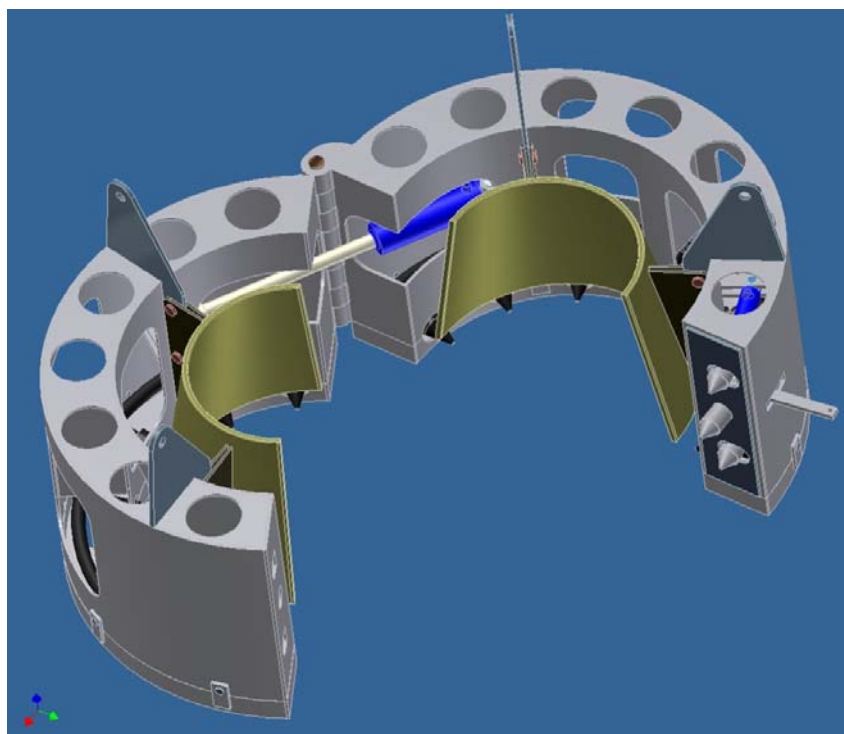




HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Fjerning av marin begroing



Bacheloroppgave utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Maskin, Energi- og Prosessteknikk

Av: Ørjan Gloppen
Karl Øyvind Gjertsen
Roar Haugan

Kand.nr. 36
Kand.nr. 55
Kand.nr. 96

Haugesund

Våren 2009

BACHELOROPPGAVE

Studentenes navn: Ørjan Gloppen
Karl Øyvind Gjertsen
Roar Haugan

Linje & studieretning Maskin, Prosess- og energiteknikk

Oppgavens tittel: Fjerning av marin begroing

Oppgavetekst:

Ved fjerning av gamle rør, kjettinger og kabler offshore oppstår det ofte problemer grunnet marin begroing. Den marine begroingen råtner og skaper uutholdelig lukt og sklifare på dekk.

Oppgaven går ut på å undersøke forskjellige løsninger for rask og enkel fjerning av marin begroing på rør, kabler og kjettinger, samt designe en enhet for dette. Fjerningen skal foregå offshore og skal være kostnadseffektiv. Oppgaven skal inneholde tegninger og styrkeberegning av enheten.

Endelig oppgave gitt: Fredag 6. mars 2009

Innleveringsfrist: Fredag 8.mai 2009 kl. 12.00

Interne veiledere Torleif Søvik - HSH, tlf: 52 70 26 58
Jens Christian Lindaas - HSH, tlf: 52 70 26 70

Ekstern veileder Øyvind Vikse - Deep Ocean, tlf: 52 70 04 00

**Godkjent av
studieansvarlig:
Dato:**

Monika Metallina
6. mai 2009



Forord

Ved avslutning av ingeniørutdannelsen ved Høgskolen Stord/Haugesund er det obligatorisk å gjennomføre et hovedprosjekt. Hensikten med hovedoppgaven er å bruke allerede tilegnet kunnskap fra tidligere fag, samt tilegne seg nye når en fordyper seg i problemstillingen og løser problemet.

Problemstillingen ble gitt av Deep Ocean og går ut på å finne en enhet som fjerner marin begroing av rør, kjetting og kabler (umbilical). Vi valgte denne problemstillingen da den var relativt presis og fordi oppgaven hadde fagmessige utfordringer i design og konstruksjon.

Fagene som har vært spesielt benyttet i vår oppgave er Undervannsteknologi, Maskinkonstruksjon, Statikk og Fasthetslære, Oljehydraulikk, Materiallære og Teknisk Tegning. Det har vært veldig interessant, da nesten samtlige fagdisipliner fra skolen er benyttet i oppgaven.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår eksterne veileder Øyvind Vikse (Deep Ocean). I tillegg vil vi takke våre interne veiledere Torleif Sjøvik og Jens Christian Lindaas.

Vi vil også takke

- Espen Andersen, Proserv
- Evy Lærdaal, AF Decom Vats
- Birthe-Lill Eskevik, AF Decom Vats

Haugesund:

Ørjan Gloppen

Karl Øyvind Gjertsen

Roar Haugan



Sammendrag

Gruppen fikk en problemstilling av Deep Ocean som dannet grunnlag for oppgaveteksten. Problemstillingen er forholdsvis ny og gruppen fant fort ut at det manglet gode løsninger på markedet.

Ut i fra oppgaveteksten skulle gruppen undersøke forskjellige løsninger for rask og enkel fjerning av marin begroing på rør, kabler og kjettinger, samt designe en enhet for dette.

Etter en innsnevringsprosess ble gruppen sammen med Deep Ocean, enig om plassering og hovedkriterier enheten skulle designes etter. Enheten ble valgt å plasseres i vannoverflaten (*plaskesonen*).

Ettersom lignende enhet allerede eksisterte, valgte gruppen å bruke noen av grunnideene i design av ny enhet.

Enheten ble dimensjonert for tenkt last, ved bruk av manuelle beregninger og ANSYS. Delene ble designet i Autodesk Inventor. ANSYS ble benyttet for å finne eventuelle feil ved de manuelle beregningene, eller i designet.

Høytrykksspyling med sjøvann ble valgt som fjerningsmetode.

Enheten ble designet slik at den kan åpnes og lukkes uten bruk av hydraulikkaggregat.

Gruppen mener enheten som er designet er robust, universell og vil dekke behovet for fjerning av marin begroing, raskt og effektivt.

Denne rapporten er et detaljert forslag til konstruksjon av en enhet som kan fjerne marin begroing av rør, kabler og kjetting.



Innholdsfortegnelse

FORORD	I
SAMMENDRAG.....	II
INNLEDNING	1
BAKGRUNN FOR OPPGAVEN	1
OM DEEPOCEAN	2
FORMÅL	3
METODIKK	3
STARTFASEN.....	5
OM MARIN BEGROING	5
BEGROINGSTYPER	6
LUKT, HVA SKJER?	6
INNSNEVRING	7
UNDER VANN.....	7
PÅ DEKK	7
PLASKESONEN.....	8
DRØFTING.....	8
FLYTEANORDNING.....	9
TALJEPRINSIPP	9
TØNNEANORDNING.....	10
TILBAKEMELDING OG DRØFTING	10
FJERNINGSMETODER.....	11
SANDBLÅSING	11
BØRSTER	11
KNIVER/RESTRIKSJON	11
HØYTRYKSSPYLING	12
FAREMOMENTER VED HØYTRYKSSPYLING	12
MILJØHENSYN VED HØYTRYKSSPYLING	13
EKSISTERENDE LØSNINGER	14
SPYLEANORDNING	15
RAMMEVILKÅR.....	15
VIRKEMÅTE	15
SPYLEENHETEN	17
ÅPNE-/LUKKECYLINDER	17
LÅSEMEKANISMEN	18
DYSENE	18
LØFTEØRER	19
TRAKT	20
HJUL.....	20
BOLTEN OG HENGSELENE	20
PAKNING	20



UTSKJÆRINGER	20
PUMPEENHET	21
SLANGEPLASSERING.....	21
HYDRAULIKKSYSTEMET	22
SPYLESYSTEMET.....	23
DRØFTING AV FERDIG ENHET	24
MATERIALVALG	25
VALGTE KRITERIER.....	25
PLATER.....	26
RØR.....	26
AKSLINGER	26
BOLTER	26
HYDRAULIKKSYLINDRE.....	27
HYDRAULIKKSLANGER	27
RØRKLAMMER	27
EGENSKAPER	27
PRISANTYDNING	28
SAMMENSTILLINGSKOSTNAD	28
DØGNRATE	28
INNTJENINGSPOTENSIALE.....	29
ANSYS BEREGNINGER / MANUELLE BEREGNINGER.....	30
LÅSEBOLTSTAG	30
LÅSEBOLT	31
LØFTEØRER	32
HENGSEBOLT.....	33
HØYRE RAMME	34
VENSTRE RAMME.....	35
BEREGNING AV TRYKKTAP VANNRØR	35
BEREGNE LØFTEKRAFTEN FOR EN DYSE	36
BEREGNING AV HØYTRYKKS VANNRØR	36
DELKONKLUSJON	36
ENDRINGER PÅ ENHETEN ETTER ANSYS TESTING	37
OPPSUMMERING	38
KONKLUSJON	39
ORDLISTE	40
REFERANSER	41
VEDLEGG.....	I

Innledning

Bakgrunn for oppgaven

Olje og gassutvikling har foregått på norsk sokkel helt fra 1970-tallet. Det finnes mange plattformer og undervannsproduksjonsenheter på norsk sokkel, men også internasjonalt. Alle disse plattformene og undervannsinstallasjonene er utstyrt med enorme mengder rør og kabler.

I senere tid har en begynt å stenge ned en del oljefelt og etter nye regler fra Statens forurensningstilsyn (SFT) kan en ikke la kabler og rør ligge igjen på bunnen. Disse må tas opp og tas hånd om. Etter mange år på grunn sjø er det en god del begroing på de rørene og kablene som er der nede.

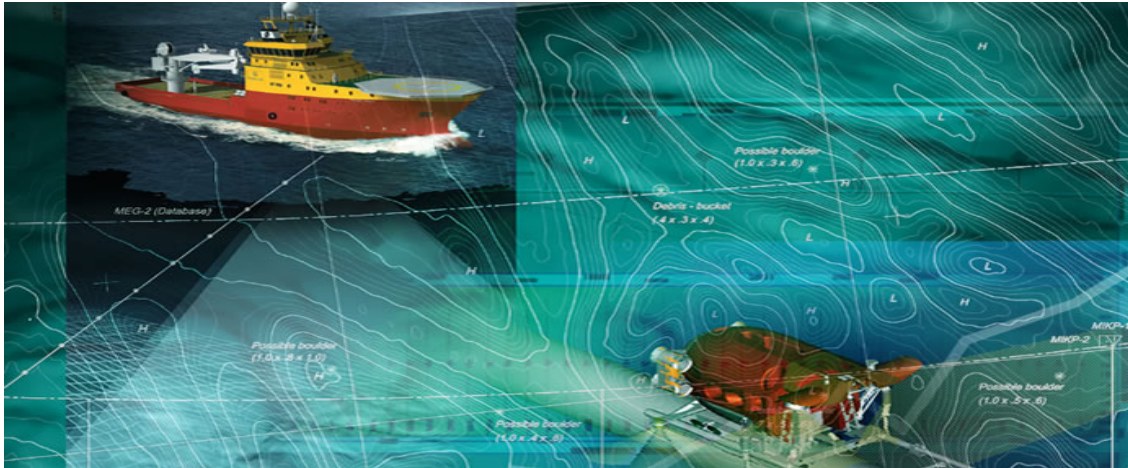
Firmaet Deep Ocean har i nyere tid fått flere jobber angående fjerning av kabler og rør på nedlagte felt. I den første jobben fungerte ikke utstyret tilfredsstillende.

For det første gjør den marine begroingen kablene glatte og dermed vanskeligere å håndtere og gripe rundt. Når en så har kveilt opp kabelen/røret på store tromler på dekk, vil den marine begroingen begynne å råtne. Denne prosessen starter når begroingen forlater sjøen. Etter en stund vil det oppstå en illeluktende gass som resultat av forråtnelsen. Gassen i seg selv er ikke farlig i små konsentrasjoner, men er med på å nedsette moralen til mannskapet om bord på skipet. I tillegg vil en del falle ned på skipsdekket og gjøre det sleipt og glatt, noe som kan føre til personskader. En sparer også mye tid da en slipper å rengjøre dekk og utstyr i etterkant.

I lys av disse problemene er det ønskelig å få bort den marine begroingen før eventuelle kabler eller rør kommer opp på dekk.



Om DeepOcean



Deep Ocean ble etablert i 1999 av Solstad Shipping og Østensjø Rederier sammen med tidligere ansatte fra Stolt Offshore. Firmaet ble etablert for å dekke etterspørselen etter høykvalitetsutstyr og service, kombinert med personell som har erfaring fra undervannsoperasjoner verden over. Deep Ocean er en av markedslederne i verden innen undervannsoperasjoner. De har en bred flåte innen "Multi Purpose Support Vesels", det vil si et fartøy som kan brukes til jobber i plaskesonen og undervannsjobber. Hovedbasen deres ligger i Haugesund, men de har også kontorer i Norwich (UK), Den Helder (Holland) og Ciudad del Carmen (Mexico). Til sammen har Deep Ocean ca 600 ansatte fordelt på de nevnte kontorene og 14 DP fartøyer, og omsetter for ca 2 milliarder årlig. Trico Marine Group er en ledende leverandør innen supply, subsea service og undervannsgrøfting (*trenching*). Deep Ocean er Subsea-avdelingen til Trico Marine Group. Deep Ocean fokuserer på disse 3 hovedområdene:

- "IMR service" (Inspection, Maintenance and Repair)
- "Survey" (Kartlegging av havbunnen)
- "Subsea Decommissioning" (Fjerning av utstyr under vann)
(Dette er temaet vårt for oppgaven)



Formål

Deep Ocean har i nyere tid begynt å se på det voksende markedet innen fjerning (Decommissioning) av deler på installasjoner offshore som for eksempel rør, kabler og kjettinger. Som følge av disse jobbene ønsker de å utvikle en enhet som kan fjerne den marine begroingen fra nettopp rør, kabler og kjettinger.

Formålet med oppgaven er å designe en egen enhet for fjerning av marin begroing, eventuelt videreutvikle en eksisterende. Informasjonen gruppen mottar av Deep Ocean og andre firma på markedet er med på å danne grunnlag for eventuell videreutviklingen eller ny design.

Denne rapporten kan være et grunnlag når Deep Ocean sine egne ingeniører skal starte designing av enheten.

Metodikk

Ettersom verken gruppen eller Deep Ocean var klar over hva som eksisterte på markedet, valgte gruppen først å ha en "brainstorming" for å få en slags oversikt over mulige alternativer og for å hindre at eksisterende løsninger var med på å "begrense" enheten.

Flere bedrifter ble kontaktet for å sjekke ut hva som eksisterer på markedet. Her kan nevnes: Proserv: Espen Andersen, prosjekt manager, AF Decom: Evy Lærdal, HMS ansvarlig, NCA: Erling Wiig, engineering manager. Ut i fra den tilgjengelige informasjonen bedriftene har på sine nettstedet og i samtale med referanse personene, dannet gruppen seg et grovt bilde av eksisterende anordninger.

Deretter tok gruppen kontakt med de aktuelle aktørene for å få mer detaljert informasjon, spesifikt om marin begroing og eksisterende enhet. Noen av aktørene var veldig hjelpelige med informasjon.

I tillegg hadde gruppen to bedriftsbesøk hvor mange av problemstillingene ble tatt opp. Først var vi hos Proserv som gav oss mange ideer vedrørende konstruksjonsdelen, deretter besøkte vi AF Decom som var veldig hjelpelige vedrørende emnet marin begroing.

Med de opplysningene gruppen tilegnet seg om lignende enhet, kunne gruppen i samarbeid med ekstern veileder utarbeide konstruksjonskriterier for spyleenheten.

Grove skisser ble utarbeidet i forhold til designkriteriet og detaljnivået ble økt gradvis. Fordi gruppen valgte å gjøre det slik, ble feil i designet oppdaget på et relativt tidlig tidspunkt. Problemområdene fikk spesiell fokus, og detaljerte løsninger på disse områdene ble prioritert.



I tillegg har gruppen også benyttet seg av forskjellige typer dataprogrammer:

- For å holde oversikt over tidsfrister for forskjellige aktiviteter, og hvilke arbeidsoppgaver som skal påbegynnes ble MS Project benyttet.
- Autodesk Inventor ble brukt til fremstilling av spyleenhet. Inventor er et veldig bra program for 3-D modellering av komponenter. Det gir gruppen mulighet til å designe og sette sammen forskjellige komponenter, noe som har vært til veldig stor hjelp da designet har blitt endret flere ganger.
- ANSYS Workbench ble benyttet til å sammenligne opp mot manuelle beregninger. Det er mulig å hente inn sammensatte Inventor-filer i ANSYS. Ved å bestemme materialtype på de forskjellige komponentene og sette på krefter, kan man kjøre simuleringer. En kjører så stressanalyser og får ut et spenningsbilde av komponenten, og hvor spenningen er høyest.
- For tegning av hydraulikksystemet og høytrykksystemet ble AutoCAD 2009 benyttet. Dette programmet tegner i 2-D og passer fint for å gi en oversikt over systemer. Programmet har ISO-symboler inne, noe som gjør det enkelt å tegne skisser.
- Selve oppgaven er blitt skrevet i MS Word.



Startfasen

Det første som ble sjekket var hvordan den marine begroingen måtte behandles. Her ble SFT kontaktet via e-post. Svaret var at den marine begroingen kunne dumpes i det området den hadde grodd, forutsatt at den ikke inneholdt noen form for malingsrester eller andre fremmedstoffer^[1].

Om marin begroing

Marin begroing er en felles betegnelse på alt organisk som vokser under vannlinjen. Den marine begroingen kan være en stor byrde for de som skal undersøke, vedlikeholde eller fjerne komponenter som har ligget i sjøen eller i bølgesonen en tid.

Den marine begroingen består av planter, dyr og bakterier, og kan bli hele 20 cm tykt. Den største andelen er blåskjell og sjøanemoner sammen med rur og algevekster. Dette gjør at spyleenheten som skal fjerne begroingen må kunne håndtere alt fra bløtt slim til harde skjell og rur.

Mengde og tetthet på den marine begroingen vil være veldig avhengig av dybden, dette fordi lyset, næringstilgang og temperaturen avtar med dybden. Begroingen vil være mest intens fra 0 til 30 meter. På de øverste 5 meterne er det blåskjell, rur og tare som er mest dominerende, og fra 5 til 30 meter øker det på med bløtere begroing som sjøpølser, maneter og bløtere koraller.

Begroingstykkelsen på offshore installasjoner som skal fjernes i fremtiden, kommer nok til å variere en del og vil være vanskelig å forutse. Begroingsmengden er veldig avhengig av hva som skjer i resten av verden, dette på grunn av alle havstrømmene som frakter med seg enorme mengder næringsstoffer. Det er derfor viktig og lage enheten slik at spylingen skjer i bunn. Man slipper da å tenke på hvor tykt begroingslaget er, siden dette blir fjernet rett før røret/kjettingen går igjennom spyleenheten.

¹ Henning Natvig, Senioringeniør SFT (Vedlegg 4)



Begroingstyper

Blåskjell og snegler: (Se Figur 1)^[2]

Blir også kalt bløtdyr grunnet den bløte kroppen, som mangler indre skjelett. Men de har utrolig sterke festetråder som de fester til underlaget, og de har som regel et hardt skall til beskyttelse.

Blåskjell sitter veldig godt til underlaget, spesielt i store kolonier.



Figur 1: Blåskjell og snegler

Sjøanemoner: (Se Figur 2)^[3]

De ser ut som en bløt pøselignende gjenstand og det finnes et enormt antall arter. Disse er veldig enkle å spyle vekk. Men hvis de ikke blir fjernet tilstrekkelig kan de danne en forferdelig lukt ved forråtnelse.



Figur 2: Sjøanemone

Rur: (Se Figur 3)^[4]

Rur er krepsler som er frisvømmende i larvestadiet, men som lager et kjegleformet skall på det underlaget de slår seg ned på. Rurene sitter enormt godt fast til underlaget, og vi har hørt fra Proserv og AF Decom at det er tilfredsstillende å bare fjerne innmaten i skallet, men sannsynligvis vil alt bli fjernet med optimalt trykk.



Figur 3: Rur på steinflate

Lukt, hva skjer?

Marin begroing går under kategorien ”våtorganisk avfall”. Denne type avfall vil lukte vondt i en nedbrytningsprosess. Når rør og kjetting tas opp fra havet, begynner nedbrytningsprosessen av den marine begroingen, og luktproblemene starter.

”Da begroingen lagres uten annen lufttilførsel enn den som passivt diffunderer inn i de eksponerte flater vil dette føre til forhold der luft er mangelvare. Etter mikrobiologiske termer er forholdene blitt anaerobe. Det etableres raskt gjæringsprosesser som fører til redusert pH-verdi, avfallet går surt”^[5].

² http://assets.wwf.no/img/esv145cd058_24820.jpg (3.3.2009)

³ www.marinbi.com (3.3.2009)

⁴ www.303grsaltvik.norsknettskole.no/rur.jpg (3.3.2009)

⁵ Anne-Britt Gundersen, Masteroppgave NTNU Vår 2008



Avfallsprodukter som blir sure vil avgi lukt som varierer i omfang med innslag av organiske nitrogenforbindelser og svovelholdige forbindelser, Hydrogensulfid (H_2S).

Hydrogensulfid er en fargeløs gass ved romtemperatur, er noe tyngre enn luft, og har en karakteristisk lukt av råtne egg.

Dersom fjerningen ikke er tilfredstillende finnes det kjemikalier på markedet som kan benyttes. Se Vedlegg 2.

Innsnevring

Temaet "Fjerning av marin begroing offshore" har vi valgt å dele opp i tre hovedområder

- Under vann
- På dekk
- Over vann i plaskesonen

Under vann

Ved spyling under vann må en ta hensyn til vannmotstanden som vil motvirke effekten av spylingen. I tillegg vil arbeidsmiljø være vanskeligere og en må designe anordningen slik at den tåler bruk under vann. Det vil også bli mindre oversiktlig, en må bruke undervannsfarkost (ROV) eller dykkere for å observere/operere enheten. Dette gjør hele prosessen mer tidkrevende og fordyrende.

På den positive siden blir begroingen fjernet under vann og en slipper sprut og tåkeskyer. En vil også redusere støynivået ved at dysene er under vann. Dersom fjerningen skjer på bunn vil også kablen bli lettere å dra opp. En kan også spyle rør/kabler som er i drift når en skal utføre inspeksjoner/vedlikehold.

På dekk

Når en spylar på dekk vil begroingen falle ned på skipsdekket som igjen vil bli slimete og glatt. Dette fører med seg en sklirisiko for mannskapet, noe som en vil unngå på grunn av hensyn til HMS (*Helse/Miljø/Sikkerhet*).

Når begroingen kommer i kontakt med oksygen begynner det å råtne og det dannes svært ubehagelig lukt. En av grunnene til at en vil unngå dette er for å opprettholde høy trivsel om bord.

Ved å ha en anordning på dekk er det større sannsynlighet for at folk kommer i kontakt med enheten og at skader kan inntreffe.

På en annen side vil det være enklere å gjøre vedlikehold/justeringer. Monteringen vil være tidsbesparende, enkel og kreve liten bruk av kran.



Plaskesonen

Det vil bli en del støy og sprut ved spyling i plaskesonen. Spylingen skjer på utsiden av skutesiden og en har dermed dårligere tilkomst enn på dekk ved feil eller åpne-/lukkesituasjoner.

Oversikten er bedre enn under vann, men likevel ikke like god som på dekk.

Det vil bli et bedre arbeidsmiljø ved at en slipper å fjerne all begroingen fra dekk etter spyling.

En vil også frigjøre areal på dekk under operasjon ved at enheten henger på utsiden av skipet. Enheten skal kunne åpnes og lukkes mekanisk uten fysisk bruk av personell. Dette gjør at du slipper å ha personell i faresonen, det vil si hengende utover rekka, eller i opptrekksonen.

Drøfting

Ved vekting av de forskjellige alternativene innad i gruppen og sammen med ekstern veileder, har vi lagt vekt på monterings tid, funksjonalitet og den totale operasjonstid. Ekstern veileder satte også HMS veldig høyt, og ville helst unngå at den avspylte begroingen ble liggende på dekk, dette for å unngå sklifare. I tillegg var det viktig at mest mulig begroing ble fjernet med hensyn på luktdannelse, slik at mannskapets arbeidsmiljø ble bedret.

Det første vi utelukket var fjerning av begroing under vann, fordi vi mener dette er for ressurskrevende og bruker lang tid i forhold til de andre metodene.

Så utelukket vi spyling på dekk, grunnet HMS hensyn, og at det sannsynligvis vil bli liggende igjen en del begroing som senere vil gi luktplager som følge av forråtnelsesprosessen.

Da står vi igjen med spyling i plaskesonen på utsiden av rekken. Vi ser for oss at dette gir best mulig resultat i forhold til de rammene vi har satt.



Flyteanordning

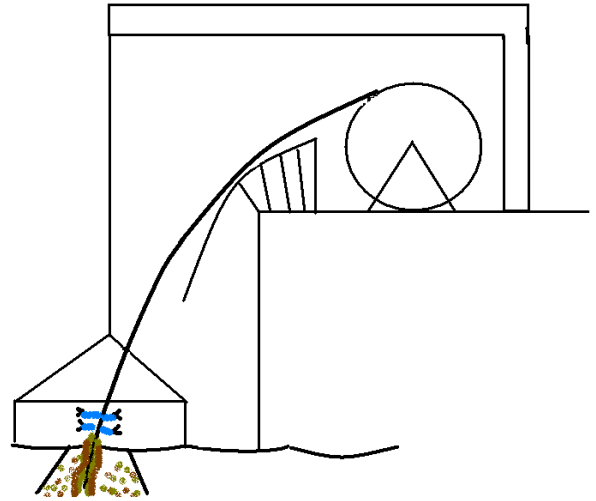
Ved hjelp av kran senkes en ”flytende anordning” ned på havet. Det bevegelige røret eller kjettingen trekkes gjennom anordningen. Deretter blir rør/kjetting trukket videre inn på trommelen. (Se Figur 4)

Positive sider:

- Den marine begroingen går rett til sjø.
- Tåkesky/spruten vil foregå ett stykke fra båten.
- Rask montering

Negative sider:

- Kan miste kontroll over anordningen med tanke på bølgene, dette medfører at denne enheten er veldig avhengig av været
- Problematisk å fikse anordningen ved feil uten å bruke kran, noe som vil være tidkrevende
- Anordningen krever en del plass på dekk under transitt
- Trenger ekstra hjelpewire, og dermed større bemanning



Figur 4: Flyteanordning med dyser som spylar begroing av rør og kabler offshore.

Taljeprinsipp

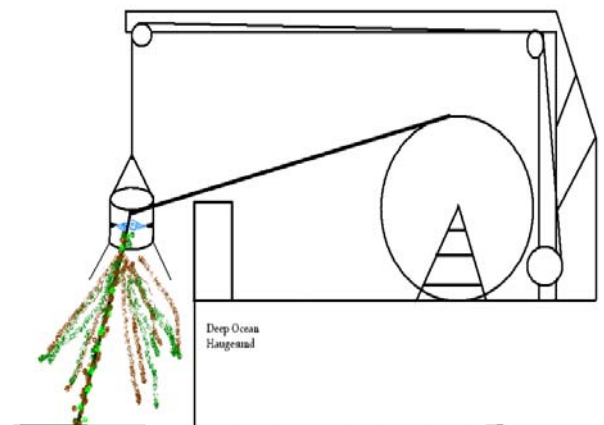
Denne metoden er basert på at du ikke har en renne (*shute*) på skutesiden. (Se Figur 5). Enheten som henger i kranen er laget slik at det er en trinse inni som røret/kjettingen skal gli over. Gruppen har også tenkt på å lage en eventuell trakt på enheten, mot sprut under spylingen. Den marine begroingen vil da bare falle i sjøen og ikke lage noe mer arbeid.

Positivt:

- Slipper å ha en renne (*shute*) på fartøyet
- Er lett å montere i kranen
- Avfallet faller rett på sjøen
- Rimelig universell

Negativt:

- Kranen er opptatt hele tiden
- Vanskelig å kontrollere i dårlig vær
- Må ha en ekstra styring inn på vinsjen
- Kan bli en stor enhet pga størrelsen på trinsehjulet
- Må være en kraftig kran på båten
- Trenger ekstra hjelpewire for å unngå pendelbevegelse, og dermed større bemanning



Figur 5: Taljeprinsipp, hvor en tønne henger fra kran og dyser fjerner begroing ved hjelp av høytrykksspyling.



Tønneanordning

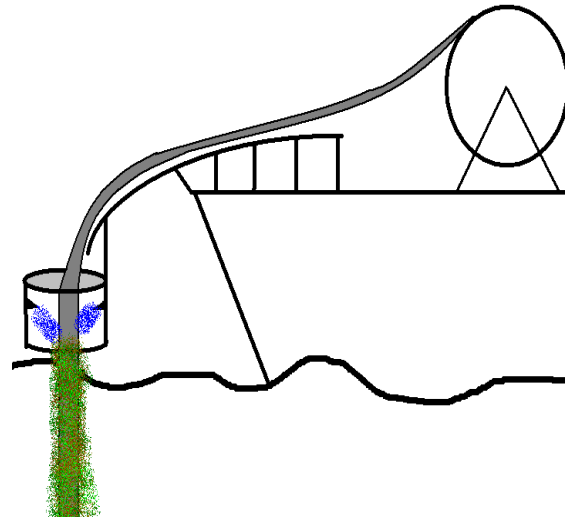
(Se Figur 6) I tillegg vurderes det å ha et åpne- og lukkesystem.

