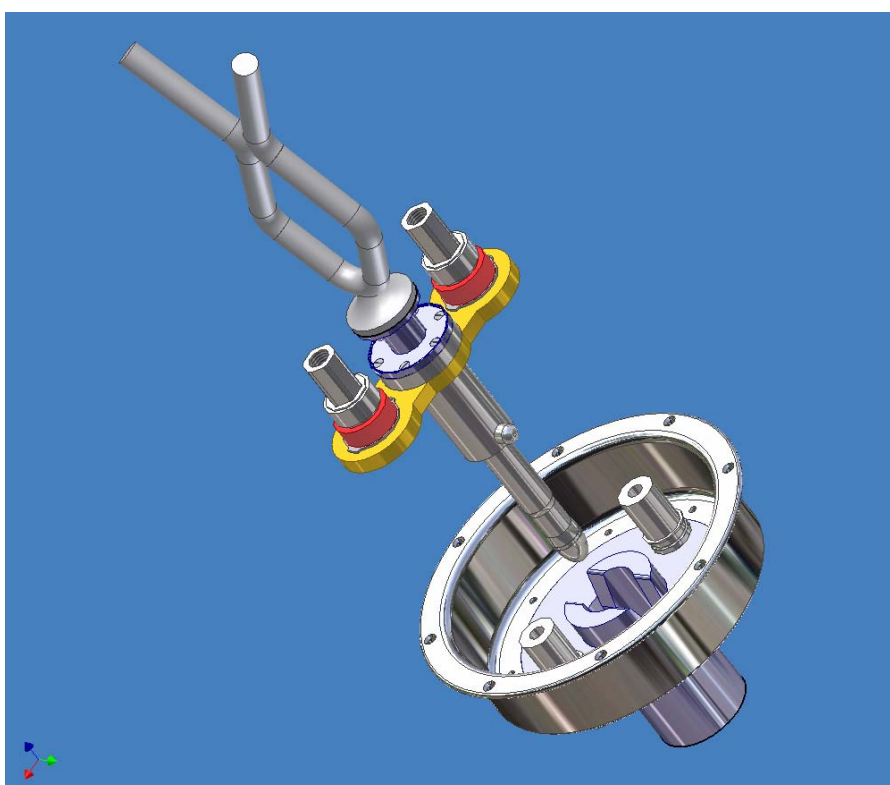




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Hydrauliske hurtigkupper for anvendelse under vann



Hovedprosjekt utført ved Høgskolen Stord/Haugesund - Avd. for ingeniørfag

Studieretning : Maskin

Av : Kjetil Bakke, Kand.nr. 54

Arild Hårde, Kand.nr 59

Øystein E. Snørteland, Kand.nr.62



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund
Avdeling for ingeniørfag
Bjørnsonsgt. 45
5528 HAUGESUND
Tlf. nr. 52 70 26 00
Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Hydrauliske hurtigkupper for anvendelse under vann		
Utført av		
Kjetil Bakke Arild Hårde Øystein E. Snørteland		
Linje Maskin		Studieretning Prosess og energiteknikk
Gradering Åpen	Innlevert Dato 02.05.2003	Veileder ved HSH Jens Christian Lindaas
Oppdragsgiver Imenco A/S		Kontaktperson hos oppdragsgiver Arne Kinn

Ekstrakt

Bakgrunnen for rapporten er at Imenco AS ønsker seg en enkel hydraulisk hurtigkobling for anvendelse under vann. De koblingene som brukes i dag har et stort forbedringspotensiale, spesielt med hensyn på vanninntrengning og oljeutslipp til vann.

Casen gikk ut på å designe en hydraulisk hurtigkupper for bruk under vann, etter gitte kriterier.

Vi har derfor utviklet forskjellige forslag til ny kobling og koblingsmetode. Etter å ha vurdert de forskjellige alternativene og foretatt tester av eksisterende hurtigkupper, har vi utarbeidet en kobling vi mener egner seg bra til formålet. Det gjenstår å lage en prototype og teste denne.

Forord

Når man avslutter studiet på Maskinlinjen, studieretning prosess og energiteknikk, ved Høgskolen Stord/Haugesund er det obligatorisk å gjennomføre et hovedprosjekt.

Hensikten med prosjektet er å vise at en kan bruke de kunnskapene man har tilegnet seg gjennom studiet. I vår oppgave har vi spesielt brukt kunnskap fra fag som undervannsteknologi og konstruksjon av maskindeler. I tillegg har vi benyttet moderne dataassisterte tegneprogrammer for visuell framstilling av idéskisser.

Oppgaven er gitt av Imenco A/S og tilrettelagt av vår veileder Jens Christian Lindaas. Imenco A/S har lenge prøvd å utvikle en hydraulisk hurtigkupper for anvendelse under vann. De ønsker å kunne tilby den som lagervare til oljeindustrien som krever lave kostnader og høy sikkerhet.

Oppgaven vil være interessant for de som driver med utvikling av verktøy til undervannsoperasjoner.

Vi vil rette stor takk til:

- Intern veileder ved Høgskolen Stord/Haugesund, Jens Christian Lindaas
- Ekstern veileder ved Imenco A/S, Arne Kinn
- Tor Nordal, Imenco A/S
- Jostein Dybdahl, Imenco A/S, for god hjelp til å gjennomføre test av kupper
- Oddvar Valen, Techtool for god hjelp med Inventor tegneprogram

I tillegg vil vi takke følgende leverandører av hydrauliske hurtigkupper:

- Representant for Walther Prazision, Per Haugli, Bjørge SAAS System
- CEJN hurtigkupper, Åke Andersson
- Rectus Tema, Dag Fiskvik
- Snap-tite, Steve Hanson
- Tess Haugesund, Alf Sveen

Sammendrag

Imenco AS er en bedrift som driver med reparasjon og utvikling av utstyr/verktøy for undervannsbruk. De har lenge prøvd å utvikle en forbedret hydraulisk hurtigkobling for bruk under vann.

De koblingene som brukes i dag, lekker vann til oljen og olje til vann ved sammenkobling. I tillegg er de ofte kostbare og produsert til et spesielt formål.

Oppgaven fikk vi av vår interne veileder Jens Christian Lindaas på oppdrag fra Imenco AS. Casen gikk ut på å designe en hydraulisk hurtigkobling for bruk under vann, etter gitte kriterier.

Vi begynte med å innhente informasjon om forskjellige typer koblinger for å få ideer til videre arbeid. For å få en bredest mulig oversikt over forskjellige koblinger, så vi både på landbaserte koblinger, og på spesielle "subsea" koblinger.

Etter mye tankevirksomhet og tegning av ide skisser, kom vi frem til en del aktuelle forslag til forbedret kobling. Som et ledd i utvelgelsen av en kobling, valgte vi ut fem hurtigkupper til testing.

Etter å ha vurdert de forskjellige alternativene og foretatt tester av de utvalgte kupperne, har vi utarbeidet en kobling vi mener egner seg til formålet. For å få frem tegningene på en god måte har vi benyttet oss av tegneprogrammet Inventor 6 og Solid Edge 8, som gir en meget god tre dimensjonal fremstilling.

Ved videre utvikling kan det lages en prototype, og utføre tester på denne.

Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag	2
Innholdsfortegnelse	3
Kap. 1 Innledning	5
1.1 Tema.....	5
1.1.1 Generelt om undervannsoperasjoner.....	5
1.1.2 ROV og hydrauliske verktøy.....	6
1.1.3 Hydraulikkssystem ROV.....	7
1.1.4 Hydraulikkssystemer ”subsea” utstyr.....	8
1.1.5 Eksisterende hurtigkupper.....	8
1.2 Formål.....	18
1.3 Problemstillinger.....	18
1.4 Avgrensninger.....	19
1.4.1 Spesielle koblinger.....	19
Kap. 2 Materiale – Metoder	21
2.1 Arbeidsmetoder og krav til ny kobling.....	21
2.1.1 Leverandørkontakt.....	21
2.1.2 Katalogmateriale.....	21
2.1.3 Bedriftsbesøk.....	22
2.1.4 Design krav til ny kobling.....	23
2.1.5 Test av kupper.....	23
2.2 Programvare/tegneprogrammer.....	24

Kap. 3 Resultater	25
3.1 Forskjellige forslag til ny kobling	25
3.1.1 Alt. A Hot stab	25
3.1.2 Alt. B Hot stab med ventiler	27
3.1.3 Alt. C To trinns kobling	29
3.1.4 Alt. D Kupling med ”flushing”	30
3.1.5 Alt. E Platekobling med hydraulisk låsing	30
3.1.6 Alt. F Fire kuplinger innsatt i plate med en styring	31
3.1.7 Alt. G Fire kuplinger innsatt i plate med to styringer	34
3.1.8 Alt. H To kuplinger innsatt i plate med en styring	35
3.2 Valg av koblingsalternativ	36
3.2.1 Tekniske data på valgt koblingsalternativ	37
3.3 Testing	38
3.3.1 Valg av hurtigkupper for test	38
3.3.2 Testparametere	38
3.3.3 Testmetoder	39
3.4 Testresultater	40
3.5 Valgt hurtigkupling	44
Kap. 4 Diskusjon – konklusjon	45
Kap. 5 Litteraturliste	46
Kap. 6 Vedleggsliste	47

Kap. 1 Innledning

1.1 Tema

1.1.1 Generelt om undervannsoperasjoner.

Med en undervannsoperasjon menes alt arbeid som utføres under vann. Allerede på 1700 og 1800 tallet ble det utført enkle undervannsoppdrag. Dette kunne være ved hjelp av meget primitive dykkerklokker. Oppdragene var da som regel å hente opp gjenstander som var mistet i sjøen.

Den revolusjonære utviklingen innen undervannsoperasjoner kom med den økende oljeutvinningen til havs. I Nordsjøen ble det til å begynne med hovedsakelig benyttet dykkere til undervannsoperasjoner. Dette innebærer alltid en risiko, og det må alltid være beredskapspersonell og utstyr som dykkerne trenger til stede.

Vi har som innledning til oppgaven studert en del undervannsoperasjoner:

- Søk
- Opprydding
- Rengjøring
- Kartlegging av havbunnen
- Observasjon
- Visuell inspeksjon

Siden de operasjonene vi har listet opp ovenfor innbefatter lite bruk av hydraulisk utstyr, går vi ikke nærmere inn på disse.

Av undervannsoperasjoner som benytter hydraulisk utstyr og oppkoblinger er det mest aktuelt å se på oljeutvinning til havs. Ved boring av en oljebrønn monteres det en BOP (Blow Out Preventer) over brønnen på havbunnen, for å kunne kontrollere eventuelle kritiske trykkoppbygginger. Etter at brønnen er ferdig boret byttes BOP ut med et ventiltre eller flere brønner samles i en brønnramme. Separate brønner på samme felt knyttes opp til brønnrammen med oljeledningsrør for produkt og hydraulikkoverføring for operasjon av ventiltre, disse brønnene kalles satellittbrønner.

BOP, ventiltre og brønnrammer er bygd opp med en mengde ventiler med store dimensjoner, disse ventilene har hydrauliske aktuatorer som blir operert fra plattformen via oljeledning mellom plattform og brønn, eller elektronisk signaloverføring ved lange avstander.

Til disse installasjonene benyttes det en del hurtigkupper når hydrauliske ledninger mellom satellittbrønn og brønnramme eller mellom brønnramme og plattform skal kobles opp. Det er også montert på nødstyrepener slik at man kan gå ned med ROV som kobler seg til panelet ved hjelp av hurtigkobling. Dermed kan ventilene overstyres med sitt hydraulikksystem dersom det oppstår problemer med overføringslinjene.

Det er en tendens i oljeutvinningen til havs at mer utstyr blir plassert under vann. Neddykkede separatore er allerede tatt i bruk og nye felt som Snøhvit og Ormen lange skal bygges ut uten bruk av produksjonsplattform. Her sendes produktene fra undervannsproduksjonssystemer via rørledninger til landanlegg for prosessering. Dette vil øke behovet for hydrauliske hurtigkupper som kan opereres under vann.



En annen undervannsoperasjon som benytter hydraulisk utstyr er sammenkobling av rør mellom oljefeltene eller oljefelt og landanlegg. Nede til høyre i bildet ser vi to H-rammer og et sveisehabitat. H-rammene benyttes til å løfte opp røret slik at korrekt oppretting av rørendene kan utføres inne i sveisehabitatet. Selve sveisejobben utføres av sveisere fra et overflatefartøy ved hjelp av fjernstyrte sveiseroboter. Robotene monteres på røret inne i habitatet av dykkere. Her er hydraulikkaggregatene montert på modulene og nødvendig energi blir tilført som elektrisk høyspenning via kabel fra overflatefartøyet, dermed utføres oppkobling av nødvendig hydraulisk utstyr før modulene senkes. Også disse modulene har ofte ett nødstyrepanel som det kan være aktuelt at en ROV dokker seg på med en hurtigkobling for å overstyre hydrauliske funksjoner ved funksjonsvikt.

1.1.2 ROV og hydrauliske verktøy

Når en snakker om generelle undervannsoperasjoner og utstyr i dag kommer en ikke utenom ROV-er. ROV "Remotely Operated Vehicle" eller på norsk fjernstyrt farkost, blir mer og mer benyttet og erstatter dykkerne i mange oppdrag. I dag brukes dykkere bare til helt spesielle oppdrag.

Det arbeides fremdeles med utviklingen av ROV-ene, spesielt til reparasjons oppdrag på store havdyp. Det finnes flere typer av disse farkostene men vi presenterer her arbeids ROV som ofte benytter seg av den type hurtigkupper vårt prosjekt omhandler. Den er laget for å utføre arbeidsoppgaver med å benytte hydrauliske manipulatorer og eller spesialiserte verktøy. ROV-en har ofte med seg en egen verktøykasse for å kunne skifte verktøy nede på havbunnen.

Eksempler på bruk kan være:

- Sliping
- Kutting
- Rengjøring
- Skruing
- Ventilutskiftning
- Bytting av enkle moduler
- Oppkobling av hydraulisk energi

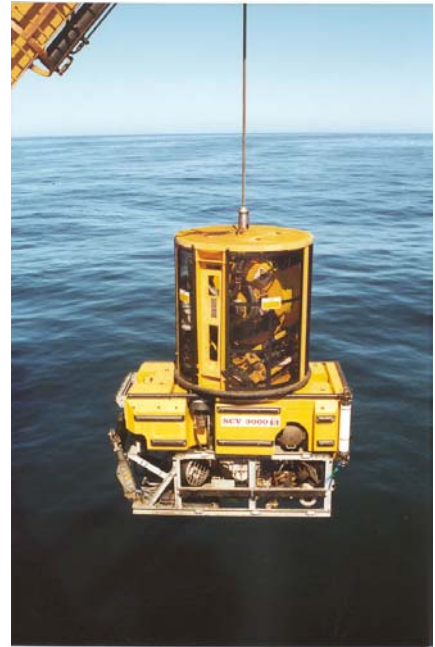
Ved en god del arbeidsoppgaver må ROV-en ved hjelp av manipulator armen koble seg til utstyr/moduler på havbunnen med hydraulikk. Ved en slik operasjon benyttes hydraulikkslanger påmontert hurtigkupper.

1.1.3 Hydraulikksystem ROV

Fremdriftssystemet er vanligvis elektrohydraulisk, dette fordi det er ønskelig at ROV-en har høy effektavgivelse samtidig med et kompakt design.

Høyspenning vekselstrøm (800-1500V) mates ned gjennom navlestrengen (forbindelseskabelen mellom ROV og overflatefartøy). Her fordeles strømmen til elektro motor for hydraulikkpumpe og til div. annet utstyr som lys, kamera, sonar og gyrokompass.

Hydraulikkpumpen gir energi til thruster motorene via servo eller proposjonalventiler og til ventilblokker som er plassert på ROV, hydraulisk energi kan dermed overføres til de aktuelle verktøyene ved å koble dem til ventilblokken. Et avansert elektronisk styresystem sørger for el. signaler til kontrollventilene.



Hovedforskjellen mellom et landbasert hydraulikksystem og et system som benyttes under vann er måten reservoar og returløsesystemet fungerer. På et undervannsanlegg er oljetanken byttet ut med kompensatorer og disse sørger for at returløsesystemet har omtrent 0,5 til 1 bar overtrykk i forhold til omgivelsene. Trykksatt returløp er nødvendig for å hindre inntrengning av vann i oljen når vanntrykket varierer med havdybden man opererer på. Kompensatorene tar også opp endringer i oljemengde ved bruk av hydraulisk utstyr.

En kompensator er oppbygd som en sylinder med et stempel og en belg inni. På den ene siden er det hydraulikkolje, mens på den andre siden er det en fjær som presser mot stempelet. I nedsenket tilstand vil også det omkringliggende sjøvannstrykket være på fjærsiden av stempelet. Det hydrauliske overtrykket i forhold til sjøvannstrykket vil ved hjelp av fjæren være omtrent det samme. Omkring 0,5-1 bar høyere enn sjøvannstrykket. Absoluttrykket på retursiden i systemet vil variere med havdypet, men det vil hele tiden være disse 0,5-1 barene over sjøvannstrykket.

I de fleste tilfeller der en ROV skal overføre hydraulisk energi til en undervannsinstallasjon eller utstyr, kan det brukes en såkalt "dirty oil package". Dette er et tilleggshydraulikksystem som brukes der det er mye til og fra koblinger. Primær hydraulikksystemet til ROV-en driver en sekundærpumpe som står i forbindelse med dette tilleggshydraulikksystemet. På denne måten slipper en at primærhydraulikkvæsken blir forurenset av vanninntrengning. Slik unngår en skader på pumpene og annet fintfølede utstyr på ROV-en.

I andre tilfeller er det ikke ROV-en sin hydrauliske energi som skal overføres, men hydraulikkslanger fra overflaten eller naboinstallasjoner. I slike tilfeller vil en større eller mindre grad få vanninntrengning i hydraulikksystemet med dagens hurtigkoblinger.

1.1.4 Hydraulikksystemer, ”subsea” utstyr.

Det eksisterer to systemer innen hydraulikk, oljebasert og sjøvannsbasert. Det er ønskelig med minst mulig oljebasert hydraulikk, spesielt på store sylindrer, da dette krever mye plass til oljekompensering. Likevel er sjøvannshydraulikk lite brukt fordi komponentene må lages av høyverdig stål for å hindre korrosjon, dette gjør komponentene kostbare. Det oppstår også operasjonelle utfordringer ved at vann har dårlig smøreevne, her er man avhengig av riktig konstruksjon og valg av pakninger/skraperinger.

Akkumulatorer brukes mye, spesielt på sylindrer som påkjennes av landingskrefter. Dersom sylindrene har store volumer kreves det store kompensatorer for å håndtere volumendringene når sylindrene opereres, derfor benyttes ofte sjøvannshydraulikk på store sylindere. Dette krever ikke kompensering på retursiden, da reservoaret er hele havet. En stempelpumpe sørger for trykkøkningen og forsyner dette til ventilblokker og sylindere i prinsippet helt maken til et vanlig hydraulikksystem.

Hydraulikksystemet på ”subsea” utstyr er ofte forhåndsprogrammert før neddykking, slik at strømningsrate og trykk er fastsatt. Dette blir da et sikkerhetssystem, fordi man kan beregne tid og krefter på bevegelsene, dermed kan enkelte operasjoner utføres selv om det skulle oppstå feil ved den visuelle overvåkingen.

1.1.5 Eksisterende hurtigkupper

I denne prosjektoppgaven vil både eksisterende og nyutviklede hurtigkupper til bruk under vann bli delt i to hovedgrupper som vi omtaler Hot stab og multikuplingsplater. Hot stab er en spesialutgave som er blitt designet for undervannsbruk, derfor har den også fått dette spesielle navnet da det fra starten av dreide seg om undervannsoperasjoner til oljeutvinningsformål. En Hot stab er en sylindrisk kupper med ett eller flere løp for oljen og kan være med eller uten innebygde ventiler for lukking av oljekanaler i frakoblet tilstand.

Multikuplingsplater brukes både til landbasert industri og til undervannsoperasjoner. Enkelt forklart er dette to plater hvor man monterer kupplingskropp og nippel i hver sin plate, og man velger antall kupper etter behov. Kupperne som benyttes her er som regel standard hurtigkupper som blir masseprodusert, slik at disse vil bli presentert som en del av multikuplingsplatene.

Hot stab

Vi starter her med å presentere en enkel men robust kobling som blir produsert av forskjellige tilvirkere, og som både har og er mye brukt til å koble hydrauliske enheter sammen ved undervannsoperasjoner.

Den her en sylindrisk handdel, vanligvis med to kanaler, og har neddreide spor ved kanaluttakene samt tre o-ringer for å tette mellom kanalene og mellom olje og sjøvann. På handdelen monteres det slanger og gripehåndtak for dykker eller ROV.



*Hot stab
produsert
av Ifocus*

Hunddelen er en sylinder med to kanalmunninger som passer overens med kanalene i handdelen, når de monteres sammen har man etablert to løp for oljestrømmen.

Fordeler:

Koblingen er enkel, robust og er trykbalansert.

Trykbalansert betyr at kreftene fra hydraulikktrykket er like store i alle retninger siden oljestrømmen går radielt i kupperen. Det er dermed ingen krefter som forsøker å separere koblingshalvdelen og man har ikke behov for ekstern låsefunksjon for kupperen. Dette gjør at kupperen har få deler som kan gå i stykker, som er et viktig moment ved undervannsoperasjoner. Tilgangen til arbeidsstedet kan være både tidkrevende og vanskelig om noe går galt.

Koblingen kan enkelt separeres i tilfelle havari på ROV, siden kupperen ikke har noen mekanisk låsing.

