

Oppdragsgiver: Fagne AS

Oppdragsnr.: 52501037 Dokumentnr.: 52501037-RIE-NOT-001

Til: Vidar Sagen-Roland

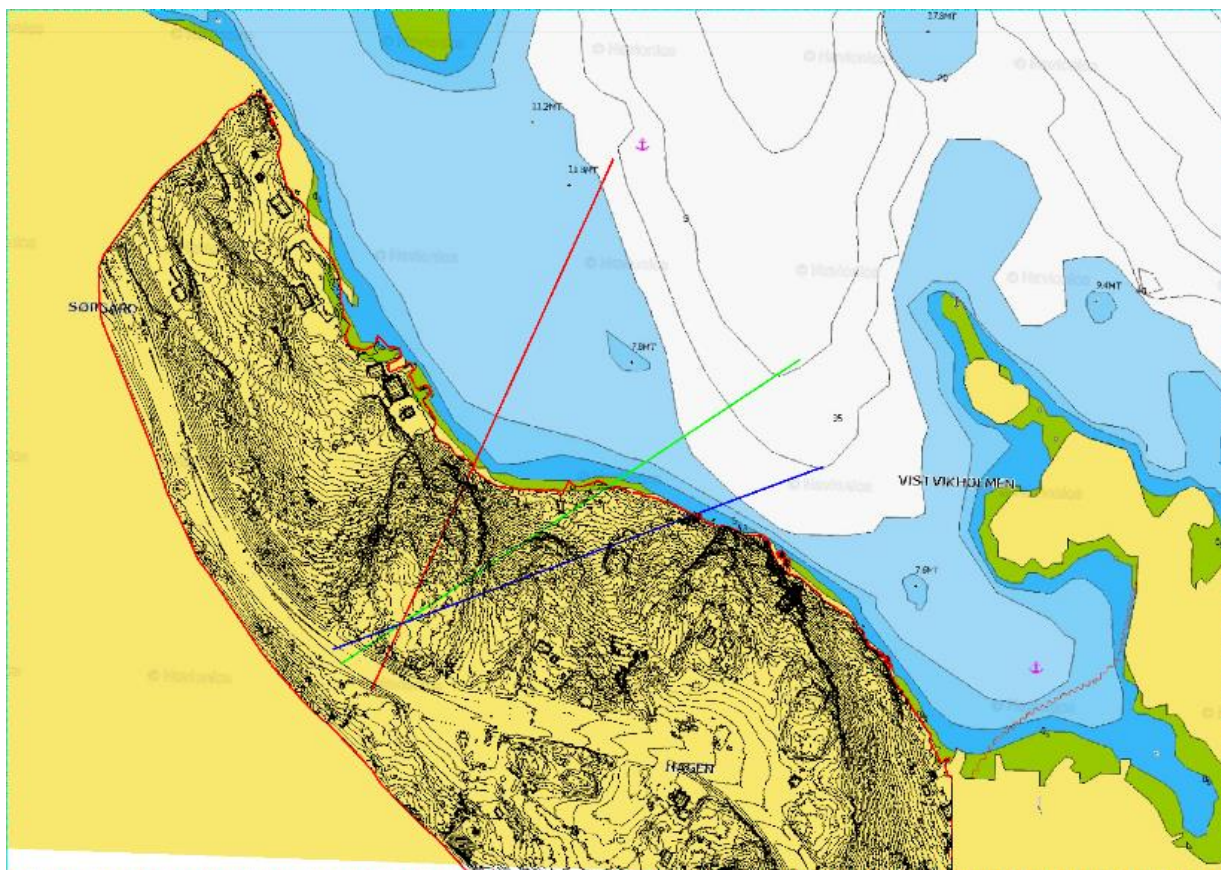
Fra: Kristian Lie Hokstad

Dato: 2025-02-27

► Vurdering av boring av føringsvei for sjøkabler

Innledning

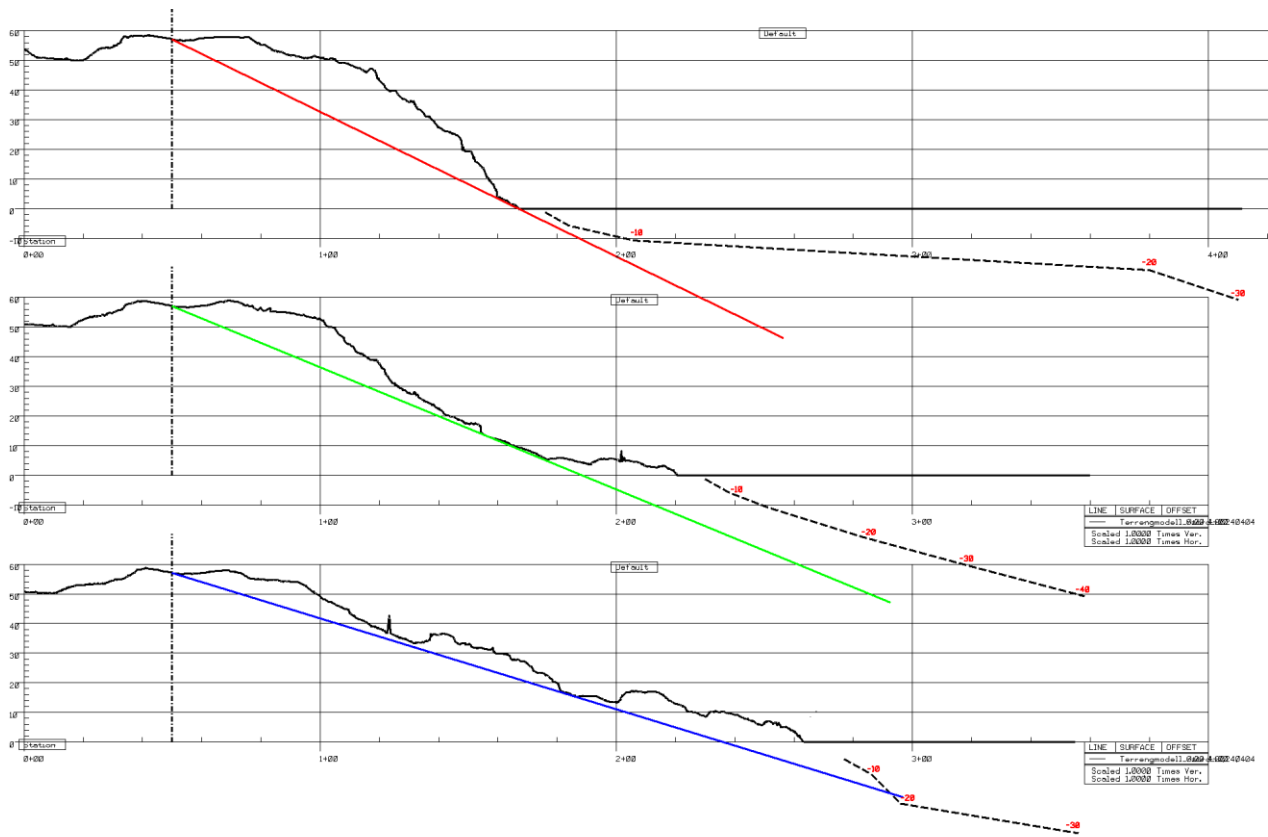
Norconsult skal detaljprosjekttere kraftoverføring på Midtjellet-Tysenes-Otteråi. Linjene skal krysse i sjøkabel ved Vistvik på Stord. I den forbindelse har Norconsult blitt bedt om å vurdere konsekvensen av å etablere en føringsvei mellom endemaster på linjer og sjø med borehull. Ut fra tidlig-fase vurderinger vil en boring medføre boring med en lengde på rundt 250 m, som vist i Figur 2.



Figur 1: Plantegning som viser tre alternative bore-hull.

Oppdragsgiver: **Fagne AS**

Oppdragsnr.: **52501037** Dokumentnr.: **52501037-RIE-NOT-001**



Figur 2: Aktuelle borehull vist i lengdeprofil. Her ser det ut som den blå traseen er den mest aktuelle da man treffer ut i sjø på ca. 20 m dybde.

Termiske vurderinger

Det er gjort en vurdering av denne føringsveien på et tidlig stadium i prosjekteringen for å se på konsekvensene for overføringsevnen på kabelen. Hvis alternativet med borehull beholdes er det nødvendig å gjøre en mer detaljert beregning av overføringsevnen, hvor forutsetninger detaljeres og forankres grundig.

