



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

KARM-FORK ROTASJON



Hovedprosjekt utført ved
Høgskolen Stord/Haugesund – Studie for ingeniørfag

Maskin, Energi- og Prosessteknikk

Av: Jostein Mogleiv
Sigbjørn Svendsen

Kand.nr. 41
Kand.nr. 68

HOVEDPROSJEKT

**Studentenes
navn:**

Jostein Mogleiv
Sigbjørn Svendsen

**Linje &
studieretning**

Maskin, Prosess- og energiteknikk

Oppgavens tittel:

Karm Fork rotasjon

Oppgavetekst:

Karm Fork er et ankerhåndteringsverktøy som blant annet blir brukt på supply-skip. Dagens metode for rotasjonsoperasjonen av verktøyet skal beskrives. Det skal også gis et utfyllende forslag til en alternativ metode for å rotere en modell, forslaget skal inneholde beregninger og økonomiske betraktninger. Beregningene skal så videreføres til å gjelde for andre modeller.

**Endelig oppgave
gitt:**

Torsdag 3.mars 2005

Innleveringsfrist:

Fredag 6. mai 2005 kl. 12.00

Intern veileder

Brit Julbø Ihle

Ekstern veileder

Nils B. Saltveit

**Godkjent av
studieansvarlig:
Dato:**

FORORD

Som en del av studiet vårt, Maskin, Energi- og Prosessteknikk ved Høgskolen Stord/Haugesund inngår et hovedprosjekt som utgjør 12 studiepoeng. Det skal fremlegges en rapport som dokumenterer vårt arbeid. Arbeidet kan være å løse en oppgave som studentene selv har laget, eller som vi har valgt, å løse en oppgave eller et problem for en bedrift.

Gjennom arbeidet bak denne rapporten har vi vært innom flere interessante områder. Blant annet har vi lært litt om hvor viktig det er for en bedrift å ha dokumentasjon på prosedyrer og arbeidsmetoder. Vi har også sett hvor mye arbeid som ligger bak å få en sveiseprosedyre godkjent.

Opgaven vi skulle løse fikk vi ved Karmøy Winch AS, og den gikk ut på å komme med et forslag til hvordan en Karm Fork kunne roteres uten at bedriften måtte leie inn mobilkran. Bedriften har tidligere vurdert å løse problemet selv, og derfor kunne et forslag til løsning komme bedriften til nytte.

Enkelte deler av oppgaven gav oss en del hodebry. Dette gjalt spesielt beregning av knekklast på bukkene på grunn av trykkraft og bøyemoment som virker samtidig.

Med god hjelp av Karmøy Winch AS har vi fått tilgang til historie, bilder og annen informasjon som har vært til stor hjelp under rapportskrivningen.

Vi vil rette en spesiell takk til:

- Nils Bjarne Saltnes ved Karmøy Winch AS, ekstern veileder.
- Brit Julbø Ihle ved Høgskolen Stord/Haugesund, intern veileder.

Haugesund 04.05.05

Jostein Mogleiv

Sigbjørn Svendsen

SAMMENDRAG

Karm Fork er et ankerhånderingsverktøy som produseres ved Karmøy Winch AS. Under produksjon må Karm Fork'en roteres ved montering, men på grunn av vekten (32 tonn) har bedriften problemer med å snu den med de eksisterende kranene.

Rapporten tar for seg hvordan arbeidet med å rotere en Karm Fork foregår i dag, deretter ulike forslag til løsninger. Et av forslagene går ut på å rotere Karm Fork'en ved å koble den til en aksling i hver ende. Disse akslingene er fast monterte på toppen av hver sin bukk, som sørger for at Karm Fork'en henger med god klaring over bakken. Rotasjonen utføres ved hjelp av to traverskraner. Dette forslaget blir valgt som det antatt beste, økonomisk og sikkerhetsmessig sett, og det blir utdypet med illustrasjoner og styrkeberegninger. Bedriften produserer også utgaver av Karm Fork med totalvekt under 20 tonn. Det blir også lagt frem et forslag til å løse problemet for disse utgavene.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	3
Sammendrag	4
Innholdsfortegnelse	5
1 Innledning	7
1.1 Karmøy Winch A/S	7
1.2 Karm Fork	9
2 Karm Fork rotasjon	13
2.1 Montering av Karm Fork	13
2.2 Testing av Karm Fork	14
2.3 Karm Fork-rotasjon i dag	15
3 Ny løsning	17
3.1 Forslag til nye metoder	17
3.2 Valg av ny metode	18
4 Utarbeiding av ny metode for Karm Fork rotasjon	19
4.1 Bukker	19
4.1.1 Design	19
4.1.2 Valg av stål og sveisematerial	22
4.1.3 Styrkeberegning	23
4.1.4 Akselberegning	25
4.1.5 Sveiser	26
4.2 Løfteøre	27
4.2.1 Beregning av løfteøre	27
4.2.2 Innfesting av løfteøre	28
4.2.3 Sveiseberegninger for innfesting av løfteøre	33
4.3 Prosedyre for bruk av bukker til rotasjon av Karm Fork	35

5	Løfteørets plassering på Karm Fork under 20 tonn	38
6	Kostnadsestimering	41
7	Konklusjon	42
8	Referanser og litteratur	43
9	Vedlegg	44
	Vedlegg 1.....	45
	Vedlegg 2.....	49
	Vedlegg 3.....	53
	Vedlegg 4.....	54
	Vedlegg 5.....	55

1 INNLEDNING

1.1 Karmøy Winch A/S



Fig 1.1 *Karmøy Winch's lokaler på Bygnes.*

Vår oppgave er utført for Karmøy Winch A/S, som ligger på Bygnes, Karmøy. Bedriften har over 80 års erfaring som leverandør av utstyr til skip over hele verden. Her blir det produsert hydrauliske vinsjer, kraner, ankerhånderingsutstyr og annet dekkstutyr både til fiskefartøy og oljeindustri. En stor del av satsingsområdet er fiske-, tank-, tau- og supplybåter.

Her er noe av det som blir produsert ved bedriften:

- "Pull-in"- vinsjer med opptil 600 tons trekkraft (fig. 1.2)
- Kjettingstoppere
- Kabelvinsjer
- Umbilical- vinsjer
- Vinsjer drevet av lufttrykk
- ROV-vinsjer
- Kai –og dekkskraner (fig. 1.3)



Fig. 1.2 *Pull-in vinsj produsert av Karmøy Winch AS.*



Fig. 1.3 *Dekkskran om bord i et offshorefartøy.*

Karmøy Winch A/S har en automasjonsavdeling og en mekanisk avdeling. Det er ved den mekaniske avdelingen hovedprosjektoppgaven er gitt. I denne avdelingen blir vinsjer, ankerhåndteringsutstyr og lignende, maskinert og montert klart til salg.

Bedriften har også en avdeling som driver med utleie av spesialvinsjer. Rederier og oljeselskaper som leier slike vinsjer har egne krav til styring og kontroll, noe som gir automasjonsavdelingen arbeid med å ”skreddersy” det elektroniske styringssystemet.

1.2 Karm Fork

Under ekstreme værforhold har det vist seg å være farlig for dekksmannskap å oppholde seg på dekk under en ankerhåndteringsoperasjon. Tidligere var situasjonen slik at kjetting eller vaier lå løst på fartøyets akterdekk, og ved raske sjøbevegelser kunne kjettingen eller vaieren kaste mannskap over bord. Flere sjømenn har mistet livet under slike operasjoner.

Karmøy Winch AS har derfor utviklet og tatt patent på et verktøy ved navn Karm Fork, som gjør en ankerhåndteringsoperasjon enklere og mindre risikofylt. Dette verktøyet er en fjernstyrt (fig.1.8), hydraulisk installasjon som monteres nedsenket i fartøyets akterdekk, slik at når Karm Fork'en ikke er i bruk, vil den knapt komme til syne.

Prinsippet er veldig enkelt; hovedkomponentene er haikjeft/gaffel og styrepinner.

Haikjeften er en kraftig fundamentert sylinder som går opp gjennom dekk. Toppen på sylindern er formet som en gaffel (fig.1.4).

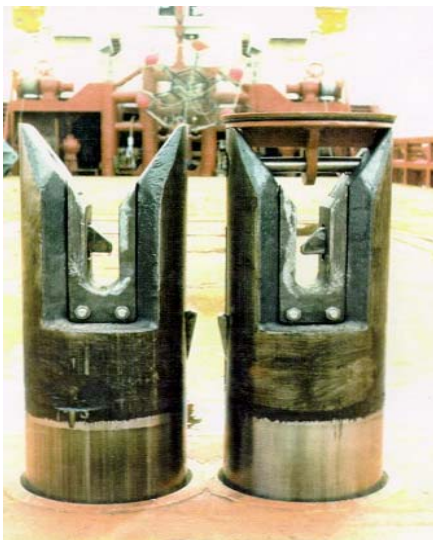


Fig. 1.4 *To haikjefter i fullt utslag.*



Fig. 1.5 *Innsatser/foringer til haikjeft.*

Gaffelen skal kunne gripe og holde fast kjetting/vaier, og kan påmonteres ”foringer” (fig.1.5), slik at den kan håndtere vaier og kjettinger av ulike dimensjoner på en trygg måte. Den kraftigste haikjeft utgaven tåler en belastning på opp til 750 tonn S.W.L. (Safe Working Load), og håndterer kjettinger på opp til 4” og vaier på 102mm.

Styrepinnenes funksjon er å lede vaier/kjetting inn mot haikjeften. Det er vanlig å bruke to styrepinner aktenfor hver haikjeft. På samme måte som haikjeften er styrepinnene utført sylindrisk med hydraulisk heving. En påmontert plate på toppen av hver av de to styrepinnene sørger for at kjetting/vaier blir låst for bevegelse vertikalt. Platene på sylindrene blir sammenføyd ved at sylindrene roteres ved heving (fig.1.6)



Fig. 1.6 *Styrepinner i fullt utslått stilling (til venstre i bildet kan en se en styrepinne som er nedsenket i dekk).*

Karm Fork utføres i flere størrelser og kombinasjoner, og figur 1.7 viser den største utgaven, som veier ca. 32 000 kg. Den er utstyrt med to haikjefter og fire styrepinner.



Fig 1.7 *Stor Karm Fork på 32000kg.*

Over 500 fartøy over hele verden har installert Karm Fork om bord. En grunn til at produktet har blitt så populært kan være at konstruksjonen er veldig enkelt og robust utført, noe som gjør vedlikeholdsarbeid veldig enkelt. Når utstyret ikke er i bruk kan det inspiseres under dekk.

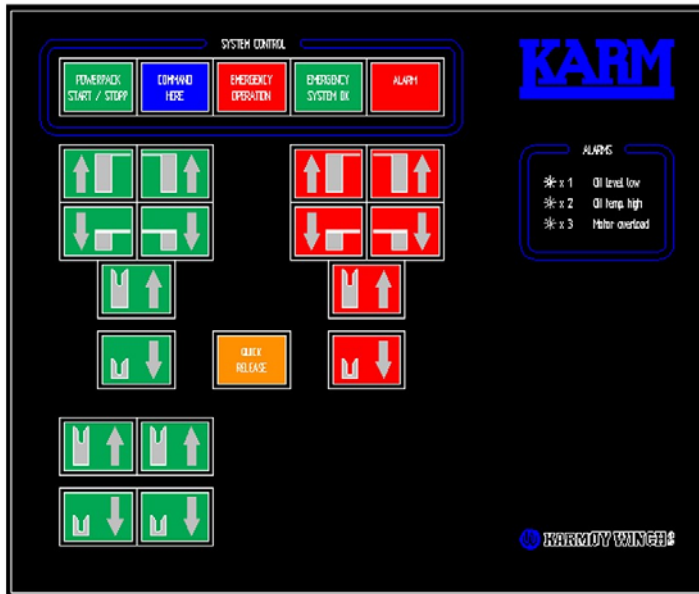


Fig 1.8 *Kontrollpanel for fjernstyring av Karm Fork.*

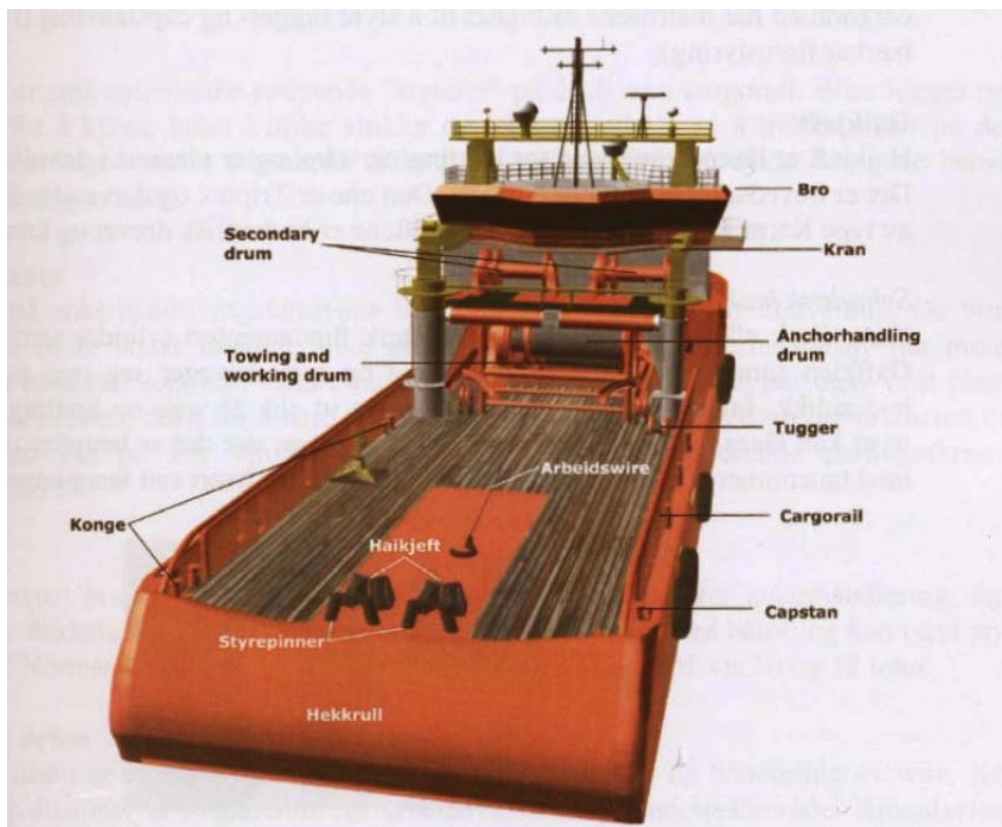


Fig 1.9 *Karm Fork montert på akterdekket til supplybåt.*

2 KARM FORK ROTASJON

2.1 Montering av Karm Fork

Før selve moteringen tar til, er det en del ting som må klargjøres. Dette gjelder først og fremst topplaten. Den må blant annet slipes og bearbeides etter kundens krav og spesifikasjoner.