Positive sider:

- Begroingen spyles rett på sjø slik at en slipper å få det på dekk
- Enheten er rask å montere
- Selve enheten tar ikke opp noe av kreftene fra kabelen
- Anordningen minker bruk av kran
- Billigere å produsere

Negative sider:

- Enheten er lite synlig fra dekk
- Krevende kranbruk i monteringsfase



Figur 6: Tønne prinsipp, hvor en ring henger under eksisterende renne og dyser fjerner begroingen.

Tilbakemelding og drøfting

Tilbakemelding fra ekstern veileder Øyvind Vikse og Geir Helge Bachmann sammen med egne drøftinger:

Flyteanordningen:

Den første typen med en flyteanordning ble tidlig utelukket grunnet dårlig kontroll over enheten i dårlig vær, noe som innsnevrer den tilgjengelige operasjonstiden. Den blir også problematisk å håndtere på grunn av stor høydeforskjell fra dekk og ned til havoverflaten. Dette medfører at flere folk blir nødvendig for å ha kontroll over enheten. I tillegg må enheten forsterkes med tanke på ekstra belastning grunnet fare for sammenstøt med skip. Spylingen vil bli mer ujevn på grunn av at enheten følger bølgene, noe som kan gi et dårligere resultat. Med et økonomisk perspektiv vil nedsatt operasjonsvindu, ekstra bemanning og forsterkning av enheten være med på å gjøre denne enheten dyrere.

Taljeprinsippet:

Var den mest universelle løsningen, men har behov for kran under hele operasjonstiden. Krever stor trinse på enheten for å unngå varig deformasjon av rør ved overskridelse av rørets bøyeradius. Dersom røret ikke skal benyttes om igjen, trenger en ikke ta hensyn til deformasjon, men må holde seg under bruddgrensen. Kostnaden ved en stor trinse, og dårlig kontroll over enheten når den henger i kranen var med på at taljeprinsippet ble forkastet.



Tønneprinsipp:

Av løsningene som ble presentert, ble tønneprinsippet best mottatt mye på grunn av at en kunne bruke eksisterende renner (*shuter*). I tillegg ble det påpekt at enheten burde ha en enkel åpne og lukkemekanisme, med hensyn på flens osv. Enheten er lett og enkel å montere, krever minimal bruk av kran og skal designes slik at kreftene ikke tas opp i enheten. Dette medfører en økonomisk fordel i forhold til talje- og flyteprinsippet.

Ut ifra tilbakemeldingen fra ekstern sensor og egne drøftinger har vi valgt å se nærmere på tønneprinsippet.

Fjerningsmetoder

Sandblåsing

Denne metoden ble tidlig utelukket grunnet fare for at sanden vil dra med seg materialet fra røret/kjettingen som blir spylt. Da blir det helt andre regler med tanke på avfallshåndteringen. I tillegg kan det være aktuelt med gjenbruk av kabel (*umbilical*) noe som ikke er lett å få til med de destruktive kreftene som oppstår ved sandblåsing.

Børster

Først tenkte vi at børster kunne fungere bra til å fjerne den grovste begroingen som et supplement til en av de andre metodene. Problemet er at metoden kan forårsake riper og avrivning av materialet. Dette gjør at en må ta hensyn til reglene med avfallshåndteringen og skade ved gjenbruk. Børstene vil også måtte byttes ved jevne mellomrom.

Kniver/Restriksjon

Beregnet for å ta den grovste begroingen og kanskje som en styreenhet for å få røret sentrert. Disse vil også måtte byttes ved jevne mellomrom.



Høytrykksspyling

Gruppen har kommet frem til at spyling er den mest allsidige metoden for fjerning av begroing. Dette kan gjøres uten å skade røret/kjettingen. Selve enheten vil da bli mer universell fordi en ikke trenger gjøre store endringer i oppsettet ved endring av størrelse.

Tilbakemeldingene fra de bedriftene som har blitt kontaktet (AF Decom, NCA og Proserv) er at spyling fungerer tilfredsstillende. "Hvorfor bruke flere fjerningsmetoder når spyling må brukes uansett for å få en tilfredsstillende fjerning"^[6]. Gruppen velger derfor høytrykksspyling som fjerningsmetode.

Faremomenter ved høytrykksspyling

Vi har valgt å spyle vekk begroingen med høytrykksvannspyling. Dette medfører at vi må se på de ulike faremomentene og sikkerheten rundt høytrykksspyling.

Jo høyere trykk en skal operere med desto høyere er risikoen.

Man skal med andre ord behandle en høytrykksdyse som et ladd gevær.

Til sammenligning har en 15 grams kule fra et jaktgevær en utgangshastighet rundt 800-900 meter per sekund. En kobling på 100 gram som blåses ut fra en beholder på 1000 bars trykk vil ha en tilnærmet utgangshastighet på 1000 meter per sekund.

Det brukes en fellesbetegnelse på vanntrykk over 800 bar. Dette kalles UHT (*ultrahøytrykk*). For å operere en UHT-maskin bør en ha gjennomgått kursing som omfatter utstysopplæring, sikkerhet, farer/konsekvenser ved arbeid med UHT, førstehjelp, bruk av verneutstyr og ergonomi/arbeidsstilling. Opplæringen skal også utføres av utstysleverandør eller leverandørgodkjent instruktør.

Et UHT-lag består som oftest av 3 operatører, disse skifter på arbeidsoppgavene som vakt, operatør og tilrettelegger. Det er vaktens ansvar å avbryte arbeidet dersom en farlig situasjon oppstår.

Dersom en person blir skadd ved UHT må vedkommende straks få førstehjelp og fraktes til sykehus. Det er også viktig at personen er utstyrt med skilt som tydelig viser at vedkommende er skadet ved høytrykksvannspyling. Grunnen til dette er at kroppen består av hovedsakelig vann, og dersom en får en rift i huden under høytrykksspyling vil væsker og urenheter raskt blande seg i kroppen og skape infeksjoner.

Et UHT-system vil også forårsake et høyt støynivå. Det er målt opp imot 130 desibel fra en høytrykksdyse. Ved høye støynivå er det krav om dobbel hørselvern med ørepropper og øreklokker^[7].

⁶ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)

⁷ Promac, Industrial Tools and Services, kurshefte (Tlf: 51 71 81 70)



Miljøhensyn ved høytrykkspyling

Vi kontaktet SFT (*Statens Forurensnings Tilsyn*) og forhørte oss om hvilke retningslinjer som gjelder ved fjerning av marin begroing offshore. Her er svaret vi fikk fra Henning Natvig⁸:

”Fjerning av begroing fra rør og kabler og utslipp av de avspylte massene offshore er ikke noe problem forutsatt at den avspylte begroingen ikke inneholder forurensning som malingsrester eller andre fremmedstoffer. Dette gjelder dersom arbeidet og utslippene foregår i den lokasjonen som kablene og rørene befinner seg allerede.

Dersom kablene og rørene tas opp og bringes til land for rengjøring vil gjeldende utslippsbetingelser for den bedriften som utfører arbeidet gjelde.”

Som det kommer frem av svaret fra Natvig kan vi ”dumpe” all marin begroing til havs så lenge det er på plassen røret tas opp og med forbehold at fjerningsmetoden ikke river av flak fra røret.

Generelt er det en del tungmetaller i begroing nær oljeplattformer grunnet utslipp som er forårsaket av vanlig drift, men også ukontrollerte utslipp. Skjell har en egenskap til å ta opp mye av de tungmetallene som er i sjøen rundt dem. Blåskjell kan dermed bli brukt for å måle forurensingen til den marine begroingen rundt oljeplattformer. Dersom innholdet av miljøskadelige stoffer er for høyt må en behandle den marine begroingen som miljøskadelig avfall, men er nivået tungmetaller i blåskjellene akseptabel kan begroingen ”dumpe” til sjø.

⁸ Henning Natvig, Senioringeniør SFT (Vedlegg 4)



Eksisterende løsninger

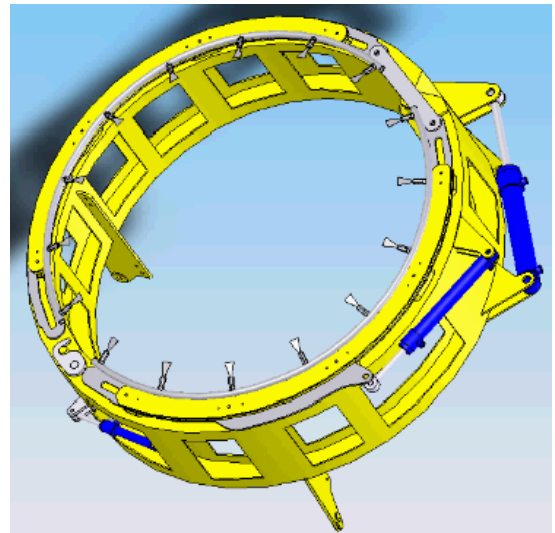
Ved design av spyleenhet fant gruppen det hensiktsmessig å sjekke ut eksisterende løsninger på markedet.

Etter kontakt med Proserv og NCA fikk vi inntrykk av at de fleste ikke hadde tenkt ut en god løsning på hvordan fjerne marin begroing av rør. Dette kan være fordi fjerning av gamle rør, kabler og kjettinger ikke er så utbredt enda. Det er et område med stor vekst, nå som mange felt begynner å bli økonomisk marginale⁹. Tidligere kunne en bare slippe rør og kabler ned på havbunnen, mens nå må alt resirkuleres og fjernes fra plassen. Dette legger grunnlag for et økt marked innen dette feltet.

NCA hadde laget en enhet som hadde 3 dyser som var montert i en maskin som kjørte dysene 120 grader frem og tilbake. De opererte med et trykk på 700-800 bar avhengig av begroingsmengde. Dette ga meget tilfredsstillende resultater i deres tilfelle. Enheten er relativt stor og tar mye plass. Den er derfor lite egnet til den problemstillingen som gruppen arbeider med.

NCA hadde også en annen enhet som lignet på en "C" som spylte røret mens det lå på dekk. Denne enheten spylte bare en side om gangen, og måtte derfor tas i en togang. Enheten er lite egnet, siden Deep Ocean ikke ville ha begroing på dekk. Gruppen ser for seg at denne tar lengre tid enn tenkt enhet. Prøvde å få tak i bilder av enheten, men uten hell.

Proserv har gitt gode svar og kom med informasjon om hvordan deres enhet fungerte. De hadde laget en lignende enhet som gruppen hadde sett for seg, men de hadde fokusert på fjerning av maling og rust. Spyleringen deres (Se Figur 7) hadde derfor dysene mye nærmere det som skulle bli spylt for å få mer krefter på røret/kjettingen. I tillegg måtte de også ha en hydraulikksylinder som kjørte dysene frem og tilbake grunnet det minimale spylearealet. Dysene er plassert i bunnen av enheten uten noen form for beskyttelse. Denne ringen spylte med et trykk på ca 2000 bar, og er konstruert for å fjerne maling og rust fra store rør. Enheten som skal konstrueres blir derfor en kombinasjon av denne enheten og alle ideene gruppen har kommet frem til.



Figur 7: Spyleringen til Proserv, som benyttes ved fjerning av maling og rust.

⁹ Jens Christian Lindaas, Førsteamanuensis ved HSH (10.10.08)

Spyleanordning

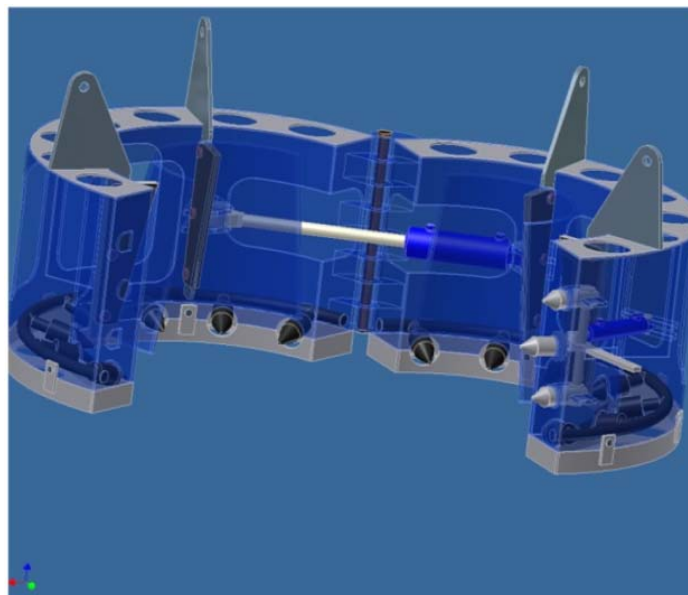
Rammevilkår

I samarbeid med Deep Ocean ble det utarbeidet en rekke vilkår for oppgaven, dette for å begrense omfanget.

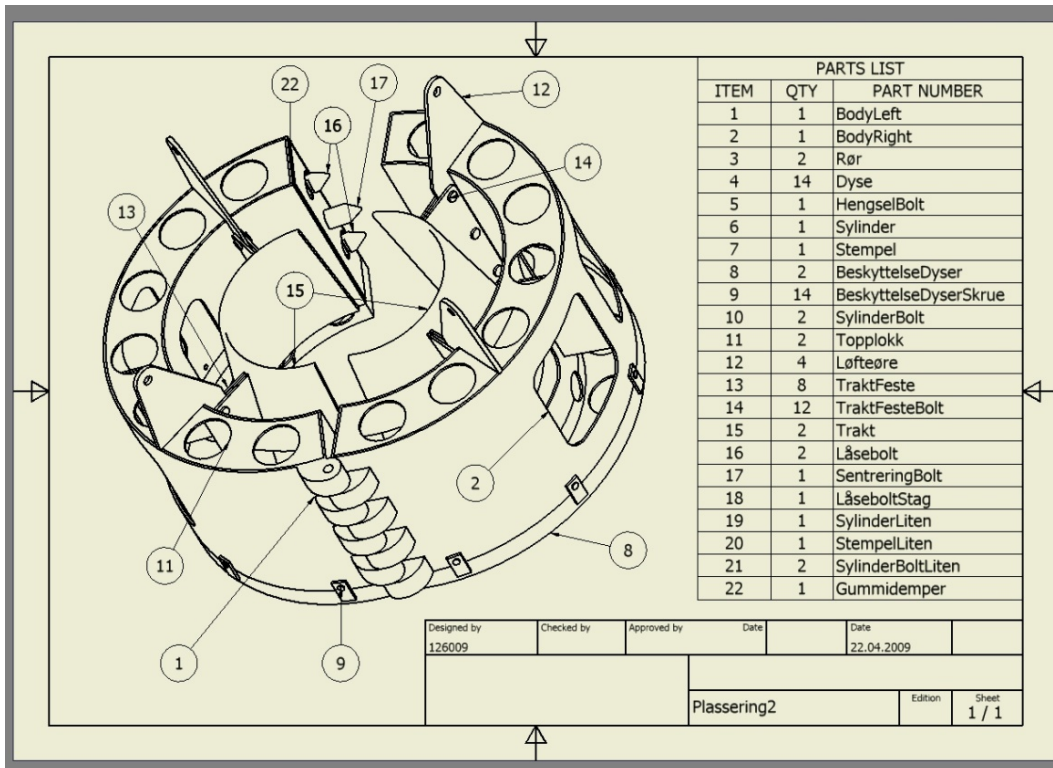
- Anordningen skal benyttes på rørdiameter fra 4" til 12"
- Skal ha justerbart spyletrykk for å unngå destruktive krefter på fleksible rør ved evt. gjenbruk
- Enheten må lett kunne åpne/lukke, grunnet f. eks flens eller ankerfester
- Anordningen må kunne styres mekanisk for å unngå at folk opererer i faresone
- Marin begroing skal ikke havne på dekk
- Spyleenheten skal ikke være med på å begrense trommelens hastighet
- Skal være rask å montere/demontere
- Skal føre til minimalt bruk av kran
- Sjøvann skal benyttes som spylemediet
- Enheten skal kunne benyttes på kjetting, rør og navlestreng (*umbilical*)
- Anordningen skal kunne monteres på eksisterende renner (*shuter*)

Ut i fra nevnte rammevilkår ble endelig enhet designet.

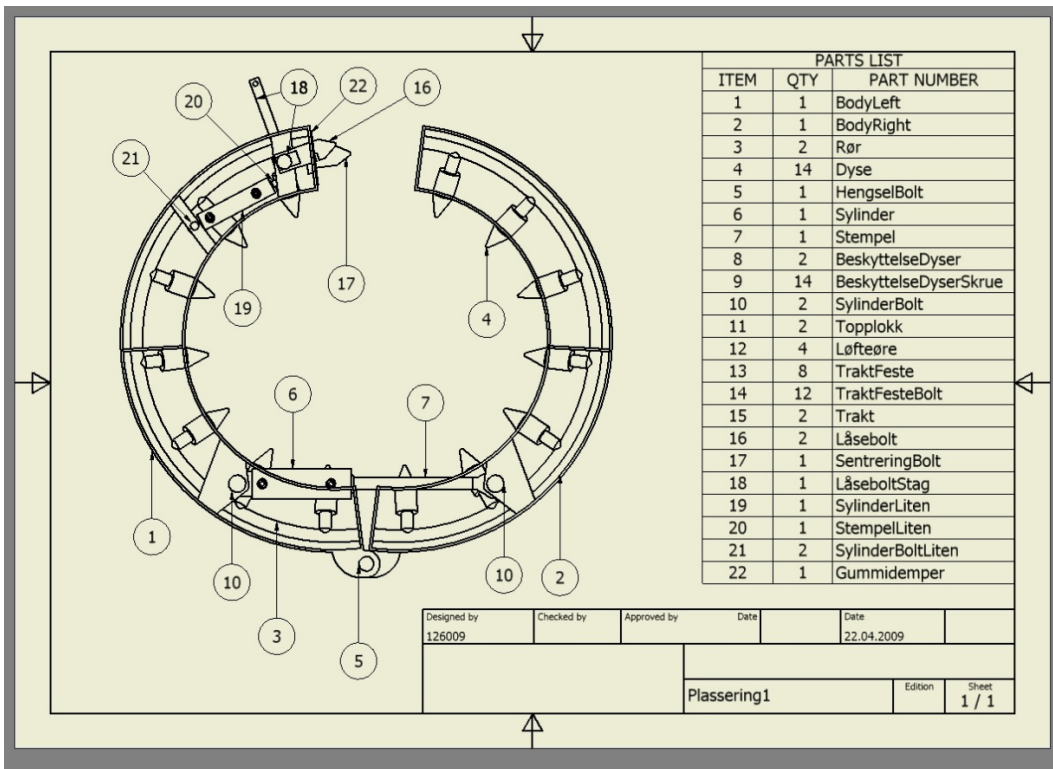
Virkemåte



Figur 8: Illustrativt bilde av enheten.



Figur 9 Oversiktstegning av enheten med tilhørende deleliste



Figur 10 Oversiktstegning av enheten med tilhørende deleliste



Spyleenheten

Selve enheten er sylindrerformet, hvor to halvsirkler blir styrt hydraulisk, slik at åpning og lukking rundt rør/ kjetting er mulig (Se Figur 8). Når enheten har blitt lukket sørger en mindre hydraulisk styrt sylindere med fjær-retur for at låsen går i låst stilling. For å hindre slag og støt ved lukking, blir enden på den ene halvsirkelen kledd med gummipakning. Dysene består av to separate halvmåner med sju dyser i hver som er montert i bunn av enheten. Avtakbare deksler er montert i bunn for å sørge for god beskyttelse av dysene og sørge for at enheten står stabilt under transport. Fire løfteører koplet med kjetting (*slings*) sørger for at enheten blir hengende under rennen (*shuten*). Inni enheten har gruppen valgt to alternativer, hvor den ene er en trakt som består av to halvmåner. Traktens oppgave er å sørge for at røret/kjettingen hele tiden er i senter av enheten. Det andre alternativet er fire hjul som kan justeres i forhold til rørets diameter, for å holde røret i senter. Bunnen er åpen for å sørge for at eventuell begroing ikke setter seg fast. I tillegg har enheten mange utskjæringer på sidene for å sørge for god tilkomst til sylindere og dyser. Dersom en har lange rør kan spyleenheten drives uten hydrauliske krefter. En må da feste enheten rundt røret på dekk før en begynner spylingen. Låsemekanismen går i lås ved hjelp av en fjær, og en trenger kun en line på den manuelle spaken, noe som erstatter hydraulikken. Eneste minuset er at sylinderen for låsing må tappes for olje før en starter med spyling, ellers vil en ikke klare å frigjøre enheten fra røret.

Åpne-/lukkesylinder

(Figur 10 del 6 og 7)

Gruppen ble enig på et tidlig stadium å gå for hydrauliske sylindere, da systemet har bevist stor driftsikkerhet i korrosive miljø^[10]. I tillegg kommer fordelene med at en trenger lite plass for å håndtere store krefter. Selve plasseringen av sylinderen ble diskutert, hvor en fant ut at en hadde to alternativer. Den ene var på utsiden, men da ville en trenge en form for beskyttelsesdeksel. Alternativ to var inni enheten, hvor sylinderen er naturlig beskyttet av selve enheten, men litt vanskeligere tilkomst. Her ble alternativ to valgt. For at dette skulle være mulig uten å måtte øke diameteren på enheten vesentlig, måtte en del av indre vegg til enheten fjernes for å få rett avstand til dreieaksen. Sylinderen vil likevel være beskyttet av trakten eller hjulene.

Sylinderen har blitt dimensjonert slik at den skal kunne ta opp alle kreftene i åpen posisjon, mens spylingen pågår. Dette i tilfelle vanntrykket ikke blir stengt før enheten åpnes.

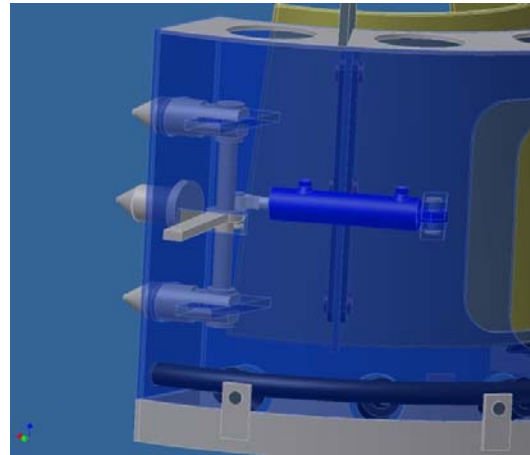
¹⁰ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)



Låsemekanismen

(Figur 11, Figur 10 del 16-18)

Består av en hydraulikk sylinder med fjær-retur som sørger for at låsen blir åpnet og lukket. I tillegg har gruppen montert inn en manuell spake for å kunne åpne enheten uten å måtte ha tilgang til hydraulikk. Spaken er sveist fast til dreieakselen (Se Figur 11). For å se plassering se Figur 10, del 18. Den manuelle spaken kan for eksempel være praktisk ved testing på land. Det går også an å kople til en line under drift slik at ved tap av hydraulikk har en fremdeles sjansen til å frigjøre enheten fra røret. En har også muligheten til å drive enheten uten hydraulisk energi, dersom dette er ønskelig.



Figur 11: Låsemekanisme med hydraulikksylinder og manuell åpningsspake.

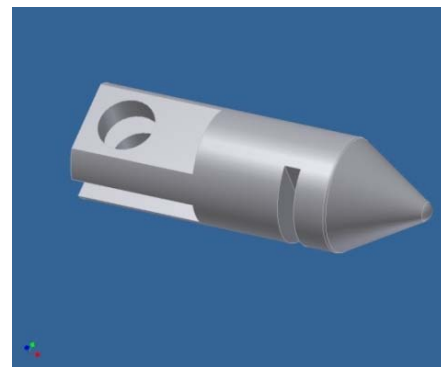
Grunnen til at fjær-retur ble valgt var for å redusere unødvendig mange hydraulikkslanger. Fjær-returen gjør det mulig å låse enheten uten bruk av hydraulisk energi.

Låsen stenger med en fjær og åpner med en hydraulisk sylinder (Figur 10, Del 19). Selve låsen består av to "bolter" som fungerer som en "smekklås". (Se Figur 12) Det vil si at når enheten er lukket, presser fjæren "boltene" inn i ett hakk og er dermed låst.

Selve låsen og hydraulikksylinderen befinner seg på innsiden av enheten, godt beskyttet for slag og støt, men med litt dårligere tilkomst.

I tillegg har enheten en styreplugg som er litt lengre enn "boltene", dette for å sikre at "boltene" treffer inn i hullet.

En unngår dermed unødvendig skader.



Figur 12: Låsebolt

Dysene

(Figur 13, Figur 9 del 4)

Gruppen har valgt turbodyser da disse dysene spylar det samme arealet flere ganger. Noe som er viktig når en skal fjerne store mengder marin begroing. Grunnen til at gruppen har valgt fjorten dyser er for å minke kravet til dekningsvinkel for hver enkelt dyse ved de største dimensjonene. Det er også satt et krav til maks 200 liter sjøvann i minuttet, dette for å unngå at en må ha to pumper^[11].



Figur 13 Turbodyse fra Uni Marine AS

¹¹ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)



For å forenkle kravet til rørene i form av knekking ved åpning og lukking av enheten, valgte gruppen to separate rør (Se Figur 15) som er koplet sammen med en Y-slange. Dette gjør at en kun trenger en vannslange ned til enheten.

Selve rørene er festet med flere rørklammer, dette for å muliggjøre utbytting av rør uten større inngrep. (Se Figur 14) Enheten har også et avtakbart beskyttelsesdeksel med mange utskjæringer, dette for at begroingen ikke skal henge seg fast og sørge for at dysene/rørene er godt beskyttet. Dysene er kanskje den delen på enheten hvor en har flest muligheter til selv å kunne endre etter behov. Kan nevne følgende: Plugge de dysene en ikke behøver, forlenge dysene inn mot senter, bruke andre type dyser.



Figur 14: Rørklammer fra Hydroscand^[12]

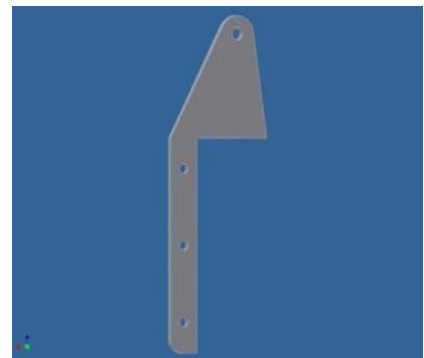


Figur 15: Dyserør med dyser.

Løfteører

(Se Figur 16, Figur 9 del 12)

Vi valgte her fire løfteører, to på hver side, dette for å få et stabilt oppheng. Første tanke var å benytte stag som oppheng mellom enheten og rennen (*shuten*), hvor stagene var sveist fast i rennen. Dette for å få en stabil enhet som ikke pendler så mye. Faren er dersom enheten kiler seg eller lignende, kan stagene brette. Gruppen endte derfor opp med kjetting (*slings*) for å få en mer ”bevegelig” enhet. Minuset med denne løsningen er at før enheten er montert rundt røret/kjettingen, kan en få en del pendel bevegelser, som igjen kan føre til skade på enheten i form av slag og støt. I tillegg har vi valgt å lage festene for trakten i ett med løfteørene, dette for å unngå unødvendig mange deler. Gruppen har beregnet at sveisen i horisontal retning skal kunne ta opp kreftene, men vil i tillegg være forsterket i vertikal retning. Ved bytting av vannrør og/eller dyser kan enheten settes på hodet og løfteørene benyttes som bein.



Figur 16: Løfteører med hull for feste av braketter.

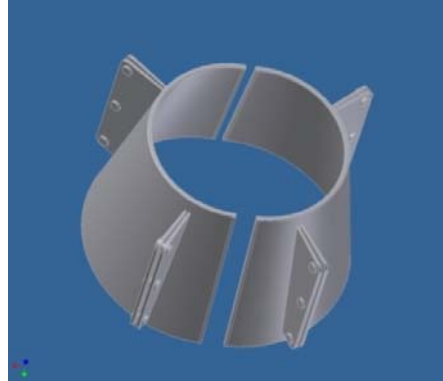
¹² <http://www.hydroscand.com/images/products/pipes.jpg> (14.4.2009)



Trakt

(Se Figur 17, Figur 9 del15)

Dette er et av to alternativer som gruppen har kommet opp med. Består av to halvmåner som i lukket stilling er med på å sentrere røret/kjettingen. Trakten sentrerer røret for å få optimal spyling. Minuset er at det må lages flere trakter alt etter hvilken størrelse på diameteren som skal trekkes.



Figur 17: Trakt med festebraketter

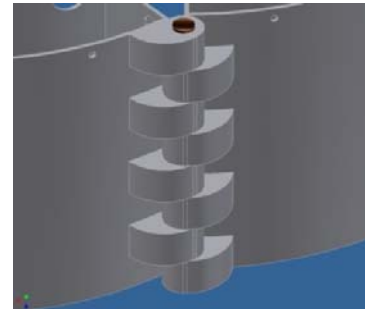
Hjul

Består av fire sett med to hjul på hvert sett. Den sørger dermed for god sentrering og et godt resultat. Det positive med hjulene er at en ikke trenger å lage for alle størrelser, en trenger bare øke/minke braketet størrelsen. Minuset er at en trenger trakt ved fjerning av kjetting, da kjetting fort kan bli et problem for hjulløsningen. Her er det stor fare for at kjettingen henger seg fast, og drar med seg enheten eller eventuelt ødelegger hjulene eller andre komponenter.

Bolten og hengslene

(Se Figur 18, Figur 10 del 5)

Her har gruppen sett for seg at en borer en liten kanal i midten av bolten, hvor smøremiddel (*grease*) blir pumpet inn og fordelt på alle hengslene. Dette er med på å hindre unødvendig friksjon og slitasje. Hengslene ble plassert på utsiden fordi en trengte plassen inni til åpne/lukke sylindren.



Figur 18: Hengsler med bolt

Pakning

(Figur 9 del 22)

En gummipakning er tenkt montert på enden for å dempe slag ved lukking av enheten. Dette kan forhindre at "boltene" i låsen blir slått skjeve eller ødelagt.

