kjøre operasjoner med arbeids ROV. Inkludert i dette arbeidet er det gjerne spesialister innen operasjon / kjøring av fartøyet (pilot) samt vedlikeholdspersonell innen elektronikk, hydrauliske systemer, mekanisk, etc.

En slik farkost er gjerne flere meter lang, og veier mange tonn. Disse fartøy og dets tilhørende mannskap er dyre å "operere", da et slikt komplett ROV team skal ha høye døgnrater for å leies inn til å utføre en aktuell jobb.

En Observasjons ROV er stort sett kun utstyrt med videokamera og lyskilder til belysning av objektet / lokasjonen som skal overvåkes, og således være "øynene som ser" nede på arbeidsstedet.

Observasjons ROV'en har som det ligger i navnet en rolle som passiv observatør/ formidler av samtidsdata, og er bare aktuell ved rene observasjons oppdrag.

For å operere en slik ROV, behøves stort sett kun en operatør(pilot), samt gjerne en person som observerer / vurder overført billedinformasjon. En slik ROV har normalt ikke store fysiske mål(Gjerne under 1meter) og en vekt på under 50kg.

Teknologien og utbredelsen av denne type ROV begynner i dag å bli nokså vanlig, selv om ikke ordet "hyllevare" gjerne ikke kan brukes ennå. I mange tilfeller er Observasjons ROV en del av grunnutrustningen på mange maritime fartøy / rigger. Det finnes også faste installasjoner på Norsk sokkel som har disse fastmontert om bord.

Kap 3. Konstruksjon av multikonnetektor.

3.1 innledning for konstruksjon.

Det ble i innledende fase konstatert at utforming av aktuell løsning var mekanisk konstruksjonsrelatert. Det ble videre fastslått at løsningen ville måtte plasseres nede på eksisterende fasiliteter subsea.

I multikonnetektors innledende konstruksjonsfase var det behov for passende elektriske og hydrauliske konnetektorer. Fysiske data som byggemål, funksjonalitet og kapasitet for tilgjengelige komponenter av disse kategorier, satt opp mot tilgjengelig fysisk plass på BOP / LMRP, dannet grunnlag for valg av disse. Utvalgte komponenter og deres størrelse er også avgjørende for den totale utforming og dimensjonering av multikonnetektoren.

Under prosjektstart ble det lansert flere alternative ideer til løsninger, basert på flere tekniske prinsipper og funksjonsløsninger. Dette ble gjort for å få frem flest mulig uavhengige løsningsforslag.

Dette viste seg som en bra fremgangsmåte, da det genererte mange gode løsningsforslag som også kunne integreres i hverandre.

Ved gjennomgangen av de fremkomne løsningsforslagene ble det konstatert at en konvergerende prosess var passende, og en "sileprosess" ble foretatt. Denne gikk ut på utarbeidelse av skisser over de forslag som det realistisk sett var mulig å videreutvikle. Skissene ble laget med en viss teknisk standard som beskrev tiltenkt funksjonalitet og virkeprinsipp. Det ble til hvert skissert prinsipp laget en skriftlig forklaring over detaljfunksjonen til den enkelte potensielle løsning.

Skisseutkastene ble så fremlagt og evaluert under et møte med Advantec på Stord. Her ble skissene fremlagt for vurdering, der formålet var å finne frem til de forslagene som var realistiske å gjennomføre.

Videre ble det også lagt inn forslag / kommentarer til potensielle utbedringer, basert på erfaringer personell fra Advantec har med slikt utstyr i relevant type miljø.

Etter dette møtet gjensto to løsningsforslag som de involverte parter mente innehadde riktig mengde utviklingspotensial.

Løsningsforslag en.

Dette løsningsforslag innbefattet bruk av guideskinner og plater. Her var konnektorer tiltenkt plassering på to motstående rektangulære plater, den nedre av disse skulle kunne bevege seg fritt på XY-plan, mens den øvre skulle operere gjennom Z-akse.
Se vedlagte skisser

Løsningsforslag to.

Det ble her tatt utgangspunkt i et sylindrisk system, dette bygd opp rundt en sentralt plassert elektrisk konnettor. Hydrauliske koplinger var tenkt montert i sirkel rundt denne. Guiding av systemet skulle her foretas ved hjelp av koniske trakter, disse skulle omkranset stillestående mottager og guide den bevegelig sylinder på plass. Det var i denne konstruksjon lagt opp til en mekanisk sentreringsmekanisme, samt en hydraulisk operert aktuator.

Disse løsningsforslag skulle videre utarbeides med tegninger i Autodesk Inventor, for i første omgang å kunne gi grunnlag for en form for "funksjonstest".

Det ble under denne funksjonstesten avdekket flere svake forhold rundt de fremkomne løsningsforslag. Det ble også fastslått at det tidsmessige skjemaet for prosjektet ikke ville strekke til ved en videre utvikling av begge potensielle løsninger. Det ble her bestemt at videreutviklingen av prosjektet kun skulle omfatte den ene løsningen. Dette for å i størst mulig grad komplettere denne.

3.2 Tegninger, prinsippsskisser og funksjonsbeskrivelse.

Basert på tilsendt info/tilbakemeldinger fra konnettor forhandlere, ble det utviklet tegninger for å kunne utvikle / bygge opp eget system rundt dette, med identifiserte komponenter som designbasis.

Utgangspunkt for multikonnettors design ble lagt rundt konnektorene benyttet ved dagens løsning. Disse er av typen Nautilus QD, og blir levert av Ocean Designe.

Funksjonen for de elektriske konnektorene er å virke som koplepunkt for de elektriske signaler mellom brønnsensorene og opererende fartøy. Dette er signaler som overfører sensibel samtidinformasjon, det er derfor krav om hundre prosent redundans over disse. For å imøtekomme dette kravet ble konstruksjonen utstyrt med to stykker separate elektriske konnektorer. Internt i disse har hver fire kontakter.

Bilder viser elektriske koplinger av typen som eksisterer ved dagens løsning.

En ser i ettertid at det på markedet eksisterer elektriske konnektorer som innehar mindre flensediameter. En ser videre at disse ville gitt en mer optimal innfesting i multikonnettors stempel. En konvertering av konstruksjonene på dette punktet blir vurdert under kapittelet;

3.3 elektriske konnektorer.

Det ble videre tatt utgangspunkt i den type hydrauliske koplinger som pr. i dag brukes på det systemet dette prosjektet skal forbedre. Med dette menes koplinger som brukes på dagens løsning ved

sammenkopling av umbilikal mot BOP / LMRP.

Eksisterende koplinger i bruk er av typen ”balanserte”.

Det er tidligere slått fast at bruk av ”ubalanserte” koplinger vil gi ”separasjonskrefter” som overstiger aktuelt systems tillatte design.

Ref: utregninger under kap. 4.1. separasjonskrefter.

Bilder viser balanserte hydraulisk koplinger som er i bruk ved dagens løsning. Disse er av typen UH-812.



Fig: electrical. Nautilus QD - Female.



Fig: electrical. Nautilus QD - Male.



Fig: Hydr. UH-812-Femal.



Fig: Hydr. UH-812-Male.

Etter identifikasjon av egnede konnektorer, ble det igangsatt hoveddimensjoneringen av tiltenkte løsninger.

Det første som ble utviklet var selve ”brohodene” i dette produktet.

Disse ble hetende ”Stempelet” og ”Bøtta”, og er i videre beskrivelser omtalt under disse navnene.

Stempelet tar for seg den ”bevegelige” operasjonen ved sammenføyningen av konnektorene. Stempelet er også den delen som er montert øverst, og inneholder de female-konnektorene. Dette fordi at det ikke skal legges seg forurensende partikler i disse når systemet er frakoplet.

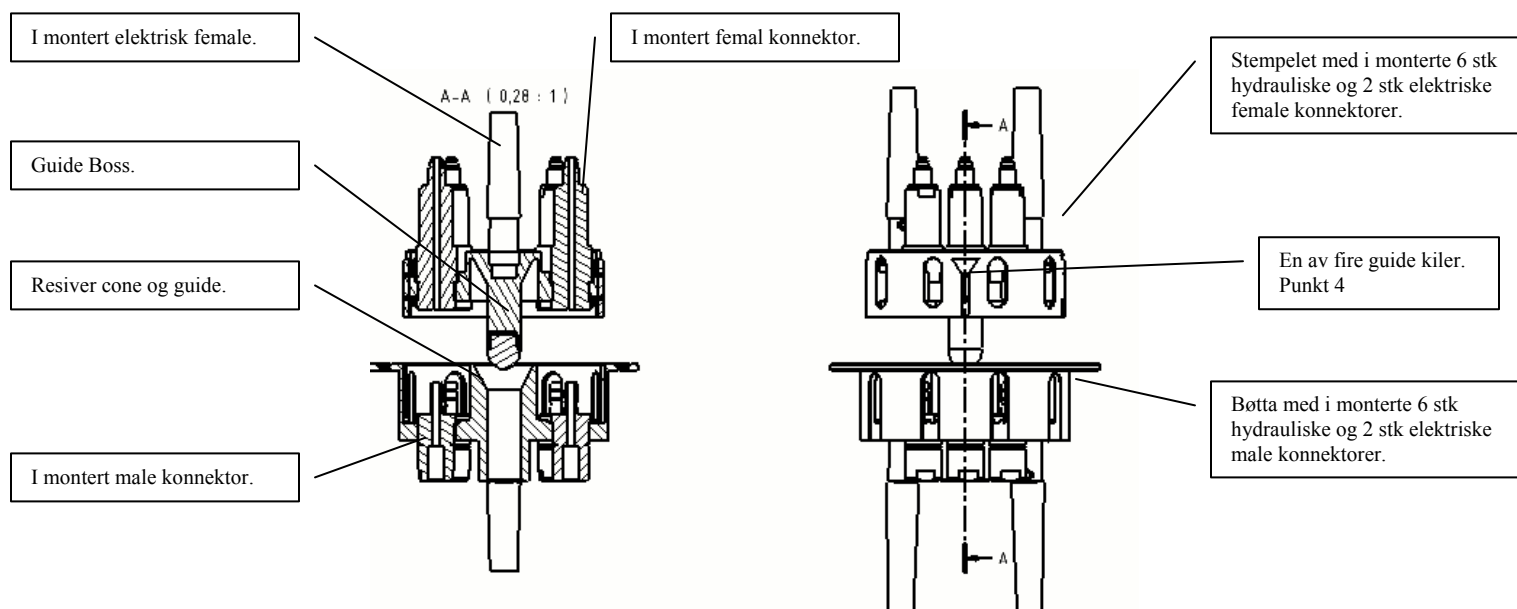
Bøtta er delen som alle male-konnektorene er montert i, samt at denne også fungerer som en ”reciver” for stempelet. Denne tar imot dette, og guider det på plass.

Dette foregår ved at en såkalt ”guide boss” treffer den koniske reciveren som er plassert senralt i bøtta.

Guidebossen har sammen med reciveren funksjonspotensial for å kunne rette opp laterale forskjeller på $\pm 30\text{mm}$, og er konstruert for å rette opp stempelet slik at dette er lineært med bøtta når de sideliggende **guidende kilene**(punkt4) treffer sine motstående slisser.

Disse ”styre-kilene” med tilhørende slisser er konstruert for å guide aksialt.

Kilene er montert på stempelets sidevegger, og vil være i stand til å ta opp et sideveis vridende posisjonsavvik på opptil $\pm 20\text{mm}$.