Når alle deler er ferdig tilvirket, blir disse transportert til monteringshallen. Der blir topplaten satt på høykant ved hjelp av traverskran, se figur 2.1, slik at sylindere, stag, tauerpinne osv. enkelt kan føres inn mot platen for montering. Siden den største utgaven av Karm Fork veier over 30 tonn sier det seg selv at monteringsarbeidet krever hjelp av store verktøy, for eksempel truck, kran og slegge. Etter montering leveres det ferdige produktet til testing.



Fig 2.1 *Karm Fork løftet på høykant av kraner.*

2.2 Testing av Karm Fork

Testing av det ferdige produktet foregår i bedriftens store produksjonshall. Før testing blir det gjennomført en rotasjon (fra vertikal til horisontal stilling). Karm Fork'en løftes opp i en testrigg (se figur 2.2 og 2.3) ved hjelp av traverskran. Testriggen består av en kraftig konstruert ramme som skal tåle de bråe bevegelsene Karm Fork'en utfører. Her blir den tilkopleet det hydrauliske anlegget, som er identisk med anlegget om bord i fartøyet produktet er planlagt for. Alle funksjoner blir gjennomført under overvåkning av personell med lang erfaring innen dette området. Bedriften setter kvalitet i høysetet, og er derfor opptatt av at testingen, som er siste mulighet til å avdekke eventuelle feil, blir gjort korrekt. Når produktet er ferdig testet, er det klart til levering. Da gjenstår kun en 180° rotasjon før det kan plasseres på lasteplanet til en semitrailer.



Fig 2.2 *Testrigg til Karm Fork.*



Fig2.3 *To små modeller av Karm Fork i testriggen.*

2.3 Karm Fork-rotasjon i dag

I tilvirkningsprosessen er det nødvendig å rotere Karm Fork'en to ganger før den er klar for levering.

Når den kommer fra monteringsavdelingen ligger den med topplaten vertikalt. Grunnen til at platen står vertikalt er som nevnt at dette forenkler monteringsprosessen. Før Karm Fork'en kan plasseres i testriggen må den roteres 90° rundt horisontalaksen, slik at topplaten flate er vendt oppover. Denne operasjonen gjøres i dag ved hjelp av traverskran. Et løfteåk festes til Karm Fork'en slik at de to traverskranene kan løfte den i et samløft. Grunnen til dette er at hver av traverskranene kun kan løfte 20 tonn, mens den totale vekten av Karm Fork'en er ca. 32 000 tonn. Kranene løfter mens de drar sideveis.

Neste rotasjon blir utført når Karm Fork'en er ferdig testet. Da skal den roteres 180° rundt horisontalaksen, slik at topplaten flate er vendt nedover. Grunnen til dette er at den da lettere kan plasseres på lasteplanet på en lastebil. Denne siste og "største" rotasjonen krever innleieing av mobilkran (se figur 2.4). Traverskranene løfter Karm Fork'en opp fra testriggen, mobilkranen kjører inn i hallen, og vekselvis løfter traverskranene og mobilkranen Karm Fork'en til transportstilling.



Fig 2.4 *Karm Fork rotasjon i dag.*

Disse metodene for rotasjon påfører stor slitasje på traverskranene, fordi de blir utsatt for krefter i horisontal retning. Slitasjen på kranene påfører bedriften reparasjonskostnader som er ønskelig å redusere. I tillegg til reparasjonskostnadene kommer leie av mobilkran. Et betydelig minus med rotasjonsmetoden som brukes i dag er prosedyren for innfestning av løftesjakler. En person må feste sjaklene under topplaten mens Karm Fork'en henger i traverskranene.

Ved bruk av mobilkran sammen med traverskranene for å rotere en Karm Fork 180° tar operasjonen ca. 20 min. Å kunne utføre rotasjonsoperasjonen på så kort tid er en stor utfordring når forslag til ny metode skal legges fram.

3 NY LØSNING

3.1 Forslag til nye metoder

Teoretisk er det forskjellige måter å forbedre rotasjonsmetoden på. Målet er å komme med et forslag til metode som er sikkerhetsmessig forsvarlig og økonomisk besparende, og dermed kan komme bedriften til nytte.

Forslag:

1. Hydraulisk + bukker med aksling
2. Bruk av traverskran + bukker med aksling
3. Modifisering av eksisterende traverskraner
4. Montering av ny traverskran

Det første og andre forslaget går ut på å kople Karm Fork'en til en aksling i hver kortende. Akslingene sitter montert fast på toppen av hver sin stålbukk. Disse bukkene må utføres slik at de enkelt kan transporteres med gaffeltruck. Akslingen vil da bli ført inn i Karm Fork'ens løfteøre klar til rotering. Rotasjonen vil bli utført med hydraulisk hjelp (forslag 1) eller ved bruk av traverskran (forslag 2).

Det hydrauliske alternativet inneholder bruk av hydrauliske sylindere, som skal sørge for kraftoverføring til roteringen. Et slikt system krever montering av hydraulikkpumpe og sylindere på en av bukkene, noe som kompliserer konstruksjonen.

Alternativ 2, med bruk av traverskran som rotasjonshjelpemiddel vil gjøre konstruksjonen av bukkene relativt simpel. Dette alternativet krever innsveising av løfteører over og under toppplaten. Traverskraner finnes på stedet rotasjonsoperasjonen skal skje.

Forslag 3 går ut på å modifisere nåværende traverskraner, slik at kranene i bedriftens produksjonshall kan rotere en Karm Fork uten hjelp av mobilkran. Slik situasjonen er i dag er det som nevnt montert to traverskraner som hver løfter 20 tonn. Dette er ikke tilstrekkelig, fordi under rotasjonsoperasjonen må en av kranene løfte hele Karm Fork'en på ca 30 500 tonn alene. Dette er over 1,5 ganger så mye som de eksisterende kranene kan løfte.

Forslag 4 er tilnærmet likt forslag 3. Forskjellen er at i forslag 4 byttes en av de nåværende kranene ut med en 40-tonns kran.

3.2 Valg av ny metode

Forslag 4, som omhandler montering av ny traverskran vil være et uaktuelt alternativ for Karmøy Winch på grunn av alt for store kostnader. En ny 40-tonns traverskran tilpasset bedriftens hall vil ifølge Munck Cranes A/S koste ca. kr. 850 000(**ref.6**). Det er også usikkert om hallkonstruksjonen ville tåle belastningen en 40-tonns kran ville påføre den.

Dersom det hadde vært aktuelt med montering av ny, stor kran, ville den største fordelen vært at rotasjonsoperasjonen gikk raskt. En rotasjon ville da krevd ca. 20 min., som i dag.

Forslag 3, ”Modifisering av eksisterende traverskraner”, har tilnærmet de samme fordeler og ulemper som forslag 4. Kostnadene hadde trolig blitt litt mindre, men likevel for store til å forsvares som et reelt alternativ. I vurderingen av forslag 3 og 4 er det tatt med at bedriften har en plan om en gang i fremtiden å sette opp en større produksjonshall med traverskraner som kan utføre rotasjonsoperasjonene på egenhånd.

Forslag 1 og 2 omhandler begge bruk av to stålbukker med påmontert aksling. Selve utførelsen av bukkene er enkel, de vil bli billige å produsere, og de kan flyttes med gaffeltruck. To slike bukker vil komme til å koste ca. kr. 40 000. Sammenlignet med prisen på en ny traverskran er ikke dette store kostnader. Siden bukkene er mobile, kan de transporteres ut av hallen for oppbevaring når de ikke er i bruk.

Ved bruk av forslag 1 må et hydraulisk anlegg konstrueres. Et slikt anlegg kan være sårbart for skader, og det vil kreve mye tid under planlegging og konstruksjon, og dermed også bli dyrere enn nødvendig. Fordelen med det hydrauliske systemet er at en unngår unødig slitasje på traverskraner, siden vi i dette tilfellet unngår horisontale belastninger på kranene.

Forslag 2 er det mest økonomisk forsvarlige alternativet. Karm Fork’en koples til bukkenes akslinger, for deretter å bli rotert ved hjelp av traverskranene. Slitasjen som blir påført traverskranene er minimale på grunn av at Karm Fork’en er lagret opp i konstruksjonens tyngdepunkt. Teoretisk sett skal den rotere fritt rundt akslingen. I praksis vil det alltid være litt avvik i forhold til disse beregningene.

Det er forslag 2 som vil bli utredet i denne oppgaven.

4 UTARBEIDING AV NY METODE FOR KARM FORK ROTASJON

4.1 Bukker

4.1.1 Design

Bukkene er tenkt å være så enkle som mulig. De vil bestå av fire ben, de to fremre benene og bunnrammen i H-bjelker av typen HE-B 200. Og de to bakre skråstilte benene vil være en T-bjelke satt sammen av flattjern i dimensjonen 200mm*10mm.

Videre vil det festes en aksling i toppen av bukken som Karm Fork'en skal rotere på. Denne akslingen vil festes til bukken ved hjelp av to ører i 40mm stål som sveises til de fremre H-bjelkene. De bakre T-bjelkene sveises deretter utenpå det bakre øret (se figur 4.1).

Akslingen kan så tres igjennom ørene og sveises fast. På denne måten er sveisen kun for å holde akslingen på plass i øret og ikke for å ta noe av tyngden til Karm Fork'en. Dette gjøres fordi konstruksjonen blir lettere føye sammen i topp-punktet.

For å unngå bøyemoment på akslingen sveises det inn tre avstivere under akslingen som går ut til kanten på innsnevringen (se fig 4.1).

Det må også sveises inn forsterkninger i H-bjelkene i rammen der de fire forskjellige benene vil stå. Dette må gjøres fordi H-bjelkene ikke har noen styrke ute på sidene. Ved å sveise inn en plate tilsvarende det stålet som ligger nedpå H-bjelken vil en få overført trykkraftene til underlaget.

Ørene som skal brukes for å holde på plass akslingen dimensjoneres likt løfteørene som skal festes på Karm Fork'en (se kap 4.2.1).