Utskjæringer

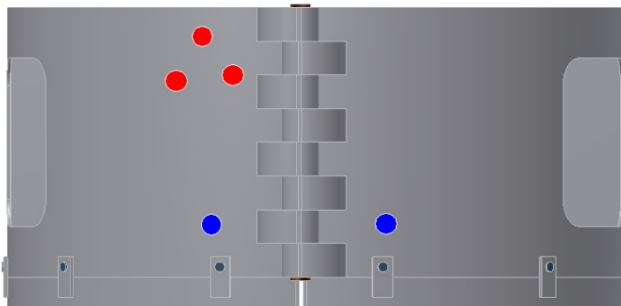
Flere utskjæringer har blitt gjort for å sørge for god tilkomst til alle delene. Dette gjelder for montering/demontering av deler og vedlikehold.



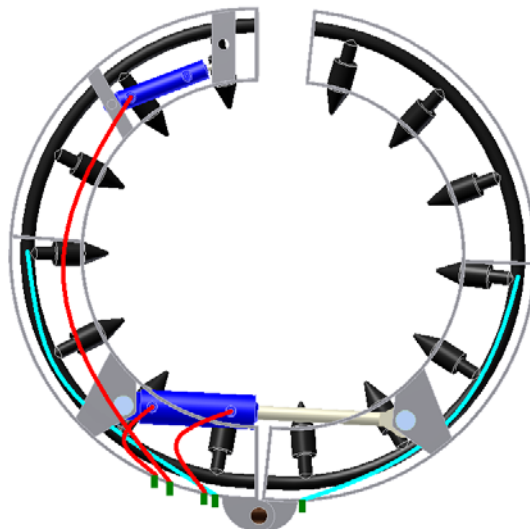
Pumpeenhet

Hele pumpesystemet med tilbehør blir leid av leverandør etter ønskede spesifikasjoner. Gruppen har valgt å holde seg til en pumpe med regulering fra 0 til 1000 bar. Dette fordi en aldri vet helt hvordan begroingen er. En må derfor i prinsippet bruke prøve og feile metoden. Ved valg av pumpe har vi satt en begrensning på 200 l/min. Denne begrensningen ble satt for å hindre behov for 2 pumper^[13]. Kan også være en mulighet å ha en høytrykkspistol som kan koples til. Denne for å spyle flenser som er for store til å gå gjennom spyleringen. Det skal benyttes sjøvann som spylemedium på grunn av ferskvannskapiteten om bord på båten ikke er stor nok.

Slangeplassering



Figur 19 Tenkt plassering av hurtigkoblinger for hydraulikkslanger (rød) og høytrykksvannslanger (blå)



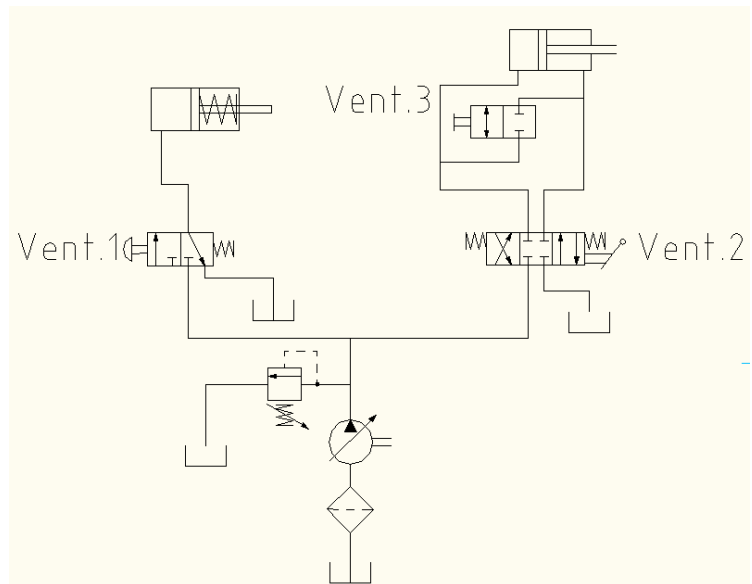
Figur 20 Tenkt plassering av slanger inni enheten. Bildet viser hydraulikkslanger (rød), høytrykksvannslanger (blå) og hurtigkoblinger (grønn)

Gruppen har utarbeidet et forslag til en sjekklister før enheten startes. Se Vedlegg 3.

¹³ Espen Andersen, Project manager, Proserv (30.3.09)

Hydraulikksystemet (Figur 21)

Gruppen har valgt å ha et lite hydraulikkaggregat til spyleenheten. Da er en sikret for eventuelle feil på båtens anlegg, og at oljen har den kvaliteten som ventilene og sylindrene krever. Dette er også med på å gjøre anordningen mer universell, og at en ikke trenger å ha noen spesielle krav til det fartøyet enheten skal plasseres på. Hydraulikkaggregatet skal være lite og kompakt og med egen ekspansjonstank, sikkerhetsventil, filter og trykkjusteringsventil integrert. Dette gjør det lett å frakte med seg. Pumpen er av typen med konstant trykk på 200 bar, og variabel volumstrøm. Dette for å motvirke opphetning av oljen.



Figur 21 Detaljtegning av hydraulikksystemet

Hele anlegget består av følgende:

- Hydraulikkaggregat
- Hydraulikkslanger
- 3/2 ventil med fjærretur, uten hold
- 4/3 ventil med fjærretur som senteres i midten
- En enkeltvirkende sylinder med fjærretur
- En dobbeltvirkende sylinder

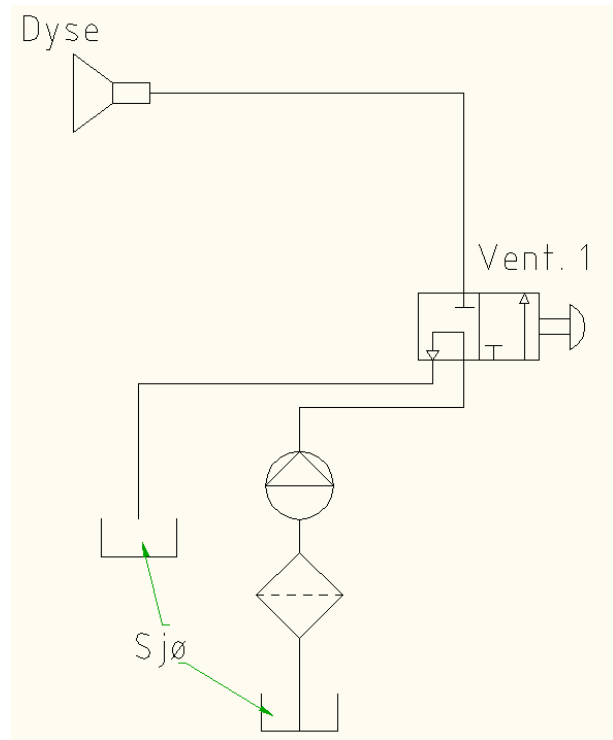
Systemet (Figur 21) fungerer slik at man må trykke inn ventil 1 for å åpne låsen, og mens man holder den inne kan man åpne enheten med ventil 2. Etter at enheten har begynt å åpne seg kan man slippe knapp 1, og låsesylindren går i lukket posisjon ved hjelp av fjærkraften. Når spyleenheten skal lukkes igjen er det bare å bruke ventil 2 til å kjøre enheten i lukket posisjon. Da trenger man ikke å tenke på låsesylindren, fordi denne fungerer som en "smekklås". Det vil si at den låser automatisk på grunn av fjærtrykket, når spyleenheten er i lukket posisjon. Man har også montert inn en "bypassventil" i systemet, denne er markert som ventil 3. Spyleenheten kan da brukes uten hydraulisk tilkobling.



Spylesystemet (Figur 22) består av følgende:

- Høytrykkspumpe med filter
- Høytrykksslanger
- 3/2 ventil med holdefunksjon i begge stillinger
- Høytrykksdyser

I samtaler med Deep Ocean ble vi enige om at det blir mest økonomisk å leie høytrykkspumpen til spylesystemet. Denne pumpen kommer ferdig montert i en container som er EX sikker (Kan brukes i eksplosjonsfarlige områder). Pumpen bruker sjøvann som spylemedie, og er derfor ikke avhengig av vannkapasiteten på båten. Når en skal begynne å spyle skal ventilen stå som avbildet (Figur 22). Dette for å avlaste pumpen ved oppstart. Ventilen sender da vannet til sjøen igjen i et vesentlig større rør enn spyleøret. En får dermed minimal belastning på pumpen når man ikke spyle. Når pumpen da er satt på ønskelig trykk er det bare å trykke inn ventil 1 (Figur 22), og den sender da vannstrømmen til dysene på spyleenheten. Det er også mulig å lage en sikkerhetsbryter på systemet slik at en må holde inne knappen for å få spyletrykk, eventuelt en fjernkontroll til ventilen.



Figur 22 Detaljtegning av høytrykksspylesystemet

Det må tas i betraktning at spyleenheten ikke blir montert i nærheten av sjøvannsinntaket til pumpen eller båten. Dette på grunn av den marine begroingen som blir spylt av.



Drøfting av ferdig enhet

Det første gruppen reagerte på ved eksisterende enhet var de eksponerte delene. Åpne- og lukkesylinderen var montert på utsiden, noe som gjør den mer sårbar for støt og slag. Vi bestemte oss derfor å ha begge sylindrene inni selve enheten. Dette mener vi gjør enheten mer robust, og fare for materiell skade begrenses. Som en konsekvens av at sylinderen plasseres på innsiden, måtte vi designe hengslene på utsiden. Dette ble gjort for å øke avstanden fra sylinder til dreieakse. Da er det ikke nødvendig å øke sylinderens dimensjon. I tillegg var dysene plassert uten beskyttelse. Vi så dette som et problem under oppstart, siden enheten da ikke er festet på røret. Ved eventuelle pendelbevegelser offshore vil enheten kunne kollidere med båt og rør. Gruppen designet derfor spylerøret og dysene inni enheten for å beskytte disse bedre. Videre tenkte vi at eksponerte dyser ville skape et problem når enheten skal settes ned på dekk. Derfor designet vi et beskyttelsesdeksel i bunn for å beskytte dysene, samt fungere som "ben" og i tillegg være enkelt å ta av for å komme til dysene. Fjorten dyser ble valgt for å minke krav til dekningsvinkel ved de største rørene, noe som gjorde at vi ikke trengte å øke dimensjonen på enheten. Dysene vi valgte er vedlikeholdsfrie og har lang levetid.

Noen av de eksisterende enhetene har benyttet bevegelige dyser i designet, for å dekke mest mulig areal.

Vi mener at bevegelige deler øker faren for feil, derfor har vi valgt fast monterte dyser.

Materialvalg

Da gruppen skulle velge materialet til enheten ble følgende kriterier lagt til grunn (Tabell 1).

Valgte kriterier

- Må være korrosjonsbestandig i forbindelse med sjøvann
- Må ha relativ høy egenvekt grunnet løftekrefter fra dysene og friksjon fra kabel/rør
- Tåle høye spenninger pga. store krefter
- Prisgunstig

Materiale	Positive egenskaper	Negative egenskaper
Aluminium (6082)	Korrosjonsegenskapene Lett å maskinere Høy flytegrense Pris	Lav egenvekt
Titan	Høy flytegrense Korrosjonsegenskapene	Pris Lav egenvekt Vanskelig å bearbeide Vanskelig å sveise
Stål ("Svart stål")	Pris Enkelt å sveise og bearbeide Egenvekt Høy flytegrense	Korrosjon
Rustfritt stål (NS EN 10 088-2)	Pris Egenvekt Enkelt å sveise Høy flytegrense Korrosjonsbestandig	

Tabell 1: Fordeler og ulemper av de forskjellige materialene.

Når de forskjellige materialene ble vektet opp mot disse kriteriene kom gruppen frem til at Rustfritt stål AISI 304 (Tabell 2) er det mest egnede materialet for spyleenheten. Dette stålet er velegnet med tanke på korrosive miljøer, og er et meget sterkt materiale. Rustfritt stål er dyrt, men svarer seg i lengden når man tenker på totalkostnad over hele brukstiden til enheten. Til rør måtte gruppen gå for et annet materiale, dette grunnet det store trykket røret er belastet med. Her valgte vi AISI S 32750 (Tabell 3). Dette materiale har mye større flytegrense, noe som gjør at man kunne gå ned i dimensjon. Til bolter gjennom hengslene og aksel til låseboltene, valgte gruppen seigherdet akselstål (Tabell 4). Denne ståltypen har en meget høy flytegrense, dette gjør at en kan redusere dimensjonen i både hengsler og låseboltstag.



Plater

Standard	Betegnelse	Kvalitet	Flytegrense	Strekkgrense
NS EN 10088	X2CrNi 18-9	AISI 304	250N/mm ²	500-650 N/mm ²

Tabell 2: Materialegenskaper til platene (Teknisk formelsamling, Pedersen mfl., 1998, s 235)

Rør

Standard	Betegnelse	Kvalitet	Flytegrense	Strekkgrense
NS EN 10088	x 2 Cr Ni Mo N 25-7-4	AISI S 32750	530 N/mm ²	730 - 930 /mm ²

Tabell 3: Materialegenskapene til høytrykksvannrørene (Norsk Stål, 29.4.2009)

Akslinger

Standard	Betegnelse	Kvalitet	Flytegrense	Strekkgrense
NS EN 10088	X4CrNiMo 16-5	SS119	700N/mm ²	900 - 1050 N/mm ²

Tabell 4: Materialegenskapene til akslingene (Astrup, 7.4.2009) (Vedlegg 6)

Alle dimensjonene gruppen har valgt innen de forskjellige materialene er ut ifra standard størrelser. Dette er med på å holde materielkostnadene nede, og redusere total kostnaden til enheten.

Akslingen til låseboltene og gjennom hengslene er av seigherdet rustfritt akselstål. Den ble valgt for sin høye flytegrense. Dette var med på at man kunne gå ned til 20 mm aksel på låseboltene og i hengslene. I tillegg var det med på å forenkle montering og demontering av akselen. (Vedlegg 6)

Bolter

Boltene som er montert på enheten er av A4-70 kvalitet. Disse tåler høye spenninger og er laget av rustfritt stål som har høy korrosjonsbestandighet. Stål med kvalitet A4-70 ligger like høyt på den elektrokjemiske spenningsrekken som det rustfrie stålet som spyleenheten er laget av.



Hydraulikksylindre

Sylindrene er produsert hos Malm Orstad AS, og designet for å tåle det maritime miljøet. Stempelstangen er produsert av rustfritt stål, og sylinderkroppen er overflatebehandlet med motstandsdyktig belegg (*coating*)^[14].

Hydraulikkslanger

Slangene er standard slanger med rustfrie koblinger.

Rørklammer

25 mm rørklammer med rustfri topp, bunnplate og bolter mens selve klammeret er i blå plast (*polypropylen*)^[15].

Egenskaper

Teknisk tabell:

Arbeidsområde	4"-12" rør/kjetting
Maksimum åpnemulighet	ca.54 cm
Arbeidstrykk	Sjøvann: 0-1000 bar Olje: 200 bar
Vekt	200 kg
Krav til oppheng	2 punkt

¹⁴ Leif Orstad, Malm Orstad AS, Senior Project Manager, www.malmostat.no

¹⁵ Jan Smith-Jacobsen, jan.smith-jacobsen@hydroscand.no, Avdelingsleder, HYDROSCAND AS



Prisantydning

For stykkliste se Vedlegg 5.

Sammenstillingskostnad

Komponent	Antall	Pris eks. Mva	Leverandør	Total pris eks. mva
Rørklammer	8 stk	83	Hydroscand AS ^[16]	664
Dyser	14 stk	7 907	Uni Marine AS ^[17]	110 698
Dyserør	3 m 1000bar 5mm	2 000	Sammenstillers**	6 000
Plater 10 mm	2 m ² *	4 067	Astrup AS ^[18]	4 067
Plater 5 mm	3 m ²	3 100	Astrup AS	3 100
Sammenstilling	150 timer	600	Egendefinert	90 000
Aksling 20 mm	1m	1 125	Astrup AS	1 125
Stor sylinder	1 stk	9 300	Malm Orstad AS ^[19]	9 300
Liten sylinder	1 stk	18 900	Malm Orstad AS	18 900
Bolter/muttere A4-70	60 stk	640	Thv. Christensen maskinforretning Haugesund ^[20]	640
Total pris				244 494

(* Trenger 1 m², men selges i minstekvantum 2 m²)

(** Antatt pris)

For pristilbud se Vedlegg 6.

Døgnrate

Komponent	Antall enheter	Pris	Leverandør	Total pris pr/døgn
Høytrykkspumpe vann	1 stk	8 750 pris/døgn	Proserv AS ^[21]	8 750
Hydraulikkaggregat	1 stk	1 870 pris/døgn	Proserv AS	1 870
Pidestall	1 stk	400 pris/døgn	Proserv AS	400
Høytrykksslanger	10 meter **	9kr meter/døgn	Proserv AS	90
Hydraulikksslanger	10 meter **	6kr meter/døgn	Proserv AS	60
Total døgnpris				11 170

(** Antar at det er 10 meter fra pumpe til spylering)

(Har også sendt prisforespørsel til Scantek, men uten å få svar)

Disse prisene er overslagspriser, tar forbehold om endringer.

¹⁶ jan.smith-jacobsen@hydroscand.no, Jan Smith Jacobsen, Avdelingsleder, HYDROSCAND AS (22.4.09)

¹⁷ Uni Marine AS, Asbjørn Holter, um@unimarine.no (3.4.09)

¹⁸ Lene Noreng, Astrup AS, ln@astrup.no (22.4.09)

¹⁹ Leif Orstad, Malm Orstad AS, Senior Project Manager, www.malmorstad.no (23.4.09)

²⁰ Kenneth Veim, Christensen maskinforretning, os@maskinforretningen.no (23.4.09)

²¹ Espen Andersen, Project manager, Proserv AS, espen.andersen@proserv-offshore.com (17.4.09)



Inntjeningspotensiale

Enheten vil fjerne begroingen raskere enn ved manuell fjerning/skraping. Gruppen har også sett for seg at fjerningen vil kunne foregå i samme hastighet som røret/kjettingen blir dratt opp. En gjør dermed to jobber samtidig, fjerner bergoingen og drar opp røret. Dette gjør at en slipper å håndtere begroingen som spesialavfall på en annen lokasjon.

Ved å kunne spyle begroingen av direkte til sjø sparer en tid og penger. En vil også spare seg for rengjøring av dekk og utstyr.

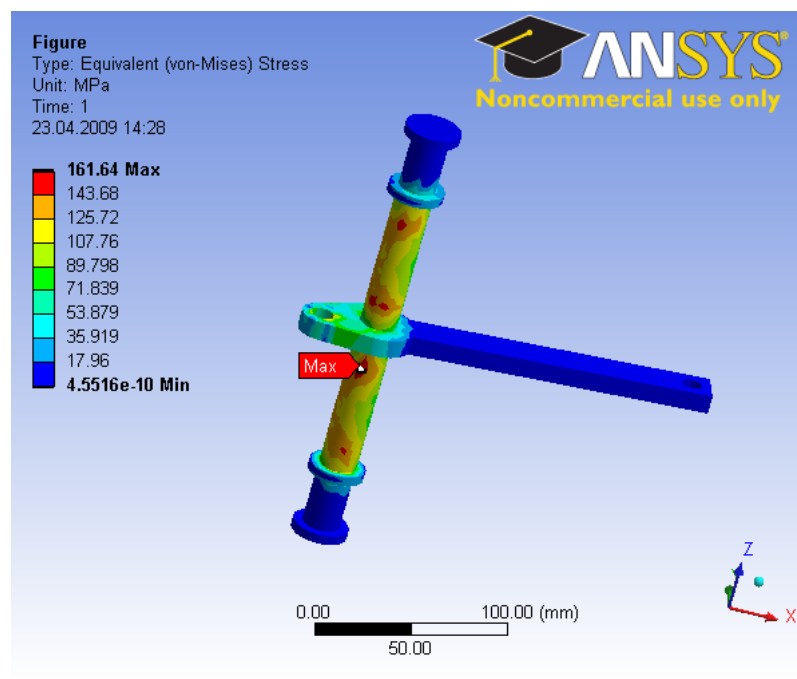
Enheten er også designet for å kunne leies ut til andre aktører uten å gjøre modifikasjoner på enhet eller skip. Dette gjør den universell og med potensiale for å tjene penger ved utleie.

I enkelte spesialtilfeller hvor en drar opp rør og kapper det i mindre lengder, kan operasjonen gå raskere dersom rørene er rengjort. Det er enklere for gripeverktøyet å få tak i et rengjort rør.

ANSYS beregninger / manuelle beregninger

I ANSYS benyttes elementmetoden for nøyaktig å beregne hvor de største kreftene inntreffer. Problemet for gruppen var at en måtte endre størrelsen på elementene (*mesh-grid*) og konstruere store deler av enheten som en, for at ANSYS skulle klare beregningene på de største delene. Gruppen valgte å ta komponent for komponent og simulere de største kreftene. For å se alle utregninger se Vedlegg 1.

Låseboltstag (Figur 10, del 18)
For mer detaljer se Rapport 1.



Figur 23: von-Mises stress analyse låseboltaksling, maks spenning 161.7 MPa.

Her blir σ_{till} satt til en tre del av det som er oppgitt fra leverandør, dette for å ta hensyn til utmatting:

$$\sigma_{till} = \frac{700MPa}{3} = \underline{233MPa} \text{ (Tabell 4)}$$

Ved manuelle beregninger tok vi utgangspunkt i flytgrense på 233MPa, har da en sikkerhetsfaktor på 3. Gruppen fant da ut at akslingen måtte være 19,25mm, noe som førte til 20mm aksling.



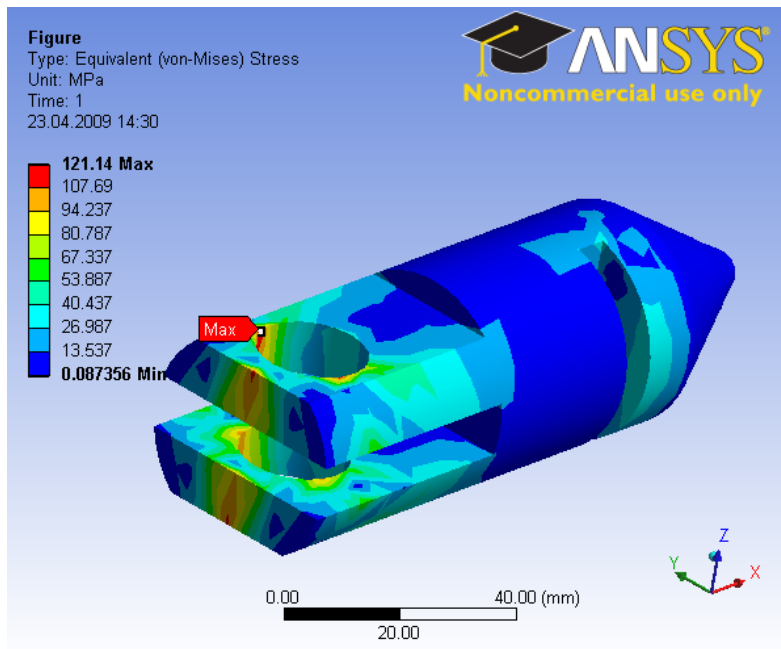
Kan nå finne maks tillatt spenning:

$$\sigma_{till} = \frac{\sqrt{M_b^2 + 0,75 \cdot (1 \cdot M_v)^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{\sqrt{0,75 \cdot (188500)^2}}{\frac{\pi \cdot 20^3}{32}} = \underline{207,85 MPa}^{[22]}$$

Manuelle beregninger: 207,9 MPa, ANSYS: 161,7 MPa (Figur 23: von-Mises stress analyse låseboltaksling, maks spenning 161.7 MPa.Figur 23).

Låsebolt (Figur 10, del 16)

For mer detaljer se Rapport 2.



Figur 24: von-Mises stress analyse låsebolt, maks spenning 121,2 MPa.

Ser at dette er langt under flytgrensen:

$$\sigma_{till} = \frac{700 MPa}{n_2} = \frac{700 MPa}{2,125} = \underline{329,4 MPa} \quad (\text{Tabell 4})$$

Har spenning på selve hullfestet:

$$\sigma_H = \frac{F_{\text{låsebolt}}}{t \cdot d_{\text{akselhull}}} = \frac{9200 N}{10 mm \cdot 20 mm} = 46 N/mm^2 = \underline{46 MPa}^{[23]}$$

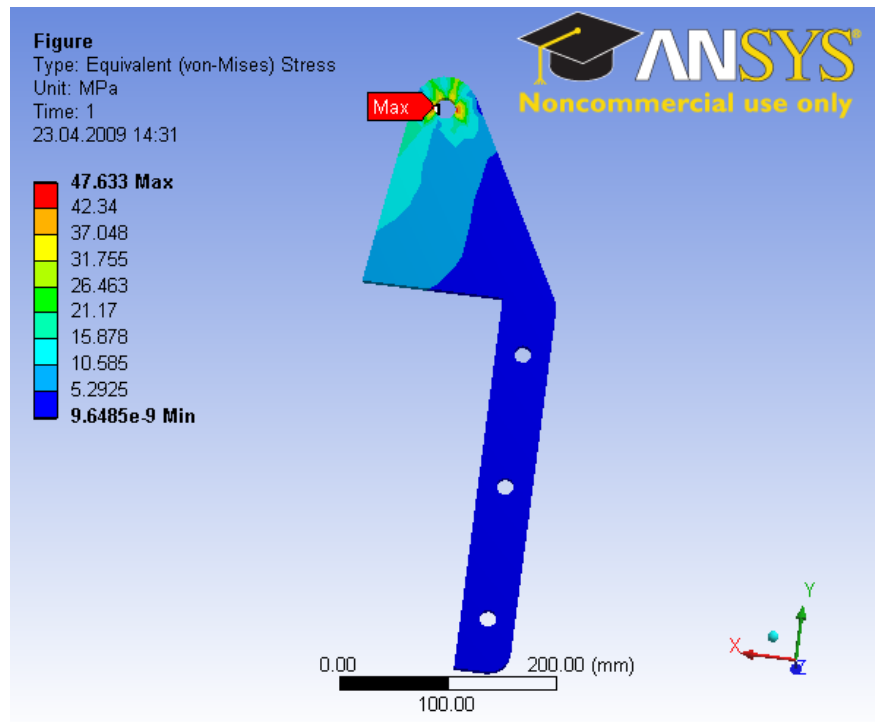
Fordi komponenten er såpass kompleks har vi kun ANSYS beregninger.
ANSYS: 121,2 MPa (Figur 24)

²² Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.307)

²³ Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.96)



Løfteører (Figur 9, del 12)
For mer detaljer se Rapport 3.



Figur 25: von-Mises stress analyse løfteøre, maks spenning 47,7 MPa.

Under flytgrensen:

$$\sigma_{till} = \frac{\sigma_{flyt}}{n_1} = \frac{250MPa}{4,25} = \underline{58,82MPa} \quad (\text{Tabell 2})$$

Finner minimums areal på løfteøret:

$$P = \frac{F}{A_{min}} \Rightarrow A_{min} = \frac{F}{P} = \frac{1962N}{250MPa} = \underline{33,4mm^2}^{[24]}$$

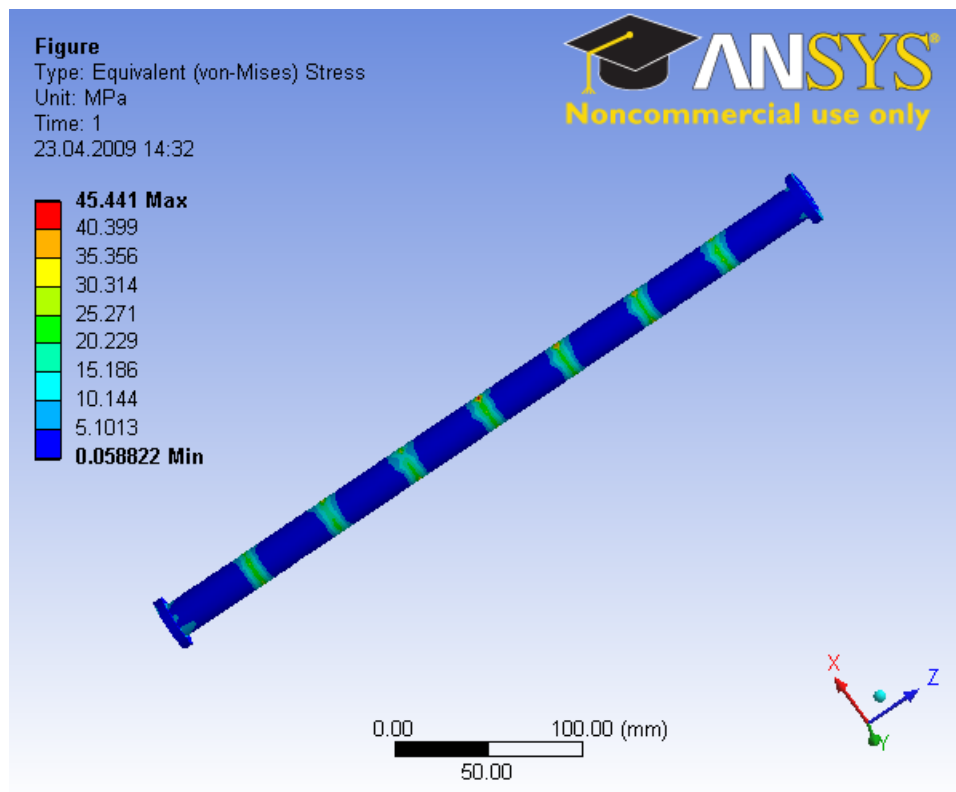
Har beregnet det minimale arealet som et løfteøre må ha for å komme over flyt, Ser at løfteøret har et areal på $44mm^2$. Det blir derfor god sikkerhet mot flyt. Noe som ANSYS bekrefter.

ANSYS: 47,7 MPa (Figur 25)

²⁴ Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.33)



Hengslebolt (Figur 10, del 5)
For mer detaljer se Rapport 4.



Figur 26: von-Mises stress analyse hengslebolt, maks spenning 45,5 MPa.

Kun gjort ANSYS beregninger.

Gruppen vet hvilke krefter som påvirker selve enheten, men er problematisk å beregne hvilke krefter som har direkte innvirkning på hengslebolten.

Har derfor dimensjoner denne kraftig.

