

## Effektive riggemetoder og montering av taubaner med fast bærekabel.

### Innledning

For å feste enden av bærekabelen på Mounity 400 kabelkran brukes det en fordelingsblokk. Baner med fast bærekabel har 2-3 ganger så store krefter i linene som løpende bærekabelsystem, og derfor er bardunfordeler dimensjonert for å tåle de kreftene. Fordelingsblokka fordeler kreftene fra bærekabelen gjennom barduner til fester i terrenget. Den manuelle belastningen ved rigging av endefeste for fast bærekabel er høy. Fordelingsblokken som blir brukt i dag veier 72 kg. Denne blir håndtert manuelt i vanskelig terreng og er over vektgrensen for hva som er anbefalt å løfte i jobbsammenheng. For å lette denne belastningen er det blitt laget en fordelingsblokk i aluminium 6082 på 19,5kg.

### Ny konstruksjon og nytt materiale

Aluminiumlegeringen EN AW 6082 T6 er en vanlig legering som blant annet blir brukt i sykkelrammer. Dette er en magnesium/kiselletert kvalitet med høy styrke og god korrosjonsbestandighet og sveisbarhet. 6082 T6 anvendes der krav til styrke og seighet er høye. Denne legeringen har ultimate tensile strength på 310 MPa og Yield tensile strength på 260 MPa. God seighet er et poeng i forhold til sikkerhet. Da deformerer materialet før det oppstår brudd og en ødelagt del kan oppdages i tide. Materialer med ekstrem høy fasthet har ofte ikke denne egenskapen.



Figur 2: Standard fordelingsblokk i stål, 72 kg. Denne fordeler kreftene fra bærekabelen gjennom flere barduner til fester i terrenget.



Figur 1 Ny type fordelingsblokk i aluminium med fibertauslynge 19,5 kg.

En ny konstruksjon reduserte antall aksler og andre deler samt minimerte vangene i blokka slik at konstruksjonen ble mer kompakt. Det ble brukt glideagre for å spare vekt og plass i forhold til tradisjonelle rulle- eller kuleagre. Disse kan gi noe mer friksjon, men laborietesten indikerer at de vil fordele kreftene på en god måte.



Figur 3: En fiberslynge er festet i toppen (grønn linje) og seks tau fordeler kreftene mellom de tre skivene i blokka. Aluminiumsblokka er en mer kompakt konstruksjon enn standardblokka.



## Metode

Blokka ble testet på Skog og landskap sin forsøksbane. Det ble trukket med ca 4 tonn ved hjelp av en standard traktor. Trekkkreftene ble målt med en 10 tonns strekkcelle ved innfestingen i traktoren. Samtidig ble kreftene i forankringen i bakken ved fordelingsblokka målt ved hjelp av en 50 tonns strekkcelle. Det er ikke korrigert for vinkelen i bardunene siden denne er liten og gir en liten effekt på resultatet.

For et helt friksjonsfritt system skulle dette gi teoretisk  $4 \cdot 6 \text{ tonn} = 24 \text{ tonn}$  i festet i bakken. Målingene viser hvor mye friksjon det er i systemet. Det er hovedsakelig glidelagrene på fordelingsblokkasom skaper friksjon siden resten av systemet er tilnærmet friksjonsløst.



Figur 5: Forsøksopplegg med fibertau og to Nalco 8 blokker. Vi dro med ca 4 tonn i tau nummer 3 fra toppen. Tau nummer fire var festet i bakken.