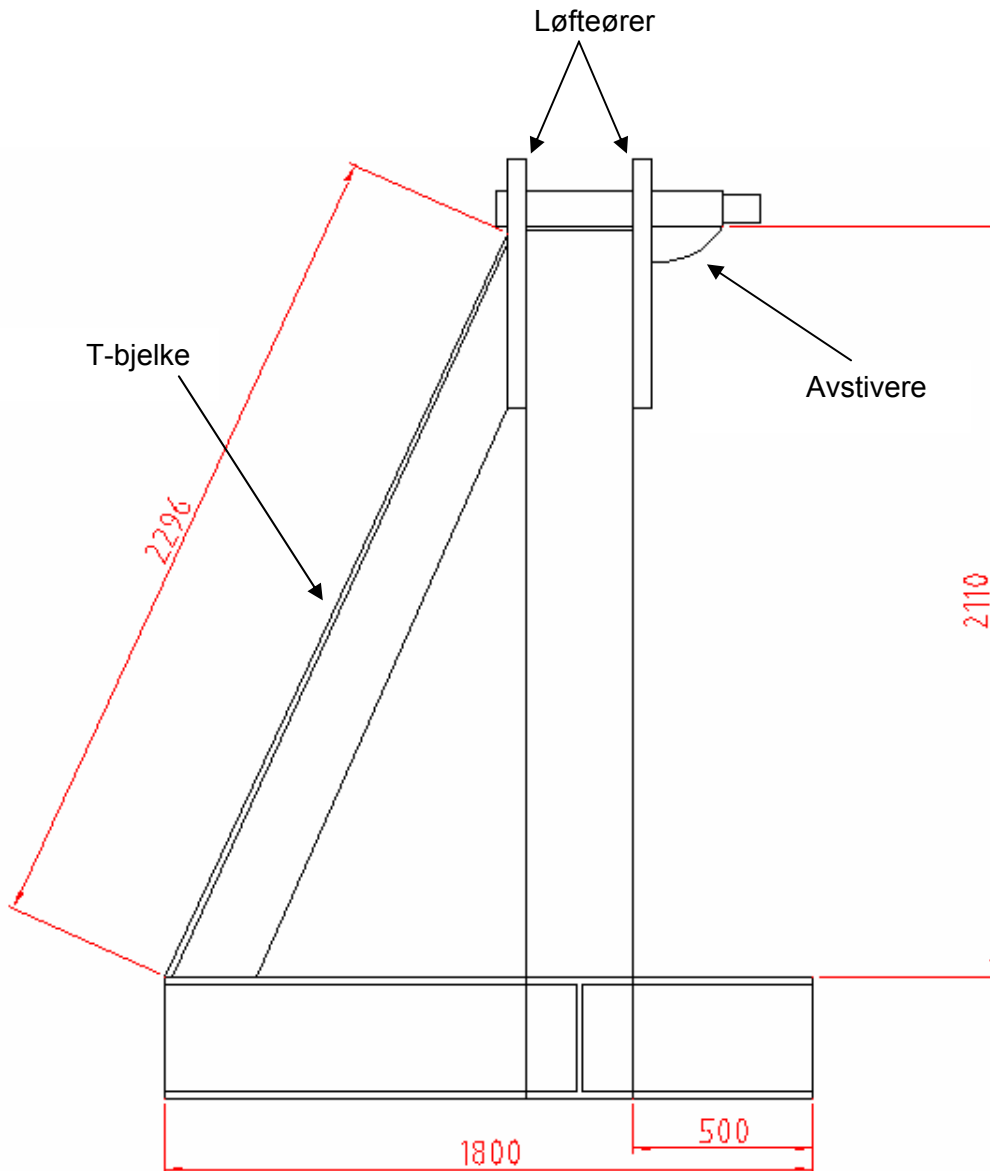


Fig 4.1 *Bukken sett fra siden.*

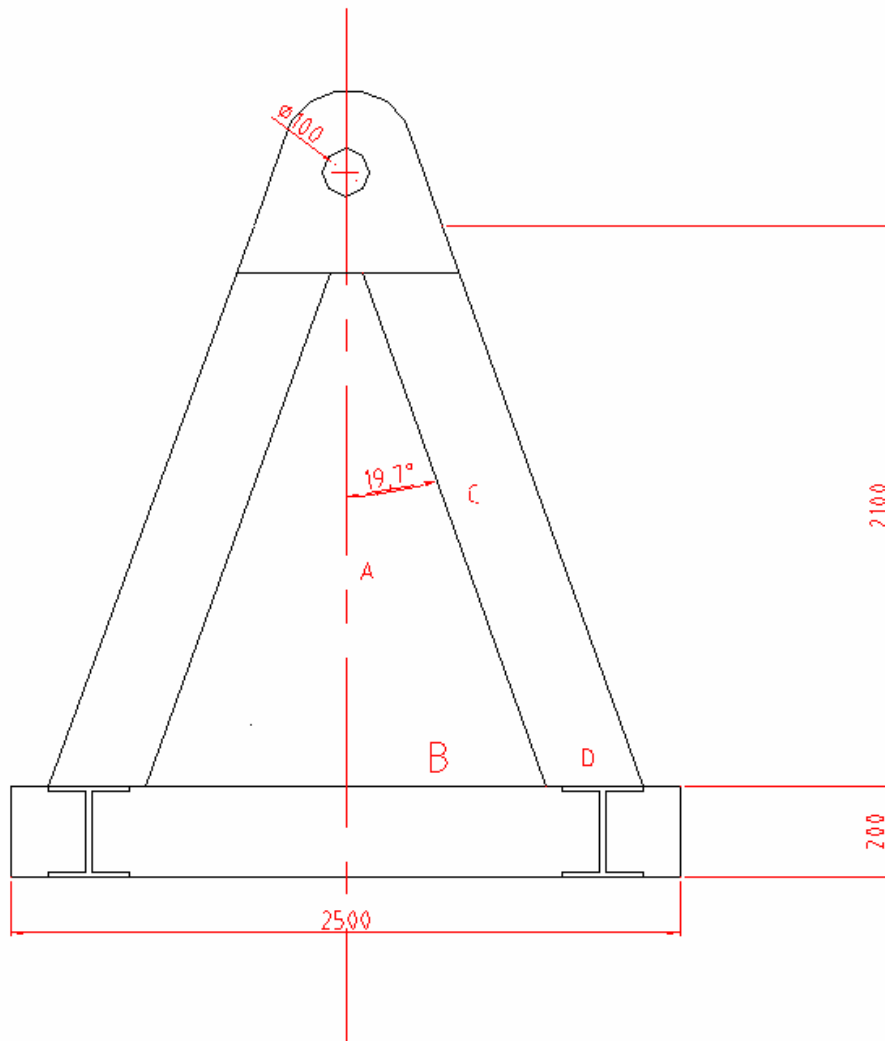


Fig 4.2 Bukken sett bakfra.

Pytagoras setning blir brukt for å finne lengden på C:

$$A^2 + B^2 = C^2$$

$$(750\text{mm})^2 + (2100\text{mm})^2 = \sqrt{4972500\text{mm}}$$

$$C = \underline{2230\text{mm}}$$

Trigonometriske betraktninger gir vinkelen θ , og videre lengden D:

$$\text{Vinkelen } \theta: \quad \cos \theta = \frac{A}{C} = \frac{2100\text{mm}}{2230\text{mm}}$$

$$\theta = \underline{19,7^\circ}$$

$$\text{Lengde D:} \quad \cos 19,7^\circ = \frac{200\text{mm}}{D}$$

$$D = \underline{212,4\text{mm}}$$

4.1.2 Valg av stål og sveisematerial

Disse ståltypene blir brukt etter samråd ved mekanisk avdeling på Karmøy Winch:

Akslinger: S 165 M, med flytegrense $R_e = 880 \text{ N/mm}^2$
H-bjelker og løfteører: ST 52-3, med flytegrense $R_e = 355 \text{ N/mm}^2$
Dette er de vanlige ståltypene som er godt egnet til denne type konstruksjoner grunnet høy flytegrense.

Sveisematerialene har samme flytegrenser som modermaterialene, dvs. akslinger, H-bjelkene og løfteørene. Det er også oppgitt at S 165 M er sveisbart, til tross for dets hardhet.

Her er en forklaring på hva flytegrense er og hvordan man beregner den:

For å finne flytegrensen utføres en strekktest på materialet. Under strekkforsøket blir prøvestaven utsatt for en økende belastningskraft uttrykt i N/mm^2 . Flytegrensen $R_e [\text{N/mm}^2]$ gir opplysning om hvor stor belastning (spenning) materialet tåler før det får en permanent forandring. Det vil si grensen for hvor stålet går fra å være elastisk til å være plastisk. Verdiene kan måles som øvre flytegrense $R_{eH} [\text{N/mm}^2]$ eller som nedre flytegrense $R_{eL} [\text{N/mm}^2]$ (se fig. 4.3). Det er mest vanlig å stille krav til måling av nedre flytegrense og da som en maksimumsverdi. Flytegrensen anvendes som grunnlag for konstruktøren til å kunne dimensjonere eller styrkeberegne stålet.

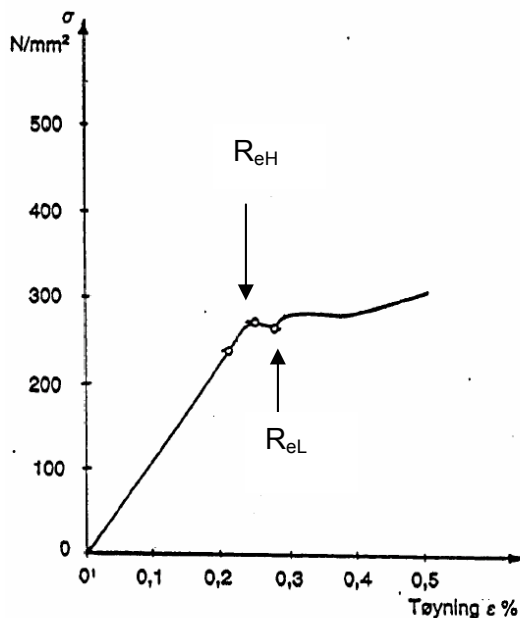


Fig. 4.3 Spennings-tøyings diagram for et vilkårlig valgt materiale.

4.1.3 Styrkeberegning

Når det gjelder styrkeberegningen av bukken må en ta hensyn til at det vil virke en trykkraft og et bøyemoment på en gang. Trykkraften kommer som følge av tyngden til Karm Fork'en, og vil fordele seg likt på de to skråstilte bjelkene i bukken.

I tillegg vil det bli introdusert et bøyemoment på grunn av at tyngden av Karm Fork'en virker i en avstand fra de skråstilte bjelkene.

For å forenkle styrkeberegningen regnes det kun på knekklasten i de fire forskjellige benene til bukken. I tillegg beregnes lasten som forlengelsen av bunnrammen skal tåle.

Til beregningen av knekklasten som benene til bukken vil bli utsatt for brukes Euler-teorien. Ved hjelp av denne teorien kan en finne knekklasten P_k . Når denne lasten oppnås vil vi få utknekking av bjelkene i bukken.

For korte bjelker, med en slankhet λ , som er mindre enn 100 vil utbøyningen av bjelken kunne inntre før knekklasten er nådd, fordi materialet under utbøyning når flytegrensen (se fig 4.4)

For disse tilfellene er knekkspenningen $\sigma_k =$ flytegrensen, $f_y =$ eulerspenningen, σ_e

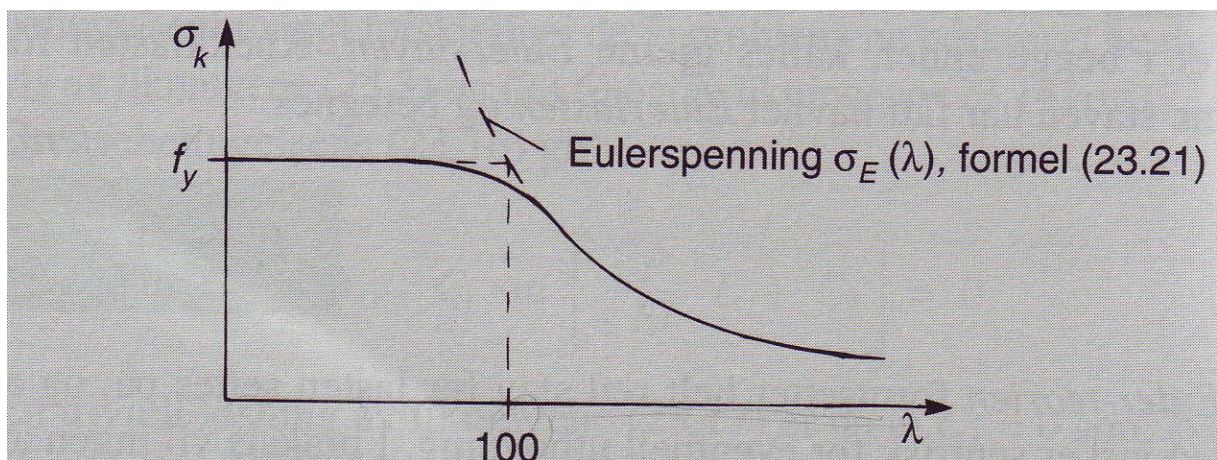


Fig 4.4 Kurve for knekklast, Fasthetslære.

Slankheten til bjelkene blir beregnet:

$$\lambda = \frac{L}{i} = L \sqrt{\frac{A}{I}} = 2,3\text{m} \sqrt{\frac{7,81 \cdot 10^{-3} \text{m}^2}{20,0 \cdot 10^{-6} \text{m}^4}} = 45,45 \quad \text{Ref. 1}$$

Deretter finner en Eulerspenningen:

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \text{MPa}}{45,45^2} = 1003 \text{MPa} \quad \text{Ref. 1}$$

Spenningen må altså overstige 1003MPa i en av bjelkene før den knekker.

Spenning som opptrer i bjelkene:

Det regnes for sikkerhetens skyld på at en enkelt bjelke skal kunne tåle hele lasten som blir påført på grunn av Karm Fork'ens tyngde.

For å kunne beregne om bjelkene tåler belastningen av Karm Fork'en må en finne kraften som kan virke på hvert enkelt ben:

$$32000\text{kg} \cdot 9,81 \text{m/s}^2 = 313920\text{N}$$

Maksimal spenning som følge av trykkraft i benene med H-bjelker:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{A_1} = \frac{313920\text{N}}{7,81 \cdot 10^{-3} \text{m}^2} = 40,2 \text{MPa}$$

Maksimal spenning som følge av trykkraft i benene med T-profil:

$$\sigma_2 = \frac{N_2}{A_2} = \frac{313920\text{N}}{4 \cdot 10^{-3} \text{m}^2} = 78,48 \text{MPa}$$

Spenningene som opptrer er langt mindre enn den tillatte knekkspenningen på 1003MPa. Derfor går en også ut ifra at bukken lett vil kunne ta opp de bøyemomenter og vridninger som vil oppstå på grunn av tyngden til Karm Fork'en.

λ	= slankhet, forhold mellom lengde og tverrsnittsareal til bjelken
P_k	= knekklast
σ_k	= knekkspenning
σ_e	= Eulerspenning
f_y	= flytegrense, anbefalt i NS 3472 til å settes til 210GPa
L	= lengde av bjelker
i	= tverrsnittets minste annet arealmoment
E	= elastitetsmodulen
N	= kraft fra Karm Fork
A_1	= tverrsnittsareal til H-bjelke HE-B 200
A_2	= tverrsnittsareal til skrå T-bjelke
σ_1	= spenning som opptrer i H-bjelkene
σ_2	= spenning som opptrer i T-bjelkene

4.1.4 Akselberegning

Den største Karm Forken som vi har brukt i denne oppgaven for å dimensjonere utstyret, veier 32000kg. Det vil si at hver av krakkene skal kunne tåle 16000kg.

Som sikkerhetsmargin bruker vi 2,5, og i tillegg har vi en sikkerhetsmargin for dynamisk belastning på 1,3. Ref. NS 3472. Total sikkerhetsmargin blir da 3,25.

Flytegrensen for akselstålet er 880 N/mm²

Med sikkerhetsmarginen kalkulert inn får vi en flytegrense på 270 N/mm²

$$\sigma_b = \frac{M_b}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} \Rightarrow d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_b}{\pi \cdot \sigma_{till}}} \quad \text{Ref. 2}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 23544 \text{ Nm}}{\pi \cdot 270 \text{ N/mm}^2}} = 0,0961 \text{ m} = 96,1 \text{ mm} \quad \text{Ref. 2}$$

Med disse tallene ser vi at vi må ha en akseldiameter på 96,1mm. Det vil si at vi bruker en standardisert aksel med en diameter på 100mm. (se figur 4.5)

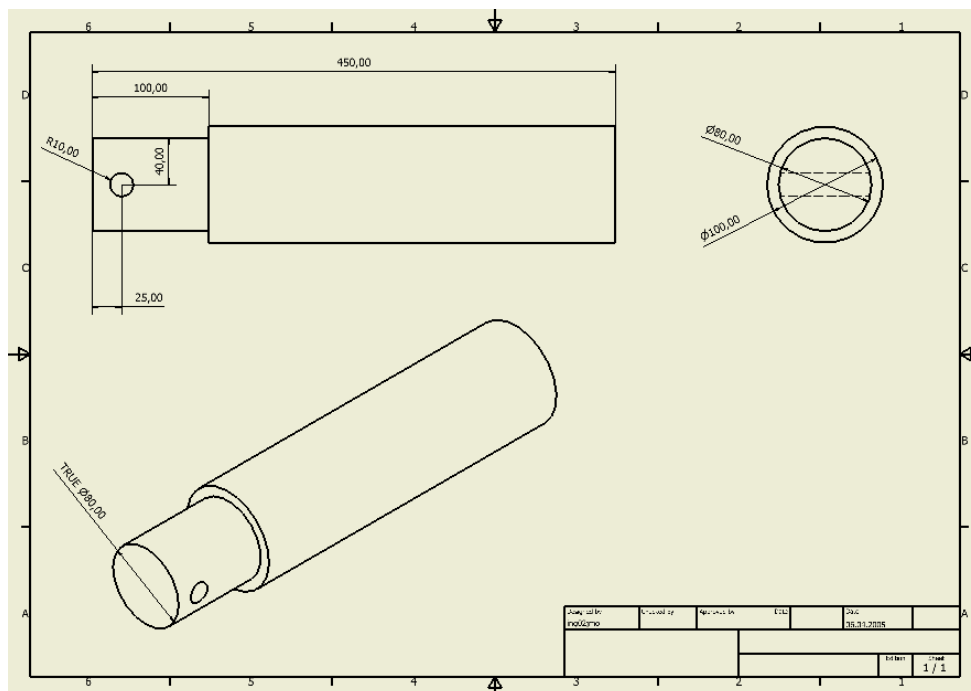


Fig 4.5 Akslingens dimensjoner.