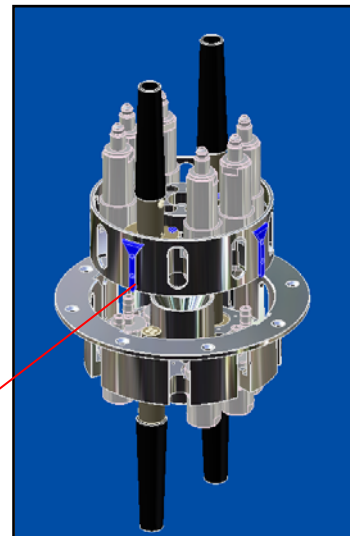
Bildet viser her brohodet i produktet, disse i monterte sine respektive konnektore.

Denne konstruksjon er utformet med tanke på rask "Unnlatch" (frakopling).

Alle kanaler og utboringer er satt opp etter design kriteriene maksimal styrke og minimal vekt. Det er også lagt stor vekt på designet med tanke på å unngå "veskelåsning" mellom komponentene (Hydraulisk effekt), samt motstandsmoment av type vannmotstand og added mass.

En har her lagt inn interne bevegelsesmuligheter mellom de enkelte komponenter (konnektorer), disse har mulighet for fri bevegelse. I Z-akse utgjør denne $\pm 0,5\text{mm}$, og i XY-plan $\pm 1\text{mm}$. Dette er lagt inn med tanke på muligheter for intern fleksibilitet. Konekone er følgelig konstruert for å kunne ta opp dette.

Punkt 4.



En ville her gå for en Hydraulisk operert atuator for operasjon av multikonnettor.

Ved anvendelse av hydraulikk som drivende medium ble det av oppdragsgiver satt som kriterium at denne da skulle opereres via "latch / unlatch" systemet ved LMRP / POB.

Da navlestreng innehar åtte høytrykksløp, og det her bare benyttes seks, ville en ved å implementere navlestrengs to ledige løp til operasjon av aktuator oppnådd hydraulisk redundans over denne. En ser også at dette ville gitt en direkte mulighet for uavhengig operasjon av multikonnettor med tilhørende system.

Det kunne eksempelvis også her vert utviklet en form for nedstengningsprosedyre, der en sekvensiell nedstengning av MLRP / BOP / ventiltre kunne vert utredet.

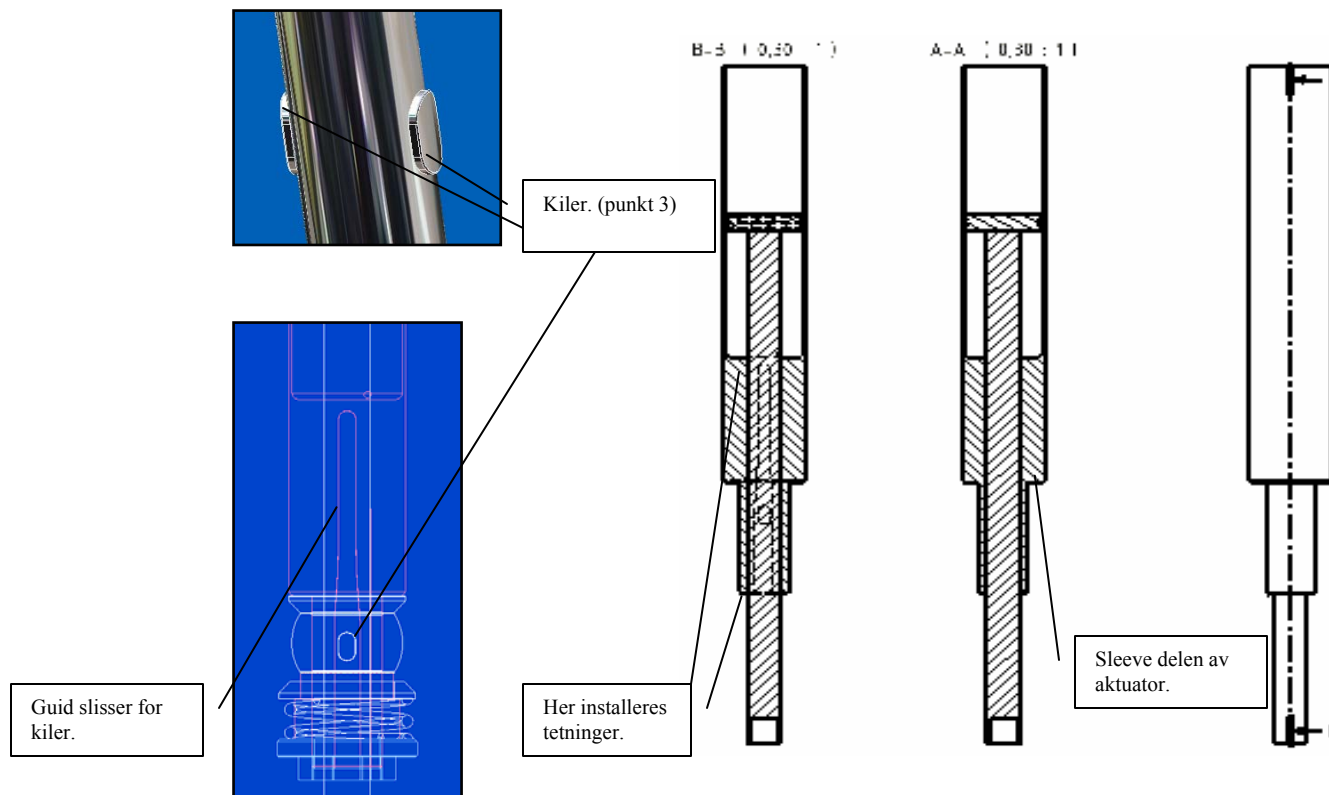
Aktuator dimensjoneres for en separasjons kraft på 26500kN.
Ref: kalkulasjoner 5.1 separasjonskrefter.

En ville her forsøke å utforme designet slik at dette kunne begrense stempelstangens eksponering mot galvaniske strømminger samt korrosivt sjøvann. En ville også imøtekomme et behov for nevnte guidingen ved aksialvridning, samt konstruere et system som ville være i stand til å returnere stempelstangen og det påmonterte stempel tilbake til nøytral sentrert stilling langs Z-akse ved en frakopling mellom LMRP og BOP.

Dette ble imøtegått ved konstruksjon av en "sleeve" i tilknytning til aktuator.

Utgangspunkt for leevens utforming er:

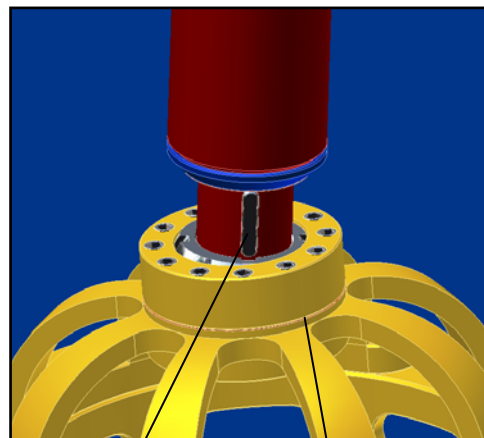
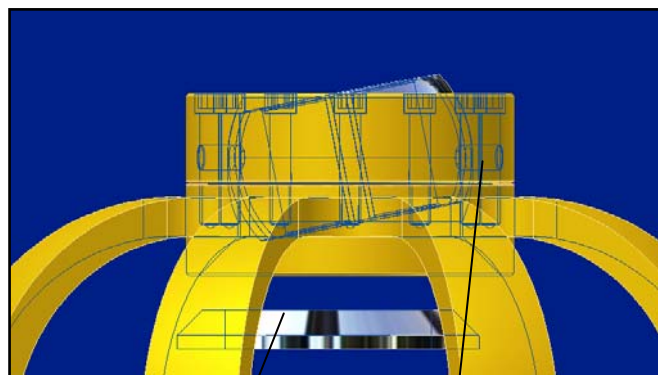
1. Beskytte kritisk del av stempelstang mot ytre korrosivt ytre miljø.
2. Fungere som aksial guid.
3. Holde stampelets sideguider (punkt 4) innenfor bøttas motagerslissers operasjonsradius.



1. Den korrosjons beskyttende delen av sleeveens oppgave går ut på å beskytte stempelstangen. Da stempelstangen her dekkes av sleeveen, vil denne ikke eksponeres for ytre korrosivt miljø. Stempelstangen vil her befinne seg mellom to tetningsringer (simerring). Den øverste av disse forsegler mot hydraulisk kammer i aktuator, den nederste vil sammen med skrapering tette for de ytre omgivelser. Dette fører til en forsegling av området stempelstangen eksponerer mot øvre tetning ved aktivering. Dette vil igjen føre til en redusert fare for opprivning av denne.

2. Sferisk kule og oppretningssystemet i tilknytning til denne vil kunne føres over sleeveen, denne vil da fungere som en distansehylse og guid. Mutter i enden vil kunne inneholde forseglende elementer, denne vil også trekke sammen konstruksjonen.
3. kiler i stempelstang blir guidet i kilespor utfrest på innsiden av sleeve, dette vil holde stempelet med sine konnetorer innefor en fastsatt aksial vridningsgrad. Kilelissens bredde må designes med tanke på å kunne yte sentrert fast guiding i øvre fase, dette for å sentrere kabler i kabelgjennomføringene. Når stempelstang blir ført nedover for å kople konnektorene vil kilelissene ha behov for større vandringsrom, dette for å kunne oppta eventuell fysiske aksiale differanser mellom koplingspunktene. Det forutsettes her at aksiale frihetsgrader gitt for stempelstang korresponderer med de aksiale innguidingsmuligheter som gjelder mellom stempelet og bøtta.

Generelt sett så kan det sikkert lages et lignende arrangement rundt en prefabrikkert aktuator. Her kunne eksempelvis sleeveen, deler av stempelstang og de tilhørende deler fabrikkeres for så å ettermonteres på aktuell passende aktuator. Dette ville sannsynlig gitt et kostnadseffektivt alternativ med fullgod ytelse og holdbarhet.



Ring-kon
kombinert
stopper og retur
system. (punkt8)

Guid pinner for
kule (punkt5)

Guid kiler for
aktuator (punkt6)

Shims (punkt7)

Aktuatoren låses for aksial bevegelse ved at denne monteres med **kiler**.(punkt6) **Guidesplinter**(Punkt5) i kuleleddet vil sørge for at kulen ikke skal kunne rotere rundt Z-akse, kulen vil for øvrig beholde sine sfæriske egenskaper.

Figurene her viser hvordan en ser for seg kulen med det tilhørende låsesystemet bestående av kiler og slisser. Kulen vil få en sfærisk bevegelsesmulighet, men vil være låst for aksial bevegelser ved de internt plasserte låsepinnene. Skulle det være behov for justeringer av en eventuell motstand over kule kan det plasseres shims i passende mengde og tykkelse mellom flensene som omslutter denne.(punkt7) Det vil også i den anledning være påkrevd en trangere pasning mellom kulen og dens "hus" (flensene).

Ønsker en videre å holde de sfæriske bevegelser innenfor et aktuelt arbeidsrom vil det være nødvendig å sette grenser for disse. Grensestoppere vil kunne implementeres i sentreringssystemet.

Sentreringssystemet er bygget på et retur fjær prinsipp, her vil **Returfjæren**(punkt9) overføre kraft til **ring-konen**(punkt8). Ring-konen vil derved presses opp i motstående koniske anleggsflate. Dette systemet vil konstant søke en jevnt fordelt belastning, og derved forsøke å rette opp langs Z-akse. For å få justeringsmuligheter her er det plassert **shims**(punkt11) mellom kule og **distansehylse**(punkt10). En vil med disse shims ha mulighet for å justere den ytre grense for sfæriske bevegelsesmuligheter, om dette skulle være ønskelig. Om en ønsker å plassere eventuell O-ringstetting mellom nedre kant av sleeve og **mutter**(punkt12) foresettes det at en flytter shims fra oversiden av kule til nedsiden. Dette vil opprettholde / optimalisere distansen mellom sleeve's nedre ytterkant og innsiden av mutter. Dette for å holde optimal distanse for det forseglende element (o-ring), samt overføre korrekt moment til systemets involverte deler.

