

420 KV LEDNING ØRSKOG – FARDAL

KABELUTREDNING



Januar 2007



420 KV LEDNING ØRSKOG – FARDAL

KABELUTREDNING

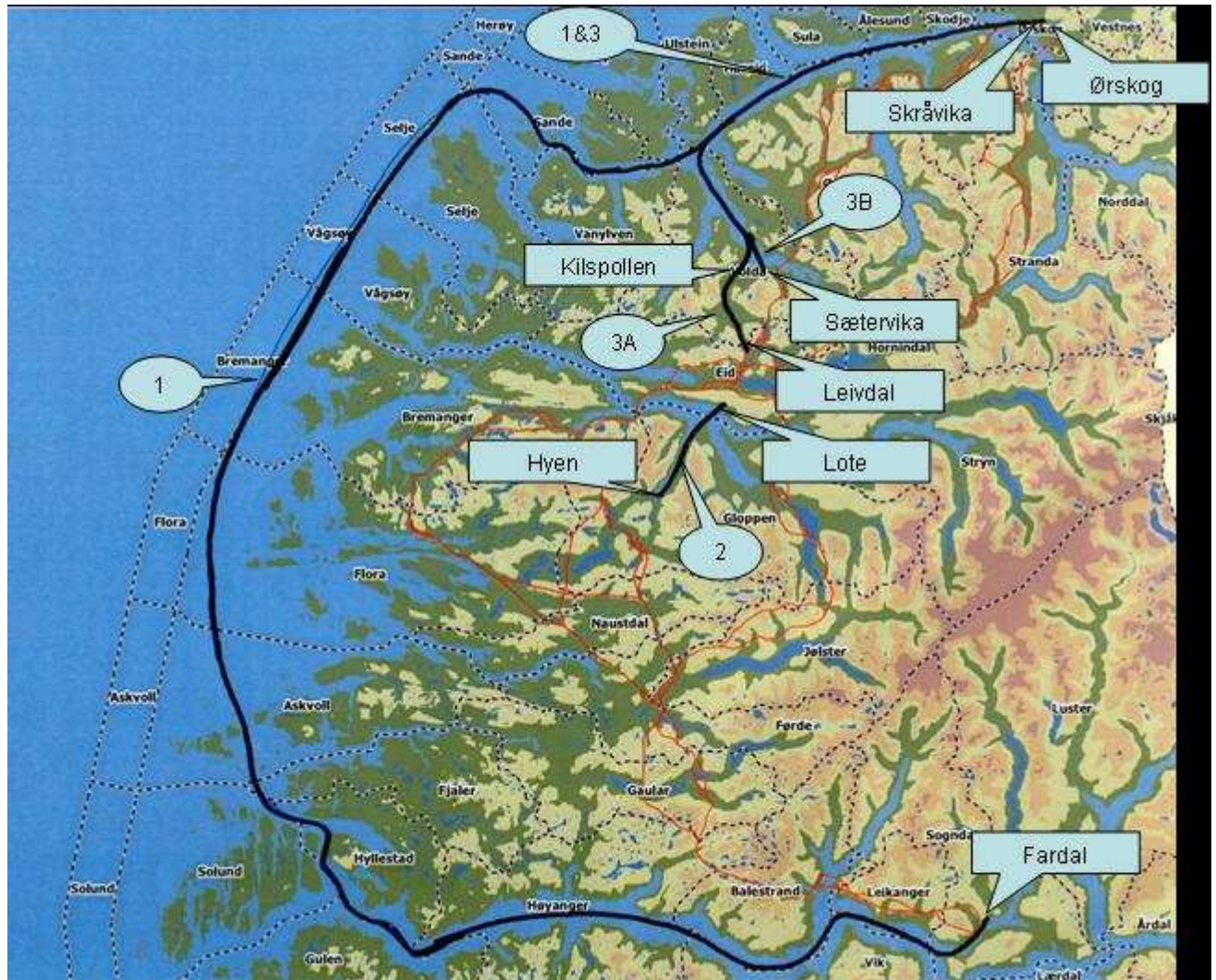
Januar 2007

Prosjektnavn:	420 kV ledning Ørskog Fardal, Kabelutredning	Dokument:	Rapport - mulighetsstudie
Oppdragsgiver:	Statnett SF	Versjon:	Endelig
Prosjektleder:	H. Aarrestad		
Prosjektkode:	115890		