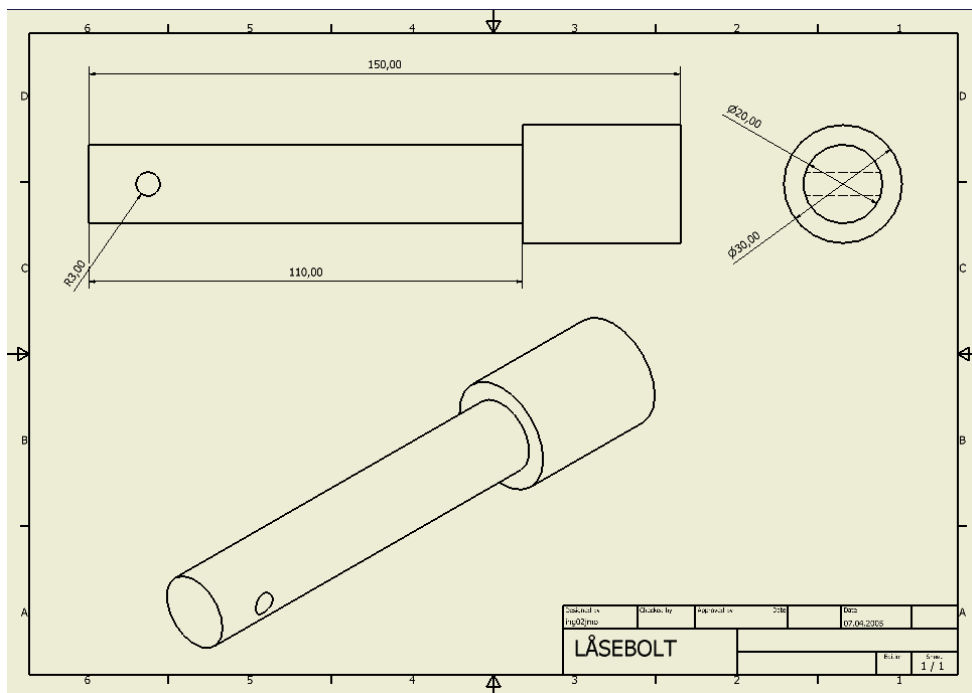


Fig 4.6 Låsebolt til aksling.

4.1.5 Sveiser

Når det gjelder sammensveisingen av bukkene følges de interne sveiseprosedyrene for Karmøy Winch A/S.

Vedlegg 1 viser sveiseprosedyren ved kilsveising av stål ST52-3N med en tykkelse på 15-30 mm. Denne prosedyren brukes ved sammensveising av H-bjelkene.

Vedlegg 2 viser sveiseprosedyren ved kilsveising av samme ståltype som ovenfor, med tykkelse 30-60 mm. Denne prosedyren brukes når "hullplatene", som er 40 mm skal sveises til H-bjelkene på toppen av bukkene. Prosedyren i vedlegg 1 kan også brukes i dette tilfellet, men for å øke sikkerhetsfaktoren bør prosedyren for 30-60 mm plater brukes.

4.2 Løfteøre

4.2.1 Beregning av løfteøre

Til å konstruere løfteøret blir det brukt samme ståltype som i konstruksjonen til Karm Fork'en, St-52-3. Tykkelsen på løfteøret er på forhånd valgt til 40mm. Selve løfteøret får størst belastning når lasten drar rett ut fra løfteøret. Det er da kreftene har minst tverrsnittsareal å fordele seg over. Etter hvert som strekkraften endrer retning får kreftene mer areal å fordele seg over.

$$\sigma_f = \text{flytegrense, for denne ståltypen} = 355 \text{ N/mm}^2$$

n, sikkerhetsfaktoren er 3,25 ref NS 3472

$$\sigma_{till} = \frac{\sigma_f}{n} = \frac{355 \text{ N/mm}^2}{3,25} = 109,2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{Ref. 2}$$

Strekraft som følge av tyngden til Karm Fork'en:

$$F = mg = 32000 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 313920 \text{ N}$$

$$\sigma_{till} = \frac{F}{b \cdot l}, \quad \text{Ref. 2}$$

Gjør om ligningen for å finne nødvendig lengde l:

$$\sigma_{till} = \frac{F}{b \cdot l} \Rightarrow l = \frac{F}{\sigma_{till} \cdot b} = \frac{313920 \text{ N}}{109,2 \text{ N/mm}^2 \cdot 40 \text{ mm}} = 71,9 \text{ mm}$$

Det vil da si at selve øret må ha en tykkelse som minst er halvparten av σ_{till} på 71,9mm.

Øret er derfor dimensjonert til å ha en bredde på 180mm. Trekker en ifra hullet til akslingen på 80mm står en igjen med 50mm tykkelse på hver side av akselhullet.(se fig 4.7)

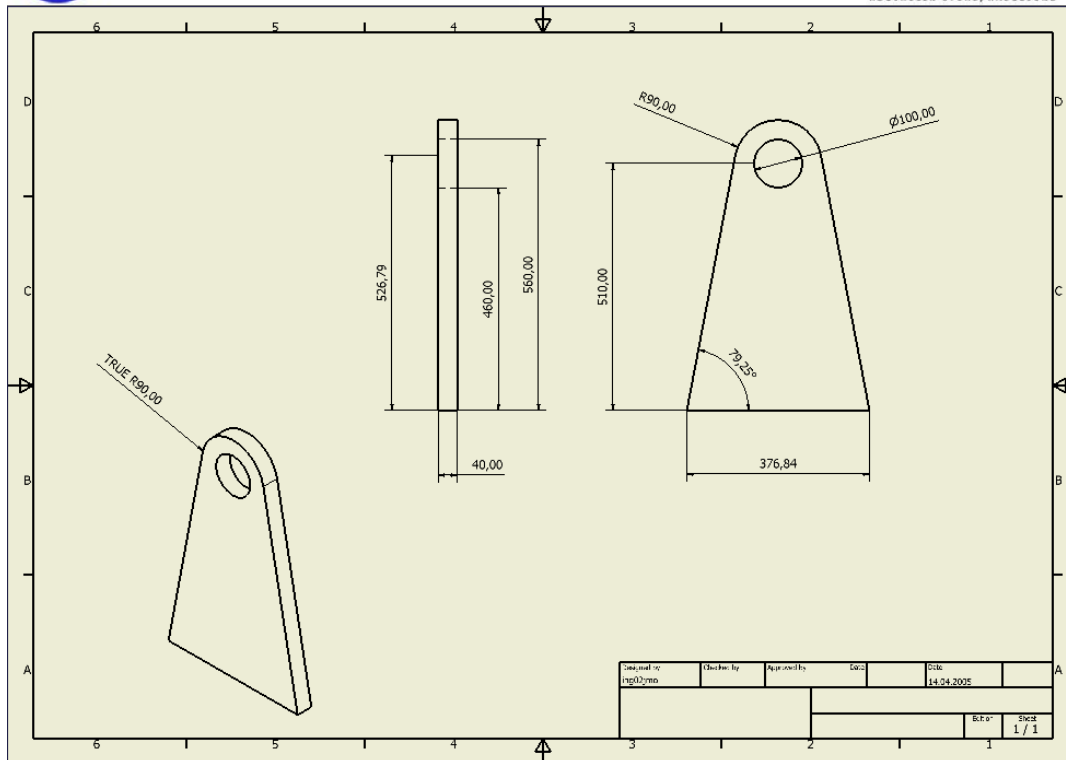


Fig 4.7 Løfteørets dimensjoner.

4.2.2 Innfesting av løfteøre

Innfesting av løfteøret er en løsning som kun skal være montert når Karm-Forken skal roteres. Derfor må løfteøret være enkelt å feste og enkelt å fjerne etterpå. Det må dessuten kunne fjernes uten å skade Karm-Forken. Løfteøret skal kunne brukes om igjen mange ganger, derfor må også demonteringen være skånsom mot løfteøret.

Løfteøret vil kunne bli utsatt for ganske store krefter sideveis inn mot og ut ifra Karm-Forken. For å unngå at disse bøyekreftene ødelegger sveisen må det sveises inn en avstiver (se fig. 4.9). Denne avstiveren sveises inn etter at løfteøret er heftet på topplaten til Karm-Forken.

Som følge av at det er ganske trangt der løfteøre skal festes er det valgt å kun legge en sveis på utsiden av løfteøret. (se fig. 4.9). Denne sveisen legges etter at avstiveren er ferdig påmontert. Dette gjøres for å unngå at løfteøret vil bøye seg ut på grunn av at sveisen "trekker" seg.

Denne typen innfesting gjør også demonteringen mye enklere. Da er det bare å snitte i sveisen med vinkelsliper uten å skade Karm-Forken eller løfteøret. Deretter kappes avstiveren av og hele løfteøret kan "knekkes" av topplaten.

Når dette er fjernet kan restene etter sveisen og avstiveren slipes helt bort.

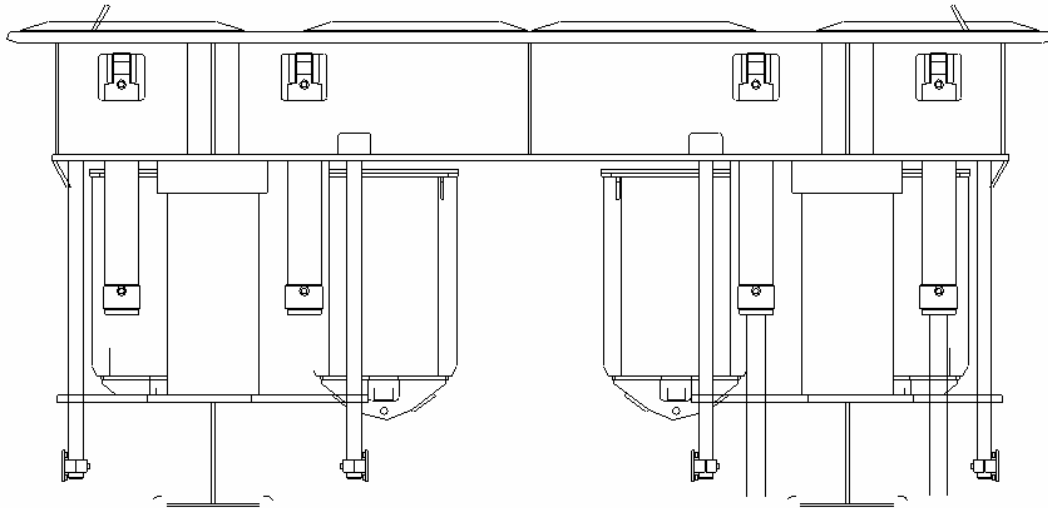


Fig. 4.8 *Karm Fork sett forfra.*

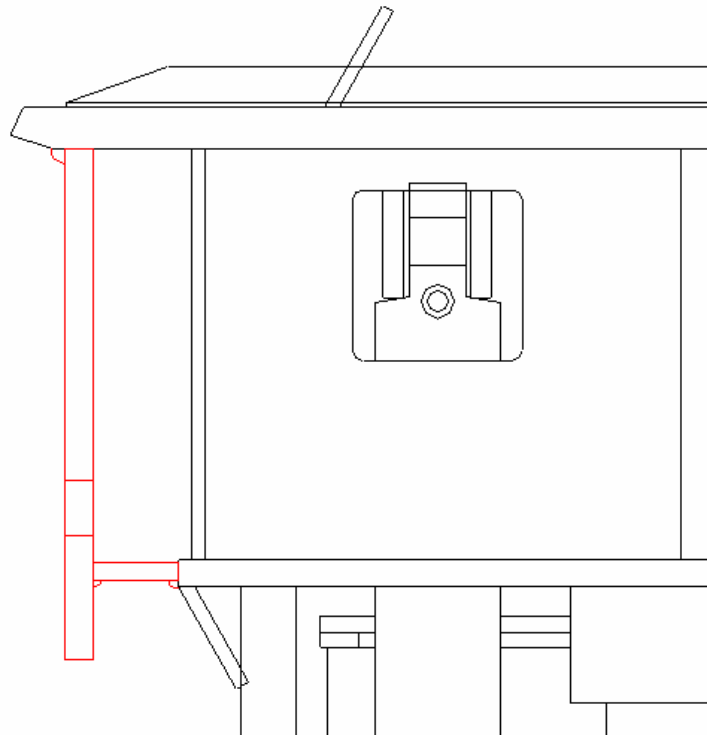


Fig. 4.9 *Illustrasjon av løfteørets innfesting med sveiser og avstiver, sett forfra.*