Her blir σ_{till} satt til en tre del av det som er oppgitt fra levrandør, dette for å ta hensyn til utmatting:

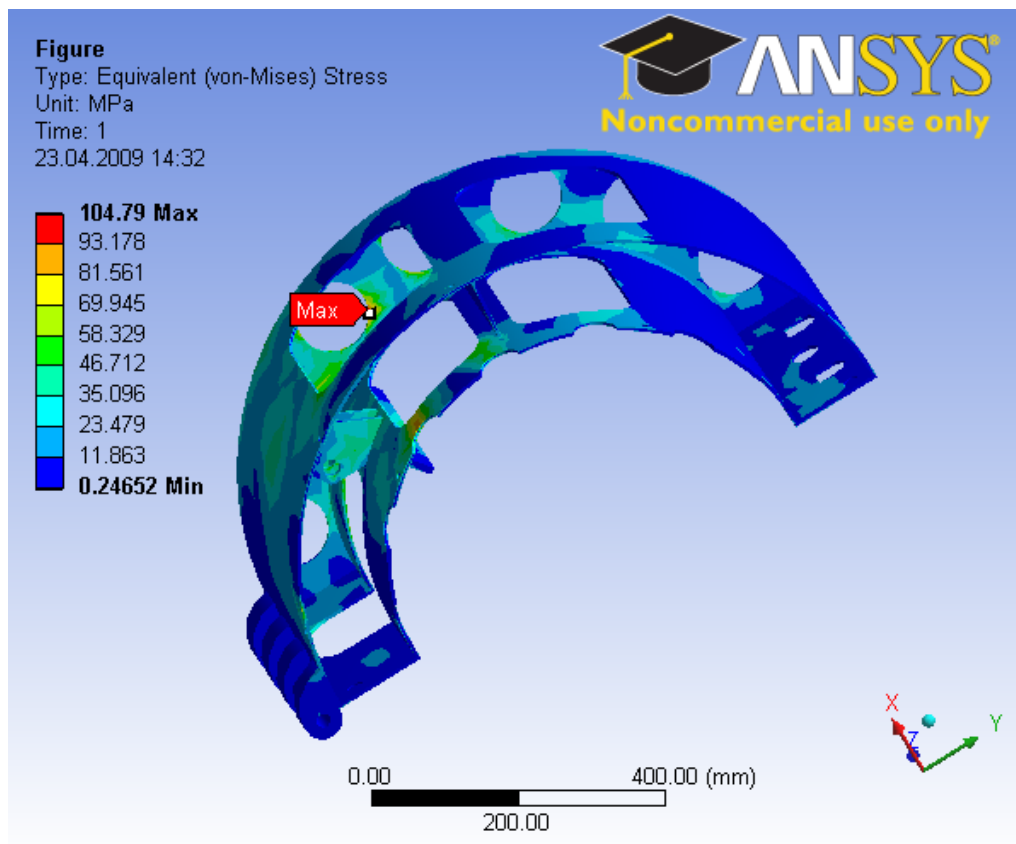
$$\sigma_{till} = \frac{700MPa}{3} = \underline{\underline{233MPa}}$$

ANSYS: 45,5 MPa (Figur 26)

God sikkerhet mot flyt.



Høyre ramme (Figur 9, del 2)
For mer detaljer se Rapport 5.



Figur 27: von-Mises stress analyse bodyright, maks spenning 104,8 MPa.

Kun gjort ANSYS beregninger på grunn av høy kompleksitet.

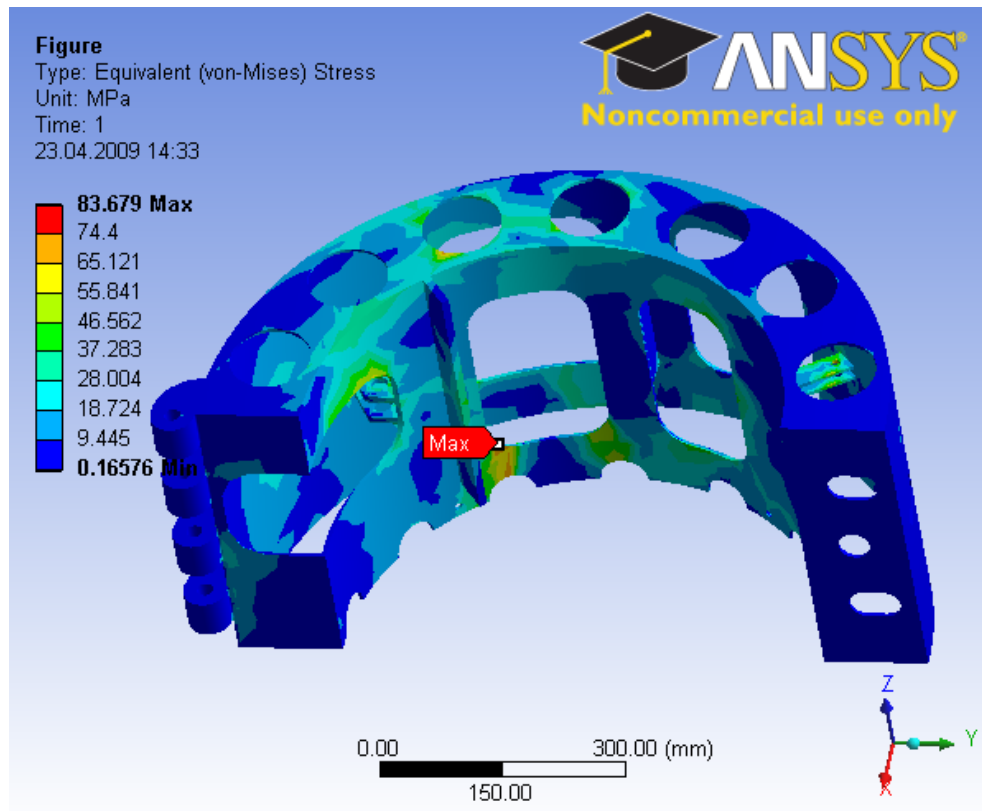
$$\sigma_{till} = \frac{250MPa}{n_2} = \frac{250MPa}{2,125} = \underline{117MPa}$$

ANSYS: 104,8 MPa (Figur 27)

Er innenfor sikkerhetsmarginen.



Venstre ramme (Figur 9, del 1)
For mer detaljer se Rapport 6.



Figur 28: von-Mises stress analyse bodyleft, maks spenning 83,7 MPa.

Kun gjort ANSYS beregninger på grunn av høy kompleksitet.

$$\sigma_{till} = \frac{250MPa}{n_2} = \frac{250MPa}{2,125} = \underline{117MPa}$$

ANSYS: 83,7 MPa (Figur 28)

Er innenfor sikkerhetsmarginen.

Beregning av trykktap vannrør

$$\Delta P_{tap} = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} = 0,018 \cdot \frac{1}{0,015} \cdot 1025 \cdot \frac{(9,43)^2}{2} = 54689Pa \approx \underline{0,55 \text{ bar/m}}^{[25]}$$

For hver meter vannrør vil en ha ett trykkfall på 0,55 bar.

²⁵ Innføring I oljehydraulikk: Knut Brautaset (s.62)



Beregne løftekraften for en dyse

I tillegg kan vi finne kreftene i vertikal plan:

$$y = 94,31 \cdot \sin(15) = \underline{24,41N}$$

$$24,41N \cdot 14 = \underline{341,7N}$$

Noe som betyr at dysene har en løftekraft på nesten 35kg.

Beregning av høytrykksvannrør

Har kontaktet DNV for å finne ut om standard tykkelse på høytrykksrør, men fikk ingen svar. Gruppen har derfor valgt en tykkelse på 5mm.

$$\begin{aligned}\sigma_{jf} &= \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_x^2 - (\sigma_x \cdot \sigma_y)^{[26]}} \\ &= \sqrt{75MPa^2 + 150MPa^2 - (75MPa \cdot 150MPa)} \\ &= \underline{129,9MPa}\end{aligned}$$

Kan nå sjekke opp mot flytgrense på valgt materiale:

Rustfritt stål (AISI 304, Tabell 3): 600MPa

Får da en sikkerhetsfaktor på:

$$\frac{600MPa}{129,9MPa} = \underline{4,62}$$

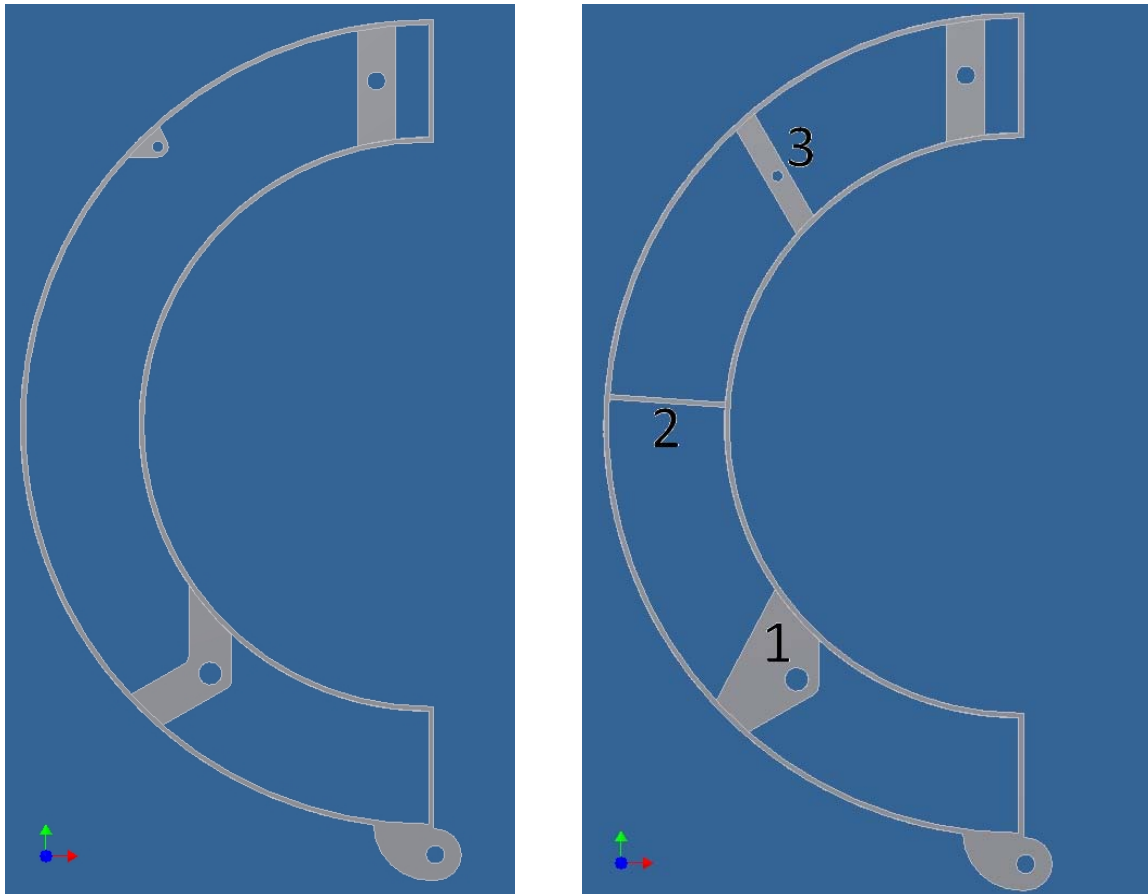
Delkonklusjon

Mye av årsaken til avvik ligger i forenklingen som blir gjort ved manuelle beregninger. Detaljenivået på enheten var høyt, noe som førte til at tilgjengelige programvare ikke klarte å gjøre beregningene. Gruppen måtte derfor beregne komponent for komponent. I tillegg måtte størrelsen på elementene økes (*mesh-grid*). Dette har nok ført til noe unøyaktighet i beregningene og bør sjekkes før eventuell produksjon.

²⁶ Forelesningsnotat maskinkonstruksjon, Ståle Pettersen (28.1.08)



Endringer på enheten etter ANSYS testing



Etter at enheten var beregnet i ANSYS måtte gruppen redigere på festene til sylindrene og stive av rammen for å få ned spenningene som oppstod i materialet.

De endringene som ble gjort:

1. La til mer gods på feste til åpne/lukke sylindren
2. La inn en vertikal plate for å stive av rammen.
3. Feste til sylindren for låsemekanismen er nå festet i begge endene av rammen.



Oppsummering

”Oppgaven går ut på å undersøke forskjellige løsninger for rask og enkel fjerning av marin begroing på rør, kabler og kjettinger, samt designe en enhet for dette. Fjerningen skal foregå offshore og skal være kostnadseffektiv. Oppgaven skal inneholde tegninger og styrkeberegning av enheten”

Det første gruppen gjorde var å ha en ”brainstorming” rundt mulige løsninger, noe som gav mange gode argumenter for ”tønneprinsippet” og høytrykkspyling med sjøvann. Deretter ble eksisterende løsninger sjekket opp, hvor vi fant en løsning som ble benyttet med høyere trykk, men et annet kjerneområde. Flere ideer fra eksisterende enhet ble benyttet da vi designet ny enhet.

Gjennom hele oppgaven ble 3-D simulering i Inventor benyttet for å komme frem til de mest hensiktsmessige løsningene.

Dersom vi ser på hele syklusen med fjerning av rørene fra offshore til land, vil enheten vår være kostnadseffektiv. Dette fordi en utfører to jobber parallelt, noen man sparer tid og penger på.

Materialvalgene som ble tatt, er på bakgrunn av operasjonsmiljøet som spylingen opererer i. Her var hovedkriteriene: korrosjonsbestandig, må ha relativ høy egenvekt, tåle høye spenninger og være prisgunstig. Standardisert utstyr ble valg hvor dette var mulig for å holde kostnaden nede.

Ferdige 2-D tegninger på alle komponentene er utarbeidet ved hjelp av AutoCad. Styrkeberegningene er beregnet manuelt og ved hjelp av ANSYS. Enkelte komponenter er kun beregnet med ANSYS, da enhetens kompleksitet og kreftene var vanskelig å beregne manuelt.



Konklusjon

Problemstillingen var å fjerne marin begroing, raskt og effektivt fra rør, kabler og kjettinger. Dette er et forholdsvis nytt problem, og vi fant fort ut at det manglet en god løsning på markedet.

Utstyr fra andre områder ble videreutviklet for å dekke dette behovet. Vi mener enheten vår er robust, universell og vil kunne dekke behovet for fjerning av marin begroing, raskt og effektivt.

Når vi ser tilbake på oppgaven kunne vi ha startet tidligere med 3-D modellering og manuelle beregninger. Dette ville spart oss for mye arbeid da feil ville blitt oppdaget enda tidligere. Det gikk mye tid i venting på e-post som kom sent eller aldri. Noe som sannsynligvis er fordi vi presenterte oss som studenter, istedenfor å bruke firmanavnet Deep Ocean.

Ordliste

Umbilical	Kabel
DNV	Det Norske Veritas
UHT	Ultra Høyt Trykk
SFT	Statens Forurensings Tilsyn
Shute	Renne
Slings	Kjetting lengder
Decommissioning	Fjerning av utstyr
Plaskzone	Mellom sjøoverflaten og dekk
Bypassventil	Ventil som frikopler systemet
Mesh-grid	Størrelse på hvert element
DP fartøy	Fartøy med Dynamisk Posisjonering
HMS	Helse/Miljø/Sikkerhet
Grease	Smøremiddel
ANSYS	Styrkeberegningsprogram
Inventor	3-D modelleringsprogram
AutoCad	2-D tegneprogram
Trenching	Undervannsgrøfting
ROV	Undervannsfarkost



Referanser

- ¹ Henning Natvig, Senioringeniør SFT (Vedlegg 4)
- ² http://assets.wwf.no/img/esv145cd058_24820.jpg (3.3.2009)
- ³ www.marinbi.com (3.3.2009)
- ⁴ www.303grsaltvik.norsknettskole.no/rur.jpg (3.3.2009)
- ⁵ Anne-Britt Gundersen, Masteroppgave NTNU Vår 2008
- ⁶ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)
- ⁷ Promac, Industrial Tools and Services, kurshefte (Tlf: 51 71 81 70)
- ⁸ Henning Natvig, Senioringeniør SFT (Vedlegg 4)
- ⁹ Jens Christian Lindaas, Førsteamanuensis ved HSH (10.10.08)
- ¹⁰ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)
- ¹¹ Espen Andersen, Project manager, Proserv (9.2.09)
- ¹² <http://www.hydroscand.com/images/products/pipes.jpg> (14.4.2009)
- ¹³ Espen Andersen, Project manager, Proserv (30.3.09)
- ¹⁴ Leif Orstad, Malm Orstad AS, Senior Project Manager, www.malmorstad.no
- ¹⁵ Jan Smith-Jacobsen, jan.smith-jacobsen@hydroscand.no, Avdelingsleder, HYDROSCAND AS
- ¹⁶ jan.smith-jacobsen@hydroscand.no, Jan Smith Jacobsen, Avdelingsleder, HYDROSCAND AS (22.4.09)
- ¹⁷ Uni Marine AS, Asbjørn Holter, um@unimarine.no (3.4.09)
- ¹⁸ Lene Noreng, Astrup AS, ln@astrup.no (22.4.09)
- ¹⁹ Leif Orstad, Malm Orstad AS, Senior Project Manager, www.malmorstad.no (23.4.09)
- ²⁰ Kenneth Veim, Christensen maskinforretning, os@maskinforretningen.no (23.4.09)
- ²¹ Espen Andersen, Project manager, Proserv AS, espen.andersen@proserv-offshore.com (17.4.09)
- ²² Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.307)
- ²³ Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.96)
- ²⁴ Konstruksjonselementer: Dahlvig med flere (s.33)
- ²⁵ Innføring I oljehydraulikk: Knut Brautaset (s.62)
- ²⁶ Forelesningsnotat maskinkonstruksjon, Ståle Pettersen (28.1.08)

Vedlegg

Innholdsfortegnelse:

MANUELLE BEREGNINGER	II
SIKKERHETSFAKTOR	II
VANNRØR OG DYSER	II
DIMENSJONERING AV RØR	IV
DYSER	V
LØFTEØRER	VII
BELASTING PÅ LÅSEBOLT	VIII
SVEISEBEREGNINGER	XI
BRUK AV KJEMIKALIER.....	XII
SJEKKLISTE	XIV
E-POST FRA SFT	XV
STYKKLISTE.....	XVI
2D TEGNINGER	XVII
ANSYS RAPPORTER.....	XXIII
AKSELSTÅL OG PRISTILBUD	LXX



Manuelle beregninger

Sikkerhetsfaktor

Gruppen har valgt å bruke litt konservative faktorer i henhold til DNV standard (Tall hentet hos Deep Ocean).

M = Materialfaktor:	1,25
D = Designfaktor:	1,7
L = Løftfaktor:	2

Bruker derfor sikkerhetsfaktor på løfteutstyr $n_1 = M \cdot D \cdot L = 1,25 \cdot 1,7 \cdot 2 = \underline{4,25}$ og på resten bruker vi $n_2 = M \cdot D = 1,25 \cdot 1,7 = \underline{2,125}$.

Vannrør og dyser

Består av 2 rør som hver har 7 dyser. Valgt indre diameter på vannrør til 0,015m og indre dyseåpning er 0,00085m. Dysene har 15 grader helning. (Andersen, Proserv, 2.2.09)

Egenvekten til sjøvann er $1025 \frac{kg}{m^3}$. Pumpen leverer en vannmengde på $194 \frac{l}{min}$, må

finne antall kubikk per sekund:

$$Q_{pumpe} = 194 \frac{l}{min} = \frac{194}{60 \cdot 1000} = 3,23 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Kan da finne indre arealet:

$$A_{røri} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,015^2 m}{4} = \underline{1,77 \cdot 10^{-4} m^2}$$

Siden vi vet volumstrømmen til pumpen vil den fordele seg på de to rørene og vi får vannmengden i rørene til å bli:

$$Q_{rør} = \frac{3,23 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{2} = 1,62 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Nå kan vi finne farten i røret v_0 :

$$v_0 = \frac{Q_{rør}}{A_{røri}} = \frac{1,62 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{1,77 \cdot 10^{-4} m^2} = \underline{9,15 \frac{m}{s}}$$



Vet volumstrømmen og egenvekten til sjøvann, kan da finne massestrømmen:

$$\dot{m} = Q_{rør} \cdot \rho = 1,62 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1025 \text{ kg}/\text{m}^3 = 1,66 \text{ kg}/\text{s}$$

Må finne arealet til dysen:

$$A_{dysen} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,00085^2 \text{ m}}{4} = \underline{5,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2}$$

Kan også finne volumstrømmen i dysåpningen med 7 dyser:

$$Q_{dysen} = \frac{3,23 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{7 \cdot 2} = 2,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = \underline{14 \text{ l} / \text{min}}$$

Dermed kan vi finne farten i dysen:

$$v_1 = \frac{Q_{dysen}}{A_{dysen}} = \frac{2,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}}{5,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2} = \underline{407,41 \text{ m}/\text{s}}$$

Kan også finne massestrømmen gjennom hver dyse:

$$\dot{m} = Q_{dysen} \cdot \rho = 2,31 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1025 \text{ kg}/\text{m}^3 = 0,2368 \text{ kg}/\text{s}$$

Det går nå an å finne kraften som hver dyse påvirker enhet med, setter Δt til 1 sekund:

$$F = \dot{m} \cdot a, \quad \text{hvor } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_0}{1 \text{ s}}$$
$$F = \dot{m} \cdot \Delta t \cdot \frac{v_1 - v_0}{1 \text{ s}} = 0,2368 \text{ kg}/\text{s} \cdot 1 \text{ s} \cdot \frac{407,41 \text{ m}/\text{s} - 9,15 \text{ m}/\text{s}}{1 \text{ s}} = \underline{94,31 \text{ N}}$$



Dimensjonering av rør

Trykket i røret er $1000 \cdot 10^5 Pa$, røret har en tykkelse på 0,005m og en indre diameter på 0,015m.

Kan da finne aksielle spenninger:

$$\sigma_y = \frac{P \cdot \pi \cdot (d_i)^2}{4 \cdot \pi \cdot d_i \cdot t} = \frac{P \cdot d_i}{4 \cdot t} = \frac{1000 \cdot 10^5 Pa \cdot 0,015m}{4 \cdot 0,005m} = 75 \cdot 10^6 Pa = \underline{75MPa}$$

I tillegg kan vi finne tangentielle spenninger:

$$\sigma_x = \frac{P \cdot d_i \cdot L}{2 \cdot L \cdot t} = \frac{P \cdot d_i}{2 \cdot t} = \frac{1000 \cdot 10^5 Pa \cdot 0,015m}{2 \cdot 0,005m} = 150 \cdot 10^6 Pa = \underline{150MPa}$$

Går nå an å finne jamføringsspenninger:

$$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_x^2 - (\sigma_x \cdot \sigma_y) + 3 \cdot \tau_{xy}} \quad , \text{ ser bort fra } \tau_{xy} \text{ da den blir veldig liten.}$$
$$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_x^2 - (\sigma_x \cdot \sigma_y)} = \sqrt{75MPa^2 + 150MPa^2 - (75MPa \cdot 150MPa)}$$
$$= \underline{129,9MPa}$$

Kan nå sjekke opp mot flytgrense på valgt materiale:

Rustfritt stål (AISI S 32750, Tabell 3): 530 MPa

Får da en sikkerhetsfaktor på:

$$\frac{530MPa}{129,9MPa} = \underline{4}$$

Høytrykksvannrør (Turbulent eller laminær):

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{4 \cdot \frac{100}{1000 \cdot 60} m^3/s}{\pi \cdot (0,015)^2 m} = \underline{9,43 m/s}$$

Får en liten unøyaktighet da kinematisk viskositet for vann (ved 4 grader) blir brukt og ikke sjøvann:

$$v = \frac{1,78 \cdot 10^{-6}}{1 + 0,0377 \cdot 4 + 0,000221 \cdot (4)^2} = \underline{1,5637 \cdot 10^{-6}}$$



Kan da finne reynoldstallet og avgjøre om det er turbulent eller laminær:

$$Re = \frac{v \cdot d_i}{\nu} = \frac{9,43 \text{ m/s} \cdot 0,015 \text{ m}}{1,5637 \cdot 10^{-6}} = \underline{90458,5}$$

$$90458,5 \gg 2300 \Rightarrow \underline{\text{Turbulent strømming}}$$

Kan da finne ut hvor stort trykk tap en får pr. meter:

$$\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}} = \frac{0,316}{90458,5^{0,25}} = \underline{0,018}$$

$$\Delta P_{tap} = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} = 0,018 \cdot \frac{1}{0,015} \cdot 1025 \cdot \frac{(9,43)^2}{2} = 54689 \text{ Pa} \approx \underline{0,55 \text{ bar/m}}$$

For hver meter vannledning vil en ha ett trykkfall på 0,55 bar.

Dyser

Momentet som dysene gir mot hengslene:

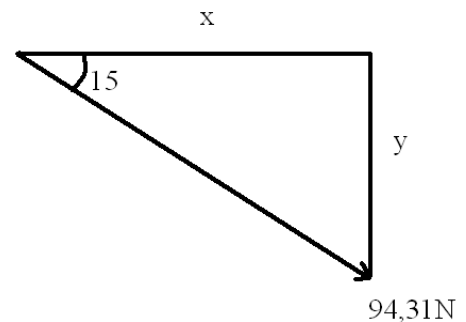
Kraft normalt fra dysen: 94,31N

Kan da ved hjelp av vist figur finne kraft i horisontalplan:

$$x = 94,31 \cdot \cos(15) = \underline{91,09N}$$

I tillegg kan vi finne kreftene i vertikal plan:

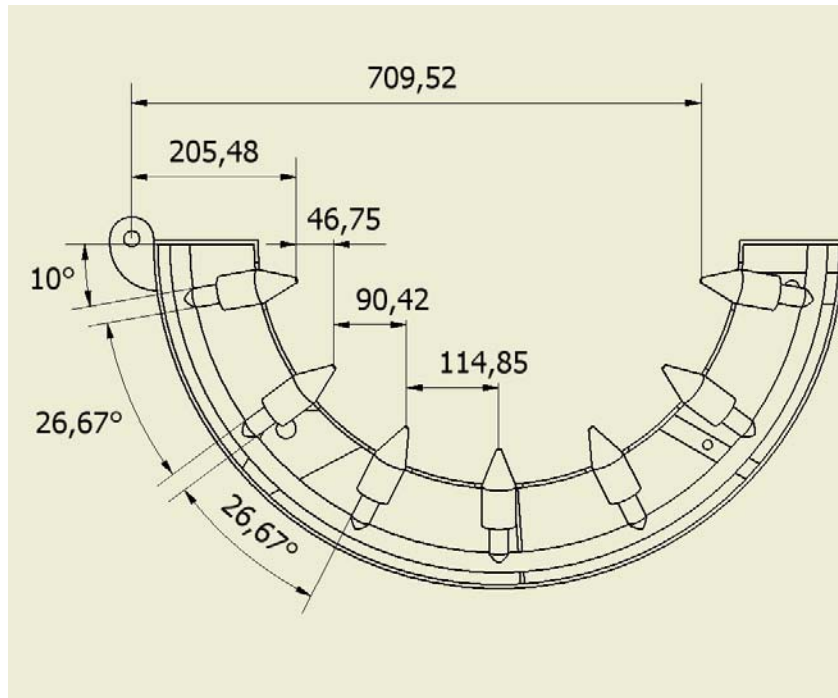
$$y = 94,31 \cdot \sin(15) = \underline{24,41N}$$



Har nå funnet løftekraften for en dyse, finner totalen med å gange med antall dyser:

$$24,41N \cdot 14 = \underline{341,7N}$$

Nedenfor er en tabell for kreftene hver dyse virker på enheten og momentet dysen avgir. Gruppen har gjort beregninger på 7 dyser, da de 7 andre blir like.



	Avstand (mm)	Vinkel i grader	Kraft i y-retning (N)	Moment (Nm)
Dyse 1	205,48	10	$F = 94,31 \cdot \sin 10$ $= \underline{16,38N}$	$M = \frac{205,48 \cdot 16,38}{1000}$ $= \underline{3,37Nm}$
Dyse 2	252,23	$36 \frac{2}{3}$	$F = 94,31 \cdot \sin 36 \frac{2}{3}$ $= \underline{56,32N}$	$M = \frac{252,26 \cdot 56,32}{1000}$ $= \underline{14,21Nm}$
Dyse 3	342,65	$63 \frac{1}{3}$	$\underline{84,28N}$	28,88Nm
Dyse 4	457,5	90	94,31N	43,15Nm
Dyse 5	572,35	$116 \frac{2}{3}$	84,28N	48,24Nm
Dyse 6	662,77	$143 \frac{1}{3}$	56,32N	37,33Nm
Dyse 7	709,52	170	16,38N	11,62Nm
Totalt moment				$M = 186,78 \cdot 2$ $= \underline{373,55Nm}$



Løfteører

Finner minimums areal som løfteøret må ha med en sikkerhetsfaktor på 4,25. Dimensjonerer det slik at et øret skal kunne ta hele belastningen:

Flytgrense: $P = 250\text{MPa}$ Sikkerhetsfaktor: $n_1 = 4,25$

Massen er beregnet med Inventor:

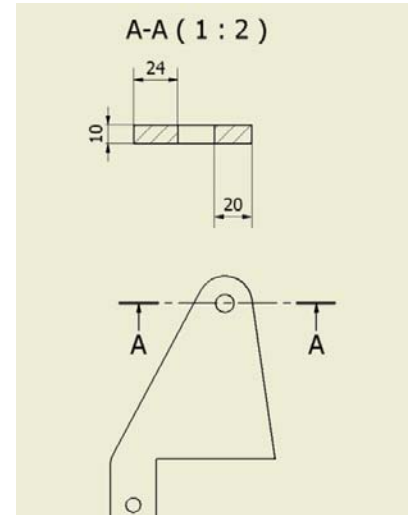
$$m = 200\text{kg}$$

$$F = m \cdot g = 200\text{kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = \underline{1962\text{N}}$$

$$\sigma_{till} = \frac{\sigma_{flyt}}{n_1} = \frac{250\text{MPa}}{4,25} = \underline{58,8\text{MPa}}$$

$$\sigma_{till} = \frac{F}{A_{min}} \Rightarrow A_{min} = \frac{F}{\sigma_{till}} = \frac{1962\text{N}}{58,8\text{MPa}} = \underline{33,4\text{mm}^2}$$

Ser ut ifra Figur 29 at det er god margin, med sine 44mm^2 .