Ulemper:

Koblingen har neddreide spor og åpne oljekanaler som samler vann når kupperen er neddykket og separert.

Dette vannvolumet følger med inn under sammenkobling og blir blandet med oljen når systemet blir trykksatt. Ved gjentatte til og frakoblinger vil det blandes inn en del vann i hydraulikkoljen som gjør at systemet kan få funksjonsproblemer og komponenter i hydraulikksystemet kan bli ødelagt av nedsatt smøreevne eller korrosjon.

Et annet problem for denne koblingen er at den har tre forholdsvis store o-ringer som gir stor friksjon ved sammenkobling. Dette kan være et problem når koblingen skal opereres av en ROV da man her ikke har noen føling med hva som skjer, dermed kan man ikke vite om motstanden skyldes friksjon fra o-ringene eller om koblingen har kilt seg pga feil sentrering.

Hot stab ISO Standard

Det er også tilgjengelig en kobling som er omtrent maken til nevnte utgave, denne blir produsert etter ISO standard og er dermed omkoblbar uavhengig av produsent. Forskjellen ligger i at ISO koblingen har to forskjellige diametre på handdelens sylindriske koblingsdel, og tilsvarende på mottakerens (hunddelen). Fordelen med dette er at koblingen blir lettere å få på plass da man i starten skal entre den minste diameteren på handdelen inn i den største diameteren på hunddelen. Dette gjør sentreringen enklere fordi en kan ha et løsere grep på koblingen når man først her fått startet entringen og skal skyve handdelen på plass.



*Hot stab produsert
etter ISO 13628-8
standard av Perry
Slingsby Systems i
England*

”Subsea” stab fra Asker Subsea

Asker Subsea som er en Norsk produsent har utviklet en egen type kobling. Denne er ikke trykkbalansert og er derfor utstyrt med låseanordning i form av hylser og låsekuler, omtrent tilsvarende det man her på en tradisjonell kobling. Koblingen skyves på plass og låses automatisk idet man oppnår korrekt sammenstilling, låsingen frigjøres ved at ROV trekker i håndtaket som gjør at en hylse forskyves, dermed faller kulene ut av låsesporet og samtidig trekkes koblingsdelene fra hverandre. Koblingen er svært fleksibel da den kan leveres etter ønske vedrørende antall og størrelser på borer. Koblingen kan også leveres med strøm og hydraulikkgjennomføring i samme kobling. Av ulemper med denne koblingen kan nevnes at den er låst fast i sammenkoblet tilstand, det betyr at man må løse ut koblingen med tilleggshjelp dersom ROV får havari. Det er også åpne volumer foran ventiler i både hann og hunddel som inneholder vann i neddykket tilstand, dette vil bli ført inn i oljen ved sammenkobling.

*Subsea stab fra
Asker Subsea
med 1/4” borer*



Hot stab fra Walther

Denne koblingen er litt spesiell da den kun har ett løp og koblingen foregår ved å dokke handdelen på plass i hunddelen, for deretter å skru koblingsdelene sammen det siste stykke. Her blir da tetningsforbindelsen opprettet og ventilene åpnet. Siden denne koblingen bare har ett oljeløp, kreves det to koblinger for å opprette en hydraulisk forbindelse mellom utstyr som krever eget tur og returløp. Koblingsprosessen må utføres i to operasjoner og man er avhengig av at ROV har tilgjengelig utstyr for å kunne skru koblingsdelene sammen. Denne koblingen har ulempen med at den er mekanisk låst sammen i koblet tilstand, dermed er man avhengig av tilleggshjelp for å koble fra dersom ROV får operasjonelle problemer.



Multikupplingsplater/koblingsplate

Mange produsenter tilbyr multikupplingsplater i sine produktutvalg. Her benytter man stort sett flere kuplinger som er beregnet på konvensjonelt bruk hvor man monterer kupplingshalvdelen i hver sin plate. Platene utstyres med styringer og kan ha låseanordninger for å holde kupplingene sammen når de blir trykksatt, eller at hver enkelt kupling låses individuelt. Fordelen med individuelle låser for hver kupling er at man ikke behøver store dimensjoner på platene da hver enkelt kupling tar opp trykkraftene, istedenfor at trykkraftene må ledes gjennom platene og over til felles låseanordning. Med mindre dimensjon blir vekten lavere og det blir lettere å håndtere utstyret. En av ulempene med å låse hver enkelt kupling er at man må ha en patent for å løse ut alle låseanordningene på kupplingene på en gang for å frigjøre multikupplingen.

En av de største fordelene med multikupplinger er at man får koblet mange forbindelser på en gang. Det er mulig å ha forskjellige dimensjoner på kupplingene og risikoen for feilkobling elimineres. Man har også muligheten til å montere forskjellige systemer inn i en plate, f.eks vann, hydraulikk og elektrisk strøm.

Systemet benyttes i industrien, på båter og plattformer og til undervannsoperasjoner utført av dykkere eller ROV. Multikupplingsplater kan bygges på mange ulike måter og her må en se på hva hver enkelt produsent tilbyr. Mange produsenter tilbyr kundetilpassede løsninger på forespørsel. Nedenfor har vi vist eksempel på et multikupplingspanel.

*Multikupplingsplate
produsert av Snap-tite*



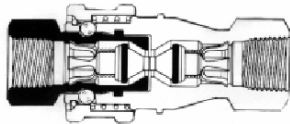
Konvensjonelle hurtigkupper

Som en oversikt over det store omfanget hydrauliske hurtigkupper for konvensjonelt bruk, vil vi systematisere og presentere de typer hurtigkupper som er tilgjengelige på markedet i dag. En hydraulisk hurtigkupper består alltid av to deler som omtales med koblingsdel og innstikksnippel eller hundel og hanndel.



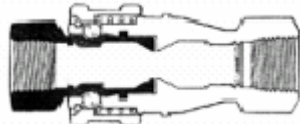
Det er i hovedsak tre forskjellige kupperutgaver i salg:

”Double valve”, denne har sperreventil for å hindre fluidlekkasje ved frakobling i begge kupperdeler.



”Single valve”, denne har sperreventil i en av kupperdelene. Dermed må man kunne tolerere noe fluidlekkasje ved frakobling fra den delen som ikke har ventil.

”Straight Through”, disse kupperne har ikke sperreventil i noen kupperdel. Disse kupperne benyttes der man kun tillater lavt eller ingen trykkfall over kupperen.



Før vi presenterer de enkelte kupperne tar vi med oss litt historikk om konvensjonelle hurtigkupper. ”Single valved” kupper var i bruk fra ca 1917, disse ble brukt til høytrykksvaskesystemer for motorrengjøring. De ble ganske raskt adoptert som trykkluftkupper i pneumatiske systemer, mens hydrauliske kupper ble utviklet noe senere.

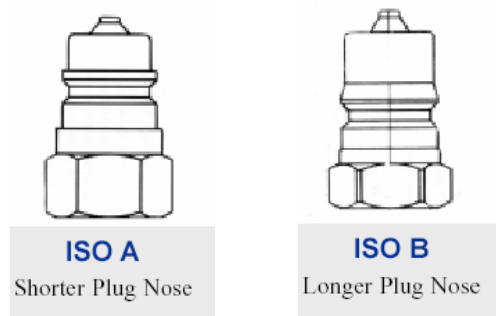
Kupperne ble først brukt til vann eller kjemikaliesystemer på slutten av 1930 årene, bakkeforsyningssystemer til fly under andre verdenskrig og deretter som kupper til maskinstyr og mobile hydrauliske systemer gjennom slutten av 1940 årene og 1950 årene. De første standardiserte og masseproduserte kupperen kom på slutten av 1950 tallet og kalles ISO type A og B, disse kupperne produseres og selges fremdeles av en rekke produsenter rundt om i verden.

På slutten av 1960 årene ble det utviklet en ny type hurtigkupper som kunne til og frakobles selv om det var litt trykk tilstede bak kupperen. Denne hadde såkalt "Flat Face" ventil som gjorde til og frakobling mulig med redusert søl av væske. Denne kupperen ble videreutviklet gjennom 70, 80 og 90 tallet. Kupperen ble bare levert i 3/8" størrelse på kupperkropp, men kunne leveres med 2 forskjellige anslutninger 3/8" og 1/2". Denne kupperen ble i 1991 standardisert av Hydraulic Tool Manufacturers Association (HTMA), denne standarden krevde at strømningsretningen kun gikk fra hannel til hundel.

Miljøfordelene med de spillfrie kupperene gjorde at andre størrelser ble etterspurt. For disse kupperene fantes det ingen standard, slik at her fant hver produsent sin egen standard som de produserte etter. I 1999 kom standarden ISO 16028 for spillfrie kupper fra 1/4" til 1", denne standarden hadde ingen krav til strømningsretningen som gjorde det valgfritt i forhold til hvor kupperkropp og innstikksnipel skulle plasseres.

ISO A og B

Presentasjonen starter med de mest vanlige hurtigkupperene som blir brukt ISO type A og B, ISO A kupper brukes mest til mobil hydraulikk som f.eks anleggsmaskiner og jordbruksmaskiner mens ISO B benyttes mest til industriformål. Disse kupperene er ganske like å se til, selv om de ikke er ombyttbare med hverandre. ISO A har kortere hannel enn ISO B



Vi vil her liste opp hva begge har felles:

- Standard med ventil i begge kupperhalvdeler
- De har fjærbelastet tallerkenventil i både hann og hundel
- Begge ventiler stenger automatisk ved frakobling og blir skjøvet til åpen stilling ved tilkobling
- De ble utviklet sent på 40 tallet og tidlig på 50 tallet da hydrauliske arbeidstrykk alltid lå i området rundt 80 bar eller lavere
- Begge kan leveres som "single valve" eller "straight through" kupper
- Ingen av disse kupperene kan kobles under tilstedeværelse av trykk bak kupperen
- Begge har en tendens til å lekke/dryppe under til/fra kobling

ISO A

ISO A kupperen leveres stort sett i stålutførelse i størrelsene 1/4", 3/8", 1/2", 3/4" og 1". Alle størrelsene er beregnet for et arbeidstrykk på 4000 psi (275 bar), unntatt 1/4" som er beregnet for et arbeidstrykk på 5000 psi (345 bar). Kupperen leveres med tetninger av nitril.

Det er for det meste produsenter i USA som leverer denne kupperen i alle størrelser, mens mange produsenter i Europa kun leverer den i 1/2" utførelse og da ofte under navnet "landbrukskupperen". En detalj produsentene tilbyr på denne kupperen er den såkalte "push pull" kupperen. Denne har en dobbeltvirkende låsehylse slik at man kan sammenkoble og frakoble med en hånd, samt at man får en sikkerhetsfunksjon ved at kupperen løser fra dersom det oppstår store strekkrefter i slangen. Derfor benyttes denne kupperen til landbruk og anleggsmaskiner f.eks mellom maskin og tilhenger. Dersom tilhengeren skulle løsne fra maskinen unngår man slangebrudd da kupperen vil løse ut i stedet.

ISO B

ISO B kupperen er som tidligere nevnt veldig lik ISO A kupperen selv om de ikke er omkoblbare. ISO B kupperen har en større spennvidde siden den leveres i flere dimensjoner og produsentene tilbyr flere materialkvaliteter og pakningsvalg. ISO B leveres i størrelsen 1/8" til 2 1/2" og kupperdelene leveres i stål, messing, eller syrefast stål. Låsefunksjonen er utført med bevegelig hylse som skyves bak ved til og fra kobling. Når hylsen skyves over kulene blir disse presset ned og kupperdelene er dermed låst til hverandre. Flere produsenter tilbyr også forskjellige typer av sikkerhetslås der man flytter på plass en innretning for å låse av den ordinære låsehylsen. Arbeidstrykkområdet er fra 49 til 400 bar og strømningsmengden den kan håndtere ligger mellom 4 l/min til 780 l/min.

Disse to kupperne er de mest brukte kupperne da de er omkoblbare kun avhengig av samme standard men uavhengig av produsent. Dette er en fordel f.eks i landbruket der utstyret produseres av forskjellige tilvirkere som har avtale med forskjellige leverandører av hurtigkupper. Da er ikke bonden avhengig av å benytte kupper fra en bestemt leverandør av hurtigkupper, men at utstysprodusentene benytter ISO A kupper.

Produsenten tilbyr også andre kupper som i oppbygging kan være nokså lik ISO A og B kupperne men disse er produsert etter egne spesifikasjoner og er dermed sjelden omkoblbare med hverandre. Disse er beregnet til spesielle formål f.eks høye trykk opp til 10 000 psi (690 bar) eller spesialdesignede kupper opp til 20 000 psi/1380 bar.

Gjenget type kupling (skrukupling)

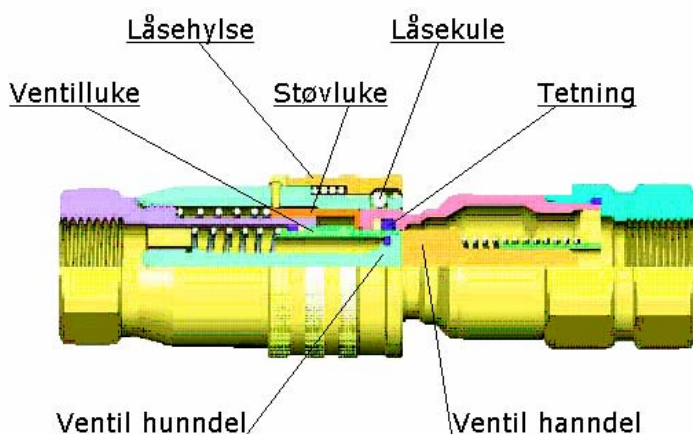
En annen type kupling som er veldig vanlig er den typen som gjenges sammen, på engelsk blir den kalt "screw to connect". Disse leveres i forskjellige typer og er sjelden omkoblebare mellom produsentene. Dette gir en sikrere sammenkobling samt at de lettere kan kobles sammen med trykk i slangene. Ulempen her er at man får en mer tidkrevende og avansert koblingsprosess slik at man her kan diskutere om den fortjener betegnelsen hurtigkupling. Gjenget kupling kan derfor ikke benyttes i hurtigkupperplater.

*Snap-tite 75
Gjenget kupling*



Spillfri kupling

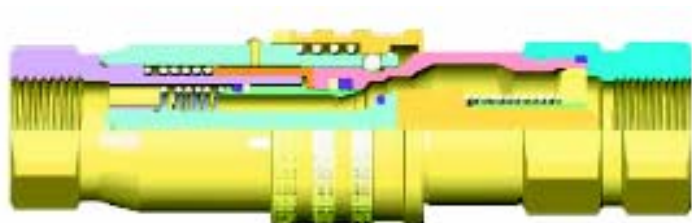
Spillfri kupling, flat face eller non spill er samme type hurtigkupling, kjært barn her mange navn. Denne kuplingen benyttes i miljøer der det tillates minimalt væskesøl ved til og frakobling, f.eks i forbindelse med matproduksjon, fiskemottak, foringsanlegg for dyr, sjukehus o.s.v. Kuplingen kjennes igjen ved at den har en flat fasade på begge kuppingsdeler, dette gjør at kuplingen er lett å holde ren ved at man enkelt kan tørke av med en fille. Til sammenligning med ISO A og B har ikke den spillfrie kuplingen store hulrom som kan samle støv, partikler og ikke minst vann.



*Første trinn:
Påbegynt
sammenkobling av
en spillfri kupling*

Når nippelen stikkes inn mot kuppingskroppen vil ventilene stange mot hverandre. Ventilen i hunndelen står fast i kroppen og dermed skyves hanndelens ventil bakover. Samtidig skyves støvluken i hunndelen bakover, og o-ringen i nippelens kropp tres over ventilhylsen.

Det er dette som gjør kupperen spillfri fordi o-ringene etablerer en tetning mellom kupperdelene før ventilen åpner, samtidig med at man hindrer luft eller vann å trenge inn i hydraulikksystemet ved til og frakobling.



*Andre trinn:
Sammenkobling
ferdig*

Når nippelen skyves videre inn i kupperkroppen skyves støvlukene bakover, samtidig skyves ventilen i nippelen mot åpen stilling og vi får en fri og tett passasje for oljestrømmen. Også her faller låsekulene ned i et spor i nippelen når delene er helt på plass og låsehylsen skyves over for å få låst forbindelsen.

Ved frakobling skyves hylsen tilbake og frigjør låsekulene slik at kupperdelene kan separeres, også her vil ventilen stenge før tetningsforbindelsen opphører og dermed søler ikke kupperen mer enn den eventuelle væskemengden som ligger mellom de plane ventilflatene.

De aller fleste spillfrie kupperer leveres med såkalt ”push to connect” funksjon, det vil si at låsehylsen skyves automatisk på plass når nippelen presses inn i en fastmontert kupperkropp. Dette gjør det mulig å koble sammen kupperen med en hånd. Ved frakobling må hylsen skyves tilbake som vanlig for frigjøring av nippel. Dette gjør at den er meget anvendelig i hurtigkupperplater, da platene kan skyves sammen ved tilkobling og man monterer en utløsermekanisme for låsehylsene ved frakobling.

De fleste spillfrie kupperer kan leveres med en sikkerhetslås funksjon for den ordinære låsehylsen for å hindre ufrivillig frakobling.

Spillfrie kupperer leveres også uten låsefunksjon og forskjellige festeordninger til bruk i multikupperplater, det kreves da en egen låsefunksjon på platene for å holde dem sammen når de blir trykksatt.

En ulempe med den spillfrie kupperen er at eventuelt smuss og partikler som trenger inn i kupperen ikke blir skylt bort med oljestrømmen, dette kan pakke seg i kupperen som kan medføre at delene låser seg og kupperen må demonteres for rengjøring.

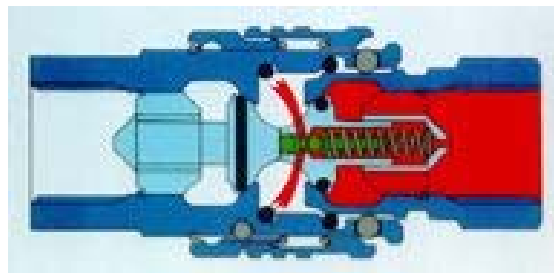
Flere produsenter tilbyr kupperen i syrefast stål AISI 316 og man kan velge i flere typer tetninger etter hvilket fluid og fluidtemperaturer kupperen skal benyttes til.

Trykkeliminatort

Et problem som kan oppstå ved sammenkobling av hurtigkupper er at det står trykk i slange/rør bak en eller begge kuppingshalvdeler. Hurtigkupperen blir da ekstremt tung eller umulig å koble fordi ventilen må åpnes mot væsketrykket. Dette trykket kan oppstå som resttrykk avhengig av oppbyggingen til hydraulikksystemet. Eller at olje som står i slangen på varme dager ekspanderer under oppvarming og det oppstår et trykk i systemet.

Flere fabrikanter tilbyr varianter av standard kupper som løser dette problemet. Det monteres da en miniatyrventil i hovedventilen som lettere lar seg åpne mot oljetrykk pga lite areal, og dermed kan oljen blø fra den trykksatte delen over i den andre uten søl til omgivelsene. Denne patenten krever at en av kuppingsdelene er trykkløse, dersom det står oppbygd trykk i begge halvdelene kan man benytte en trykkavlastningsventil. Denne kobles mellom hurtigkupper og slange og har dreneringskanal til tank. Denne ventilen løses ut manuelt under sammenkobling for å blø av trykket på den ene siden. Benyttes hurtigkupper med trykkeliminatort kan man med letthet koble sammen hurtigkupperen.

*Trykkeliminatort
fra Tema*



Spesialdesignede kupper

Det leveres også spesielle kupper basert på prinsippet til spillfrie kupper men med spesielle egenskaper. Balansert element er en utgave av disse, den er trykbalansert og har tetningene montert slik at de ikke skal skvises ut av trykkraftene. Tetningene her kan være av PEEK eller metall pakninger som begge tåler høye trykk. Med disse tetningsegenskapene påstår leverandørene at kupperne skal kunne kobles og frakobles under fullt arbeidstrykk. Siden kupperen er trykbalansert er separasjonskraftene små ved trykksatt kupper.

Tallerkenventilbasert kupper tilfredsstiller omtrent samme krav men denne er ikke trykbalansert. Begge kupperne kan leveres i flere materialkvaliteter slik som AISI 316, 6MO, Nitronic, Monel, Inconell, Hastelloy, Cronifer og Cobalt. Disse kupperne er normalt ikke lagervare hos produsenten, men produseres på forespørsel og i samarbeid med kunde der man først ser på hvilken oppgave de skal tilfredsstille.

1.2 Formål

Denne oppgaven skal sette fokus på om det er mulig å designe en ideell hydraulisk hurtigkobling til bruk under vann etter et case gitt av Imenco A/S i Haugesund.

Med utgangspunkt i dette caset skal det settes opp designkriterier for en ideell hydraulisk hurtigkobling

Gjennom litteraturstudium, Internetsøk, og bedriftsbesøk skal det undersøkes om det allerede er tilgjengelig slike hurtigkoblinger, til konvensjonelt eller undervannsbbruk, eller at eksisterende hurtigkoblinger kan tilfredsstille designkriteriene etter små ombygginger.

Oppgaven skal også resultere i tegninger og beregningsgrunnlag av en ideell hydraulisk hurtigkobling samt tester av prototype eller utvalgte koblinger.

Kap.1.3 Problemstillinger

Det er ønskelig at undervannsutstyret skal kunne stå neddykket lenge uten nødvendige reparasjoner eller vedlikehold. En viktig problemstilling er dette med vanninntrengning i hydrauliske tilkoblinger. På landjorden er ikke dette noe problem. Her er det luft som er rundt koblingene og kan trenge inn i oljen, men dette er sjelden noe problem. Det kan dannes skum i systemet, men dette fjernes effektivt ved hjelp av skumdempere eller skumdempende olje.

