



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVTENSKAPELIGE FAKULTET

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Maskiningeniør	Vårsemesteret, 2022 Åpen
Forfatter: Per Kristian Sola, Fridtjof Eide Solberg	<i>PK Sola</i> <i>FE Solberg</i> (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Hirpa Gelgele Lemu Veileder(e): Hirpa Gelgele Lemu	
Tittel på bacheloroppgaven: Konstruksjon av høytrykks-stigerør løfteklemme. Engelsk tittel: Construction of high-pressure riser lifting clamp.	
Studiepoeng: 20 poeng. Essay i vitenskapsteori/etikk er inkludert.	
Emneord: -Løfteredskap -Konstruksjonsteknikk -Prosjektering -Kostnadsberegning -Helse, miljø og sikkerhet -Kjemi	Sidetall: 53 + vedlegg/annet: 29 Stavanger, 13.05.2022 dato/år

Forord

I løpet av de fem siste månedene ved universitetet i Stavanger, har gruppen skrevet en bachelor oppgave som har gått ut på å konstruere ett løfteredskap til høytrykks stigerør. Hensikter vår har vært å finne en oppgave som vil gi oss utfordringer innenfor emnene vi har hatt på universitetet. Løfteredskapet har blitt konstruert i samarbeid med oljeserviceselskapet WellPartner A/S. WellPartner får selv bestemme om de vil produsere redskapet som gruppen har konstruert. Oppgaven rommer flere av fagene vi har gjennomgått ved maskiningeniør studiet ved universitetet. Vi vil spesielt takke WellPartner A/S som ga oss muligheten til å se og planlegge i deres lokaler, samt informasjonen vi fikk fra deres ansatte.

Til slutt vil vi takke faglærer og veileder Hirpa Gelgele Lemu, og alle andre lærere ved universitetet for kunnskapen vi har tilegnet oss gjennom årene vi har tilbrakt på maskiningeniør studiet ved universitet i Stavanger.

Innholdsfortegnelse

Figurliste	v
Sammendrag	1
1. Innledning	2
1.1 Formål	2
1.2 Begrunnelse for valg av oppgave	3
1.3 Resultatmål & Effektmål	3
1.4 Avgrensing	4
2. Teknisk begrep	4
2.1 Forkortelser	4
2.2 Innføring i relevant utstyr	5
3. Helse, miljø og sikkerhet	7
3.1 Risikovurdering	8
3.2 Risikoanalyse for stropping og løft av riser som er stablet.	9
3.3 Risikoanalyse for forflytning av riser ved hjelp av traverskran.	10
3.4 Risikoanalyse for stabling av riser	11
3.5 Risikoanalyse for bruk av nytt løfte clamp for riser håndtering.....	12
4. Konseptstudie	13
4.1 Konseptstudie for valg av løsning	15
4.2 Konsept 1	16
4.3 Konsept 2.....	17
4.4 Konsept 3.....	18
4.5 Resultat av konseptstudie	19
5. Konstruksjonsprosessen	20
5.1 Utforming og design av løfte clamp.....	20
5.2 Grunnlag for styrkeberegninger	23
5.3 Elementanalyse.....	24
5.4 Valg av konstruksjonsmateriale	28
5.5 Sveiseprosjektering	30
5.6 Overflatebehandling	40
5.7 Krav om samsvarserklæring og CE-merke.....	41
6 Kostnadsberegning	43
7 Konklusjon	44
8 Litteraturliste	46
9 Vedlegg	47
9.1 Forstudierapport	47

9.2 Brukerveiledning	57
9.3 Sammenstillingstegninger	61
9.4 Maskineringstegninger	65

Figurliste

Figur 1 Løfting av riser joint ved bruk av fiberstropper, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS..	2
Figur 2 Standard HP riser 14.5 meter, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS	5
Figur 3 Fiberstropper 1-10 tonn	6
Figur 4 Standard transport container	6
Figur 5 Risikoanalyse modell.....	8
Figur 6 Håndskisse av konsept 1	13
Figur 7 Tidlig håndskisse av konsept 2	14
Figur 8 Skisse fra papiret som illustrer montering av konsept 3 til riser.....	14
Figur 9 Dagens løftemetode ved løft og stabling, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS.....	15
Figur 10 Grov skisse av konsept 1,	16
Figur 11 Grov skisse av konsept 2, sett fra 2 vinkler	17
Figur 12 Grov skisse av konsept 3 med låseklave.....	18
Figur 13 Hulprofil hoved bjelke.....	20
Figur 14 Løfteøye etter design endring	21
Figur 15 Hylse/Svingbolt	21
Figur 16 Løfteklo.....	22
Figur 17 Utdrag fra stress analyse i Inventor 2022	25
Figur 18 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt på løfteøye.....	25
Figur 19 Illustrasjon av hulltrykks beregning.	26
Figur 20 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt ved gripe hode.....	27
Figur 21 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt mellom hoved bjelke og hylse.....	27
Figur 22 Resultatmatrise fra elementanalyse	28
Figur 23 Kilsveis og spenningene som opptrer	30
Figur 24 Sveis mellom gripehode og plate.....	31
Figur 25 Utsnitt av sveis mellom gripeklør og plate.	32
Figur 26 Sveis mellom senterbolt og plate	33
Figur 27 Sveis mellom senterbolt og plate, med krefter.....	34
Figur 28 Sveis mellom toppbjelke og løfteøye innfestning.....	35
Figur 29 Illustrasjon av sveis mellom toppbjelke og løfteøye innfestning.....	36
Figur 30 Sveis mellom bjelke og hylse innfestning	36
Figur 31 Illustrasjon av krefter og bøyearm som virker på sveis	38
Figur 32 Utklipp fra tegning 15 med sveisesymbol	38
Figur 33 Utklipp fra tegning 13 med sveisesymbol	39
Figur 34 Utdrag fra sammenstillings tegninger som viser sveisesymboler.....	40

Sammendrag

Gruppen har påtatt seg en problemstilling fra firmaet WellPartner A/S. WellPartner er ett oljeservice selskap som holder til i Risavik utenfor Stavanger, der de har kontorer og verksted. De driver med utleie av personell og utstyr innenfor olje og gass bransjen. Blant annet driver de med utleie av stigerør systemer (riser), i den forbindelse har oppdragsgiver et helse, miljø og sikkerhets (hms) problem de ønsker løsning på. Wellpartner lagrer lengder med stigerør (riser jointer) i stabler inne på verkstedet. Håndtering av disse rørene på verkstedet utføres på en risikofylt måte med bruk av fiberstroppe og mye klatring i stablene. WellPartner ønsker derfor å få en løsning på dette problemet, og ser for seg å få laget ett løfteredskap til riser. Hensikten er å eliminere all bruk av fiberstroppe. Bruk av fiberstroppe medfører mye klatring som igjen fører til risikofylt arbeid når rør skal stroppe opp for løft, både på bakkenivå og i høyden.

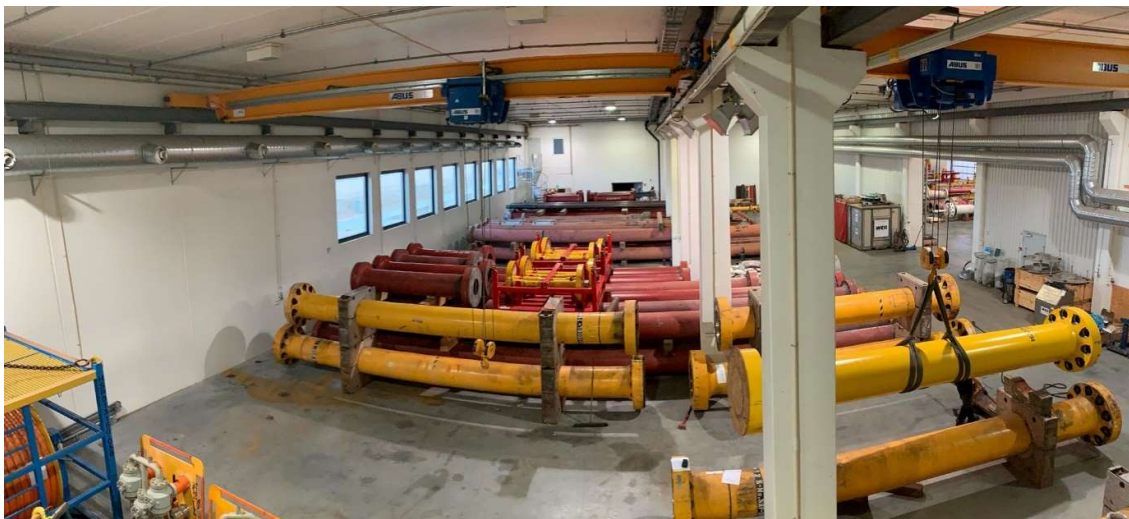
For å komme frem til en best mulig løsning på problemet er det blitt utført en forstudie, samt risikoanalyser på løfte-operasjonen både med og uten bruk av løfteredskap. Disse ble utarbeidet for å få frem fordelene med ett spesialdesignet løfteredskap. Etter analysene ble det bestemt at Wellpartner trenger en løfteklamme (clamp) som kunne benyttes til riser håndtering. For å komme frem til en løsning som er best egnet for Wellpartner sin problemstilling, er det blitt utført en konseptstudie. Her ble 3 alternative løsninger drøftet opp mot hverandre, og valget falt på den løsningen som ble vurdert som best. Med tanke på konstruksjon og hms.

Den valgte løsningen er et løfte clamp som er basert på en bjelke med 2 vribare løfteklaver, med manuell betjening og låsing. Dette ga oss et enkelt og sikkert design, med lite bevegelige deler og lite svake punkter. Resultatet er et robust design som er lett å vedlikeholde. Utstyret er konstruert og beregnet i Inventor, arbeids og sammenstillings tegninger er blitt utarbeidet. Alt arbeid er gjort i henhold til maskinforskriften. Dette for å sikre at løfte clampet kan sertifiseres som løfteredskap, om det skulle bli satt i produksjon. I forbindelse med at det skal være mulig å sertifisere clampet, er det også laget en bruksanvisning på norsk. Dette er et krav i henhold til maskinforskriften. I tillegg er det laget ett kostnadsestimat for produksjon av løfte clampet. Samt at optimal type overflatebehandling er utredet. Arbeidet som er nedlagt, gir Wellpartner svar på problemstillingen deres. Når denne oppgaven er overlevert, står Wellpartner selv fritt til å produsere utstyret og få det godkjent for løft.

1. Innledning

1.1 Formål

Problemstillingen som beskrives av WellPartner har vedvart over lengre tid og omhandles som et hms problem, men de har ikke hatt nok tid og ressurser til å kunne løse dette på egenhånd. Wellpartner lagrer riser jointene inne på verkstedet. Det lagres 4 riser systemer, som tar mye plass, grunnet store lengder og dimensjoner. Hvert system har 14-16 jointer som lagres ved å stable dem i høyden inne på verkstedet. Operasjonen med å heise disse ut fra transport containerne på utsiden og inn i hallen hvor de skal lagres krever bruk av flere kraner og flere typer løfteutstyr. Hovedproblemet er stabling i høyden. Det resulterer i at personell må klatre opp i stabelen. Slik det utføres i dag, utgjør det en risiko for utførende personell, og det gjør operasjonen tidkrevende ved festing av fiberstroppe. Stroppene som brukes er store, tunge og uhåndterbare. Problemet er størst når man skal løfte oppe i stabelen. Da må riggeren ta med seg de tunge stroppene opp i stablene for å strupe stroppene rundt riseren. Treffer man ikke på tyngdepunktet av riseren må man flytte rundt på stroppene for å finne riktig balanse. Figur 1 viser bilde av dagens løftemetode.



Figur 1 Løfting av riser joint ved bruk av fiberstroppe, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS

Når riserene skal sendes blir de pakket i trange i transport containerne. Her hender det at det er vanskelig å få av eller på fiberstroppene. WellPartner ønsker derfor å få en løsning på dette problemet, og ser for seg å få laget ett løfte redskap til riserne. Formålet er å eliminere all bruk av fiberstroppe.

1.2 Begrunnelse for valg av oppgave

Under samtaler med WellPartner hadde de flere problemstillinger de ønsket realisert. Opptil flere problemstillinger fra oppdragsgiver ble vurdert. Det ble konkludert med at noe ble for teknisk omfattende, og andre problemstillinger var ikke tilstrekkelige for en bachelor oppgave. Denne oppgaven ble valgt på grunnlag av at det var det beste alternativet med tanke på bruk av kompetanse, arbeidsmengde og at WellPartner hadde et stort ønske om forbedring på denne problemstillingen. Begge skribenter i prosjektgruppa er ansatt hos WellPartner, og har selv opplevd problemstillingen til daglig. Dette utgjør et godt grunnlag for å kunne finne en god løsning med tanke på konstruksjon av løfteredskapet, som reduserer bedriftens utfordringer. Prosjektet er vurdert til at det er passende arbeidsomfang, med tanke på at man får brukt mye av kunnskapen som er tilegnet ved Universitet i Stavanger. Ut fra opplysninger vil det være nødvendig med beregninger av forskjellige type krefter som vil påvirke konstruksjonen, dimensjonering av utstyr, konstruksjon etter gjeldende standarder samt tegning og beregninger i Autodesk Inventor. Men også analysere risiko ved bruk av dette løfteredskapet.

1.3 Resultatmål & Effektmål

WellPartner resultatmål:

- Forbedre hms under håndtering av risere med kran.
- Forbedre operasjonen ved løfting og stabling av risere.
- Motta et design som forprosjektert, på ett egnet løfteredskap, løsningen må kunne sertifiseres for løft. Løsningen må være sikker i bruk.

Bachelorgruppen resultatmål:

- Bruke kompetansen og kunnskapen vi har tilegnet oss ved Universitetet i Stavanger til å gjennomføre prosjektet på best mulig måte.
- Utføre prosjektet i samsvar med kravene som er stilt fra samarbeidsbedrift WellPartner.

WellPartner effektmål:

- Optimalisere stabling av risere.
- Produsere ett sikkert og effektivt løfteredskap.

Bachelorgruppen effektmål:

- Oppnå så god karakter som mulig på oppgaven og på vitnemål.
- Kunne konstruere et system som fungerer i arbeidslivet.
- Demonstrere kompetanse og kunnskap som er tilegnet seg under studietiden på universitetet om å utføre lignende oppgaver i arbeidslivet.

1.4 Avgrensing

Denne oppgaven er blitt begrenset til å omhandle design, beregninger og konstruksjon av løfteredskapet. Det vil si at i denne fasen skal ingenting fabrikkeres eller sertifiseres. Ønsker WellPartner selv å benytte seg av muligheten til å fremstille resultatet av oppgaven, ser gruppen det som positivt.

Designet av løfteredskap som er tiltenkt, er tilpasset riser av den typen WellPartner håndterer flest av. Oppgaven konsentreres rundt en gitt rør størrelse på rørdiameter 500 mm. Det er mulig å designe til andre størrelser, men da det finnes utallige versjoner av disse, begrenses oppgaven til Ø 500 mm. Det skal estimere pris for produksjon av løfteredskapet, men det kan kun sees på som et estimat da flere faktorer vil spille inn, slik som materialpriser og tilgjengelighet for produksjon i markedet.

2. Teknisk begrep

2.1 Forkortelser

Hms	Helse, miljø og sikkerhet
NDT	Non destructive testing (ikke destruktiv test)
Mt	Magnetpulver prøving
Mpi	Magnetisk partikkel inspeksjon
HP	High pressure/ høyt trykk
Psi	Pounds per Square Inch (pressure)/ Trykk
Wll	Working load limit/ grense for arbeidsbelastning
Voc	Volatile Organic Compounds/ Flyktige organiske forbindelser
Mig	Metal Inert Gas/ metall, passiv gass

2.2 Innføring i relevant utstyr

Riser

Riser er det engelske ordet for «stigerør». Enkelt forklart er dette rørene som går fra brønnhodet på havbunnen og opp til plattformen. Hp står for high pressure, og betyr at de er klassifisert for høyt trykk, opp til 5000 psi. Riserene kommer i mange forskjellige utførelser, alt etter bruksområdet og type plattform. Typen som WellPartner lagerfører er konstruert for bruk på Jack-Up plattformer, altså plattformer som har føtter som senkes ned på havbunnen og jekker opp riggen fra havet slik at den står stødig. Gjennom riseren kjøres både boreoperasjoner og kompletterings operasjoner. Standard dimensjonene per riser rør er cirka 14,5 meters lengde, diameter på rør er 0.5 meter og flenser på 1 meter i diameter i hver ende. Figur 2 viser standard riser på 14,5 meter.



Figur 2 Standard HP riser 14.5 meter, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS

Løfte clamp

Når man referer til ordet «clamp» betyr det klemme på engelsk. «Løfte clamp» betyr dermed løfteklemme. Og referer til løfteredskap som designet i klemme form og er egnet til å løfte rør eller andre runde objekter. Ordet løfte clamp er mye anvendt olje industrien og brukes til å omtale slike løfte redskaper.

Traverskran

Traverskran er en krantype som går på skinner opp under taket av et verkstedlokale. Man må ha et eget kurs for å kunne operere denne krantypen (G4 kurs). Denne type kran er laget for å kunne utføre tunge løft på en stabil og trygg måte. Ved bruk av traverskran er det noen hensyn som må tas. Ved løft av store, tunge og ofte litt lengre gjenstander, er det enkelt å hekte seg fast eller treffe andre ting som kan være i nærheten. Da er det spesielt viktig å passe på at det ikke går folk under der du utfører løftet. Normal praksis er at området blir avsperrret under utførelsen av løft. Området avsperrres med sperrebånd, slik at ingen går inn under hengende last.

Fiberstropper

Fiberstropper er løfte stropper som kommer i forskjellige størrelser. De brukes i hovedsak til å løfte objekter som ikke har faste løftepunkter. De er laget av fiber/tøy og er sydde sammen til sirkler. Det finnes fiberstropper med kapasiteter fra 1 tonn til over 20 tonn. Ved løfting av riser, er det normalt å bruke stropper med rundt 10 tonns kapasitet. Se figur 3 [7] for illustrasjon av fiberstropper.



Figur 3 Fiberstropper 1-10 tonn

Transport container

Når det henvises til en transport container er dette containere for lange rør og annet utstyr som skal fraktes offshore. Disse er designet for hard bruk, og tåler å bli håndterte mellom plattform og båter i stygt vær. De kommer i forskjellige utførelser, med lengder fra 5 til over 20 meter. Riserene pakkes og sendes offshore i denne typen containere. Disse containerne har plass til en riser joint hver. Se figur 4 [8] for transport container.



Figur 4 Standard transport container

3. Helse, miljø og sikkerhet

En løfteoperasjon er en komplisert oppgave som ofte involverer flere parter og innehar høy risiko og konsekvens. Det er derfor viktig at man ivaretar sikkerheten under en løfteoperasjon. Det er forventet at operasjonen er godt planlagt. WellPartner praktiserer bruk av risikovurdering før løfteoperasjoner. Under er et eksempel fra WellPartners hms håndbok.

Ting man skal tenke på før ett løft:

- Brukes riktig/godkjent løfteutstyr?
- Er det tatt hensyn til andre pågående operasjoner?
- Er det nødvendig med avsperring?
- Er alle involverte parter gjort kjent med operasjonen som skal utføres?
- Er riktig personlig verneutstyr brukt?

Dette er viktige punkter å tenke på under planleggingen og utførelsen av ett løft. Er man trygg på disse punktene kan løftet utføres.

3.1 Risikovurdering

Risikovurdering og risikoanalyse er ett hms verktøy som brukes for å oppdage og eliminere risikoer ved operasjoner som skal utføres. I denne rapporten brukes det for å få kartlagt hms fordelene med et løfte åk i stedet for dagens metode for løft av riser. Det er utarbeidet to risikoanalyser for WellPartner, en for tradisjonell løfting med fiberstroppe, og en for løfting med løfte åk.

Risikoanalyse modellen som er brukt, bruker farger for å klassifisere farer. Rødt, gult og grønt. De grønne feltene er operasjoner som kan utføres, og som er trygge og utføre med tiltakene som er nevnt. De røde feltene er operasjoner som ikke bør utføres. Gult er i området der man bør tenke seg om. I Hovedsak ønsker man å gjøre røde operasjoner til grønne, via tiltak som er oppgitt i analysen. Figur 5 [9] viser modellen risikoanalysen tar utgangspunkt i.

SANNSYNLIGHET	Svært sannsynlig 5	Grønt	Rødt	Rødt	Rødt	Rødt
	Sannsynlig 4	Grønt	Gult	Rødt	Rødt	Rødt
	Mindre Sannsynlig 3	Grønt	Grønt	Gult	Rødt	Rødt
	Lite Sannsynlig 2	Grønt	Grønt	Grønt	Gult	Rødt
	Usannsynlig 1	Grønt	Grønt	Grønt	Grønt	Gult
			1 Lite/Ubetydelig	2 Mindre alvorlig	3 Betydelig	4 Alvorlig
		KONSEKVENNS				

Figur 5 Risikoanalyse modell.

Kapitlene 3.2 – 3.4 er risikovurderinger som er utført på dagens løsning for forflytning av risere. Resultatene av disse viser at det er farer og risikoer ved en slik operasjon, det finnes allerede tiltak som fører til betydelig reduisering av risiko. Disse tiltakene er tidkrevende. Analysen i kapittel 3.5 er for utføring av samme operasjon, men med bruk av nytt løfte clamp. Resultatene viser at det er mindre risiko involvert, samt at det blir mer effektive operasjoner. Der det refereres til farger i analysene 3.2 – 3.5 henvises det til figur 5 som har fargekart, basert på risiko/sannsynlighet for at en uønsket hendelse inntreffer.

3.2 Risikoanalyse for stropping og løft av riser som er stablet.

Risiko	Beskriv aktivitet	Sannsynlighet	Konsekvens	Klassifisering	Tiltak	Etter tiltak
1	Mistebalanse i stabel. *Fallskade. *Bruddskade	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Minimere arbeid i stabel. -Bruk av vernesko med god støtte. -Bruke egnet løfteutstyr gjør arbeidet enklere og mindre tidkrevende.	Grønn
2	Feilstropping. Stroppene sklir eller er ikke sentrert. -Skade på personell og materiell	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Merke tyngdepunktet på raiser. -Bruke tilegnet løfte åk. -Avsperring av område med merking. - Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
3	Trapp velter på vei opp eller ned -Fallskade	Sannsynlig	Mindre betydelig	Gul	-Minimere høyden på stablene. Under 2.1 meter. -Bruk solide stiger. -Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
4	Feil operering av traverskran. Velt av stabel. -Skade på personell	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Bruk kun trent personell med sertifikat. -Raiser skal være sikret på labanker. -Avsperring av område og merking. - Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
5	Bruk av ikke egnet løfteutstyr. Raiser faller. -Skader personell og skade på utstyr.	Mindre sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Kun trent personell med sertifikat til å rigge opp. -Bruke eget løfte åk. -Avsperring av område og merking.	Grønn

3.3 Risikoanalyse for forflytning av riser ved hjelp av traverskran.

1	Feil manøvrering av kran(enkeltløft) -Skade på personell, og materiell.	Sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Bruk kun trent personell med sertifikat. -Avsperring av område og ryddig gangbane. -Sikre fri rygg. - Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
2	Feil manøvrering av kran (Sam løft) -Skade på personell, og materiell	Sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Bruk kun trent personell med sertifikat. -Avsperring av område og ryddig gangbane. - Sikre fri rygg. -God kommunikasjon og toolbox talk. -Bruk av flaggmenn ved blindløft. -Vurdere å bruke forflyttningsvogn for riser der det er mulig. - Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn

3.4 Risikoanalyse for stabling av riser

1	Landing av riser. -Klemskader	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Bruk av riktig personlig verneutstyr. -Lande riser på labank og sikres. -Avspærret område. - Bruk av personlig verneutstyr	Grønn
2	Feil operering av traverskran. Velt av stabel. -Skade på personell	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Bruk kun trent personell med sertifikat. - Riser skal være sikret. - Avsperring av område og merking. - Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
	Mistebalanse i stabel. -Fallskade. - Bruddskade	Sannsynlig	Betydelig	Rød	-Minimere arbeid i stabel -Bruk av vernesko med god støtte. - Bruke egnet løfteutstyr gjør arbeidet enklere og mindre tidkrevende. -Bruk av personlig verneutstyr.	Grønn
	Trapp velter på vei opp eller ned	Sannsynlig	Mindre betydelig	Gul	Minimere høyden på stablene. Under 2.1 meter. Bruk solide stiger. -Bruk av personlig verneutstyr	Grønn

3.5 Risikoanalyse for bruk av nytt løfte clamp for riser håndtering

Risiko	Beskriv aktivitet	Sannsynlighet	Konsekvens	Klassifisering	Tiltak	Etter tiltak
1	Riser sklir i clamp.	Lite sannsynlig	betydelig	Grønn	-Sikre god kontakt flate mellom løfte åk og riser. -Effektiv låsing. -Vurdere vulkanisering på kontaktflate mot riser.	Grønn
2	Riser løsner og faller.	Sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Sikre låsing med splint.	Grønn
3	Riser sklir ut av løfte clamp.	Lite sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Merke utstyret med størrelse den er konstruert for.	Grønn
4	Skjevlast av løfte clamp.	Sannsynlig	Mindre alvorlig	Grønn	-Konstruer løfte åk med høy sikkerhetsfaktor -Detaljert brukerveiledning.	Grønn
5	Løfte åk er for svakt konstruert.	Lite sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Løfte åk får høy sikkerhetsfaktor og designes robust. - Kontrollmyndigheter tester utstyret før bruk.	Grønn
6	Løfte åk blir utsatt for slag.	Sannsynlig	betydelig	Grønn	-Løfte åk konstrueres robust. -Førbrukssjekk av utstyr og årskontroll må utføres.	Grønn
7	Klemskade ved låsing av klo	Sannsynlig	Mindre alvorlig	Gul	-Løfte åk designes med dedikert håndtak. Og med god åpning på siden slik at man i størst grad unngår klemming av hender.	Grønn
8	Løfte åk blir brukt til tyngre laster en designet for	Lite sannsynlig	Alvorlig	Rød	-Tydelig merking av maksimal vekt. -Sertifikat på utstyr. -Detaljert bruksanvisning.	Grønn
9	Løfteåket blir plassert i låst stilling på topp av riser uten at kran er koblet til. Riser roterer rundt med løfte åk.	Lite sannsynlig	Mindre alvorlig	Grønn	-Detaljert bruksanvisning.	Grønn

10	Løft åk tipper ved opp låsing etter løft	Svært sannsynlig.	Alvorlig	Rød	Informer i bruksanvisning om faren knyttet til mye slakk i kjetting skrev. Gi løfte åk påskrift om denne risikoen.	Gul
----	--	-------------------	----------	-----	--	-----

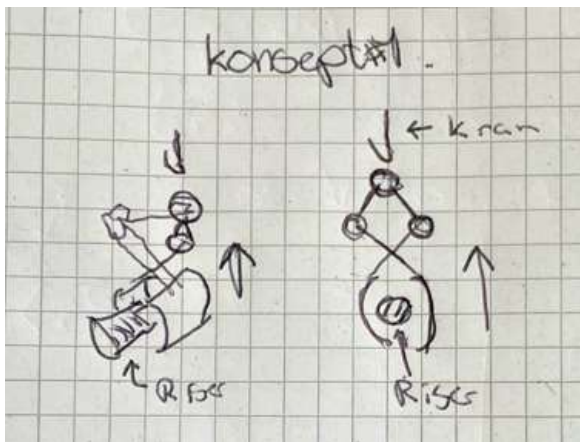
4. Konseptstudie

I en konseptstudie legger man frem de ideene man har som forslag, og som man ønsker å se opp mot hverandre. Ved å se på fordeler og ulemper ved disse konseptene, kan man luke bort de konseptene som er minst gunstige å gjennomføre. Målet er å sitte igjen med et konsept som kan gi best løsning på de utfordringene som skal løses. Når man har landet et konsept så videreføres dette til detaljprosjektering.