Figur 29 Snitt av løfteøre

Løfteører sveis:

Platetykkelse: 5mm $F = 1962\text{N}$ $L = 130\text{mm}$

Flytgrense: 250MPa Faktor: $n_1 = 4,25$

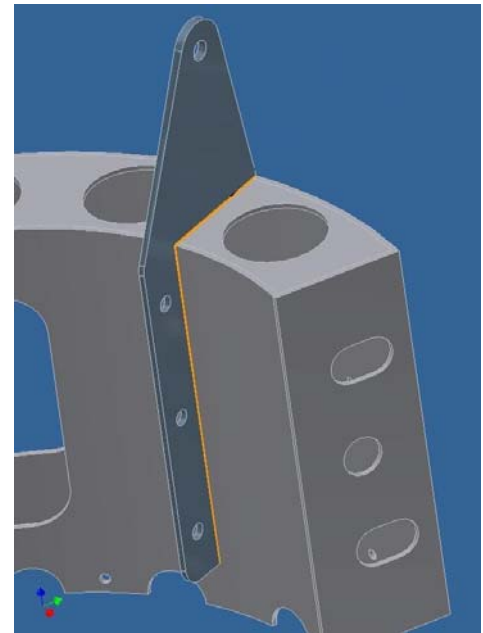
$$\sigma_{till} = \frac{\sigma_{flyt}}{n_1} = \frac{250\text{MPa}}{4,25} = \underline{58,8\text{MPa}}$$

Kilesveiser som overfører krefter, må ha a-mål på minst 3mm. På den andre siden er det ikke tillatt å regne med større a-mål enn $0,7 \cdot$ minste platetykkelse. (Konstruksjonselementer, s.33)

Største mulig a-mål: $0,7 \cdot 5\text{mm} = 3,5\text{mm}$

Gruppen velger a-mål = 3mm

Deler på $\sqrt{2}$ fordi løfteørene skal festes normalt på toppen av enheten.



Figur 30: Sveis på løfteøret med 3mm a-mål



Har formelen:

$$\sigma_{till} = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot a \cdot l}$$

Hvor effektiv lengde $l = (L - 2 \cdot a)$

$$\Rightarrow \sigma_{till} = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot a \cdot (L - 2 \cdot a)}$$

Deler så på 2 fordi det er en sveis på hver side av løfteøret:

$$\sigma_{till} = \frac{F}{2\sqrt{2} \cdot a \cdot (L - 2 \cdot a)} = \frac{F}{2\sqrt{2} \cdot 3\text{mm} \cdot (130\text{mm} - 6\text{mm})}$$
$$\Rightarrow F = \sigma_{tillat} \cdot 2\sqrt{2} \cdot 372\text{mm} = \underline{61867\text{N}}$$

En får da en sikkerhetsfaktor på:

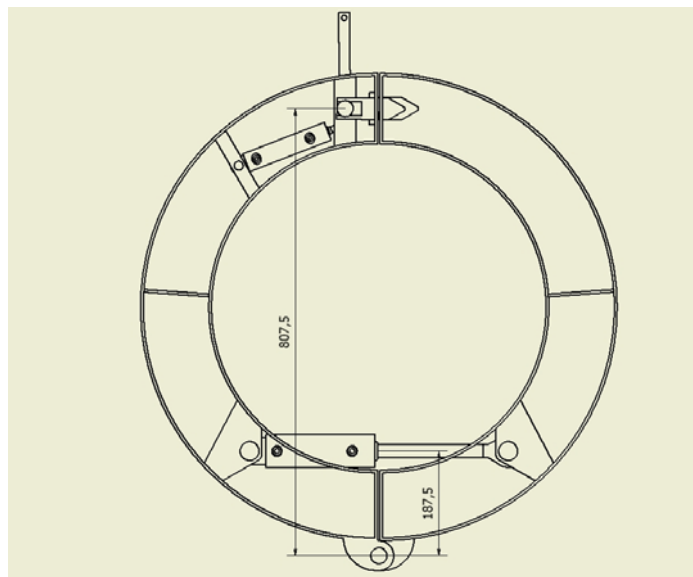
$$\frac{61867\text{N}}{1962\text{N}} \approx \underline{31}$$

På grunn av usikkerheten rundt hvilke påkjenninger en får ved operasjon, velger gruppen å ha en så stor sikkerhetsmargin. Løfteørene blir også sveist ned langs siden, men valgte å ikke ta med dette.

Belasting på låsebolt

Låsebolten blir produsert i rustfritt stål med en flytgrense på 250 MPa.

Må først finne kreftene som låsebolten blir utsatt for, kan finne dette ved hjelp av de totale kreftene som åpnesylindren påvirker spyleenheten med:



Figur 31: Avstand fra dreieakse til åpnesylinder og låsebolter



$$F_{\lambda} = A_{Sylinder} P_{Arbeidstrykk} = 0,00126m^2 \cdot 200 \cdot 10^5 Pa = \underline{25200N}$$

Kan da finne momentet dette skaper i enheten: SKISSE med avstand fra dreieakse!

Avstanden fra senter dreieakse til senter åpnesylinder er $L_{lukket} = 0,1875m$

$$M = F_{\lambda} \cdot L_{lukket} = 25200N \cdot 0,1875m = \underline{4725Nm}$$

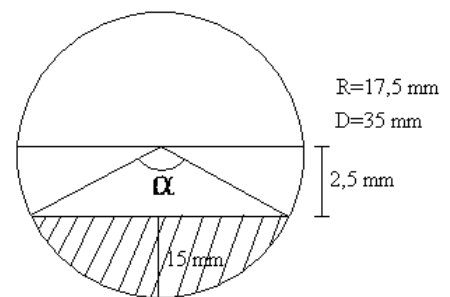
Kan da finne kreftene fra sylindere:

$$F_{bolter} = \frac{M}{l} = \frac{4725Nm}{0,8075m} = \underline{5851N}$$

Finner så arealet på låseoverflaten (Skravert felt):

Begynner med å finne vinkelen α i radianer:

$$\alpha = \left(2 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{2,5}{17,5} \right) \right) = \underline{2,86}$$



Kan nå finne arealet:

$$A = \frac{1}{2} \cdot R^2 (\alpha - \sin \alpha) \quad (\text{Matematikk.net, 3.3.2009})$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (17,5mm)^2 \cdot (2,86 - \sin(2,86)) = \underline{395,4mm^2}$$

Kan nå finne belastningen på låseboltene inklusive sikkerhetsfaktor:

Ganger arealet med 2 fordi det er 2 låsebolter.

$$\sigma = \frac{F_{bolter}}{A \cdot 2} = \frac{5851N}{394,6mm^2 \cdot 2} = \underline{7,4MPa}$$

Finner så sikkerhetsfaktoren:

$$\sigma_{tillat} = \frac{\sigma_{flyt}}{n_2} = \frac{250MPa}{2,125} = \underline{117,6MPa}$$

$$\frac{117,6MPa}{7,4MPa} = \underline{15,9}$$

Velger å ha så stor sikkerhetsfaktor fordi i visse tilfeller kan en låsebolt få all belastningen.



Avskjæringsspenning i låseboltaksling:

Sikkerhetsfaktor $n_2 = 2,125$

$$\tau_{\perp} = \frac{F_{bolter}}{2 \cdot A} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d^2} = \frac{2 \cdot 5851N}{\pi \cdot (15mm)^2} = \underline{16,6MPa}$$

Jevnføringsspenning:

$$\sigma_j = \sqrt{3 \cdot \tau_{\perp}^2} = \sqrt{3 \cdot 16,6^2 MPa} = \underline{\underline{28,8MPa}}$$

Kan da finne sikkerhetsmarginen:

Ser at spenningen ligger godt under flytgrensen på 117 MPa.

Belastning på låseboltaksel:

Her blir σ_{till} satt til en tre del av det som er oppgitt fra levrandsør, dette for å ta hensyn til utmatting.

$$\sigma_{till} = \frac{700MPa}{3} = \underline{233MPa}$$

Låseboltene er blitt montert direkte over aksselfestene, dette gjør at det ikke blir et bøyemoment på akselen. En kan da regne ut minimum diameter på akselen:

$$M_v = F_{lås.syl} \cdot l = 6283N \cdot 0,03m = \underline{188,5Nm}$$

$$\sigma_{till} = \frac{\sqrt{M_b^2 + 0,75 \cdot (1 \cdot M_v)^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}}$$

Snur, og finner et uttrykk for d:

$$d = \sqrt[3]{\frac{0,75 \cdot (188500Nmm)^2}{\pi \cdot 233}} = \underline{19,25mm}$$

Ser da at minimums diameter er 19,25mm, runder derfor opp til 20mm aksel.

Kan nå finne maks tillatt spenning:

$$\sigma_{till} = \frac{\sqrt{M_b^2 + 0,75 \cdot (1 \cdot M_v)^2}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{\sqrt{0,75 \cdot (188500)^2}}{\frac{\pi \cdot 20^3}{32}} = \underline{207,85MPa}$$



Hulltrykksspenning:

Låseboltaksel:

$$\sigma_H = \frac{F_{\text{låsebolt}}}{t \cdot d_{\text{akselhull}}} = \frac{4600N}{10\text{mm} \cdot 20\text{mm}} = 23 \text{ N/mm}^2 = \underline{\underline{23\text{MPa}}}$$

Ser at dette er langt under flytgrensen $\sigma_{\text{till}} = \frac{250\text{MPa}}{n_2} = \frac{250\text{MPa}}{2,125} = \underline{\underline{117\text{MPa}}}$

Sylinderfeste til åpnesylinder:

$$\sigma_H = \frac{F_{\text{Åpnesylinder}}}{t \cdot d_{\text{bolt}}} = \frac{39270N}{20\text{mm} \cdot 25\text{mm}} = \underline{\underline{78,5\text{MPa}}}$$

God margin til flytgrensen.

Sylinderfeste til åpnesylinder:

$$\sigma_H = \frac{F_{\text{Låsesylinder}}}{t \cdot d_{\text{bolt}}} = \frac{6283N}{10\text{mm} \cdot 12\text{mm}} = \underline{\underline{52,5\text{MPa}}}$$

God margin til flytgrensen.

Sveiseberegninger

Beregning av sveisen på festene til åpne/lukke sylinder:

Har valgt å ha 5 mm a-mål, dette for å ha en sveis med minimum lengde på 7 ganger a-målet(ref 26).

$$\sigma_{\text{tillat}} = \frac{\sigma_{\text{Flytspenning}}}{n_2} = \frac{250\text{MPa}}{2,125} = \underline{\underline{117,6\text{MPa}}}$$
$$l = L - 2 \cdot a = 45\text{mm} - 2 \cdot 5\text{mm} = \underline{\underline{35\text{mm}}}$$

Kan nå finne arealet av en sveis:

$$A = l \cdot a = 35\text{mm} \cdot 5\text{mm} = \underline{\underline{175\text{mm}^2}}$$

Tar utgangspunkt i at en skal ha 4 sveiser, får da et areal på 700mm^2 .

Kan nå finne σ , Den blir lik i parallell og vinkelrett siden vinkelen på kreftene er 45 grader.

$$\sigma = \frac{F \cdot \sin 45}{A} = \frac{20000N \cdot \sin 45}{700\text{mm}^2} = \underline{\underline{20,2\text{MPa}}}$$

Ser at denne spenningen ligger langt under flytspenningen.



Beregning av sveisen på festene til låsesylindren:

Finner først arealet sveisen må ha:

Total sveisbar lengde: 78,4mm

$$A = \frac{F \cdot \sin 45}{\sigma_{tillat}} = \frac{6500 \cdot \sin 45}{117,65 \cdot 10^6} = 3,9 \cdot 10^{-5} m^2$$

$$A = a(L - 2a)$$

Sveiselengde må være 7a

$$7a = 25 - 2a$$

$$a = \frac{25}{9} = 2,7 \text{ mm}$$

Finner så totale lengde på sveisen

$$L = \frac{A + 2a^2}{a} = \frac{3,9 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 0,0027^2}{0,0027} = \underline{19,8 \text{ mm}}$$

Ser om lengden innfrir kravet om 7a

$$7a = 7 \cdot 2,7 = 18,9 \text{ mm}$$

Ser at total sveisbar lengde er mye mer en minimumskravet.

Vedlegg 2: Nutriox

Bruk av kjemikalier

Det finnes flere typer kjemikalier for fjerning av lukt, men flere av dem har strenge krav til oppbevaring og behandling av avfall. Denne ekstra kostnaden kan være nødvendig dersom en ikke klarer å fjerne all begroingen på ordinært vis og det er et ønske å få vekk all lukt.

Som et "snillere" alternativ her kan Nutriox nevnes. Dette stoffet er ikke farlig og produktet er veldig brukervennlig i forbindelse med eventuell lekkasje, det eneste en trenger å gjøre er å skylle vekk med nok vann. Nutriox har ingen krav til opplagring eller behandling etter bruk i henhold til EU-direktiv 91/689/EF. Det er egentlig ikke stilt krav til ett datablad heller da produktet ikke er farlig. Det eneste produsenten, Yara, anbefaler er at en bruker hansker og briller.

Tanken bak Nutriox er at den ikke skal fungere som en luktbegrenser, den skal hindre at lukt oppstår. Dette produktet bør derfor påføres så tidlig som mulig. (Gundersen, 2008)

Nutriox, er et brukervennlig tilsetningsstoff som på en biologisk måte kan hindre dannelse av hydrogensulfid (H_2S). Denne gassen forårsaker et ubehagelig arbeidsmiljø pga lukt.

Hydrogensulfid og relaterte farlige gasser, oppstår når tilgjengelig oksygen i marin



begroingen er forbrukt. Med bruk av Nutriox sørger en for at en foretrukken bakteriekultur blir dannet slik at produksjon av farlige gasser forhindres. (Yara, 2009)

De fleste bakterier skaffer seg energi ved nedbrytning av organiske forbindelser. Til dette trenger de et oksidasjonsmiddel eller en såkalt elektronakseptor. Under nedbrytningsprosessene blir de organiske forbindelsene oksidert, mens elektronakseptoren blir redusert.

Eksempler for elektronakseptorer er O_2 , NO_3^- , SO_4^- , ...

Disse reduseres til henholdsvis H_2O , N_2 , H_2S , ...

Oksygen er den elektronakseptor som gir størst energiutbytte for bakteriene og som derfor vil forbrukes først. Nitrat gir nest størst energiutbytte og vil bli utnyttet etter at oksygenet er brukt opp.

Videre vil $Mn(IV)$, $Fe(III)$, SO_4^{2-} og CO_2 bli utnyttet i nevnte rekkefølge.

I mange avfallsprosesser er vanligvis oksygen og sulfat de kvantitativt viktigste elektronakseptorene, mens nitratkonsentrasjonen som regel er lav.

Dette betyr at det oppstår fare for H_2S -dannelse nesten umiddelbart etter at oksygenet er forbrukt.

Prinsippet for NUTRIOX-prosessen er at man tilfører en konsentrert nitratløsning (NUTRIOX), slik at bakteriene begynner å utnytte nitrat som elektronakseptor istedenfor sulfat etter at oksygenet er brukt opp. Organiske forbindelser vil da bli nedbrutt ved denitrifikasjon istedenfor sulfatreduksjon, og det blir produsert N_2 gass som sluttprodukt istedenfor H_2S . Denitrifikasjonsprosessen kan beskrives ved hjelp av følgende reaksjonsligning der $[CH_2O]$ er brukt som en generell formel for organiske forbindelser: $5[CH_2O] + 4 NO_3^- + 4 H^+ \rightarrow 5CO_2 + 2 N_2 + 7 H_2O$

NUTRIOX-dosering kan også bidra til at H_2S som allerede er tilstede blir fjernet ved oksidasjon. Følgende reaksjon er katalysert av bakterien *Thiobacillus denitrificans*: $5 HS^- + 3H^+ + 8NO_3^- \rightarrow 5 SO_4^{2-} + 4 H_2O + 4 N_2$

NUTRIOX-prosessen kan altså både forhindre dannelse av H_2S og bidra til å fjerne H_2S som allerede er dannet. (Lehfeldt, Yara mail 03.03.09)

Leveringsform:	Kostnad:
Containere a 1150 kg	inkl containere ca. 5 kr/kg
Bulk inntil a 9000 kg	30 % lavere

Bulk inntil a 20 000 kg ytterligere 20 % lavere
(# Dersom Yara kan kjøre direkte med bulkbil fra Porsgrunn er det mye å spare.)

Som utgangspunkt leveres Nutriox til avløpsvann, slam og septikk, men i samtale med AF Decom ble vi informert at dette også kan benyttes for å hindre luktdannelse ved marin begroing. Nutriox blir benyttet inne på Vats med tilfredsstillende resultater (Lærdal, AF Decom Møte 17.02.09)

For datablad Nutriox: www.yara.no
(Gass og Kjemikalier -> Produkter og tjenester -> HMS-datablad -> "produktnavn")



Sjekkliste

Sjekkliste ved oppstart av spyleenhet	
Dato:	Kl:
	Initialer
1. Operatører må være kvalifisert og iført riktig verneutstyr	
2. Vannfilter kontrollert	
3. Vanntilførsel og vannkvalitet kontrolleres	
4. Kontrollere sperringer og skilting	
5. Sjekke samtlige slanger for skade og unormalitet	
6. Samtlige slangekoplinger skal sjekkes om de har sikring	
7. Kontrollere maksimum trykk	
8. Flush gjennom slanger før montering av dyse	
9. Riktig type dyse og antall montert	
10. Oljefilter kontrollert	
11. Oljenivå kontrollert	
12. Sjekke sylindere og pumper for lekkasjer og skader	
13. Er relevant prosedyre lest og forstått av all involvert personell	
14. Sjekke hvor sjøvannsinntaket er i forhold til spyleoperasjon	
<hr/> Navn	<hr/> Signatur



E-post fra SFT

Henning Natvig <henning.natvig@sft.no> skrev:

- >Hei
- >
- >Fjerning av begroing fra rør og kabler og utslipp av de avspylte massene
- >offshore er ikke noe problem forutsatt at den avspylte begroingen ikke
- >inneholder forurensning som malingsrester eller andre fremmedstoffer. Dette
- >gjelder dersom arbeidet og utslippene foregår i den lokasjonen som kablene
- >og rørene befinner seg allerede.
- >
- >Dersom kablene og rørene tas opp og bringes til land for rengjøring vil
- >gjeldende utslippsbetingelser for den bedriften som utfører arbeidet
- >gjelde.
- >
- >Med vennlig hilsen
- >
- >Henning Natvig

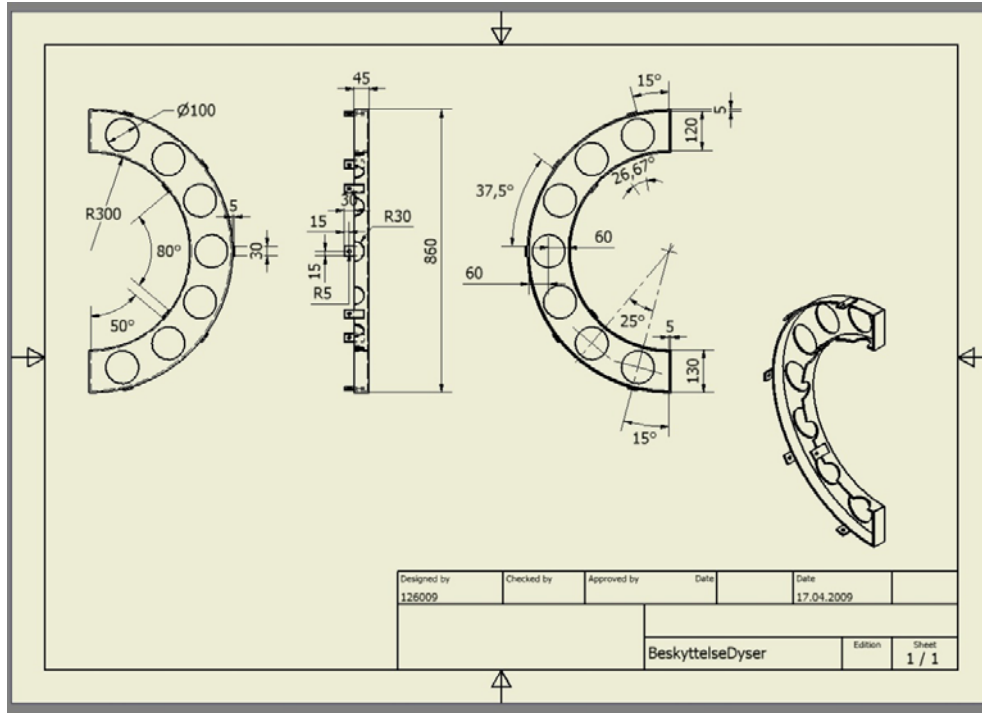


Stykkliste

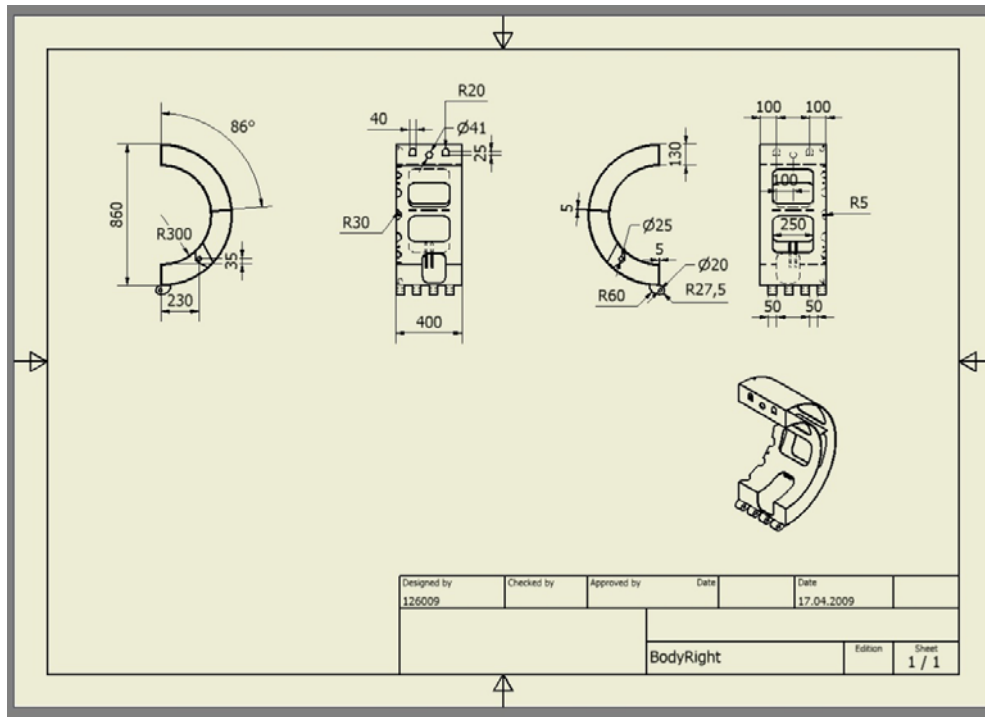
Nummer:	Antall:	Komponent:	Tegningsnummer:
1	1	Venstre ramme	Figur 34
2	1	Høyre ramme	Figur 33
3	2	Høytrykksrør	Figur 38
4	14	Turbodyser (1000bar)	Ikke 2D tegning
5	1	Hengslebolt	Ikke 2D tegning
6	1	Åpne/lukke sylinder	Ikke 2D tegning
7	1	Stempelstang til åpne/lukke sylinder	Ikke 2D tegning
8	2	Bunnplaten	Figur 32
9	14	M10x25mm	Ikke 2D tegning
10	2	M24x80mm	Ikke 2D tegning
11	2	Topplukk	Figur 40
12	4	Løfteøre	Figur 35
13	8	Traktfeste	Figur 42
14	12	M16x55mm	Ikke 2D tegning
15	2	Trakt	Figur 41
16	2	Låsebolt	Figur 36
17	1	Sentreringsbolt	Figur 39
18	1	Låseboltstag og aksling	Figur 37
19	1	Låsesylinder	Ikke 2D tegning
20	1	Stempelstang til låsesylinder	Ikke 2D tegning
21	2	M12x50mm	Ikke 2D tegning
22	1	Gummidemper	Figur 43
23	14	M10 låsemutter	Ikke 2D tegning
24	2	M12 låsemutter	Ikke 2D tegning
25	12	M16 låsemutter	Ikke 2D tegning
26	2	M24 låsemutter	Ikke 2D tegning