Å designe en ”subsea” kobling som ikke slipper inn vann, har vist seg å være vanskelig. Skal en få til dette må alt sjøvann først evakueres vekk fra koblingsflaten mellom hunn og handdel, før en kobler de sammen. Til nå har det alltid vært et visst ring volum mellom koblingene som drar med seg sjøvann inn i oljen. En av grunnene til at en enda ikke har kommet frem til en fullgod løsning kan være lite forskning på dette området.

Det å få til en tilkobling som eliminerer sjøvannsinntrengning er en del av vår prosjektoppgave. Noen av koblingene som brukes i dag er også veldig kostbare og de er ikke hylleware. Det vil si at de gjerne er produsert til et spesielt oppdrag. Dersom det viser det seg at en får uventede problemer, kan det bli kostbart å skaffe en ny. Det en ser i dag er at mange produsenter har sin egenproduserte kobling. Disse koblingene er ofte veldig kostbare fordi de er kompliserte og er laget av mange spesiallagde deler. Hadde en klart å få til en kobling som var enkel og robust i bruk, i tillegg til at den eliminerte vanninntrengningen, hadde en unngått mange dyre vedlikeholdsoppdrag på grunn av sjøvann i oljen.

En annen problemstilling er at en ROV ikke er så veldig fintfølende under arbeid. En ROV operatør har ingen følelse med hvor stor kraft som brukes på manipulator armen. Derfor må koblingene være konstruert for å tåle røffe belastninger samtidig som den skal ha lav vekt for å være lett håndterlig. Koblingen må helst også ha en god innstyringsdel, slik at koblingen får en god styring før en sammenkobler. Kreftene for å koble må heller ikke bli for store, slik at ROV-en ikke klarer å koble seg til i det hele tatt.

Hvis ROV-en får operative problemer, som svikt i det hydrauliske systemet, kan det være ønskelig at koblingsdelene skyves fra hverandre automatisk. I oppgaven har vi sett på forskjellige løsninger på dette.

1.4 Avgrensinger

For å få en bredest mulig oversikt over de forskjellige sammenkoblingene som finnes, har vi innledningsvis undersøkt andre bransjer. Vi ønsket å se på om det var gode ideer i andre bransjer som vi kunne dra nytte av i vår søking etter den ideelle koblingen. Noen av dem er presentert her

1.4.1 Spesielle koblinger

Vi har sett på et system som kalles for Submerged Turret Loading, som brukes i forbindelse med bøyelasting av oljetankere. Dette er en sammenkobling som skjer under vann og har dermed litt av de samme problemene som berører vårt case. Vi har innhentet detaljerte tegninger fra Knutsen OAS over dette systemet, og funnet ut at selve sammenkoplingen skjer etter at sammenkoblingsrommet er tømt for vann. Dette prinsippet er en metode som vi finner i mange sammenhenger.

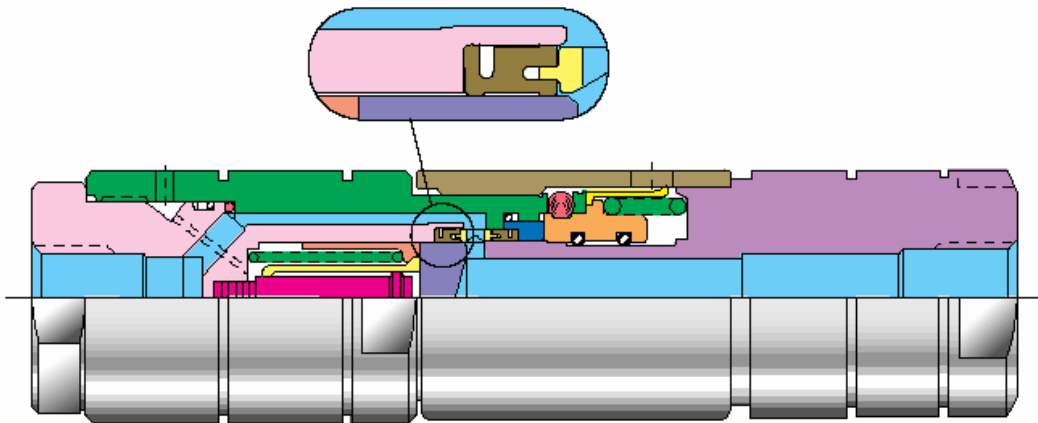
I forbindelse med tanking av fly i lufta er det en sammenkobling som skjer. Det stilles store krav til at det ikke skal være noen lekkasje i denne sammenkoplingen. Vi har prøvd å innhente informasjon fra det norske luftforsvaret om oppbygningen av denne koblingen, men fikk avslag på grunn av terrortrusler og spent situasjon i Afghanistan og Irak.

Kobling av høyspentkabel under vann har også dette problemet med vanninntrengning på uønskede plasser. Vi har kontaktet et firma i USA med navn Tronic som leverer koblinger til dette formålet. Vi ytret vårt ønske om å få informasjon om oppbygningen av disse, og hvordan de har løst problemet med vanninntrengning. Det eneste vi fikk var positive tilbakemeldinger, og at dette skulle bli sendt.

For å ha størst mulig oversikt over hvilke produsenter som produserer hurtigkupper, har vi søkt over hele verden. Det viste seg at det er veldig mange, og at de produserer mye av de samme produktene. Det er ofte bare små justeringer på hvert enkelt produkt som er forskjellen. Av den grunn har vi begrenset oss til de som har leverandører i Norden. De har vært lette å få kontakt med, og vært veldig samarbeidsvillige.

Vi studerte grundig de spesielle ”subsea” kupperne til Walther og Snap-tite som begge produserer trykkbalanserte og tallerkenventilbaserte hurtigkupper i syrefast stål. Disse så umiddelbart ut som ideelle kupper til våre hurtigkupperplater.

Vi hadde besøk av en representant fra Walther, og kontakt med Snap-tite representant i England som ga sammenfallende opplysninger om disse kupperne.

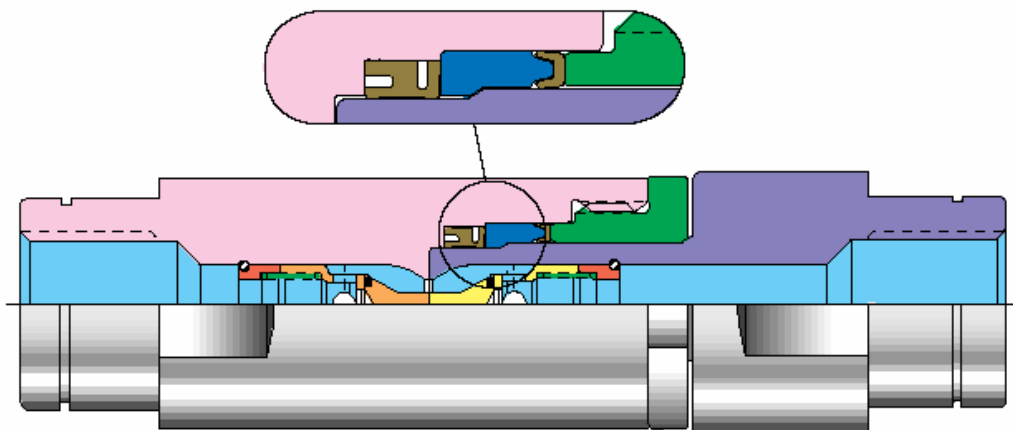


Snap-tite spesialdesignet trykbalansert hurtigkupper uten individuell låsefunksjon

De trykbalanserte kupperne fremsto etter hvert med flere ulemper enn fordeler

- Høyt trykfall
- Utsatt for funksjonssvikt ved inntrengning av partikler
- Kostbare
- Ikke lagervare
- Egentlig spesiallaget til kunder ut fra kundens ønske

Dermed ble disse kupperne faset ut da de ikke tilfredstilte våre krav på flere vesentlige punkt.



Snap-tite tallerkenventilbasert hurtigkupper

De tallerkenventilbaserte spesialkupperne var mer aktuelle for vårt case, men ble allikevel valgt bort fordi de sannsynligvis har høy vanninntrengningsmengde under sammenkobling og at de er forholdsvis kostbare.

Kap. 2 Materiale - metoder

2.1 Arbeidsmetoder og krav til ny kobling

Ingen av prosjektdeltakerne hadde særlig mye kunnskap om hydrauliske koblinger fra før av. Koblinger for bruk under vann hadde vi ingen kjennskap til. For å tilnærme oss emnet og innhente informasjon, benyttet vi oss for det meste av Internet og litt tidsskrifter. Bøker angående hydrauliske hurtigkoblinger fant vi lite av.

2.1.1 Leverandørkontakt

Gjennom Internet søk kom vi i kontakt med mange produsenter av konvensjonelle og spesielle hydrauliske hurtigkupper. Vi har fått veldig god respons og fått tilsendt mye katalogmateriale som har hjulpet oss til å belyse både spesielle og helt vanlige problemer angående hydrauliske hurtigkupper. Vi valgte å ta kontakt med disse direkte noe som ga oss personlig kontakt med enkelte representanter. Dette ga utslag i besøk med tilhørende ca. to timers møte med en representant fra Walther og en fra CEJN i Sverige. Dette ga oss verdifull lærdom da ingen av deltakerne i prosjektet var spesielt kjent innen fagfeltet. Vi fikk diskutert og stilt spørsmål også om de tingene som ikke står skrevet, men antas at alle vet.

Tabell over leverandører:

Leverandørliste					
Leverandører	Norsk representant	Nasjonalitet	Telefon	Hjemmeside	Kontaktperson
Parker Hannifin	Parker Hannifin A/S	USA	64911000	.parker.com/quickcouplings/	Morten Larsen
Snap-tite	Tess	USA	32844000	.snap-tite.com/	Tommy Thorvaldsen
Faster	Tess	USA/Italia	32844000	.fasterinc.com/	Tommy Thorvaldsen
Tema	Rectus Tema A/S	Sverige	64954400	.tema.com/	Dag Fiskvik
CEJN	CEJN Norge A/S	Sverige		.cejn.com/	Åke Andersson
Hansen	Kolberg Caspary	USA		.tuthill.com/	
Safeway		USA		.safewayhyd.com/	
Unitech	Unitech Offshore Bergen	USA	55300570		Frode Hellesø
Asker Subsea		Norge		.ase.no/askersubsea.htm	
Todo					
Balflex				.balflex.com	
Walther	Bjørge SAAS	Tyskland		.maxbar.com/	Per Haugli
Staubli Connectors	Internova		64988860	.staubli.com	Arne C. Wold
OPW engineering				.opw-es.com/	
Tomco		USA		.tomcoquickcouplers.com/	
Hofman					
Perfecting Coupling Company		USA		.perfecting.com/	
Eaton/Aeroquip	GS Hydro Norge A/S			.aeroquip.com/	

2.1.2 Katalogmateriale

Vi har som nevnt brukt en del katalogmateriell som dokumentasjon for forskjellige kupper, da det ikke er særlig mange bøker om dette emnet. Leverandørene vi kontaktet var veldig positive. Produktkataloger og skisser av kupper fikk vi tilsendt. Materiell som dette er egentlig ment som reklamemateriell for salg, en må derfor stille seg kritisk til innholdet.

2.1.3 Bedriftsbesøk

For å få en bedre forståelse for den delen av prosjektoppgaven som gikk på generelle undervannsoperasjoner og utstyr generelt, bestemte vi oss for å prøve å få til noen bedriftsbesøk. Gjennom Internet søk kom vi frem til en del aktuelle bedrifter. Vi sendte ut en del forespørslar om et mulig bedriftsbesøk og forklarte at det var i sammenheng med en hovedprosjekt vi hadde på HSH. Etter hvert fikk vi positiv respons fra Stolt Offshore og Halliburton.

Først besøkte vi Stolt Offshore/Subsea 7 sin base på Killingøy i Haugesund PRS (Pipeline Repair System). Dette er en mobiliserings base for offshore aktiviteter. Vi ble godt tatt imot av avdelingssjef Geir Milford. Først fikk vi en generell informasjon rundt bedriften og deres hovedaktiviteter. Deretter fikk vi en omvisning i mobiliseringshallen. Her fikk vi sett mye av utstyret som de bruker i sine oppdrag. Spesielt interessant var det å få se sveising av et rør ved hjelp av en sveiserobot, mekanisk sammenkoblingshylse for sammenkobling av rør på havbunnen og store H-rammer for sammentrekning av rør. H-rammene bruker sjøvannshydraulikk. Besøket var meget interessant og vi fikk en bedre forståelse av undervannsutstyr og operasjoner.

Vi tok oss også tid til en hel dag i Stavanger, der vi besøkte Stolt Offshore sin base i Tananger, Halliburton og Subsea 7.

Halliburton

Halliburton sin hovedinngang i Tananger.



Hos Halliburton fikk vi en god mottagelse av Birger Haraldseid. Deretter ble det en veldig interessant omvisning i flere avdelinger. Vi fikk blant annet en innføring i retningsboring der vi fikk se en del utstyr som blir brukt i denne forbindelse. Vi fikk også se utstyr som de bruker til å teste brønnstrømmer, testseparator og tilhørende utstyr. I tillegg fikk vi en innføring i hvordan bedriften er organisert og deres arbeidsområder.

Subsea 7

Subsea 7 er et firma som driver med oppdrag innen ROV operasjoner. Her fikk vi sett hiv kompenserte vinsjer for ROV bruk og ROV opererte paneler med diverse ventiler og tilkoblinger. For å operere panelene benytter ROV-en seg av hydrauliske Hot stabs.

Stolt Offshore

Her fikk vi en omvisning i deres nye lagerhaller og om bord på båten Seaway Kingfisher. Om bord fikk vi sett kontrollrommet hvor ROV operatørene sitter og styrer og overvåker ROV-en. En av ROV operatørene om bord viste oss utstyret som brukes på dekk i forbindelse med håndtering av ROV-er. På dekk var det plass til tre ROV-er, to arbeids og en observasjons ROV. Båten hadde også "moon pool" med hiv kompensert vinsj, for nedsenking av moduler og utstyr.

*Seaway
Kingfisher*



2.1.4 Design krav til ny kobling

I oppgaven skal vi foreslå design for en ny kobling til undervannsbruk. I samarbeid med Imenco AS kom vi frem til disse kriteriene for den ideelle kobling:

- Designet for "subsea" bruk med ROV.
- Mulighet for flere løp/oljekanaler i dimensjon 1/8"-1/2".
- Tåle 250 bars trykk.
- Enkel konstruksjon.
- Sikker i bruk.
- Vanninntrengning/forurensningsfri.
- Lave sammenkoblingskrefter.
- Kompakt/lav vekt.
- Rustfri/korrosjonsbestandige materialer.
- Rimelig å produsere.

2.1.5 Test av kupper

Som en metode for å velge ut en ideell kupper, foretok vi sammenligningstester av utvalgte kupper. Det var ingen problem å få låne kupper til testing av produsentene. Produsenter av kupper har som regel test data av trykkfall ved forskjellig strømningsrate. Det som ofte er problemet, er at produsentene har forskjellige testkriterier. Spesielt varierer temperaturen og dermed også viskositeten på oljen. Dette var en av grunnene til at vi ville teste kupperne mot hverandre ved like testkriterier. Testmetoder og kupper omtales i kapittel 3.

2.2 Programvare/tegneprogrammer.

Solid Edge 8, Autodesk Inventor 6 og Autocad 2002-cadit 5.2:

I vår fremstilling av ide skisser og tegninger som presenteres i rapporten, har vi benyttet Solid Edge 8, Autodesk Inventor 6 og Autocad 2002-cadit 5.2 som arbeidsverktøy. Det har hjulpet oss til å få en god fremstilling av produktene som skal designes, og det gir oss en god oversikt om det bør gjøres eventuelle forandringer for å forbedre produktet. Solid Edge og Inventor har veldig gode egenskaper når det gjelder å tegne 3-dimensjonale tegninger. Det er også muligheter for å sette sammen deler til en sammensatt del, og kjøre en animasjon på dette for å få et godt bilde på sammensetningen.

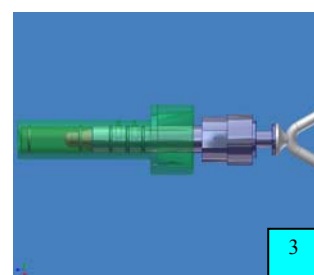
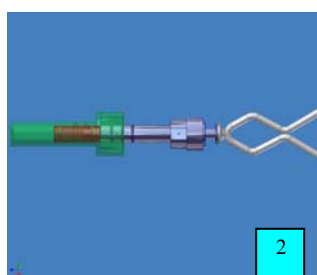
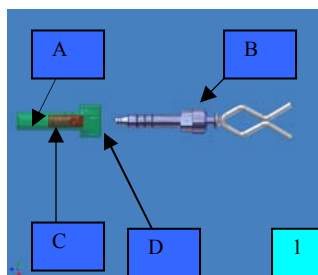
Ved hjelp av Inventor beregnes vekt, volum, overflateareal og motstandsmoment av koblingen ved å velge et gitt materiale. Inventor er et helt nytt program på HSH. Ingen lærere hadde hatt kurs i programmet, så vi måtte derfor til en stor grad lære oss å bruke programmet selv.

Kap. 3 Resultater

3.1 Forskjellige forslag til ny kobling

På bakgrunn av de gitte kriterier og konstruktive diskusjoner blant prosjektdeltakerne, har vi utviklet forskjellige forslag til den ideelle hydrauliske hurtigkobling. Forslagene er prinsipper for en mulig kobling. Disse må utarbeides videre, samt at man må utvikle prototyper og utføre tester.

3.1.1 Alternativ A; Hot-stab.



Nr.	Detalj- forklaring
A	Hunnodel
B	Hanndel
C	Dummy
D	Styringsdel

Nr.	Situasjons forklaring
1.	Hanndelen sikter seg inn på styringsdelen
2.	Hanndelen treffer dummyen og låser seg fast
3.	Dummyen og hanndelen har posisjonert seg, og oljekanalene treffer ringsporene i hunndelen

Dette er en kobling som har sitt utgangspunkt i en Hot-stab kobling som er produsert av Oceaneering. Forskjellen er at de nedreidde sporene hvor oljen skal strømme ut er flyttet fra hanndelen og over til hunndelen. Det er også blitt gjort forandringer på nesepartiet til hanndelen slik at den kan koples sammen med en dummy som står i hunndelen. Hensikten med disse endringene er å redusere vanninntrengningen mest mulig.

Virkemåte:

Sammenkoblingen skjer ved at hanndelen skyves inn mot en dummy som står låst fast i hunndelen. Styringsdelen sørger for at hanndelen treffer dummyen korrekt, og disse festes til hverandre. Samtidig vil en mekanisme sørge for at dummyen frigjøres fra låsing til hunndelen.

En fortsetter å skyve på hanndelen helt til den når sitt endepunkt. Oljekanalene vil nå stå ovenfor hverandre og oljen kan strømme ut gjennom hanndelen, og inn i hunndelen.

Ved frakobling trekkes hanndelen ut av hunndelen. Dummyen vil da frigjøres fra hanndelen, og låse seg til hunndelen når den er tilbake til utgangspunktet. (Se vedlegg 1, 2 og 3)

Fordeler:

- Ved å flytte de nedreide sporene fra hanndelen til hunddelen, reduseres volumet som kan trekke med seg vann inn i oljen.
- Koblingen er trykbalansert.
- Kan lett tilpasses eksisterende Hot stab koblinger med en forholdsvis liten modifikasjon.
- Ved å bruke en permanent dummy som bare flyttes på når den skal sammenkobles, hindrer man vann i å komme inn i hunddelen, og dermed inn i oljen. Man hindrer også olje å komme ut i vannet. Dummyen hindrer også groning og eventuelle urenheter å komme inn i hunddelen.
- Hanndelen kan roteres fritt om sin egen senterakse uten at dette påvirker koblingen.

Ulemper:

- Mange bevegelige deler i forbindelse med låsing/frigjøring av dummy, kan gjøre koblingen komplisert. Mange deler gjør at det er flere ting som kan gå i stykker, eller at de ikke fungerer tilfredsstillende.
- Et økende antall tetninger gjør sammenkobling enda tyngre, selv om de pakningene som står på dummyen ikke trenger å være noen høytrykkspakninger. (trykkdifferanse 0-1 bar).
- Koblingen trenger forholdsvis stor plass siden dummyen ikke skal fjernes men bare skyves lengre inn i hunddelen

Vi må presisere at koblingen ikke er ferdig utviklet men bare en ide. Særlig det med låsing av dummyen trenger å arbeides med.

3.1.2 Alternativ B; Hot-stab med ventiler.

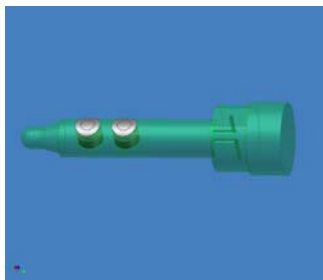
På handdelen er det ingen fysisk hindring som gjør at oljemengden som står mellom utløpshullet og stengeventilen, slipper ut i vannet. Dette var noe vi ønsket å se nærmere på, og om mulig redusere/eliminere.

En metode som er brukt og som vi også vurderte var en fjærbelastet hylse som kan skyves over handdelen. Når sammenkoblingen skjer, trekkes hylsa tilbake slik at utløpshullene åpnes. Denne metoden krever mange deler og kan bli forholdsvis komplisert. Den får også en økende koblingskraft, noe som er lite ønskelig. Vi gikk bort fra denne ideen siden vi ikke kom frem til noe som kunne gjøre den enklere.