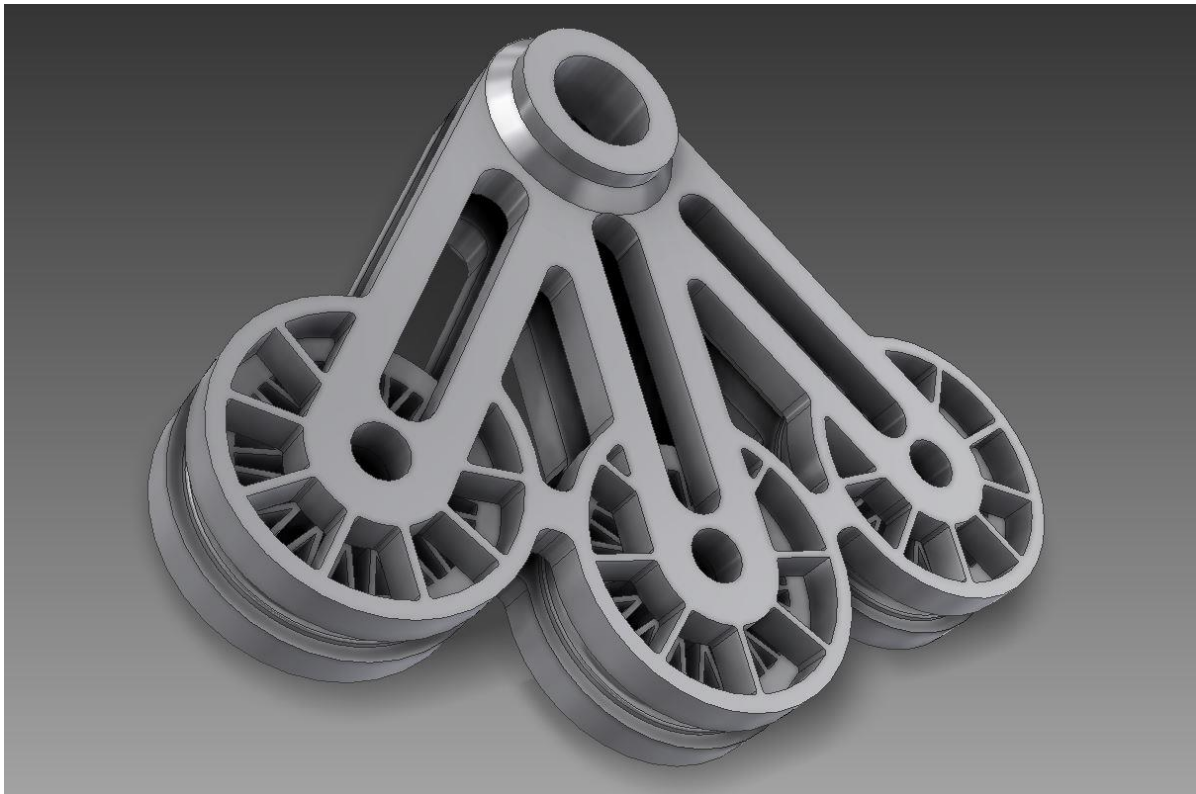
## Resultater

Tabell1. Det ble gjennomført 4 gjentak i forsøket. De målte kreftene i endefestet ved fordelingsblokka lå ca 15% under teoretisk kraft for et friksjonsløst system.

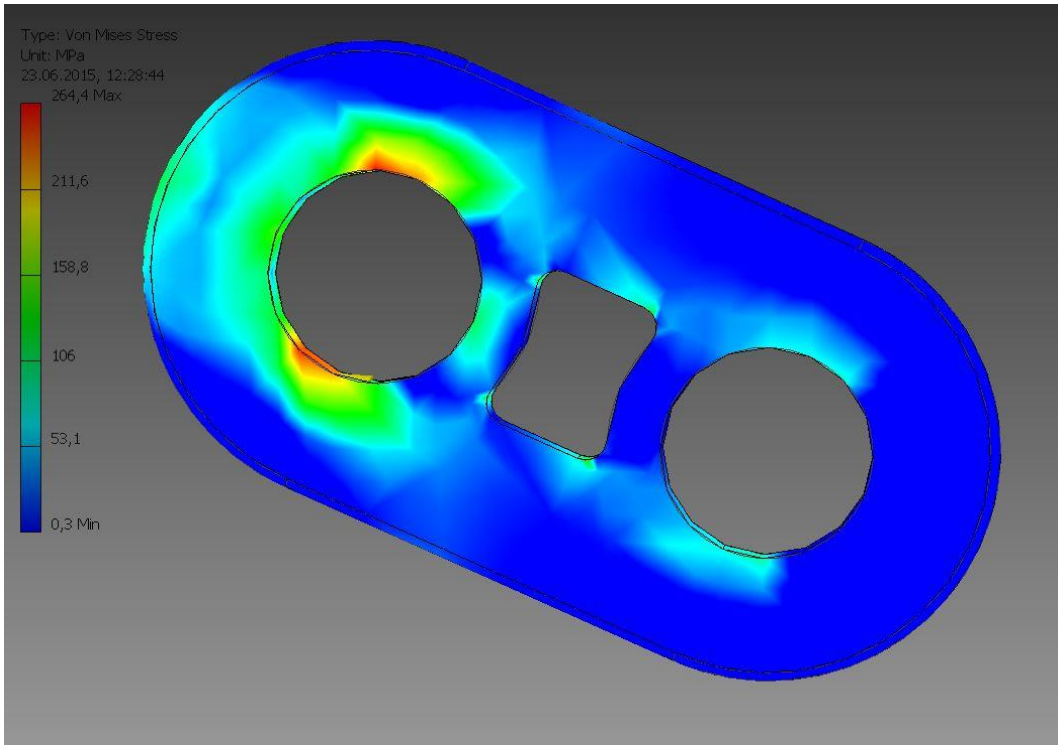
Repetition	Measured pull force (tonn)	Theoretical result for a friction less system (tonn)	Measured force in ground ancor. (tonn)	Calculated deviation from friction less system. (%)
1	4,1	24,6	21,0	15
2	4,2	25,2	21,4	15
3	4,1	24,6	21,0	15
4	4,2	25,2	21,1	16

## FEM analyse optimalisering

For å bygge en lettest mulig blokk ble det gjort en rekke FEM analyser (finite element analysis). Dette ble gjort for å utnytte materialet på en så effektiv som mulig måte med tanke på vekt/styrke ratio. Blokka så helt annerledes ut i begynnelsen, og ble gjort mer og mer kompakt underveis i prosjektet for å spare vekt.