Kontroll:	Signatur:	Dato:
Egenkontroll:	I følge liste	
Sidemannskontroll:	I følge liste	
Tverrfaglig kontroll:	H. Aarrestad	2007-01-19
Evt. uavh. kontroll:
Sluttkontroll / godkj.:	T. Aas	2007-01-19

SAMMENDRAG

Oppdraget	<p>I forbindelse med forberedelse av konsesjonssøknad for 420 kV-kraftledningen mellom Ørskog på Sunnmøre og Fardal i Sogn, har NVE pålagt Statnett å utføre en kort utredning relatert til bruk av sjø- og jordkabel generelt og spesielt på følgende strekninger (ref. kartskisse neste side):</p> <ol style="list-style-type: none">1. Fardal-Ørskog.2. Ut Hyenfjorden til Lote.3. Leivdal – Ørskog (3a) med mulig avslutning i Sætervika (3b) <p>Multiconsult AS har gjennomført utredningen for Statnett.</p>
Forutsetninger	<p>Alle vurderingene baserer seg på studier av generelle kart og en kort befarung i området. Løsningene er skisseprosjekter som baserer seg på nyeste kjente kabelteknologi. Dvs plastisolerte vekselstrømskabler som på Ormen Lange prosjektet (2006) og konvensjonell likestrømsteknologi som på Skagerak og NorNed forbindelsene. Da dette er en oversiktstudie, har vi funnet det riktigst å se bort fra uavdekkede tekniske vansker. Kostnadsanslagene som er gitt i rapporten er derfor minimumstall som forutsetter en problemløs installasjon. Statnett har vurdert overføringsbehovet og konkludert med at det er nødvendig å ha en overføringsevne på minimum 1 200 MW kontinuerlig og 1 600 MW kortvarig i 2012. Overføringsbehovet kan øke.</p>
Konsekvenser	<p>Kravene til overføringsevne betyr at det for vekselstrøm må installeres to sett å tre kabler. For likestrøm må det benyttes konvensjonelle likestrømsanlegg og et sett å to kabler.</p>
Gjennomførbarhet	<p>Med de begrensninger som ligger i at bunnforhold ikke er grundig studert og begrensninger i arealbruk og andre miljøforhold ikke er detaljvurdert, mener vi de foreslåtte kabelforbindelsene er teknisk mulig å gjennomføre selv om strekningen Bjørkedalen – Leivdal representerer store utfordringer som ikke er utprøvd i praksis. Dersom en ønsker å gå videre med et av alternativene må et sikrere bilde av teknisk gjennomførbarhet og kostnader etableres gjennom grundige detaljstudier.</p>
Alternativer	<p>Ut fra en teknisk/økonomisk vurdering er det relativt klart at alternativ 1 må realiseres med likestrømsteknikk (DC) mens alternativ 2 og 3 bedre kan realiseres med vekselstrømsteknikk (AC).</p>
Kostnader	<p>Anslåtte minimumskostnader i millioner norske kroner for de foreslåtte traséene er som følger (usikkerhet anslått til +30 %):</p> <ul style="list-style-type: none">• Alternativ 1, DC kabel Ørskog – Fardal 6 664 MNOK• Alternativ 2, AC kabel Lote – Hyen 740 MNOK• Alternativ 3a, AC kabel Ørskog – Leivdal 3 467 MNOK• Alternativ 3b, AC kabel Ørskog – Sætervika 2 796 MNOK