Konseptstudieprosessen

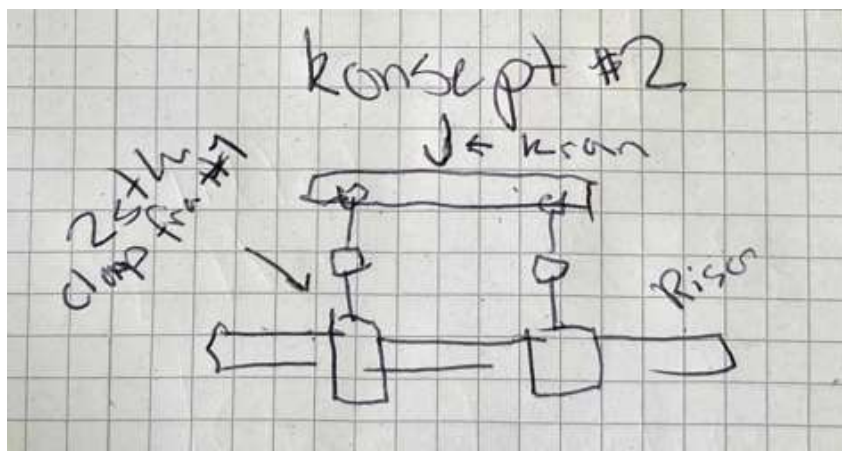
For å sikre best mulig resultat tar rapporten for seg flere mulige løsninger. Disse ble grundig vurdert gjennom konseptstadiet for å komme frem til den løsningen som oppfyller egenskaper, muligheter og hms aspekter, som både prosjektgruppen og WellPartner ønsker. Fordeler og ulemper blir nøye vurdert. Ut fra kriteriene ble det laget en konseptstudie hvor det ble diskutert og lagt frem forskjellige løsninger på problemet som ville være relevant, totalt tre ideer. Alle disse er basert på en type clamp. Clamp viser seg som den mest egnede måten å løfte rør på. Prosjektgruppen har tatt for seg 3 konsepter, for å komme frem til den løsningen som er best egnet etter bedriftens spesifikasjonskrav og behov.

Første konsept var å bruke en løsning med en bred clamp, som kun løftet på ett punkt, og som låser ved hjelp av egenvekten til riseren. Figur 6 viser en tidlig skisse av tiltenkt virkemåte.



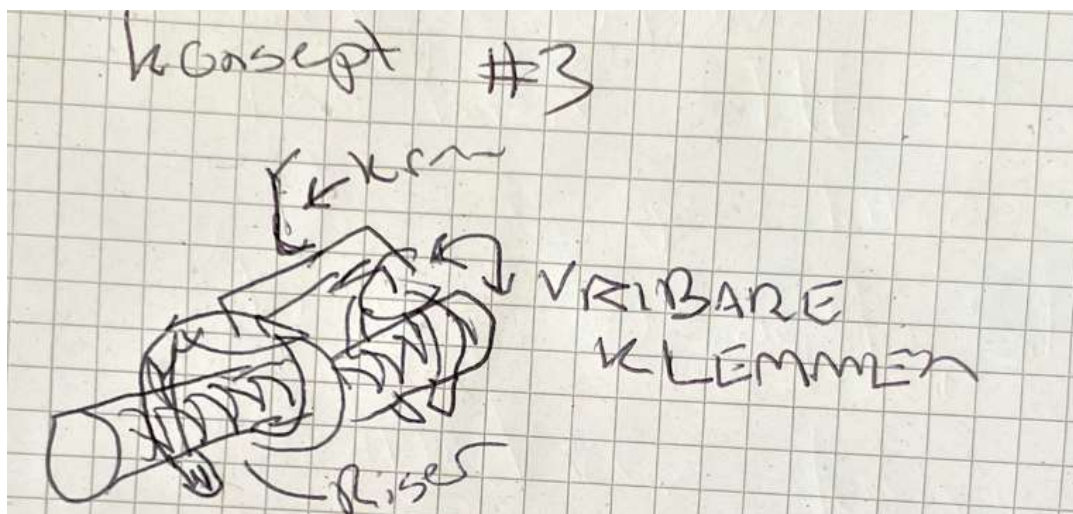
Figur 6 Håndskisse av konsept 1

Andre konsept som ble vurdert var å ha to enkle clamp som kunne brukes separat. Eller ved å koble to sammen, via en bjelke som illustreres i figur 7 for å få rett bredde. Men med samme konsept på låsingene som i likhet med alternativ en.



Figur 7 Tidlig håndskisse av konsept 2

Tredje konsept er basert på å konstruere en clamp med to «kjefter» og ett enkelt manuelt låsesystem. Kjeftene skal roteres rundt røret og vil låse røret fast, slik som vises i figur 8. Dette konseptet hadde flest fordeler og vil ha best funksjonalitet av de tre forslagene. Etter en grundig vurdering falt avgjørelsen på konseptet tre. Dette på bakgrunn av at konseptet gir det tryggeste og mest allsidige løfte clampet, med gode forutsetninger for den bruken det er tiltenkt hos WellPartner.



Figur 8 Skisse fra papiret som illustrer montering av konsept 3 til riser

4.1 Konseptstudie for valg av løsning

Gruppen har som hovedmål å komme frem til et konsept som kan løse de utfordringene som kranfører opplever til daglig. Bedriften benytter i dag fiberstropper for å gjennomføre alle løfteoperasjoner. Det er tunge stropper som medfører mye tung rigging av kranfører for hvert enkelt løft. Bedriften ønsker også å ivareta sikkerheten knyttet til slike løft på en bedre måte, enn hva dagens situasjon gir mulighet for. Figur 9 viser hvordan riser håndteres i dag. Viktige kriterier i denne prosessen er:

- Hms.
- Brukervennlighet.
- Funksjonalitet i forhold til lokaler og bruksområde.
- Kompleksitet og kostnad ved produksjon.

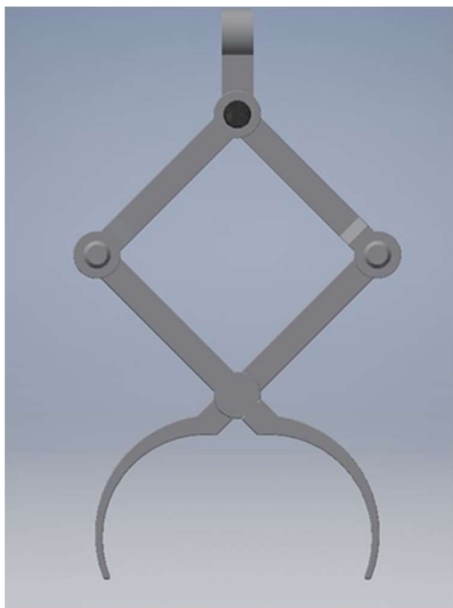


Figur 9 Dagens løftemetode ved løft og stabling, fotografert januar 2022 hos WellPartner AS

4.2 Konsept 1

Det første konseptet tar for seg en bred clamp som løfter på ett punkt. Denne låser fast emnet ved hjelp av riserens egenvekt. Kjeftene på clampet må være så brede at det går an å balansere riseren selv om det bare løftes på et punkt. Låsingen skjer ved overføring av krefter via saksearmen med løftklo nederst. Dette gjør at når man løfter opp, vil vekten av riseren dra armene mot hverandre og dermed låser den seg rundt riseren. Fordelen med dette designet er at det kan benyttes til andre dimensjoner uten noen form for modifiseringer, da vekten av det som løftes presser armene sammen.

I toppen kan det benyttes en sjakkkel som festes i kranen. Det er flere utfordringer knyttet til dette konseptet. Her er man avhengig av å treffe nøyaktig mitt på riseren for å kunne gjennomføre et balansert løft. Det vil også være en begrenset stabilitet i løftet når det kun holdes fast i ett punkt. Løfteutstyret kan også bli feil belastet, hvis man ikke oppnår en god balanse under løft. I tillegg er det utfordringer knyttet til avhengigheten av å låse clampet i ytre posisjon når man skal gå ned på riser for å plukke den opp. Med tanke på at armene må stå ute, tar løfteutstyret stor plass i bredden. Da kan det bli en utfordring å lande på riser når den ligger stablet tett inntil en annen, eller skal ut og inn av transport containere. Figur 10 illustrerer konsept 1.

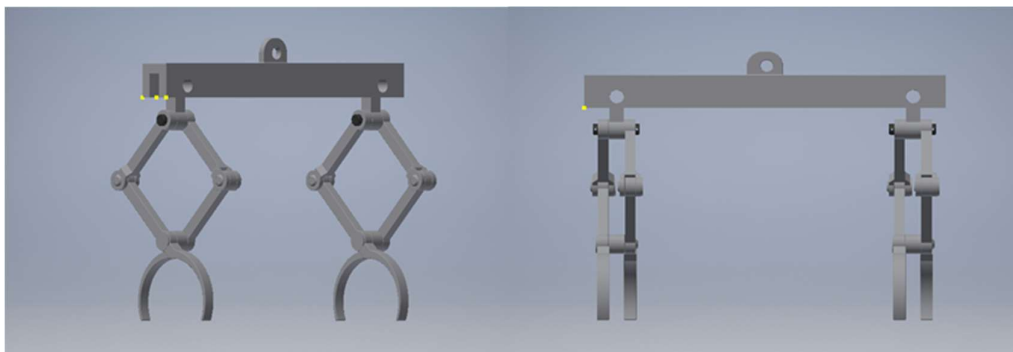


Figur 10 Grov skisse av konsept 1,

4.3 Konsept 2

Det andre konseptet tar for seg 2 enkle clamp som kan brukes separat, men som blir koblet sammen via en bjelke for å få tilstrekkelig bredde mellom klemmene. Dette slik at riserens tyngdepunkt blir mer stabilt under løft. Dette konseptet baserer seg på samme type låsing som det første konseptet. Den største forskjellen her er at disse clampene kan være smalere i kjeften. I stedet for et stort clamp, så har denne to enkle clamp som henger i hver sin ende av bjelken.

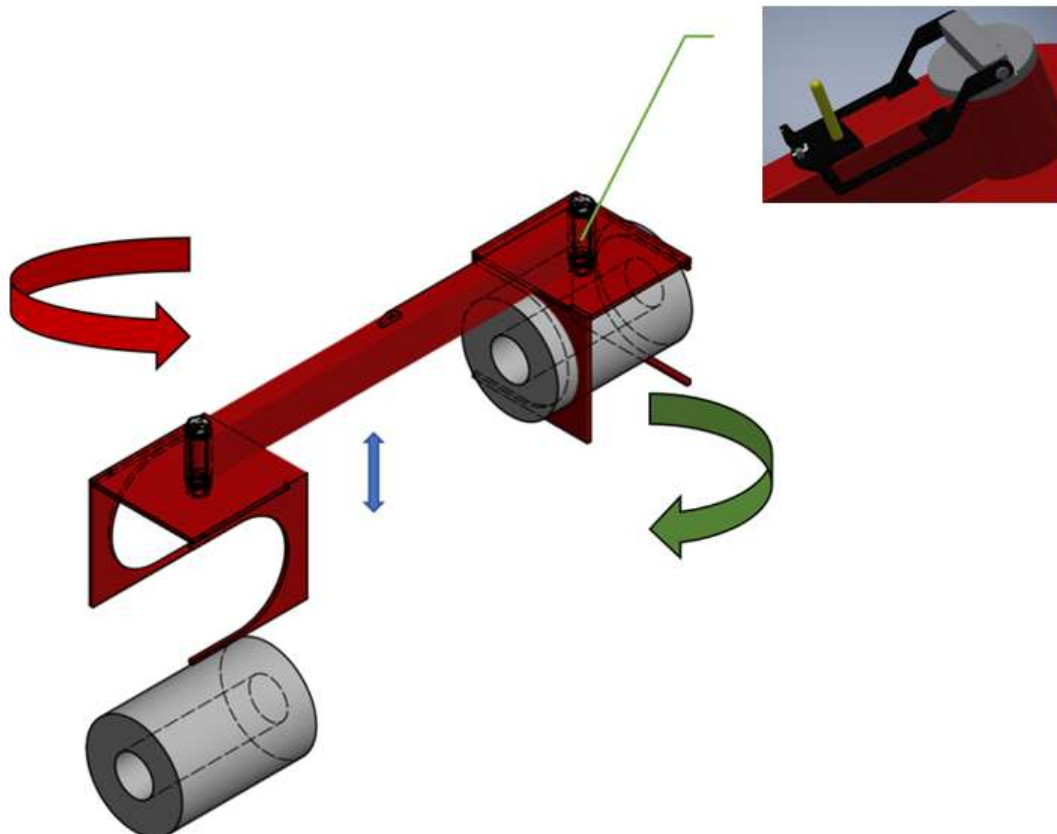
Mange av utfordringene her vil likevel være de samme som ved det første forslaget. Felles utfordringer for disse konseptene er også at de vil kreve stor bredde i åpen stilling for å kunne lande på riseren, noen som kan gjøre det vanskelig når riseren ligger i en stabel eller når de skal legges ned i en transport container. Denne konstruksjonen vil være avhengig av en låsemekanisme som holder klemmene i åpen stilling når den skal landes på riseren. Dette vil også øke risikoen for klemfare for operatør når disse låsene skal løses ut og aktiveres. Det er mange bevegelige deler i denne konstruksjonen, i tillegg bygger armene i høyden, noe som er uønsket i denne sammenheng. Man ønsker et løfteredskap som bygger minst mulig høyde for å øke løftekapasitet når riser skal stables. Figur 11 viser skisse av konsept 2.



Figur 11 Grov skisse av konsept 2, sett fra 2 vinkler

4.4 Konsept 3

Det tredje konseptet består av en bjelke med vribare løfteklaver. Disse klavene åpnes og lukkes ved å betjene en arm som blir festet i toppen av hver akselgjennomføring. Armene låses ved å feste håndtaket til hovedbjelken. I henhold til figur 12. Når disse klavene er i lukket posisjon, vil armene være parallelle med bjelken og de kan enkelt sikres i denne stillingen. Denne konstruksjonen har få bevegelige deler som gir en enkel og sikker betjening. I verkstedlokalet er det en begrenset løftehøyde når riser skal stables i høyden, dette er noe som denne konstruksjonen tar hensyn til, med en kompakt konstruksjon. Dette gir også muligheten til å påmontere et to parts kjetting skrev i overkant av løftebjelken, som kan øke stabiliteten ytterligere. Denne konstruksjonen kan ikke brukes til å løfte dimensjoner som avviker fra oppgitt ytre diameter på 0.5 meter. Figur 12 viser skisse av konsept 3.



Figur 12 Grov skisse av konsept 3 med låseklave

4.5 Resultat av konseptstudie

Under er resultatene av konseptstudien presentert i en enkel tabell som lister opp de største fordelene og ulempene ved de forskjellige konseptene. Det er etter designprosessen her tatt med de største fordelene/ulempene ved hvert konsept.

Konsept	Fordeler	Ulemper
Konsept 1	<ul style="list-style-type: none">• Enkel låsemekanisme, uten manuell betjening ved løft• Tar liten lagringsplass i verksted• Kan brukes på flere dimensjoner	<ul style="list-style-type: none">• Tar plass ved montering på riser• Avansert konstruksjon med flere svake punkt• Vanskelig å få ett stabilt løft• Må manuelt låses i åpen posisjon ved på/av montering på riser• Krever løftehøyde
Konsept 2	<ul style="list-style-type: none">• Enkel låsemekanisme uten manuell betjening ved løft• Oppnår enkelt stabile løft• Kan brukes på flere dimensjoner	<ul style="list-style-type: none">• Tar plass ved montering på riser• Avansert konstruksjon med flere svake punkt• Begge ender må manuelt låses i åpen posisjon ved på/av montering på riser• Tar stor plass ved lagring• Krever ekstra løftehøyde
Konsept 3	<ul style="list-style-type: none">• Enkel låsemekanisme med manuell betjening• Enkel konstruksjon med få bevegelige deler• Gir enkel håndtering av riser både i stabler og transportcontainere• Gir enkelt stabilt løft	<ul style="list-style-type: none">• Stor konstruksjon som tar ekstra lagringsplass.• Kan kun løfte en dimensjon uten modifikasjoner

Etter å ha gått gjennom de ulike fordelene og ulemper som følger med de forskjellige konseptene har vi kommet til frem til at konsept tre er den beste løsningen for bedriften. Når fordeler og ulemper summeres opp etter resultater øverst, er det tydelig at dette konseptet har minst ulemper og flest fordeler. Denne konklusjonen er også basert på at valget er nærmest kriteriene til prosjektgruppen og WellPartner sine ønsker. Hovedargumenter er løftehøyde og enkel bruk, samt at det skal kunne benyttes nede i transport containere. Kompakt design og lite maskinering ser ut til å holde nede kostnadene ved tilvirkning. Løfte åket vil være en konstruksjon som vil tåle påkjenningene godt, også på lang sikt. Dette vil også være med på å ivareta en god hms under løfteoperasjonen der det er tiltenkt.

5. Konstruksjonsprosessen

5.1 Utforming og design av løfte clamp

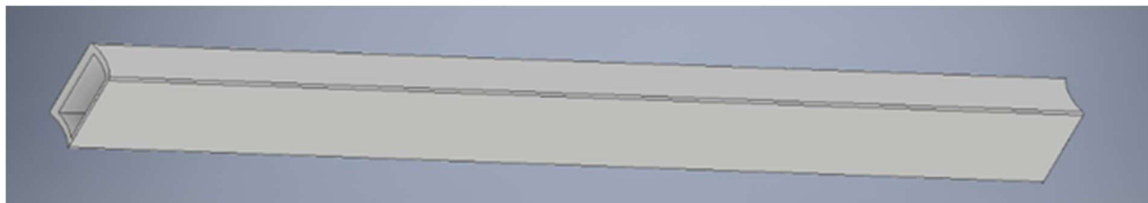
Valg av design ble gjort ut fra flere kriterier. Kriteriene ble kartlagt ut fra kundens behov. Risikovurderinger, kostnader, brukervennlighet og robusthet.

Løfte åket skal være robust. Det skal tåle store belastning uten å ta skade. Den skal ha en høy sikkerhetsfaktor. Samtidig bør det kunne fabrikkeres til lav pris, slik at bedriften velger denne løsningen. Løfte åket skal være robust og tåle en smell, uten at det går utover levetiden.

Brukervennligheten blir det lagt stor vekt på, den skal være enkel å bruke og lett forståelig. Flere farer skal elimineres i designet.

Tidlig i designfasen ble sikkerhets faktoren fastsatt. Faktor på 4 er vanlig i bransjen som leverer løfte redskaper. For å oppnå robusthet ble sikkerhetsfaktor på 5 et naturlig valg. Det gir muligheten ved senere anledning til å øke løfte kapasiteten om det skulle være behov for det.

Hovedbjelken ble en standard hulprofil 200 mm x 100 mm x 16 mm S355JO. Bjelken ble valgt da det er en standard størrelse. Prisen på bjelken er relativ lav, siden det er en standard størrelse. Den er enkel å skaffe da de største stålleverandører lagerfører denne. Figur 13 viser hovedbjelke tegnet i inventar.



Figur 13 Hulprofil hoved bjelke

På toppen av bjelken ble det opprinnelig designet 2 løfteøyer. Disse ble fjernet og erstattet med et langt løfteøye med to hull for sjakler, ref. Figur 14. Denne endringen ble gjort på grunn av at hovedbjelken hadde for stor nedbøying ved belastning og klarte dermed ikke å oppnå ønsket sikkerhetsfaktor. Denne løsningen resulterte i en kraftig oppstiving av bjelken mot nedbøying og en enda høyere sikkerhetsfaktor. Emne som skal bearbeides er flatstål 100 mm x 40 mm S355JO.



Figur 14 Løfteøye etter design endring

Hylse og sving bolt i hver av endene gir mulighet til å rotere gripeklørne rundt, men er også ment å være en del av den bærende konstruksjonen for gripeklørne. Opplagring av svingbolten blir stål mot stål og skal smøres med fett. Pasningen som blir gitt er en slakk pasning da disse skal roteres for håndkraft. Hylsene lages fra et emne NS355JO Ø200. Kantene fases for å unngå skarpe kanter. Svingboltene blir fabrikkert i et stykke. Det gjøres for å unngå svake sveisepunkter. Men også for å unngå andre låsemetoder som gjør designet mer klumpete og gir økt total vekt.

Bolten lages også av emne NS355JO Ø200, som er det samme som hylsene. Valg av samme material gjør at man bruker mindre av ulike emner og kan ha en mindre lagerbeholdning. Det gjør at prisen holdes nede. Bolten maskineres med en krage på, slik at det umuliggjøres at bolten glir gjennom hylsen. På toppen er det designet en forhøyning med hull gjennom. Forhøyningen er en del av låsemekanismen. Svingbolten er designet med mulighet for smøring gjennom en M6 grisnippel, som er montert på toppen av bolten. Bolten er boret ned til midten, hvor den er gjennomboret på tvers. Ved å pumpe gris i grisnippelen ledes grisen ned fordelt på begge sider av bolten. Figur 15 viser posisjon for grisnippel.



Figur 15 Hylse/Svingbolt

Gripeklørne er designet med to klør, som er plassert i hver sin retning. Klørne er sveiset fast i en topp plate. Klørne griper rundt riseren når den roteres, og låser dermed riser fast. Figur 16 viser disse klørne montert. Radiusen på hver av disse er 250mm fra senter, etter spesifikasjon på riser røret. Bunnen av kloa gjør at løfteåket må legges ned på siden i lukket stilling når den skal lagres, men kan enkelt lagres stående når den er i åpen stilling. Hullet i topp platen er ment for svingbolten. Svingbolten går gjennom topp platen og er sveist fast på topp platens underside. En del av bolten som stikker ned gjør at man kan lande løfteåket på toppen av røret, slik at man kommer i korrekt høyde for å vri gripeklørne rundt riseren. Både løfteklør og toppplaten som blir benyttet er 20mm tykk.



Figur 16 Løfteklo

Låsingen av gripehodene ble designet for å være sikker og enkel i bruk. Og skal eliminere bort mulige brukerfeil, som uønsket åpning. Låsingen sitter hengslet i en aksel på toppen av svingbolten. Bøylene som er festet til akselen har avstandsstykker. Disse er plassert på innsiden for å unngå klemming av fingre mellom håndtak og bjelke. Avstandsstykkene er også første sikring for avlåsing på håndtaket. Tyngdekraften og vekten av håndtaket vil holde håndtaket nede og klemmer mot bjelken som en låsing. I plata mellom bøylene er det boret et hull. Dette hullet er andre sikring. Når håndtaket legges ned på hoved bjelken vil en 15mm låsebolt komme gjennom plata. Den bolten har hull gjennom for sikring med splint, slik at håndtaket har en fysisk barriere, og ikke kan betjenes når den er låst. På toppen av låsebøylen er det plassert en gul aksel, denne er ment som et dedikert betjenings håndtak. Ref. figur 12. Alle delene i bøylene er laget slik at de enkelt kan kuttes ut av 10 og 15mm plater for

så og sveises sammen. Tanken er å slippe mye bearbeiding i cnc maskinen. Dette valget ble gjort med tanke på å holde produksjonskostnadene så lave som mulig.