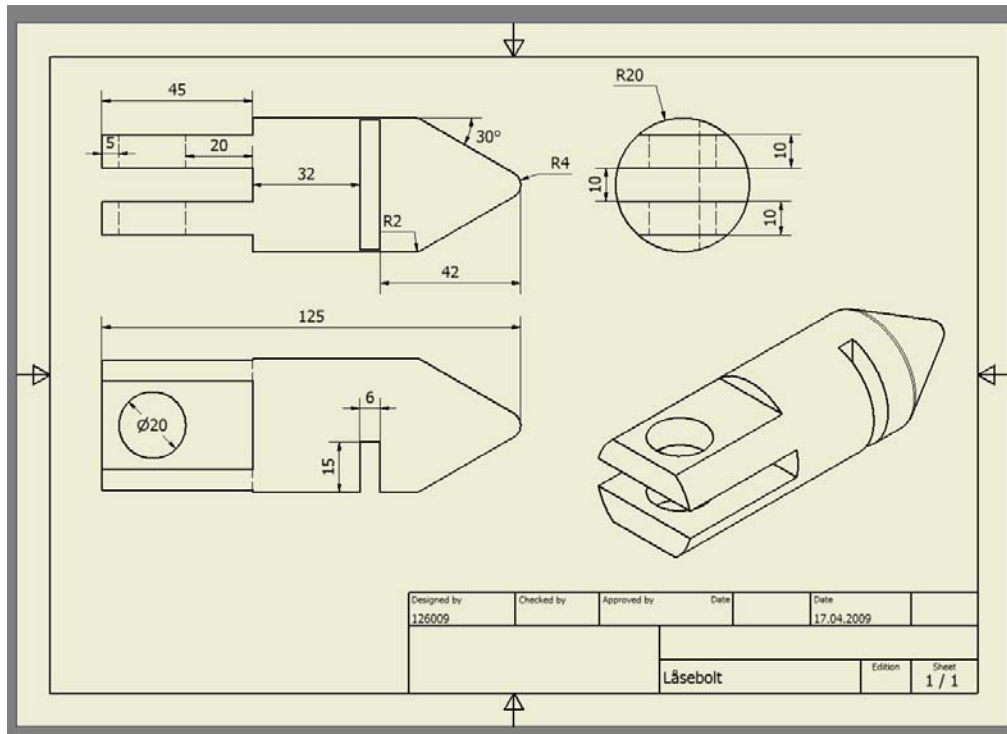
2D Tegninger



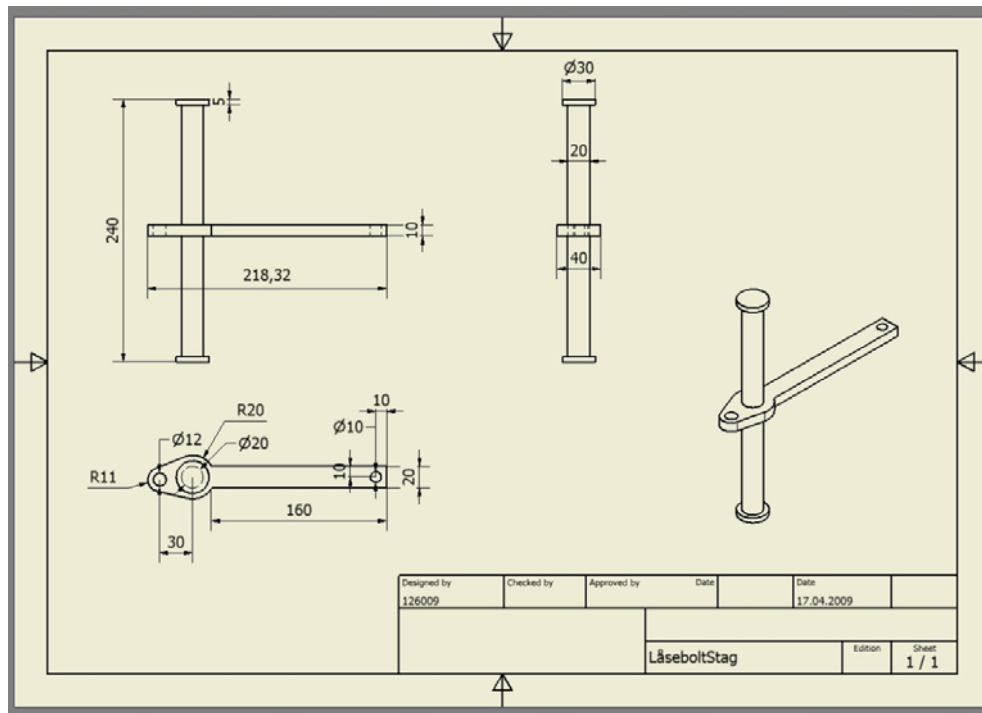
Figur 32 Bunnplaten 2D



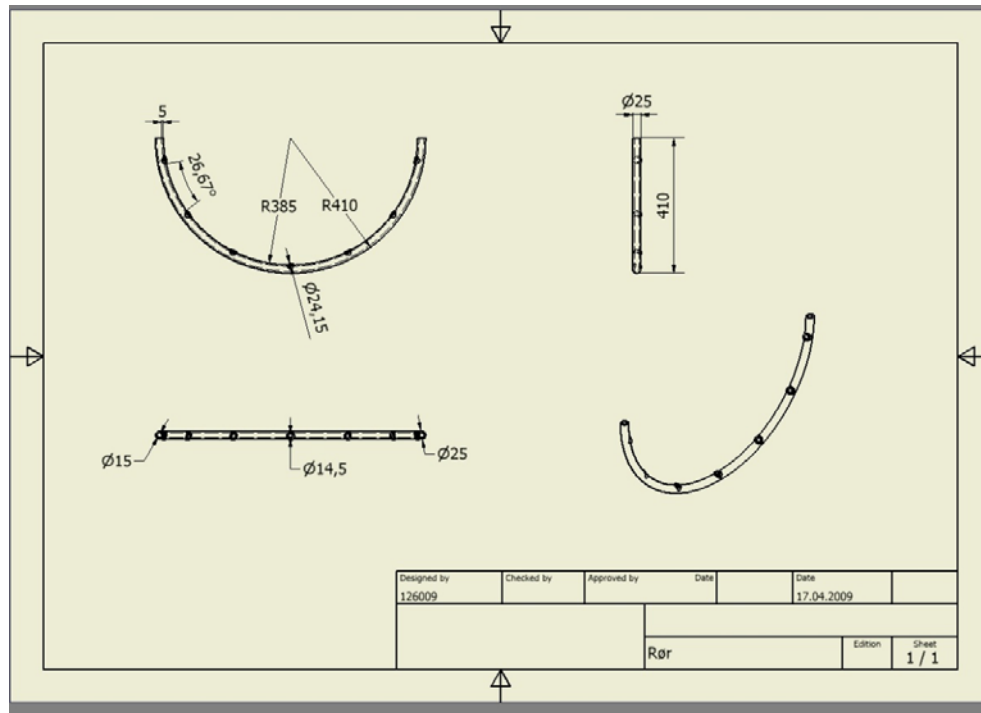
Figur 33 Høyre ramme 2D



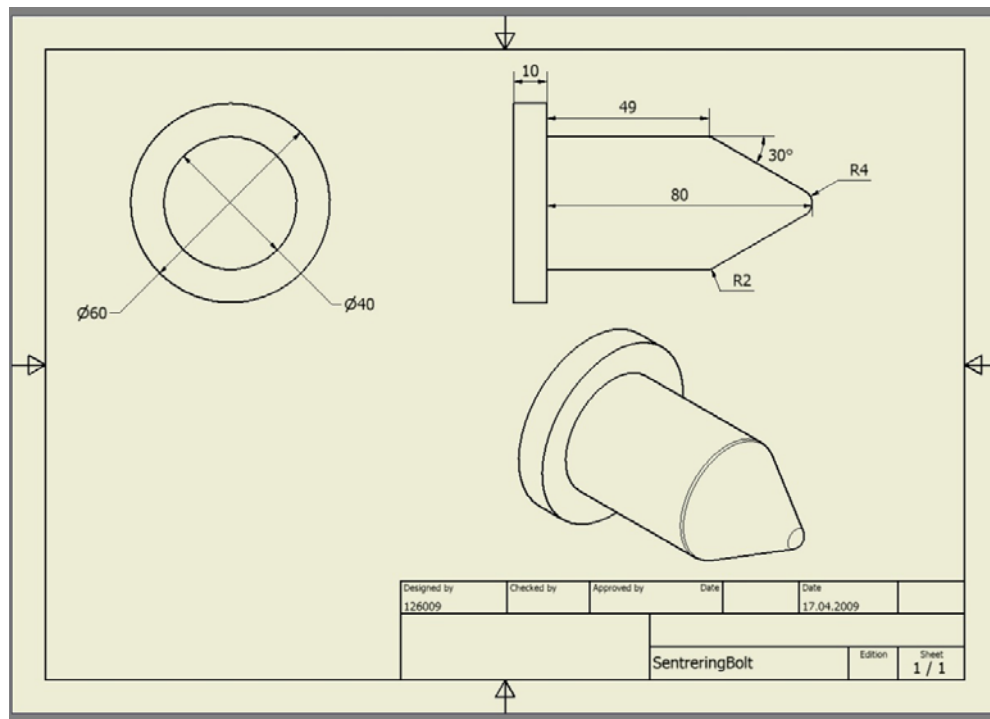
Figur 36 Låsebolt 2D



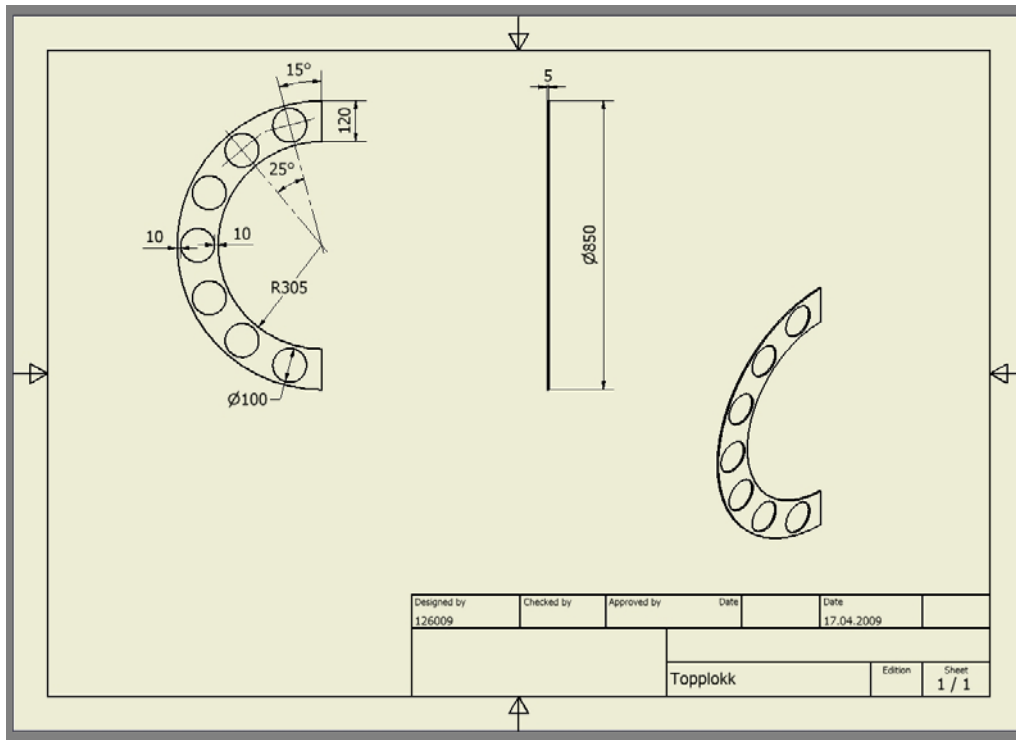
Figur 37 Låseboltstag 2D



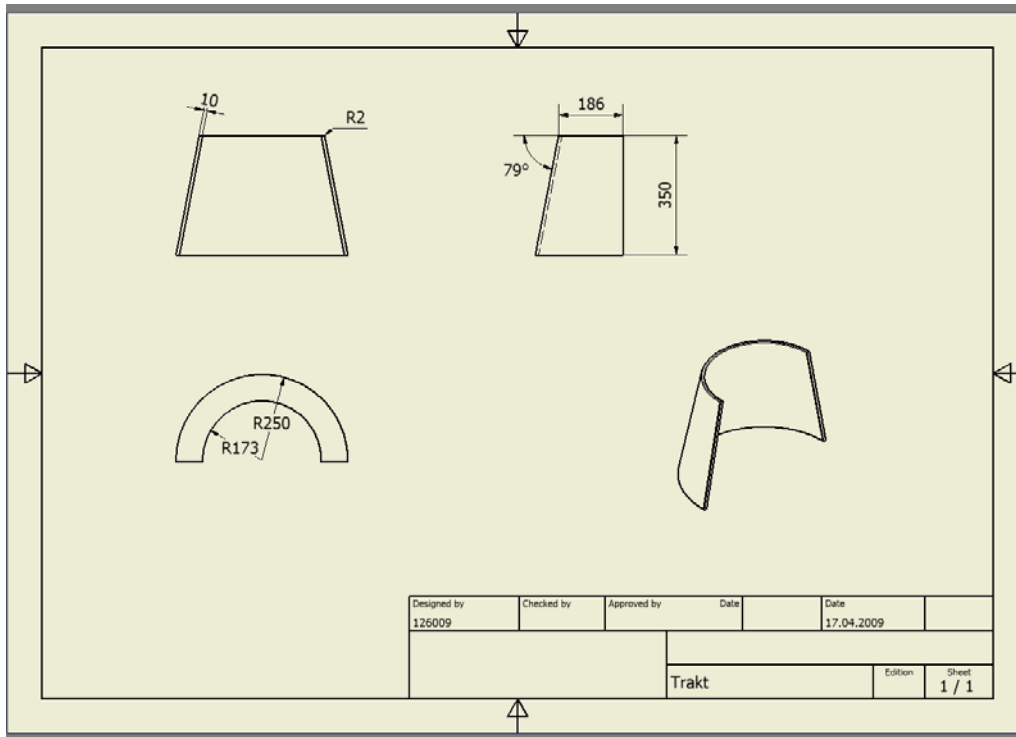
Figur 38 Høytrykksrør 2D



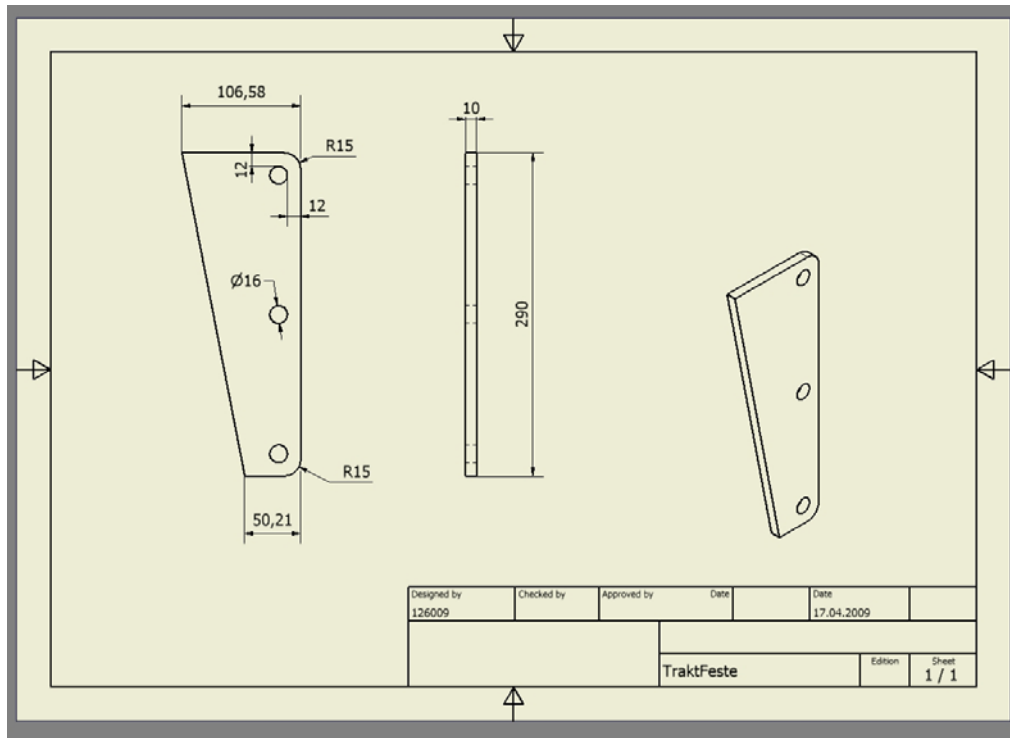
Figur 39 Sentreringsbolt 2D



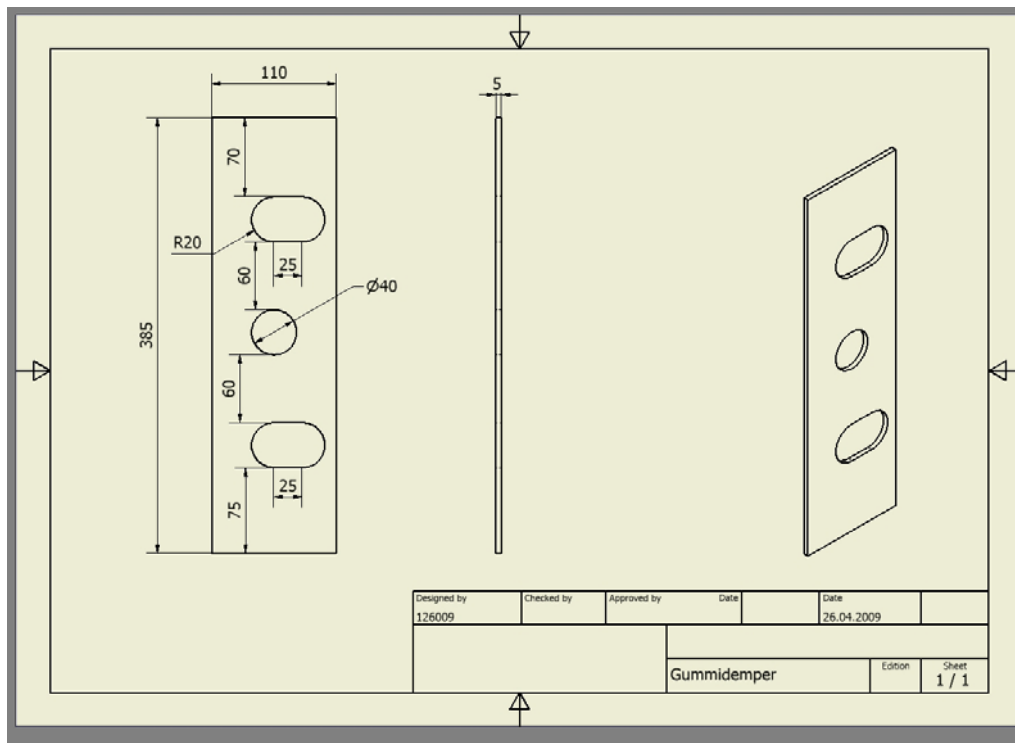
Figur 40 Topplukk 2D



Figur 41 Trakt 2D



Figur 42 Traktfeste 2D



Figur 43 Gummidemper 2D

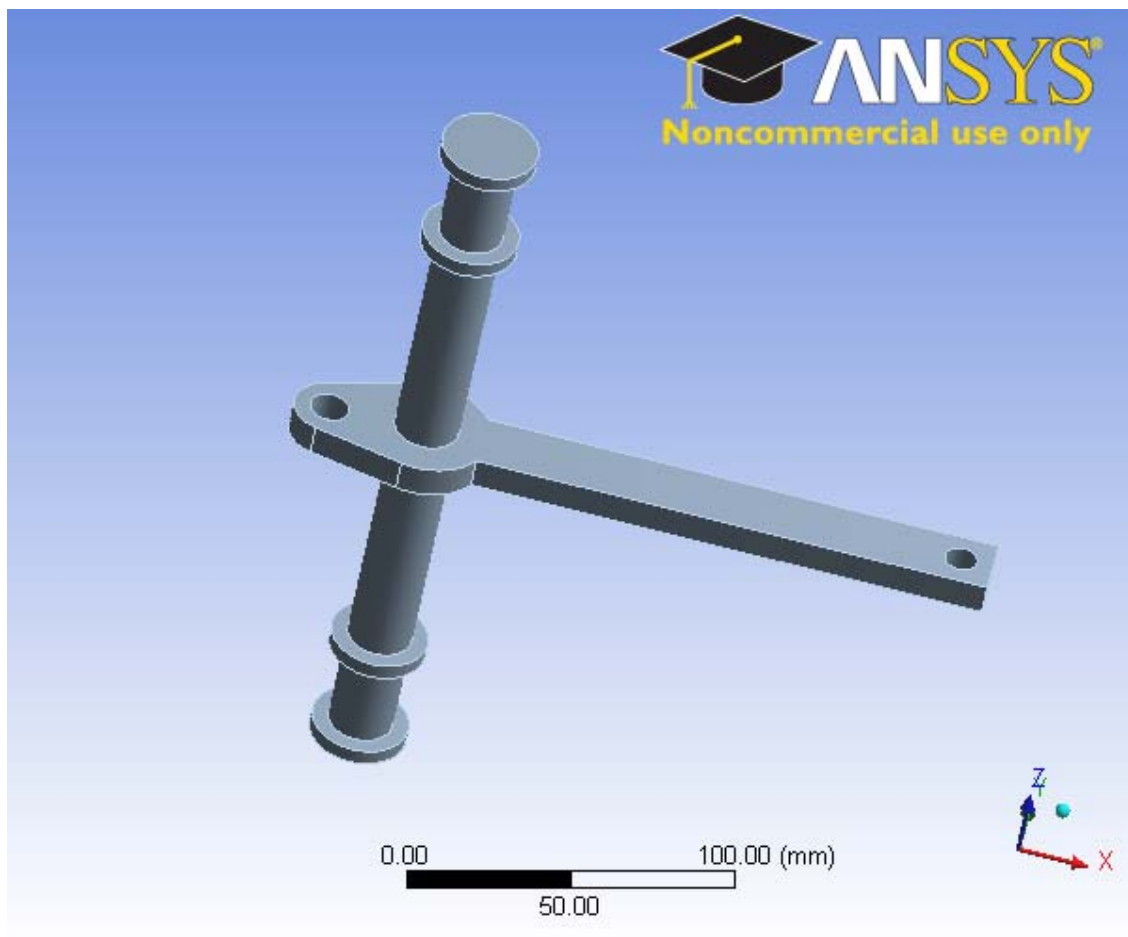
ANSYS rapporter

Rapport 1: ANSYSrapport av låseboltstag



Project

First Saved	Wednesday, April 15, 2009
Last Saved	Wednesday, April 15, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model 2**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model 2

Geometry

TABLE 2
Model 2 > Geometry

Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\LåseboltStag.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	218.29 mm
Length Y	39.901 mm
Length Z	240. mm
Properties	
Volume	1.268e+005 mm ³
Mass	0.98272 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	2796
Elements	1255
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model 2 > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	218.29 mm
Length Y	39.901 mm
Length Z	240. mm
Properties	
Volume	1.268e+005 mm ³
Mass	0.98272 kg
Centroid X	22.602 mm
Centroid Y	-6.7503e-002 mm
Centroid Z	115. mm
Moment of Inertia Ip1	3435.1 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	5655.2 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	2298.1 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	2796
Elements	1255



Mesh

TABLE 4
Model 2 > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	100
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	2796
Elements	1255

Static Structural

TABLE 5
Model 2 > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model 2 > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

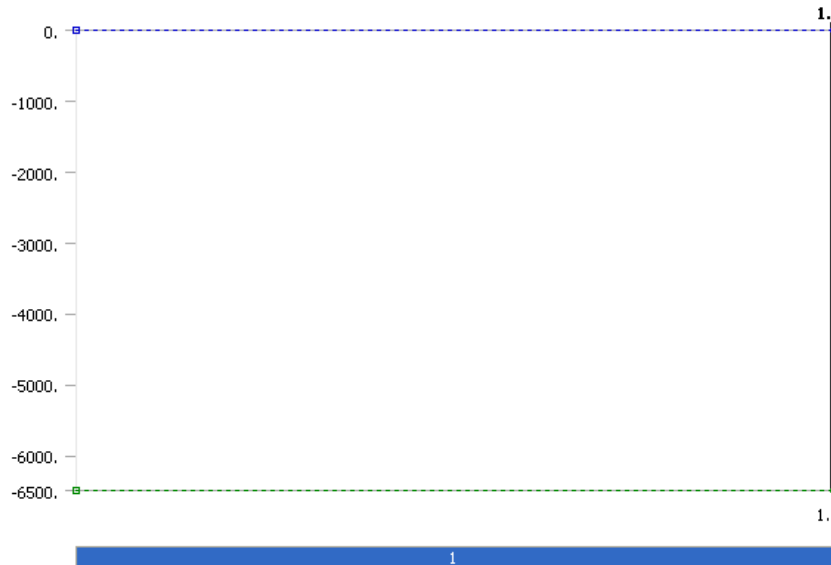


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\LåseboltStag Simulation Files\Static Structural (14)\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model 2 > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Bearing Load</i>
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	4 Faces	1 Face
Definition		
Type	Fixed Support	Bearing Load
Suppressed	No	
Define By		Components
X Component		0. N
Y Component		-6500. N
Z Component		0. N

FIGURE 1
Model 2 > Static Structural > Bearing Load





Solution

TABLE 8
Model 2 > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model 2 > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model 2 > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Solved	
Scope		
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	End Time	
Results		
Minimum	4.5516e-010 MPa	0. mm
Maximum	161.64 MPa	1.0597 mm
Information		
Time	1. s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	



FIGURE 2
Model 2 > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

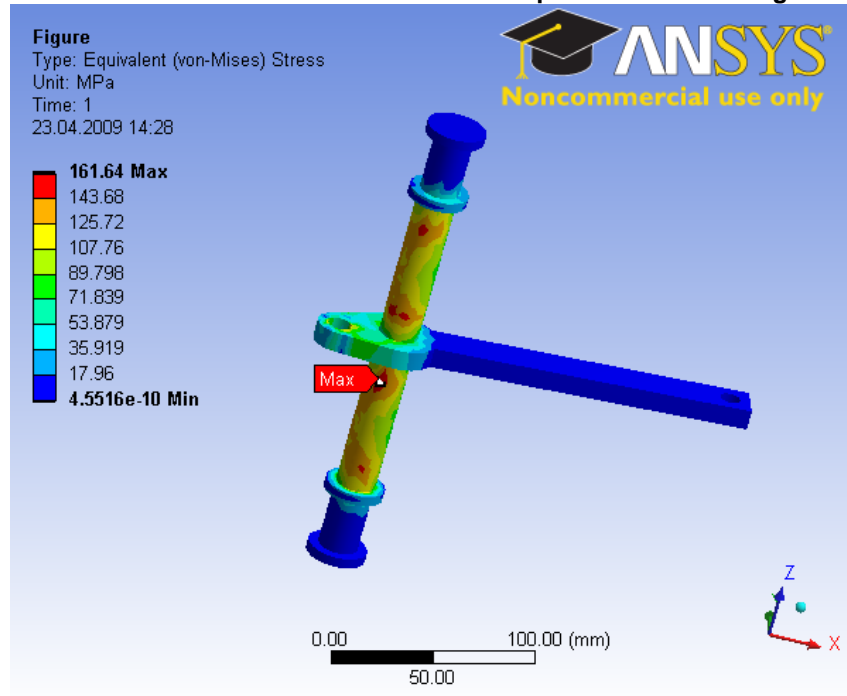
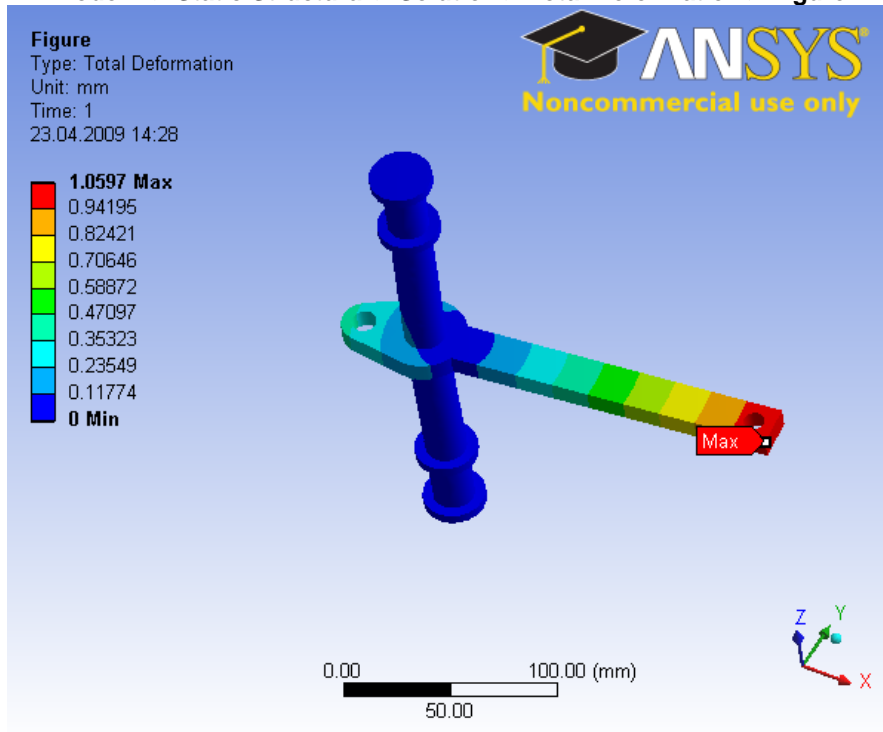


FIGURE 3
Model 2 > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

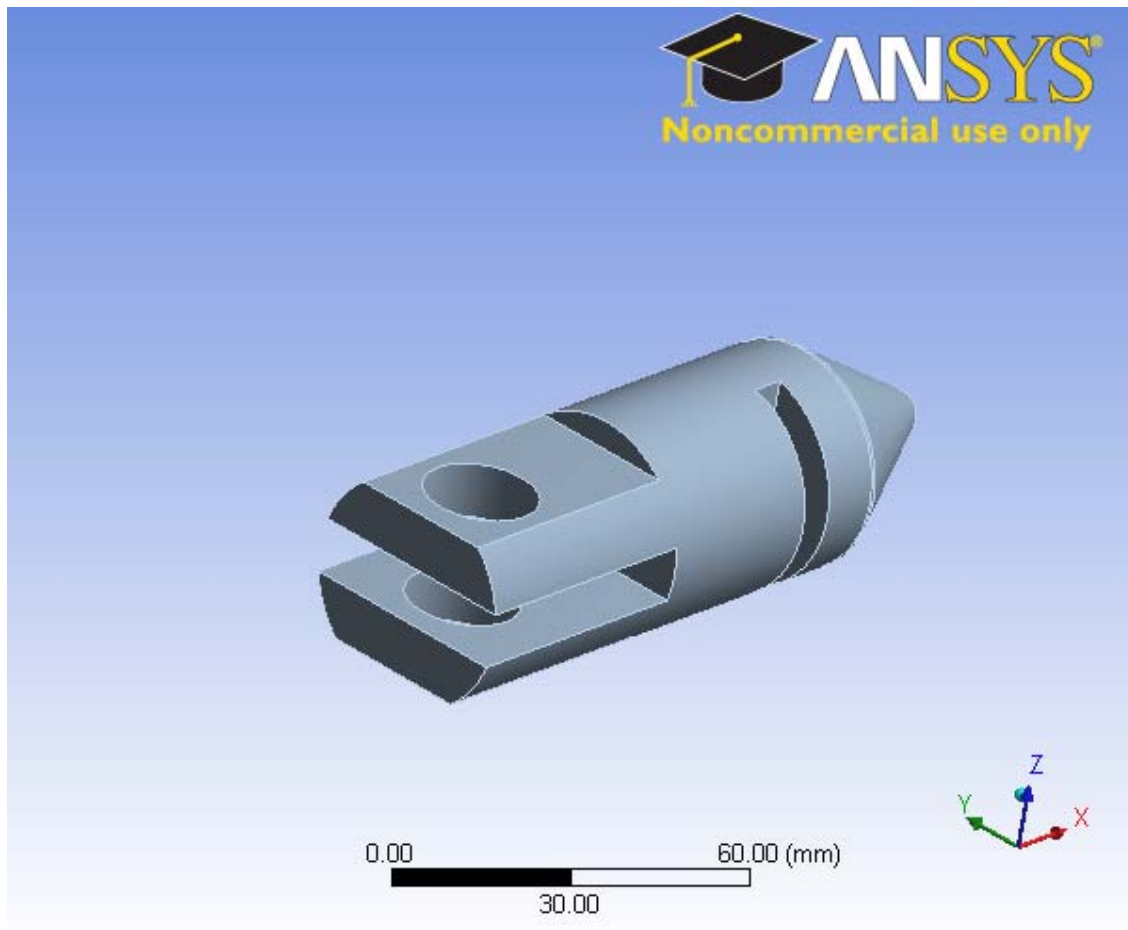
TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm



Project

First Saved	Tuesday, April 14, 2009
Last Saved	Tuesday, April 14, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model

Geometry

TABLE 2
Model > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\Låsebolt.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	124.98 mm
Length Y	40. mm
Length Z	39.934 mm
Properties	
Volume	97646 mm ³
Mass	0.75676 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	2875
Elements	1430
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	124.98 mm
Length Y	40. mm
Length Z	39.934 mm
Properties	
Volume	97646 mm ³
Mass	0.75676 kg
Centroid X	-6.9318 mm
Centroid Y	-2.2056 mm
Centroid Z	-2.2339e-005 mm
Moment of Inertia Ip1	144.52 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	680.9 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	682.78 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	2875
Elements	1430



Mesh

TABLE 4
Model > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	2875
Elements	1430

Static Structural

TABLE 5
Model > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

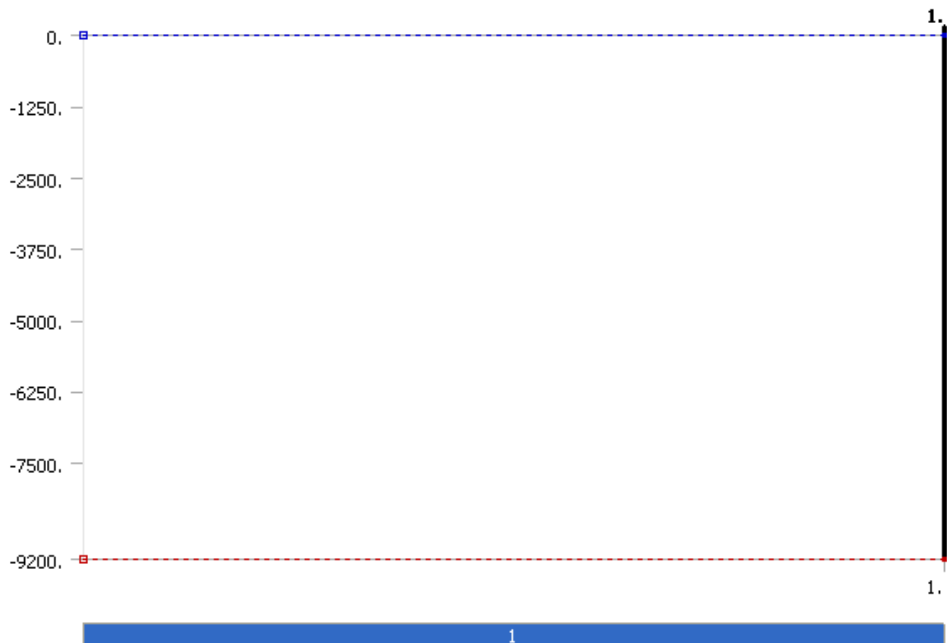


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\Låsebolt Simulation Files\Static Structural\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Bearing Load</i>
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	2 Faces
Definition		
Type	Fixed Support	Bearing Load
Suppressed	No	
Define By		Components
X Component		-9200. N
Y Component		0. N
Z Component		0. N