SAMMENDRAG	I
1 INNLEDNING	1
2 FORUTSETNINGER	2
2.1 Spesielle begrep	2
2.2 Elektriske dimensjoneringskriterier	2
2.3 Vekselstrøm kontra likestrøm	3
2.4 Overføringsevne og konstruksjon	4
2.5 Begrensninger	5
2.6 Gjennomførbarhet.....	6
2.7 Avbruddsrisiko	7
3 BESKRIVELSE AV KABELANLEGG VEKSELSTRØM	8
3.1 Kabeloppbygging.....	8
3.2 Antall kabler	8
3.3 Kabelinstallasjon på land	9
3.4 Trase	12
3.5 Kabelinstallasjon i sjø.....	12
3.6 Installasjon av kabel i innsjøer	15
3.7 Reparasjon av kabel.	16
3.8 Koblings- og muffeanlegg	16
3.9 Kompenseringsanlegg	18
4 BESKRIVELSE AV KABELANLEGG LIKESTRØM	19
4.1 Prinsipper	19
4.2 Omformere.....	20
4.3 Kabeloppbygging.....	23
5 MILJØASPEKTER VED KABELANLEGG	24
5.1 Elektromagnetiske påvirkninger.....	24
5.2 Visuelle og bruksmessige påvirkninger.....	26
6 PROSJEKTSPEISIFIKE VURDERINGER	27
6.1 Innledning.....	27
6.2 Alternativ 3A – Vekselstrømskabel Ørskog – Leivdal	29
6.2.1 Kabeltrase Leivdal – Øyra (Sørenden av Bjørkedalsvatnet)	29
6.2.2 Strekningen Bjørkedalsvatn - Kilstraumen	30
6.2.3 Sjøkabel Skråvika - Kilspollen	33
6.2.4 Jordkabel Ørskog – Skråvika	34
6.2.5 Landtak og kompenseringsanlegg Skråvika / Ørskog	35
6.2.6 Landtak og kompenseringsanlegg Kilspollen	36
6.2.7 Kompenseringsanlegg Leivdal	37
6.2.8 Miljømessig oppsummering.....	38
6.3 Alternativ 3B – Vekselstrømskabel Ørskog – Sætervika	38
6.3.1 Jord- og sjøkabel Ørskog – Sætervika	38
6.3.2 Landtak og kompenseringsanlegg Skråvika / Ørskog	38
6.3.3 Landtak og kompenseringsanlegg Sætervika	39
6.3.4 Miljømessig oppsummering.....	40

6.4	Alternativ 2 – Vekselstrømskabel Hyen – Lote	40
6.4.1	Sjøkabel Hyen - Lote	40
6.4.2	Landtak og kompenseringssanlegg Lote	41
6.4.3	Landtak og kompenseringssanlegg Hyen	42
6.4.4	Miljømessig oppsummering.....	43
6.5	Alternativ 1 – Likestrømskabel Ørskog – Fardal.....	43
6.5.1	Jord- og sjøkabel Ørskog - Yksnøy	44
6.5.2	Sjøkabel Yksnøy - Fardal	44
6.5.3	Omformerstasjon Sjøholt.....	45
6.5.4	Omformerstasjon Fardal.....	45
6.5.5	Miljømessig oppsummering.....	45
7	KOSTNADER	46

Vedlegg 1 –Kart sjøkabeltrase

Vedlegg 2 –Kart jordkabeltrase og stasjonsplassering

1 INNLEDNING

Oppdragsbeskrivelse I forbindelse med forberedelse av konsesjonssøknad for kraftledningen mellom Ørskog og Fardal har NVE pålagt Statnett å utføre følgende utredninger:

"Kabel (sjø- og jordkabel) som alternativ til luftledning skal beskrives generelt. Utredningen skal omtale miljømessige, økonomiske, tekniske og driftsmessige forhold. I tillegg skal kabel (sjø- og jordkabel) vurderes kort på følgende spesifiserte strekninger: 1) Fardal-Ørskog. 2) Ut Hyenfjorden. Herunder må det kort vurderes en luftledningstrasé ned til Hyen og for tilknytning til alt. 1.0 nord for Nordfjord. 3) Leivdal – Ørskog."