Til opprigging av løfteåket ble det ikke designet fast løfteoppheng. Dette for at kunden skal ha mulighet til å bytte ut delene ved eventuell underkjennelse ved årskontroll, da hele løfte redskapet ville bli sett på som ett. Man vil da enkelt bytte ut løst løfteutstyr til opprigging.

5.2 Grunnlag for styrkeberegninger

For å kunne konstruere et løfteredskap som skal godkjennes ut ifra gjeldende krav og regelverk, er det nødvendig å ta hensyn til de sikkerhetsfaktorer som er gjeldende for denne type utstyr. Gjeldende forskrift for et løfteredskap er maskinforskriften (forskrift om maskiner). Definisjonen for løfteredskap blir i §2 d) beskrevet slik:

- *Med løfteredskap menes komponenter eller utstyr som ikke er påmontert maskinen og som gjør det mulig å gripe lasten, og som er plassert enten mellom maskinen og lasten eller på selve lasten, eller som er beregnet til å utgjøre en integrert del av lasten og som redskap settes separat i omsetning. Som løfteredskap regnes også kjettinger, tau, stropper, sjakler, ringer m.m.*

I 1.vedlegg til maskinforskriften fremgår det hvilke krav/prinsipper som er gjeldende til vern mot skade på liv og helse ved konstruksjon og bygging av maskiner. Punkt 4.1.2.5. tar for seg hvilke føringer som danner grunnlaget for den nødvendige sikkerhetsfaktoren for vårt utstyr. Her er et utdrag av de momenter som blir avgjørende for vår sikkerhetsfaktor.

Løfteutstyret og de tilhørende enkeltdeler skal være dimensjonert med hensyn til:

- *Tretthet og aldringsprosess*
 - *Bruksvilkår*
 - *Bruksområde*
 - *Forventet levetid.*
- b) *Sikkerhetsfaktoren for kjettinger skal være slik at det oppnås et tilfredsstillende sikkerhetsnivå. Den skal normalt være – 4 – fire. Dersom det nyttes kjettinger med sveisede ledd, skal de være kortlenket.*
- d) *Alle metallkomponenter som inngår i eller brukes sammen med en stropp, skal være slik at det oppnås et tilfredsstillende sikkerhetsnivå. Den vil normalt være på – 4 – fire.*

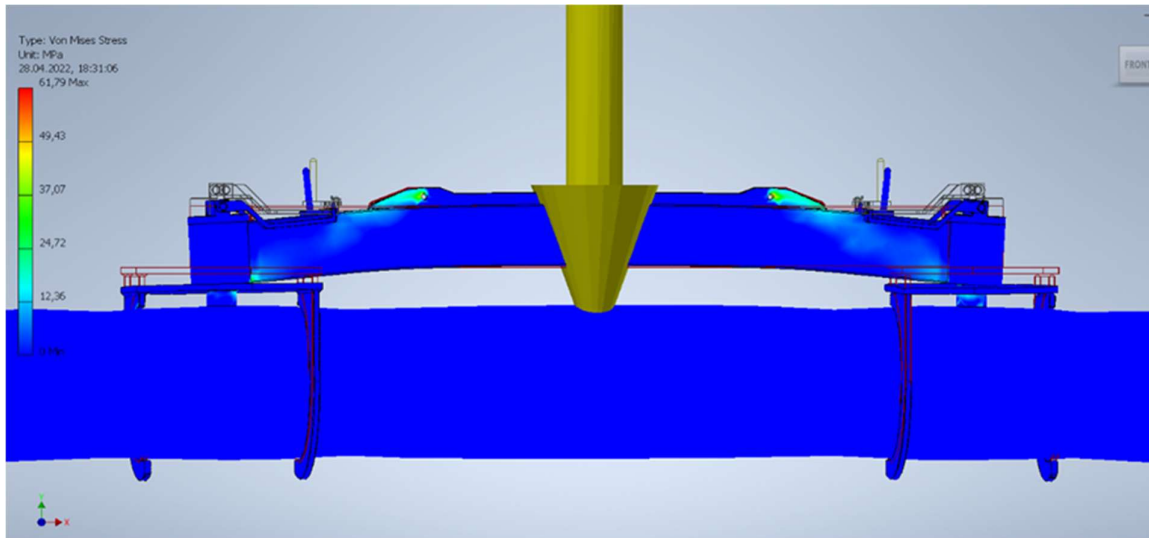
- e) *Største arbeidsbelastning på et løfteredskap med flere deler fastsettes på grunnlag av:*
- *belastningen på den svakeste delen*
 - *antall deler*
 - *en reduksjonsfaktor som er avhengig av delenes arbeidsvinkel.*
- f) *Produsenten eller dennes representant skal sørge for å kontrollere at sikkerhetsfaktoren er tilstrekkelig ved at prøvinger blir utført for løfteredskapene som er nevnt i bokstav a, b, c og d.*

Det nye løfteredskapet er konstruert med to løftepunkt øverst på bjelken. Åpningen i disse løftepunktene er laget små for at det kun skal være mulig å benytte godkjente sjakler som mellomledd. I vår veileder til kunden anbefaler vi at det benyttes dimensjonerte kjetting-skrev, men vi kan ikke utelukke at kunden velger å bruke fiberstroppe. Et kjettingskrev har en normal sikkerhetsfaktor på 4 og ved å definere dette som svakeste ledd i konstruksjonen, vil dette også bli minste dimensjonerende sikkerhetsfaktor for vårt løfteredskap. Ved bruk av fiberstroppe gjelder også samme krav til sikkerhetsfaktor i henhold til forskriften.

Et annet avgjørende moment ved dimensjoneringen er forebygging mot tretthet og aldriingsprosess, samt forventet levetid på redskapet. Det er viktig å oppnå en robust og holdbar konstruksjon, og av den grunn velger prosjekteringen å øke den dimensjonerende sikkerhetsfaktoren ytterligere til 5.

5.3 Elementanalyse

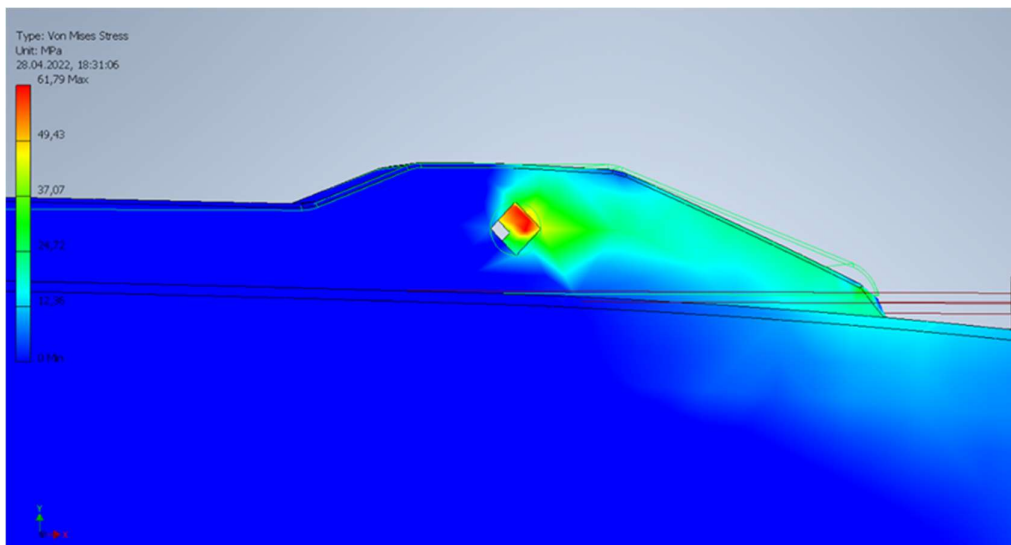
Elementanalyse som er gjort av konstruksjonen er utført i «Autodesk Inventor 2022», Analysen ble satt opp ved å holde igjen i hullene for løfteørene (constrain). Deretter ble en skisse av en riser lagt inn i modellen, og krefter tilsvarende vekten av riser ble lagt langs hele lengden av riser jointen. Dette oppsettet gir det mest reelle resultatet. Da de faste punktene i løfteøye hullene tilsvarer festepunkter mot travers kran, og riseren har jevnt fordelt vekt. Figur 17 under viser kreftene ved gul pil, og de grønne/røde områdene vider tydelig hvor de største spenningene oppstår nære constrain punktene. Resultatet viser at clampet slik det er blitt konstruert har en opptredende spenning (von Mises) på max 61,79 MPa. Dette resultatet brukes videre til å beregne egnet materialtype. Figur 17 er utdrag fra styrkeberegningen, og viser belastningsgraden i farger ut ifra hvordan spenningen opptrer.



Figur 17 Utdrag fra stress analyse i Inventor 2022

Kritiske punkter i konstruksjonen

Det er utført manuell beregning på hulltrykket da dette ansees som ett kritisk punkt i konstruksjonen. Figur 18 viser tydelig at den høyeste spenningen er i hullene i området som er blitt rødt



Figur 18 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt på løfteøye

Formel for hulltrykk er hentet fra [6]. Formelen beskriver $F = \text{Kraften}$. Og A , som er bredden av løfteøret ganget med diameteren på hullet. Man kan tydelig se det utsatte området i figur 19, det oransje over hullet. Her er det også fare for rivnings utmattelse, men med en

godstykkelse på over radien på hullene er dette innafor i henhold til krav til utforming som gjelder.

F: Det regnes med 8000 kg som belastning. Men dette er igjen fordelt på 2 hul. I kN blir dette:

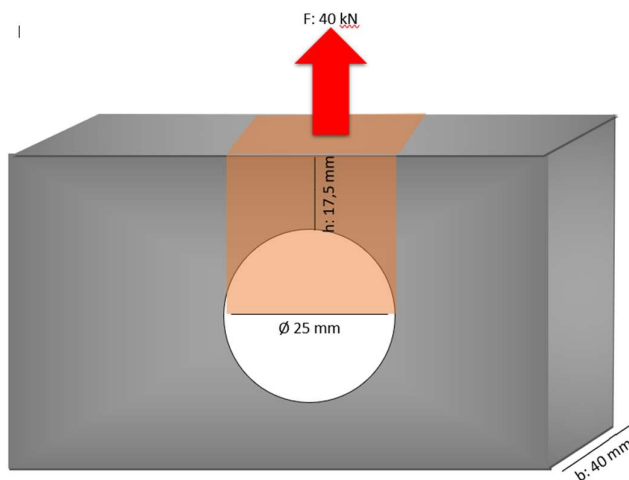
$$F = \text{kg} * g / 2$$

$$(8000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2) / 2 = 39,2 \text{ kN.}$$

Dette rundes opp til 40 kN for å kompensere for egenvekten av clampet.

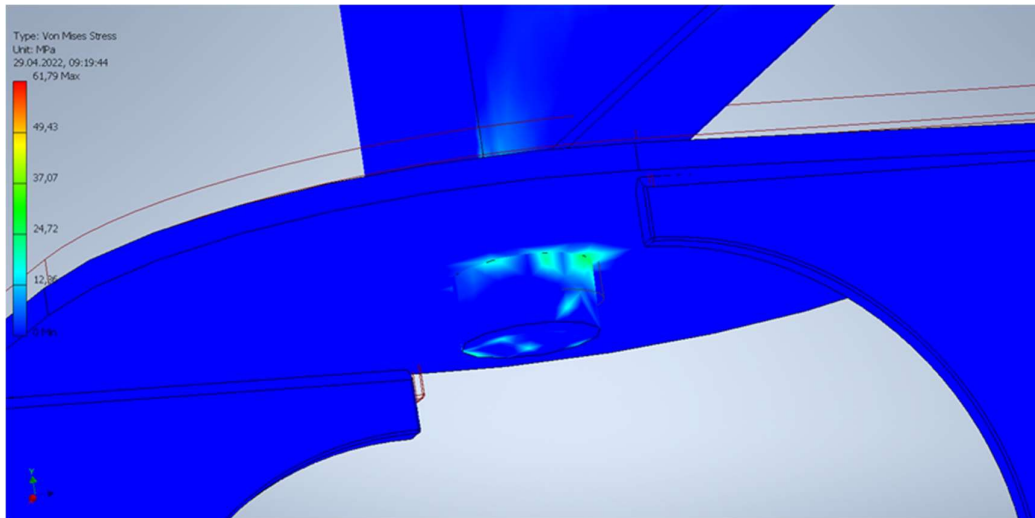
A: 40 mm bredde på løfteøret, 25 mm diameter på hullet = $40 * 25 = 1000 \text{ mm}^2$.

$$\sigma = F/A \rightarrow \sigma = 40000 \text{ N} / (25 \text{ mm} * 40 \text{ mm}) = 40 \text{ MPa}$$



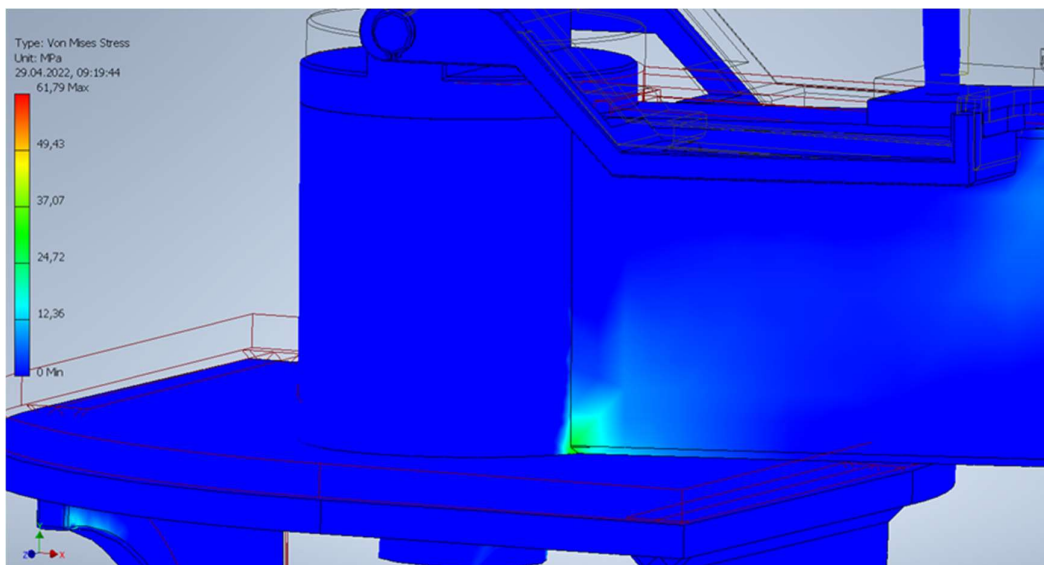
Figur 19 Illustrasjon av hulltrykks beregning.

Resultatet fra beregningen over viser at hulltrykket er på 40 MPa hvilket er innafor på sikkerhetsfaktoren. Dette resultatet er under max stress fra beregningene i inventor, grunnen til dette er at det er brukt en mye enklere formel som ikke tar like mange hensyn som datamaskinen. Siden begge tallene er innenfor grensene som er satt, så er det godt grunnlag til å stole på beregningene som er gjort i Inventor.



Figur 20 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt ved gripe hode

Figur 20. Her viser ett annet punkt der det er en ansamling av spenninger. Det er mellom hylsen og platen med klørne. Her viser det spenninger akkurat i området hvor sveisen vil komme. Dette viser at det er viktig at sveisingen bli skikkelig utført. På skalaen til venstre i figuren ser man fargen basert på hvor mye spenninger som opptrer. Her er fargen grønn og det indikerer spenninger som er lave nok til at det ikke er nødvendig med ytterlige beregninger i dette punktet.



Figur 21 Utklipp fra Inventor 2022 som viser kritisk punkt mellom hoved bjelke og hylse

Figur 21 er også ett utsnitt fra elementanalysen som viser spenninger i nedre del av hovedbjelke, der hvor den er sammenføydd med hylsen. Det er nokså like spenninger på begge sidene her. Etter vurdering av modellen er det kommet frem til at det ikke er nødvendig med ytterligere manuelle beregninger.

5.4 Valg av konstruksjonsmateriale

Forutsetningen for valg av ståltype er en sikkerhetsfaktor på over $\eta=5$. For å finne faktoren ble resultatene fra elementanalysen i inventor brukt til å finne den største opptredende kraften. Analysen av kreftene ble gjort ved å se løfteåket som ett. Den største kraften som oppstod var på 61,79 MPa – «von Mises stress». Under viser figur 22 resultatmatrisen fra styrkeberegningene i Inventor, her kan man se at det som kalles «1st principal stress» egentlig er større enn «von Mises». Men «Principal stressene» er spenningene kun i hvert sitt vinkelrette plan, mens «von Mises» er kvadratroten av alle planene. Og det er dermed den beregningen som gir den faktiske spenningen, og den som brukes når det skal velges materialer.

Name	Minimum	Maximum
Volume	1065420000 mm ³	
Mass	8363,55 kg	
Von Mises Stress	0,000192953 MPa	61,7913 MPa
1st Principal Stress	-12,9287 MPa	76,5646 MPa
3rd Principal Stress	-46,7555 MPa	22,465 MPa
Displacement	0 mm	1,60599 mm
Safety Factor	5,66423 ul	15 ul
Stress XX	-25,9118 MPa	57,1446 MPa
Stress XY	-32,2856 MPa	30,7077 MPa
Stress XZ	-19,4617 MPa	13,8489 MPa
Stress YY	-44,4315 MPa	63,157 MPa
Stress YZ	-12,5151 MPa	12,1241 MPa
Stress ZZ	-15,4963 MPa	25,4379 MPa
X Displacement	-0,095071 mm	0,0947416 mm
Y Displacement	-1,6058 mm	0,023648 mm
Z Displacement	-0,129979 mm	0,115147 mm
Equivalent Strain	0,00000000885646 ul	0,000286927 ul
1st Principal Strain	-0,0000666903 ul	0,000335211 ul
3rd Principal Strain	-0,000212231 ul	0,000000123394 ul
Strain XX	-0,000126603 ul	0,000252377 ul
Strain XY	-0,000208242 ul	0,000198065 ul
Strain XZ	-0,000125528 ul	0,0000893256 ul
Strain YY	-0,000197433 ul	0,000237566 ul
Strain YZ	-0,0000807223 ul	0,0000782002 ul
Strain ZZ	-0,000084955 ul	0,0000894507 ul
Contact Pressure	0 MPa	851,089 MPa
Contact Pressure X	-151,54 MPa	253,218 MPa
Contact Pressure Y	-736,659 MPa	481,059 MPa
Contact Pressure Z	-384,111 MPa	248,292 MPa

Figur 22 Resultatmatrise fra elementanalyse

Sikkerhetsfaktor 5 -> Etter maskinforskriften

$$\eta_F = \sigma_F / \sigma_{Till} \rightarrow \sigma_{Till} = \sigma_F * \eta_f \rightarrow \sigma_{Till} = 61,79 \text{ MPa} * 5 = 308,95 \text{ MPa}$$

Formel over viser max tillatt spenning med sikkerhetsfaktor 5. Det betyr at stål som skal brukes i konstruksjonen må ha en høyere grense enn resultatet her, 309 MPa.

Ved å velge stålqualität St355 som har 355 MPa styrke [4], så skal det være tilstrekkelig for å få riktig sikkerhetsfaktor.

$$\eta_F = \sigma_F / \sigma_{Till} \rightarrow \eta_F = 355 \text{ MPa} / 61,79 \text{ MPa} = 5,8$$

St355 gir sikkerhetsfaktor på 5,8 etter beregningene over – hvilket er innenfor kravene i maskinforskriften.

Valgt material og beskrivelse

Under er det listet opp fullt navn og noe data på materialet som er valgt. Samt en beskrivelse av forkortelsene. Og ha forståelse for materialet og dets benevnelse er viktig når det skal konstrueres videre og priser skal hentes inn. Ikke minst når tegninger og arbeidsinstrukser skal utarbeides.

NS-EN 10025 S 355JO

NS-EN 10025 = Kvalitets standard – Norsk standard nummer 10025

S = Konstruksjonsstål

355 = Minimum flytegrense i N/mm²

JO = Minimum slagfasthet 27 joule ved 0°C

Kilde for data over [4].

5.5 Sveiseprosjektering

På clampet er det lagt opp til flere sveiseforbindelser, noen er betegnet som kritiske, og noen ikke kritiske. De kritiske sveisene er de som er en del av «Hovedkonstruksjonen». Som igjen vil si at det er disse sveisene som ser krefter fra vekten av det man løfter med clampet. I dette tilfellet riser. Disse kritiske sveisene må også kontrolleres med en NDT metode for å sikre strukturell integritet. Det er opp til hver enkelt leverandør og sette NDT krav som er innenfor forskriften. Ikke-kritiske sveiser er de sveisene som bare vil se små krefter og i hovedsak er der for å forbinde deler eksempelvis i håndtak.

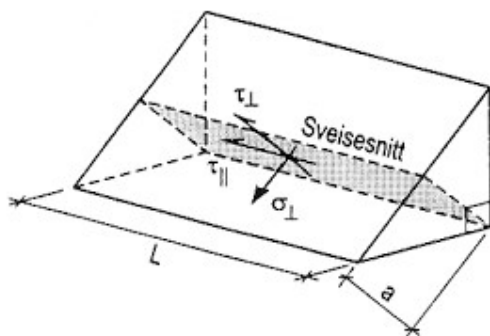
De kritiske sveisene krever beregninger opp mot sikkerhetsfaktorkrav som er satt i maskindirektivet, og bestemt for oppgaven. Det er viktig at disse sveisene er tilstrekkelig dimensjonerte og kontrollert.

Det er valgt stålqualität NS355JO for konstruksjon av clampet, derfor tar man utgangspunkt i at sveisene har minst samme kvalitet. Stålet som er valgt i oppgaven er S355J0, som har en strekkfasthet på 355 MPa og en flytegrense på 500 MPa. Med valgt sikkerhetsfaktor i henhold til maskinforskrift på fem.

Basert på dette blir max tillatt spenning i sveisene: $(355 \text{ MPa}) / 5 = 71 \text{ MPa}$.

Det brukes maks belastning, som er 8 tonn (vekt av riser). Dette tilsvarer rundt 80 kN i krefter.

I denne oppgaven falt det mest naturlig å bruke kilsveiser på grunn av utformingene på komponenter som skal sveises. Figur 23 [6] viser en typisk kilsveis med spenningskomponentene. Kilsveis er en type sveis der det opptrer både skjær og strekkspenninger grunnet at det sveises mellom 2 flater som står 90 grader på hverandre. Høyden på «Sveisesnittet» som er merket i figur representerer også A-målet på sveisen.

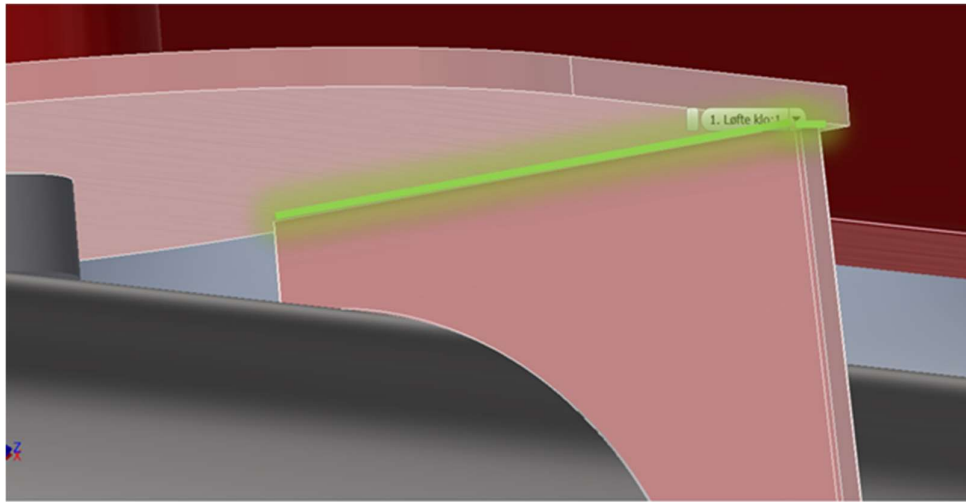


Figur 23 Kilsveis og spenningene som opptrer

Ved utforming av kilsveis er A-mål den viktigste dimensjoneringsfaktoren. A-mål er største høyden på sveisen, altså målt fra det «dypeste» punktet og ut. En kilsveis skal ikke ha større A-mål enn $0.7 * \text{platetykkelsen}$, men heller ikke mindre A-mål enn 3 mm [6]. Dette er tatt utgangspunkt i når hovedforbindelsene i dette løfteåket er beregnet. Under kommer dimensjonerings beregninger for hver av de lastbærende sveisene i hele konstruksjonen. Det er limt inn figurer og utklipp fra Inventor som gi ett enkelt bilde på utforming og data ved sveisene. Manuelle beregninger er også utført og de mest sentrale formler er tatt med som er kontroll opp mot Inventor beregningene.