Ved å anta at blå lengdeprofil i Figur 2 blir brukt vil det mest kritiske snittet ligge på med en overdekning på ca. 10 meter.

Det er forutsatt at kabelen forlegges som énledere i tre separate borehull, da det antas å gi best overføringsevne. Borehullene bores med en akse-avstand på 1 meter. Skjermen forutsettes jordet i begge ender og det antas at de tre kablene vil ha omtrent like tap. Kabeltypen er forutsatt å være TKZA 170 kV.

På bakgrunn av dette er det benyttet formelverk fra standarden NEK IEC 60287:2023 for å beregne overføringsveien til kablene.

Forutsetninger

Sweco har beregnet strømføringsevning på kabel i et landtak med samme kabeltype som tenkes brukt i dette prosjektet. Denne er omtalt i rapport *10225909-200-02 Designrapport på landtak sjøkabelanlegg* datert 29.02.2022.

Norconsult velger her samme fremgangsmåte for beregning og de to løsningene kan vurderes opp mot hverandre med tanke på overføringsevne.

Beregningen forutsetter at kablene legges direkteforlagt (dvs ikke lagt i trekkerør) og beregnes iht IEC 60287. Direkte forlegning ansees ikke som praktisk mulig da det fores trekkerør ned i borehullene. Det er videre antatt en reduksjonsfaktor på 20% for å medta den ekstra isolasjonen som følger av at kabelen ligger i et rør med stillestående luft.

Tabell 1: Parametere brukt til å beregne strømføringsevnen etter NEK IEC 60287:2023-1-1 4.2.1.

| Parameter | Verdi | Forklaring | Enhet |
|----------------|----------|---|------------|
| T_amb | 15 | Omgivelsestemperatur | °C |
| T_max | 90 | Max. Temp på kabel | °C |
| $\Delta\theta$ | 75 | Tillatt temperaturøkning | K |
| Rc | 0,000031 | Resistans ved 90 grader | Ω/m |
| Wd | 0,37 | Dielektriske tap i isolasjon | W |
| T1 | 0,471 | Termisk resistans mellom skjerm og leder | K*m/W |
| T2 | 0,04 | Termisk resistans mellom skjerm og armering | K*m/W |
| T3 | 0,072 | Termisk resistans mellom | K*m/W |
| T4 | 2,261 | Termisk resistans mellom kabel om omgivelsene. Beregnes fra formler i IEC 60287:2023-2-1. | K*m/W |
| n | 1 | Antall ledere per kabel | |
| λ_1 | 0,007 | Forhold mellom tap skjerm mot totale tap i ledere | |
| λ_2 | 0,33 | Forhold mellom tap armering mot totale tap i ledere | |
| L | 10 | Forlegningsdybde | m |

| | | | |
|--------|-------|-----------------------------|-------|
| De | 0,116 | Diameter på kabel | m |
| S1 | 1 | Aksialavstand mellom kabler | m |
| ρ | 1,2 | Termisk resistivitet i jord | K*m/W |

Resultater

Tabell 2: Beregningsresultater fra NEK IEC 60287 1-1 4.2.1 - også beregnet med 20% reduksjon p.g.a. forlegning i rør.

| Forklaring | Verdi |
|--|--------|
| Strømføringssevne som beregnet av Sweco for «konvensjonelt» landtak. Se rapport 10225909-200-02. | 1190 A |
| Strømføringssevne direkte forlegning med parametere fra Tabell 1. Direkte forlegning ansees ikke som aktuelt per nå. | 811 A |
| Strømføringssevne med reduksjon som følge av rør | 649 A |

Økonomiske vurderinger

Det har blitt gjort en vurdering av estimerte kostnader for å etablere borehull. Dette estimatet tar utgangspunkt i 1 borehull. Dersom det skal bores 3 separate hull, estimeres det i størrelsesorden 20-25 MNOK. Det påpekes at det på dette tidspunktet ikke er gjennomført noe vurdering av type berggrunn og kvalitet.