Det er her også muligheter for andre løsninger, eksempelvis annen type tetningsmetode.

Det er videre ikke foretatt noen beregninger for å avdekke eventuelle optimale mål vedrørende ring-konens vinkel og eventuell fjærkraft. Det kan imidlertid utarbeides et system for justering av nevnte fjærkraft.

Prinsippskisse for øvre sfærisk ledd.

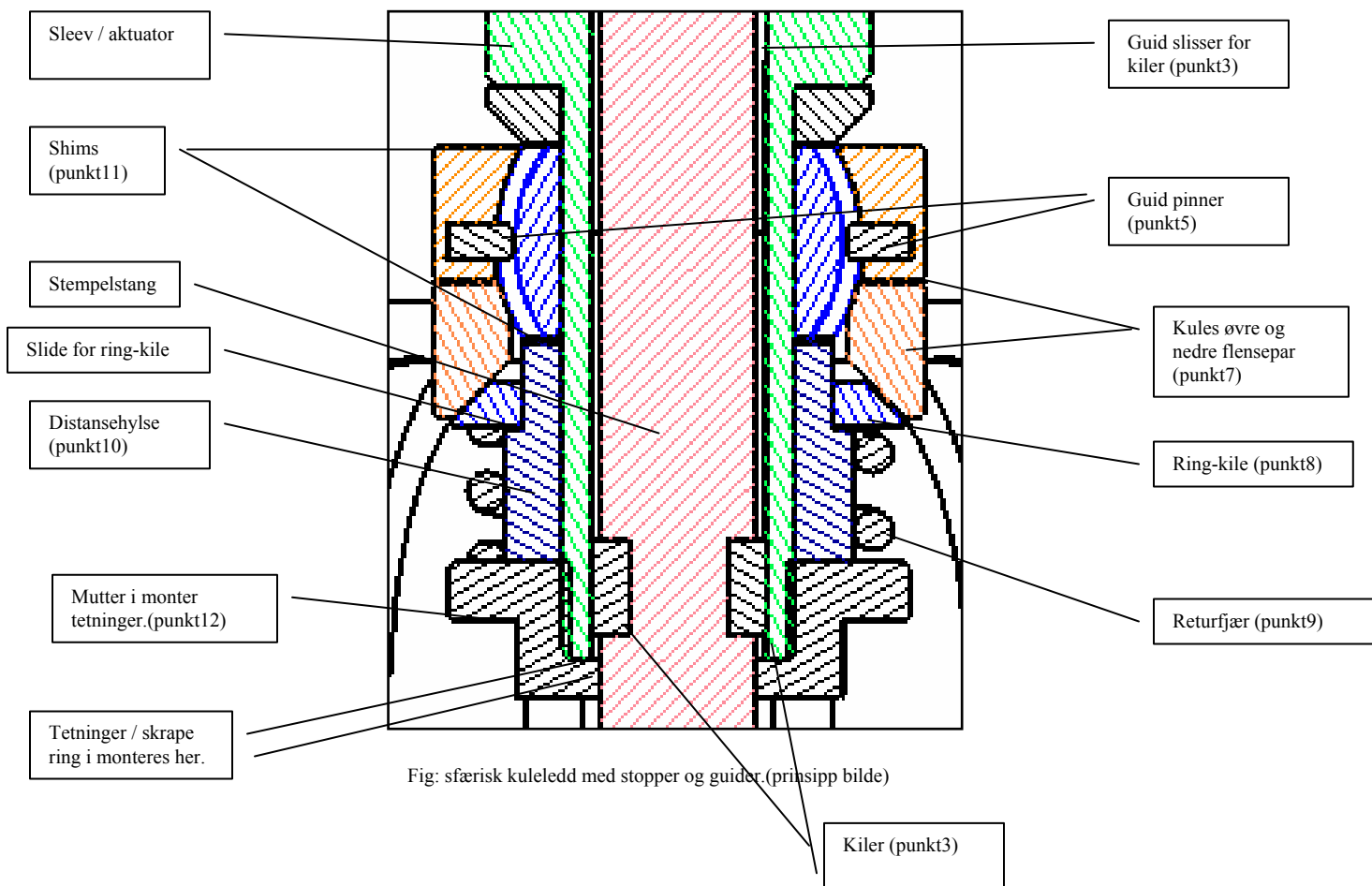
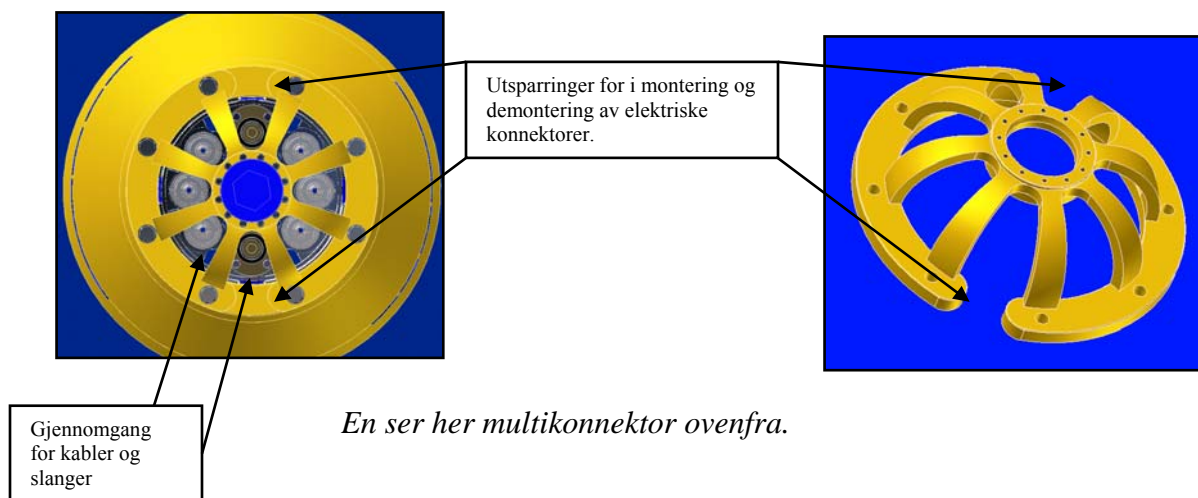


Fig: sfærisk kuleledd med stopper og guider. (prinsipp bilde)

For mer utfyllende oversiktsinformasjon henvises til vedlagte tegninger.



3.3 Potensiell videre utvikling og forbedring av design.

Det er konstruert gjennomganger for kabler og høytrykkslanger rundt aktuatorers sfæriske innfestningsbase.

Ved montasje av slanger / kabler kan høytrykkslange føres igjennom åpning, for deretter å festes til hydrauliske konnettor.

De elektriske kabler er presatt sine respektive koplinger, (fabrikkmontert bestillingssystem) så det vil her være behov for utsparringer i toppen for gjennomføring og montering.

Det vil ved en videreutvikling og installasjon av multikonnettor være behov for videre vurderinger på en rekke områder.

Som øvre festeanordning for kabler er det behov for strukturelle installasjoner. En mulig løsning kan være å installere passende struktur på toppen av aktuator, der denne kan fungere som innfestningsbase for disse. Multikonnettor vil i tillegg til kablernes innfestningsstruktur ha behov for ca 0,35m "frispen" i kabler, dette frispennet legges mellom innfestningsstruktur og konnettor. Kablene kan muligens også trenge "oppstiving" ved gjennomgangene i multikonnettor, det kan her eventuelt vurderes bruk av gummi / plast muffe med passende mekaniske egenskaper.

Da multikonnettor ikke er konstruert for å kunne oppta eventuelle strekkrefter overført via navlestreng, (for eksempel uforutsette rykk) vil det fortsatt være behov for eksisterende brytepinne-løsning. Det vil også være nødvendig med ekstern innfestning av navlestreng i nærhet av multikonnettoeren.

I overgangen stempelstang/stempel vil det være behov for et sfærisk ledd. Her er det i test øyemed satt inn en sfærisk gummipute. Denne type gummiputer er i utgangspunktet beregnet for vibrasjonsdemping under normale atmosfæriske forhold. Prefabrikkert vibrasjonsdemper benyttet i denne oppgave er sertifisert for 400kg ved atm forhold. Denne er dermed ikke egnet til annet en datasimulert testkjøring. Det vil altså her være behov for spesialbestilling av egnet gummiert løsning, eller en utvikling av et sfærisk ledd med tilhørende mekanisk struktur.

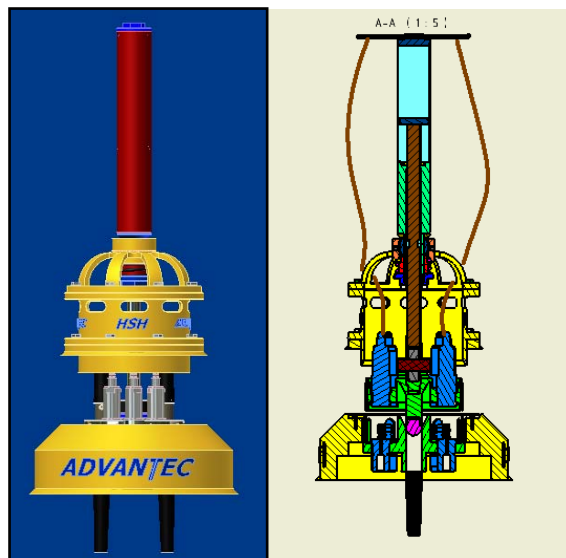


Fig: Multikonnettor.

Fig: Multikonnettor (skåret bilde i innkopplingsfasen).

3.4 Elektriske konnektorer for anvendelse under vann

De elektriske konnektorenes oppgave er å virke som fysiske koplingspunkt for de elektriske signalene som overføres mellom brønnsensorene og opererende fartøy. Disse plasseres i multikonnettor for å opereres av denne.

En minimalisering av multikonnettors diameter er foretat ved å korte inn på ”overflødig” flensemateriale på ODI- Nautilus QD konnektorene. Dette er godkjent prosedyre som er utført på identisk utstyr i samme operasjonsmiljø.

Ref; vedlegg NR 22

Med tanke på eventuelle optimaliseringer ble marked undersøkt. Det ble her først og fremst søkkt etter produkter som ville gi muligheter for reduksjon av multikonnettors byggeradius, samt også gjerne eliminere tilpassningsprosedyren som må benyttes ved bruk av dagens elektriske konnektorer.

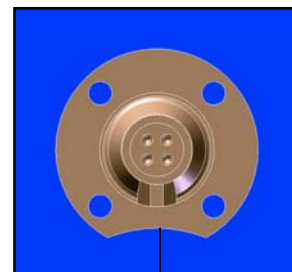
En mulig løsning ligger her i elektrisk konnettor levert av Digi Tron.

Digi Tron kan levere elektriske konnektorer som innehar identiske tekniske spesifikasjoner. Disse har i tillegg et innfestningsdesign som gjør dem bedre passet for montasje i multikonnettor slik den planmessig foreligger i dag. Markedet inneholder ingen ”hylleware” produkter som gir rom for ytterligere volumnesparelser.

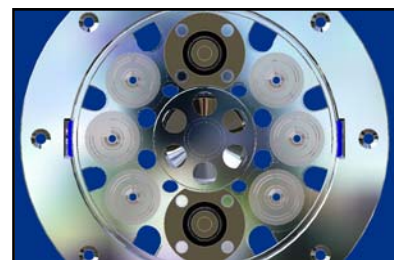
Med tanke på at det ved dagens omkringliggende løsninger benyttes Nautilus QD konnektorer antas en konvertering som lite aktuell. Multikonnettor er derfor designet med tanke på fortsatt bruk av komponenter benyttet i tilknyttete system.