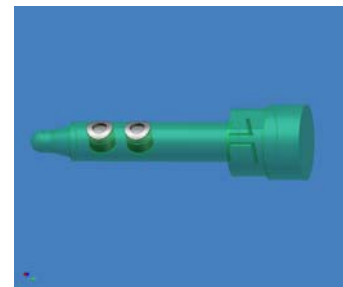
En annen ide er en ventil som kan monteres i handdelen. Vi laget en skisse hvor vi bare har to løp ut i handdelen, det ene var tur og det andre retur. Disse kunne ikke brukes omvendt siden oljetrykket i turløpet også benyttes for å holde ventilene åpne. (Se vedlegg 4, 5, 6 og 7)

Dette kan imidlertid lett forandres med å bore 3 løp, og bruke det ene løpet kun til å operere stemplene med.

Her står ventilene lukket



Her står ventilene åpne



Virkemåte:

Stempelet i ventilen blir presset ned av arbeidstrykket når dette settes på, og ventilene åpnes. I lukket tilstand vil returtrykket sørge for at stempelet holdes oppe. Stempelet vil bli utsatt for en økende kraft som ønsker å presse stempelet ned ved økende vanddyb. Men siden returtrykket alltid er litt større enn trykket på vannsiden vil det holde seg oppe. Hensikten med fjæren som står på undersiden av stempelet, er at den skal være med på å overvinne eventuelle friksjonskrefter som tetningene skaper, og holde stemplene oppe når koblingen separeres fra ROV. Hvordan stempelforingen skulle festes er ikke fastlagt.

Fordeler:

- Eliminerer vanninntrengning i handdelen.
- Kompakt design

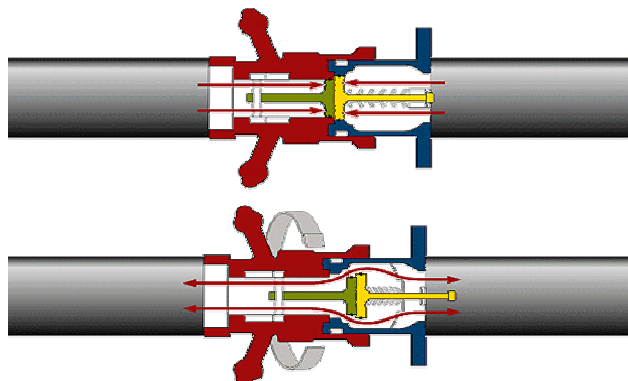
Ulemper:

- Mange bevegelige deler i forbindelse med låsing/frigjøring av dummy
- Stempelet er kuleformet på toppen, det fører til at det stilles store krav til nøyaktighet ved produksjon og montering for å unngå å skade o-ringen i handdelen.
- Dimensjonene kan bli veldig små, og det kreves mange tetninger på et forholdsvis lite område.
- Mange utboringer i handdelen kompliserer maskineringen og svekker koblingen.
- Store trykkfall over koblingen
- Kan bare brukes en vei

Etter et møte med Imenco fikk vi opplyst at det i praksis er liten eller ingen utvasking av oljen dersom oljekanalene ikke overstiger 4-5mm i diameter. Da vil det være mye enklere å bore flere små radielle løp i stedet for et stort løp (6-8mm). Siden utstrømningen av oljen treffer et ring-spor når den er sammenkoblet, er det ikke et problem med at det er flere utstrømningsløp. Det må nødvendigvis være en viss lengde på disse radielle hullene for at det ikke skal skje noen utvasking av oljen. Vi har imidlertid ingen beregning på dette.

3.1.3 Alternativ C; To trinns kobling.

Et prinsipp vi har sett på som aktuelt for en undervanns hurtigkobling er en type vi kalte for to trinns kobling. Med dette menes at en først kobler på og evakuerer vann mellom koblingsflatene, deretter vrir koblingen et gitt antall grader og åpner ventilene i hunndelen som igjen åpner ventilen i hanndelen.



Prinsippet brukes i dag på lavtrykkssystemer offshore ved levering av diverse medier som vann, diesel og lignende, fra supplybåt til plattform. Disse er i store dimensjoner, gjerne koblet til 4" slange og er manuelt opererte. En produsent her er Todo. Ved videre utvikling av denne typen kobling for bruk til hydraulikk, må den gjøres mindre og designes for høyt trykk.

Fordeler:

- Vannevakuering før hydraulikkøljen strømmer over ventilene
- Mulighet for flere løp i en kobling
- Kan gjøres liten både i dimensjon og i vekt.

Ulemper:

- ROV-en må gjøre to operasjoner ved sammenkobling. Dette ville vi prøve å unngå, da det kompliserer arbeidet.
- Koblingene vil være låst etter kobling. En vil helst unngå låsing fordi ved havari på ROV-en er det ønskelig å kunne dra den opp igjen etter kabelen. Dette er umulig hvis ROV-en sitter fast i koblingen. Da må en eventuelt ned med en ROV til, for å løse fra koblingen.
- Koblingen vil heller ikke være trykk balansert, slik at kreftene på grunn av hydraulikktrykket må tas opp ved hjelp av en ytre låsemekanisme.
- Koblingen vil representere en helt ny standard, slik at den ikke ville kunne brukes på et eksisterende koblingspanel.

3.1.4 Alternativ D; Kupling med ”flushing”.

Et prinsipp som vi vurderte som en alternativ kupling, var det vi kalte for et ”flushing” system. Med dette menes det at kuplingen skal gjennomspyles med olje før endelig sammenkobling. Kuplingen må utstyres med to ekstra tilslutninger, en for tilførsel av olje og en for returolje. Koblingsprinsippet vil være at en kobler delvis sammen, til en pakning tetter løpet. Deretter pumpes det hydraulisk olje inn i kammeret, som fortrenger sjøvannet ut gjennom returløpet.

Systemet vil kreve et ekstra hydraulikksystem på ROV-en for ”flush” olje og sjøvannsholdig returolje. Dette kan ordnes ved hjelp av to ekstra kompensatorer, en trykksatt med olje, og en uten trykk for returolje. En fordel med systemet er at det kan utvikles fra standard kuplinger med litt modifikasjon.

Hovedfordelen med denne kuplingen er at vanninntrengningen er minimal ved sammenkobling. Ved kobling må en helst få til at ”flushingen” skjer automatisk, fordi sammenkoblingen ikke skal ta for lang tid. For å få til en slik automatikk kan kuplingen fort bli komplisert og med mange deler som kan gå i stykker.

Imenco var forholdsvis positive til prinsippet, men var redd for at den skulle bli for komplisert i forhold til dette med automatisk ”flushing”. (Se vedlegg 8)

3.1.5 Alternativ E; Platekobling med hydraulisk låsing.

På møte hos Imenco A/S ble vi enige om at vi skulle gå for en løsning med eksisterende hurtigkupper. Oppgaven ble da å komme frem til en god plate til å feste disse kupperne i.

For hurtigkupper uten individuell låsing så vi på to metoder.

Stempellåsing:

Den ene typen vi kom frem til var en koblingsplate med hydraulisk låsing i sidene, med muligheter for mange kupper i samme plate. Koblingen er ment til å settes opp på noen skinner nede på utstyret, for deretter å skyves på plass. De hydrauliske låsestemplene presser hundelene mot handdelene slik at de står ordentlig i inngrep.

Den store fordelen med denne er at den lett kan frigjøres hvis det oppstår havari på ROV-en og man mister hydraulikktrykket. Låsemekanismen vil da frigjøres ved hjelp av en fjær.

Ulempene med koblingen er at det vil bli mange deler. Desto flere deler, desto mer kan gå galt. Det trengs et ekstra oljesystem for å ta seg av låsingen, med tilhørende tilkoblingspunkter og slanger. På grunn av dette låsesystemet vil koblingen bli stor og tung. I og med at det vil bli mange deler vil den også bli dyr og produsere. I tillegg til dette vil også koblingsdelen på utstyret under vann bli stor. (Se vedlegg 9)

Kule låsing:

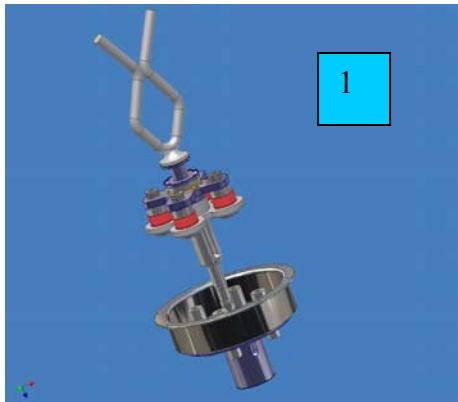
Det andre alternativet var en lignende kobling, men her skjer låsingen med hjelp av kuler som presses inn i et spor. Låsingen er her integrert i styringen for koblingen.

Denne type kobling vil kunne gjøres litt mindre enn den med stempellåsing og vil dermed være mer kompakt. (Se vedlegg 10)

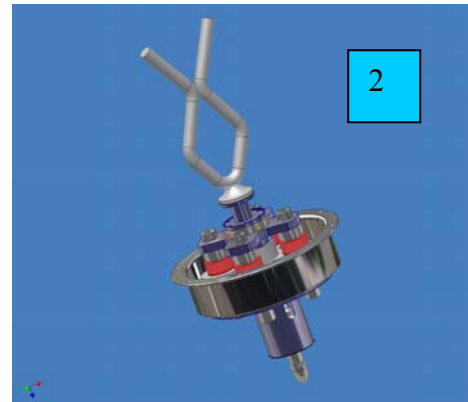
Ellers har den mange av ulempene som foregående alternativ slik at vi gikk ikke videre med denne ideen.

3.1.6 Alternativ F; Fire kupper innsatt i plate med en styring

Posisjon ved frakoblet tilstand



Posisjon ved tilkoblet tilstand



Denne multikupperen består av fire hurtigkupper innsatt i en plate. Denne platen har en styrepinne montert i midten, som igjen har en radiell styrepinne som har til oppgave å holde kontroll med rotasjonsretningen. Den har en frontplateplate som griper fast i utløserhylsene til kupperne. Den har et "fish-tail" gripehåndtak som står på en gummipute, noe som gjør at kupperen blir mer fleksibel.

Platen som handdelene skal monteres på er utformet som en trommel. Utformingen på trommelen er gjort slik at den skal hindre andre gjenstander å skade kupperne. Det er en styrehylse i senter av denne trommelen som skal lede handdelene i rett posisjon før sammenkoblingen skjer. (Se vedlegg 11 og 12)

Virkemåten til denne koblingen:

Koblingen skjer ved at ROV-en griper fast i "fish-tail" håndtaket og skyver styrepinnen inn mot styrehylsen. Styrehylsen er utformet på en slik måte at dersom man treffer innenfor et visst område, skal den ha så gode opprettereigenschaften at det er bare til å skyve helt til kupperne er sammenkoblet.

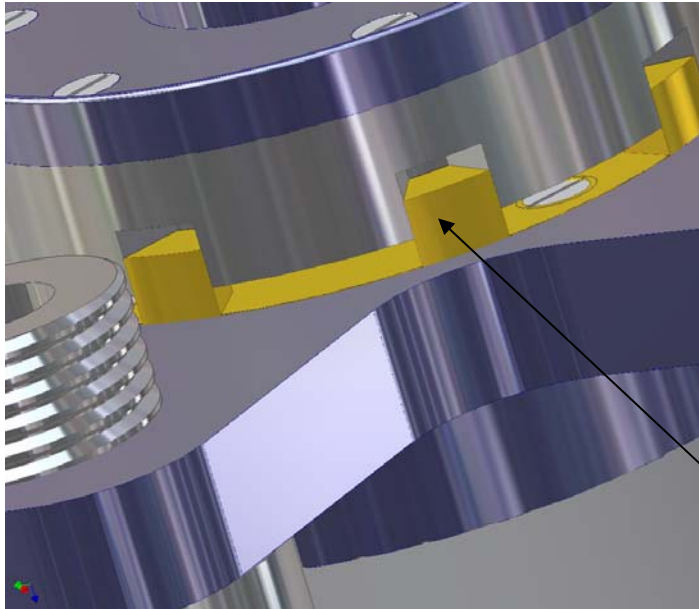
Ved frakopling drar man i "fish-tail" håndtaket som står i direkte kontakt med styrepinnen. På styrepinnen er det montert en låsering som har som oppgave å dra med seg frontplaten, som igjen drar med seg utløserhylsene. Det vil si at styrepinnen har en frivandring i lengderetning på ca. 5 millimeter, noe som er nok til å løse fra hurtigkupperne.

For at styrepinnen ikke skal kunne rotere fritt, er det montert en styring i underkant av bakplaten. Denne styringen tillater bare forflytning i lengderetning. (Se detalj tegning over styring)

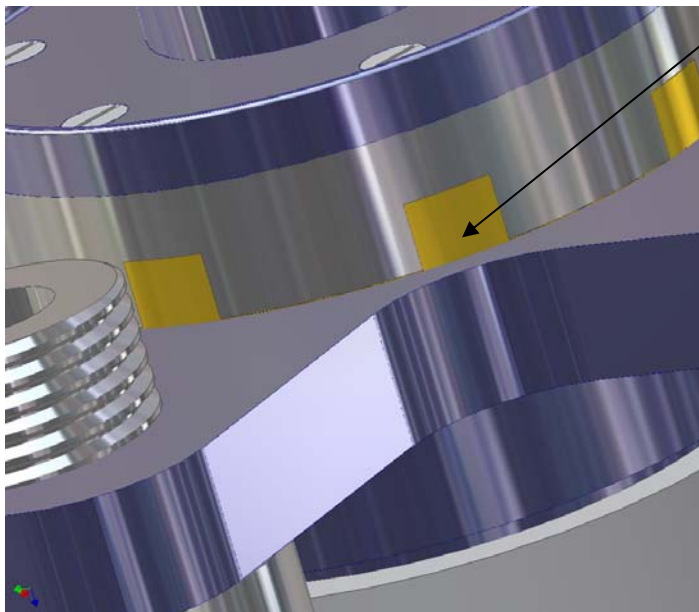
Noen hurtigkupper krever at utløserhylsen må ha en liten bevegelse bakover (bort fra handdelen), for at den skal kunne sammenkobles. Denne kupperplaten tillater at det kan monteres kupper som krever denne forflytningen, siden platen som utløserhylsene er montert i ikke har en fast forbindelse med styrepinnen.

Detalj tegning over styring:

Ved frakoblet tilstand



Ved sammenkoblet tilstand

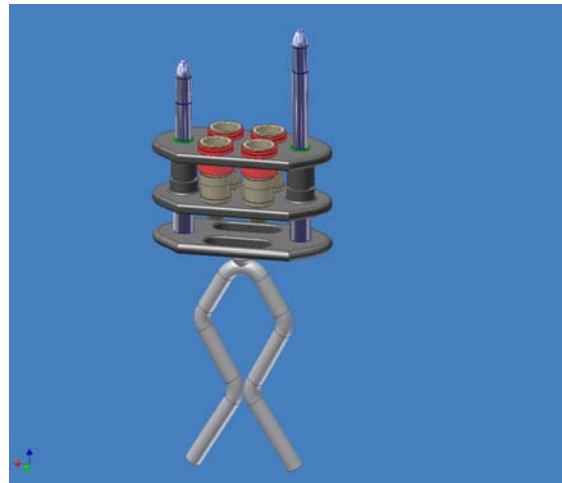


Rotasjons-
styring

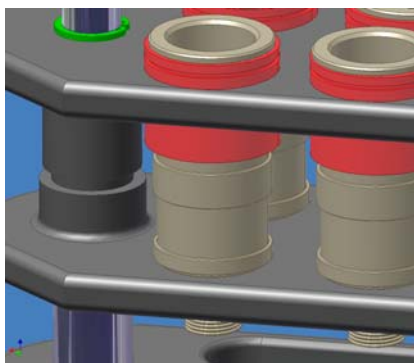
3.1.7 Alternativ G; Fire kupper innsatt i plate med to styringer.

Denne koblingen har mange likhetstrekk med multikupperen som har en styrepinne i senter. I virkemåte er den helt lik, med tanke på til og fra kobling. Forskjellene er at denne multikupperen har to styrepinner i stedet for en, og at den har 3 plater i stedet for 2. (Se vedlegg 13)

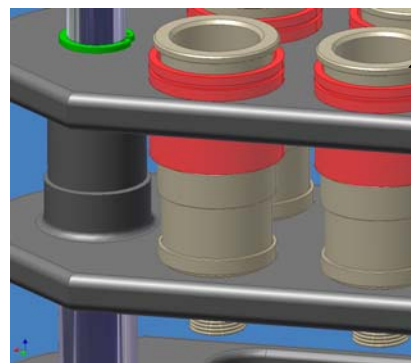
Hensikten med denne tredje platen er at ved frakobling bruker man styrepinnene til å løse ut hurtigkupperne. Da er man avhengig å ha direkte forbindelse mellom begge styrepinnene og "fish-tail" håndtaket, for i det hele tatt å kunne løse ut hurtigkupperne. Den er også til hjelp for å få trykksenteret i senter av koblingen, noe som skaper en god ballanse under til og frakobling.



Detaljtegning over utløsermekanismen:



Låst
posisjon



Ved
frakobling

Virkemåten til denne koblingen:

Koblingen skjer ved at ROV-en skyver i "fish-tail" håndtaket og sikter den lengste styrepinnen inn mot hullet hvor den skal stå. Når den har entret så langt at den har oppnådd sin styring i lengderetning, styres den korte styrepinnen mot sitt entringshull ved å rotere på koblingen. Da skal begge styrepinnene ha opprettet riktig posisjon for kupperne, og sammenkoblingen kan fullføres.

Frakoblingen gjøres ved at en drar i "fish-tail" håndtaket, og låseskivene som er fastmontert på styrepinnene, drar tilbake utløserhylsene og koblingen er frigjort.

Denne koblingen har dårligere egenskaper når gjelder å få styrepinnene i riktig posisjon, sammenlignet med den som har en styrepinne i midten. Den er også en del lengre og noe tyngre, siden den har en ekstra plate. Fordelen er at avstanden fra senteret på kupperne (senteret mellom alle 4 kupperne) og ut til styrepinnene er forholdsvis lang. Dette gjør at man får en god styring av kupperne, og kupperne entrer hverandre lettere. (Se vedlegg 14 og 15)

3.1.8 Alternativ H; To kupper innsatt i plate med en styring

Denne koblingen er kanskje den enkleste av multikuplings-variantene. Den har bare en plate som både ”fish-tail” håndtaket og hunddelene til hurtigkuplingene er festet til. Den fungerer i prinsippet likt som de andre multikuplingene bortsett fra i dette tilfellet vil skyvekraften gå gjennom utløserhylsen når en skal koble sammen. Den behøver altså ikke å stå fritt som i de tidligere eksemplene. Da var en avhengig av at utløserhylsen hadde en liten frivandring bakover, i det den skulle sammenkobles. Når en benytter seg av denne type hurtigkupper er en ikke avhengig av at dette skjer. Da vil man redusere fra noe som var 3 plater, til bare en. (Se vedlegg, 16, 17, 18 og 19)

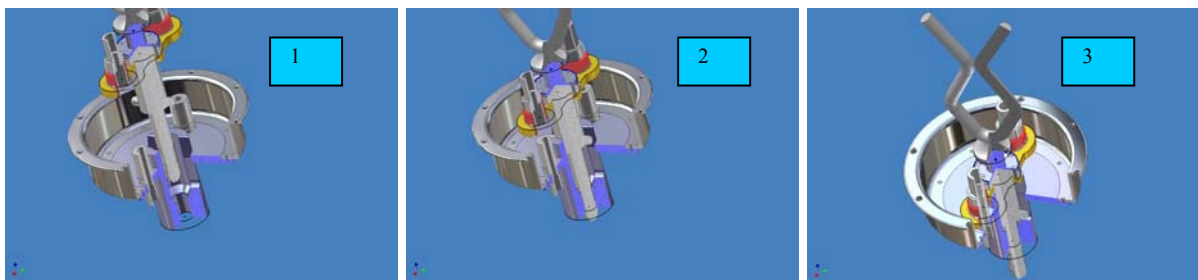
Fordeler:

- Få bevegelige deler
- Gode opprettingsegenskaper
- Risikoen for slark i koblingen er liten
- Koblingen har en lav vekt
- Enkel å produsere.
- Rimelig å produsere
- Kan med enkelhet bygges ut med flere kupper

Ulemper:

- Når en benytter flat-face kupper er det stort krav til nøyaktighet på styringsdelen.
- Liten avstand fra senter på styrepinnen til flaten på den radielle styrepinnen som påvirker rotasjonsretningen. Dette kan medføre at styringen blir unøyaktig, noe som er lite gunstig når en benytter flat-face kupper. (Se vedlegg 14 og 15)

Her ser vi hvordan denne koblingen fungerer fra frakoblet tilstand til sammenkoblet tilstand:



3.2 Valg av koblingsalternativ

Valg av koblingsalternativ								
	Alt.A	Alt.B	Alt.C	Alt.D	Alt.E	Alt.F	Alt.G	Alt.H
Mulighet for flere løp	1	1	3	3	1	1	3	3
Enkel konstruksjon	2	1	2	1	1	3	1	3
Sikker i bruk	2	1	2	2	1	2	2	3
Vannintrengning/ forurensingsfri	2	3	2*	2*	3	3*	2*	2*
Lave koblingskrefter	1	1	1*	1*	2	1*	1*	2*
Kompakt/lav vekt	3	3	2	1	1	1	1	3
Rustfri	3	3	3	3	3	3	3	3
Rimelig	1	1	2	2	2	2	1	3
Poengsum	15	14	17	15	14	16	14	22

I forbindelse med utvelgelse av koblingsalternativ la vi vekt på kriteriene i tabellen over.