Multiconsult AS har fått i oppdrag og gjennomføre kabeldelen av disse utredningene og denne rapporten dokumenterer resultatene.

Begrunnelse Det økende kraftunderskuddet i Møre og Romsdal kombinert med eksisterende kraftoverskudd i indre Sogn og Fjordane gjør at det er behov for denne ledningen. Ledningen kan bidra til å bedre forsyningssikkerheten for industri og husholdninger både i Møre og Romsdal og i Sogn og Fjordane, samtidig som den vil legge til rette for utbygging av planlagt vindkraft og små vannkraftverk i Sogn og Fjordane.

Konsesjonssøknad Statnett arbeider med sikte på å kunne søke konsesjon på ledningen i februar 2007. Konsesjonssøknaden vil bli sendt på høring, og NVE vil arrangere åpne folkemøter tilsvarende det som ble gjort i forbindelse med høring av meldingen våren 2006.

Metode Beskrivelse av anlegg, miljøpåvirkninger og kostnader er basert på erfaringer fra eksisterende kabelanlegg og anlegg under bygging. Spesielt viktig er nye og teknologisk banebrytende prosjekter som Ormen Lange anlegget og NORNED prosjektet. I tillegg er utviklingstrender tatt med i vurderingene. Rapporten bygger i stor grad på kabelutredningen gjort i forbindelse med Sima-Samnanger ledningen ("Hardangerprosjektet")¹.

De konkrete forslagene for mulige kabeltraseer er utarbeidet som en skrivebordsstudie av eksisterende kart supplert med en kort landbefaring. Traseene og kostnadsanslagene representerer derfor minimumsanslag. Dersom denne korte utredningen viser at prosjektene er samfunnsmessig interessant må teknisk gjennomførbarhet og kostnadsoverslag utredes nærmere.

Rapport Rapporten er bygget opp som et selvstendig dokument men **tekniske begreper og detaljer rundt utførelse er i alle avsnitt beskrevet mer utførlig i rapporten fra Hardangerprosjektet.**

¹ Kabelutredning for Sima – Samnanger (Hardangerprosjektet) og informasjon om andre kabelprosjekt er tilgjengelig på www.statnett.no

2 FORUTSETNINGER

2.1 Spesielle begrep

Prefix For å kunne opererer med enkle tallstørrelser brukes ofte prefix foran målebetegnelsene. Følgende prefix benyttes i denne rapport:

- kilo (k) = 1 000 (eksempel 1 kWh = 1 000 Wh)
- Mega (M) = 1 000 000 (eksempel 1 MWh = 1 000 kWh)
- Mikro (μ) = 0,000 001 (eksempel 1 μ T = 0,000 001T)

Spenning og strøm Elektrisk spenning måles i volt (V). Ved høyspenningsanlegg brukes mest betegnelsen kV. Strøm måles i amper (A). Magnetfelt måles i Tesla (T).

Effekt Effekten (arbeidsevnen) som overføres på en forbindelse er grovt sett proporsjonal med produktet av strøm og spenning og måles i watt (W). For å få mer håndterlige tallstørrelser bruker vi i denne rapporten MW. Siden effekten er proporsjonal med strøm og spenning kan en delvis bytte disse to størrelsene mot hverandre for å få teknisk-økonomisk optimale løsninger for de ulike overføringsbehov.

Energi Energien er produktet av effekten og tiden og måles i wattimer (Wh). For husholdninger brukes vanligvis kilowattimer kWh og det er vel den enheten folk flest kjenner.