Tekniske spesifikasjoner for: Nautilus QD.

Generelt:		Elektrisk:	
Design Life :	>5 years	Max Operational Current :	30 amps per contact
Max Optional Pressure :	3000 psi/2000 meters	Max Operational Voltage :	>1 kVDC
Mating Force :	10.4 ± 1.8 kg	Insulation Resistance :	>1 GΩ @ 1 kVDC
Demating Force :	10.9 ± 1.8 kg	Contact Resistance :	<0.1 Ω per contact
4 way connector			
Operational Temperature :	-10° C to + 50° C		
Storage Temperature :	-23° C to + 60° C		



Maskinert for optimalisering.



3.5 Hydrauliske hurtigkoplinger for anvendelse under vann.

Det vil ved dimensjonering av hydrauliske konnektorer være nødvendig å ta hensyn til en rekke forskjellige kriterier, disse er blant annet parameter som trykkklasse, separasjonskraft, dimensjon, tilgjengelighet, låsefunksjon, innfestnings arrangement, byggemål, tilkoplingsmulighet / gjengetype, materialtype, koplingsfunksjon, tetningssystem, holdbarhet, eventuelle ombygningmuligheter samt innkjøpskostnader.

Ved en automatisk sammenkopling vil en også være avhengig av at konnektorene innehar muligheter for å kunne ta opp eventuelle mindre avvik ved sammenføring.

Operasjonstrykket for juletreets ventiler er 16 000 psi. Det vil her være behov for konnektorer som innehar samme trykkklasse eller høyere.

3.6.1. Ubalanserte koplinger.

Ubalanserte koplinger er bygget opp rundt et prinsipp som krever tilført holdekraft. Denne holdekraft må være større eller lik separasjonskreftene som skapes av at det indre trykket virker mot koplingsoverflaten. Ved utrekning av minimums holdekraft tilkommer eventuelle sikkerhetsmarginer.

Ubalanserte koplinger har forøvrig ingen fysiske låsningsmuligheter.

3.6.2. Balanserte koplinger.

Balanserte koplinger er bygget opp rundt ett prinsipp som gjør dem fysisk fristilt låsning og ekstern holdekraft. Koplens indre funksjon er utformet slik at denne kreerer en indre holdekraft som overstiger separasjonskraften.

Balanserte koplinger er sertifisert for å kunne operere uten tilført ekstern låsing, eller holdekraft.

Ved bruk av balanserte koplinger vil det under normale driftsforhold ikke være nødvendig å utruste multikonnettor med fysisk låsing, eller tilføre ekstern holdekraft.

Det vil derimot ved en funksjonssvikt være nødvendig å tilføre enten fysisk låsning, eller ekstern holdekraft for å motvirke separasjonskreftene som oppstår ved denne. Dette kan kalles sikkerhetsmargin for separasjon.

Prinsippet for denne sikkerhetsmarginen er lagt opp på linje med eksisterende utregning av holdekraft ved ubalanserte koplinger. Dette foregår etter formelen

$F = P/A$. Utregninger for sikkerhetsmargin finnes under kapittel:

5.1 Separasjonskrefter. Tabeller og datablad finnes i vedlegg Nr 4.

3.7 Materialvalg.

Material valg er viktig med henblikk på korrosjon. Dersom det oppstår spenningsforskjellen mellom de forskjellige materialene og denne overstiger 50mV dannes grunnlag for korrosjon.

I Multikonnetteren er det benyttet austenittisk syrefast rustbestandig material (316L) og for strukturen i LMRP og BOP antas konstruksjonsstål St 52.

Spenningspotensialet ved de aktuelle konstruksjonsmaterialer:

Aisi 316 L 250 mV
Stål (St.52) -586 mV

Kalkulert spennings differanse: -586 mV – 250 mV = -836 mV

Konstruksjonsstålet ved BOP / LMRP er her det laveste i spenningsrekken, disse vil dermed bli tapende anode.

Dersom en velger å overflatebehandle multikonnetteren for å redusere eksponert potensielt korrosjonsdannede areal, vil en redusere tilhørende korrosjonshastighet for anode.(BOP / MLRP)

Fra formelen i Korrosjonsteknologi ser vi at det er viktig å minke arealet av katode.

$$\text{Strømtetthet på anode}(i_a) = \frac{[\text{Areal av katode}] * i_k}{[\text{Areal av anode}]} \quad [\text{Amp/cm}^2]$$

Hvorfor er vi så interessert i i_a ?

For stål har vi følgende hastighetsformel: $X = 1,15 * 10^3 * i_a$ [cm/år]

Materiale	Temperatur [°C]	Minimumverdi [mV SCE]	Maks.verdi [mV SCE]	Gjenn.snitt [mV SCE]
6 Mo-stål (254 SMO)	10	266	323	314
	40	60	81	67
316 L	10	115	272	250
	40	- 30	59	46
Aluminiums-bronse	10	-308	NB! -92	-155
	40	-268	-73	-95
CuNi 90/10	10	-265	-195	-205
	40	-249	-173	NB! -179
Tinn	10	-460	-445	-450
	40	-495	-461	-477
Stål(st.52)	10	-585	-458	-586
	40	-637	-584	-622

Figurer: Koperi fra Læreboka Korrosjonsteknologi. Av Audun Tveit.

Kap 4. Styringslogikk.

4.1 Generell innledning syringslogikk.

Ved en hydraulisk låsing av kopling mellom LMRP og BOP vil det opparbeides et hydraulisk statisk trykk i deres tilhørende hydrauliske system. Denne hydraulisk statiske trykkoppbygning vil være proporsjonal med låsemekanismens holdekraft. Med dette som bakgrunn trekkes denne konklusjon:

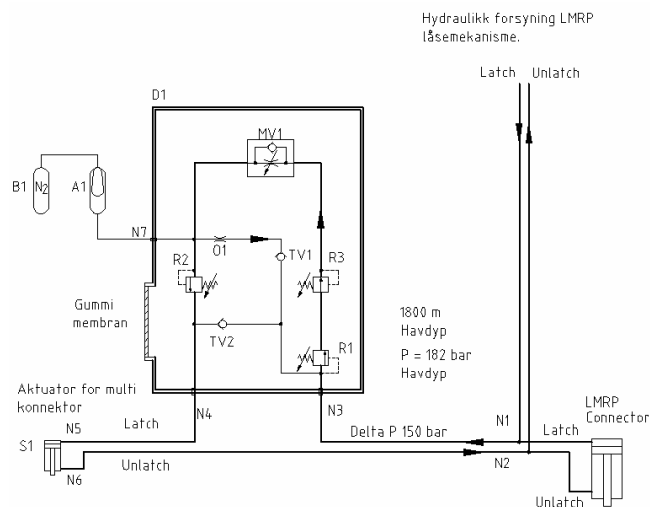
Ved en innkopling av LMRP til BOP vil hydraulisk statisk trykkoppbygning av en viss størrelse i deres tilhørende hydrauliske system være en direkte indikasjon for positiv sammenstilling, og innkopling mellom disse.

Generelt om styresystem.

Alle styre- og instrumentkomponenter til den hydrauliske styringen for operasjon av Multikonnettor er plassert i en lukket oljefylt tank. På den ene siden er denne utstyrt med en gummiembran ut mot sjø, slik at trykket uansett havdyp er likt både på innsiden som på utsiden av tanken. Dermed elimineres faren for lekkasje, og samt at komponentene i er beskyttet for eksponering av smuss, samt utvikling av korrosjon pga. kontakt med sjøvann.

Det henvises videre til kapittel:

4.3 Detaljbeskrivelse av design på hydraulisk styringslogikk, og vedlegg Nr12 Vedlegg Nr20 vedlegg Nr21.



4.2 Beskrivelse av forutsetning for inngrep av Multikonnettor.

LMRP senkes ned mot BOP til disse kommer i posisjon for å låses sammen. Disse er i posisjon for å låses sammen når de bevegelige klokoplingene i låsemekanismen er i posisjon til å komme i inngrep med festekraver både på BOP og LMRP. Styringen av låsemekanismen utføres via to hydrauliske operasjonslinjer/rør, Når systemet skal gå i låseinngrep, trykkes det røret som styrer sammenpressingen av låsemekanismen med olje, slik at mekanismen skal gå i inngrep("Latch"). Rør fra motsatt side av mekanisme koples mot reservoar, og er så langt trykkløs.

Ved behov for frakopling av låsemekanisme, trykkes det andre hydraulikkåret som åpner løsemekanismen. Den andre siden legges da til reservoar, slik at olje brukt i låsebevegelsen returneres trykkløs til reservoar etter hvert som åpningsbevegelsen forløper. Denne utlåsing av mekanisme kalles for "Unlatch".

For å sikre operasjon av sylindere som beveger Multikonnetektor ut / inn av inngrep til rett tidspunkt, benyttes styringen for Latch / Unlatch til kontroll av dette. Fra de hydrauliske hovedrørene som styrer åpning/lukking av låsemekanisme mellom LMRP og BOP, er det koplet inn et avtappingsrør på hvert av hovedrørene. Disse formidler parallelt styresignaler til sylindere for Multikonnetektor.

Det er opplyst av Advantec at trykket i det hydrauliske hovedsystemet kan komme opp i 345 bar. Det er videre viktig at LMRP og BOP er koblet ferdig sammen før sammenkopling Multikonnetektor begynner.

For å ivareta nevnte forutsetninger og betingelser, ble dette vektlagt ved design av logikkbetingelsene i selve den hydrauliske styringen for systemet.

4.3 Detaljbeskrivelse av design på hydraulisk styringslogikk

LMRP / BOP er satt i posisjon for å innlede låsesekvens. Fra fartøyet på overflaten sendes det signal om at klokoplingene skal gå i inngrep (Latch) ved å trykks sette hydraulisk rør som styrer lukkebevegelsen på disse. Fra tappepunkt N1 på dette røret overføres trykket til nedstrømsiden av rekkefølgeventil R1 (130 bar) via koplingspunkt N3. Det statiske trykket her vil gradvis øke etter hvert som klokoplingene beveger seg. Det stiger opp til maks statisk trykk hydraulikkaggregatet er innstilt på å levere når klo – mekanismen er gått i inngrep, og således ikke lenger beveger seg. Når dette maks. trykket oppnåes, regnes det som en indikasjon på at kopling mellom LMRP og BOP er ferdig utført. Det tilførte statiske trykket medfører også at tilbakeslagsventiler TV1 og TV2 tilføres kraft som gjør at disse forblir i stengt posisjon.

Trykkregulator R3 er forhåndsinnstilt ΔP 62 bar. Denne vil holde et jevnt internt trykk lik aktuatoroperasjonstrykk (benevnt P_o) slik at det nå strømmer korrekt regulert hydraulisk olje gjennom denne og mengde reguleringsventil MW1. Akkumulator A1 fylles opp av oljen som strømmer gjennom MW1, og oppfyllingstiden av akkumulatoren styres således proporsjonalt som funksjon av regulert oljemengde gjennom MW1.

Et annet parameter som styrer oppfyllingstiden av akkumulatorvolumet, er hvor høyt forladingstrykket til Nitrogenblæren i akkumulatoren er satt.

Ut fra disse to parametrene, er det mulig å styre / forsinke trykkoppbyggingen i systemet. Stort akkumulatorvolum kombinert med stor restriksjon på oljemengden medfører lang tid for å bygge opp trykket i akkumulatoren.

Denne tidsforsinkelsen gjør at en er sikker på at kopling mellom LMRP og BOP har fått mer en nok tid til å gå i låseinngrep med hverandre.

Når akkumulatoren er fylt med olje vil rekkefølgeventil R2 oppnå det settpunkt som kreves for at den skal åpne.