1. Ikke tilfredsstillende/lite egnet
2. Tilfredsstillende/egnet
3. Utmerket

* Avhenger av type og antall kupper

Med utgangspunkt i rangeringstabellen ser vi at alternativ H får den høyeste poengsummen. Vi velger å bruke alternativ H, der vi har to "push to connect" kupper innsatt i en multikupperplate.

I samråd med Imenco A/S mener vi denne metoden:

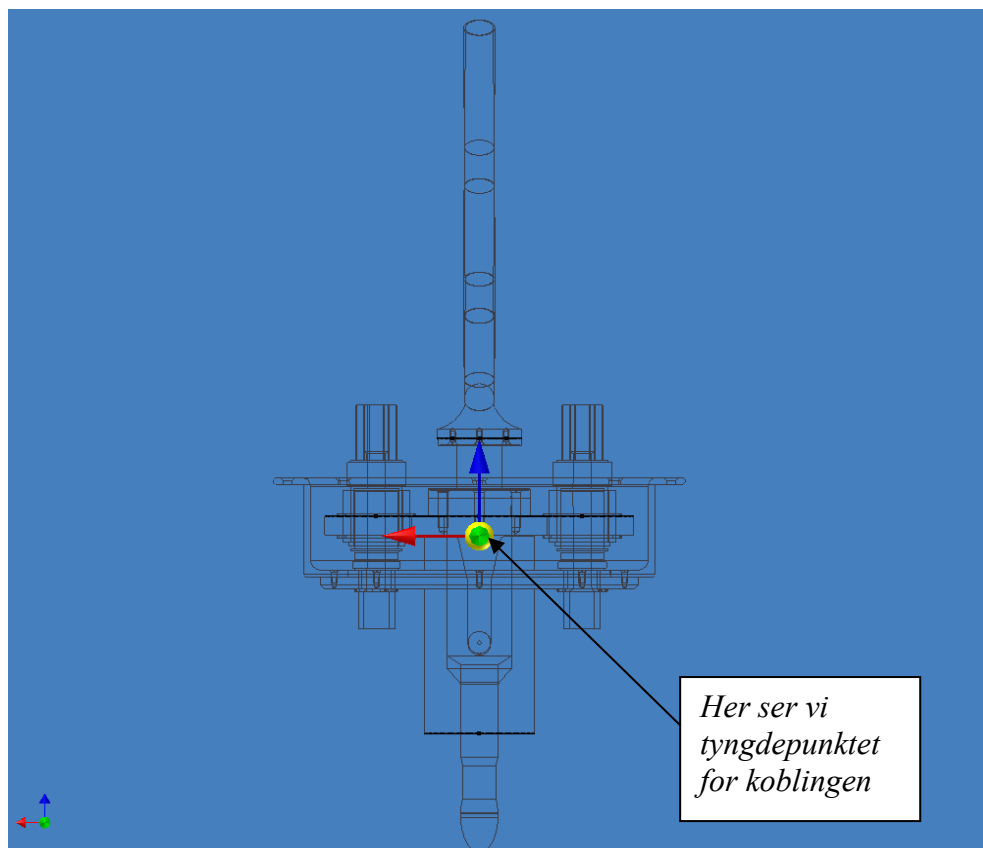
- Blir den enkleste
- Er rimelig å produsere
- Tilfredsstillende utbyggingsmulighetene dersom en ønsker flere kupper i samme plate.
- Blir driftsikker med tanke på at det er få bevegelige deler.
- Har lav vannintrengning ved bruk av flat face kupper
- Tilfredsstillende trykkraftene ved riktig valg av hurtigkupper.
- Krav til lav koblingskraft avhenger av valg av hurtigkupper.

3.2.1 Tekniske data på valgt koblingsalternativ

Tekniske data for alternativ H		
Avstanden fra tuppen av styrepinnen til tyngdepunkt *	172,5	[mm]
Tyngden til koblingen (ekskl. hurtigkupper) *	7,2	[Kg]
Materiale	Stainless steel, Austenittic	-
Tetthet	8,03	[Kg/dm ³]
Flytegrense	210	mm ²
Volum *	0,98	[dm ³]
Tyngden til <u>en</u> komplett hurtigkupper (Tema)	0,6	[Kg]
Tverrsnittsmodul på styrepinnen hvor den har minst diameter. (Se vedlegg 20)	$1,4438 \cdot 10^{-6}$	[m ³]
Maks rotasjonsavvik fra senterlinje i ledespor * (Se vedlegg 22)	22	grader

* Beregnet ved hjelp av Inventor

I vedlegg 20 har vi foretatt en beregning ut fra minst gunstige belastningssituasjon under sammenkobling. Situasjonen er skissert i vedlegg 21. Av beregningene kan vi se at ved en diameter på 25 mm vil den kunne ta opp en belastning på 970N før materialet når flytegrensen. Fra denne beregningen må en foreta avveininger mellom en smekker kobling og en solid kobling.



3.3 Testing

3.3.1 Valg av hurtigkupper for test

Kuplingene ble valgt ut fra om de kunne leveres i rustfritt materiale, tåle det angitte trykk og være en såkalt ”push to connect” kupling. Når disse kravene var satt, viste det seg at det ikke var så mange produsenter å velge mellom. Vi satte opp de vi fant aktuelle og valgte deretter ut fem typer for testing.

Utvalgte Hurtigkupper:							
Produsent	Type	Material	Dimensjon	Strømnings diameter	Arbeidstrykk	Ventil type	Målt vekt
Tema	Iso B	SS	3/8"		210 bar	Tallerkenventil	-
Hansen	Iso B	SS	3/8"		255 bar	Tallerkenventil	-
Parker	Iso B	SS	3/8"		345 bar	Tallerkenventil	-
Snap Tite	Iso B	SS	3/8"		260 bar	Tallerkenventil	280g
Snap Tite	71 Serien FF	SS	3/8"		344 bar	Flat-face	500g
CEJN	Serie 415	SS		8,9mm	250 bar	Tallerkenventil	340g
CEJN	Autokopling	SS		8mm	300 bar	Flat-face	340g
Tema	Serie IF	SS	3/8"		250 bar	Flat-face	620g
Staubli	SPH	SS		12mm	250 bar	Flat-face	-
Staubli	SPC	SS		8mm	250 bar	Flat-face	-
Staubli	SPX	SS		8mm	350 bar	Flat-face	-

Radene merket med grått er de kupperne vi testet.

Kuplingene ble testet under samme betingelser, for å kunne dokumentere egenskaper ut fra like forhold. Snap-tite ISO B kupperen er ikke en ”push to connect” kupper, men siden det er en veldig kjent og mye brukt kupper tok vi den med som en referanse.

3.3.2 Testparametere

I samarbeid med Imenco satte vi opp disse testparametrene:

- Nødvendig kraft for sammenkobling mot en bar overtrykk, over og under vann.
- Trykkfall over kupper ved forskjellige strømningsrater.
- Lekkasje fra kupper, olje til vann.
- Slaglengde for sammenkobling.
- Kupperens retningsavhengighet for korrekt sammenstilling.
- Vanninntrengningsmengde ved til og frakobling.

3.3.3 Testmetoder

Testen ble utført i hydraulikkverkstedet til Imenco og i laboratoriet på HSH. Metodene som ble benyttet blir her beskrevet:

- Kraft for sammenkobling ble utført i en søleboremaskin ved hjelp av en digital vekt. Kupperne ble satt opp på vekten og sakte presset sammen av borespindelen. Minimum kraft for sammenkobling ble lest av på vekten.
- Trykkfall over kupperne ble målt i en hydraulisk testbenk, der det ble montert et flerfunksjons måleapparat som målte både trykkfall og strømningsrate. (Se vedlegg 23).
- Olje til vann lekkasje ble utført med kupperne trykksatt til 2 bar. Sammenkobling ble så utført i et kar med vann. Vi foretok ingen målinger, kun observasjon av hvor mye olje som lakk ut under til og frakobling.
- Slaglengde for sammenkobling ble målt i en søleboremaskin. Avlesning ble utført visuelt på boremaskinens millimeter skala.
- Kupperenes retningsavhengighet for sammenkobling ble studert og diskutert.
- For å måle vanninntrengningsmengden ved til og frakobling monterte vi en slange i hver ende av kupperen, senket kupperdelene ned i et vannbad og utførte til og frakobling tjue ganger. Mellom hver til og frakobling tømte vi eventuelt vann ned i et måleglass.

Når vi målte vanninntrengning hadde vi ikke oljetrykk på noen av kupperdelene, det var kun luft i slangene

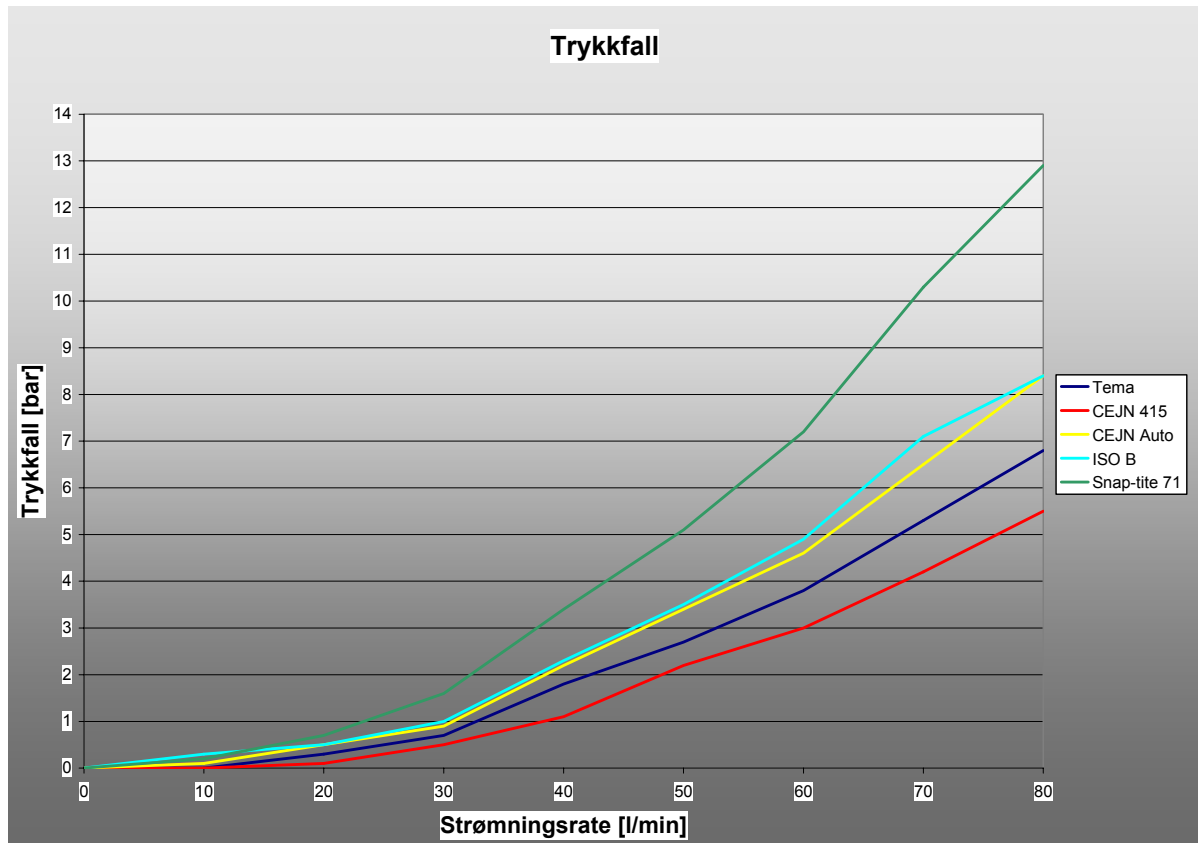
Trykkfallsmåling ved forskjellig strømningsrate			
Apparatur	Måleområde Trykk (bar)	Måleområde Oljestrøm (liter/min)	Avvik Måleres. (prosent)
MULTI-PRACTICE 3000	0 – 1001	0,005 - 600	+/- 2,5 %

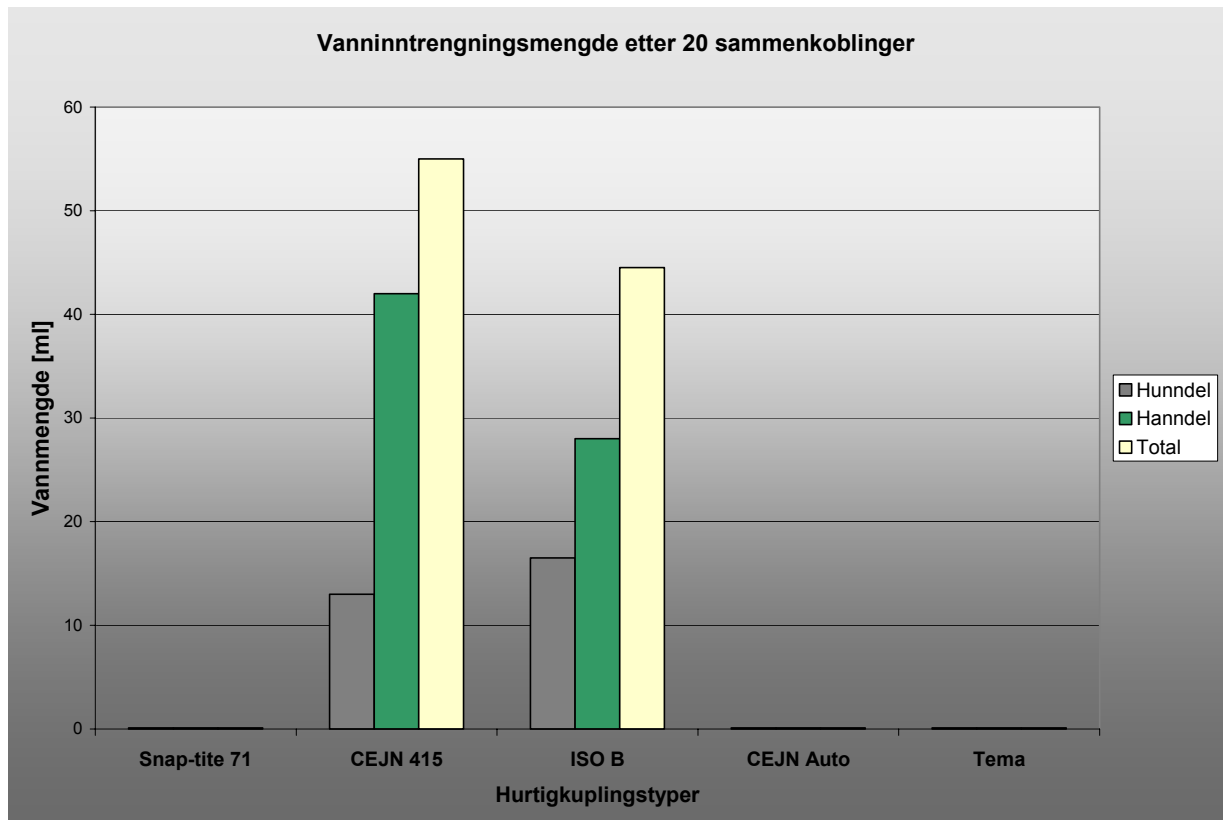
Den digitale vekten som ble brukt var av merke Soehnle Type 7741.
Måleområde var fra 0 -50 kg, med en nøyaktighet på +/- 20g.

Oljen som ble benyttet under testing var av typen Shell Tellus Oil S 22.
Leverandøren har oppgitt viskositeten til $22\text{mm}^2/\text{s}$ (22 Cst) ved 40 °C.

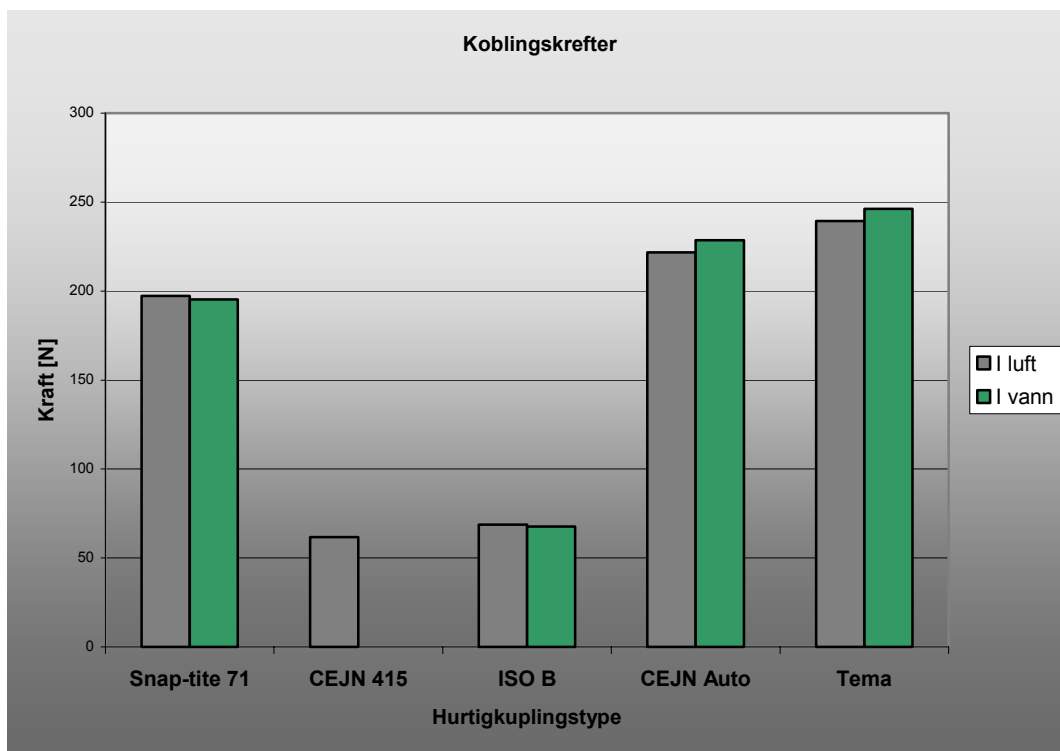
3.4 Testresultater

Her vises det hvordan trykkfallet over kupperne varierer ved forskjellige strømningsrater





Som det fremgår av vanninntrenningstabellen, ble vanninntrenningsmengden i ”flat face” kupperne vi testet, så liten at det ikke var målbart med det utstyret som ble brukt. Ved tilstrekkelig mange til og frakoblinger hadde vi kanskje fått et målbart resultat. Hadde vi hatt en maskin til å utføre koblingsarbeidet kunne det latt seg gjøre. Vi konkluderte med at vanninntrenningen var minimal.



Når vi målte koblingskreftene hadde vi ikke oljetrykk på kupperingshalvdelene. Ved sammenkobling under vann med ROV vil differansetrykket ligge mellom 0,5-1 bar. Koblingskraften med et bars overtrykk kan enkelt beregnes, hvis diameteren på ventilen i kupperingen er kjent. (Se vedlegg 24)

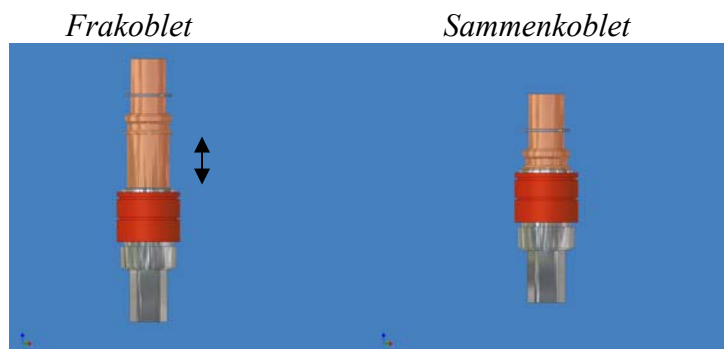
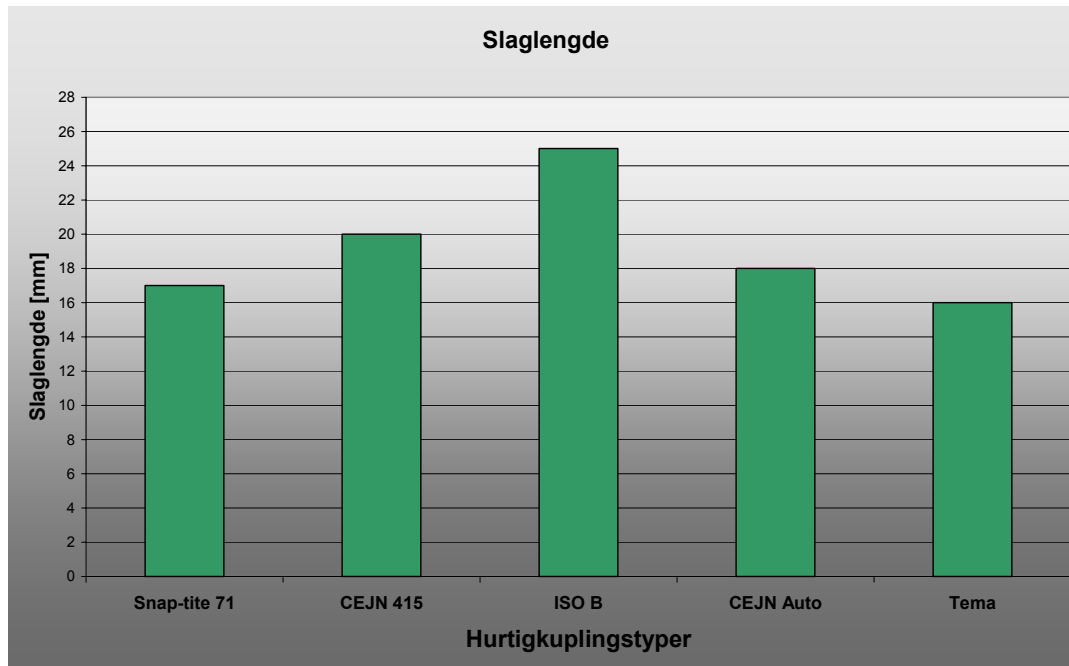
Det å koble CEJN 415 kupperingen under vann viste seg å ikke være så lett, da hylsen på hunddelen ikke gikk tilbake og låste kupperingsdelene sammen. Vi antok at dette skyldes mangel på smøring og at det ble for stor friksjon mellom hylse og låsekuler. Olje til vann testen med samme kuppering ble utført uten problemer.