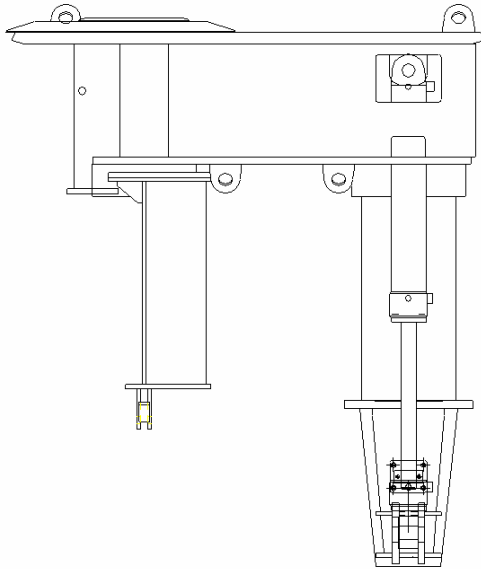


Fig. 4.10 *Karm Fork sett fra siden.*

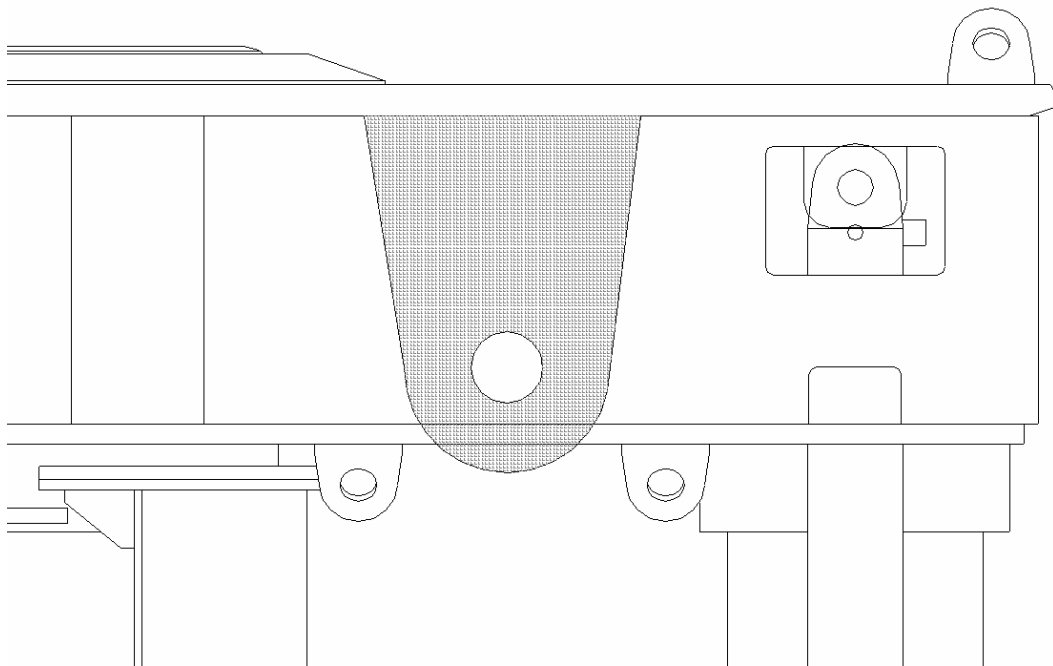


Fig. 4.11 *Løfteøret påmontert, sett fra siden.*

Figur 4.11 viser en Karm Fork sett fra siden, påført de kreftene som danner et moment om senter. Her gjelder vektstangregelen, der kraft multiplisert med "arm" danner et moment.

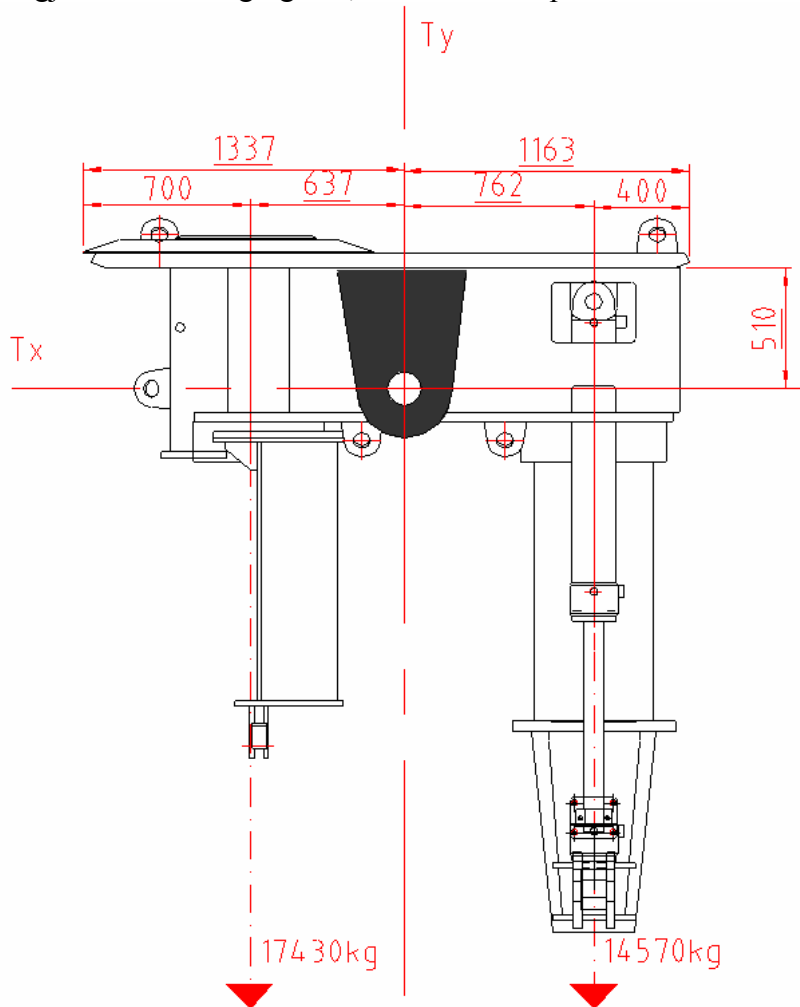


Fig. 4.11 Karm Fork (32 tonn) med mål for plassering av løfteøre (skravert).

Tyngdepunktet i horisontal retning (T_x) er bestemt av det lille løfteøret til venstre på T_x -aksen. Dette øret er påmontert alle dagens Karm Fork'er.

Tyngdepunktet i vertikal retning (T_y) er bestemt gjennom utregning:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

Forklaring: $F_1 = mg = 17430\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 170988,3\text{N}$
 $F_2 = mg = 14570\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 142931,7\text{N}$
 $l_1 =$ avstand fra F_1 til senter i løfteøre
 $l_2 =$ avstand fra F_2 til senter i løfteøre
 $L = l_1 + l_2$
 $G = 32\,000\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 313920\text{N}$

Forholdene mellom kreftene brukes for å finne lengdene l_1 og l_2 :

$$l = L \cdot \frac{F}{G}$$

$$l_1: 1400\text{mm} \cdot \frac{142931,7\text{N}}{313920\text{N}} = \underline{637,4\text{mm}}$$

$$l_2: 1400\text{mm} \cdot \frac{170988,3\text{N}}{313920\text{N}} = \underline{762,6\text{mm}}$$

4.2.3 Sveiseberegninger for innfesting av løfteøre

Når en skal beregne sveisene som skal feste løfteøret til Karm Fork'en må en se hvor de største kreftene vil virke. For å slippe bøyemoment inn i løfteøret er det satt inn avstivere. På grunn av dette er det bare nødvendig å regne på bøyemomentet når kreftene virker sideveis på løfteøret (se fig 4.12).

Det er tenkt at løfteøret skal festes med en vanlig kilsveis på den ene siden. Videre finner en det minste a-målet (se fig 4.13) som skal til for at sveisen skal tåle belastningen av hele Karm Fork'en alene.

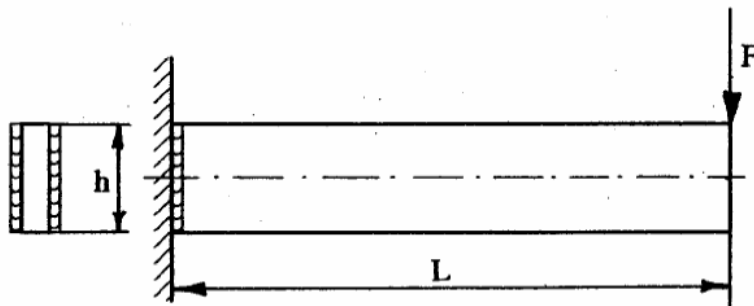


Fig 4.12 *Krefter som virker på løfteøret. Hentet fra Konstruksjonselementer.*

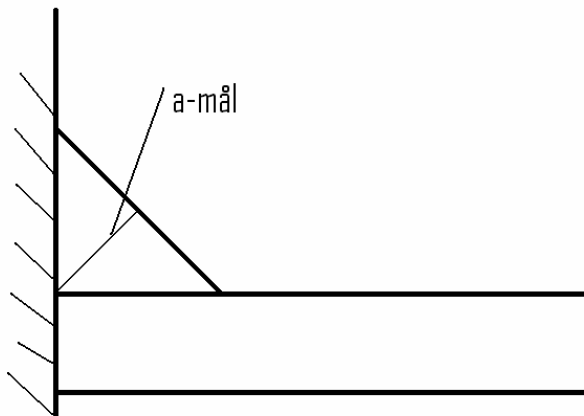


Fig 4.13 *Illustrasjon av sveisens a-mål.*

- h = 376,4mm
L = 510mm
F = mg = 32000kg · 9,81m/s² = 313920N
σ_f = øvre flytegrense
σ_b = tillatt spenning
M_b = bøyemomentet som virker på sveisen
I_x = flatetregghetsmomentet med hensyn på nøytralaksen.
y = avstanden fra nøytralaksen til det planet hvor spenningen skal beregnes.
a = a-mål på sveisen, se figur 4.13

$$\sigma_b = \frac{\sigma_f}{n} = \frac{355 \text{ N/mm}^2}{3,25} = 109,2 \text{ N/mm}^2$$

Finner bøyemomentet som virker på sveisen:

$$M_b = F \cdot L = 313920 \text{ N} \cdot 510 \text{ mm} = 160099200 \text{ Nmm}$$

Finner høyden y som bøyemomentet virker om:

$$y = \frac{h}{2} = \frac{376,4 \text{ mm}}{2} = 188,2 \text{ mm}$$

Beregner flatetregghetsmomentet ved hjelp av å gjøre om ligningen for beregning av tillatt spenning:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I_x} \cdot y$$

$$I_x = \frac{M_b \cdot y}{\sigma_b} = \frac{160099200 \text{ Nmm} \cdot 188,2 \text{ mm}}{109,2 \text{ N/mm}^2} = 275,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 = 27,59 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

Gjør om ligning for flatetregghetsmomentet og finner a-målet:

$$I_x = \frac{1}{12} (a \cdot h^3) \Rightarrow a = \left(\frac{I_x}{12} \right) / h^3$$

$$a = (I_x / 12) / h^3 = (27,59 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 / 12) / (0,38 \text{ m})^3 = 0,0182 \text{ m} = 18,2 \text{ mm}$$

A-målet må være minst 18,2 mm for at sveisen skal tåle den gitte belastning.

Ref. 2

4.3 Prosedyre for bruk av bukker til rotasjon av Karm Fork

Bukkene er laget med hensyn til at de skal kunne transporteres med gaffeltruck. Dette kan gjøres ved at gaffeltrucken kjører gaffelen inn i H-bjelkene i bukkens bunnramme.

Bukkens akslinger føres deretter inn i løfteørene på Karm Fork'en. Dette skjer mens Karm Fork'en henger i traverskranene.

Når begge bukkene er kjørt inn på løfteørene, låses bukkene fast til løfteørene ved hjelp av en låsebolt (Se figur 4.17).

Nå kan Karm Fork'en settes ned på bakken slik at den vil bli hengende i bukkens akslinger.

Selve rotasjonen gjøres ved hjelp av traverskranene. Først er det vist i figur 4.14 hvordan Karm Fork'en står på bukken i aksiell retning. Rotasjonen starter ved at en vaier fra hver krane blir festet til hver sin side av Karm Fork'en, en til å løfte og en til å holde igjen. Begge disse vaierene blir koblet til Karm Fork'en med en kraftig stropp for å skåne løftevaierene for de skarpe kantene på Karm Fork'en.

Løfte stroppen blir festet på undersiden av topplaten slik at denne kan utføre en hel 180 graders rotering uten å bytte tak. Den andre stroppen blir festet i det venstre løfteøret oppe på topplaten i fig 4.14. Denne stroppen har som funksjon å holde igjen og kontrollere roteringen.

Kranfører må kjøre begge kranene samtidig for å unngå ukontrollert roteringen dersom det er et fravik fra tyngdepunktet.

Figur 4.14, 4.15, 4.16 viser Karm Forken i de tre aktuelle posisjonene. Henholdsvis før, under og etter rotering.