Oljen vil da strømme gjennom denne, og videre ut til port N4, som via et impulsrør ledes til port N5 på aktuatorer sylinder S1. Sylindrestempel og tilhørende stang står i utgangspunktet helt inntrukket i sylinderen, og på enden av stempelstangen er Multikonnettors stempel montert. Stempelstangens vandringsbevegelse er det parameter som gjør at multikonnettores respektive deler går i inngrep med hverandre.

Når denne siden av sylinderen tilføres trykksatt olje, beveger stempelstangen seg utover, og mot den andre halvdel av multikonnettores.

For å sikre en god og kontrollert bevegelse når konnettores deler går i inngrep med hverandre / kunne korrigere for skjevheter i mellom koplingsdelens opplagringspunkter, er det viktig at sylindereens bevegelseshastighet kan justeres. Dette utføres via mengdereguleringsventil MW1.

Sikkerhetsfunksjon mot høyt trykk

I systemet er det langt inn en sikkerhetsfunksjon for å forhindre for høyt trykk ut til aktuatorer sylinder S1.

Rett nedstrøms R1 er det montert en trykkreguleringsventil benevnt **R3**. Denne fungerer slik at den i normal posisjon slipper gjennom oljestrømmen som reguleres via MV1. Regulatorens signalinngang føler på trykket til den hydrauliske væsken som tilføres systemet. Hvis dette trykket overstiger regulatorens setpunkt, reguleres dette for videre tilførsel mot sylinder S1.

Regulatorens setpunkt er satt lik operasjonstrykk inn på sylinder S1.

Tanke og filosofi bak denne funksjonen er å ivareta hendelser der hydraulikk aggregatets tilførselstrykk øker utover forutsatt grense.

Dette kan være tilfeller der operatøren av systemet finner behov for ”trykktesting” ved å heve systemtrykket for å sjekke tetthetsgrad på komponenter tilkopleet BOP/LMRP’s låsemekanisme, etc.

Multikonnettores deler koples sammen

Etter hvert som stempelstangen beveger seg utover, vil dette føre til at Multikonnettores to halvdeler går gradvis i inngrep med hverandre, og vil være i fullt inngrep når sylindereens slaglengde er på det lengste.

Det er nå mulig å teste / operere systemfunksjonene som styres via Multikonnettores hydrauliske impulsrør og elektriske koplinger.

Multikonnettores deler koples fra hverandre.

Når brønnoperasjon på havbunnen er utført, vil det oppstå en situasjon som krever at klokkopling mellom LMRP og BOP skal åpnes, og videre at de to seksjonsdelene skal splittes fra hverandre. I denne sekvensen må også Multikonnettores deler trekkes ut av inngrep, og koples fra hverandre.

Det er ønskelig at dette skjer så raskt at ikke Multikonnettor er helt eller delvis i inngrep når det utføres fysikk splitting/ frakopling av BOP og LMRP's fysiske strukturer.

Det hydrauliske volumet i aktuator for betjeningsmekanisme tilklokopling for sammenføyning mellom LMRP/BOP har mye større volum en sylinder for kjøring av Multikonnettor, samt at begge aktueringsmekanismer har restriksjonsfri flyt av returolje i en "Unlatch"-situasjon. Det er derfor forventet at Multikonnektores aktuator har fullført sin bevegelse for låsemekanisme før BOP / LMRP klokopling har komplettert tilsvarende.

Hvis ikke; Og det oppstå en situasjon der LMRP/ BOP frakoples før Multikonnettor, kan dette medføre at bevegelser / vandring i den frigjorte LMRP'en påfører Multikonnettor og tilhørende kabler / impulsør store mekaniske skader.

Sekvensen starter med at styringslinjen som åpner klokoplingen trykkes fra fartøyet på overflaten(Signal til Unlatch), og videre at tidligere trykksatt linje til klokoplingens mekanisme for å aktivere låsing(Latch), gjøres trykkløs og ledes i stedet til hydraulikksystemets reservoartank.

Dette medfører da at statisk trykk på oljen tilført Multikonnektores styrelogikk via avtappingspunkt N1 og tilhørende komponenter nedstrøms til og med sylinder S1, da mister sin statiske kraft.

Videre blir det istedenfor tilført trykksatt hydraulisk olje via avtappingspunkt N2, frem til port N6 på sylinder S1.

Som følge av at "Latch" siden og avtappingspunkt N1 er gjort trykkløs/lagt til reservoar, vil det introduserte trykket medføre at stempel i sylinder S1 blir presset bakover(akkumulert olje på denne siden av systemet ledes til reservoar)

Som følge av dette, vil Multikonnektores deler gå ut av inngrep / kople ifra hverandre.

Sylinderens bevegelse vil fortsette helt til stempelet er kommet til motsatt endeposisjon, og fysisk blir hindret fra videre vandring.

For å gjøre evakuering av olje fra sylindren raskest mulig, via port N5/N4, er det montert en tilbakeslagsventil TV2 som i denne situasjonen leder returoljen direkte til port N3. Denne tilbakeslagsventilen er plassert omvendtparallelt med alle andre styringskomponenter, og leder således oljen i retur.

Systemet er slikt designet for å sikre at bevegelsen som trekker Multikonnettores ut av inngrep, skal foregå raskest mulig.

NB. Det er vurdert å sette inn en strupeventil(inntegnet ventil uten benevning) i serie med denne tilbakeslagsventilen for kunne justere hastigheten på returbevegelsen til en viss grad, hvis det viser seg at retur av olje uten regulering fører til at Multikonnektores deler trekkes fra hverandre så brått at delene av koplingen får mekaniske skader.

Det er montert en tilbakeslagsventil med benevnelsen TV1. Denne skal sørge for drenering av trykksatt oljevolum lagret i akkumulator A1 i en "Unlatch" situasjon.

Når systemet i er operasjonell tilstand "Latch" og trykksatt med olje via port N3, sørger den statiske trykkdifferansen for at tilbakeslagsventilen ikke slipper gjennom olje. Når systemet skifter over til posisjon "Unlatch", mister tilbakeslagsventilen det statiske tettingstrykket mot akkumulatorsiden.

Når dette skjer, vil lagret oljemengde presses ut av akkumulatoren til trykket i N2-blæren er i balanse med trykket i oljen brukt i systemet. For videre å unngå at den opplagrede oljen under statisk trykk i akkumulator skal kunne påvirke / nedsette aktuatorns nye funksjon, reduseres tømningshastigheten ved denne. Denne reduksjon i tømningshastighet oppnås ved innplassering av o1. Det kan eventuelt installeres en trykkstyrt retningsventil som erstatning for TV1 og o1.

Kap 5. Matematiske hydrauliske beregninger.

Hydraulisk operasjonstrykk for BOP / MLRP systemet har dessverre ikke vært offentlig tilgjengelig. Det har imidlertid vært gitt indikasjoner for at multikonnektor vil måtte kunne opereres under differensierende forhold, dette både med tanke på tilført hydraulisk trykksatt væske, og havdyp. Ytre havdypsoperasjonsgrense ble satt til 1800m. Det hydrauliske operasjonstrykket ved BOP / LMRP ble her estimert til 150bar.

5.1 Separasjonskrefter.

Unitek Offshoer er i dag markedsleder, og eneste produsent som innehar lagerbeholdning av kategori ballanserte koblinger.

I henhold til doc: sep. force 20060124142930 fra Unitek AS beregnes separasjonskreftene for Ubalanserte kopling HD-107.

Disse separasjonskreftene vil være sammenfallende med kraften en ufungerende balansert kopling av samme dimensjon vil gi.

Omgivelsestrykket vil i varierende grad motvirke deler av eventuell separasjonskraft. Ved små dyp vil denne motvirkende kraft være marginal, og en anser derved bare dette som en ukalkulert positiv faktor.

$$F = A \cdot p \Rightarrow \text{Kraft [N]}$$

$$A = \text{Areal [m}^2\text{]}$$

$$p = \text{kraft pr. flateenhet [Pa]}$$

$$d = \text{Eksponert diameter konnektor. (0,0175m)}$$

$$P_t = \text{indre funksjonstrykk navlestreng (systemtrykk juletre) (16000 psi)}$$

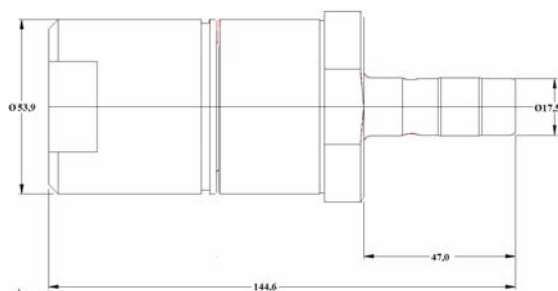


Fig. UH-812 M fra

$$P_t = 16000 \text{ psi} \Rightarrow 16000 \text{ psi} \cdot 14,5038 = 1103,159 \text{ bar} \Rightarrow 110,3159 \text{ MPa}$$

$$F_k = p_i \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 110,3159 \text{ Pa} \cdot \frac{\pi \cdot (0,0175 \text{ m})^2}{4} = \underline{\underline{26 \text{ kN}}}$$

Separasjonskraften som blir generert ved funksjonssvikt i en balansert konnettor settes lik 26 kN. (2.6 tonn)

Denne belastning godkjennes tilført gjeldende utstyr på aktuelt monteringssted. Ref Cameron Norge.

Ved bruk av ubalanserte konnettorer ville det vært nødvendig med en holdekraft på 6 x 2,6 tonn. Summeres til 15,6 tonn. i tillegg må det legges inn sikkerhetsmargin.

Etter leverandør skal denne legges til 1,2 – 1,5 ganger separasjonskraften. Om en tar utgangspunkt i 1,25 vil nødvendig holdekraft legges på 20 tonn.

Dette godkjennes ikke.

5.2 Hydraulisk aktuator.

A_1 = Øvre areal stempel.

A_2 = Stempelstangens areal eksponert for atm. kraftoverføring.

F_s = kraft overført fra atm.

F_k = Separasjonskraft ved defekt hydraulisk konnettor. (26,00 kN)

F_h = nødvendig kraft for balanse.

P_o = Nødvendig indre oljetrykk aktuator.

P_s = Atmosfæretrykk.

S_1 = Slaglengde.

V_1 = Volum slaglengde av stempelstang.

V_2 = Volum for aktiverende side av sylinder.

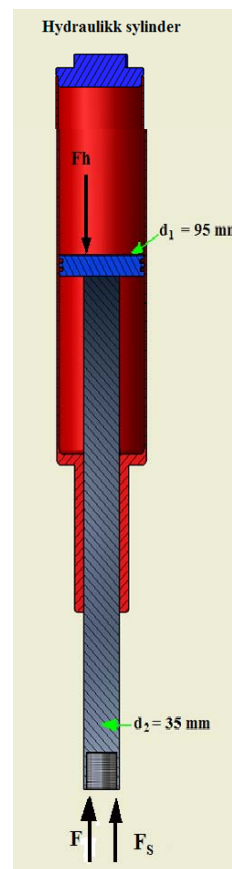
V_3 = Volum for returside av sylinder.

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,095 \text{ m}^2}{4} = \underline{\underline{7,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}}$$

$$A_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,035 \text{ m}^2}{4} = \underline{\underline{9,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}}$$

$$F_s = p_s \cdot A_2 = 18099450 \text{ Pa} \cdot 9,62 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \Rightarrow$$

$$F_s = \underline{\underline{17411,67 \text{ kN}}}$$



Hydraulisk sylinder

$$F_k + F_s - F_h = 0 \Rightarrow$$

$$A_1 \cdot P_o = F_k + (p_s \cdot A_2) \Rightarrow$$

$$P_o = \frac{F_k + (p_s \cdot A_2)}{A_1}$$

$$P_o = \frac{26,534 \text{ kN} + (18099450 \text{ Pa} \cdot 9,62 \cdot 10^{-4} \text{ m})}{7,09 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = \underline{\underline{6198261 \text{ Pa}}}$$

$P_o = 62$ bar tilføres fra hydraulikksystemet.