Test av olje til vann lekkasje

Olje til vann testen var kun en visuell test der vi studerte hvor mye olje hver enkel kuppering slapp ut ved til og frakobling.

Snap-tite ISO B Serie 72	Mye oljelekkasje
Snap-tite Serie 71 Flat-face	Lite oljelekkasje
Tema Serie IF	Lite oljelekkasje
CEJN Autokuppering	Minimal oljelekkasje
CEJN 415	Mye oljelekkasje

Den kupperingen som lakk minst var CEJN Autokuppering, og den som lakk mest var CEJN 415.



Slaglengden er avstanden fra koblingene treffer hverandre til de er sammenkoblet.

Retningsavhengighet for sammenkobling

Retningsavhengigheten for sammenkobling ble det ikke utført noen tester på, men bare en vurdering etter sammenkobling manuelt. De åpne kupperne CEJN 415 og Snap-tite 72 var lettere å få sammen en Snap-tite 71, Tema og CEJN Autokupling, som har lukket flat fasade. Den kupperen som er mest avhengig av en nøyaktig sammenstilling er CEJN Autokupling.

3.5 Valgt hurtigkupling

For utvelgelse av hurtigkupling har vi tatt utgangspunkt i testresultatene.

	Maks karakter	Tema IF	CEJN 415	CEJN Auto	ISO B	Snap-tite 71
Vanninntreningsmengde etter 20 koblinger	6	6	1	6	2	6
Koblingskrefter	5	1	5	1	4	2
Trykkfall	5	4	5	3	2	1
Slaglengde	3	3	2	3	1	3
Total poengsum		14	13	13	9	12

Ut fra denne tabellen ser vi at Tema IF kuplingen får høyest poengsum. Dette stemmer godt overens med våre antagelser slik at vi vil anbefale å benytte denne hurtigkuplingen i det valgte koblingsalternativet.

Tema leverer egentlig ikke denne kuplingen i syrefast stål. Men vi antar at dette ikke er noe problem dersom man henvender seg til produsenten, da de reklamerer med at de produserer kuplingene i flere materialer på forespørsel.

Tema kuplingen krever den største koblingskraften av vårt testutvalg, men dette mener vi kan løses med å benytte svakere ventilfjærer i kuplingen. Dette vil være uproblematisk dersom kuplingene benyttes i et trykkompensert system. Ventilene vil ikke åpnes av sjøvannstrykket siden oljetrykket alltid er 0,5 til 1 bar høyere.



Tema IF
Flat face
kupling

Kap. 4 Diskusjon/- konklusjon

Vi fant lite fagbøker på området, så det materiell vi har støttet oss til kommer mest fra Internet, brosjyrer og leverandører av hurtigkupper. Det er også tatt litt fra tidsskrifter og kompendier. Den faglige gyldigheten i oppgaven ser vi på som god, da vi har hatt direkte kontakt med leverandører i bransjen angående problemstillinger. Vi har også hatt en god dialog med Imenco A/S gjennom hele prosjektarbeidet.

I våre undersøkelser fant vi ut at det er få firma som produserer hydrauliske hurtigkupper for anvendelse under vann. De kupperne som produseres er ofte produsert til spesielle formål, og i høyverdig materialkvalitet. De er derfor kostbare. Det kom også frem at mange kupper for undervannsbruk ikke produseres etter en standard. Gjennom prosjektoppgaven har vi fått belyst en rekke problemstillinger rundt hydrauliske hurtigkupper, spesielt for anvendelse under vann.

I utvelgelsen av koblingsalternativ la vi vekt på at koblingen skulle være enkel. Gjerne med bruk av konvensjonelle kupper, slik at kostnadene ble holdt nede. Med en slik metode vil det kunne utarbeides en standard for god fleksibilitet. Testresultatene viste at konvensjonelle "flat face" kupper kan benyttes under vann, hvis det benyttes et material av tilfredsstillende kvalitet. Vanninntrengning i oljen og oljeutslipp til vann vil reduseres ved bruk av "flat face" kupper istedenfor dagens Hot stabs.

Nøyaktigheten av testene kan diskuteres, men hovedhensikten må sies å være oppnådd. Alle kupperne er testet under samme betingelser, derfor kan en direkte sammenligne måleresultatene mot hverandre. Vanninntrengning og olje til vann testene er enkelt utført, men gir allikevel en brukbar indikasjon på hvilke kupper som egner seg til bruk under vann.

Det som videre kan gjøres er å utvikle en prototype på vår valgte koblingsalternativ og utføre omfattende tester av denne, gjerne sammen med Tema serie IF hurtigkupper. Viser det seg at dette er en suksess, er det mulig at vår kobling kan bli brukt i fremtidige undervannsutbygginger.

Kap. 5 Litteraturliste:

Katalogmateriale fra følgende Produsenter:

- Cejn, Sverige
- Hansen Couplings, v/ Colberg Kasparly A/S
- Tema, Sverige
- Walther Prazision, Tyskland, v/ Bjørge SAAS
- Staubli Connectors, v/INTERNOVA Ing. A. C. Wold
- Parker Hannifin A/S

Kompendium i Undervannsteknologi av Jens Christian Lindaas

Diverse informasjon fra Internet (se tabell side 21)

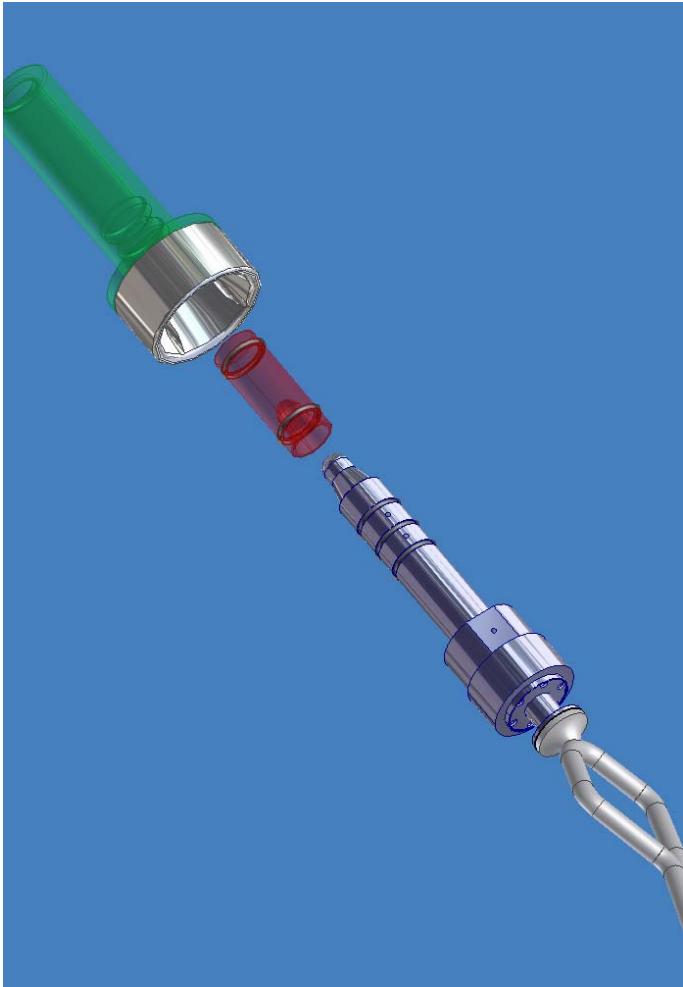
Tekniske tabeller redigert av Jarle Johannesen

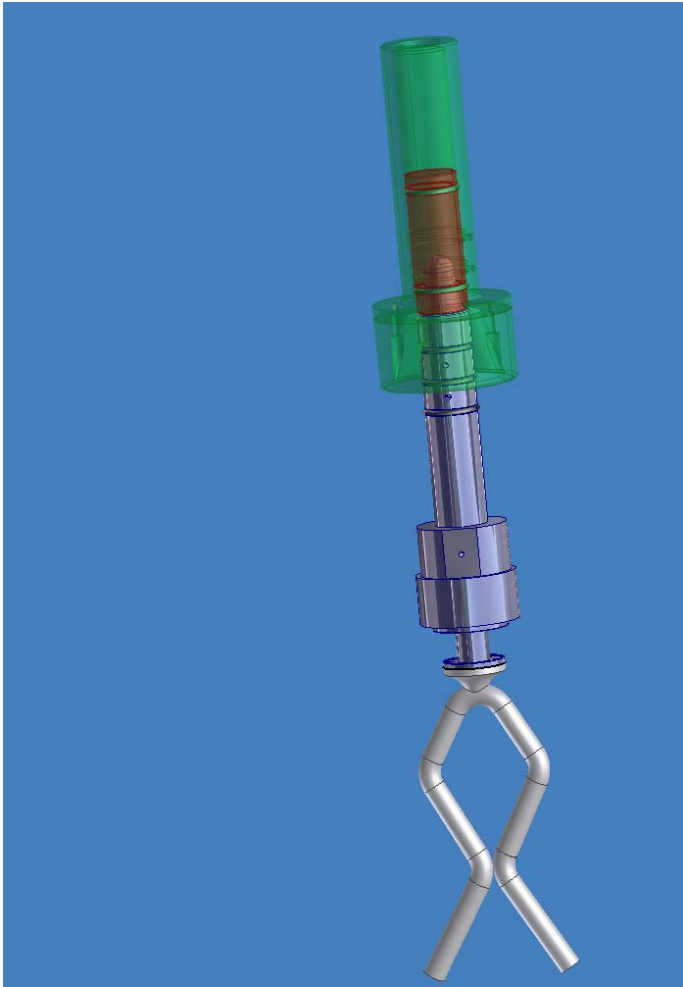
Tegninger og kataloger, Submerged Turret Loading, Knutsen OAS

Teknisk formelsamling med tabeller av Svein Erik Pedersen, Jan Gustavsen, Svein Kaasa og Oddmund Olsen.

Kap. 6 Vedleggsliste

1. Frakoblet Hot stab
2. Delvis sammenkoblet Hot stab
3. Sammenkoblet Hot stab
4. Hot stab med stengte ventiler
5. Hot stab med åpne ventiler
6. Detaljtegning over ventilene som står i Hot stab
7. Prinsippskisse over ventilene som står i Hot stab
8. Kupper med flushing
9. Kupper med hydraulisk stempellåsing
10. Kupper med hydraulisk kulelåsing
11. Multikupper med fire hurtigkupper i frakoblet tilstand
12. Multikupper med fire hurtigkupper i sammenkoblet tilstand
13. Multikupper med to styrepinner
14. Skisse over avstandsforklaring
15. Illustrasjon på styringslakk
16. Sprengskisse over multikupper med to hurtigkupper
17. Multikupper med to hurtigkupper i frakoblet tilstand
18. Multikupper med to hurtigkupper i sammenkoblet tilstand
19. Delvis gjennomskåret multikupper med to hurtigkupper
20. Kraftbilde over ekstremalsituasjonen ved bøyning
21. Skisse over hvor beregningen av maks bøyemoment er foretatt
22. Forklaring til hva som menes med rotasjonsavvik
23. Testbenk
24. Beregning av tilleggskraft for sammenkupper med et bars overtrykk



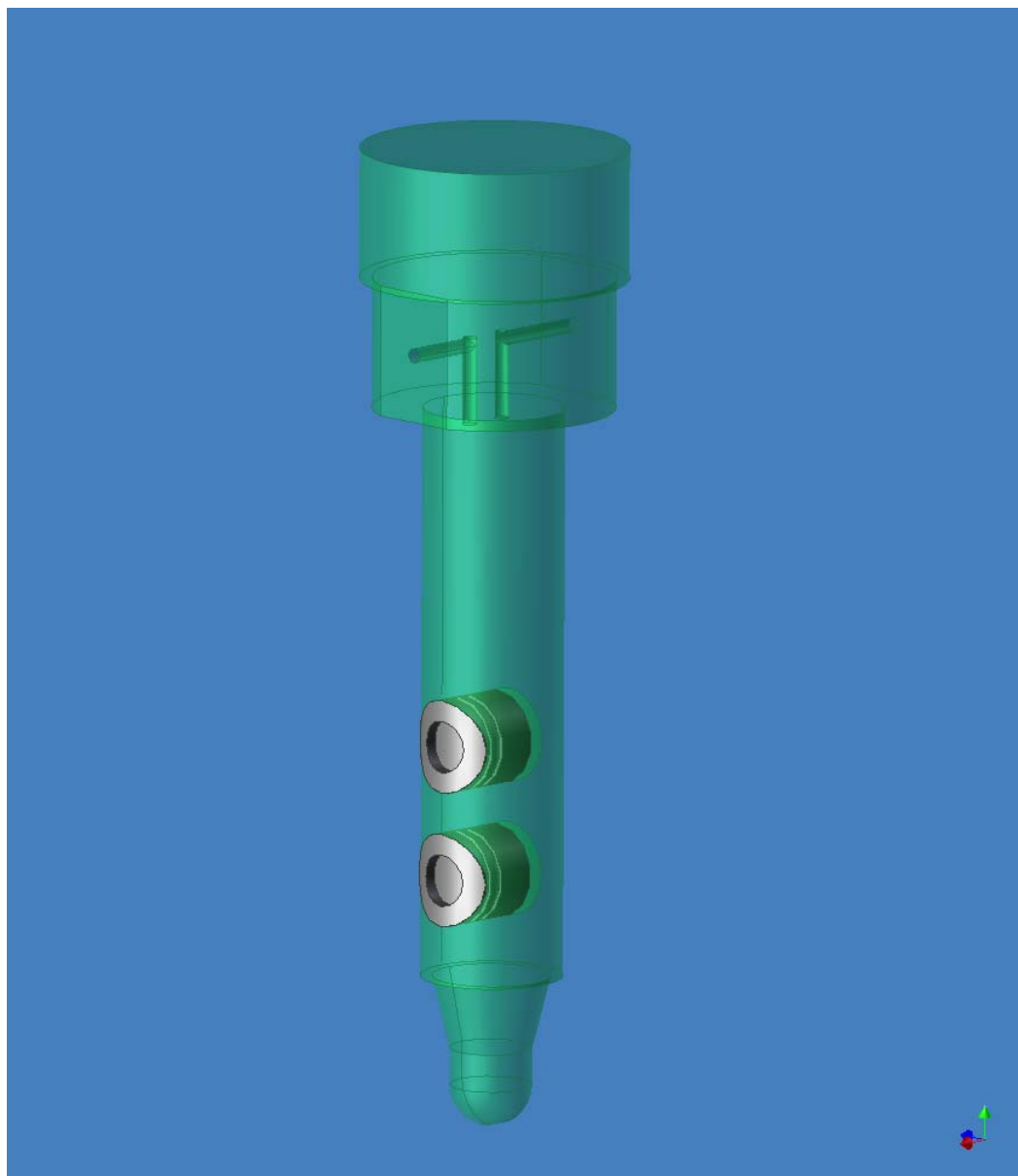




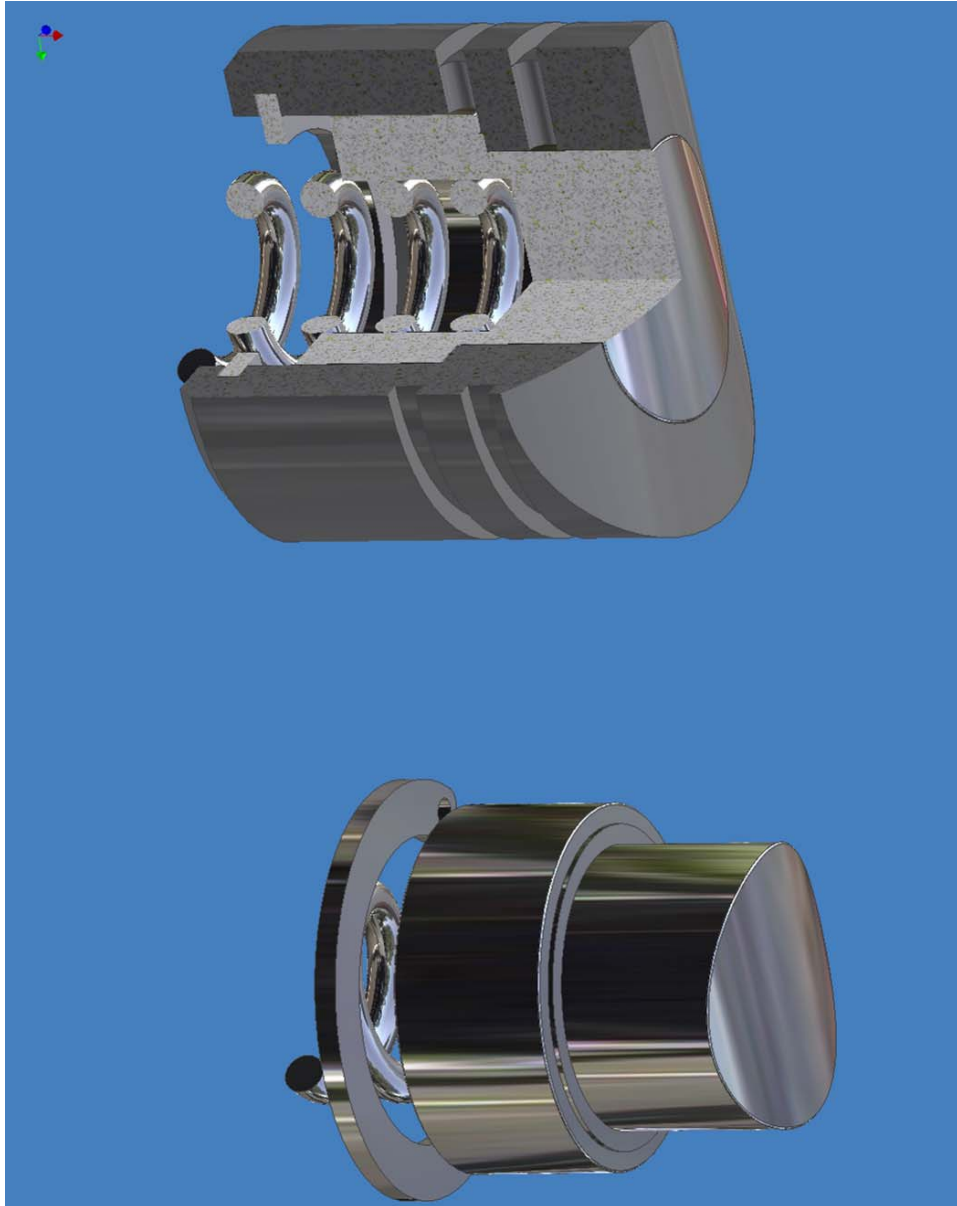
Her vises Hot stabben når ventilene er lukket



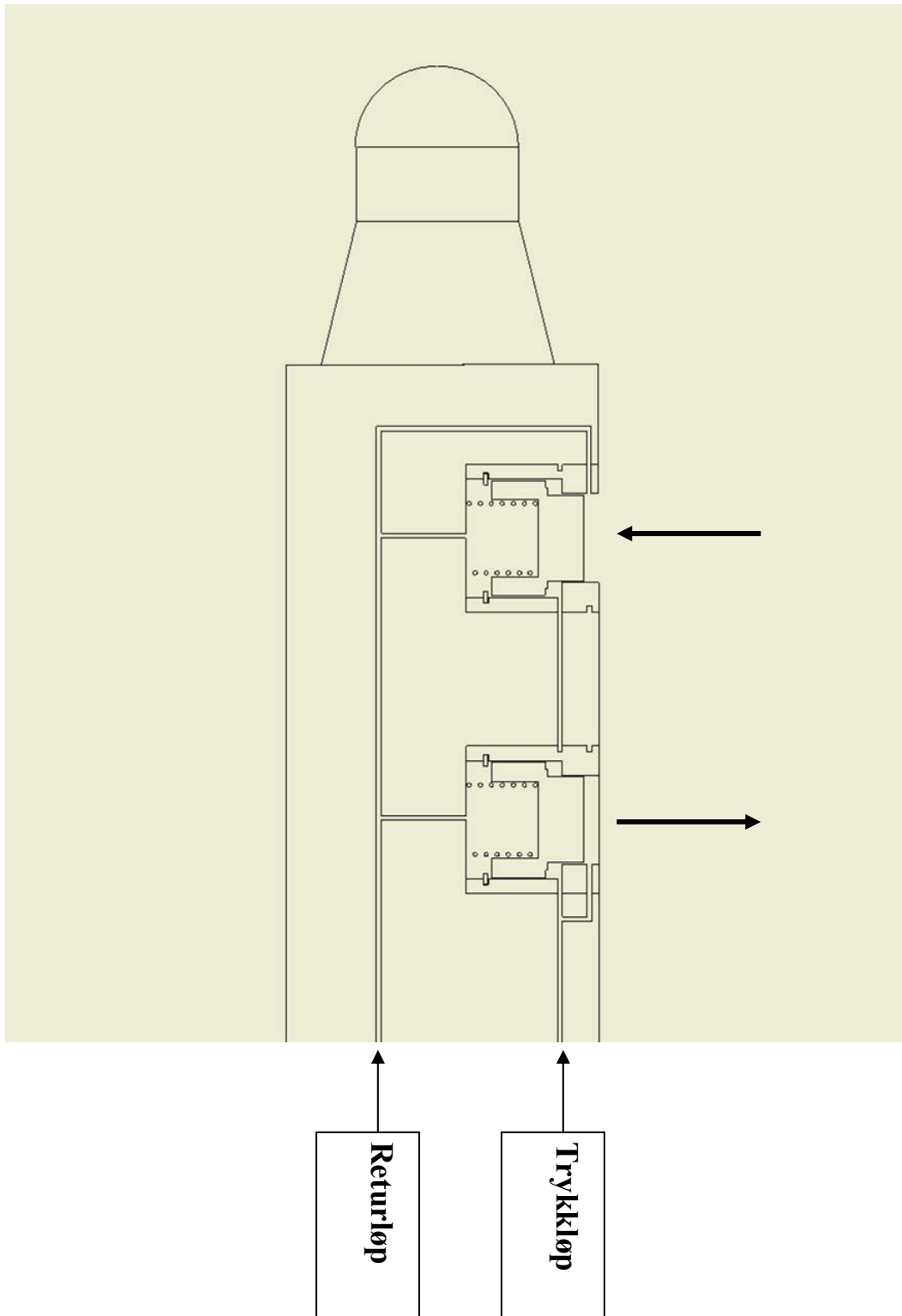
Her vises hot stabben når ventilene er åpne