Kritiske sveiser

Beregning av sveis mellom gripehoder og plate:



Figur 24 Sveis mellom gripehode og plate

Gripehodene har dimensjoner 331x20mm der de skal sveises opp imot platene, og det kalkuleres med kilsveis hele vegen rundt.

Strekk kraften F: Det regner med 8000 kg som belastning. Men dette er igjen fordelt på 2 gripehoder og videre fordelt på 4. Klør. I kN blir dette: $F = \text{kg} * g / 4$

$$(8000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2) / 4 = 19,6 \text{ kN},$$

Dette rundes opp til 20 kN for å kompensere for egenvekten. Da blir det den totale kraften på hver klo. Det beregnes også kun med krefter i Y-Aksen på grunn av at dette utstyret kun skal brukes til vertikale rette løft.

$$\text{A-mål: } 20 \text{ mm (Platetykkelse)} * 0.7 = 14 \text{ mm}.$$

Kalkulert A-mål her er beregnet til 14 mm. Som er innafor på kravene som stilles til dimensjonering. Basert på kalkulasjoner i Inventor. Figur 25 viser A-mål. 14 mm er sterkt overdimensjonert. Det er derfor bestemt at A-mål rundes ned til 10 mm. For å spare på materiale/sveising.

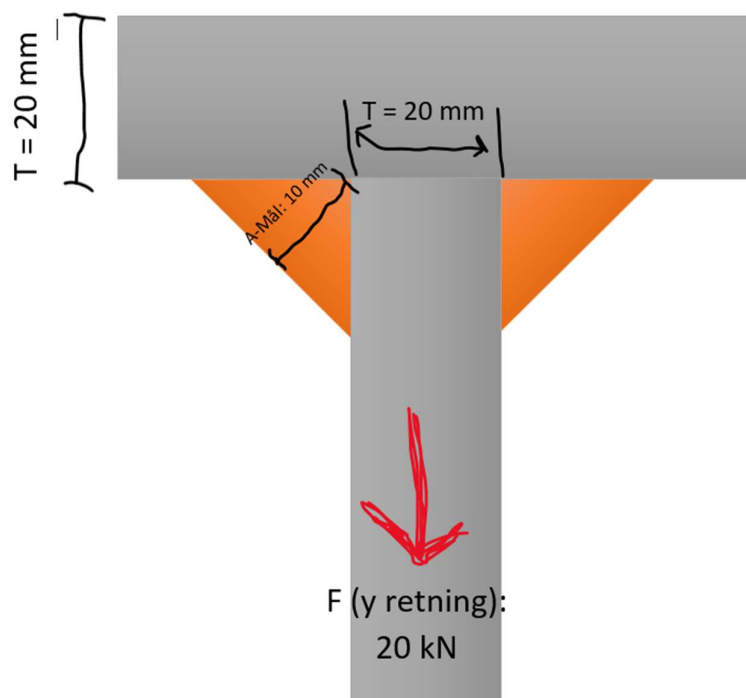
Sveiselengden L blir: $(331 * 2) + (20 * 2) = 702$ mm – Plassering av sveis i figur 24.

Formel for strekkspenning i sveis: $F/(a*(L-2*a)) = \sigma_d$

Kilde formel [6].

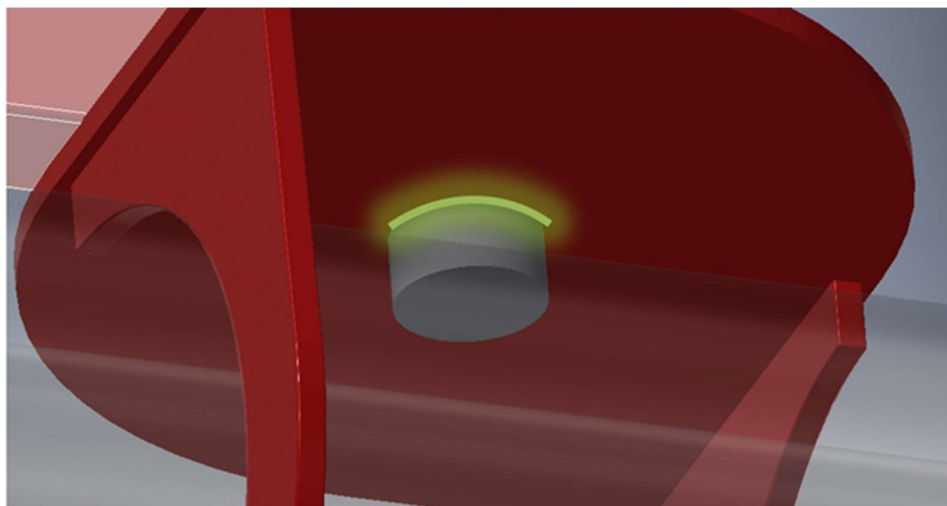
Kalkulert spenning i sveisen blir dermed: $20 \text{ kN} / (10 * (702 - 2 * 10)) = 2.93 \text{ MPa}$

Dette er fortsatt en utrolig lav spenning og tyder på at sveisen er veldig overdimensjonert. På grunn av at dette er «stort og kraftig» utstyr så velges det her å beholde denne dimensjonen på A-målet.



Figur 25 Utsnitt av sveis mellom gripeklør og plate.

Beregning av sveis mellom senterbolt og plate



Figur 26 Sveis mellom senterbolt og plate

Senterbolter har en diameter på Ø100 og skal sveises helt rundt med en kilsveis. Her er det solid aksling som sveises i en plate med tykkelse 20 mm. Dette vil gi følgende dimensjonering på sveisen:

Strekk kraften F: Det regner med 8000 kg som belastning. Men dette er igjen fordelt på 2 gripehoder, altså en slik sveis på hvert gripehode. I kN blir dette: $F = \text{kg} * g / 2$

$$(8000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2) / 2 = 39,2 \text{ kN.}$$

Dette rundes opp til 40 kN for å kompensere for egenvekten. Da blir det den totale kraften på hver klo. Det beregnes også kun med krefter i Y-Aksen på grunn av at dette utstyret kun skal brukes til vertikale rette løft.

$$A\text{-mål: } 20 \text{ mm (Platetykkelse)} * 0.7 = 14 \text{ mm.}$$

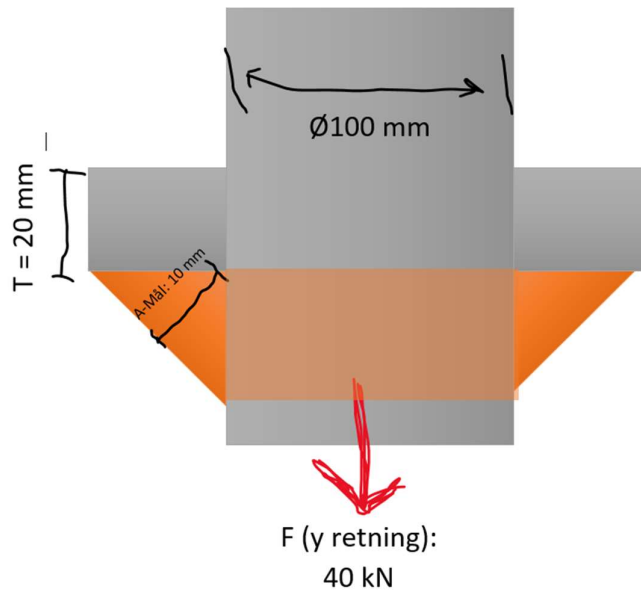
Kalkulert A-mål her er beregnet til 14 mm. Som er innafør på kravene som stilles til dimensjonering. Basert på kalkulasjoner i Inventor viser det at A-mål på 14 mm er sterkt overdimensjonert. Det er derfor bestemt at A-mål rundes ned til 10 mm. For å spare på materiale/sveisekostnader.

Sveiselengden L blir: $\text{Ø}100 \text{ mm} * \pi = 314,16 \text{ mm}$ – Plassering av sveis i figur 26, og illustrasjon med krefter og dimensjoner vises i figur 27.

$$\text{Formel for strekkspenning i sveis: } F / (a * (L - 2 * a)) = \sigma_d [6]$$

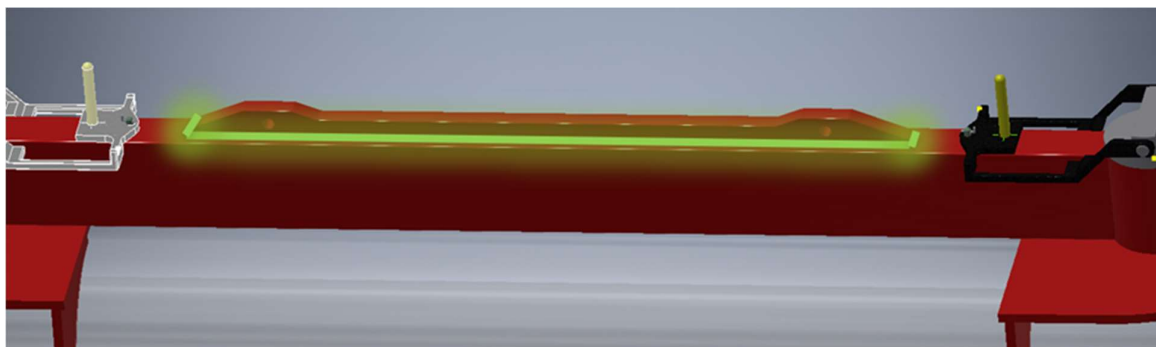
$$\text{Kalkulert spenning i sveisen blir dermed: } 40 \text{ kN} / (10 * (314,16 - 2 * 10)) = 13,6 \text{ MPa}$$

Dette er fortsatt en lav spenning og tyder på at sveisen er veldig overdimensjonert. På grunn av at dette er «stort og kraftig» utstyr så velges det her å beholde denne dimensjonen på A-målet. Resultatet fra Inventor, er sammenlignbart med resultatet fra den manuelle beregningen.



Figur 27 Sveis mellom senterbolt og plate, med krefter

Beregning av sveis mellom toppbjelke og løfteøreplate



Figur 28 Sveis mellom toppbjelke og løfteøre innfestning

Sveisen mellom toppbjelken og løfteøre i figur 28 vil ha dimensjonene: 1500 * 40 mm. Denne skal sveises i hovedbjelken, som har en tykkelse på 16 mm. For å beregne A-målet bruker vi da dette målet som har laveste tykkelse.

A-mål: 16 mm (Platetykkelse) * 0.7 = 11.2 mm.

Kalkulert A-mål her er beregnet til 11.2 mm, for enkelhetens del rundes dette og ned til 10 mm. Noe som er innafor på kravene som stilles til dimensjonering.

Sveiselengden l blir: (1500 mm * 2) + (40 mm * 2) = 3080 mm. Plassering av sveis i figur 28.

Strekk kraften F: Det regner med 8000 kg som belastning. Men dette er igjen fordelt på 2 gripehoder, altså en slik sveis på hvert gripehode. I kN blir dette: $F = \text{kg} * g$

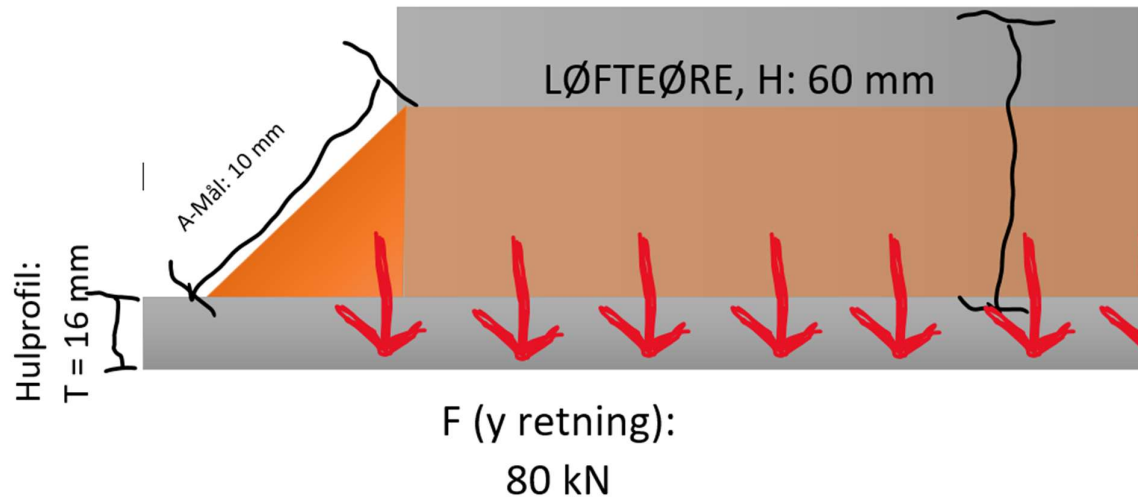
Figur 29 er en illustrasjon viser ett utsnitt fra sveisen, der vises jevnt fordelte krefter som virker i Y-Retning på sveisen

$8000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 78,5 \text{ kN}$. Runder dette opp til 80 kN i beregningene.

Formel for strekkspenning i sveis: $F/(a*(L-2*a)) = \sigma$

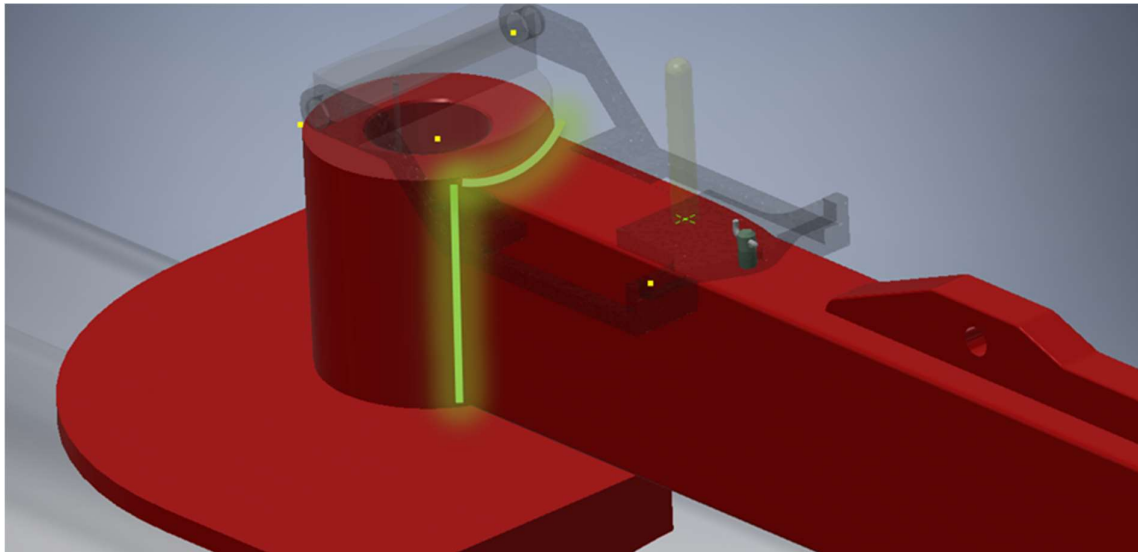
Kalkulert spenning i sveisen blir dermed: $80\text{kN} / (10 * (3080 - 2 * 10)) = 2,7 \text{ MPa}$

Dette er fortsatt en utrolig lav spenning og tyder på at sveisen er tilstrekkelig dimensjonert. På grunn av at dette er «stort og kraftig» utstyr så velges det å beholde denne dimensjonen på A-målet. Dette samsvarer og bra med resultat fra Inventor beregninger.



Figur 29 Illustrasjon av sveis mellom toppbjelke og løfteøye innfestning

Beregning av sveis mellom hylse og hoved bjelke



Figur 30 Sveis mellom bjelke og hylse innfestning

Sveisene mellom bjelke og hylsene i begge ender er kilsveiser. Dimensjonene på bjelke er 100 x 200 mm. hylse er buet med R-50. bjelken er skåret etter dette, og det gir en lengde på 103 mm på sveis oppe og nede, ref. figur 30. hylsene det skal sveises i har veggtykkelse på 50 mm, og bjelkene en tykkelse på 16 mm. Tar da utgangspunkt i bjelkene som har lavest tykkelse.

A-mål: $16 \text{ mm (Platetykkelse)} * 0.7 = 11.2 \text{ mm}$.

Kalkulert A-mål her er beregnet til 11.2 mm, for enkelhetens del rundes dette ned til 10 mm. Noe som er innafor på kravene som stilles til dimensjonering, som sier at A-mål skal være over 3 mm og ikke større enn 0.7 av platetykkelsen.

Strekk kraften F: Det regner med 8000 kg som belastning. Men dette er igjen fordelt på 2 punkter, altså en slik sveis på hver ende av bjelken. I kN blir dette: $F = \text{kg} * g / 2$

$(8000 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2) / 2 = 39,2 \text{ kN}$.

Dette rundes opp til 40 kN som bli totale kraften på hver ende av bjelken, dette og for å kompensere for egenvekten. Her blir det og spenninger i y-aksen, i form av bøyemoment. Det vil også være skjærspenninger i sveisen, men disse er veldig små sammenlignet med bøyenspenningene og beregnes ikke med.

Man får en arm på kraften i sveisen om man tar utgangspunkt i senter på hylse, denne armen blir på 100 mm.

Formel for jamfør spenning i sveis med bøyemoment

$M_b: F * l = 40 \text{ kN} * 0.1 \text{ m} = 4000000 \text{ n/mm}^2$ - Figur 31 viser momentarmen og kreftene.

$B: 103 + 2 * 10 = 123 \text{ mm} \quad b = 103 \text{ mm}$

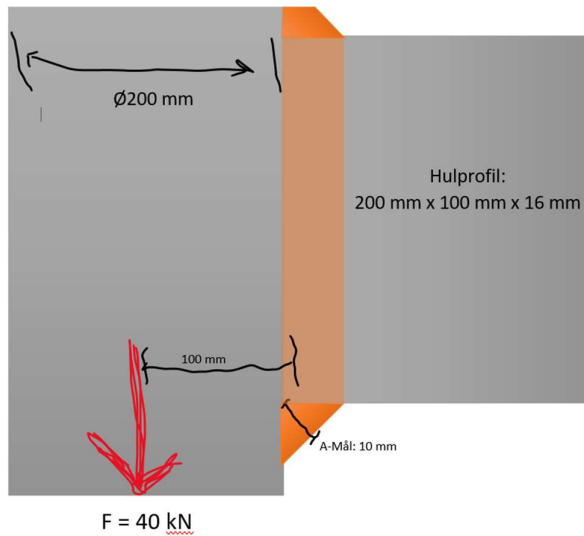
$H: 200 + 2 * 10 = 220 \text{ mm} \quad h = 200 \text{ mm}$

$(B * H^3 - b * h^3) / 12 = I_x - (123 * 220^3 - 103 * 200^3) / 12 = 40475333,33 \text{ mm}^4$

$M_b / I_x * H / 2 = \sigma_b A - 4000000 / 40475333,33 * 220 / 2 = 10,8 \text{ MPa}$

$\sqrt{2} * \sigma_b A = \sigma_j A - \sqrt{2} * 10,8 = 15,37 \text{ MPa}$

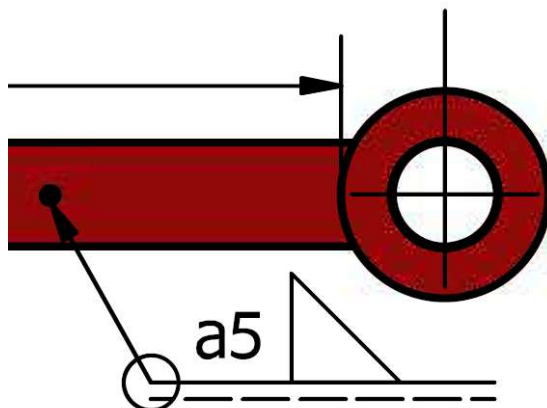
Dette gir en veldig høy sikkerhetsfaktor mot tillatt spenning, og må sees på som tilstrekkelig dimensjonert. Resultat fra Inventor har ikke beregnet hele spenningen, men kun " $\sigma_b A$ ". Som er veldig likt resultat som det er på den manuelle beregningen.



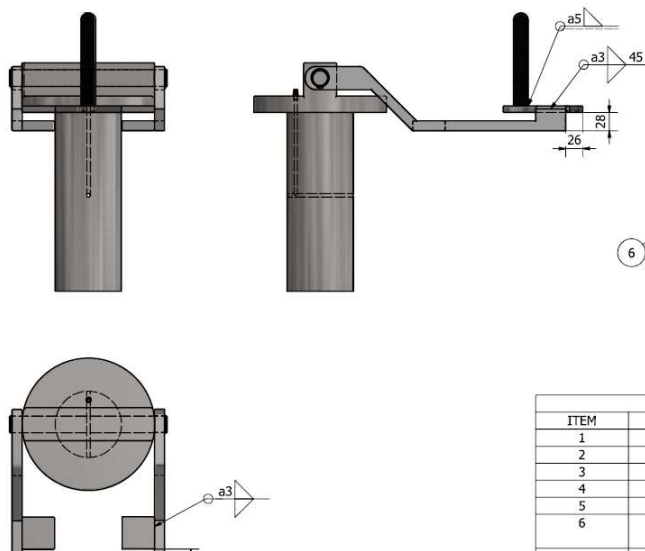
Figur 31 Illustrasjon av krefter og bøyearm som virker på sveis

Ikke-kritiske sveiser

De ikke kritiske sveisene vil her være de som er på komponenter slik som håndtakene og låsebølten som er sveiset på hovedbjelken. Ref. Figur 32 (Bjelke med påsveiset låsebolt) og Figur 33 (Håndtak) så viser de noen sveiser på henholdsvis a-5 og a-3. Disse sveisene er satt opp i Inventor for kjappe grove beregninger. Disse beregningene har tatt utgangspunkt i samme krav til sikkerhetsfaktor som de kritiske, men med krefter tilsvarende det ett menneske klarer å «ødelegge». Resultatene av beregningen viser at disse ligger godt innenfor kravene til spenning/A-mål som er nevnt over.



Figur 32 Utklipp fra tegning 15 med sveisesymbol

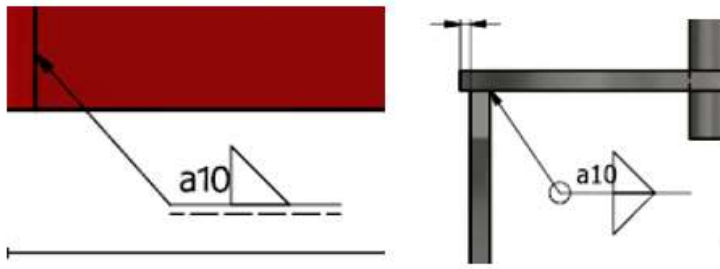


Figur 33 Utklipp fra tegning 13 med sveisesymbol

Sveiseprosedyrer, metoder og sveisesymboler

Når det kommer til valg av sveiseprosedyre for utførelse av sveisene så er det opp til produksjonsbedriften og bruke en passende prosedyre for materialet og type sveis som det er satt krav om fra produsenten. Hver bedrift har egne sveiseprosedyrer som de må ha utarbeidet å ha fått godkjent av uavhengig tredjepart, etter ISO 17025. Derfor før det er valgt produksjonsbedrift så vil det være vanskelig å nevne spesifikke prosedyrer. Eneste kravet maskinforskriften stiller er at utforming og konstruksjon skal være på en slik måte at det ikke er til fare for liv eller helse [1]. Når det kommer til valg av sveisemetode, vil utformingen av dette gjøre det naturlig å velge mig sveising, som er den vanligste metoden brukt til konstruksjonssveising i industrien. Metoden går ut på udekket sveising med lysbue og ett tilsett materiale (rørtråd) som blir matet ned i smeltebadet. Det brukes enten sveisegass (Argon) eller elektroder med ett dekke som danner en gass mens man sveiser.

I utarbeidelse av arbeidstegningene er det brukt symboler som beskriver sveisene på produktet. Disse symbolene forteller bedriften som skal utføre sveisingen noe om hvordan de skal utføres med tanke på utførelse og plassering. Figur 34 under er eksempel på 2 typer symboler som er brukt.



Figur 34 Utdrag fra sammenstillings tegninger som viser sveisesymboler

For å forklare symbolene viser pilen posisjonen til sveisen i en sammenføyning mellom 2 deler. Symbolet over linjen beskriver type sveis, her er det en trekant, som vil si kilsveis. Plasseringen til trekanten sier noe om at det skal sveises på en, eller på begge sider av sammenføyningen symbolet peker mot. På figur 34 til høyre så viser symbolet at det er trekanten på begge sider, og det indikerer at det skal sveises innside og utside av hulprofilen i denne sammenføyningen. Til venstre viser kun trekanten på oppsiden og en stiplet linje under, dette indikerer at det skal sveises helt rundt, men kun på utsiden. Det stemmer bra da dette er et hulprofil som sveises i en hylse. Og da kommer sveiseren selvfølgelig ikke til på innsiden av hulprofilene for å sveise der.

5.6 Overflatebehandling

For å hindre korrosjon på stål og gi et pent utsende skal produktet overflatebehandles med maling. Før det grunnes må den avfettes og pusses lett over for å fjerne eventuelt sveisesprut og skarpe kanter. Overflaten sandblåses for og fjernes eventuelt glødeskall og andre urenheter fra bearbeidingsprosessen, samt skaper en ru overflate slik at grunningen kan få godt feste. Ved å avfette unngår man at produktet reagerer med rester av andre produkter, som tidligere har vært i kontakt med materialet. Lakken kan reagere på andre kjemikalier, noe som kan føre til at den ikke vil tørke, koker opp, eller får lav vedheft slik at lakken ikke vil sitte.