FIGURE 1
Model > Static Structural > Bearing Load





Solution

TABLE 8
Model > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Obsolete
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Obsolete	Solved
Scope		
Geometry	All Bodies	All Bodies
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	1. s	End Time
Results		
Minimum	8.7356e-002 MPa	0. mm
Maximum	121.14 MPa	3.3443e-002 mm
Information		
Time	1. s	1. s
Load Step	1	1
Substep	1	1
Iteration Number	1	1



FIGURE 2
Model > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

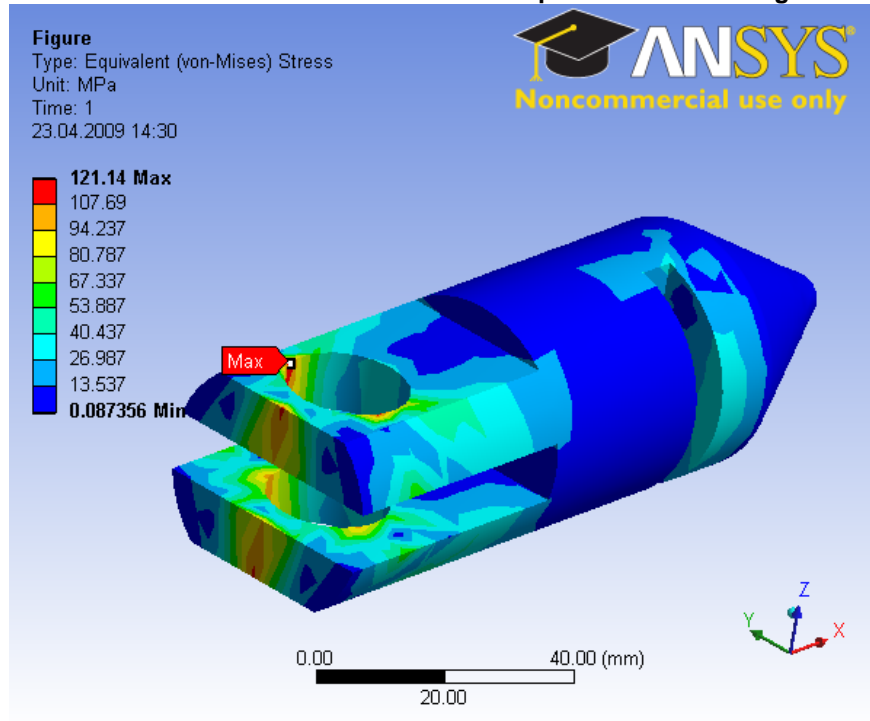
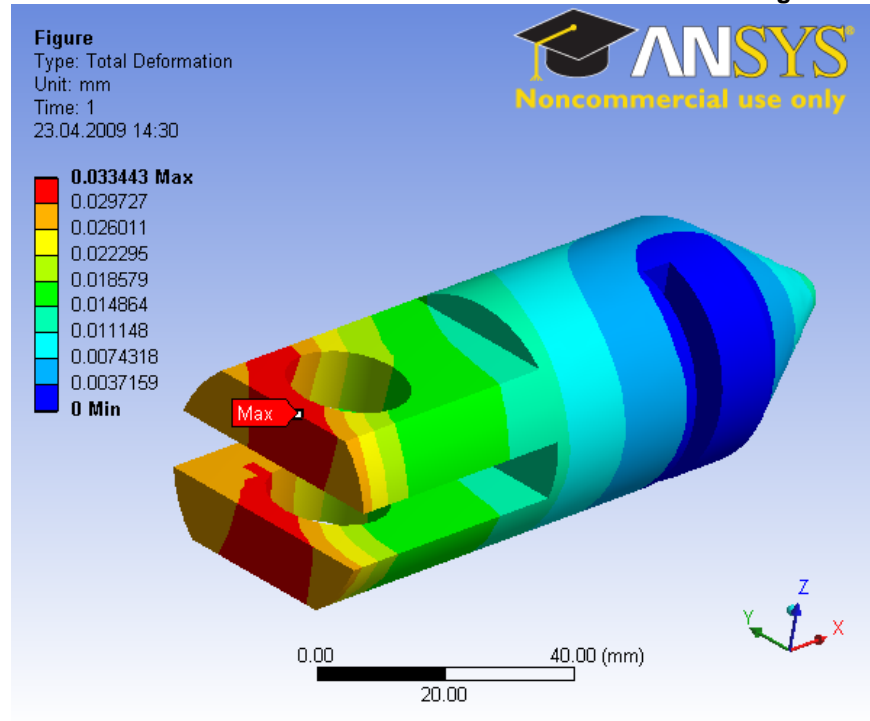


FIGURE 3
Model > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

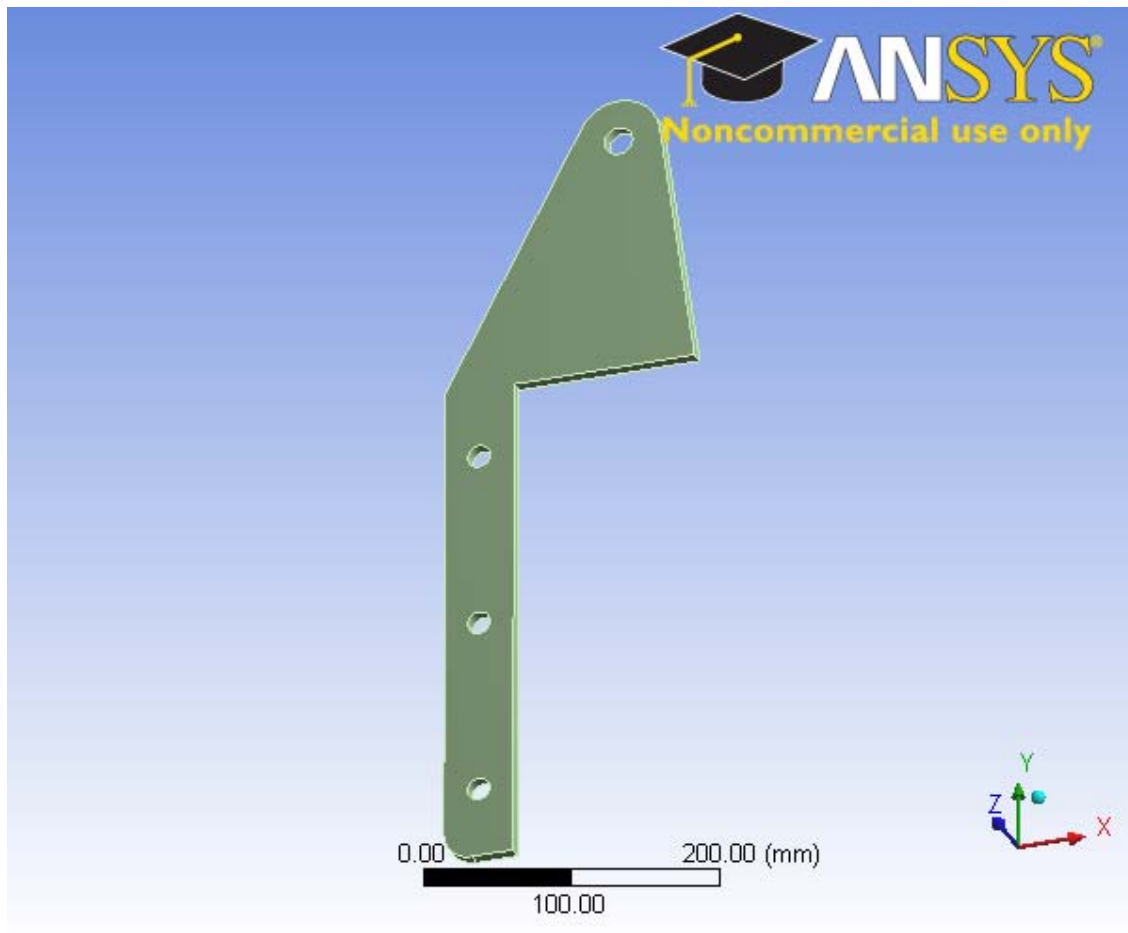
TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm



Project

First Saved	Tuesday, April 14, 2009
Last Saved	Tuesday, April 14, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model

Geometry

TABLE 2
Model > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\Løfteøre.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	180. mm
Length Y	549.91 mm
Length Z	10. mm
Properties	
Volume	3.8692e+005 mm ³
Mass	2.9986 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	830
Elements	92
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	180. mm
Length Y	549.91 mm
Length Z	10. mm
Properties	
Volume	3.8692e+005 mm ³
Mass	2.9986 kg
Centroid X	320.29 mm
Centroid Y	-31.884 mm
Centroid Z	5. mm
Moment of Inertia Ip1	68488 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	3614.6 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	72053 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	830
Elements	92



Mesh

TABLE 4
Model > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	830
Elements	92

Static Structural

TABLE 5
Model > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

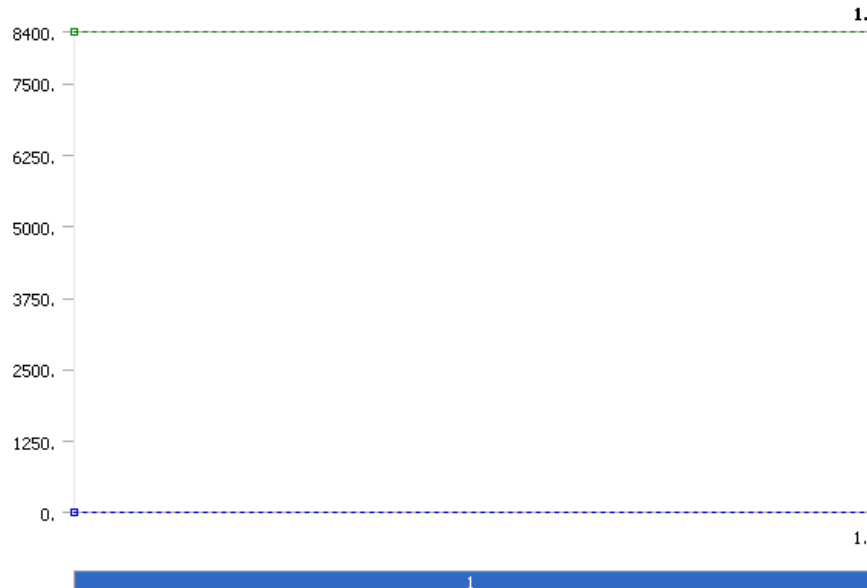


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\Løfteøre Simulation Files\Static Structural\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Bearing Load</i>
State	Fully Defined	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	1 Face	
Definition		
Type	Fixed Support	Bearing Load
Suppressed	No	
Define By		Components
X Component		0. N
Y Component		8400. N
Z Component		0. N

FIGURE 1
Model > Static Structural > Bearing Load





Solution

TABLE 8
Model > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Solved	
Scope		
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	End Time	
Results		
Minimum	9.6485e-009 MPa	0. mm
Maximum	47.633 MPa	1.674e-002 mm
Information		
Time	1. s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	



FIGURE 2
Model > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

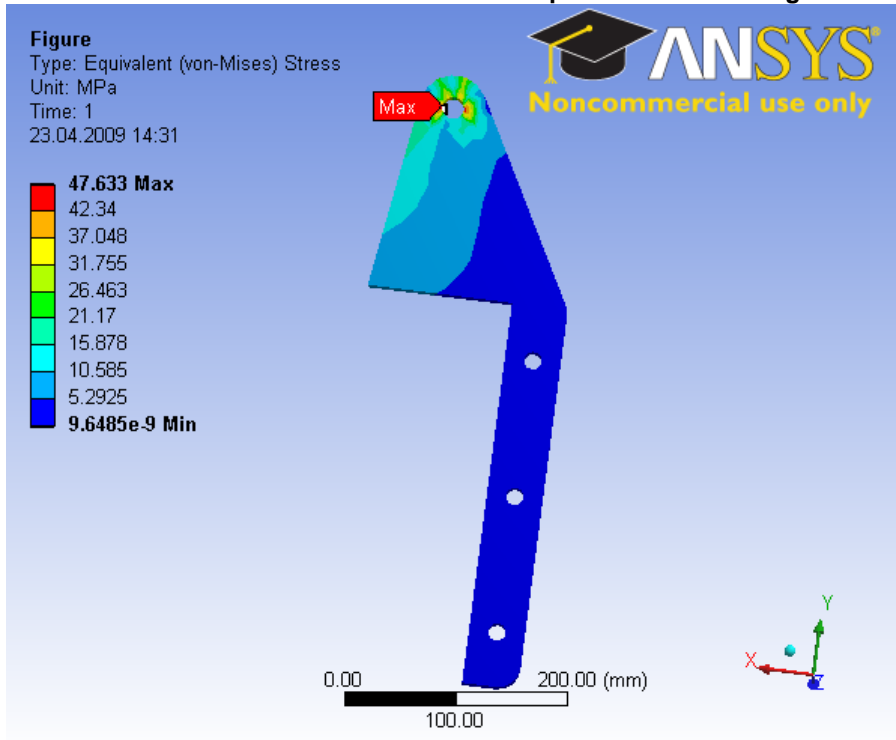
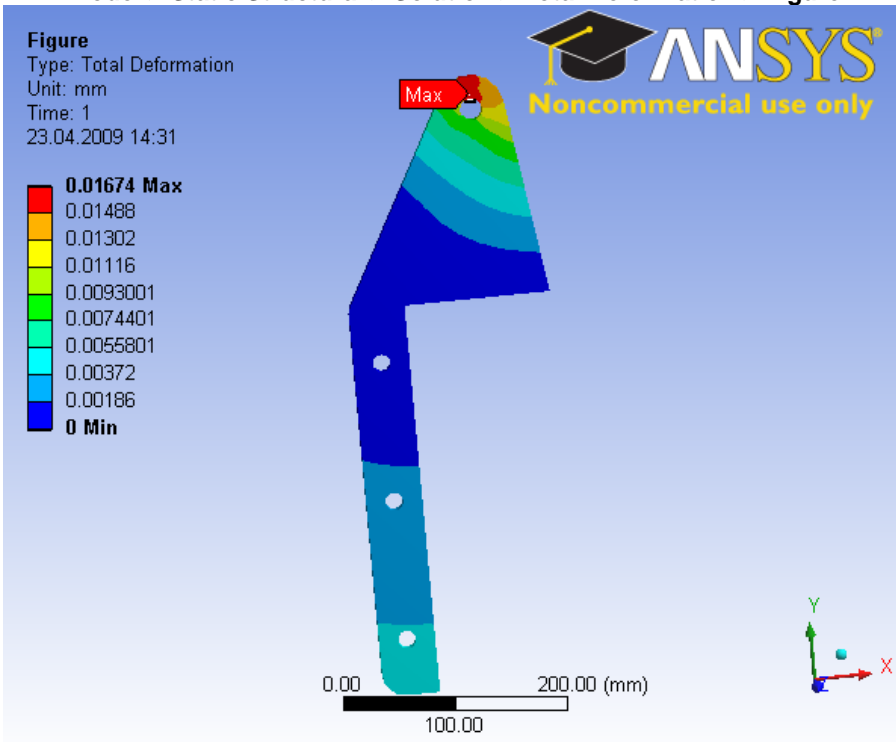


FIGURE 3
Model > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm



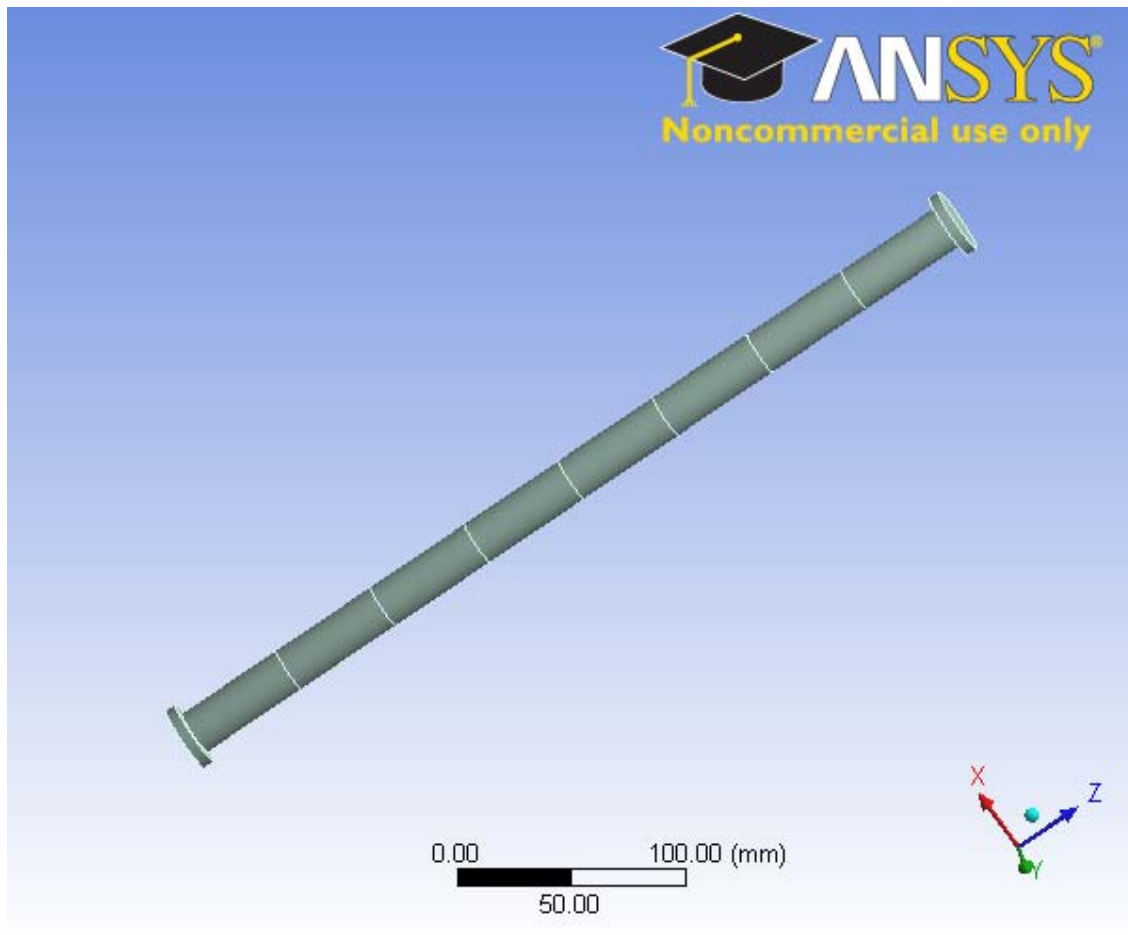
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Rapport 4: ANSYSrapport av hengslebolt



Project

First Saved	Wednesday, April 15, 2009
Last Saved	Wednesday, April 15, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model

Geometry

TABLE 2
Model > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\HengselBolt.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	30. mm
Length Y	30. mm
Length Z	410. mm
Properties	
Volume	1.3135e+005 mm ³
Mass	1.0179 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	5421
Elements	2868
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	30. mm
Length Y	30. mm
Length Z	410. mm
Properties	
Volume	1.3135e+005 mm ³
Mass	1.0179 kg
Centroid X	-2.1697e-016 mm
Centroid Y	-1.3566e-015 mm
Centroid Z	199.98 mm
Moment of Inertia Ip1	15098 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	15098 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	53.712 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	5421
Elements	2868



Mesh

TABLE 4
Model > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	5421
Elements	2868

Static Structural

TABLE 5
Model > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

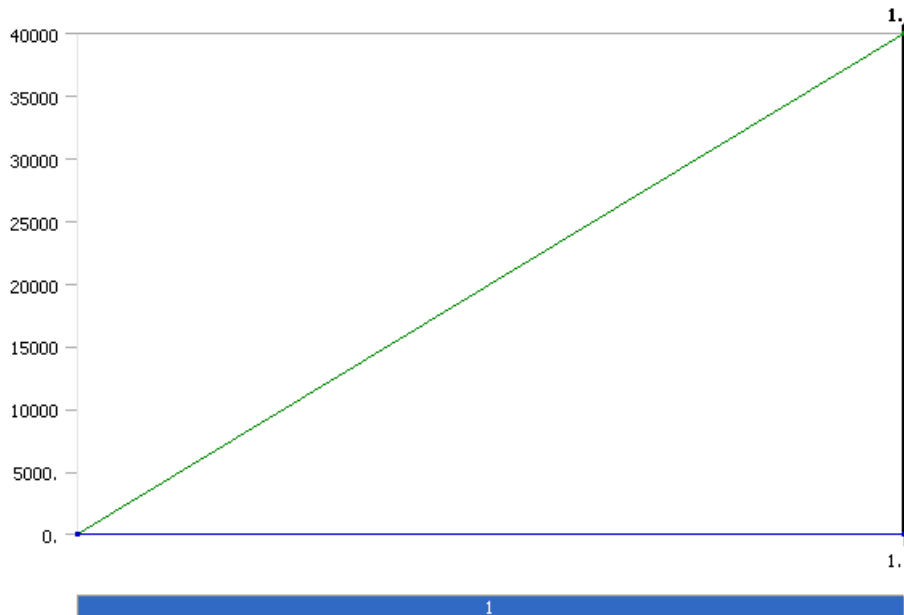


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\HengselBolt Simulation Files\Static Structural (14)\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Frictionless Support</i>	<i>Force</i>	<i>Fixed Support</i>
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	8 Faces	9 Edges	2 Faces
Definition			
Type	Frictionless Support	Force	Fixed Support
Suppressed	No		
Define By		Components	
X Component		0. N (ramped)	
Y Component		40000 N (ramped)	
Z Component		0. N (ramped)	

FIGURE 1
Model > Static Structural > Force





Solution

TABLE 8
Model > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Solved	
Scope		
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	End Time	
Results		
Minimum	5.8822e-002 MPa	0. mm
Maximum	45.441 MPa	1.4083e-003 mm
Information		
Time	1. s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	



FIGURE 2

Model > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

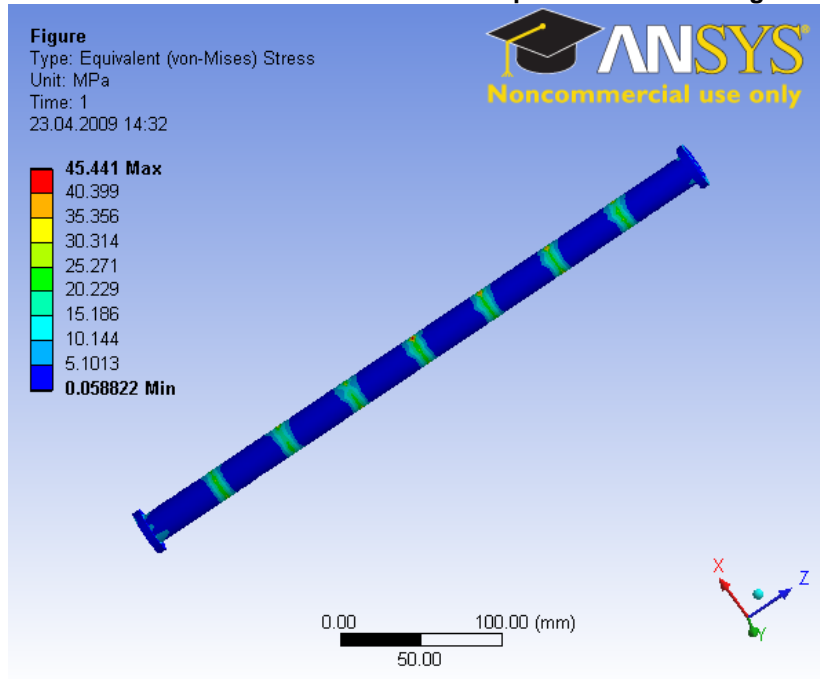
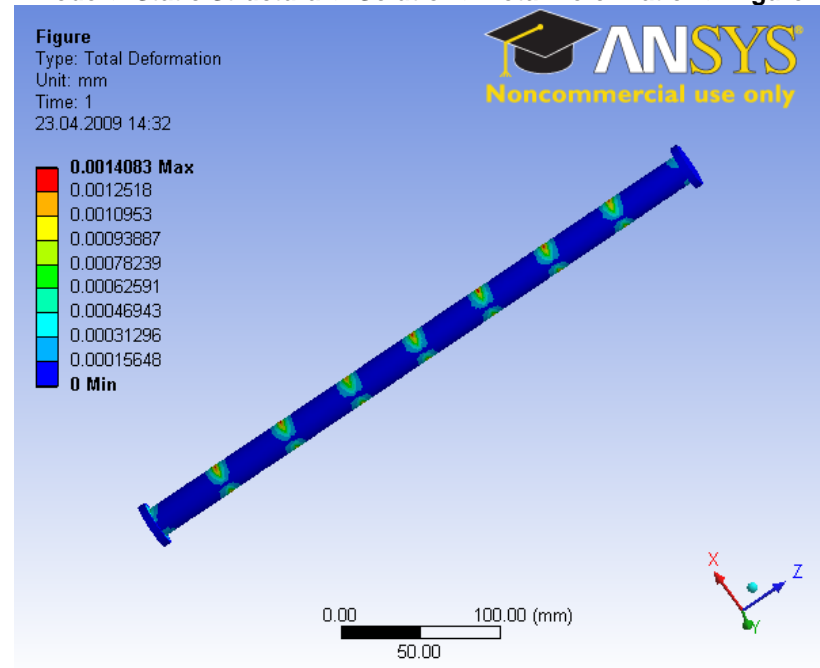


FIGURE 3

Model > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm



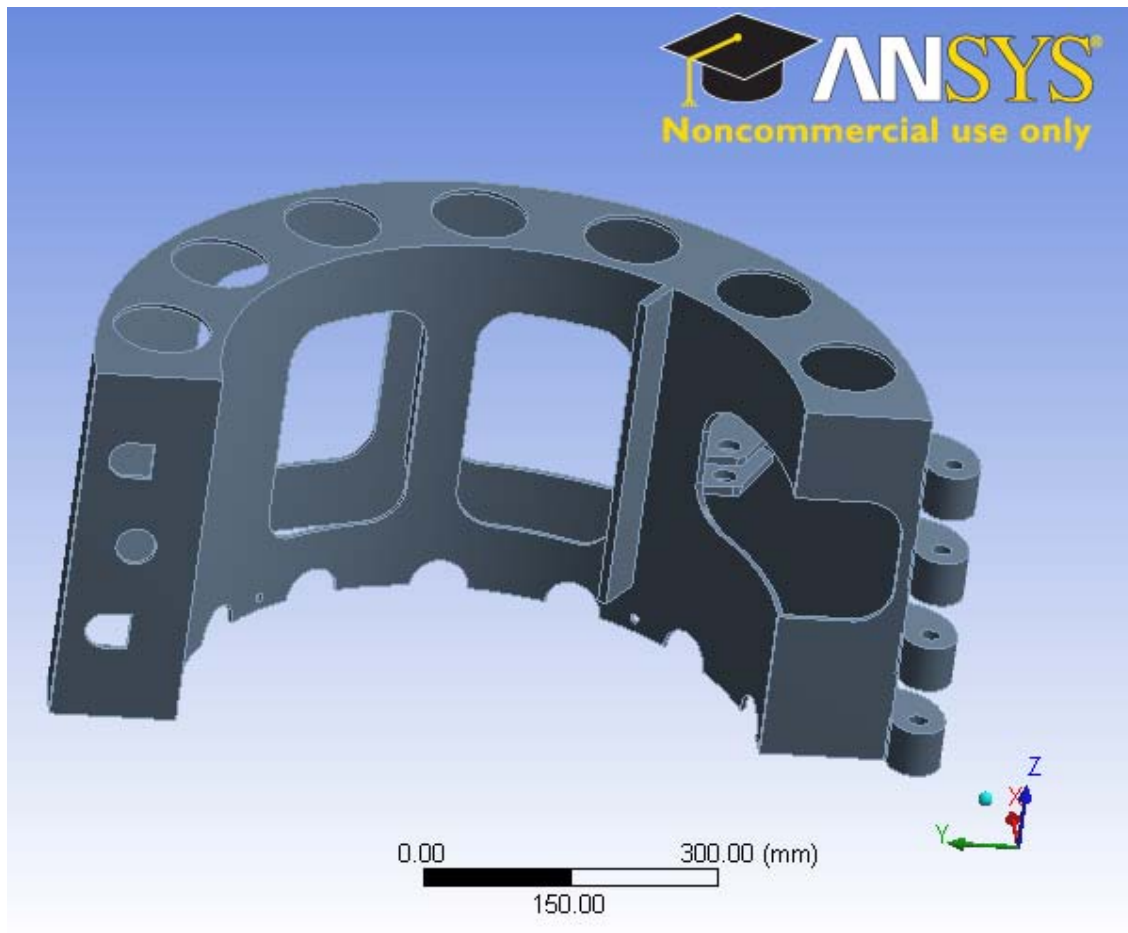
HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Rapport 5: ANSYSrapport av høyre ramme



Project

First Saved	Wednesday, April 15, 2009
Last Saved	Wednesday, April 15, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model

Geometry

TABLE 2
Model > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\BodyRight.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	464.5 mm
Length Y	915. mm
Length Z	400. mm
Properties	
Volume	5.4976e+006 mm ³
Mass	42.606 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	13207
Elements	5867
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	464.5 mm
Length Y	915. mm
Length Z	400. mm
Properties	
Volume	5.4976e+006 mm ³
Mass	42.606 kg
Centroid X	176.43 mm
Centroid Y	-67.772 mm
Centroid Z	212.74 mm
Moment of Inertia Ip1	4.8042e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	1.4421e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	4.9343e+006 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	13207
Elements	5867