Likestrøm Et batteri leverer spenning som er konstant over tiden dvs. likespenning (DC=Direct current). For fremføring i en DC forbindelse trengs to ledere (+ & -). I enkelte tilfeller aksepteres det at jord eller sjø benyttes som returleder og en kan drive forbindelsen med en leder (kabel).

Vekselstrøm I kraftnettet benyttes vekselspenning (AC=Alternating current) som varierer syklisk over tiden. Antallet vekslinger pr. sekund angis i hertz (Hz). Etter at de gamle industriedene på vestlandet ble ombygd fra 25 Hz brukes nå 50 Hz overalt i Europa. Vekselstrømsnettet er et trefasenett dvs. en benytter tre ledere for å transportere energien.

Geografiske begrep Vi har valgt å benytte termen fjordbunn for overgangsområdet sjø/land innerst i en fjord mens termen sjøbunn benyttes for områder under vann.

2.2 Elektriske dimensjoneringskriterier

Isolasjon I tillegg til mekaniske kriterier som havdybde og strekkrefter under installasjon, er det først og fremst elektrisk strøm og spenning som bestemmer dimensjonene på en kabel. Lederen må isoleres for å unngå kortslutning. Isolasjonen må være tykkere jo høyere spenningen er.

Ledertverrsnitt Når det går strøm gjennom en leder varmes denne opp. Ved samme strøm blir varmeutviklingen større ved tynnere ledere. Høye temperaturer skader i første omgang isolasjonen og en må derfor bruke ledere med tilstrekkelig tykkelse sett i relasjon til strømstyrken og kjøleforholdene. Siden oppvarmingen skjer gradvis kan kortvarig overbelastning fra kald kabel aksepteres. Varmeutviklingen er direkte tap og økonomiske forhold kan derfor også føre til at en øker ledertverrsnittet (eller spenningen).

Ledertverrsnitt over 2 000 mm² blir svært uhåndterlige noe som gjør at en normalt legger flere parallelle sett med kabler eller går opp med spenningen når en trenger mer effekt enn denne dimensjonen kan transportere.

2.3 Vekselstrøm kontra likestrøm

Vekselstrøm Som beskrevet nedenfor har vekselstrøm og likestrøm ulike fordeler og ulemper. Allerede i Eddisons dager utkonkurrerte vekselstrømsprinsippet likestrømsprinsippet for overføring og fordeling av elektrisk energi. Dette siden relativt billige vekselstrømstransformatorer gjør at en lett kan bytte spenning og strøm mot hverandre og derved finne en praktisk og økonomisk kombinasjon av isolasjon og ledertverrsnitt avhengig av den energimengden en ønsker å overføre.

Likestrømsoverføring Nyere utvikling har framskaffet pålitelig utstyr som omformer høye vekselspenninger til likespenning og tilbake igjen slik at en kan utnytte likestrømssystemets fordeler. Omformingssystemet er imidlertid meget dyrt og plasskrevende. Dette gjør at det stort sett bare benyttes ved overføring av store energimengder over lange avstander der vekselstrømssystemet kommer til kort. Teknologien er imidlertid i utvikling og likestrømsoverføringer blir brukt på stadig nye områder.

Begrensninger Hovedbegrensningen for vekselstrømskabler ligger i det som kalles reaktiv effekt (angis i MVar) og som trenges for å bygge opp og bryte ned magnetiske felter rundt lederne. I en kabel produseres reaktiv effekt. Denne effekten, som øker proporsjonalt med kabellengden, beslaglegger transportkapasitet og fører til økte tap. Når kablene blir lange nok vil det ikke være kapasitet til overs for å transportere den aktive effekten som kan gi energi til forbrukerne. Det er altså lengdebegrensninger i den praktiske nytten en kan ha av vekselstrømskabler. I tillegg må overskudd eller underskudd av reaktiv effekt suges ut eller tilføres systemet for å holde spenningen stabil og dette krever installasjon av store kompenseringssystemer.