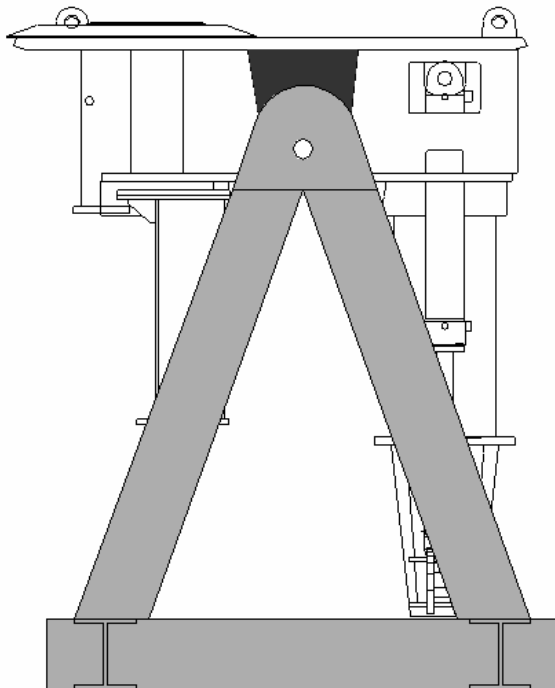


Fig 4.14 *Karm Fork i test-stilling.*

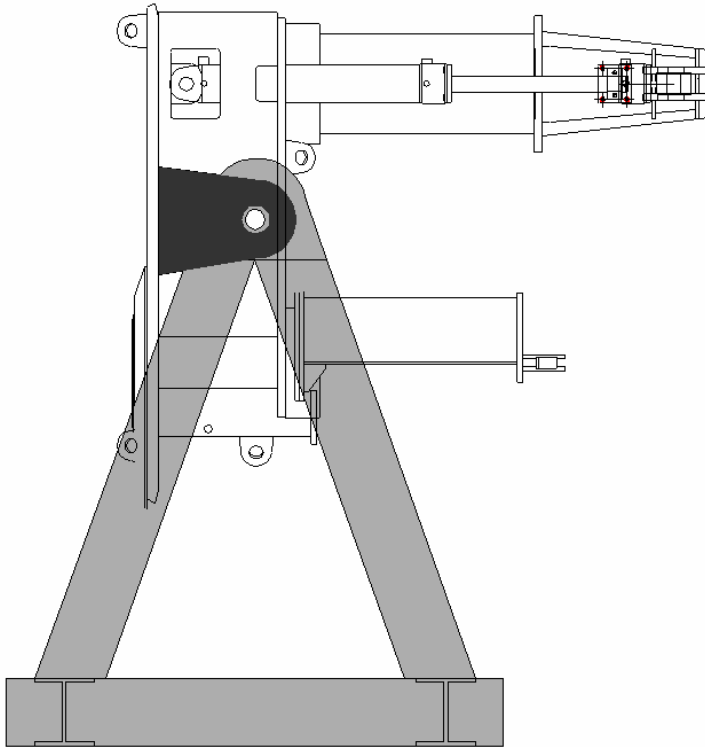


Fig 4.15 *Karm Fork på høykant fra montering.*

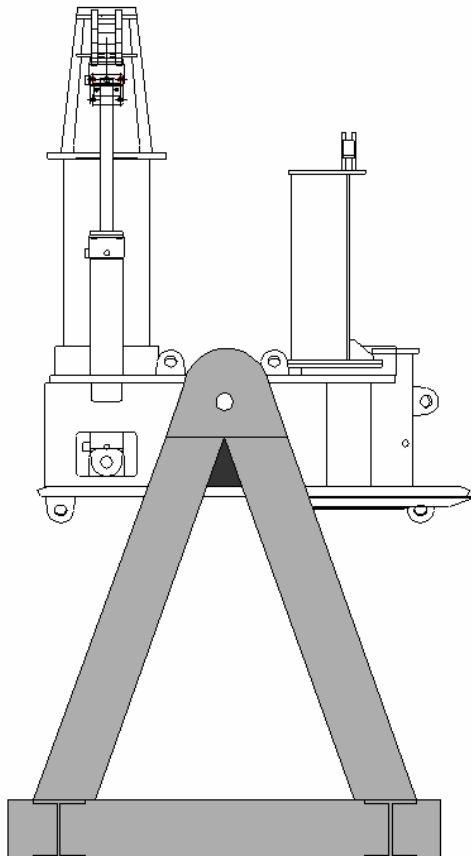


Fig 4.16 *Karm Fork i transport-stilling.*

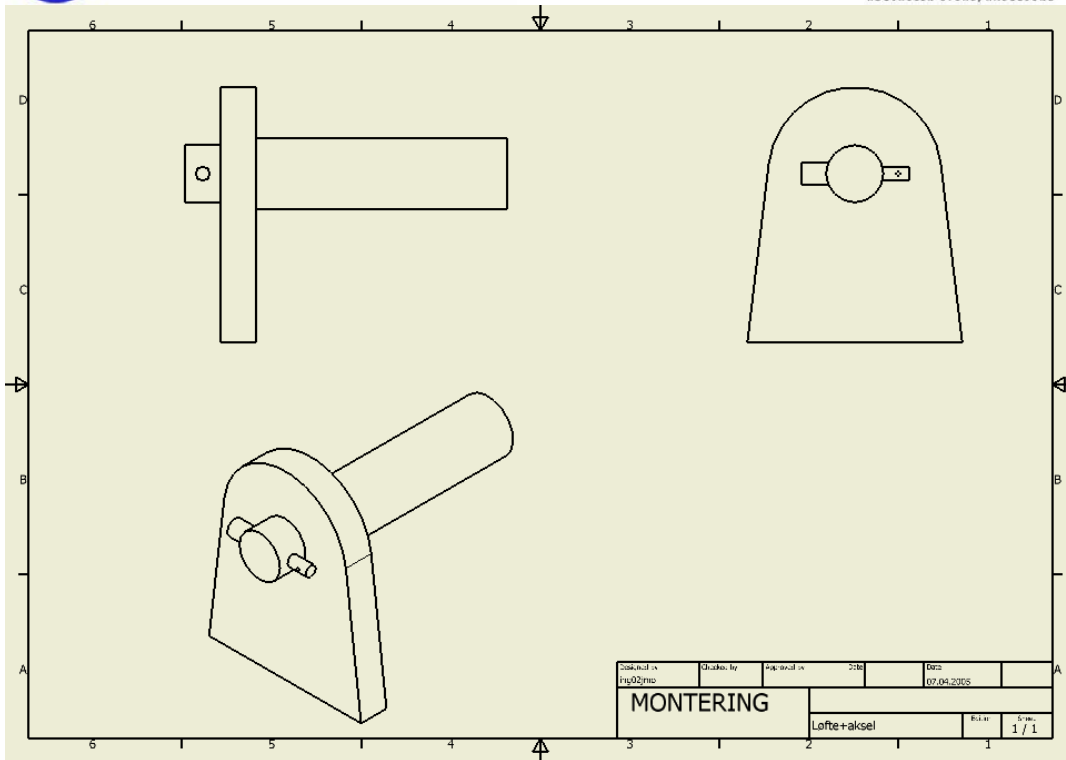


Fig 4.17 *Låseboltens plassering.*

5 LØFTEØRETS PLASSERING PÅ KARM FORK UNDER 20 TONN

Karmøy Winch AS har fram til i dag levert over 500 Karm Fork'er. Nøyaktig hvor mange forskjellige varianter som er levert er vanskelig å få oversikt over. Som tidligere nevnt er den største utgaven ca 5,7 m lang, 2,5 m bred og veier ca 32 tonn. Dette er en sannhet med modifikasjoner. Det finnes eksempler på leveranser der hele konstruksjonen har fått en samlet vekt på opp mot 40 tonn. Grunnen til dette kan eksempelvis være at topplaten er dimensjonert opp på grunn av krav eller ønsker fra rederiet som bestiller produktet. Det kan også være tilfelle at en ekstra haikjeft blir påmontert ved spesielle tilfeller.

De ”mindre” utgavene av Karm Fork, med en totalvekt under 20 tonn blir i dag rotert kun ved hjelp av traverskranene. En slipper da å leie inn mobilkran, men slitasjen på traverskranene blir veldig stor. Faktisk påfører rotasjon av en Karm Fork under 20 tonn kranene større slitasje enn en over 20 tonn. Derfor er det nødvendig at den nye rotasjonsmetoden også kan brukes på utgaver med vekt under 20 tonn.

I teorien betyr dette at en må vite hvor tyngdepunktet til alle de forskjellige utgavene av Karm Fork befinner seg. Men på grunn av den relativt lave totalvekten til de aktuelle ”små” utgavene blir det ikke satt så strenge krav til å finne tyngdepunktet, som ved rotasjon av en Karm Fork på over 20 tonn. Uansett hvor nær Karm Fork'ens tyngdepunkt akslingen er tilkople, vil en unngå de store, horisontale kreftene traverskranene blir utsatt for når en roterer en Karm Fork uten hjelp av mobilkran.

Norsk Standard 3472 kap. 10.1 sier noe generelt om dimensjoneringsprinsipper for stålkonstruksjoner: ”Dimensjonering kan baseres på beregninger, prøving eller en kombinasjon av disse.”

Karm Fork'en som er vist på fig 5.1 produseres i to forskjellige utgaver. Forskjellen på de to er utslagslengden til haikjeften. For å utligne vektforskjellene på best mulig måte, er den gjennomsnittlige utslagslengden for de to lagt til grunn for beregningene.

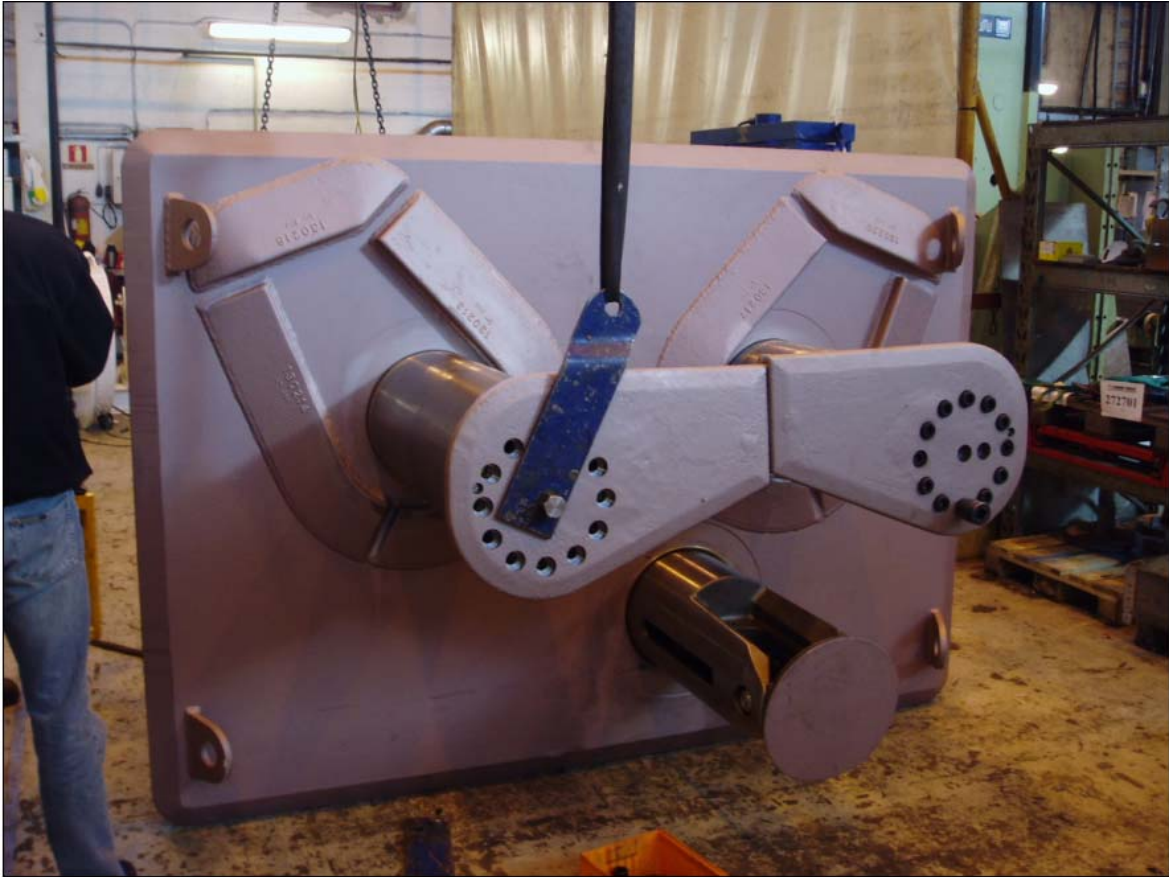


Fig 5.1 *Liten type Karm Fork*

Her følger et forslag til plassering av løfteøre ved rotasjon av Karm Fork under 20 tonn.

Lengde på løfteøre:

$$\frac{L_1}{TH_1} = \frac{L_2}{TH_2} \Rightarrow L_2 = \frac{L_1 \cdot TH_2}{TH_1}$$

Hvor:

L_1 = Lengden til løfteøre på stor Karm Fork, beregnet i kap. 4.2.

L_2 = Lengden til løfteøre på liten Karm Fork, ukjent.

TH_1 = Stor Karm Fork's totale høyde i sammentrukket stilling.

TH_2 = Liten Karm Fork's totale høyde i sammentrukket stilling.

$$L_2 = \frac{510\text{mm} \cdot 2245\text{mm}}{2830\text{mm}}$$

$$L_2 = \underline{405\text{mm}}$$

Plassering av løfteøre:

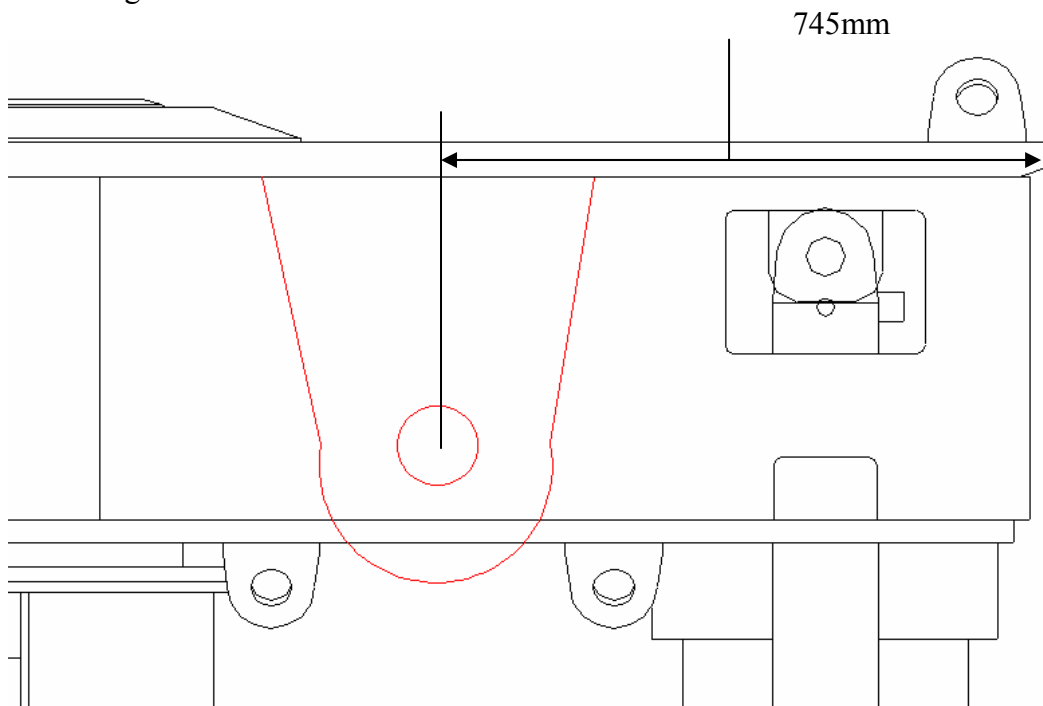


Fig. 5.2 *Løfteørets plassering på de mindre modellene.*

Til høyre for løfteøre: nedsenket haikjeft.