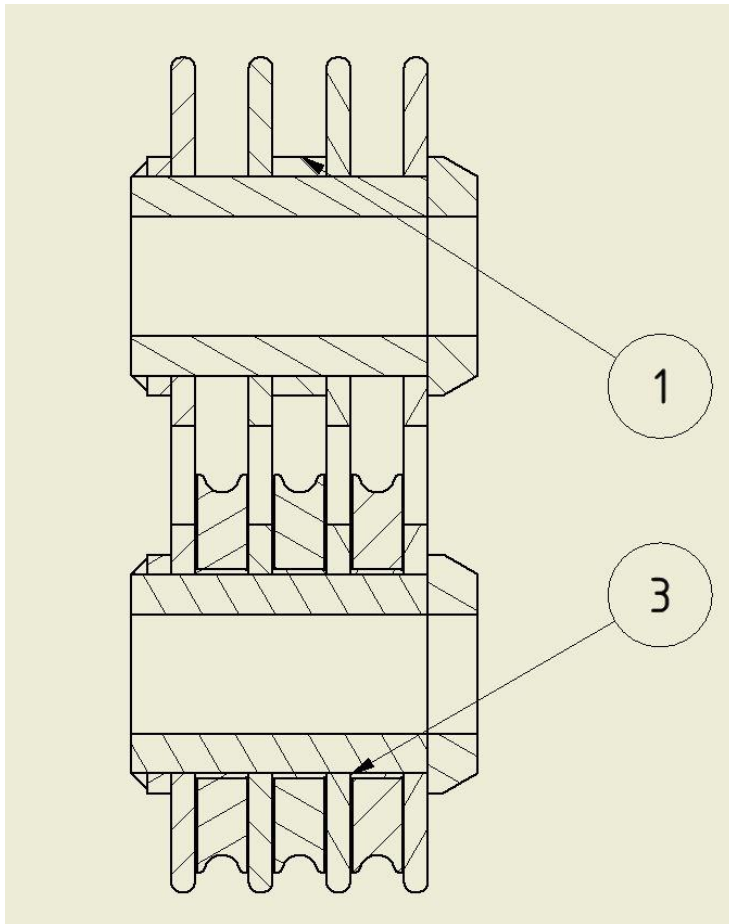


Figur 6. Første utkast. Denne var basert på geometrien i den originale blokka av stål, men tålte mindre/ veide mer enn det endelige resultatet. Vekt ca 28kg. Vannskjæring av plater gjør at 2-dimensjonal geometri i plater blir mye rimeligere sammenlignet med CNC maskinering.



Figur 7. FEM analyse av en vange fra fordelingsblokka.

Platen er belastet med 100kN (10 tonn) i hullet til venstre. Kraftene virker i en halvmåneform i hullet (bearing load). FEM analysene viste at platen hadde nok kapasitet til å ta ut et felt i midten for å spare vekt. Dette hullet kan kanskje også brukes til et feste under montering. De fire Platenene har en samlet kapasitet på 400kN (40 tonn) som gir en sikkerhetsfaktor på ca 2.



Figur 8. Snitt av blokk. (1) er hylse for å motstå aksielt trykk fra opphengs-slynge. (3) er glidelagre: FAG EGB10060-E40.

Det ble laget hule bolter med stor diameter for å øke kapasitet/ vekt ratioen. Boltene er dimensjonert mot avskjæring med samme sikkerhetsfaktor som vangene. Blokken må henge i to punkter som vist med grønn linje i figur 3. Henges den i midten går kapasiteten ned siden kreftene ikke lenger er distribuert på to punkter.

## Diskusjon

Prosjekt lett fordelingsblokk gir lovende resultater med en vektreduksjon på 370%. Dette kan representere en enorm lettelse i arbeidet med å håndtere blokka ved bæring og rigging. Laboratorieforsøk viser at den er lett å håndtere i et kontrollert miljø. Testen viser også at blokka fordeler kreftene i bardunlinene tilfredsstillende. FEM analyse og strekktest viser at den tåler kreftene den er utsatt for.

## Videre arbeid

Blokka bør langtidstestes i praksis for å identifisere eventuelle forbedringspotensialer. Denne blokka har skivene fordelt på en annen måte og den setter muligens andre krav til hvor barduneringsfestene må være i terrenget? Festene må kanskje være mer på linje i forhold til den originale blokka? Det anbefales også å studere de ergonomiske forskjellene en slik blokk kan representere for skogsarbeiderene i praksis.