For å sikre god vedheft skal produktet grunnes med et strøk med «Barrier 77» fra Jotun. Denne grunningen er en tjukk zink epoxy grunning med god korrosjonsbeskyttelse. Overflaten på grunningen blir slett og slitesterk. [2]

For å sikre en blank og slitesterk overflate blir produktet lakkert med to strøk maling. Malingen som skal brukes er «Hardtop optima» fra Jotun. «Hardtop optima» er en kvalitets maling med gode egenskaper. Malingen er en polysiloxane maling som gir lang holdbarhet og

flott glans. Den har god kjemikalie og slagmotstand. En annen fordel er at den avgir lite VOC gasser, det gir et bedre arbeidsmiljø for lakkereren. [3]

VOC er forkortelsen for Flyktige organiske løsemidler, som er lette organiske forbindelser fra oljebaserte produkter. Oljen i maling brukes som løsemiddel. Løsemidlene gjør at man på kortsikt kan få hodeverk, irriterte slimhinner, men på lang sikt skade sentralnervesystemet.

Ved å benytte korrekt maske og filter unngår man disse problemene som også kan forekomme ved produktene vi har valgt. Det er også viktig å følge produktdatablad som gir god informasjon om produktet, håndtering og tiltak ved uhel. Begge produktene er velutprøvede kvalitetsprodukter som gir løfteåket en god korrosjonsbeskyttelse. Rester etter malingsproduktene skal behandles som spesialavfall og leveres til godkjent returpunkt.

5.7 Krav om samsvarserklæring og CE-merke

Selv om denne rapporten kun er laget som et forprosjekt, så er det flere krav og ansvarsforhold i maskinforskriften som det er nødvendig å gi en beskrivelse av.

Som produsent av et løfteredskap har man ansvar for at det utarbeides en samsvarserklæring. Denne samsvarserklæringen skal fungere som en dokumentasjon på at løfteredskapet er konstruert og produsert i henhold til gjeldende krav i maskinforskriften. Erklæringen skal også henvise til andre eventuelle standarder som vil være gjeldende for dette utstyret. Produsenten kan utarbeide denne samsvarserklæringen selv eller innhente denne kompetansen fra et sertifisert organ. Et slik organ kan stå for utarbeidelsen av denne erklæringen som representant for produsenten. [5]

Alle maskiner som skal omsettes innenfor EU/EØS, og som er produsert etter 1.januar 1995 skal CE merkes. Dette kravet gjelder uavhengig av om redskapet blir produsert i eller utenfor EØS området. Det er altså ingen mulighet for å få utstyr produsert utenfor EØS og dermed unngå dette regelverket. I slike tilfeller vil det være produsent eller importør sitt ansvar å utarbeide denne dokumentasjonen, for å dokumentere at utstyret imøtekommer kravene i forskriften.

Når produsent eller et annet ansvarlig sertifisert organ innenfor EØS-området undertegner på samsvarserklæringen, så kvalifiserer dette til å kunne påføre redskapet et CE-merke. CE-merket skal plasseres godt synlig på redskapet rett ved siden av produsentens navn, disse merkene skal være påført med samme teknikk. Dette CE-merket beskriver altså at

produsenten går god for at redskapet tilfredsstillende de aktuelle kravene i forskriften, og tar dermed på seg produsentansvaret.

I vedlegg V punkt 3a i maskinforskriften fremgår det hvilke tekniske dokumentasjoner som danner grunnlaget for utarbeidelse av en samsvarserklæring:

- En sammenstillingstegning av maskinen og sikkerhetskomponenten.
- Detaljtegninger vedlagt eventuelle beregningsnotater, prøvingsresultater osv. Som er nødvendig for å kunne kontrollere at maskinen eller sikkerhetskomponenten er i samsvar med kravene til vern mot skade på liv og helse
- Kravene i denne forskriften
- standarder
- andre tekniske spesifikasjoner som ble brukt når maskinen og sikkerhetskomponenten ble konstruert.
- Beskrivelse av de metoder som ble valgt for å fjerne de faremomenter som maskinen eller sikkerhetskomponenten representerer.
- Teknisk rapport eller sertifikat fra virksomhet eller laboratorium som er kompetent, hvis produsenten ønsker det.
- Teknisk rapport av prøvinger og resultatene når produsenten erklærer at maskinen eller sikkerhetskomponenten er i samsvar med en harmonisert standard som krever prøving av enten produsent selv, virksomhet eller laboratorium som er kompetent.
- Kopi av bruksanvisning for maskinen eller sikkerhetskomponenten.

Forskriften stiller også krav til at den tekniske dokumentasjonen som er beskrevet, skal oppbevares i minimum 10 år etter at maskinen ble produsert. (Ved serieproduksjon gjelder dette for siste produserte redskap.) Disse dokumentene skal også til enhver tid kunne stilles til rådighet for tilsynsmyndigheter for kontroll.

Prosjektgruppa har vært i kontakt med Redkon A/S i Tananger for å få veiledning om hvilke krav og lovverk som er gjeldende for å kunne produsere og godkjenne et slikt løfteredskap. I dette tilfelle er det tilstrekkelig å forholde seg til maskinforskriften. Da det ikke er snakk om å serieprodusere dette utstyret. Det er derfor ikke nødvendig med en EF-typeprøving for dette utstyret.

Redkon A/S er et organ som blant annet er godkjent for å utarbeide samsvarserklæringer, samt gjennomføre årlig kontroll og sertifisering av løfteutstyr i hele landet.

6 Kostnadsberegning

Under følger tabell for beregning av produksjonskostnad, alle priser er oppgitt i norske kroner. Priser er hentet fra lokalt maskineringsverksted, basert på 2022 tall.

Kostnad:	Enhetspris:	Antall:	Sum:
Stål-200*100*16mm hul profil.	40,5,- kr/kg. 1m=66,5kg	Lengde 2,5m	6733,-
Stål-100*40mm flattjern	22,5,- kr/kg 1m=32kg	Lengde 1,2m	864,-
Stål aksel Ø200	36,0,- kr/kg 1m=33.5	Lengde 1m	1206,-
Stål plate 20mm	25,7,- kr/kg 1m ² =160kg	Areal 2m ²	8224,-
Stål plate 15mm	26,0,- kr/kg 1m ² =120kg	Areal 0,02m ²	62,-
Aksel Ø22mm	25,3,- kr/kg 1m=3,0kg	Lengde 0,5m	38,-
Aksel Ø25mm	24,5,- kr/kg 1m=3,9kg	Lengde 0,6m	57,-
Låsesplint, Split	5,-stk	2 stk	10,-
Grease nippel M6 rett	30,-stk	2 stk	60,-
Låse ringer utvendig	10,-stk	4 stk	40,-
Maskinering/tilpasning ink verktøykost	1180,-	14 timer	16520,-
Laserskjæring av deler	1350,-	4 timer	5400,-
Sveising ink tilsett	1050,-	10 timer	10500,-
Overflatebehandling (Grunning + lakk)	6000,-	1 stk	6000,-
Testing/Godkjenning	10000,-	1 stk	10000,-
Pakking/Transport	3000,-	1 stk	3000,-
Design og dokumentasjon	Studiearbeid 0,-	1 stk	0,-
Sum:	-	-	68714
+ Mva:	25%		17178,-
Total kostnad:	-	-	85892,-

7 Konklusjon

WellPartner er en bedrift som driver med utleie av personell og utstyr til borerelaterte formål innen oljebransjen. De har mye utstyr lagret i sine lokaler i Tananger. Her lagrer de riser innendørs, noe som har bydd på utfordringer. Risere lagres i stabler og på flere plasser i hallen. For å flytte og plassere risere må ansatte hos WellPartner benytte flere fastmonterte traverskraner. Når de skal flytte riser oppstår det utfordringer med å stroppe opp lasten. Dette arbeidet kan være utfordrende, tidkrevende, og risikofyllt. WellPartner har til nå benyttet fiberstropper til denne jobben. WellPartner mener det tar for lang tid og det er vanskelig å finne tyngdepunkt på lasten. Utfordringene utgjør en fare for personell og skadepotensiale på materiell.

For å finne kundens behov utalte en av de ansatte seg om situasjonen. Ut fra beskrivelsen ble det foretatt en risikoanalyse av hele operasjonen for å kartlegge mulige farer. Ved hjelp av analysen og beskrivelsen ble det laget en forhåndsstudie på flere aktuelle løfteredskap. Valget falt på et løfte clamp med to vribare klør som låser fast røret. Grunnen for dette valget var at den er enkel å betjene, minimerer skadepotensialet og har en sikker låsing. Dette skal forbedre HMS ved løft.

Løfte åket ble designet robust, med stålqualiteten NS355. Det gjorde at den fikk en høy sikkerhetsfaktor på over $n = 5$. Designet ble unntatt løst løfteutstyr som sjakler og to-part skrev, på grunn av det skal være mulig å bytte ut.

Sveisningen på clampet er beregnet som kilsveiser, i hovedsak er utregningene utført med Inventor programvare og kontrollert med manuell beregning. Resultantene er samsvarende mellom beregningsmetodene, og sveisene er godt dimensjonerte. Det er bestemt å bruke MPI metode for NDT kontroll av sveisene. Denne metoden passer utformingen av sveisene godt. Arbeidstegninger er utarbeidet med riktige sveisesymboler. Sveiseprosedyre og metode som blir brukt, vil komme an på hvem som skal produsere clampet, da det kan varieres etter hvilke sveiseprosedyrer virksomheten har tilgjengelig.

Løfte clampet skal bli benyttet inne, derfor ble det valg å overflatebehandle med 1 strøk grunning og to strøk med lakk.

En grundig brukerveiledning ble satt sammen (vedlegg 1), denne med utgangspunkt i risikoanalysen for bruk av løfte redskapet. Brukeren vil få en korrekt beskrivelse for operering

av løfte clampet. Det er tatt hensyn til farer som kan utgjør skader eller føre til farlige situasjoner for bruker.

Rapporten beskriver også prosessen for å få godkjent løfteredskaper og hvilke kriterier som må til for å kunne ta i bruk løfteredskaper. Kostnads overslaget viser at det vil koste cirka 86 000 kroner inkludert merverdi avgift å produsere løfteåket slik det er designet.

Arbeidet med oppgaven har vært utfordrende, men på samme tid veldig lærerik. Prosjektet ses på som veldig relevant med tanke på fremtidige jobber.

8 Litteraturliste

- [1]. EØS, “www.Lovdata.no” Arbeidstilsynet 2009, [Online]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544>
[Accessed, 29.04.2022].
- [2]. Unknown, “www.jotun.com,” JOTUN 2022, [Online]. Available: <https://www.jotun.com/ww-en/industries/products/barrier-77-cn/>
[Accessed, 05.04.2022].
- [3]. Unknown, “www.jotun.com,” JOTUN 2022, [Online]. Available: <https://www.jotun.com/ww-en/industries/products/hardtop-optima/>
[Accessed, 05.04.2022]
- [4]. Hartvig hartvigsen, Rolf Lorentzen, Knut Michelsen, Sverre Seljevold
«Verkstedhåndboka», Gyldendal undervisning,- 6 utgave
- [5]. DSB, “www.dsb.no”, Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap,
[Online]. Available: <https://www.dsb.no/lover/produkter-og-forbrukertjenester/artikler/fakta-om-ce-merking>
[Accessed, 03.05.2022].
- [6]. Kjell Johannessen, «Konstruksjonsteknikk», Fagbokforlaget, 4. Opplag 2016
- [7]. Unknown, “www.produktfakta.no”, Byggfakta DOCU AS 2020, [Online].
Available: <https://www.produktfakta.no/certex-norge-as-2/fiberstropper/produkt.html>
[Accessed, 12.04.2022].
- [8]. Unknown, “www.modexenergy.no”, Modex AS 2022, [Online].
<https://modexenergy.com/products/baskets/>
[Accessed, 12.03.2022].
- [9]. ADMIN, “www.balansepluss.no”, BalansePluss 2016, [Online].
<https://www.balansepluss.no/enkel-modell-for-risikovurdering/>
[Accessed, 02.02.2022]

9 Vedlegg

9.1 Forstudierapport

 Universitetet i Stavanger	
DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET FORSTUDIERAPPORT TIL BACHELOROPPGAVE	
Studieprogram/spesialisering: Bachelor, Maskiningeniør	Vår semesteret, 2022 Åpen
Forfatter: Fridtjof Eide Solberg, Per Kristian Sola	FES. PK Sola (signatur forfattere)
Fagansvarlig: <i>Hirpa G. Lemu</i> , UiS. Veileder(e): <i>Hirpa G. Lemu</i> , UiS.	
Tittel på bacheloroppgaven: Konstruksjon av løfte-innretning for høytrykks-stigerør til Oljeservice bedrift Engelsk tittel: Contruction of lifting device for high-pressure riser, to Oilservice company	
Studiepoeng: 20 poeng. Essay i vitenskapsteori/etikk er inkludert.	
Emneord: -Innledning -Problemstilling -Konseptstudie -Ressurser	Sidetall: 10 + vedlegg/annet: Stavanger, 05.02.2022

Forord

Dette er en forstudierapport til en Bachelor-oppgave ved Universitetet i Stavanger, den er utarbeidet av en gruppe på 2 studenter i samarbeid med oljeservice-selskapet WellPartner A/S. WellPartner får selv bestemme om de vil produsere redskapet som gruppen skal konstruere. Prosjektet ansees som er være aktuelt med tanke på utdanningen studentene har gjennomgått, ved studiet på UIS. Forstudien tar for seg problemstillingen og en enkel konseptstudie.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Presentasjon av oppgaven.....	1
1.2	Bachelor gruppen	1
1.3	Wellpartner A/S – Om	2
1.4	Avgrensing	2
2	Problemstilling	3
3	Konseptstudie - Foreløpig	4
4	Work Breakdown Structure	6
5	Gantt diagram	7
6	Ressurser	7
7	Litteraturliste	7

Figurliste:

Figure 1:	Wellpartner A/S - Logo	2
Figure 2:	Løfting av HP-Riser hos Wellpartner A/S med bruk av fiberstroppe	3
Figure 3:	Konsept 1, Enkel klo som henges opp i en krane, låser riser ved sin egen vekt. Krever bruk av 2 kraner og økt løftehøyde.	4
Figure 4:	Konsept 2: Samme prinsipp som konsept 1 med låsesystem, men her er det 2 samlet slik at løft kan utføres med 1 krane. Krever fortsatt løftehøyde.	5
Figure 5:	Konsept 3: Lavt byggende Clamp med vibare fysiske låser. Roterende, mulighet for 1 og 2 kraner.....	5

Tabell liste:

Tabell 1:	WBS - Work Breakdown Structure for prosjekt, beskriver undermål	6
Tabell 2:	Gantt diagram som beskriver fremdriftsplan	7

1 Innledning

1.1 Presentasjon av oppgaven

Bedriften (Wellpartner A/S) ønsker at man utreder/designer en alternativ metode for å håndtere stigerør inne på verksted. Dagens metode er tidkrevende og til dels tungvint/utrygg. Bedriften ønsker en løsning som bedrer HMS og effektiviteten under håndtering av stigerørene.

Bedriften ønsker at det utarbeides ett design på en løfteinnretning som skal brukes til å løfte stigerørene ved hjelp av travers-kran. Det skal konstrueres på en slik måte at det kan godkjennes for løfting.

Er bedriften fornøyd med designet skal det vurderes å produsere det. Oppgaven skal ta for seg konseptstudie, design, styrke/sveiseberegninger og kostnader knyttet til produksjon.

1.2 Bachelor gruppen

Fridtjof Eide Solberg – 25 år gammel, fra Klepp i Rogaland. Bosatt på Bryne. Ansatt siden 2018 i Wellpartner A/S

Per Kristian Sola – 25 år gammel, fra Sola i Rogaland. Bosatt på Tananger. Ansatt siden 2018 i Wellpartner A/S

1.3 Wellpartner A/S – Om

WellPartner A/S er ett norsk oljeservice selskap som driver med utleie av utstyr og personell til ulike kunder i olje-sektoren. Hovedsakelig er utleie virksomheten rettet mot operatørselskapene. Som for eksempel; Equinor, Aker BP, Lundin, Wintershall, Repsol, Neptune og Spirit Petroleum. Selskapet ble startet i 2008 og var da kun basert på å leie ut konsulenter til operatørselskapene. Siden starten har det utviklet seg til å levere komplett stigerør-systemer til forskjellige operatører, samt utviklet en produktlinje med sikkerhetsutstyr som er blitt populært blant operatørene. I dag er det 38 ansatte og WellPartner har eget bygg med kontor, verksted og lager på Risavik utenfor Stavanger.



Figure 1: Wellpartner A/S - Logo

1.4 Avgrensing

Dette prosjektet er blitt begrenset til å designe, beregne og konstruere løfteredskapet. Det skal også planlegges for overflatebehandling av ferdig produkt. Vi skal ikke teste eller produsere noen av komponentene i virkeligheten. WellPartner AS har muligheten til å gjøre dette i egen regi, om ønskelig.

Det skal designes ett løfteredskap som er tiltenkt brukt for håndtering av høytrykks stigerør, den typen WellPartner har flest av. Det finnes mange typer stigerør, men prosjektet vil bli for stort og omfattende om det skulle designes en type løfteredskap til hver type stigerør.

Vi vil også estimere en pris for produksjon av løfteredskapet. Vi skal også få en uttalelse fra sakkyndig virksomhet vedrørende design, og om det er realiserbart. Dette prosjektet refererer til maskinforskriften, da det i hovedsak skal brukes i industri på land.

2 Problemstilling

Problemstillingen som omhandles er en som WellPartner har hatt i lenger tid, men som de ikke har prioritert å bruke ressurser på selv. I hovedsak omhandler det håndteringen av stigerør inne på verkstedet. Wellpartner har 4 stigerør systemer som er lagret på verkstedet. Hvert system har 14-16 rør og disse lagres ved å stable dem i høyden inne på verkstedet. Operasjonen ved å heise disse ut fra transportcontainerne og inn i hallen der de skal lagres, krever bruk av flere kraner og forskjellig løfteutstyr. I tillegg stables de i høyden, som gjør at personell må opp å klatre i stabelen. Arbeidet utføres i dag på en tungvint og usikker måte, ved bruk av forskjellige fiberstroppe. Stroppene som brukes er store, og dermed tunge å håndtere. Dette er spesielt ett problem når man skal løfte rør fra øverst i stabelen, da personell må ta med seg tunge stroppe opp i stablene og strupe dem rundt røret. Kombinert med at man må flytte mye på stroppene for å finne tyngdepunktet så er dette veldig ugunstig fra ett HMS-synspunkt. Det er også trangt i transport-containerne som stigerørene skal fraktes offshore i. det kan være utfordrende og vanskelig å få satt på/tatt av fiberstroppene når man skal løfte inn og ut av containerne. WellPartner ønsker derfor å få laget ett løfteredskap til stigerørene, formålet er og eliminerer farer ved bruk av fiberstroppe, og forenkle håndteringsprosessen.

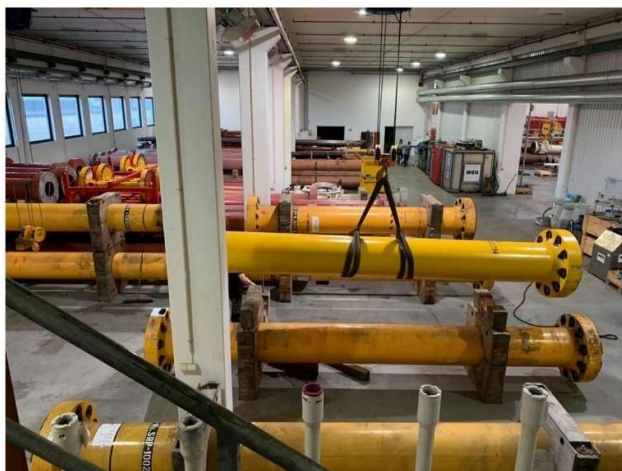


Figure 2: Løfting av høytrykk stigerør hos Wellpartner A/S ved bruk av fiberstroppe

3 Konseptstudie - Foreløpig

Viktige kriterier i konseptstudieprosessen er:

- HMS
- Brukervennlighet
- Funksjonalitet i forhold til lokaler og bruksområde
- Kompleksitet og kostnad ved produksjon.

Prosjektgruppa har tatt for seg 3 konsepter for å komme frem til den løsningen som er best egnet etter bedriftens spesifikasjonskrav og behov.

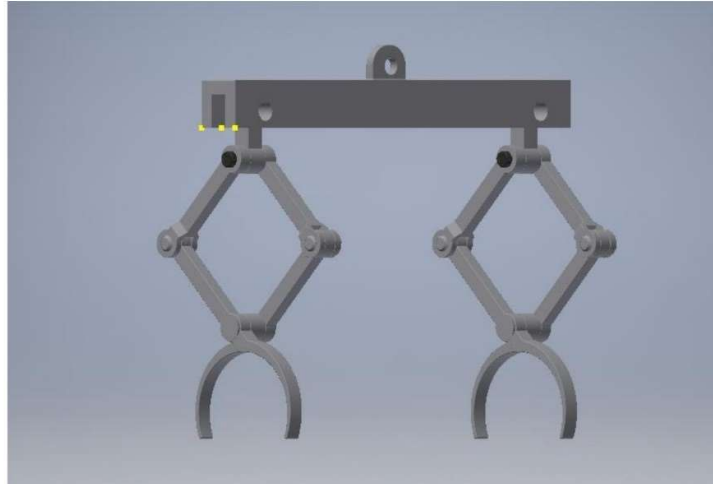
Det er laget opp 3 skisser av forskjellige konsepter som kan være aktuelle for design. Se vedlagte figurer (Konsept 1, konsept 2, konsept 3)

Konsept 1



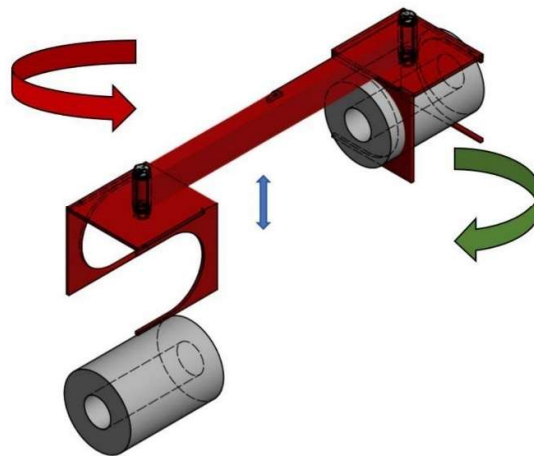
Figur 3: Konsept 1, Enkel klo som henges opp i kran, låser stigerør ved sin egen vekt. Krever bruk av 2 kraner og økt løftehøyde.

Konsept 2:



Figur 4: Konsept 2: Samme prinsipp som konsept 1 med låsesystem, men her er det 2 samlet slik at løft kan utføres med 1 kran. Krever fortsatt løfthøyde.

Konsept 3:



Figur 5: Konsept 3: Lavt byggende klemme med vribare fysiske låser. Roterende, mulighet for 1 og 2 kraner.

Valget har foreløpig falt på konsept nummer 3. På grunn av fordelene dette designet gir på HMS, løftehøyde og kompleksitet. Dette er mest sannsynlig det designet som er enklest å få sertifisert, samt at det oppfyller kravene til bedriften.

4 Work Breakdown Structure



Tabell 1: WBS - Work Breakdown Structure for prosjekt, beskriver undermål

5 Gantt diagram

Tabell 2: Gantt diagram som beskriver fremdriftsplan

Måned	Januar				Februar				Mars				April				Mai			
Ukenummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Førstudierapport																				
Konseptstudie																				
Samle bakgrunnsinfo																				
Skrive Bacheloroppgave																				
Materialberegninger																				
Styrkeberegninger																				
Sveiseberegninger																				
Kostnadsberegning																				
Evalueres resultater																				
Ferdigstille Bachelor																				

6 Ressurser

Forespørslersom vi planlegger å sende ut:

Sakkyndig løfte utstyr kan uttale seg – Redkon A/S

Sveise/maskinerings kompetanse – NorthWellGefro A/S – Prising

Overflatebehandling – PTH/Randaberg Industries

Verifikasjon av beregninger – WP Engineering

7 Litteraturliste

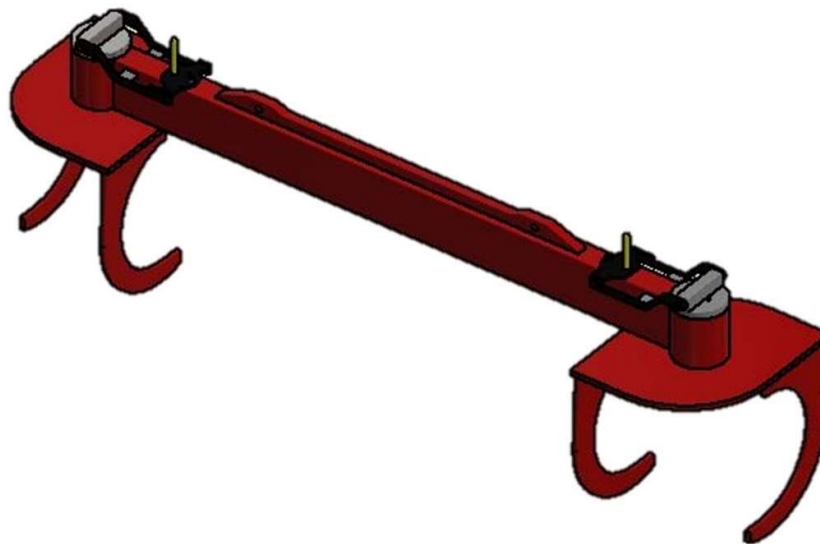
Maskindirektivet - MD. 2006/42/EC

28.04.2022

Brukerveiledning – Riser Clamp

BRUKERVEILEDNING

LØFTEREDSKAP



RISER CLAMP
For Ø500 HP Riser Joints

side 1

Hensikt:

Hensikten med denne manual er å beskrive bruk og vedlikehold av riser clamp som er designet for å håndtere og stable riser-rør med travers-kran

Tekniske Data:

Egenvekt:	363 kg
Dimensjoner: L x B x H:	3050 x 700 x 670 mm
Gripevidde på klør:	500 mm
Avstand mellom klør:	1930 mm (låst posisjon)
Tillatt last:	8000 kg
Sertifisert ihht til:	Maskinforskrift: FOR-2009-05-20-544
Anbefalt grease:	Texaco EP-2 eller tilsvarende

Før bruk:

- 1 Kontroller at årskontroll er utført.
- 2 Inspiser løfteutstyret visuelt for skader, sprekker eller deformasjoner.
- 3 Kontroller at låsingene fungerer og gripehodene kan rotere fritt.