Til venstre for løfteøre: nedsenket styrepinne.

Tyngdepunktet antas å være midt mellom styrepinner og haikjefter, og derfor plasseres løfteøret her.

6 KOSTNADSESTIMERING

Her følger et estimat over hva det vil koste Karmøy Winch AS å lage de to bukkene som er vist i kapittel 4.1. Det antas at tilvirkningskostnader ikke vil overstige kr. 20 000,-. I denne summen er det regnet med sveisemateriale og arbeidskraft m.m.

	Type	Behov	Pris	Kostnad	
H-bjelker	HEB200 S355JG3	32m	kr 450,-/m	kr	14 400
Syrefast aksel	S 165 M	1m	kr 2700,-/m	kr	2 700
40mm stålplate	St 52-3	1m ²	kr 2000,-/m ²	kr	2 000
Arbeid og andre tilv.kostn.				kr	20 000
			SUM	kr	39 100

På grunn av stor svingning i stålprisene tas det forbehold om endring. De oppgitte stålprisene er pr. 28/4-05.

Kostnader knyttet til innleiing av mobilkran er det vanskelig å få nøyaktig oversikt over. Timeprisen er kr 2 500,-, og det faktureres minst 2 timer hver gang bedriften leier inn mobilkran. Det vil si at en Karm Fork-rotasjon som er unnagjort på 20 minutter koster kr 5 000.

Når mobilkranen leies inn for å utføre en Karm Fork-rotasjon, gjør den ofte flere løft andre steder på bedriftens område. Dermed blir faktureringssummen fordelt over flere jobber enn bare rotasjonen.

Som nevnt tidligere må en Karm Fork gjennom to rotasjoner før den er klar til levering. Dette betyr leiekostnader på kr 5 000-10 000,- pr Karm Fork. Et enkelt regnestykke viser at ved produksjon av seks Karm Fork'er, vil leiekostnadene for mobilkran bli kr 42 000,- dersom en regner med kr 7 000,- i leiekostnader pr. levert Karm Fork.

7 KONKLUSJON

Forslaget vårt for rotasjon av Karm Fork går ut på å benytte to bukker med påmonterte akslinger. En av grunnene til at vi valgte denne rotasjonsmetoden er sikkerheten. Dagens rotasjonsmetode kan utsette arbeiderne for stor fare, ved å oppholde seg under løftet last. Ved bruk av vårt nye forslag blir det ikke nødvendig å utsette arbeiderne for denne type operasjoner.

En annen grunn til at denne metoden ble valgt er kostnadsbesparelser. Dersom kostnadsberegningene i kap.6 er korrekte, vil kostnadene ved produksjon av bukkene med akslinger være spart inn før bedriften har levert 6 stk. Karm Fork, fordi kostnader ved leie av mobilkran er store.

8 REFERANSER OG LITTERATUR

1. Fridtjov Irgens, *Fasthetslære*, 1999
2. Dahlvig-Christensen-Strømsnes, *Konstruksjonselementer*, 1997
3. Karmøy Winch AS, ved direkte kontakt med bedriften og bruk av bedriftens internettside: <http://www.karmoy-winch.no>
4. Norsk Stål AS' internettsider. <http://www.norskstaal.no>
5. Norsk Standard, NS 3472, Prosjektering av stålkonstruksjoner Beregnings- og konstruksjonsregler.
6. Munck Cranes i Bergen, telefon 55 59 80 00

9 VEDLEGG

Vedlegg 1	Sveiseprosedyre 15-30mm
Vedlegg 2	Sveiseprosedyre 30-60mm
Vedlegg 3	Tabell over forskjellige H-bjelker, Norsk Stål
Vedlegg 4	Tabell over statiske verdier til H-bjelker
Vedlegg 5	Kvalitetsoversikt til H-bjelker

Vedlegg 1

Tillegg B til NS 480 Sveising.

Regler for spesifisering og godkjenning av sveiseprosedyrer

Annex B to NS 480 Welding.

Rules for specification and approval of welding procedures

NS 480.TB

1. utg. feb. 1984

Side/Page 1 (4)

Sveiseprosedyregodkjenning (SPG)¹⁾ Welding procedure qualification (WPQ)¹⁾

Dato Date	22.04.91	SPG nr. WPQ No.	5
Produsent Manufacturer	KARMØY WINCH A/S		
Prosjekt Project	INTERNE SVEISEPROSEDYRER		
Tilleggskrav utover NS 480 Additional requirement in excess of NS 480			

IDENTIFIKASJON AV GRUNNMATERIALE(R) / IDENTIFICATION OF BASE MATERIAL(S)

Betegnelse ifølge standard Designation according to standard	17100
Annen identifikasjon Other identification	ST52-3N
Leveringstilstand Delivery condition	NORMALISERT
Materialtykkelse Material thickness	20 MM
Rørdiameter Pipe diameter	

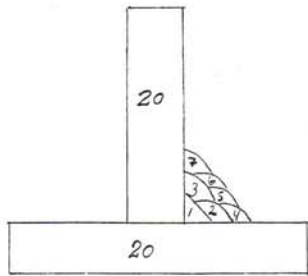
SPESIELT FOR STÅL GRUPPE I OG II / FOR STEEL GROUP I AND II ONLY

Karboninnhold / Carbon content	0,15
Karbonekvivalent / Carbon equivalent	0,42

SVEISEMETODE / WELDING PROCESS

FCAW / RØRTRÅD

SVEISEBETINGELSER / WELDING CONDITIONS

Skisse av forbindelsen / Sketch of joint  A-12.	Fugetildanning Groove preparation	KILSVEIS
	Sveiestilling Welding position	2F
	Pending / Weaving Parametre / Parameters	MAX 25 MM
	Mothold Backing	NEI
	Pulver Flux	NEI
	Beskyttelsesgass Shielding gas	ARGON / CO2 75 / 25%
	Gassmengde Gas flow	20 L/min
	Bakgass Backing gas	NEI
	Rotfuring Back gouging	NET
	Ensidig sveising One-sided welding	
	Tosidig sveising Two-sided welding	

¹⁾ Blanketten er utarbeidet for lysbuesveising og må tilpasses andre sveisemetoder.
The form applies to arc welding and has to be adjusted for other welding processes.

Prisgr. 4

Fastsatt av Norges Standardiseringsforbund (NSF)

© NSF Ettertrykk uten tillatelse forbudt



TILSETTMATERIALE(R) / FILLER METAL(S)

Indeks Index	Betegnelse / Designation	Klassifisering / Classification
A	FILARK 6138	DNU III YMS (HH)
B		
C		

SVEISEDATA / WELDING PARAMETERS

Streng nr. Run No.	Indeks for tilsettmateriale Filler metal index	Elektrode/ tråddiameter Electrode/ wire diam. mm	Strømstyrke Current A	Spenning Voltage V	Strømart Type of current Polaritet Polarity	Fremførings- hastighet Travel speed mm/min.	Strekklengde Run-out length mm	Tilført varmemengde Heat input kJ/mm
1-7	A	1,2	300	28,5	DC+	388		1,32

VARMEBEHANDLING / HEAT TREATMENT

Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet Standard/regulation other than NS 480	
Forvarming Preheating	50 °C min.
Mellomstrengtemperatur Interpass temperature	250 °C maks.
Varmebehandling etter sveising Post-weld heat treatment	°C i/for timer/hours
Avkjølingshastighet Cooling rate	Skriverutskrift Temperature recording chart

UTFØRELSE AV PROSEDYREPRØVE / EXECUTION OF PROCEDURE TEST

Prøving er utført som beskrevet ovenfor
Testing is carried out as specified

Sveising utført av
Welding carried out by Geir Liknes

Merking av prøvestykke
Marking of test piece SP.5.

Sted
Place Kopervik

Dato
Date 18.4.91

Signatur og stempel
Signature and stamp KARMOY WINCH A/S
N-4251 KOPERVIK

DET NORSKE VERITAS
HAUGESUND

PRØVERESULTAT / TEST RESULTS

IKKE-DESTRUKTIV PRØVING / NON-DESTRUCTIVE TESTING

RADIOGRAFISK PRØVING / RADIOGRAPHIC TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Film Folie Screen Bildekvalitetsindikator Image Quality Indicator

..... kV mA min. Følsomhet Sensitivity Sverting Density

Fokus-filmavstand / Focus-film distance

Bedømmelse / Evaluation

ULTRALYDPRØVING / ULTRASONIC TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prosedyre / Procedure

Resultat / Result

ANNEN PRØVING / OTHER TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prøvmetode Test method *MPI*

Prosedyre / Procedure *CI. OP. 03.* Resultat / Result *GODKJENT*

Sted Place *KØPERVIK* Dato Date *22.04.91* Signatur og stempel Signature and stamp *OMADA AIS*
V. Pedersen
TIL office 04 - 72 12 11

MEKANISK PRØVING / MECHANICAL TESTING

STREKKPRØVING / TENSILE TEST
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prøve nr. Test No.	Dimensjon Dimension mm	Tverrsnitt Cross-section mm ²	Maksimal belastning UT Load kN	Strekfasthet Tensile strength N/mm ²	Bruddsted Location of fracture

BØYEPØVING / BEND TEST
Standard/forskrift hvis ikke NS 480 er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Dordiameter Diameter of mandrel Bøyevinkel Bending angle Prøvestavens dimensjoner Dimensions of specimen

Prøve nr. Test No.	Type Type	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Type Type	Resultat Result

MAKROSLIP / MACRO SECTION
Resultat / Result *Acceptable to Specification*
Dersom bilde er nødvendig, heftes det til blanketten
Attach picture to the form if considered necessary

TILLEGGSPRØVING / ADDITIONAL TESTING

SKÅRSLAGPRØVING / IMPACT TEST										
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet Standard/regulation other than NS 480										
Prøvemethode Test method		Prøvestavens dimensjon Dimension specimen				Prøvetemperatur Test temperature				°C
Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		
Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	
	J		J		J		J		J	
Middel Average										

HARDHETSPRØVING / HARDNESS TEST													
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet Standard/regulation other than NS 480													
See attached report MTS N110358													
Akse nr. Axis No.	Innr. nr. Ind. No.	Hardhet / Hardness										Skisse av forbindelsen med nummererte målepunkter. Sketch of joint with numbered measuring points.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11

ANNEN PRØVING, se eget ark/ OTHER TESTING, see separate sheet

Sted Sandnes Dato 8.05.91 Signatur og stempel

GODKJENNINGSOMRÅDE / EXTENT OF APPROVAL

Sveiestillinger / Welding positions 1F, 2F, 4F

Tykkelsesområde / Thickness range 15-30 MM

Rørdiameterområde / Pipe diameter range >600 MM

Øvrige begrensninger: Se pkt. 6 i NS 480
Other limitations: See NS 480 clause 6

Det bevitnes at opplysningene og prøveresultatene som er oppgitt i SPG nr. 5 på sidene 1 til 4 bekrefter at sveise prosedyren tilfredsstiller kravene i NS 480 og/eller oppdragsgivers spesifikasjon med de begrensninger som denne gir.
It is hereby certified that the information and test results given in WPQ No. 5 on pages No. 1 to 4 verify that the welding procedure meets NS 480 and/or the clients specification with given limitations.

Sted / Place HAUGESUND Dato / Date 03.06.91

Inspeksjonsorgan DnV Stempel

Signatur Signatur

Vedlegg 2

Tillegg B til NS 480 Sveising.
Regler for spesifisering og godkjenning av sveiseprosedyrer

Annex B to NS 480 Welding.
Rules for specification and approval of welding procedures

NS 480.TB

Sveiseprosedyregodkjenning (SPG)¹⁾ Welding procedure qualification (WPQ)¹⁾

1. utg. feb. 1984
Side/Page 1 (4)

Dato Date	22.04.91	SPG nr. WPQ No.	7
Produsent Manufacturer	KARMØY WINCH A/S		
Prosjekt Project	INTERNE SVEISEPROSEDYRER		
Tilleggskrav utover NS 480 Additional requirement in excess of NS 480			

IDENTIFIKASJON AV GRUNNMATERIALE(R) / IDENTIFICATION OF BASE MATERIAL(S)

Betegnelse ifølge standard Designation according to standard	17100
Annen identifikasjon Other identification	ST52-3N
Leveringstilstand Delivery condition	NORMALISERT
Materialtykkelse Material thickness	40 MM
Rørdiameter Pipe diameter	

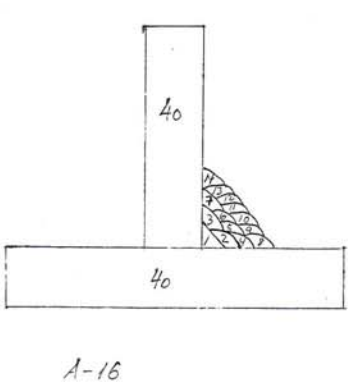
SPEIELT FOR STÅL GRUPPE I OG II / FOR STEEL GROUP I AND II ONLY

Karboninnhold / Carbon content	0,16
Karbonekvivalent / Carbon equivalent	0,45

SVEISEMETODE / WELDING PROCESS

FCAW/RØRTRÅD

SVEISEBETINGELSER / WELDING CONDITIONS

Skisse av forbindelsen / Sketch of joint 	Fugetildanning Groove preparation	KILSVEIS
	Sveiestilling Welding position	2F
	Pending / Weaving Parametre / Parameters	MAX 25 MM
	Mothold Backing	NEI
	Pulver Flux	NEI
	Beskyttelsesgass Shielding gas	ARGON/CO2 75/25%
	Gassmengde Gas flow	20 L/min
	Bakgass Backing gas	NEI
	Rotfuring Back gouging	NEI
	Ensidig sveising One-sided welding	
Tosidig sveising Two-sided welding		

¹⁾ Blanketten er utarbeidet for lysbuesveising og må tilpasses andre sveisemetoder.
The form applies to arc welding and has to be adjusted for other welding processes.