Mesh

TABLE 4
Model > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	-100
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	13207
Elements	5867

Static Structural

TABLE 5
Model > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

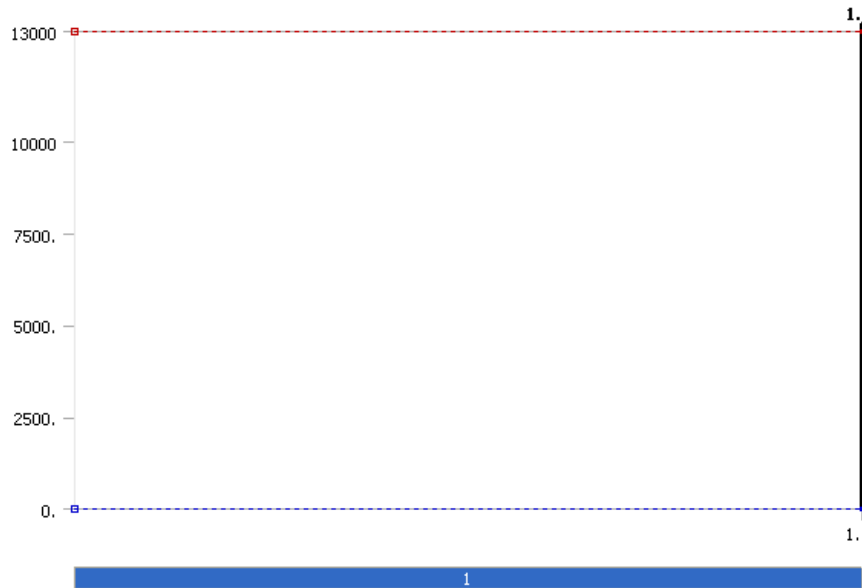


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\BodyRight Simulation Files\Static Structural (13)\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Frictionless Support</i>	<i>Bearing Load</i>
State	Fully Defined		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	2 Faces	4 Faces	2 Faces
Definition			
Type	Fixed Support	Frictionless Support	Bearing Load
Suppressed	No		
Define By			Components
X Component			13000 N
Y Component			0. N
Z Component			0. N

FIGURE 1
Model > Static Structural > Bearing Load





Solution

TABLE 8
Model > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Obsolete
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Obsolete	Solved
Scope		
Geometry	All Bodies	All Bodies
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	1. s	End Time
Results		
Minimum	0.24652 MPa	0. mm
Maximum	104.79 MPa	1.6516 mm
Information		
Time	1. s	1. s
Load Step	1	1
Substep	1	1
Iteration Number	1	1



FIGURE 2
Model > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

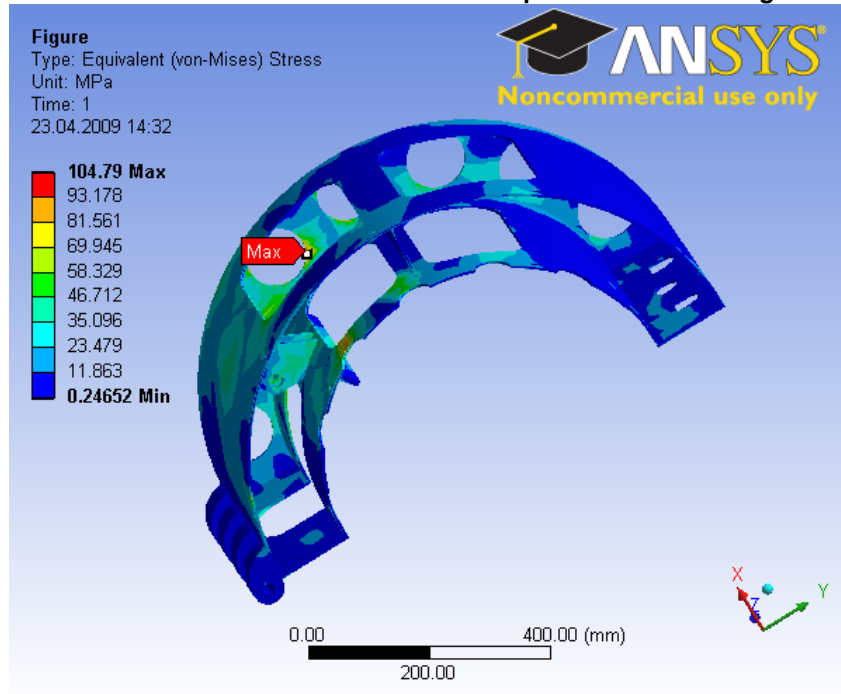
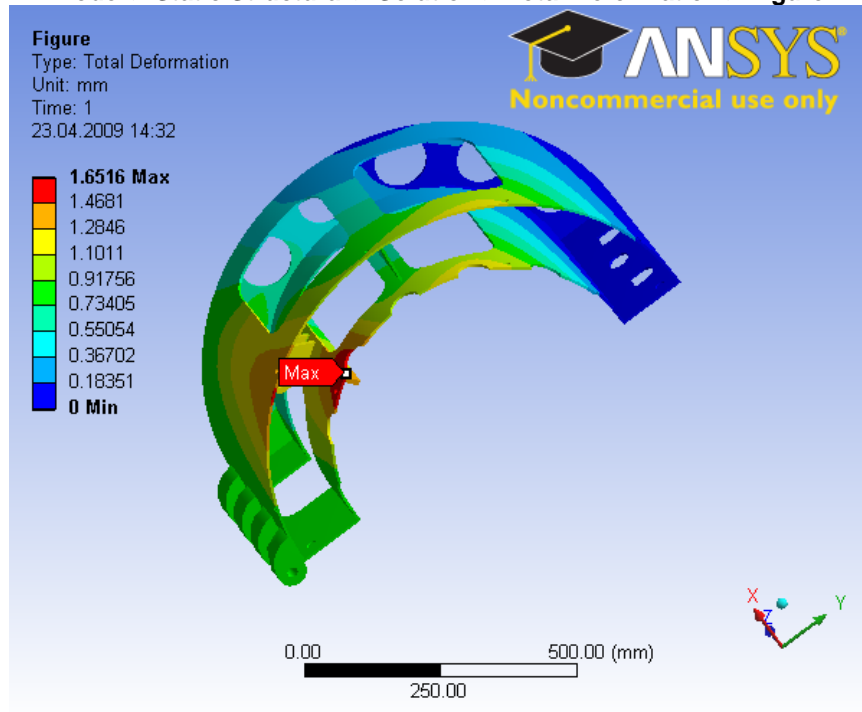


FIGURE 3
Model > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

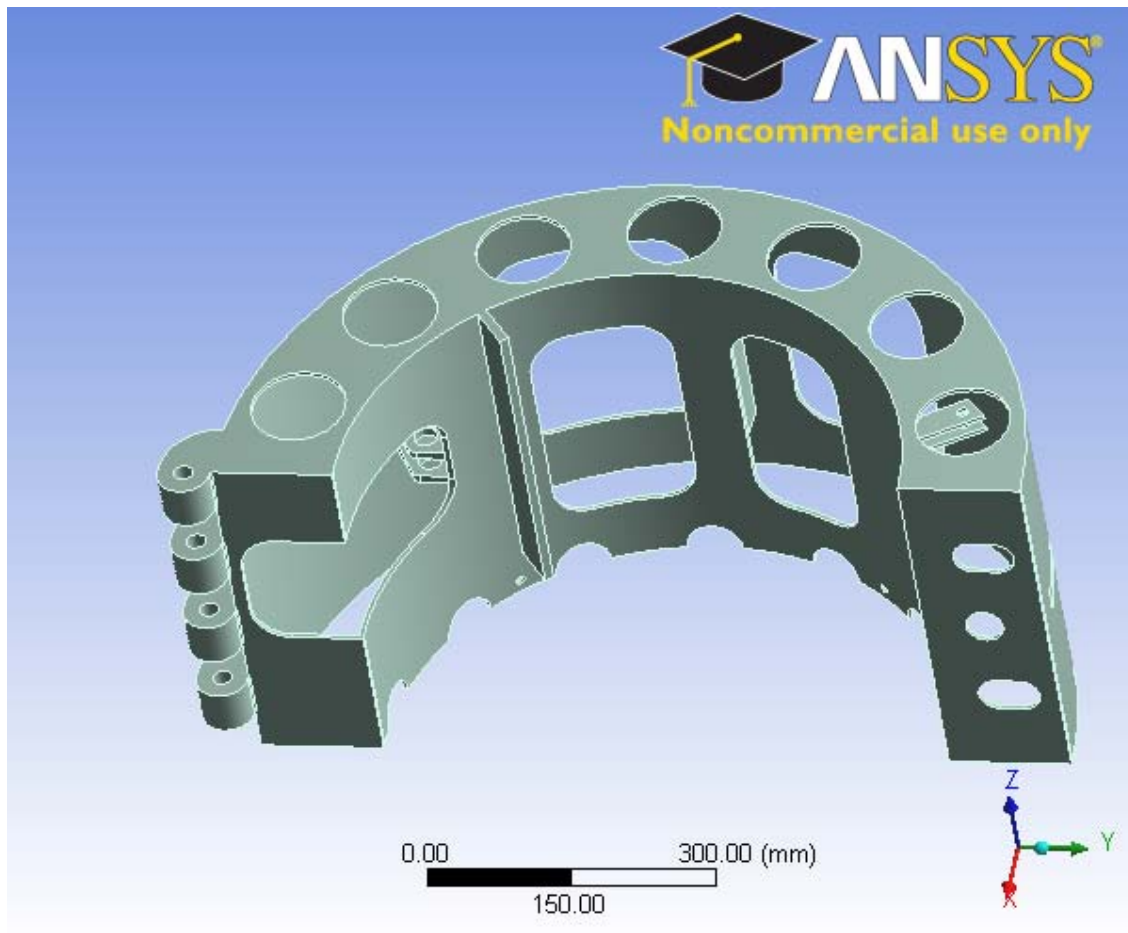
TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm



Project

First Saved	Wednesday, April 15, 2009
Last Saved	Wednesday, April 15, 2009
Product Version	11.0 Release





Contents

- **Model 11**
 - Geometry
 - Part 1
 - Mesh
 - **Static Structural**
 - Analysis Settings
 - Loads
 - Solution
 - Solution Information
 - Results
- **Material Data**
 - Stainless Steel

Units

TABLE 1

Unit System	Metric (mm, kg, N, °C, s, mV, mA)
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s

Model 11

Geometry

TABLE 2
Model 11 > Geometry

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	H:\Inventor\Bachelor Ferdig\ANSYS\BodyLeft.sat
Type	ACIS
Length Unit	Millimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	464.5 mm
Length Y	915. mm
Length Z	400. mm
Properties	
Volume	5.7486e+006 mm ³
Mass	44.552 kg
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	14457
Elements	6378
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	Yes



Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	No
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

TABLE 3
Model 11 > Geometry > Parts

Object Name	<i>Part 1</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Material	Stainless Steel
Stiffness Behavior	Flexible
Nonlinear Material Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	464.5 mm
Length Y	915. mm
Length Z	400. mm
Properties	
Volume	5.7486e+006 mm ³
Mass	44.552 kg
Centroid X	-178.85 mm
Centroid Y	92.536 mm
Centroid Z	219.08 mm
Moment of Inertia Ip1	5.0073e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip2	1.4881e+006 kg·mm ²
Moment of Inertia Ip3	5.12e+006 kg·mm ²
Statistics	
Nodes	14457
Elements	6378



Mesh

TABLE 4
Model 11 > Mesh

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	-100
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	14457
Elements	6378

Static Structural

TABLE 5
Model 11 > Analysis

Object Name	<i>Static Structural</i>
State	Fully Defined
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Options	
Reference Temp	22. °C

TABLE 6
Model 11 > Static Structural > Analysis Settings

Object Name	<i>Analysis Settings</i>
State	Fully Defined
Step Controls	
Number Of Steps	1.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Nonlinear Controls	
Force Convergence	Program Controlled
Moment Convergence	Program Controlled

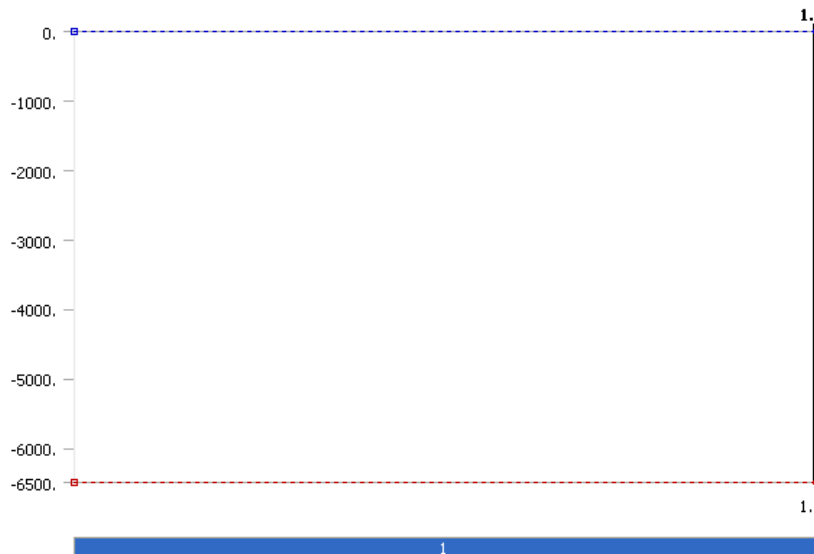


Displacement Convergence	Program Controlled
Rotation Convergence	Program Controlled
Line Search	Program Controlled
Output Controls	
Calculate Stress	Yes
Calculate Strain	Yes
Calculate Results At	All Time Points
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	H:\ANSYS\Bachelor\BodyLeft Simulation Files\Static Structural (13)\
Future Analysis	None
Save ANSYS db	No
Delete Unneeded Files	Yes
Nonlinear Solution	No

TABLE 7
Model 11 > Static Structural > Loads

Object Name	<i>Fixed Support 2</i>	<i>Bearing Load</i>	<i>Bearing Load 2</i>	<i>Frictionless Support</i>
State	Fully Defined			
Scope				
Scoping Method	Geometry Selection			
Geometry	2 Faces		4 Faces	
Definition				
Type	Fixed Support	Bearing Load		Frictionless Support
Suppressed	No			
Define By	Components			
X Component		-6500. N	-13000 N	
Y Component		0. N		
Z Component		0. N		

FIGURE 1
Model 11 > Static Structural > Bearing Load





Solution

TABLE 8
Model 11 > Static Structural > Solution

Object Name	<i>Solution</i>
State	Solved
Adaptive Mesh Refinement	
Max Refinement Loops	1.
Refinement Depth	2.

TABLE 9
Model 11 > Static Structural > Solution > Solution Information

Object Name	<i>Solution Information</i>
State	Solved
Solution Information	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All

TABLE 10
Model 11 > Static Structural > Solution > Results

Object Name	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Total Deformation</i>
State	Solved	
Scope		
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent (von-Mises) Stress	Total Deformation
Display Time	End Time	
Results		
Minimum	0.16576 MPa	0. mm
Maximum	83.679 MPa	0.84099 mm
Information		
Time	1. s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	



FIGURE 3
Model 11 > Static Structural > Solution > Equivalent Stress > Figure

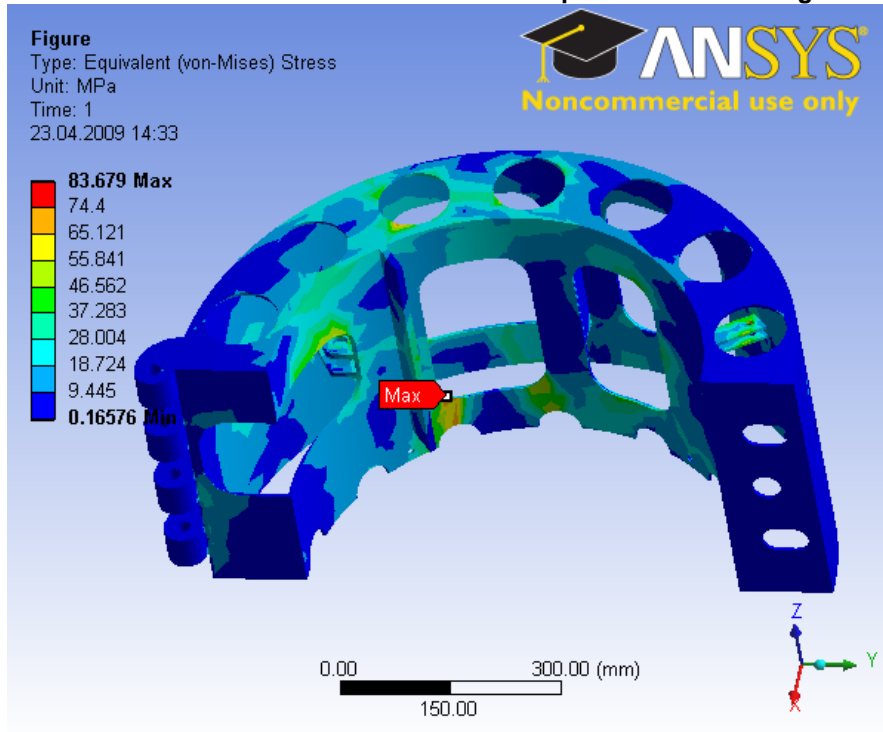
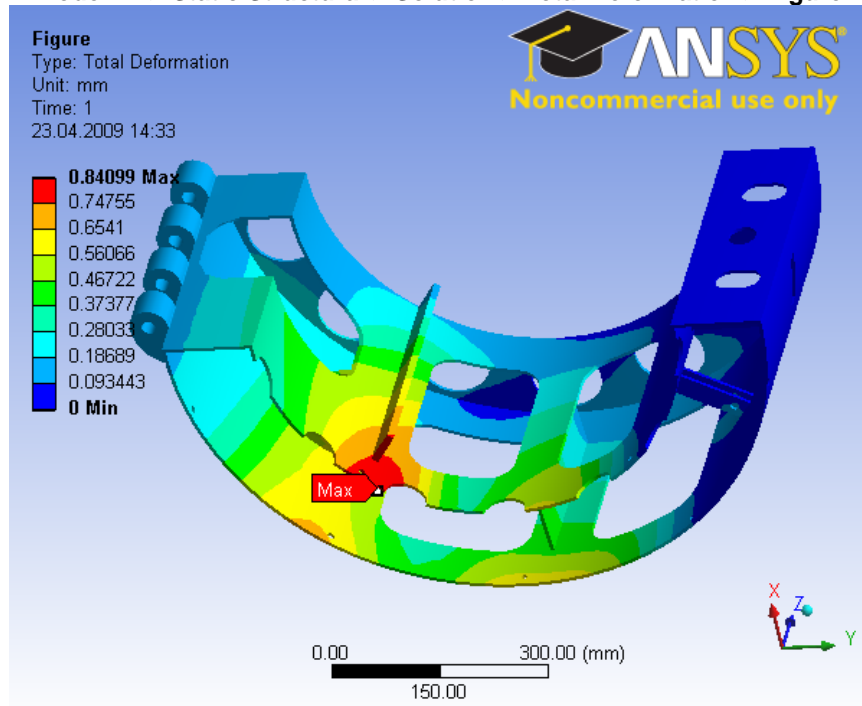


FIGURE 4
Model 11 > Static Structural > Solution > Total Deformation > Figure





Material Data

Stainless Steel

TABLE 11
Stainless Steel > Constants

Structural	
Young's Modulus	1.93e+005 MPa
Poisson's Ratio	0.31
Density	7.75e-006 kg/mm ³
Thermal Expansion	1.7e-005 1/°C
Tensile Yield Strength	207. MPa
Compressive Yield Strength	207. MPa
Tensile Ultimate Strength	586. MPa
Compressive Ultimate Strength	0. MPa
Thermal	
Thermal Conductivity	1.51e-002 W/mm·°C
Specific Heat	480. J/kg·°C
Electromagnetics	
Relative Permeability	10000
Resistivity	7.7e-004 Ohm·mm

Akselstål og pristilbud

Rusfritt seigherdet akselstål



- SS2387
- EN 1.4418
- S165M

Rustfritt seigherdet akselstål

Standarder

SS	EN	DIN	NS	Annet
2387	1.4418	X4CrNiMo 16-5	14240/SS119	S165M

Kjemisk sammensetning

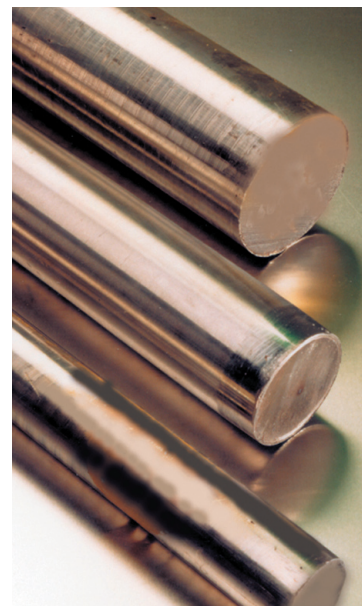
Cr	C	Ni	Mo	Annet
Maks. 0,05	15-16	5-6	0,8-1,5	< 0,02 N

Strekfasthet: 900 - 1050 N/mm²

Flytegrense_{0,2}: min. 700 N/mm²

Forlengelse_{A5}: min. 14%

Hardhet HB: 270-330



Lagerførte dimensjoner

Slipt hg:

12 mm • 16 mm • 20 mm • 25 mm • 30 mm • 32 mm • 35 mm • 40 mm • 45 mm
50 mm • 55 mm • 60 mm • 65 mm • 70 mm • 80 mm • 85 mm • 90 mm • 100 mm

Valset/Smidd k12:

81,4 mm • 96,4 mm • 102 mm • 112 mm • 122 mm • 127 mm • 132 mm • 143 mm • 153 mm
165 mm • 173 mm • 184 mm • 206 mm • 226 mm • 256 mm • 306 mm • 360 mm

Lengder: 5,5 - 6,0 meter

Sertifikater: EN 10204/3,1

Emballasje, verk: Trekasser, distanseringer rundt hver stang for slipt utførelse

Retthet: Avvik maks. 0,2 mm/m for slipt / 1,0 mm/m for valset/smidd utførelse

Fremstilling: Dia. 12 - 100 mm er slipt. Dia. 112 - 153 mm er valset. Dia. 165 - 360 mm er smidd.

For mer informasjon om våre rustfrie og syrefaste produkter, ring avdeling Rustfritt stål, telefon 22 79 15 00, e-post rustfritt@astrup.no, eller ta kontakt med ditt nærmeste salgskontor.

Salgskontorer:

Oslo: telefon 22 79 15 00 - e-post: astrup@astrup.no • **Skien:** telefon 48 99 88 95 - e-post: jni@astrup.no

Stavanger: telefon 51 85 46 46 - e-post: stavanger@astrup.no • **Bergen:** telefon 55 50 61 00 - e-post: bergen@astrup.no

Ålesund: telefon 70 15 36 60 - e-post: aalesund@astrup.no • **Trondheim:** telefon 73 82 96 10 - e-post: trondheim@astrup.no



ASTRUP AS

Postboks 8 Haugenstua, N-0915 Oslo

Haavard Martinsens vei 34, N-0978 Oslo

Tlf.: 22 79 15 00 Fax: 22 10 72 93

E-post: astrup@astrup.no

www.astrup.no

**ASTRUP AS**

Haavard Martinsens vei 34
Postboks 8 Haugenstua
N-0915 OSLO
Telefon: 22 79 15 00
Telefaks: 22 79 16 80

E-post: astrup@astrup.no
Internett.: www.astrup.no
Org.nr.: NO 947 274 139 MVA
Bankgiro: 7089 05 02340

TILBUD**860830**

Kundeadresse Deep Ocean AS Postboks 2144 Postterminalen Stoltenberggt. 1 5504 HAUGESUND	Kunde nr.: 3013862
--	---------------------------

Leveringsadresse Deep Ocean AS Haugesund Offshore Base 5500 HAUGESUND

Tilbudsnr	860830
Tilbudsdato	22.04.2009
Tilbudets varighet	1 uke forbehold mellomsalg
Leveringsbetingelse	Sone frakt - EXW
Betalingsbetingelse	Netto pr 15 dager
Leveringstid	
Leveringsmåte	(39)Fuglestad Berge - 5

Basert kurs	
Deres ref	Karl Øyvind Gjertsen
Tlf/Fax	52 70 04 00/52 70 04 01
Merket	
Vår ref	Noreng Lene
Tlf.nr.	4 722 791 576
E-post	In@astrup.no

Vi takker for forespørselen, og har gleden av å tilby:

Varenr.	Beskrivelse	Tilbudt Antall	Enhet i prisenh.	Antall	Enhet	Pris	Rab.	Linjesum
1100080110	RF AKSELSTÅL 20 MM EN 1.4418 / S165M SLIPT h9 3.1 sertifikat (3.1B) 1 lgd à ca. 6 mtr. Kappes ikke.	15,00	KG	15,00	KG	75,00		1 125,00
1101270196	RF PL NO1 5X1250X2500MM EN 1.4301-AISI 304 3.1 sertifikat (3.1B)	1,00	PL	126,56	KG	24,50		3 100,72
1101270275	RF PL NO1 10X1000X2000MM EN 1.4301-AISI 304 3.1 sertifikat (3.1B) Vi kapper ikke rustbestandige materialer, untatt varmvalset bolt fra Ø50mm.	1,00	PL	166,00	KG	24,50		4 067,00
3.1	Sertifikatomkostninger 3.1	1,00	STK	1,00	STK	95,00		95,00
		Netto tilbudsum:		MVA:		Total inkl. MVA		
Sign		8 388,07		2 096,93		10 485,00		
Enhetspriser er oppgitt ekskl. mva og emballasje.								

Totalpris på kilovarer er basert på teoretiske omregningsvekter. Vi tar forbehold om mellomsalg, selger har salgspant i de leverte varer til de er betalt i sin helhet. Forøvrig gjelder våre standard salgsbetingelser.



BYENS OG DISTRIKTETS STØRSTE...



RAGLAMYR - POSTBOKS 2018 POSTTERMINALEN - 5504 HAUGESUND

TILBUD 573520

Kjøper 15269
Deep Ocean ASA
Postboks 2144 Postterminalen
5504 Haugesund

Faks.nr.: 52700401
Kund.ref: Karl Gjertsen
Merket:

Varemottaker 15269
Deep Ocean ASA
Deepeace Base
Killingøy
5529 Haugesund

Tilbud gyldig til:
Rekvnr.: *
Vår ref.: KVE

Dato: 2009-04-23
Side: 1 av 1
Betaling: 30
Lev.tid: 2009-04-23
Lev.bet.:
Lev.måte:
Org.nr.: NO979801181MVA
Bankgiro: 9047 10 48037
Faks nr: 52 71 70 71

Pos.	Prod.nr.	Benevnelse	Antall	Enh	Å-Pris.	Pr.	Rab	Beløp	Lev.tid
Dette har vi på lager.									
1	0904 3555	16X55 BOLT A4-80 DIN 931	12	STK	4981,00	C	60	239,09	2009-04-23
2	0904 3340	10X25 BOLT A4 80 DIN 933	14	STK	1392,00	C	60	77,95	2009-04-23
3	0904 3865	24X80 BOLT A4-80 DIN 931	2	STK	16969,00	C	60	135,75	2009-04-23
4	0904 3450	12X50 BOLT A4 80 DIN 931	2	STK	3269,00	C	60	26,15	2009-04-23
5	0904 4140	16MM MUTTER A4 DIN 934	12	STK	1554,00	C	60	74,59	2009-04-23
6	0904 4125	10MM MUTTER A4 DIN 934	14	STK	668,00	C	60	37,41	2009-04-23
7	0904 4150	24MM MUTTER A4 DIN 934	2	STK	5085,00	C	60	40,68	2009-04-23
8	0904 4130	12MM MUTTER A4 DIN 934	2	STK	966,00	C	60	7,73	2009-04-23
Sluttsum eks. mva.								639,35	

Anm. * = Eget produktnummer **= Egen referanse

Postadresse
Postboks 2018
Postterminalen
5504 Haugesund

Besøksadresse
Longhammerveien 25
Raglamyr

Org.nr
NO979801181MVA
Vat.no

Telefon
52 86 49 00
Telefax
52 71 70 71

Bankgiro
9047 10 48037

Malm Orstad

Vollveien 66

4354 VOLL

Tlf: 48 22 10 00 Fax : 51 42 46 31

Bankkonto: 1503.01.01011

Org.nr.: NO 837 804 272 MVA

Kundenr.: 11589

DeepOcean AS
Stoltenberggt. 1
Postboks 2144 Bedriftspost
5504 HAUGESUND

Tlf nr: 52 70 04 00

Fax nr: 52 70 04 01

Leveringsadresse:

DeepOcean AS, Stoltenberggt. 1, Postboks 2144 Bedriftspost, 5504 HAUGESUND

TILBUD 29669Ordrenavn: Sylinderne
Vår ref: Maren Sola
Deres ref: Karl Øvind Gjertsen
Rekv. nr: Mail
Bet. bet: Netto pr 30 dg.
Lev. måte: Bil
Lev. bet: Ex Works Malm Orstad as
Selger: Maren Sola
Tilbud dato: 17/04-2009
Lev. tid

Nummer	Betegnelse	Enhet	Antall	Pris	Rab.	NOK
137101	MO21 40-20X110	Stk.	1,00	9.300,00		9.300,00
137102	Spesialsyl. 20-12x40	Stk.	1,00	18.900,00		18.900,00
				Netto		28.200,00
				Mva		7.050,00
				Total		35.250,00

Tilbudets gyldighet: 30 dager

Prisene er basert på tilbuds dagens materialpriser,
en endring i prisene vil medføre en tilsvarende justering fra
vår side. Vi tar forbehold om mellom salg.

Ovrige betingelser i henhold til NL01, Incoterms 2000

Vi håper tilbudet er i samsvar med Deres forventninger, og står
til tjeneste dersom Dere har spørsmål eller trenger ytterligere
informasjon.Med vennlig hilsen
Malm Orstad AS