Opprigging for bruk:

- 1 Rig opp løfte åk. Bruk egnede sjakler og et to-part skrev. Monter sjaklene i hvert av løfte øyene. Monter så to-part skrevet med en krok i hver sjakkel.
- Kontroller at lasten ikke er tyngre en 8tonn. Og at diameteren på reiseren er nøyaktig 500 millimeter.

Opprigging for løft med låsing av last.

- 1 Fest skrevet til krankroken.
- 2 Åket løftes opp ved hjelp av kranen. Ved å benytte det gule håndtaket roteres gripehodene 90 grader, slik at håndtakene peker på tvers av bjelken.
- 3 Løfteåket plasseres over reiser. Slik at reiser blir liggende mellom kjeftene på gripehodene. Løfteåket sentreres på midten av reiser. Dette for å få likevekt i løfte.
- 4 Roter gripehodene ved hjelp av det gule håndtaket slik at håndtakene peker mot midten.
- 5 Håndtaket tres ned på bjelken, slik at den grønne låsebolten kommer gjennom hullet i platen på håndtaket.
- 6 Håndtaket låses fast ved å benytte tilhørende splint. Denne føres inn i hullet i den grønne akselen som står på hoved bjelken.
- 7 Prøveløft og kontrollere at du har likevekt i løftet.

Landing etter løft og opp låsing.

- 1 Land lasten på egnet sted hvor den ikke kan rotere.
- 2 Gi kjetting skrevet en slak på cirka 1-3 cm.
- 3 Fjern splintene i håndtakene ved å trekke de ut.
- 4 Løft opp og roter håndtakene 90° mot siden ved hjelp av det gule håndtaket. Vær oppmerksom på at løfteåket vil skli til slakken er tatt opp i kjettingskrevet. Dette kan skli mot deg.
- 5 Løft av løfteåket ved hjelp av kranen.

Etter bruk.

- 1 Etterbrukssjekk. Kontroller for skader og sprekker.
- 2 Kontroll av rotasjon på klo. Smøres med grease ved behov. Greasenippel er montert på toppen av hver svingbolt. 2-3 pump holder, over greasing kan føre til treghet.
- Rengjør utstyret med egnet såpe og vann. Unngå høytrykkspyling på merking og skilt.

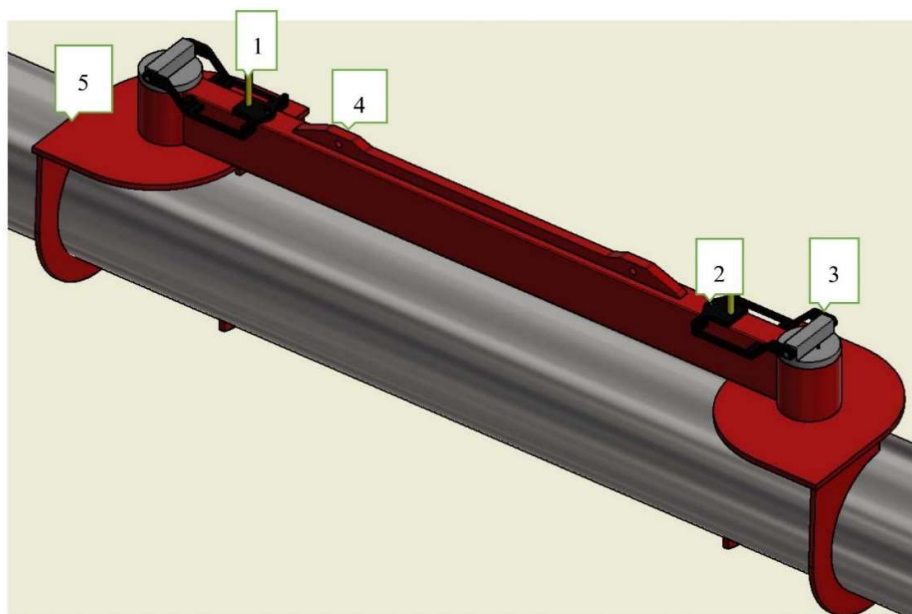
Parkering av frittstående løfte åk.

- 1 Det gule håndtaket løftes opp og dreies 90° ut til siden.
- 2 Begge gripeklør skal stå i åpen stilling.
- 3 Løfteåket kan nå parkeres med løfteklørne ned.

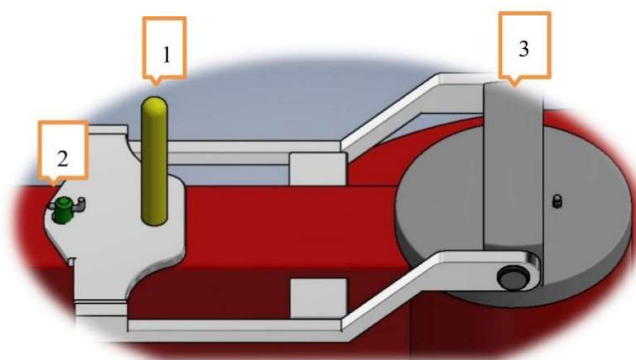
1-årig kontroll:

- Sertifisering utføres av sakkyndig kontrollør
- Visuell inspeksjon for skader og slark
- Grease alle punkter

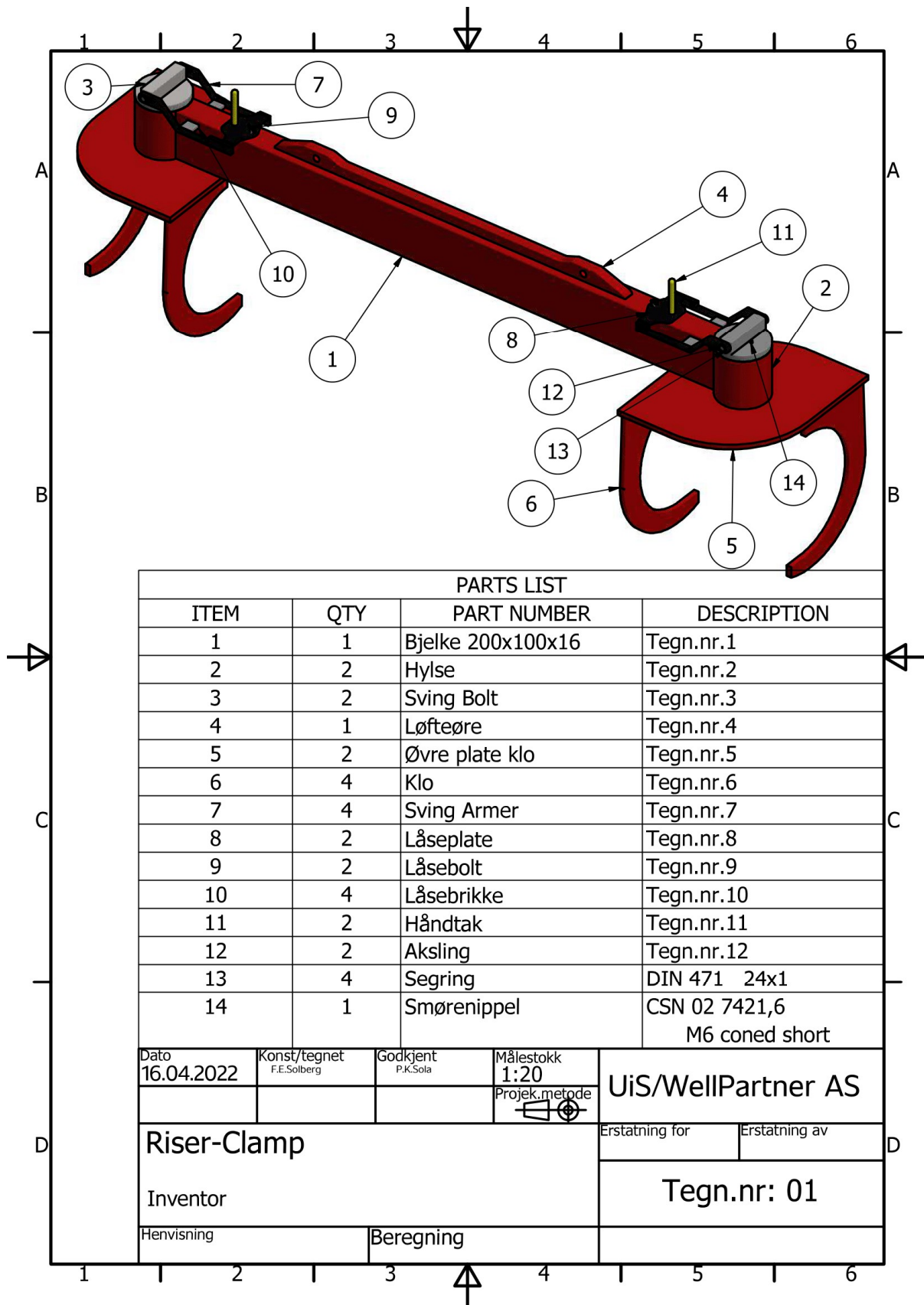
Oversikt over punkter:



- 1 Gult håndtak- Brukes til stenging og åpning av klør.
- 2 Grønn aksel- Brukes til sikring av håndtak i låst posisjon.
- 3 Svingbolt med grease nippel- Opplagring av gripeklør.
- 4 Løfteøyer- Mot traverskran
- 5 Gripeklør- Holder reiser fast.

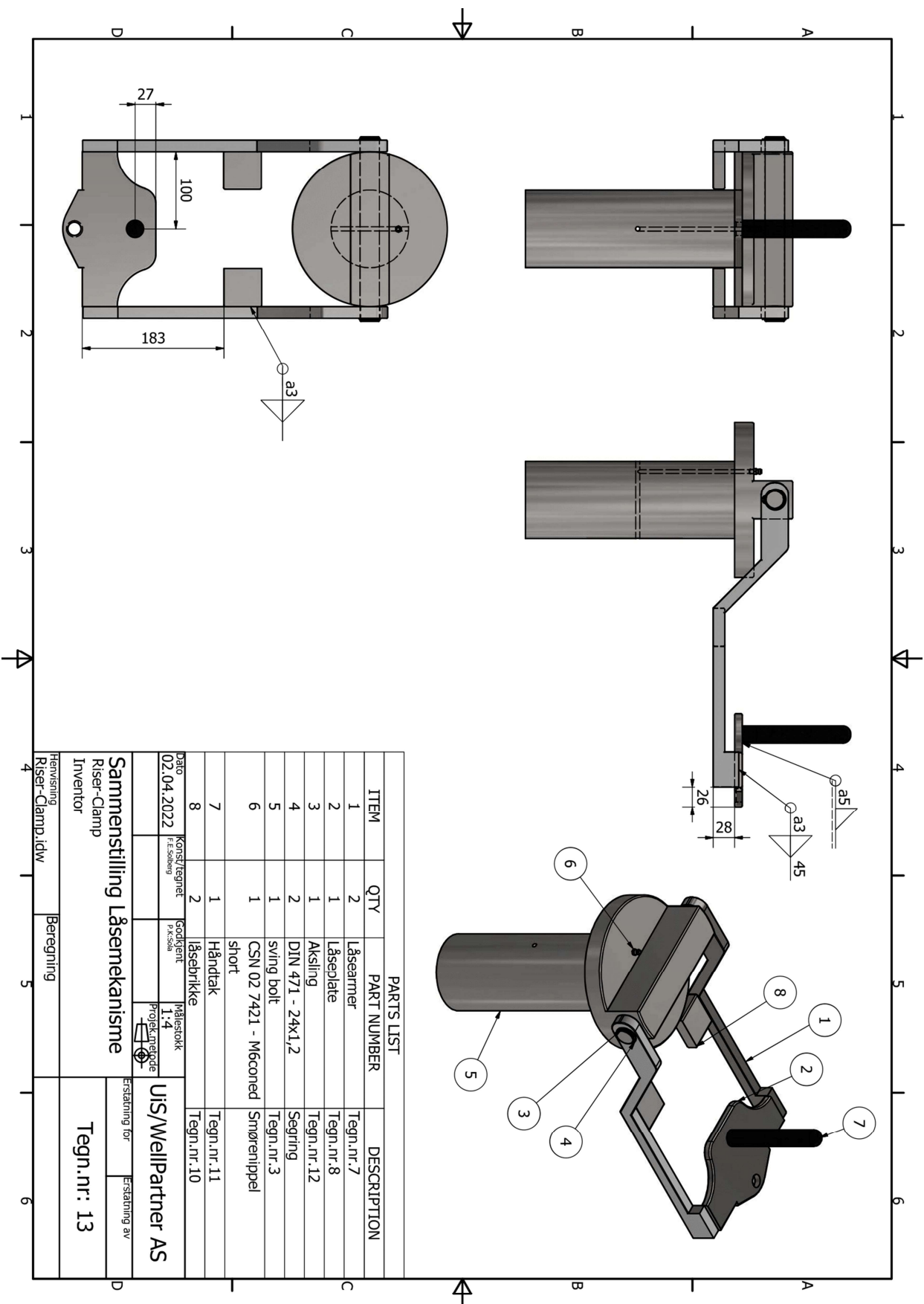


9.3 Sammenstillingstegninger



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Bjelke 200x100x16	Tegn.nr.1
2	2	Hylse	Tegn.nr.2
3	2	Sving Bolt	Tegn.nr.3
4	1	Løfteøre	Tegn.nr.4
5	2	Øvre plate klo	Tegn.nr.5
6	4	Klo	Tegn.nr.6
7	4	Sving Armer	Tegn.nr.7
8	2	Låseplate	Tegn.nr.8
9	2	Låsebolt	Tegn.nr.9
10	4	Låsebrikke	Tegn.nr.10
11	2	Håndtak	Tegn.nr.11
12	2	Aksling	Tegn.nr.12
13	4	Segring	DIN 471 24x1
14	1	Smørenippel	CSN 02 7421,6 M6 coned short

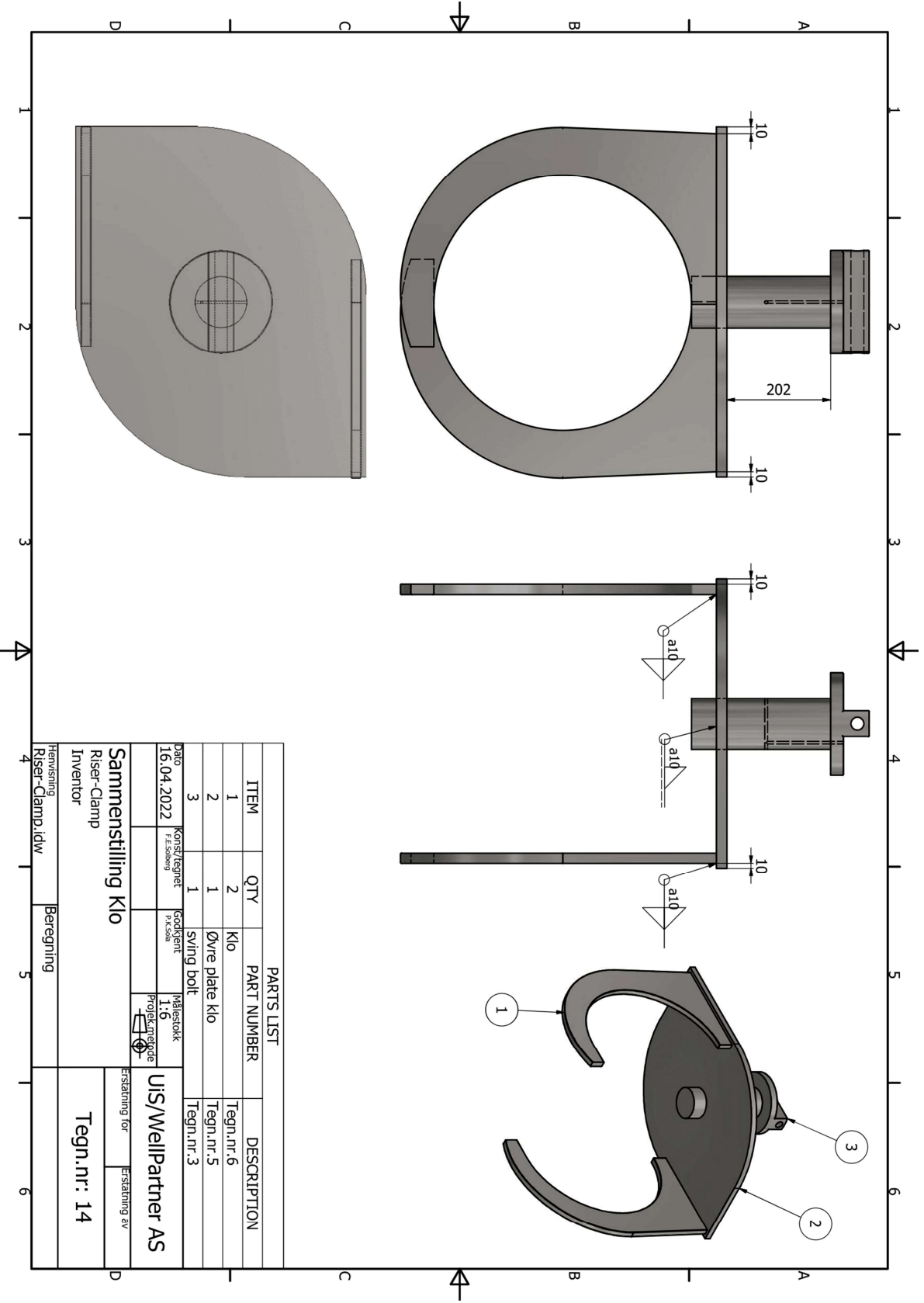
Dato 16.04.2022	Konst/tegnet F.E.Solberg	Godkjent P.K.Sola	Målestokk 1:20	UiS/WellPartner AS
			Projek.metode 	
Riser-Clamp			Erstatning for	Erstatning av
Inventor			Tegn.nr: 01	
Henvising		Beregning		



PARTS LIST

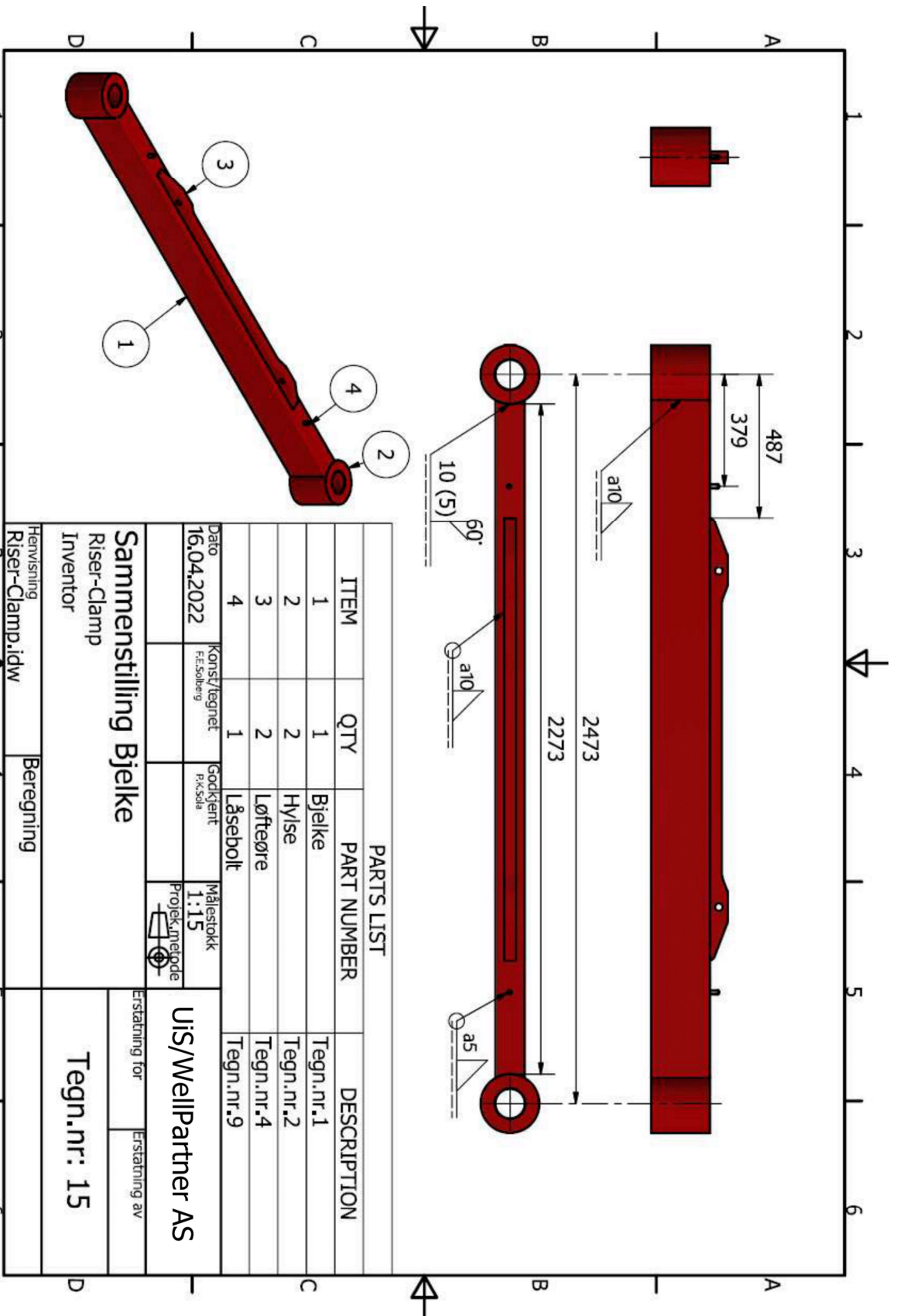
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Låsearmner	Tegn.nr.7
2	1	Låseplate	Tegn.nr.8
3	1	Aksling	Tegn.nr.12
4	2	DIN 471 - 24x1,2	Segring
5	1	sving bolt	Tegn.nr.3
6	1	CSN 02 7421 - Mcconed short	Smørentippel
7	1	Håndtråk	Tegn.nr.11
8	2	låsebrikke	Tegn.nr.10

Dato	02.04.2022	Konst./tegnert	Godkjent	Målestokk	1:4	Prosjektmedie	US/WellPartner AS
02.04.2022		F. E. Solberg	P. K. Sola				Erstatning for Erstatning av
Sammenstilling Låsemekanisme Riser-Clamp Inventor							Tegn.nr: 13
Henvisning		Beregning					
Riser-Clamp.idw							



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	Kjo	Tegn.nr. 6
2	1	Øvre plate kjo	Tegn.nr. 5
3	1	sving bolt	Tegn.nr. 3

Dato 16.04.2022 Konstr/regnet F.E.Sørensen Godkjent P.K.Sørensen		Målestokk 1:6 Prosjekt nr. 14	
Sammenstilling Kjo Riser-Clamp Inventor			
Hensikning Riser-Clamp,ldw		Beregning	
Tegn.nr.: 14		Erstatning for Erstatning av	