Volumet i Hydraulikksylinder.

Ved kopling av multikonnettor i en offset situasjon vil slaglengden øke etter formelen: $k^2 \cdot k^2 = h^2$

Ved 10mm offset vil dette gjøre: slaglengde = $\sqrt{(10\text{mm})^2 + (313\text{mm})^2} = \underline{\underline{313,16\text{mm}}}$

Differanser her utelates i videre beregninger.

Sylinderens slaglengde: $S_1 = 313\text{mm}$. Sylinderens diameter: $d_1 = 95\text{mm}$.

$$V_1 = S_1 \cdot A_1 \Rightarrow V_1 = S_1 \cdot \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \Rightarrow 0,313 \text{ m} \cdot \frac{\pi \cdot (0,095 \text{ m})^2}{4} = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \underline{\underline{2,22\text{dm}^3}}$$

Volum stempelstang: $S_l \cdot A_2 = V_2$

$$V_2 = S_l \cdot A_2 \Rightarrow V_2 = S_l \cdot \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \Rightarrow 0,313 \text{ m} \cdot \frac{\pi \cdot (0,035 \text{ m})^2}{4} = 3,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = \underline{\underline{0,30\text{dm}^3}}$$

$$V_3 = V_1 - V_2 = > 2,22\text{dm}^3 - 0,30\text{dm}^3 = \underline{\underline{1,99\text{dm}^3}}$$

5.3 Systemolje MLRP / BOP.

Fysiske og kjemiske egenskaper ved hydraulikkolje benyttet for Cameron MLRP / BOP.

PRODUKTETS FORM:	Væske	LUKT:	Søtaktig.
FARGE:	Gul	OPPLØSELIG I:	Løselig i vann i hvilken som helst mengde.
SMELTE/FRYSEPUNKT:		KOKEPUNKT:	>100 °C
TETTHET:	1.07 g/cm ³ ved 20 °C	FLAMMEPUNKT:	
EKSPLOSJONSOMRÅDE:		pH (kons.):	8.8 (Basisk.)
LØSELIGHET I VANN:		MOLMASSE:	
DAMPTRYKK:		VISKOSITET:	kinematisk ved 40°C: 2 cSt
METNINGSKONS.:		TENNTEMPERATUR:	
DEKOMPONERINGSTEMP.:		LUKTEGRENSE:	
PH LØSNING:		DAMPTETTHET:	
Flytepunkt	-36 °C		
Dispergeringsegenskaper	Se oppløselighet i vann.		

Fig: fysiske og kjemiske egenskaper olje.

Ved studie av de fysiske data gjeldende for anvendt hydraulisk olje vil en kunne lese av oljens massetetthet.

$$\rho_s = \text{Densitet sjøvann. (1024kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_o = \text{Densitet Olje. (1070kg/m}^3\text{)}$$

$$h_y = \text{Ytre operasjonsdybde. (1800m)}$$

$$g = \text{tyngdekraft (9,81m/s}^2\text{)}$$

$$P_s = \text{Trykk generert av ytre miljøtrykk (fra sjø)}$$

$$P_o = \text{gjeldende oljetrykk.}$$

$$\Delta P_o = \text{trykkdifferanse olje / ytre miljø.}$$

$$p_s = \rho_s \cdot g \cdot h_y \Rightarrow p_s = 1025 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1800 \text{ m} = 18099450 \text{ Pa}$$

$$\underline{p_s = 181 \text{ bar}}$$

$$p_o = \rho_o \cdot g \cdot h \Rightarrow p_o = 1070 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1800 \text{ m} = 18894060 \text{ Pa}$$

$$\underline{P_o = 189 \text{ bar}}$$

$$\Delta P = P_o - P_s \Rightarrow (189 - 181) \text{ bar} = \underline{8 \text{ bar}}$$

Systemet får tilført ett positivt hydraulisk trykk nedstrøms på 8 bar. Dette vil forbli som et resttrykk i akkumulator ved tømning ut mot dette system.(TV1)

5.4 Responstid lukking / åpning Multikonnettor.

Det antas at en innkoplingstid på ett minutt skulle være innenfor grensen, forsvarlig innkopling, og at multikonnettor ved dette får tid til å rette seg etter eventuelle konstruksjonsmessige avvik mellom BOP / MLRP.

Dette gir volumstrøm Q $2,22 \text{ dm}^3 / \text{min}$. ($V_1 = 2,22 \text{ dm}^3$)

En antas at 6mm hydraulikkør med tilhørende dimensjonerte komponenter skulle kunne dekke nødvendig behov for funksjon fra og med R_1 til og med R_2 .

Det antas en benyttelse av hydrauliske komponenter og rør med innvendig radius 10mm for unlatch funksjon.

Q = Volumstrømmen [dm^3 / min] ($Q < 2 \text{ m/s} \Rightarrow$ laminær strømning)

v = Olje hastighet [m/sek]

d = Diameter [mm]

$$v = 16,667 \cdot \frac{Q}{\frac{\pi}{4} d^2} \Rightarrow 16,667 \cdot \frac{2,22 \text{ dm}^3 / \text{min}}{\left(\frac{\pi}{4} (6\text{mm})^2\right)} = \underline{\underline{1,31 \text{ m/s}}}$$

Dette tilsier laminær strømning for latch fase.

Kontrollerer videre for mulig frakoplingshastighet ved laminær strømning.

$$Q = \frac{v \cdot \frac{\pi}{4} d^2}{16,667} = \frac{2 \text{ m/s} \cdot \frac{\pi}{4} (10\text{mm})^2}{16,667} = \underline{\underline{9,42 \text{ dm}^3 / \text{min}}}$$

Sylinderen har et volum på: $0,30 \text{ dm}^3$ Så åpningstiden blir da:

$$t = \frac{\text{dm}^3}{\text{dm}^3 / \text{min}} \Rightarrow \frac{0,30 \text{ dm}^3}{9,42 \text{ dm}^3 / \text{min}} = \underline{\underline{0,03 \text{ min} \Rightarrow 1,9 \text{ sek}}}$$

Fysisk restriksjon og trykkreduksjon bør videre vurderes ved dette punkt.

5.5 Akkumulator

Det vil ved nedsetting av BOP / MLRP være behov for å forhåndsopprette (precharge) nitrogen akkumulatoren beregnet for styringslogikk. (benevnt B1) Akkumulator funksjon er å virke som tidsforsinker, og det er derfor viktig at denne har nøytralt trykk med tanke på tømingsgrad. Ett overtrykk vil medføre redusert fyllingsgrad, med tilhørende reduisering av tidsforsinkelse for aktivering av multikonnettor.

Et undertrykk vil lede til redusert tømingsgrad ved en uttømming. Dette vil igjen lede til redusere effektivt volum. En setter aktuelt forladde trykk for nitrogen til 190bar, dette for å unngå restvolum av hydraulisk olje i denne.

Med bakgrunn i dette settes:

$$p_1 = p_2 \Rightarrow V_1 = V_2$$

For videre spesifikasjoner ang. benyttede verdier ved akkumulator refereres til vedlegg 6.

p_1 = Nitrogenets forladningstrykk.
 p_2 = Indre trykk ved V_2 . (min trykk)
 p_3 = Indre trykk ved V_3 . (maks trykk)
 V_1 = Akkumulatorsystems totale arbeidsvolum.
 V_2 = Akkumulators tillatte funksjonsvolum.
 V_3 = Akkumulatorblæres gassvolum ved maks opptrykket tilstand
 ΔV = Disponibelt arbeidsvolum. (nyttevolum olje)
 t_f = oppfyllingstid akkumulator.

$$B_1 = \text{Satt } 25 \text{ dm}^3$$

Det antas her en isoterm kompresjon.

$$V_1 = A_1 + B_1 \Rightarrow (18,4 + 25) \text{ dm}^3 = 43,4 \text{ dm}^3$$

$$P_3 = P_s + P_o \Rightarrow (182 + 62) \text{ bar} = 244 \text{ bar}$$

$$P_1 \cdot V_1 = p_3 \cdot V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_3} =$$

$$\frac{190 \text{ bar} \cdot 43,4 \text{ dm}^3}{246 \text{ bar}} = \underline{\underline{33,5 \text{ dm}^3}}$$

$$\Delta V = V_2 - V_3 = (43,4 - 33,52) \text{ dm}^3 = \underline{\underline{9,88 \text{ dm}^3}}$$

$$t_f = \frac{\Delta V}{Q} \Rightarrow T_f = \frac{9,88 \text{ dm}^3}{2,22 \text{ dm}^3/\text{min}} = \underline{\underline{4,45 \text{ min}}}$$

Det vil gå 4,45 min før multikonnettor får tilført operasjonstrykk. Dette fortsettes her oppnådd minimums operasjonstrykk R_1 (satt 130 bar)

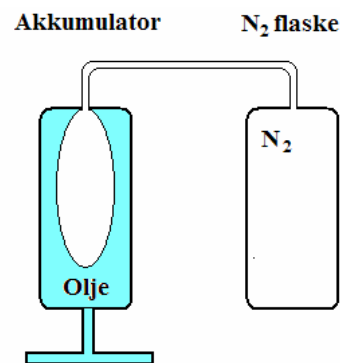
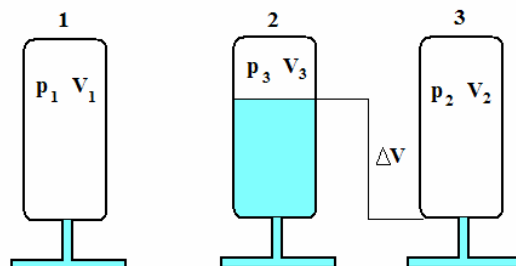


Fig: A1 og B1

Kap 6. Matematiske mekaniske beregninger.

6.1 Tiltrekking og sikkerhetsfaktorer ved boltede forbindelser.

Installasjon inneholder to stk. 8 hulls flensforbindelser med identiske fysiske mål, belastningsparameter og boltoppsett. Underliggende beregninger inkluderer begge.

Forspenning av **M16 x 40** stigning(P) = 2. Kvalitet 316L flytegrense 210 N/mm²

Nøkkelvidde: N = 24mm

Gjenge profilvinkel: $\alpha = 30^\circ$

Midtdiameter $d_2 = 14,7\text{mm}$

Kjernediameter $d_3 = 13,55\text{mm}$

Underlagsflater(boltehode) og gjenger smøres med kopperpasta eller Mollycoate.

Setter $\mu = \mu' = 0,15$ (smurte flater)

Frihulldiameter borres til: $d_h = 17\text{mm}$ (fin pasning)

$$F_l = \underline{26\text{kN}}$$

$$\text{Kraft pga. ytre last (pr bolt)} F_\ell = \frac{F_l}{n}$$

$$F_\ell = \frac{26\text{kN}}{8} \Rightarrow 3,25\text{kN}$$

Det er ikke aktuelt med pakning mellom flenser.