Reaktiv effekt er ikke noen agenda for likestrømskabler og det er i praksis ikke noen lengdebegrensning. Omformerstasjonene er imidlertid meget dyre og kan bare forsvares dersom energien skal transporteres over store avstander eller systemtekniske forhold kan forsvare investeringen.

Valg av system En eventuell kabelforbindelse hele strekningen fra Ørskog til Fardal er bare teknisk mulig med likestrømsteknologi. Den reaktive produksjonen i en så lang vekselstrømskabel ville spise opp hele

overføringskapasiteten og det å bringe kabelen på land hver 60 – 70 km for der og kompensere for reaktiv effekt ville bli for komplisert og dyrt.

Analyser gjort i prosjektet 420 kV kabel i Hardangerfjorden viser at en kabelforbindelse på lengde med traseen Ørskog – Bjørkeområdet (ca 80 km) kan være teknisk realiserbar med moderne vekselstrømsteknikk og siden den vil være billigere enn likestrømsteknologien er det denne teknikken som er utredet både for Ørskog-Bjørke-Leivdal og Hyen-Nordfjord alternativene.

2.4 Overføringsevne og konstruksjon

Stamnett	Forbindelsen Ørskog-Fardal skal i første rekke koble underskudd i Midt-Norge til overskudd i indre Sogn men den bør også styrke leveringssikkerheten i midtre Sogn. I tillegg bør den være robust nok til å overføre framtidige vindkraft og vannkraft i ulike senarier uten å danne en flaskehals. Kort sagt forbindelsen skal være en "stamvei" i det norske kraftnett. En direkte forbindelse Ørskog – Fardal uten transformering på strekningen, vil ikke løse utfordringen underveis gjennom Sogn og Fjordane, og nettet i dette området må i så fall styrkes på andre måter.
Overføringsbehov	Statnett har utført simuleringer på nåværende og fremtidig overføringsbehov og har konkludert med at dersom forbindelsen skal være robust nok til å dekke de oppgaver et slikt ledd i stamnettet skal ha, må overføringsevnen i 2012 minst være på 1200 MW kontinuerlig, og kortvarig 1600 MW dersom det oppstår strømbrydd på andre ledninger inn til Midt-Norge. Behovet kan øke i fremtiden.
Spenningsnivå	420 kV er det høyeste vekselspenningsnivået som benyttes i Norge i dag. Dette nivået legges derfor til grunn for studien av vekselstrømsalternativene. For likestrøms kabelanlegg er ± 500 kV den høyeste spenningen som benyttes i dag.
Vekselstrømskabler	For vekselstrømskabler er situasjonen slik at plastisolasjon har fortrent oljeisolasjon på stadig høyere spenningsområder og stadig større havdyp. Statnett installerte i 2006 verdens første 420 kV plastisolerte vekselstrømssjøkabelen til Orme Lange anlegget på Aukra. Plastisolasjon har en rekke tekniske- driftsmessige- økonomiske- og miljømessige fortrinn framfor den før brukte oljekabelen. For Ørskog Fardal forbindelsen teller, i tillegg til miljøfordelene, det mest at plastisolasjon gir langt lavere reaktiv produksjon per km. Overføringskapasiteten spises derfor ikke så fort opp og en kan legge mye lenger kabel før en må på land og kompensere reaktiv effekt. Plastisolasjon er derfor den eneste vekselstrømsteknologien som er vurdert i denne utredning.
Likestrømskabler	For likestrøm dominerer papir-massekabel med oljeimpregnering. Disse representerer mindre forurensningsfare enn den før nevnte oljekabelen brukt for vekselstrøm. Statnett har nå under installasjon verdens lengste likestrømskabel mellom Feda i Vest Agder og Nederland (NORNED).

Det foregår en intensiv utvikling av plastisolasjon også for likestrøm men utviklingen har ikke nådd et kommersielt tilgjengelig produkt for høye spenningene og store overføringsbehov ennå.