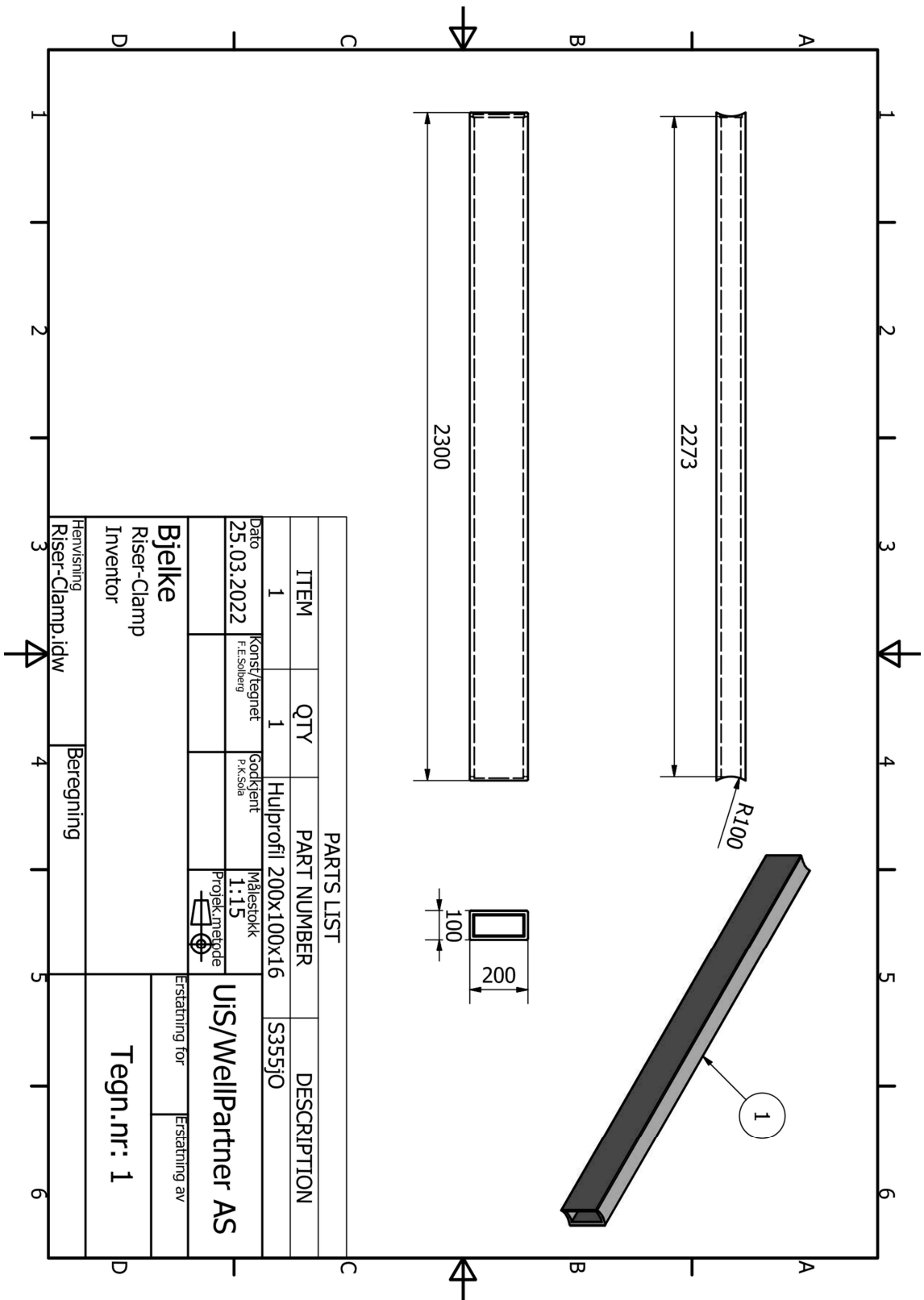
PARTS LIST

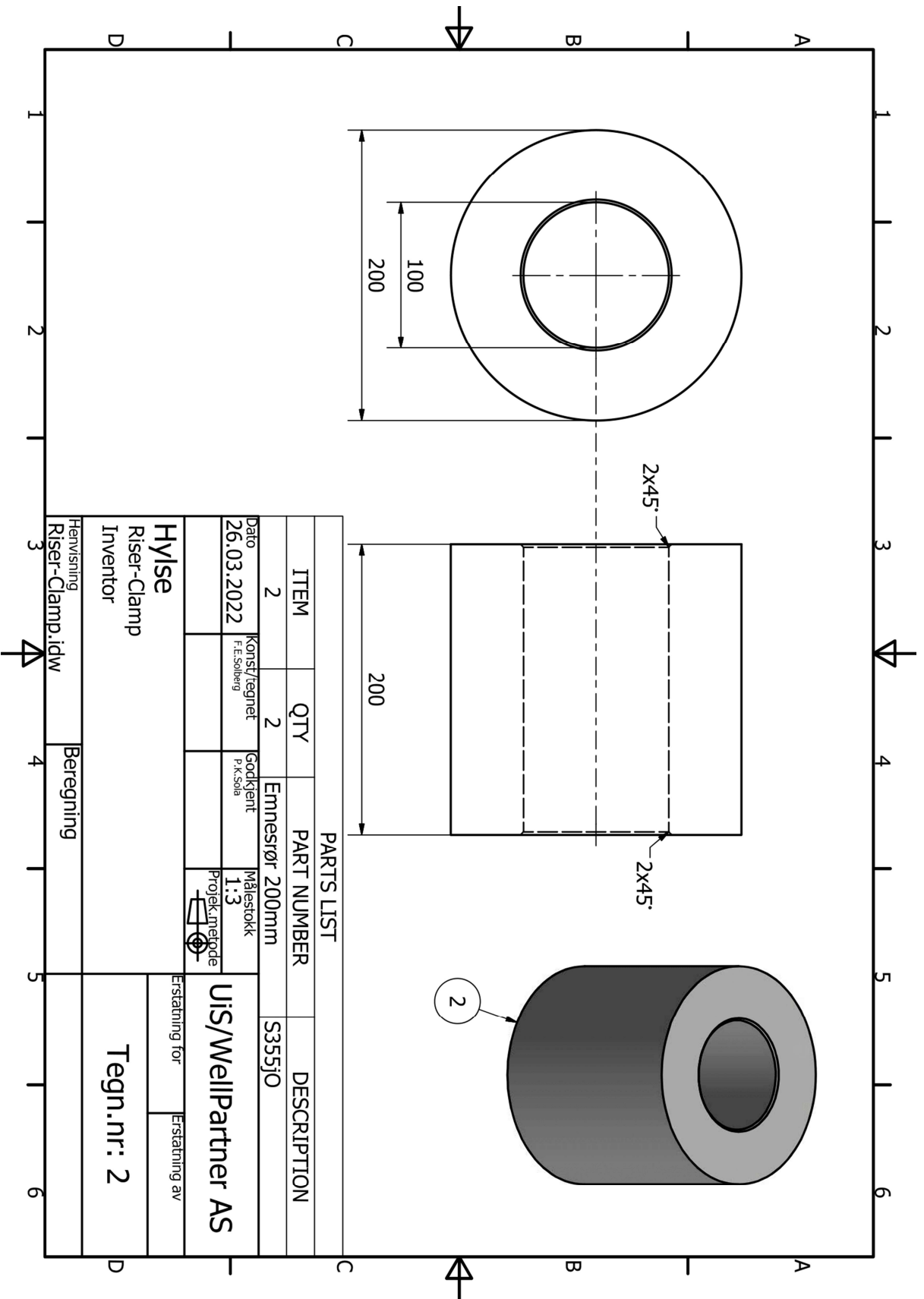
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	Bjelke	Tegn.nr.1
2	2	Hylse	Tegn.nr.2
3	2	Løftøre	Tegn.nr.4
4	1	Låsebolt	Tegn.nr.9

Dato	16.04.2022	Konst/tegnert	Felsøberg	Godkjent	F:asda	Målestokk	1:15
Sammenstilling Bjelke				U/S/WellPartner AS			
Riser-Clamp				Erstatning for			
Inventor				Erstatning av			
Tegn.nr: 15							

Henvisning	Riser-Clamp.idw	Beregning	
------------	-----------------	-----------	--

9.4 Maskineringsstegninger



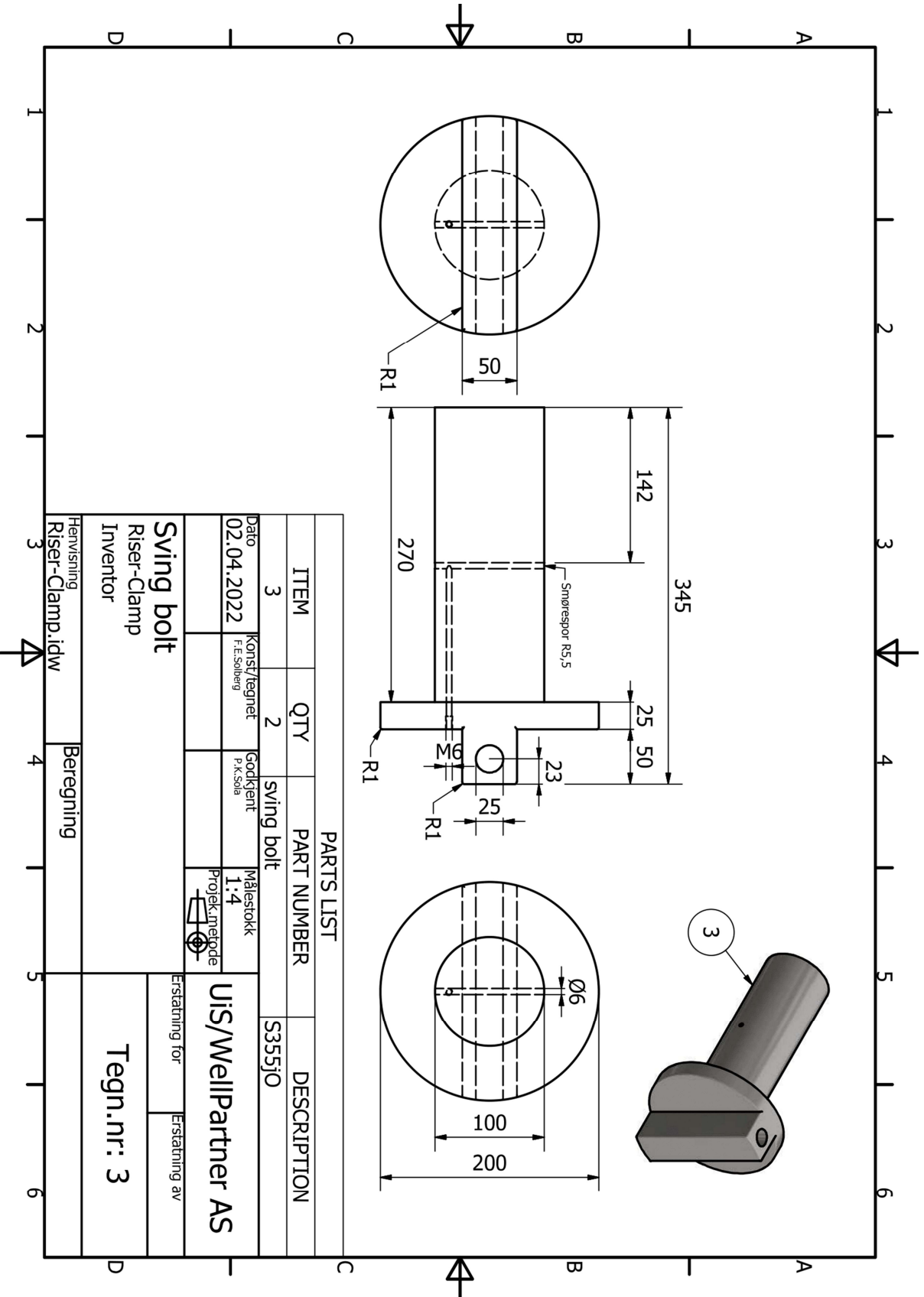


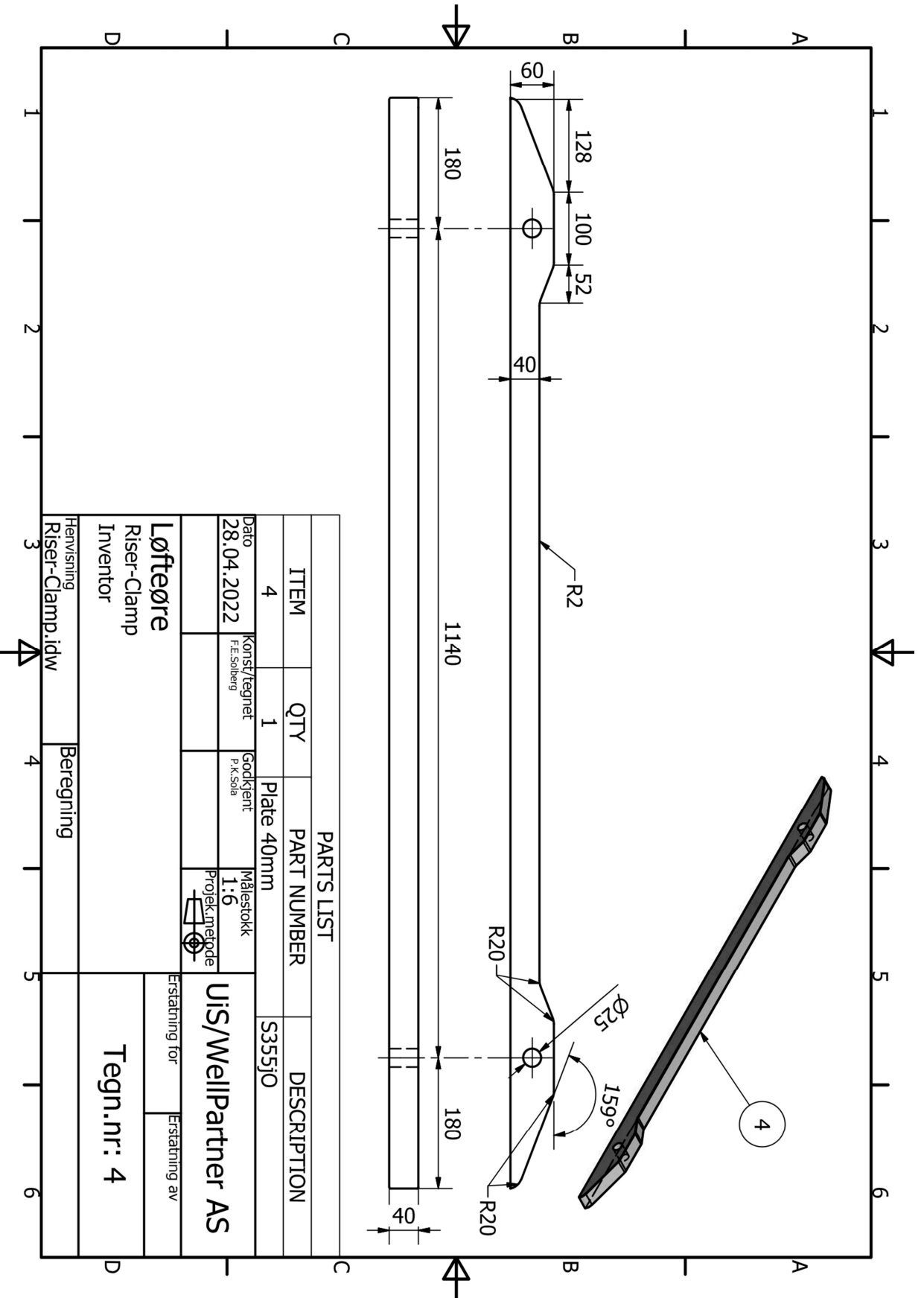
PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
2	2	Emnesjør 200mm	S355j0

Dato	26.03.2022	Konst/tegnert	F.E.Søberg	Goddkjent	P.K.Sola	Målestokk	1:3	Prosjektmetode		Erstatning for	Erstatning av
<p>Hylse Riser-Clamp Inventor</p>											
Henvisning						Riser-Clamp.idw					
Beregning											
Tegn.nr: 2											

Uis/WellPartner AS



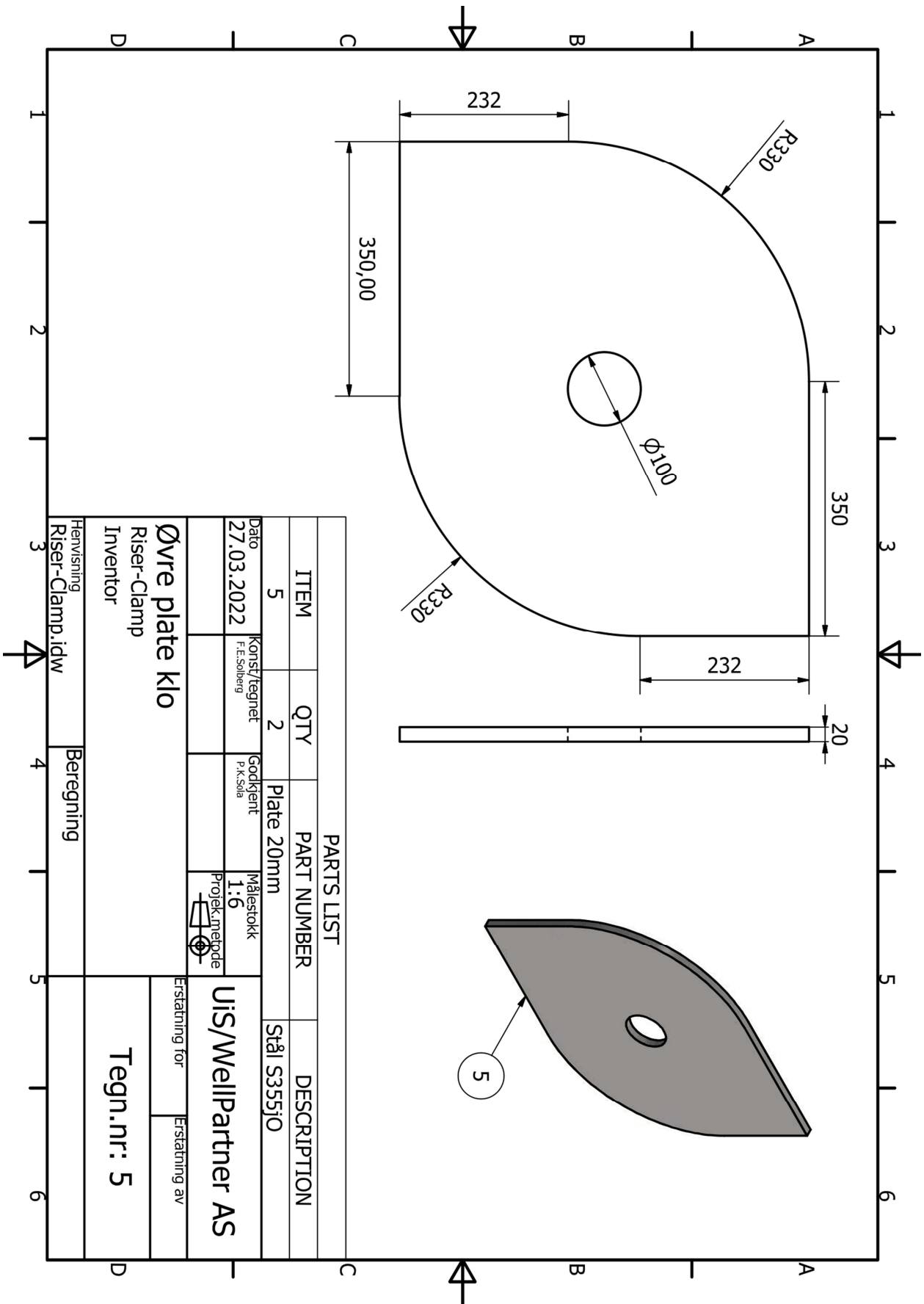


PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
4	1	Plate 40mm	S355J0

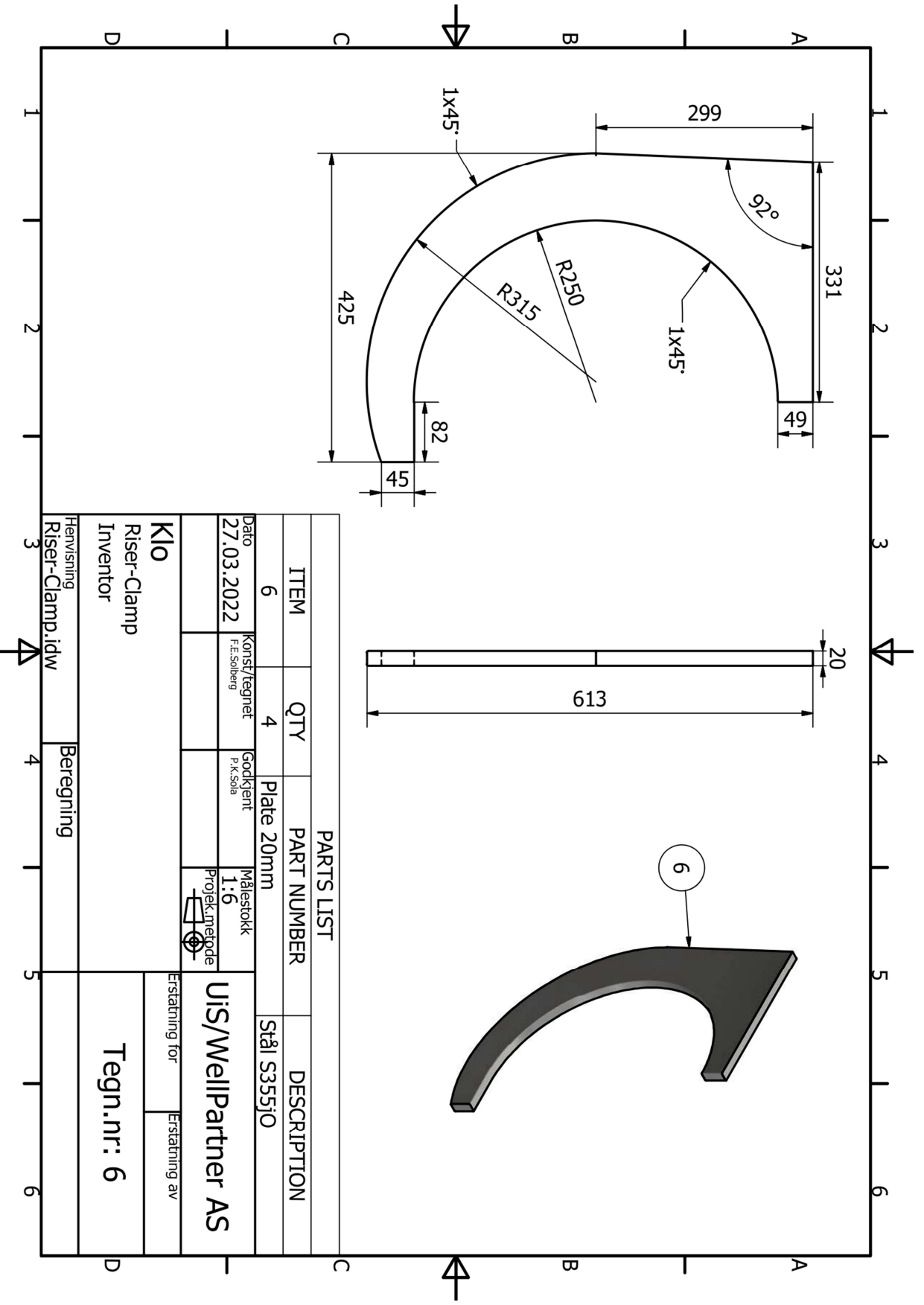
Dato	Konst/tegnnet	Godkjent	Målestokk
28.04.2022	F.E.Solberg	P.K.Sola	1:6
Løfteøre		Projek.metode	
Riser-Clamp		Ø	
Inventor		Erstatning for	
Erstatning av		Tegn.nr: 4	
Henviing		Beregning	
Riser-Clamp.idw			





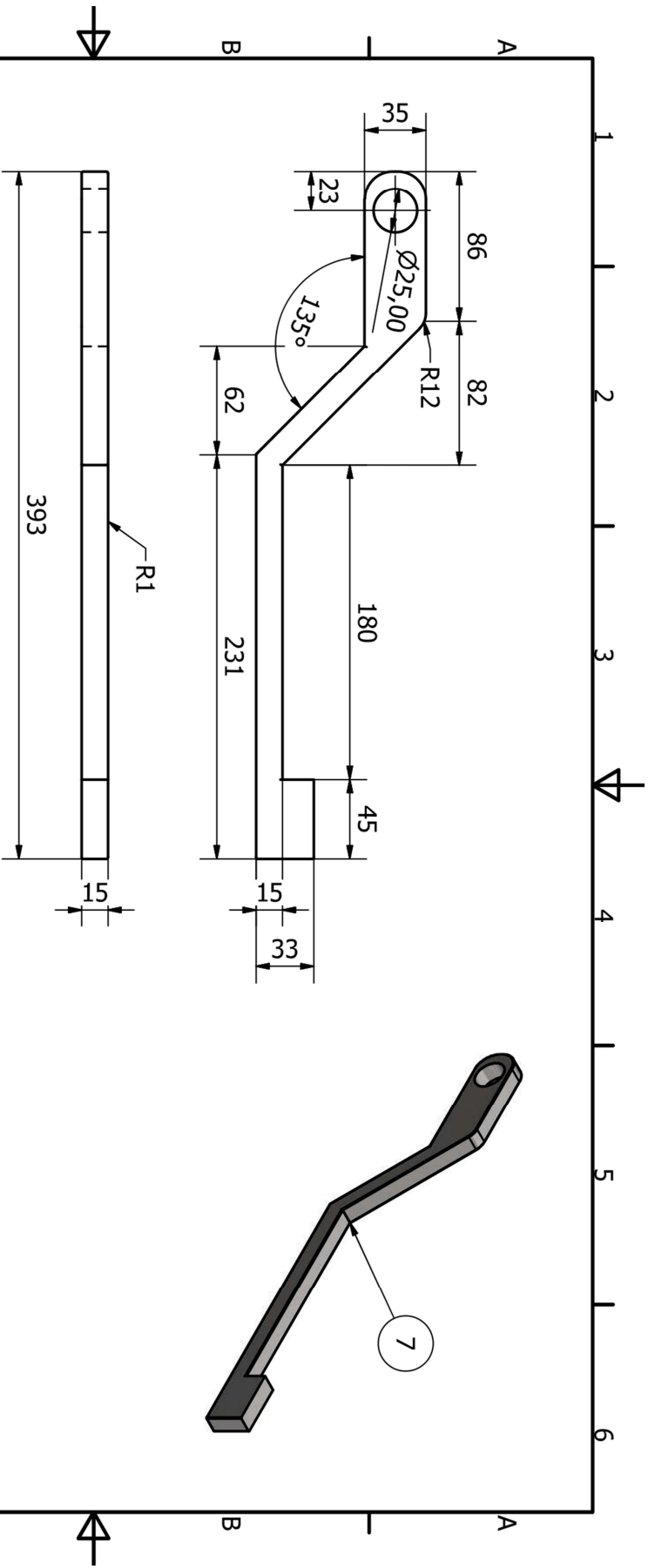
PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
5	2	Plate 20mm	Stål S355f0
Dato 27.03.2022 Konst/tegnnet F.E.Solberg Godkjent P.K.Solis Målestokk 1:6 Prosjekt.metode			
Øvre plate klo Riser-Clamp Inventor			
Erstatning for		Erstatning av	
Tegn.nr.: 5			
Henvi/ving Riser-Clamp.idw		Beregning	