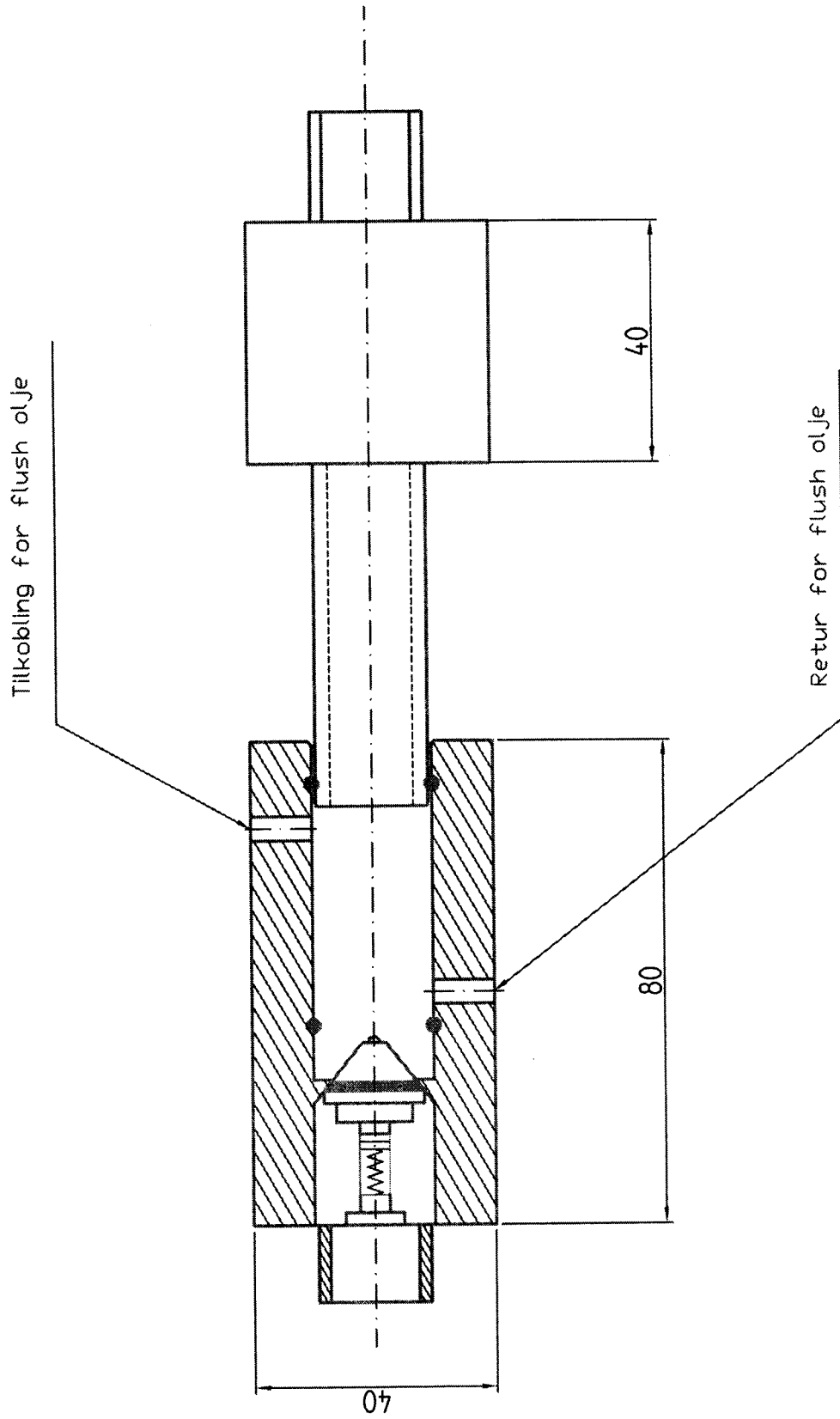
Her vises detaljtegning over ventilene



Her vises prinsippskissen til ventilene

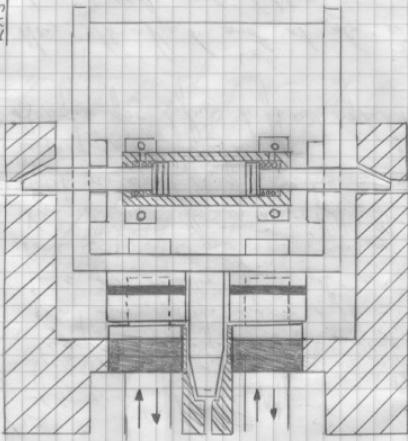


Vedlegg 8

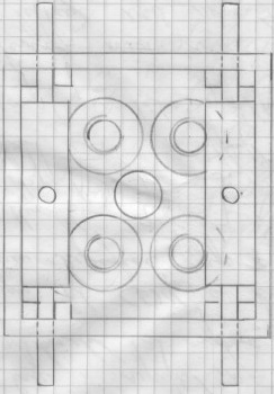


Vedlegg 9

LÅSING MED STEMPEL I SIDENE.

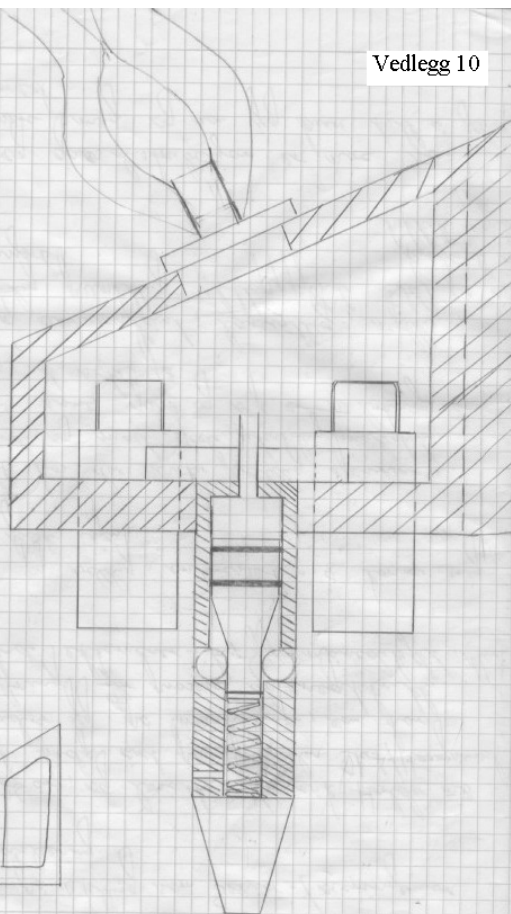
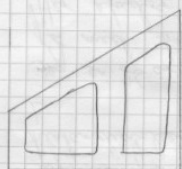


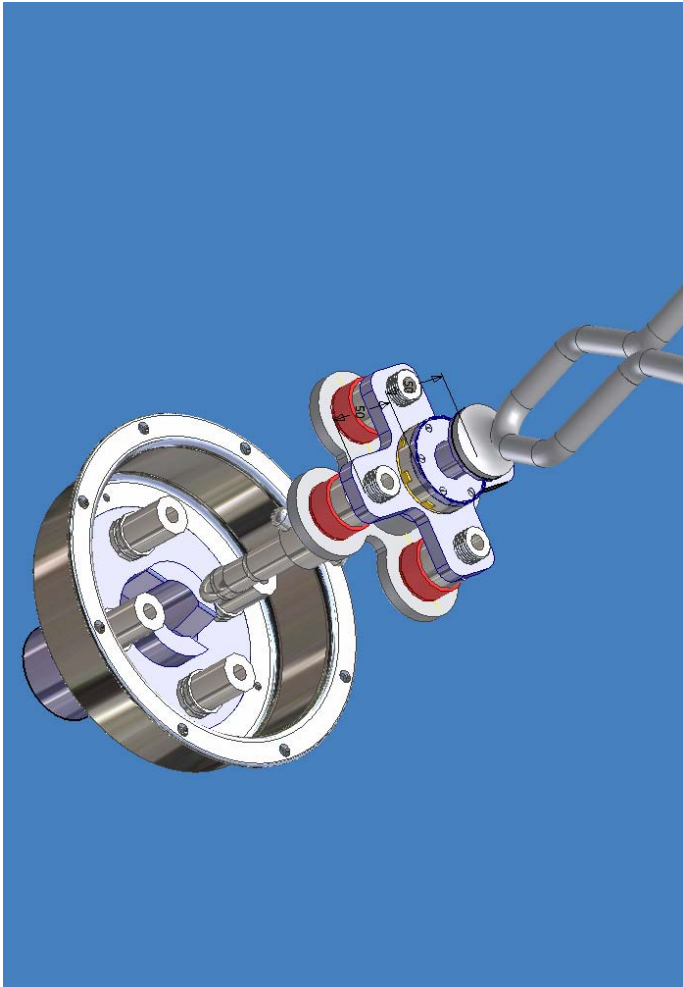
SETT OVEMFRA SAMMENKOBLET

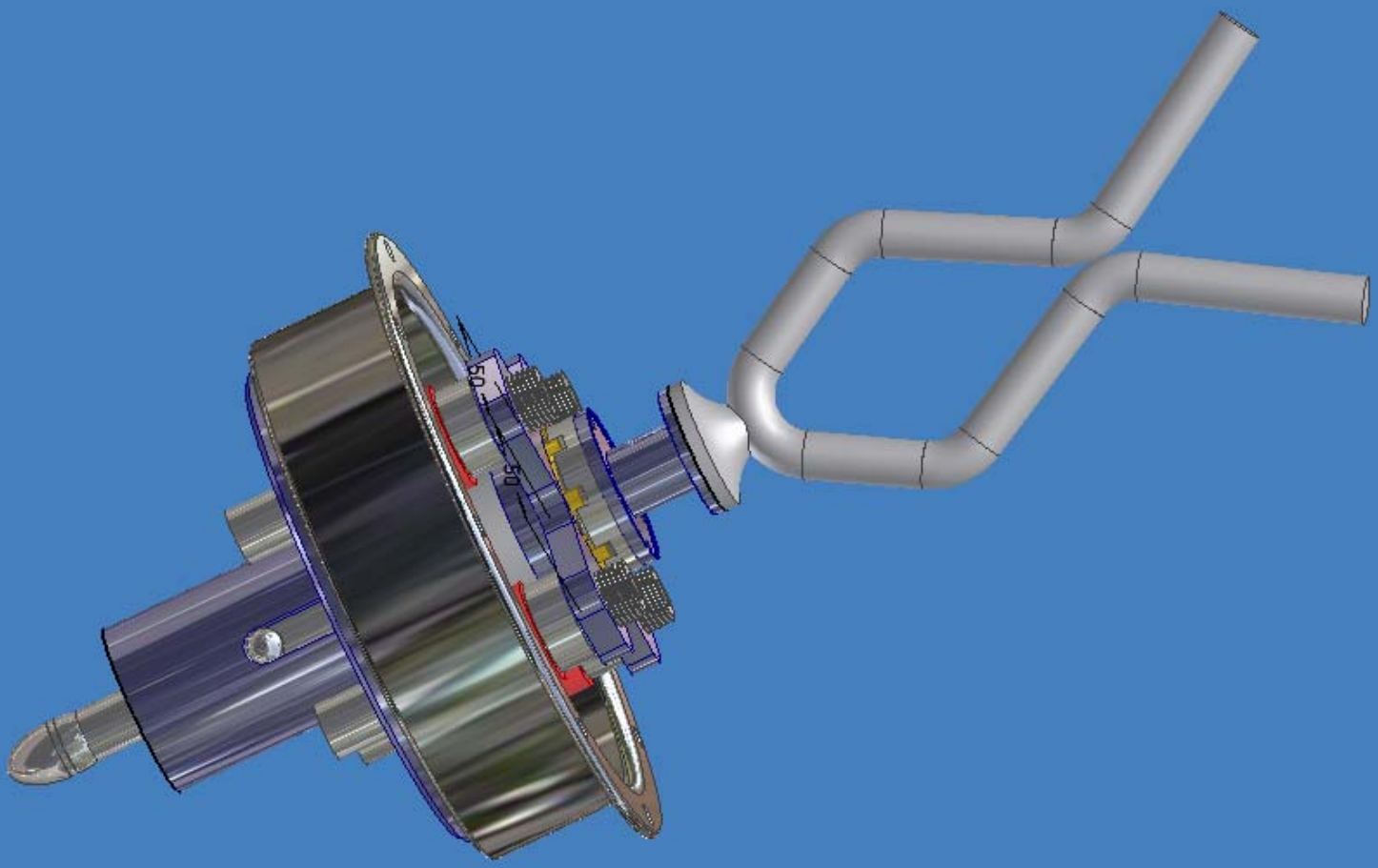


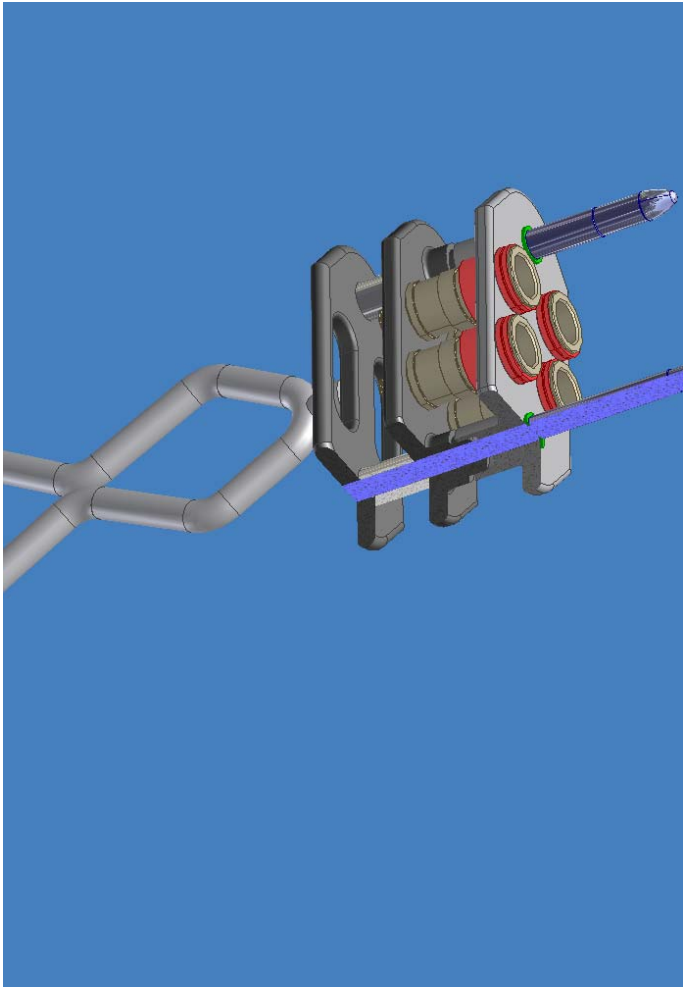
SETT BAKFRA

Hydraulisk kuleklasing

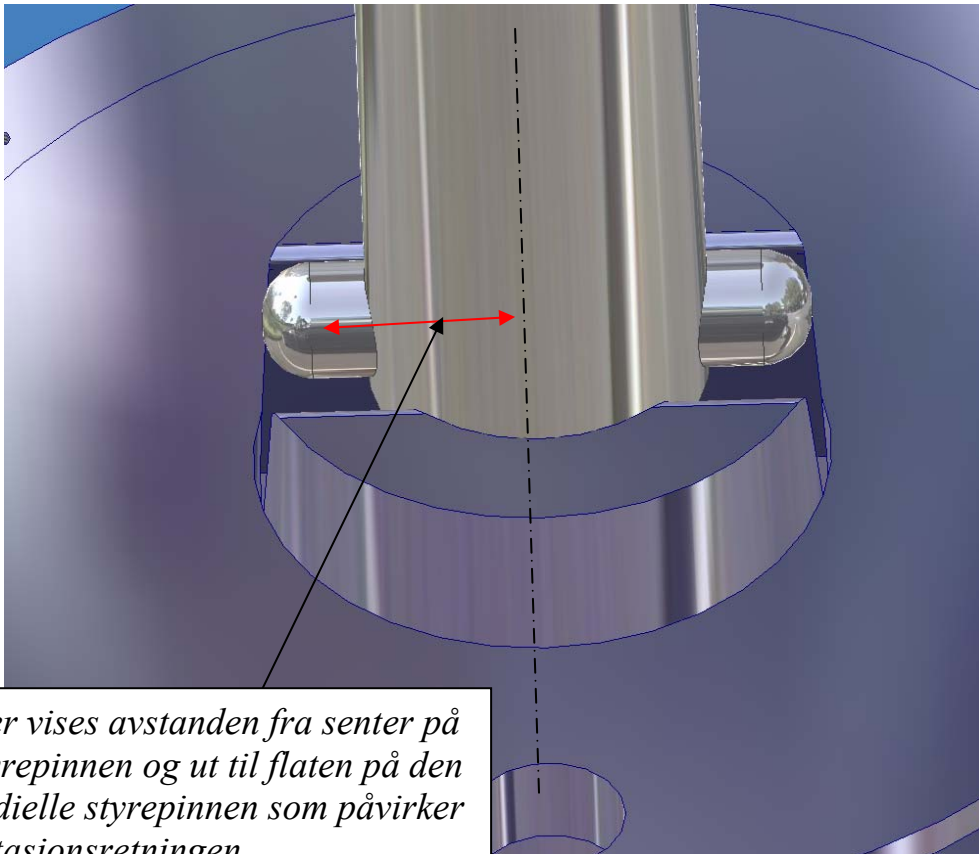






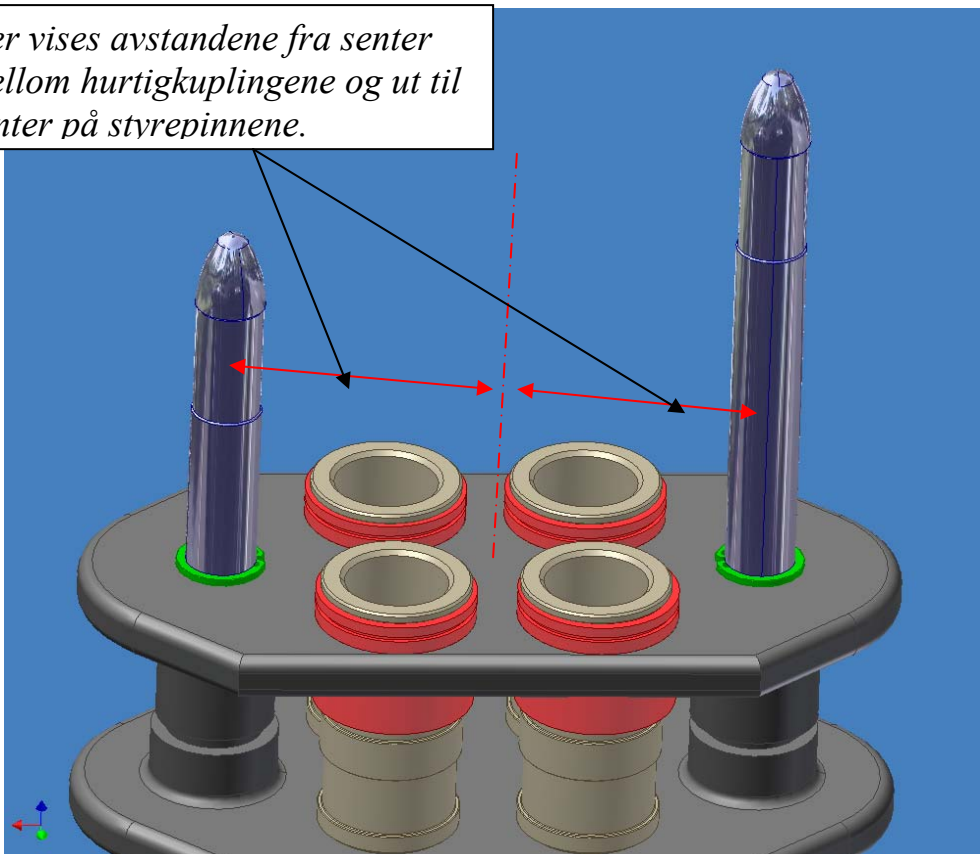


Her vises en sammenligning mellom koblingsalternativene som har en styrepinne i midten, og den som har to styrepinner

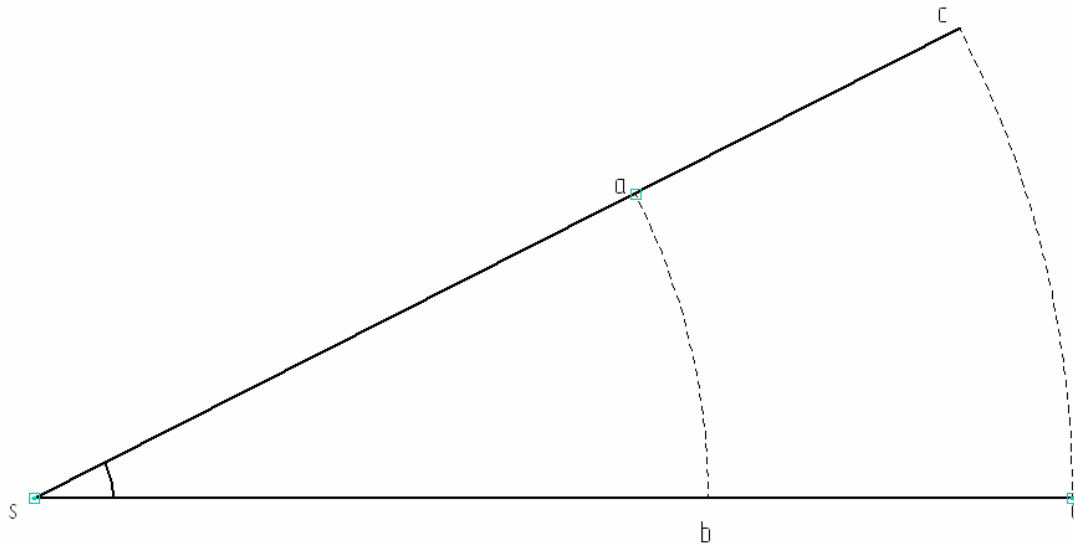


Her vises avstanden fra senter på styrepinnen og ut til flaten på den radielle styrepinnen som påvirker rotasjonsretningen.