2.5

Begrensninger

Luftledning kontra kabel

For 420 kV luftledninger som benyttes i det norske stamnettet, kan en henge flere ledere på samme isolator og lett øke overføringsevnen til ca 3 000 MW uten at det krever uforholdsmessig store investeringer eller installasjoner. For kabler er kjølingen av lederne mye dårligere og for å unngå utålelig oppvarming må ledertverrsnittet økes betraktelig. Som før nevnt blir en kabel relativt uhåndterlig ved tverrsnitt over 2 000 mm². I tillegg kommer problematikken med reaktiv effekt². Derfor må en i praksis legge to sett vekselstrømskabler når en trenger kontinuerlig overføringsevne i størrelsesorden 1 200 MW over en lenger kabelstrekning. Normalt er en jordkabel dårligere avkjølt enn en sjøkabel og blir derfor varmere ved samme strøm. Imidlertid går det en tilleggsstrøm i kappen som også varmer opp kablen og denne kan for jordkabler reduseres ved revolivering (overkobling) av kappen med jevne mellomrom slik at i praksis får begge typer kabler relativ lik kapasitet. Dette krever imidlertid at en setter opp kabelskap langs traseen.

Teknologi

Ledningsprosjektet er planlagt realisert umiddelbart og løsningene må bygge på teknologier som er tilgjengelige nå.

Kompensering

Forholdene rundt reaktiv effekt er nærmere behandlet i rapporten fra Hardangerfjordprosjektet men kort sagt må den reaktive effekten som produseres i kablene kompenseres i kabelendene. For lange strekninger kan et alternativ derfor være å gå på land underveis for å tilkoble kompenseringssystemer.

Kompensering av overskudd på reaktiv effekt foretas i reaktorer. (se avsnitt 3.9). For de effekter en snakker om i Ørskog Sogn anlegget betyr det landanlegg med relativt store (og jevnt støyende) installasjoner som vil ligne mye på transformatorstasjonene i Ørskog og Fardal, dog ikke så plasskrevende.

Likestrømskabel

Ved valg av bipol løsning vil en kunne tøye overføringsevnen opp til 1 400 MW ved et sett à to kabler.

Landinstallasjon

På land installeres kablen i grøfter. Vanligvis legges grøftene slik at tradisjonell jordbruksvirksomhet i mest mulig grad kan fortsette. Der grunnforholdene er vanskelig må grøftene sprenges og i ekstreme tilfelle må en støpe kabelkanaler. Det kan fordyre installasjonen merkbart. Det må også være mulig å komme fram med kjøretøy langs traseen og dette kan gi ytterligere restriksjoner på bruken.

Kryssinger av elever og veier bør så langt som mulig unngås. Traseen kan heller ikke være for bratt.

² Ved store tverrsnitt kommer også andreordens begrensninger inn (strømfortrengning og lignende)

- Sjøinstallasjon** En sjøkabel legges direkte på bunnen og det er vanskeligere å jevne ut traseen. Kabelen er relativt stiv og dersom topografien er meget ujevn kan en risikere at kabelen blir liggende med fritt spenn. Dette er meget uheldig og prøves unngått ved å legge om kabeltraseen. Men vanskelig topografi kan også umuliggjøre hele prosjektet. Sterke stigninger er også noe en må unngå da kabelen kan sige og utsettes for store strekk slik at den ødelegges. På grunnere vann kan kabelen eventuelt klamres fast til fjellgrunn på bratte partier.
- Store havdyp** Store havdyp representerer ekstra tekniske utfordringer spesielt under legging og ved eventuelle reparasjoner. Under legging eller opphenting vil kabelen henge fritt i en bue fra leggefartøyet og ned mot havbunnen. Strekket i kabelen blir da meget stort og kabelen må dimensjoneres slik at den ikke ødelegges. De nødvendige forsterkninger av kabelarmeringen for å tåle dette strekket øker vekten på kabelen og medfører igjen større strekkrefter.
- Skjøter** Skjøter, spesielt reparasjonsskjøter, er svake ledd i kabelkonstruksjonene og må utvikles spesielt for store havdyp. Gammeldagse oljekabler i det aktuelle størrelsesområdet (spenning og tverrsnitt) har blitt lagt ned på 800 meters dyp. Nye plastisolerte kabler med tilsvarende størrelse ble i 2006 lagt til Ormen Lange anlegget på Aukra på et havdyp på 220 meter. Vi betrakter dyp over 1 000 meter som teknologisk usikkert for plastkabler og vil ikke med dagens teknologi anbefale legging av slike kabler på så store dyp.