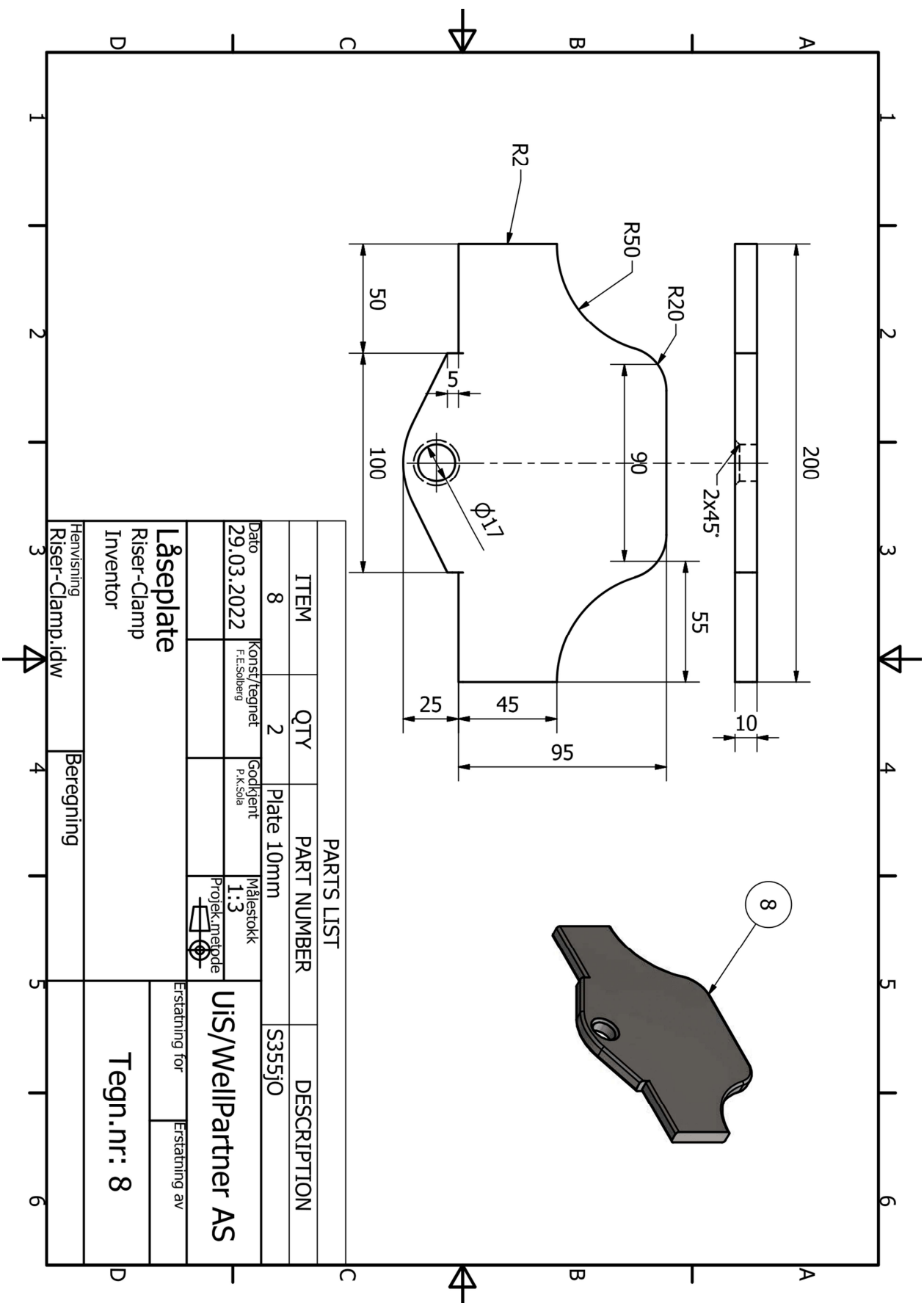
PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION												
6	4	Plate 20mm	Stål S355JO												
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>Konst/tegnert</td> <td>Godkjent</td> <td>Målestokk</td> </tr> <tr> <td>27.03.2022</td> <td>F.E.Solberg</td> <td>P.K.Sola</td> <td>1:6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Projek.metode</td> <td colspan="2"> </td> </tr> </table>				Dato	Konst/tegnert	Godkjent	Målestokk	27.03.2022	F.E.Solberg	P.K.Sola	1:6	Projek.metode			
Dato	Konst/tegnert	Godkjent	Målestokk												
27.03.2022	F.E.Solberg	P.K.Sola	1:6												
Projek.metode															
KIO Riser-Clamp Inventor															
Henvisning		Erstatning av													
Riser-Clamp.idw		Tegn.nr: 6													
Beregning		Uis/WellPartner AS													



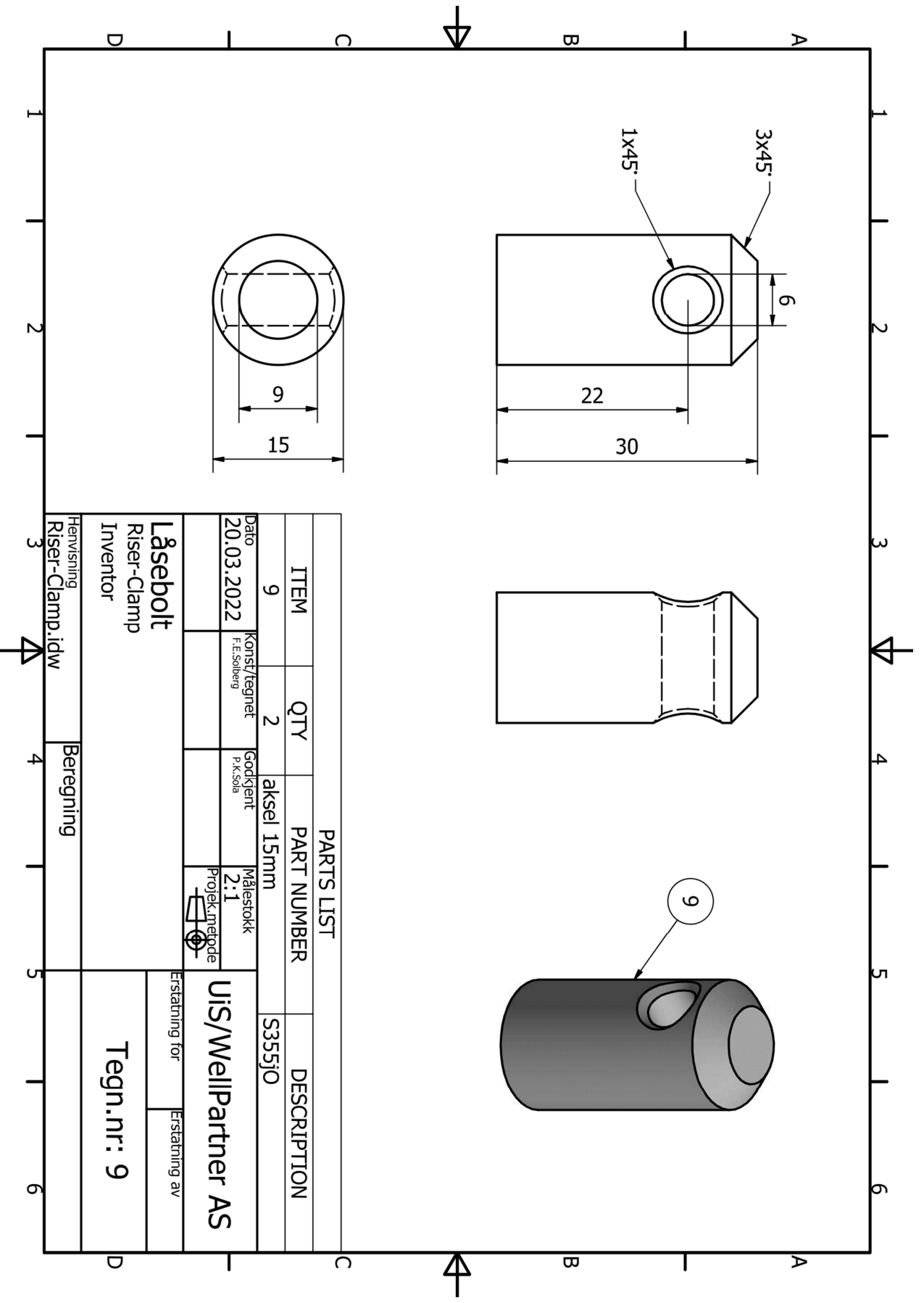
PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION																																																														
7	4	Plate 20mm	S355JO																																																														
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>28.03.2022</td> <td>Konst/tegnert</td> <td>F.E.Solberg</td> <td>Godkjent</td> <td>P.K.Sola</td> <td>Målestokk</td> <td>1:3</td> <td>Projektmethode</td> <td></td> <td>Erstatning for</td> <td>Erstatning av</td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Swing Armer Riser-Clamp Inventor</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Henvisning Risor-Clamp.idw</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Beregning</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Tegn.nr: 7</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <p>Uis/WellPartner AS</p> </td> </tr> </table>				Dato	28.03.2022	Konst/tegnert	F.E.Solberg	Godkjent	P.K.Sola	Målestokk	1:3	Projektmethode		Erstatning for	Erstatning av	<p>Swing Armer Riser-Clamp Inventor</p>										<p>Henvisning Risor-Clamp.idw</p>										<p>Beregning</p>										<p>Tegn.nr: 7</p>										<p>Uis/WellPartner AS</p>									
Dato	28.03.2022	Konst/tegnert	F.E.Solberg	Godkjent	P.K.Sola	Målestokk	1:3	Projektmethode		Erstatning for	Erstatning av																																																						
<p>Swing Armer Riser-Clamp Inventor</p>																																																																	
<p>Henvisning Risor-Clamp.idw</p>																																																																	
<p>Beregning</p>																																																																	
<p>Tegn.nr: 7</p>																																																																	
<p>Uis/WellPartner AS</p>																																																																	



PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION																		
8	2	Plate 10mm	S355JO																		
<table border="1"> <tr> <td>Dato</td> <td>Konst/Tegnet</td> <td>Godkjent</td> <td>Målestokk</td> <td rowspan="2"> UIS/WellPartner AS Erstatning for _____ Erstatning av _____ </td> </tr> <tr> <td>29.03.2022</td> <td>F.E.Solberg</td> <td>P.K.Sjå</td> <td>1:3</td> </tr> <tr> <td colspan="4"> Låseplate Riser-Clamp Inventor </td> <td rowspan="2"> Tegn.nr.: 8 </td> </tr> <tr> <td colspan="4"> Henvising Riser-Clamp.idw </td> </tr> </table>				Dato	Konst/Tegnet	Godkjent	Målestokk	UIS/WellPartner AS Erstatning for _____ Erstatning av _____	29.03.2022	F.E.Solberg	P.K.Sjå	1:3	Låseplate Riser-Clamp Inventor				Tegn.nr.: 8	Henvising Riser-Clamp.idw			
Dato	Konst/Tegnet	Godkjent	Målestokk	UIS/WellPartner AS Erstatning for _____ Erstatning av _____																	
29.03.2022	F.E.Solberg	P.K.Sjå	1:3																		
Låseplate Riser-Clamp Inventor				Tegn.nr.: 8																	
Henvising Riser-Clamp.idw																					
		Beregning																			



PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
9	2	aksel 15mm	S355JO
Dato 20.03.2022		Konst/tegnert F.E.Solberg	Godkjent P.A.Sola
		Målestokk 2:1	Prosjektmetode

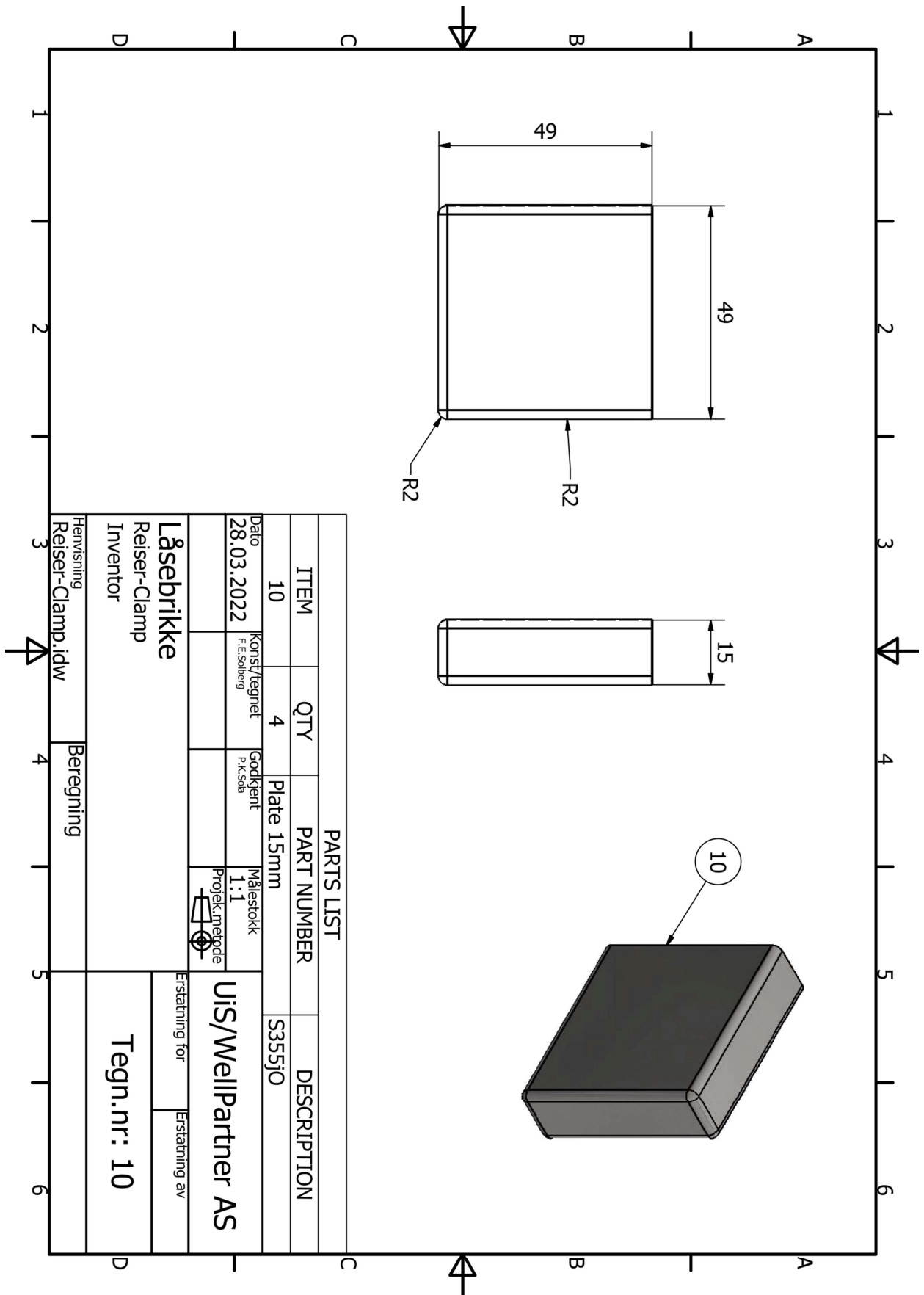
Låsebolt
Riser-Clamp
Inventor

Henvi/ning
Riser-Clamp.idw

Beregning

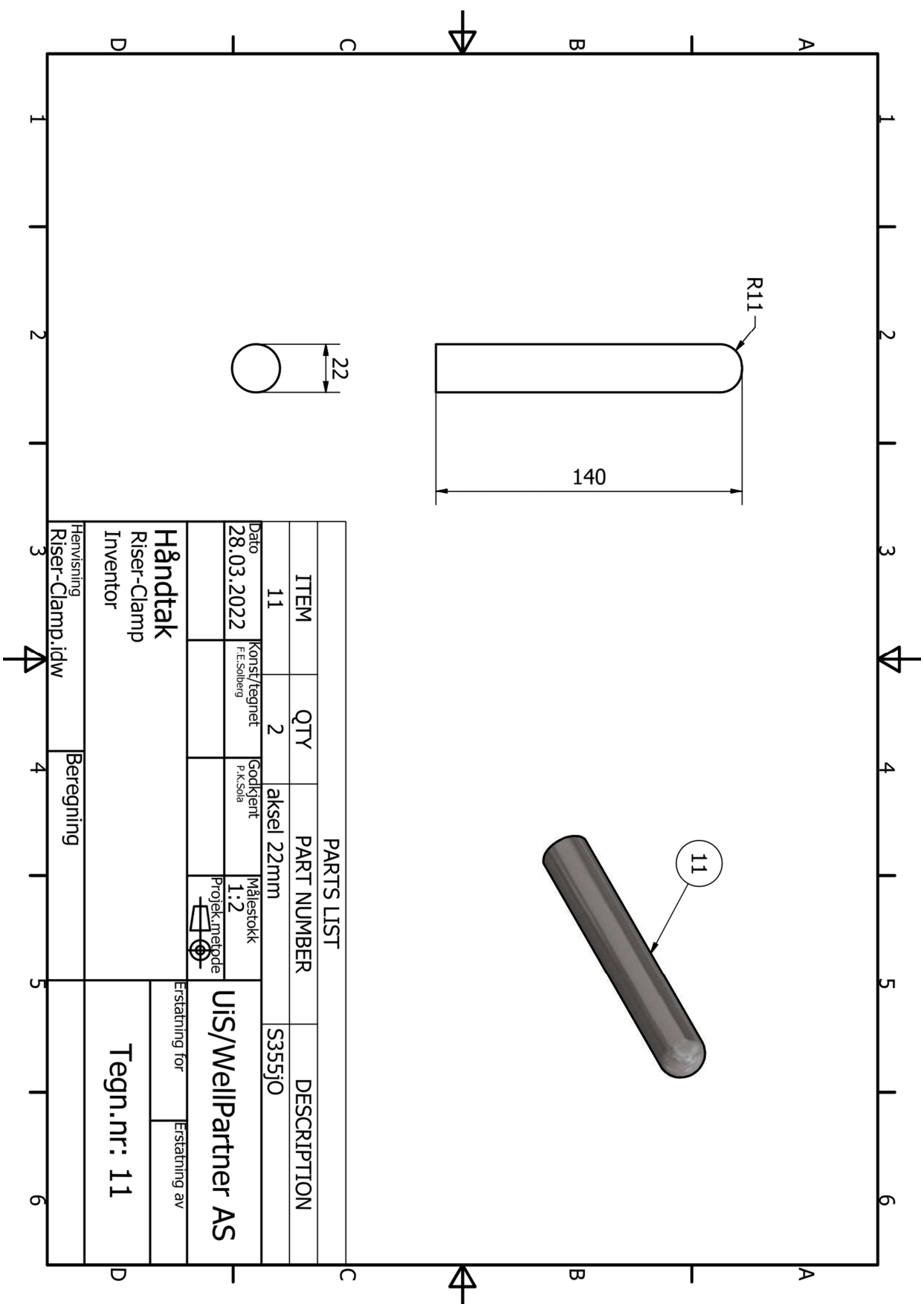
Uis/WellPartner AS
Erstatning for _____
Erstatning av _____

Tegn.nr.: 9



PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
10	4	Plate 15mm	S355JO
Dato 28.03.2022		Konst/Tegnet F.E.Søberg	Godkjent P.K.Søbe
Låsebrikke		Målestokk 1:1	Projek.metode
Reiser-Clamp		Erstatning for	
Inventor		Erstatning av	
Tegn.nr.: 10			
Henvisning Reiser-Clamp.idw		Beregning	



22

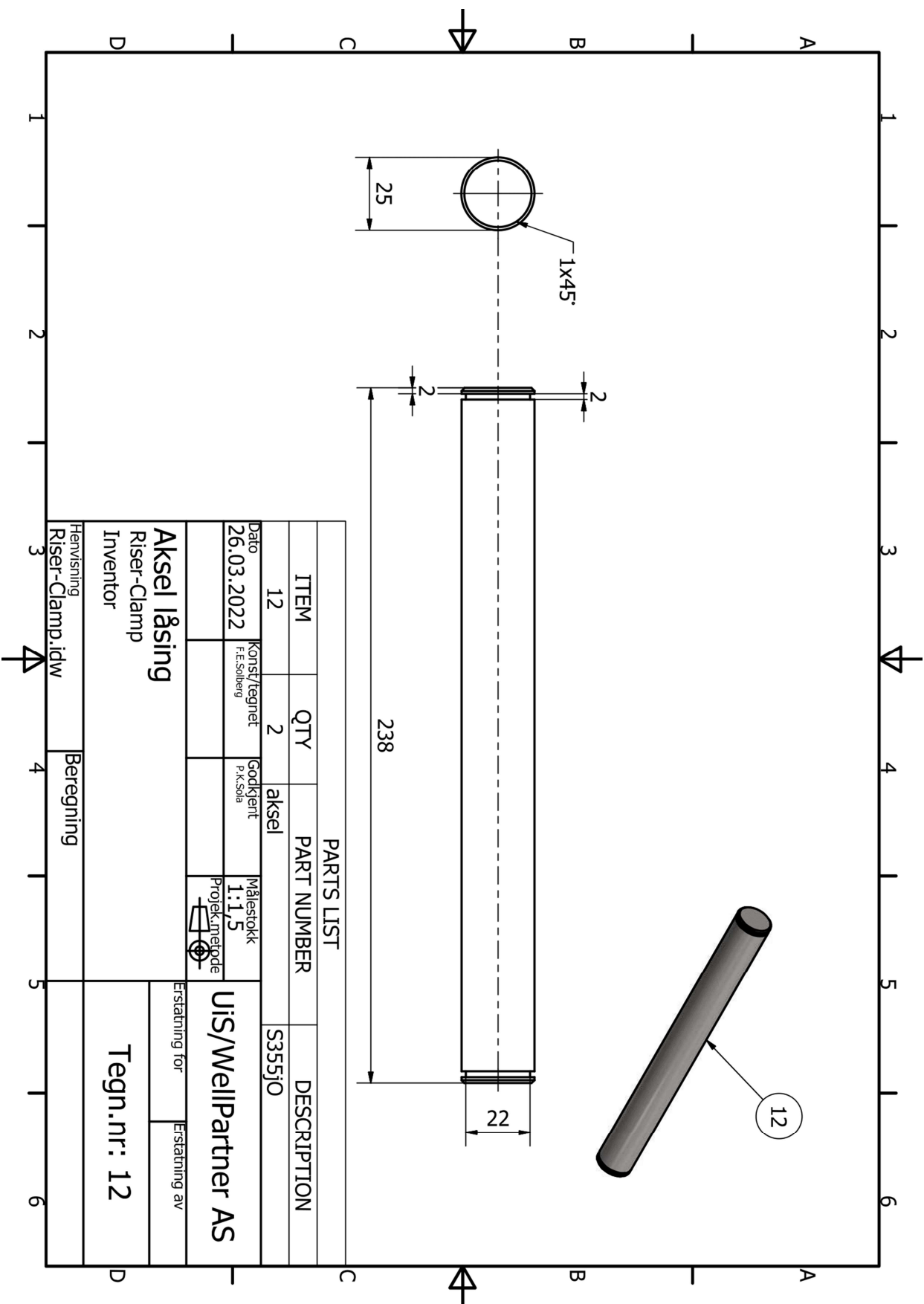
140

R11

11

PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
11	2	aksel 22mm	S355JO
Dato 28.03.2022 Konst/tegnat F.E.Søberg Godkjent P.K.Søle Målestokk 1:2 ProjeK.metode			
Håndtak Riser-Clamp Inventor			
Henvisning Riser-Clamp.idw		Beregning	
Tegn.nr: 11		Uis/WellPartner AS	
Erstatning for		Erstatning av	



PARTS LIST

ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
12	2	aksel	S355JO

Dato	Konst/tegnnet	Godkjent	Målestokk
26.03.2022	F.E.Solberg	P.K.Søle	1:1,5
		Projek.metode	

Aksel låsing		Erstatning for	Erstatning av
Riser-Clamp Inventor			
Henvisning		Tegn.nr: 12	
Riser-Clamp.idw		Beregning	