Prisgr. 4

Fastsatt av Norges Standardiseringsforbund (NSF)

© NSF Ettertrykk uten tillatelse forbudt

TILSETTMATERIALE(R) / FILLER METAL(S)

Indeks Index	Betegnelse / Designation	Klassifisering / Classification
A	FILARC 6138	DNV - III YMS (HH)
B		
C		

SVEISEDATA / WELDING PARAMETERS

Streng nr. Run No.	Indeks for tilsettmateriale Filler metal index	Elektrode/ tråddiameter Electrode/ wire diam. mm	Strømstyrke Current A	Spenning Voltage V	Strømart Type of current Polaritet Polarity	Fremførings- hastighet Travel speed mm/min.	Strekklengde Run-out length mm	Tilført varmemengde Heat input kJ/mm
1-14	A	1,2	268	30,1	DC+	400		1,21

VARMEBEHANDLING / HEAT TREATMENT

Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet Standard/regulation other than NS 480	
Forvarming Preheating	75 °C min.
Mellomstrengtemperatur Interpass temperature	250 °C maks.
Varmebehandling etter sveising Post-weld heat treatment	°C i/for timer/hours
Avkjølingshastighet Cooling rate	Skriverutskrift Temperature recording chart

UTFØRELSE AV PROSEDYREPRØVE / EXECUTION OF PROCEDURE TEST

Prøving er utført som beskrevet ovenfor
Testing is carried out as specified

Sveising utført av
Welding carried out by Kjell Anders Tønnesen

Merking av prøvestykke
Marking of test piece SP.7.

Sted
Place Kopervik

Dato
Date 18.4.91

Signatur og stempel
Signature and stamp

KARMØY WINCH A/S
N-4250 KOPERVIK
Kjell Anders Tønnesen

★ DET NORSKE VERITAS ★
HAUGESUND
Kjell Anders Tønnesen

PRØVERESULTAT / TEST RESULTS

IKKE-DESTRUKTIV PRØVING / NON-DESTRUCTIVE TESTING

RADIOGRAFISK PRØVING / RADIOGRAPHIC TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Film Folie Bildekvalitetsindikator
Screen Image Quality Indicator

..... kV mA min. Følsomhet Sverting
Sensitivity Density

Fokus-filmavstand / Focus-film distance

Bedømmelse / Evaluation

ULTRALYDPRØVING / ULTRASONIC TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prosedyre / Procedure

Resultat / Result

ANNEN PRØVING / OTHER TESTING
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prøvmetode HPI
Test method

Prosedyre / Procedure Ci. 9P.03 Resultat / Result Godkjent

Sted / Place KØPERVIK Dato / Date 22.04.91 Signatur og stempel
Signature and stamp OOMADA A/S
5501 Haugesund
Tlf. office 04 - 72 12 11

MEKANISK PRØVING / MECHANICAL TESTING

STREKKPRØVING / TENSILE TEST
Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Prøve nr. Test No.	Dimensjon Dimension mm	Tverrsnitt Cross-section mm ²	Maksimal belastning UT Load kN	Strekkfasthet Tensile strength N/mm ²	Bruddsted Location of fracture

BØYEPRØVING / BEND TEST
Standard/forskrift hvis ikke NS 480 er benyttet
Standard/regulation other than NS 480

Dordiameter Bøyevinkel Prøvestavens dimensjoner
Diameter of mandrel Bending angle Dimensions of specimen

Prøve nr. Test No.	Type Type	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Type Type	Resultat Result

MAKROSLIP / MACRO SECTION
Resultat / Result Acceptable to Specification

Dersom bilde er nødvendig, heftes det til blanketten
Attach picture to the form if considered necessary



KARMOY WINCH
 P.O. BOX 160 - N-4251 KOPERVIK - NORWAY
 TEL.: +47 52 85 68 00 - FAX: +47 52 85 68 02

TILLEGGSPRØVING / ADDITIONAL TESTING



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

SKÅRSLAGPRØVING / IMPACT TEST
 Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
 Standard/regulation other than NS 480

Prøvemethode Test method		Prøvestavens dimensjon Dimension specimen				Prøvetemperatur Test temperature				°C
Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		Posisjon Location		
Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	Prøve nr. Test No.	Resultat Result	
	J		J		J		J		J	
Middel Average										

HARDHETSPRØVING / HARDNESS TEST
 Standard/forskrift hvis NS 480 ikke er benyttet
 Standard/regulation other than NS 480 See attached report MTS N110360

Akse nr. Axis No.	Innr. nr. Ind. No.	Hardhet / Hardness										Skisse av forbindelsen med nummererte målepunkter. Sketch of joint with numbered measuring points.		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11	

ANNEN PRØVING, se eget ark/ OTHER TESTING, see separate sheet

Sted Place Sandnes Dato Date 8.05.91 Signatur og stempel Signature and stamp



GODKJENNINGSOMRÅDE / EXTENT OF APPROVAL

Sveiestillinger / Welding positions 1F, 2F, 4F

Tykkelsesområde / Thickness range 30-60 MM

Rørdiameterområde / Pipe diameter range >600 MM

Øvrige begrensninger: Se pkt. 6 i NS 480
 Other limitations: See NS 480 clause 6

Det bevitnes at opplysningene og prøveresultatene som er oppgitt i SPG nr.7..... på sidene 1 til 4 bekrefter at sveise prosedyren tilfredsstiller kravene i NS 480 og/eller oppdragsgivers spesifikasjon med de begrensninger som denne gir.
 It is hereby certified that the information and test results given in WPQ No.7..... on pages No. 1 to 4 verify that the welding procedure meets NS 480 and/or the clients specification with given limitations.

Sted / Place *Haugesund* Dato / Date *03.06.91*

Inspeksjonsorgan Inspecting agency *DNV* Stempel Stamp

Signatur Signature *[Signature]*

Vedlegg 3

HEB						
Beteg- nelse	Mål i mm				Tverr- snitt cm²	Overfl. m² /m
	h	b	s	t		
100	100	100	6,0	10,0	26,0	0,567
120	120	120	6,5	11,0	34,0	0,686
140	140	140	7,0	12,0	43,0	0,805
160	160	160	8,0	13,0	54,3	0,918
180	180	180	8,5	14,0	65,3	1,04
200	200	200	9,0	15,0	78,1	1,15
220	220	220	9,5	16,0	91,0	1,27
240	240	240	10,0	17,0	106	1,38
260	260	260	10,0	17,5	118	1,50
280	280	280	10,5	18,0	131	1,62
300	300	300	11,0	19,0	149	1,73
320	320	300	11,5	20,5	161	1,77
340	340	300	12,0	21,5	171	1,81
360	360	300	12,5	22,5	181	1,85
400	400	300	13,5	24,0	198	1,93
450	450	300	14,0	26,0	218	2,03
500	500	300	14,5	28,0	239	2,12
550	550	300	15,0	29,0	254	2,22
600	600	300	15,5	30,0	270	2,32
650	650	300	16,0	31,0	286	2,42
700	700	300	17,0	32,0	306	2,52
800	800	300	17,5	33,0	334	2,71
900	900	300	18,5	35,0	371	2,91
1000	1000	300	19,0	36,0	400	3,11

© Utarbeidet av Norsk Stål AS. Kopiering og ettertrykk er ikke tillatt uten skriftlig tillatelse

Vedlegg 4

VARMVALSEDE HE-B-BJELKER STATISKE VERDIER IFLG. NS-EN 10 034:1994																	
HEB	Masse (7,85 kg/dm ³) kg/m	Tverrsnitt		Overflate		For bøyningsakse								I _t mm ⁴ ×10 ³	S _x mm ³ ×10 ³	s _x mm	C mm ⁶ ×10 ⁹
		A mm ² ×10 ³	m ² /m	m ² /t	x - x				y - y								
		I _x mm ⁴ ×10 ⁶	W _x mm ³ ×10 ³	i _x mm	W _{px} mm ³ ×10 ³	I _y mm ⁴ ×10 ⁶	W _y mm ³ ×10 ³	i _y mm	W _{py} mm ³ ×10 ³								
100B	20,4	2,60	0,567	27,8	4,50	88,9	41,6	104	1,67	33,5	25,3	50,0	92,9	52,1	86,3	3,375	
120B	26,7	3,40	0,686	25,7	8,64	144	50,4	165	3,18	52,9	30,6	79,2	139	82,6	105	9,410	
140B	33,7	4,30	0,805	23,9	15,1	216	59,3	246	5,50	78,5	35,8	118	201	123	123	22,48	
160B	42,6	5,43	0,918	21,5	24,9	311	67,8	354	8,89	111	40,5	166	314	177	141	47,94	
180B	51,2	6,53	1,04	20,3	38,3	426	76,6	482	13,6	151	45,7	227	423	241	159	93,75	
200B	61,3	7,81	1,15	18,8	57,0	570	85,4	642	20,0	200	50,7	300	595	321	177	171,1	
220B	71,5	9,10	1,27	17,8	80,9	736	94,3	828	28,4	258	55,9	387	768	414	196	295,4	
240B	83,2	10,6	1,38	16,6	112,6	938	103	1054	39,2	327	60,8	490	1030	527	214	486,9	
260B	93,0	11,8	1,50	16,1	149,2	1150	112	1282	51,3	395	65,8	592	1240	641	233	753,7	
280B	103	13,1	1,62	15,7	192,7	1380	121	1534	65,9	471	70,9	706	1440	767	251	1130	
300B	117	14,9	1,73	14,8	251,7	1680	130	1868	85,6	571	75,8	855	1860	934	269	1688	
320B	127	16,1	1,77	13,9	308,2	1930	138	2140	92,4	616	75,7	923	2260	1070	287	2069	
340B	134	17,1	1,81	13,4	366,6	2160	146	2400	96,9	646	75,3	968	2580	1200	304	2454	
360B	142	18,1	1,85	13,0	431,9	2400	155	2680	101,4	676	74,9	1013	2930	1340	322	2883	
400B	155	19,8	1,93	12,4	576,8	2880	171	3240	108,2	721	74,0	1080	3570	1620	357	3817	
450B	171	21,8	2,03	11,8	798,9	3550	191	3980	117,2	781	73,3	1170	4420	1990	401	5258	
500B	187	23,9	2,12	11,4	1072	4290	212	4820	126,2	842	72,7	1260	5400	2410	445	7018	
550B	199	25,4	2,22	11,2	1367	4970	232	5600	130,8	872	71,7	1305	6020	2800	489	8856	
600B	212	27,0	2,32	11,0	1710	5700	252	6420	135,3	902	70,8	1350	6690	3210	532	10965	
650B	225	28,6	2,42	10,8	2106	6480	271	7320	139,8	932	69,9	1395	7410	3660	575	13363	
700B	241	30,6	2,52	10,5	2569	7340	290	8320	144,4	963	68,7	1440	8330	4160	617	16064	
800B	262	33,4	2,71	10,3	3591	8980	328	10220	149,0	994	66,8	1485	9490	5110	702	21840	
900B	291	37,1	2,91	10,0	4941	10980	365	12580	158,2	1050	65,3	1575	11400	6290	785	29461	
1000B	314	40,0	3,11	9,9	6447	12890	401	14860	162,8	1090	63,8	1620	12600	7430	868	37637	

- I = annet arealmoment
- W = tverrsnittsmodule
- i = treghetsradius
- S_x = statisk moment for det halve tverrsnitt
- s_x = I_x : S_x = avstand mellom strekk- og trykkresultantens angrepnpunkter
- W_p = plastisk tverrsnittsmodule
- I_t = annet arealmoment for torsjon
- C = hvelvingsmotstand

Vedlegg 5

KVALITETSOVERSIKT							
Betegnelse		Mekaniske verdier					
Kvalitet	Norm/ Standard	Min.		Min. A 5 %	Slagseighet		Øvrige kommentarer
		Re N/mm ²	Rm N/mm ²		°C	J	
S235JR	EN 10 025	235	340-470	26	20	27	
S235JRG2	EN 10 025	235	340-470	26	20	27	
DOMEX 240YPB/D	DOMEX	240	360-510	28	+20/-20	27	Ekstremt gode kaldformingssegenskaper
NVA	DNV	235	400-520	22	20	-	
NVE	DNV	235	400-520	22	-40	27	
R St. 37-2	DIN 17 100	235	340-470				
SS 1312	SS 141312	220	360-460				
A 36	ASTM	250	400-550				
S275J263	EN 10 025	275	410-560	22	-20	27	
S275J2H	EN 10 210	275	410-560	22	-20	27	
P265 GH	EN 10 028-2	265	410-530	23	0	27	
SA 516 GR.60	ASME	220	415-515	-	-	-	
H II	DIN 17 155	265	410-530				
E295	EN 10 025	295	470-610	20	-	-	
SS1550	SS141550	270	490-610				
BS4360-43A	BS 4360	245	430-510				
SS 1412	SS 14 1412	260	430-530				
SS 1430	SS 14 1430	260	410-530				
SS 1432	SS 14 1432	260	410-530				
S355J0	EN 10 025	355	490-630	22	0	27	
S355J2G3	EN 10 025	355	490-630	22	-20	27	
S355J2G4	EN 10 025	355	490-630	22	-20	27	
S355N	EN 10 113-2	355	470-630	22	-20	40	
DOMEX 355 MCD/E	DOMEX (EN 10 149)	355	430-550	23	-20/-40	40/27	Ekstremt gode kaldformingssegenskaper
DOMEX 350W	DOMEX	350	min. 480	24	-	-	Tilsvarende Cor-Ten A
S355J2H	EN 10 210	355	490-630	22	-20	27	
S355NH	EN 10 210	355	470-630	22	-20	40	
386 P ARCTIC	RAEX	355	490-620	22	-60	40	
P 355 NLI	EN 10 028-3	355	490-630	22	-40	34	
NVD 36	DNV	355	490-620	21	-20	34	
NVE 36	DNV	355	490-620	21	-40	34	
E335	EN 10 025	335	570-710	16	-	-	