| Beskrivelse av arbeidene borehull 2. | Enhet. | Mengde | Pris | Sum | Delsummer |
|---|--------|--------|---------|---------|-------------------|
| Styrt boring i berg. Lengde ca 262 m | | | | | |
| Rigg for boring i berg. Diameter over 150 mm. Nødvendig fundament og rigging av vannforsyning til boreriggen inkluderes. | RS | 1 | 750000 | 750000 | |
| Oppstilling for boring i berg. Diameter over 150 mm | stk | 1 | 40000 | 40000 | |
| Håndtering av masser fra boring - Volum. Oppsamling og klargjøring av boreslam/ kaks for bortkjøring til godkjent deponi. | m3 | 75 | 400 | 30000 | |
| Borehull i grunnen. Boring av pilothull. Dimensjon bestemmes av boreentreprenør. | m | 260 | 6000 | 1560000 | |
| Borehull i grunnen. Opprømming av pilothull til Ø600 mm. | m | 260 | 14000 | 3640000 | |
| Borehull i grunnen. Levering og inntrekking av 3 stk PE100, SDR17, Dy 250 mm. | m | 260 | 2500 | 650000 | |
| Sikring av borehull i anleggsperioden. Høyepunktet. | RS | 1 | 7000 | 7000 | |
| Etablering av pumpebrønn. Prisen skal inkludere komplett etablering av vanntilførsel til borerigg for boring i berg. | RS | 1 | 130000 | 130000 | |
| Dykkerfartøy ved opprømming fra sjø og inntrekking av PE-rør. Antatt pris | RS | 1 | 1000000 | 1000000 | |
| | | | | | 7807000 |
| Hjelpearbeider til boreentreprenør. | | | | | |
| Etablering av anleggsvei til boregrop. (ved luftekum 1) Bredde = 6,0 m | m | 30 | 5000 | 150000 | |
| Etablere riggområde. Area antatt 200 m2 | m2 | 200 | 600 | 120000 | |
| Etablere boregrop 4 x 10 m. Utføres som maskinpigging. | m3 | 80 | 2000 | 160000 | |
| Håndtering av masser fra boring. Opplasting fra depot og bortkjøring av boreslam/ borekaks fra boring i berg til godkjent deponi inkl deponiavgift. | m3 | 75 | 500 | 37500 | |
| Reetablere anleggsvei og riggområdet etter at borearbeider og kabeltrekking er utført. | m2 | 380 | 300 | 114000 | |
| | | | | | 581500 |
| Hang-off kum av betong i toppunkt. | | | | | |
| Komplett luftekum. Forskaling, armering, betong, utsparinger og lokk m/ ramme og svanhals. | stk | 1 | 250000 | 250000 | |
| | | | | | 250000 |
| Anleggskostnader fysiske arbeider | | | | | 8638500 |
| 15 % uforutsette kostnader. | | | | | 1295775 |
| Anleggskostnader inklusiv. uforutsette kostnader. | | | | | 9934275 |
| Rigg og driftskostnader 25 % | | | | | 2483569 |
| | | | | | |
| Totale anleggskostnader inkludert Rigg og drift. | | | | | 12 417 844 |

Konklusjon

Basert på en grov vurdering og tilnærming som vist i dette notatet kan vi anta at kabelen får en overføringsevne på 649 A.

Et grovt prisestimat anslår kostnaden for boretiltaket å være i underkant av 12,5 MNOK. Dette tar da utgangspunkt i 1 stk borehull. Om det blir 3 separate borehull, vil kostnaden trolig bli et sted mellom 20 og 25 MNOK.

Om Fagne går videre med boring av rør for kabelen, bør det vurderes enda grundigere hvilken løsning som brukes. Det kan være andre konfigurasjoner og løsninger som gir en bedre overføring som ikke er undersøkt i dette notatet. For eksempel kan det vurderes muligheten for å benytte fyllmasse i røret, som fjerner det isolerende luftlaget og dermed gir bedre overføringsevne. En faktor som påvirker strømføringssevnen mye, er termisk resistivitet i jord/fjell og denne verdien må vurderes grundig ved evt. videre arbeid med løsningen.

Notat

Oppdragsgiver: **Fagne AS**

Oppdragsnr.: **52501037** Dokumentnr.: **52501037-RIE-NOT-001**

Det må også gjøres grundige vurderinger av fjell-type. Videre kan det være lurt å ta direkte kontakt med utførende entreprenører for å vurdere gjennomførbarhet.

| B01 | 2025-02-27 | Til Fagne | KRIHOK | KRFAU | BENROE |
|---------|------------|-------------|------------|----------------|----------|
| Versjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.