Her vises avstandene fra senter mellom hurtigkurlingene og ut til senter på styrepinnene.



Illustrasjon på styrings-slakk



Dette bildet skal være en illustrasjon på hvorfor det er fordelaktig å ha en lang avstand fra senteret mellom hurtigkoblingene, og ut til punktet som påvirker rotasjonsoppretningen.

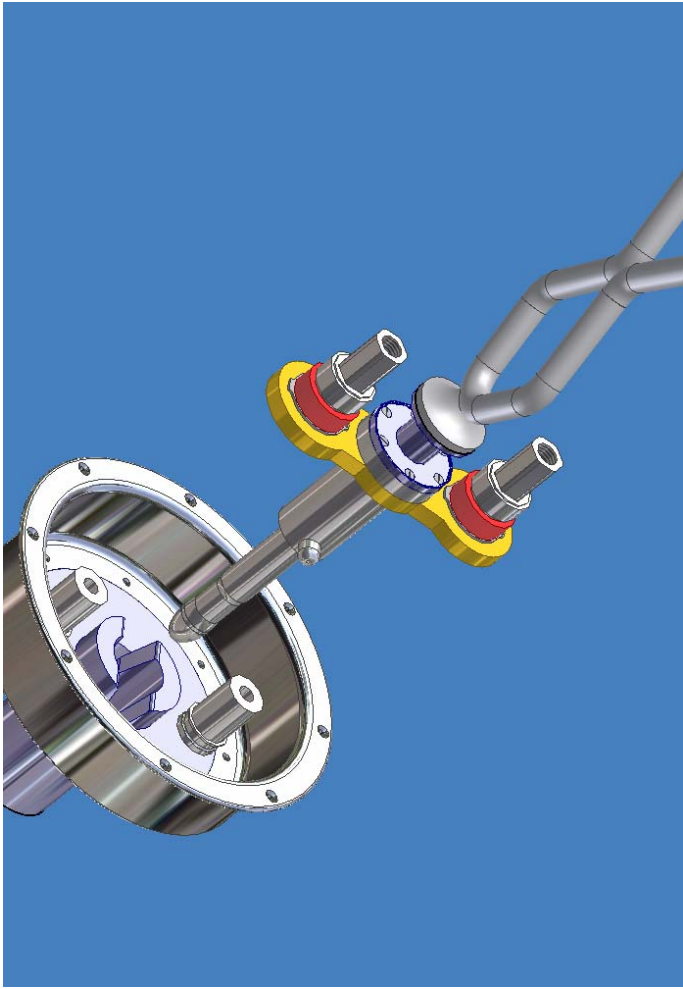
- s = Dette punktet er senteret mellom hurtigkoblingene
- a-b = Frivandring som hver enkelt hurtigkupling har som følge av slark i rotasjonsstyringen
- c-d = Slark i rotasjonsstyringen

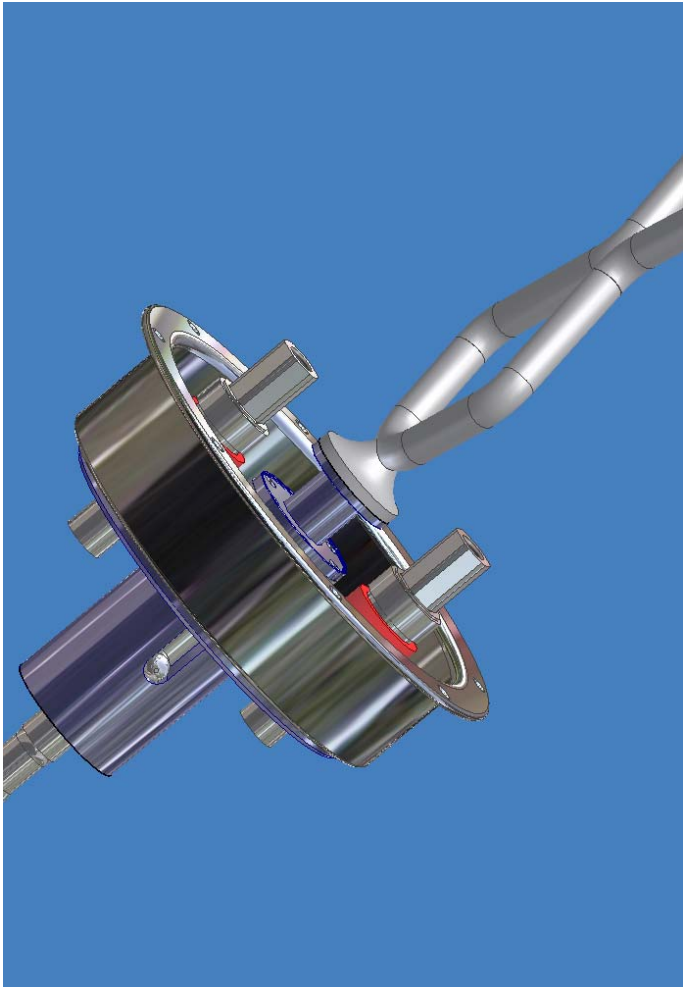
Med rotasjonsstyring menes for eksempel styrepinnene til den koblingen som har to styrepinner.

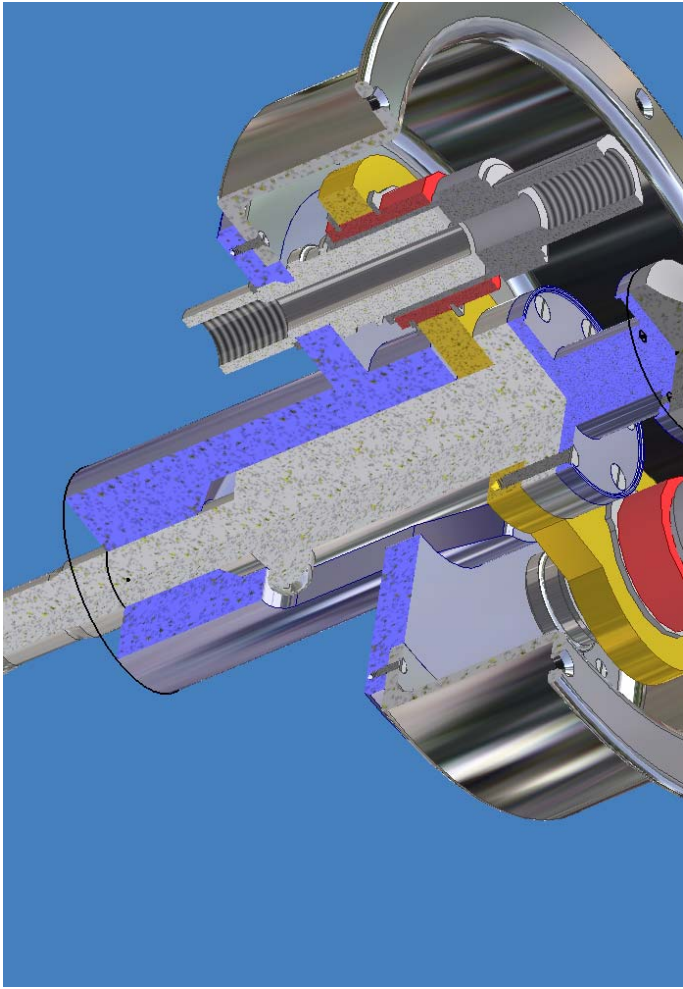
Det er alltid ønskelig å ha minst mulig slark i styringen av hurtigkuplingene, for å få minst mulig problemer under sammenkobling. Når slarken i rotasjonsstyringen er gitt ved avstanden C-D, ser en at det er fordelaktig å ha vandringsen som hurtigkuplingen utgjør nærmes mulig senter av kpblingen. Dess nærmere en kommer senter, dess mindre blir slarken som hurtigkoblingene kan utsettes for.

For koblingene som har en styrepinne i midten er situasjonsbildet motsatt. Da vil slarken i styringen være avstanden mellom a-b, og slarken som hurtigkuplingene kan bli utsatt for være c-d.

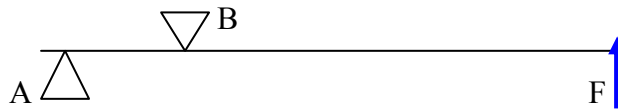








Kraftbildet over ekstremalsituasjonen ved bøyning



- A – anleggspunktet som ligger inn mot styrehylsen
- B – punktet som beregnes
- F – punktet hvor ROVèn griper rundt ”fish-tail” håndtaket

Vi har funnet ut ved hjelp av Inventor at ekstremalpunktet (punkt B) for bøyespenningene vil være ca. 33 centimeter fra punktet hvor kraften F virker. Vi har valgt å foreta en beregning på denne delen som vi har satt til 25 mm i diameter.

Vi har ikke foretatt noen beregning på styrehylsen med hensyn på hvordan denne ville ha oppført seg ved en eventuell bøyning fra styrepinnen. Det som imidlertid bør gjøres er å gi denne delen en bedre stålqualität når det gjelder strekkfasthet og hardhet. Dette på grunn av at det er lite ønskelig at det skjer skader på det neddykkede utstyret.

Beregning av maks bøyemoment, mb:

(Formler fra Tekniske tabeller redigert av Jarle Johannesen og Teknisk formelsamling)

$$w = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 = \frac{\pi}{32} \cdot (25 \cdot 10^{-3})^3 = 1,53398 \cdot 10^{-6} m^3$$

$$\sigma_{till} = n \cdot \frac{mb}{w} \Rightarrow mb = \frac{\sigma_{till} \cdot w}{n} = \frac{210 \cdot 10^6 \cdot 1,53398 \cdot 10^{-6}}{1} = \underline{\underline{322,14 Nm}}$$

hvor:

$$\begin{aligned} \sigma_{till} &= \text{flytegrensen til det aktuelle materialet [N/mm}^2 \text{]} \\ n &= \text{sikkerhetsfaktoren [-]} \\ w &= \text{tverrsnittsmodul, som i dette tilfellet er sirkulært [m}^3 \text{]} \end{aligned}$$

Beregning av maks sidelast en kan ha på ”fish-tail” håndtaket dersom en tar utgangspunkt i at dette skjer i punkt B:

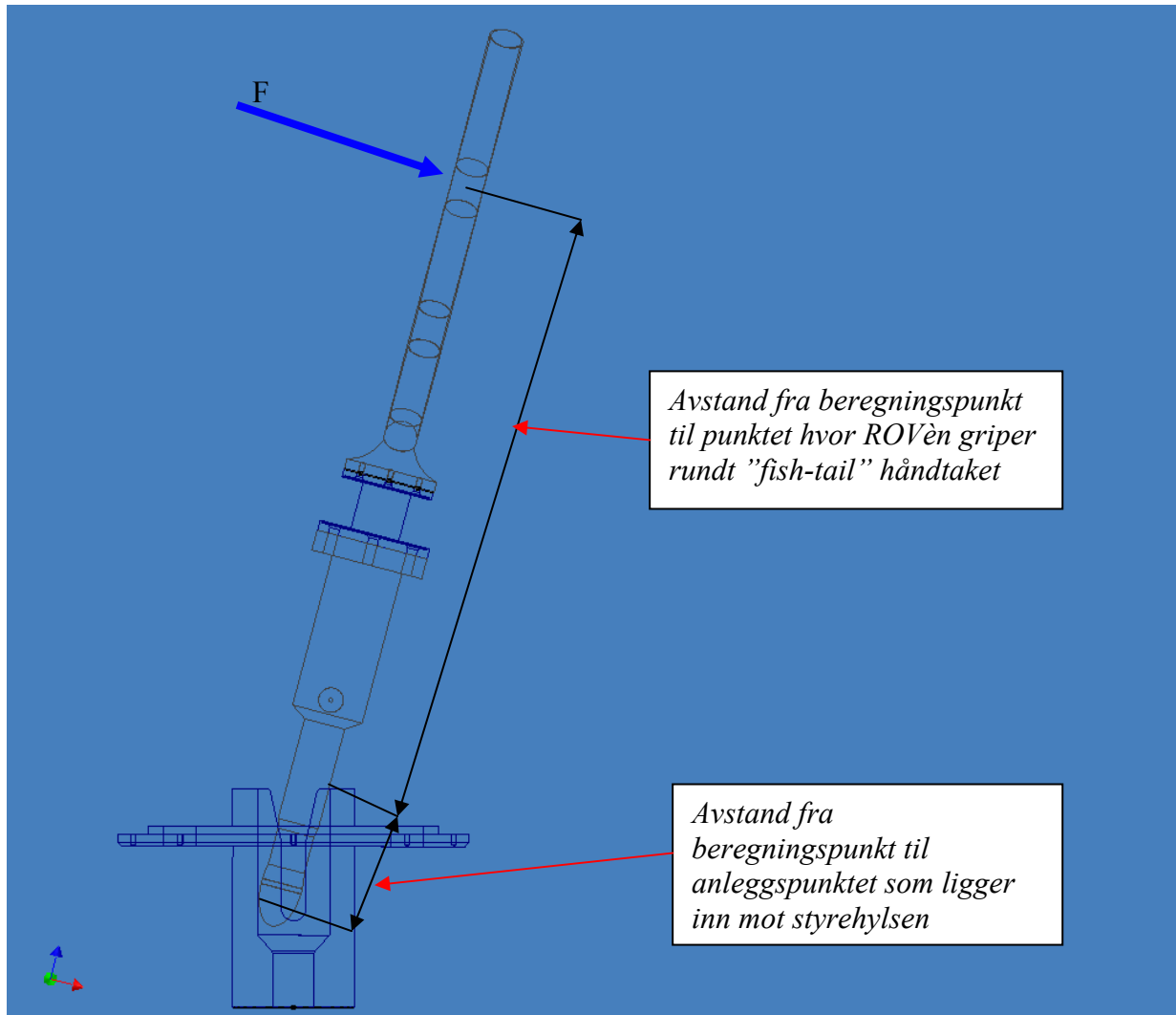
$$mb = F \cdot l \Rightarrow F = \frac{mb}{l} = \frac{322,14}{0,33} = \underline{\underline{970,29 N}}$$

hvor:

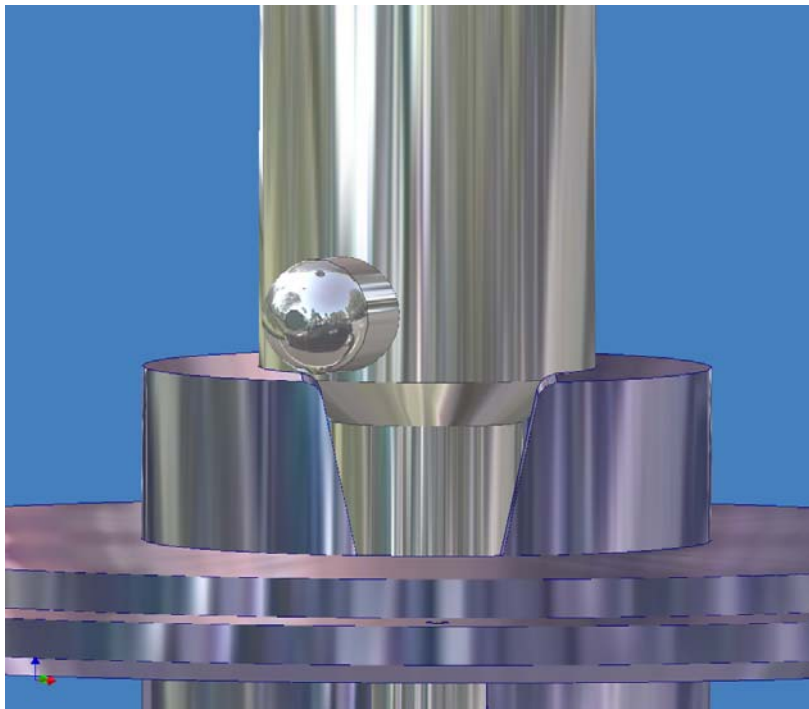
$$\begin{aligned} F &= \text{Kraft [N]} \\ l &= \text{avstanden fra punktet som beregnes, til punktet på fish-tailèn som kraften F virker på [m]} \end{aligned}$$

NB: Ved beregning av maks bøyemoment har vi antatt at gummiputen oppfører seg som et stivt legeme.

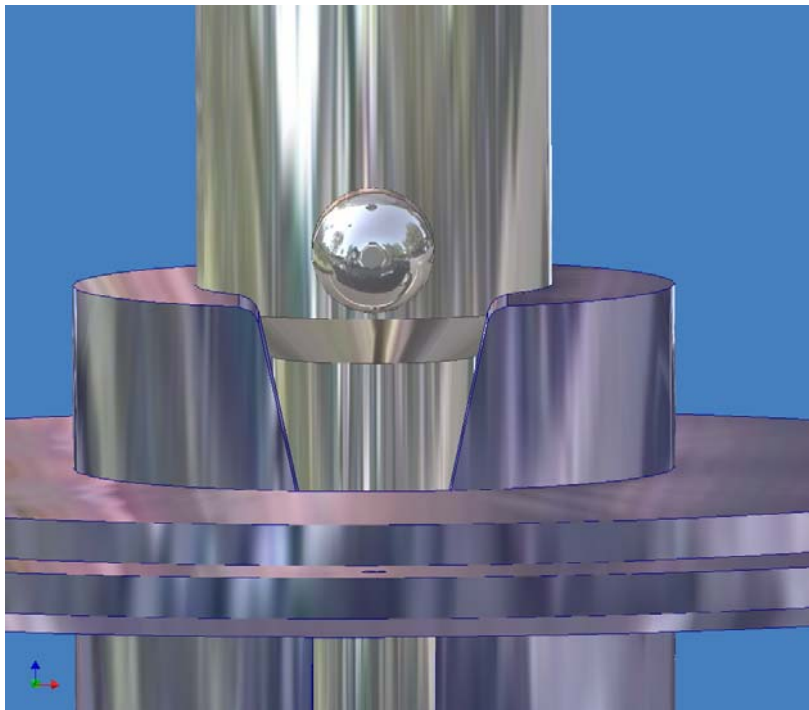
Skisse over hvor beregningen av maks bøyemoment er foretatt:



Forklaring til hva som menes med rotasjonsavvik



Denne situasjonen viser når det er maks rotasjonsavvik mellom styrepinne og styrehylse. Overskrides denne vinkelen vil en ikke få koblet sammen kuplingene.



Her vises ideell situasjon der det ikke er noe rotasjonsavvik mellom styrepinne og styrehylse.

TESTBENK

OLJETEMP SYSTEMTRYKK



PUMPETRYKK TILKOBLINGER



MANØVERPAKER FOR REGULERING
AV STRØMMINGSMENGDEN

APPARAT FOR

MÅLING AV TRYKKFALL

OG STRØMMINGS-

MENGDEN



E.L. SIGNALKABLER

HYDRAULIK SLANGER

HYDRAULISK HURTIGKOPPLING

FOR TEST

Beregning av tilleggskraft for sammenkobling med et bars overtrykk.

For å beregne nødvendig kraft for sammenkobling, må ventilarealet som hydraulikktrykket virker på være kjent.

Vi demonterte to kuplinger, CEJN 415 og Snap-tite 71. Vår valgte kupling, Tema serie IF lot seg ikke demontere med det verktøyet som vi hadde tilgjengelig. Siden vi hadde lånt kuplingene, ville vi ikke risikere å ødelegge dem.

Kupling	Ventilareal		Kraft
	Hunndel	Hanndel	
CEJN 415	91,6mm ²	91,6mm ²	18,3 N
Snap-tite 71	77 mm ²	193,6 mm ²	27,0 N

Kraften er beregnet med hensyn på et bars overtrykk i begge kuplingshalvdelene.

Formel: $F = P \cdot A_{\text{Hunndel}} + P \cdot A_{\text{Hanndel}}$

For de andre kuplingene må en eventuelt få vite det eksakte ventilarealet, eller kraften kan bestemmes ved testing i en testbenk.