Forspenningskraft uten pakning: $F_i = 1,5 \cdot F_\ell$

$$F_i = F = 1,5 \cdot 3,25\text{kN} \Rightarrow 4,88\text{kN}$$

Tiltrekningsmoment M16 bolter.

$$\text{Friksjonsradius: } r_m' = \frac{N + d_h}{4}$$

$$r_m' = \frac{24\text{mm} + 17\text{mm}}{4} \Rightarrow 10,25\text{mm}$$

$$\text{Moment til underlag: } M_s = \mu' \cdot F \cdot r_m'$$

$$M_s = 0,15 \cdot 4880\text{N} \cdot 0,01025\text{m} \Rightarrow 7,5\text{Nm}$$

$$\text{Stigningsvinkel: } \varphi = \tan^{-1} \frac{P}{\pi \cdot d^2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{2\text{mm}}{\pi \cdot 14,7\text{mm}} \Rightarrow 2,48^\circ$$

$$\text{Friksjonsvinkel: } \varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{\mu}{\cos \alpha}$$

$$\varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \Rightarrow 9,87^\circ$$

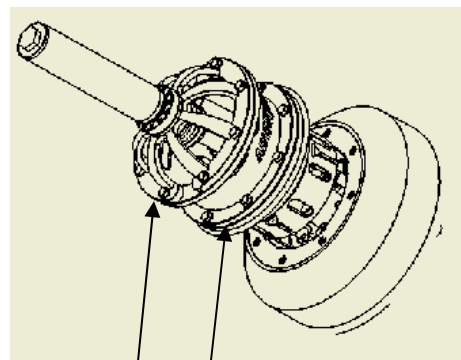
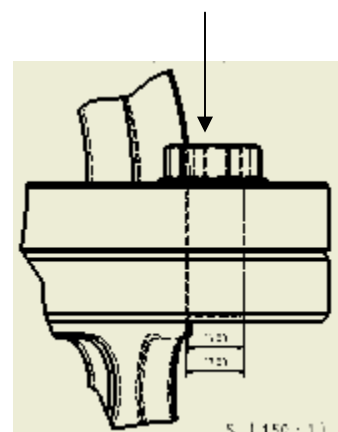


Fig: plassering M16X40 bolter



$$\text{Moment til gjenger: } M_V = F \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varepsilon_1 + \varphi)$$

$$M_V = 4880\text{N} \cdot \frac{0,0147\text{m}}{2} \cdot \tan(9,87 + 2,48)^\circ \Rightarrow 7,64\text{Nm}$$

$$\text{Totalt forspenningsmoment: } F_h \cdot L = M_{\text{tot}} = M_V + M_S$$

$$M_{\text{tot}} = 7,64\text{Nm} + 7,5\text{Nm} \Rightarrow \underline{15\text{Nm}}$$

Beregner spenninger og sikkerhetsmargin for M16 bolter.

Under normale driftsforhold vil det ikke forekomme vridning, bøyning, vibrasjon eller skjærspenninger i konstruksjonen.

Gjør derfor oppmerksom på at vridmoment på skrue bare forekommer ved montering/demontering av disse. Beregner derfor sikkerhetsmargin mot varig deformasjon ved tiltrekking av bolter.

$\sigma_z = \sigma_y = 0$ Her inngår kreftene som virker på bolt ved maksimal belastning.

$$A = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \Rightarrow \frac{\pi \cdot (13,55\text{mm})^2}{4} = 166,3\text{mm}^2$$

$$\sigma_x = \frac{4880\text{N}}{166,3\text{mm}^2} = 29 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Vridspenning ved tiltrekking: } \tau_v = \frac{M_V}{I_p} \cdot r \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{M_V}{I_p} \cdot d \Rightarrow \frac{M_V \cdot d}{2 \cdot I_p}$$

$$I_p = \frac{\pi \cdot r^4}{2} \Rightarrow \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

$$\tau_v = \frac{M_V \cdot d}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{32}} \Rightarrow \frac{32 \cdot M_V \cdot d}{2 \cdot \pi \cdot d^4} \Rightarrow \frac{16 \cdot M_V}{\pi \cdot d^3} \Rightarrow \tau_v = \frac{16 \cdot 7640\text{Nmm}}{\pi \cdot (13,55\text{mm})^3} \Rightarrow 15,6 \text{ N/mm}^2$$

Bruker Mises kriterium for flyt: $\sigma_j = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_v^2}$ (under gitte forhold)

$$\sigma_j = \sqrt{(29)^2 + 3 \cdot (15,6)^2} \Rightarrow 32,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sikkerhetsmargin for varig deformasjon ved tiltrekking: } n = \frac{\sigma_f}{\sigma_j} \Rightarrow \frac{210 \text{ N/mm}^2}{32,9 \text{ N/mm}^2} = \underline{\underline{6,4}}$$

$$\text{Sikkerhetsmarginen under normale driftsforhold vil være: } n = \frac{210 \text{ N/mm}^2}{29 \text{ N/mm}^2} \Rightarrow \underline{\underline{7,2}}$$

Konkluderer med solid sikkerhetsmargin over gjeldende bolter.

M16 X 40 trekkes med +15Nm

Forspenning av **M8 x 35** stigning(P) = 1,25. Kvalitet 316L flytegrense 210 N/mm²
 Nøkkelvidde: $N = 13\text{mm}$ (gjør oppmerksom på at det installeres umbrako bolter)
 Gjenge profilvinkel: $\alpha = 30^\circ$
 Midt-diameter $d_2 = 7,188\text{mm}$
 Kjernediameter $d_3 = 6,466\text{mm}$
 Underlagsflater(boltehode) og gjenger smøres med kopperpasta eller Mollycoate.
 Setter $\mu = \mu' = 0,15$ (smurte flater)
 Frihulldiameter borres til: $d_h = 8,4\text{mm}$ (fin pasning)

$$F_1 = \underline{26\text{kN}}$$

Kraft pga. ytre last (pr bolt) $F_\ell = \frac{F_1}{n}$

$$F_\ell = \frac{26\text{kN}}{12} \Rightarrow 2,16\text{kN}$$

Det er aktuelt med kopper/messing shims mellom gjeldende flenser.

Forspenningskraft med hard pakning: $F_i = 1,3 \cdot F_\ell$

$$F_i = F = 1,3 \cdot 2,16\text{kN} \Rightarrow 2,8\text{kN}$$

Tiltrekningsmoment M 8 bolter.

$$\text{Friksjonsradius: } r_m = \frac{N + d_h}{4}$$

$$r_m = \frac{13\text{mm} + 8,4\text{mm}}{4} \Rightarrow 5,53\text{mm}$$

Moment til underlag: $M_s = \mu' \cdot F \cdot r_m$

$$M_s = 0,15 \cdot 2800\text{N} \cdot 0,00553\text{m} \Rightarrow 2,32\text{Nm}$$

$$\text{Stigningsvinkel: } \varphi = \tan^{-1} \frac{P}{\pi \cdot d^2}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{1,25\text{mm}}{\pi \cdot 7,188\text{mm}} \Rightarrow 3,17^\circ$$

$$\text{Friksjonsvinkel: } \varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{\mu}{\cos \alpha}$$

$$\varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \Rightarrow 9,87^\circ$$

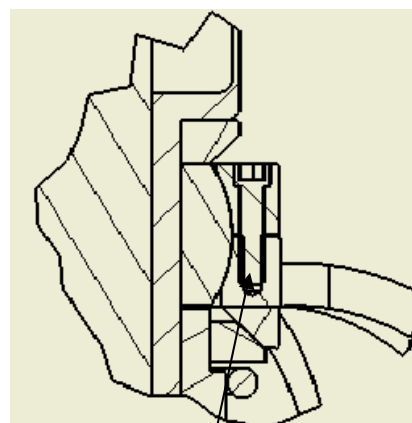
bolter.

$$\text{Moment til gjenger: } M_v = F \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varepsilon_1 + \varphi)$$

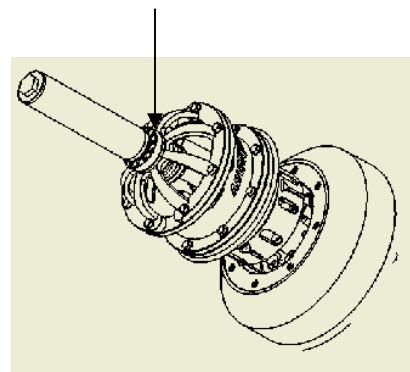
$$M_v = 2800\text{N} \cdot \frac{0,007188\text{m}}{2} \cdot \tan(9,87 + 3,17)^\circ \Rightarrow 2,33\text{Nm}$$

Totalt forspenningsmoment: $F_h \cdot L = M_{\text{tot}} = M_v + M_s$

$$M_{\text{tot}} = 2,33\text{Nm} + 2,32\text{Nm} \Rightarrow \underline{4,65\text{Nm}}$$



Plassering M8 x 35



Beregn spenninger og sikkerhetsmargin for M8 bolter.

Under normale driftsforhold vil det ikke forekomme vridning, bøyning eller skjærspenninger i konstruksjonen.

vridmoment på skruer forekommer ved montering/demontering av disse. Beregn derfor sikkerhetsmargin mot varig deformasjon ved tiltrekking av bolter.

$\sigma_z = \sigma_y = 0$ Her inngår kreftene som virker på bolt ved maksimal belastning.

$$A = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \Rightarrow \frac{\pi \cdot (6,466\text{mm})^2}{4} = 33\text{mm}^2$$

$$\sigma_x = \frac{2800\text{N}}{33\text{mm}^2} = 84,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Vrispenning ved tiltrekking: } \tau_v = \frac{M_v}{I_p} \cdot r \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{M_v}{I_p} \cdot d \Rightarrow \frac{M_v \cdot d}{2 \cdot I_p}$$

$$I_p = \frac{\pi \cdot r^4}{2} \Rightarrow \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

$$\tau_v = \frac{M_v \cdot d}{2 \cdot \frac{\pi \cdot d^4}{32}} \Rightarrow \frac{32 \cdot M_v \cdot d}{2 \cdot \pi \cdot d^4} \Rightarrow \frac{16 \cdot M_v}{\pi \cdot d^3} \Rightarrow \tau_v = \frac{16 \cdot 2330\text{Nmm}}{\pi \cdot (6,466\text{mm})^3} \Rightarrow 43,90 \text{ N/mm}^2$$

Bruker Mises kriterium for flyt: $\sigma_j = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_v^2}$ (under gitte forhold)

$$\sigma_j = \sqrt{(84,85)^2 + 3 \cdot (43,9)^2} \Rightarrow 95,50 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Sikkerhetsmargin for varig deformasjon ved tiltrekking: } n = \frac{\sigma_f}{\sigma_j} \Rightarrow \frac{210 \text{ N/mm}^2}{95,52 \text{ N/mm}^2} = \underline{\underline{2,2}}$$

$$\text{Sikkerhetsmarginen under normale driftsforhold vil være: } n = \frac{210 \text{ N/mm}^2}{84,85 \text{ N/mm}^2} \Rightarrow \underline{\underline{2,5}}$$

Konkluderer med godkjent sikkerhetsmargin over gjeldende bolter.

M8 x 40 trekkes med 4,65 Nm

Nb.. Husk tiltrekkingsprosedyre!

6.2 Konstruksjonsberegninger.

Ved beregning av stress, samt sikkerhetsfaktor i øvrig konstruksjon ble datasimuleringsprogrammet Ansys benyttet. Dette programmet gir en fyldig matematisk rapport, samt visuelle fremstilling påført aktuell data.

Henviser her til vedlegg Nr 1: Ansys rapport for lokk. Vedlegg Nr 2: Ansys rapport føringshus. Vedlegg Nr 3: Ansys rapport Topp kulehus.

Kap 7. Relevante produktkrysninger.

7.1 Glidebord.

På et tidlig stadium ble det sett på et system med et "glidebord". Dette bestod av en MQC plate der mail konnektorene kunne festes. Under denne platen var det montert 4 vanger, 2 i x-retningen og 2 i y-retningen. Slik at MQC kunne forskyves fritt i x og y retning.

Unitec koplignene og ODI-konnektorene er senket ned i MQC plata for å unngå at de skal bli skadet når LMRP monteres/demonteres.

Det var også tiltenkt en "buffer" rundt MQC plata for å ta imot slag og dunk under montering/demontering av LMRP.

Da denne ble forsøkt i montert "bøtta og stampelet for funksjonstesting, kom det frem at dersom multikonnetoren ble prøvd montert med en vinkel ut av normalen til x-y-planet, ville glidebordet bli ført heilt over til den ene siden.

Denne løsningen kan ta opp store unøyaktigheter i x- y-retningen, men om det skulle oppstå unøyaktigheter i parallelliteten mellom LMRP og BOP ville denne løsningen være uheldig

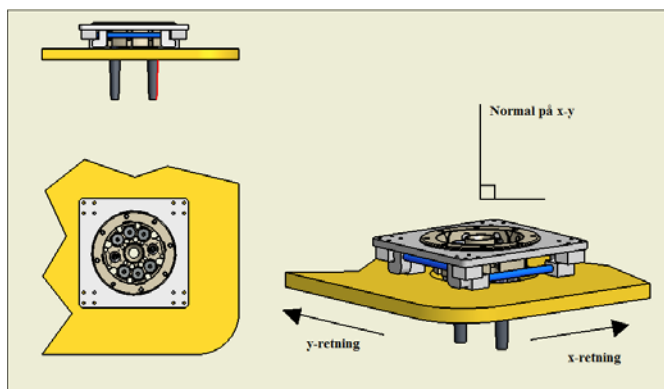


Fig. Utsnitt av MQC plate med "glidebord"

Konklusjon: Denne løsningen ble forkastet til fordel for den løsningen som er blitt valgt i oppgaven..

7.2 Kristin konnettor.

Den første aktuelle koblingen som skulle kunne dekke etterspurt behov ble utarbeidet i AutoCAD. Begrensning her var blant annet montasje i eksisterende konstruksjonsfasilitet, med eksisterende gjennomgang ved denne.

Aktuell gjennomgang var her Ø200mm. Oppgave gikk ut på å sjekke om det var mulig å bruke dette hullet?

Detaljer: Vedlegg Nr 11.

Dette er teknisk mulig ved bruk av en elektrisk konnettor.

Dette vil dermed medføre tap av redundans.

Konklusjon: Denne løsningen ble på et tidlig stadium forkastet pga. mangel på redundans.

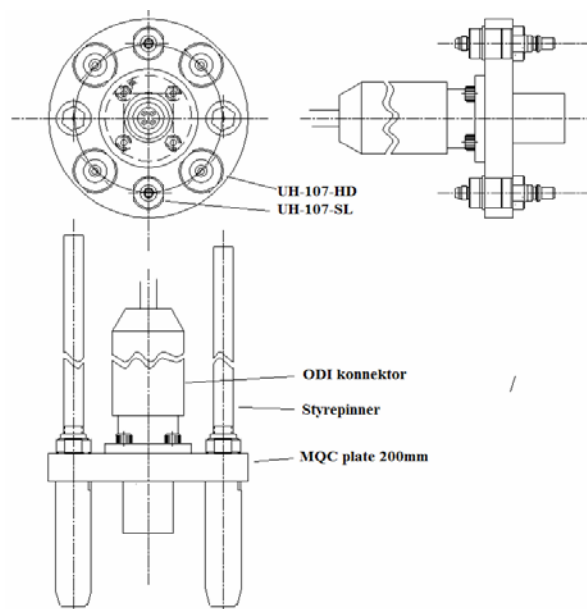


Fig. Skisse av Kristin Konnettor

Kap 8. Konklusjon.

Vi har under arbeidet med prosjektoppgaven gått igjennom en arbeidsprosess som er realistisk lik det en møter i det normale arbeidsliv. Dette spenner over flere faser :

- Innledende stadium der vi ble forelagt et konkret teknisk problem.’
- Forståelse prosess og mekanismer ”problemet” er en del av.
- Identifisering av ideer til potensielle løsningsforslag.
- Gjennomgang og evaluering av fremsatte ideer, for å finne den mest realistiske og beste løsningen, sett både fra en praktisk og økonomisk vinkel.
- Utarbeidelse av tegninger på komponenter, samt simulering med disse i databaserte verktøy. Under utviklingen av produktet i denne oppgaven er det benyttet tegneprogrammer som ”Autodesk Inventor”, ”Autocad” og Ansys.
- Utarbeidelse av teoretiske beregninger for konstruksjonsmessige forhold som mekanisk styrke og hydraulisk kapasitet.
- Valg av egnede materialer ut fra operasjonsmiljø. Stikkord for denne oppgaven er sjøvann, høye trykk, korrosivt miljø, etc.
- Praktisk valg av egnede komponenter til konstruksjonen av systemet:
Identifikasjon av aktuelle leverandører og evaluering av deres produkter.
(Bruk av ”standard” komponenter kontra design av ”spesialkomponenter”).
- Belysning av problemer forbundet med forhold relatert mot implementering av ”vår” systemløsning, integrert som en del av et allerede eksisterende system.
- Potensielle forbedringer.
- Bygge opp, og forfatte et dokument der alle forhold rundt konstruksjon av prosjektoppgaven belyses.

Generelt sett er dette en oppgave som viser realistiske forhold og situasjoner i vårt fremtidige yrke.

Kap 9. Kontaktliste.

Firma	Kontakt person	Posisjon	Telefon	Mail	www.
Advantec	Rolf Haldorsen	Teknisk sjef	90562726	rolf.haldorsen@advantec.no	ww.advantec.no
	Kjartan Drønnesund	Teknisk Tegner	93414499	kjartan.drønnesund@advantec.no	
	Magnar Årland	Dagleg leiar	40005800		
Statoil	Tørres Stangeland				
Cameron Norge	Frode Bakke Bergen		56322814		www.cameron.no
	Helge Hollund Stavanger		51415100	hollundh@camerondiv.com	
Unitech Offshore Bergen	Allan Lewis		55300570	office@unitechoffshore.com	www.unitechoffshore.com
	Torgeir Titland				
	Bert Hellesø	Teknisk Sjef	90022421		
	Erik Hellesø	Dagleg leiar	55300571		
CEJN Norge A/S	Åke Andersson			Sverige	www.cejn.com
Walther	Bjørge SAAS	Per Haugli	55491500	Tyskland .	www.maxbar.com
Tronic	Judith Marklove	Technical Assistant		Judith.Marklove@tronic.co.uk	www.tronicweb.com
	Steve Harrison				
Trelleborg Norge AS	Eivind Spiten	Teknisk Sjef	90933510	eivind.spiten@trelleborg.com	www.trelleborg.no
ODI	USA			marketing@odi.com	http://www.odi.com/
	Heidi Heinmiller	Executive Assistant		HHeinmiller@odi.com	

Kap 10. Litteraturliste.

Litteraturliste:

- Innføring i Oljehydraulikk av Knut Brautaset
- Konstruksjonselementer av Dalvig, Christensen og Strømsnes
- Kompendium om Undervannsteknologi av Jens Christian Lindaas
- Kompendium om Korrosjonsteknologi. Av Audun Tveit.
- Formelsamling i konstruksjonsteknikk av Jan W. Finstad
- Teknisk formelsamling av Svein Erik Pedersen, Jan Gustevsen, Svein Kaasa og Odmund Olsen

Katalog liste fra leverandører:

- Unitech Offshore
- Walther Offshore
- ODI Connector
- Seacon
- Tronic Power Connector

Internett:

Hydraulikkolje:

- <http://logichem.netpower.no/datasheet.aspx?iId=18327&iDepId=3456>
- <http://www.hmslogiconsult.com/>

Kap 11. Ordliste.

BOP	-	Blow out preventer
DP systemet	-	dynamiske posisjoneringsystem
DWG	-	Digital tegning
LMRP	-	Lower Maritime Raiser
MQC plate	-	Multi quick connector (Plate med flere hurtig koblinger)
ROV	-	Fjernstyrt miniubåt
X-mas tree	-	Brønn hode ventil tre
Umbilical		Navlestreng. (Flere hydrauliske og elektriske linjer i en "kabel")

$$F = A \cdot p \Rightarrow \text{Kraft [N]}$$

$$A = \text{Areal [m}^2\text{]}$$

$$p = \text{kraft pr. flateenhet [Pa]}$$

$$d = \text{Diameter [m]}$$

$$P_t = \text{indre funksjonstrykk navlestreng (systemtrykk juletre) (16000 psi)}$$

$$A_1 = \text{Øvre areal stempel.}$$

$$A_2 = \text{Stempelstangens areal eksponert for atm. kraftoverføring.}$$

$$F_s = \text{kraft overført fra atm.}$$

$$F_k = \text{Separasjonskraft ved defekt hydraulisk konnettor. (26,00kN)}$$

$$F_h = \text{nødvendig kraft for balanse.}$$

$$P_o = \text{Nødvendig indre oljetrykk aktuator.}$$

$$P_s = \text{Atmosfæretrykk.}$$

$$S_1 = \text{Slaglengde.}$$

$$V_1 = \text{Volum slaglengde av stempelstang.}$$

$$V_2 = \text{Volum for aktiverende side av sylinder.}$$

$$V_3 = \text{Volum for returside av sylinder.}$$

$$\rho_s = \text{Densitet sjøvann. (1024kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho_o = \text{Densitet Olje. (1070kg/m}^3\text{)}$$

$$h_y = \text{Ytre operasjonsdybde. (1800m)}$$

$$g = \text{tyngdekraft (9,81m/s}^2\text{)}$$

$$P_s = \text{Trykk generert av ytre miljøtrykk (fra sjø)}$$

$$P_o = \text{gjeldende oljetrykk.}$$

$$\Delta P_o = \text{trykkdifferanse olje / ytre miljø.}$$

$$Q = \text{Volumstrømmen [dm}^3\text{/min] (} Q < 2\text{m/s} \Rightarrow \text{laminær strømning)}$$

$$v = \text{Olje hastighet [m/sek]}$$

$$d = \text{Diameter [mm]}$$

$$p_1 = \text{Nitrogenets forladningstrykk.}$$

$$p_2 = \text{Indre trykk ved } V_2. \text{ (min trykk)}$$

$$p_3 = \text{Indre trykk ved } V_3. \text{ (maks trykk)}$$

$$V_1 = \text{Akkumulatorsystems totale arbeidsvolum.}$$

$$V_2 = \text{Akkumulators tillatte funksjonsvolum.}$$

$$V_3 = \text{Akkumulatorblæres gassvolum ved maks opptrykket tilstand}$$

$$\Delta V = \text{Disponibelt arbeidsvolum. (nyttevolum olje)}$$

$$t_f = \text{oppfyllingstid akkumulator.}$$

$$B_1 = \text{Satt } 25\text{dm}^3$$

Kap 12. Vedleggsliste

- Vedlegg 1: Ansys Rapport Lokk
- Vedlegg 2: Ansys Rapport Føringshus
- Vedlegg 3: Ansys Rapport Topp Kulehus
- Vedlegg 4: Seperasjonskrefter UH-107 kopling Unitec Bergen
- Vedlegg 5: Møtereferat Unitec
- Vedlegg 6: Blæreakkumulator Datablad.
- Vedlegg 7: Cameron Scarabeo 5
- Vedlegg 8: Scarabeo 5 Receiver Plate
- Vedlegg 9: LMRP Top View
- Vedlegg 10: Kristin BOP og LMRP
- Vedlegg 11: Kristin LMRP
- Vedlegg 12: Subsea Hydraulikk system
- Vedlegg 13: Multi konnettor Stempel og bøtte
- Vedlegg 14: Multi konnettor Stempel og bøtte Sammenkoblet snitt
- Vedlegg 15: Multi konnettor Sammenstilling
- Vedlegg 16: Multi konnettor Stempel og bøtte Separert snitt
- Vedlegg 17: Multi konnettor
- Vedlegg 18: Multi konnettor Kritisk snitt av sammenstilling
- Vedlegg 19: Multi konnettor Kritisk snitt av sammenstilling med 10mm offesth
- Vedlegg 20: Cameron D&ID
- Vedlegg 21: Caneron D&ID tilkoblingspunkt for hydraulikk uttak til Latch signal