2.6

Gjennomførbarhet

Sjøkabel

Gjennomførbarheten av et slikt kabelprosjekt er avhengig av topografi på sjøbunnen. Er dypene for store eller må kabelen forsere bratte heng eller smale renner der en kan risikere at kabelen blir hengende fritt, vil det være vanskelig å legge kabel. I tillegg spiller geotekniske forhold en viktig rolle. Det må ikke være stor fare for undersjøiske ras der kabelen legges og heller ikke må det være fare for at kabelen ødelegges av ras fra land. Ankringssoner og trålingsområder må unngås eller slike aktiviteter må forbys da dette er aktiviteter som meget lett kan skade kablene. I utsatte områder må kabelen graves ned eller dekkes til.

Som nevnt er plastisolerte vekselstrømskabler nylig lagt ned til 220 meter dyp. På enkelte strekninger i Voldafjorden kan en måtte gå ned på 700 meter, noe som antas å være mulig å oppnå med en relativt moderat utviklingsinnsats.

Masseimpregnerte likestrømskabler er i drift på 1 100 meters dyp og kabler som skal legges på 1 400 er i bestilling i Italia. Dette skulle være tilstrekkelig for en eventuell kabel i Sognefjorden.

En sjøkabel har små direkte miljømessige konsekvenser men kan legge store begrensninger på bruk av havbunn. Ankring, fiske med trål og oppdrett kan sannsynligvis ikke bli tillatt innenfor et betydelig sikringsområde utenfor kabeltraseen.

Vi har foretatt en grov trasevurdering ut fra eksisterende sjøkart og der prøvd å unngå store dyp, bratte heng og ujevne bunnforhold. Ut

fra denne grove vurderingen har vi vurdert om sjøkabelalternativene er teknisk mulige og at lokale begrensninger kan løses ved lokal omruting og eventuell nedgraving/overdekning av kabelen. Dersom kabelprosjektet vurderes interessant må slike antagelser kartlegges i en detaljert oppmåling og undersøkelse. Nedgraving eller overdekning på dypt vann kan være meget dyrt. Hindringer som vrak (historiske og nye), kryssende kabler og dumpefeller for ammunisjon og fartøy må avdekkes og avbøtende tiltak etableres.

Når det gjelder konsekvenser for fiske, havbruk og sjøfart må også dette kartlegges i en eventuell utredningsfase men en vil også her antatt at lokale konflikter i noen grad vil kunne løses ved lokal omruting. Størst problem antar en at det vil være i de åpne havstrekene rundt Stadt.

Jordkabel

Mekanisk styrke er ikke noe problem da kabelen legges i grøfter. Terrenget må imidlertid være slik at en kan grave ca 1 m dype og 2-4 meter brede grøfter til en akseptabel kostnad. Slike grøfter utjevner også topografien men det er begrensninger i hvor bratt terreng en mestrer, spesielt installasjonsmessig. I ekstreme tilfeller må en støpe kabelkanaler. Dette gjelder spesielt i sidehellende terreng.

Transport av kabel er et problem og en begrensning. Ved de tverrsnitt en trenger i dette prosjektet vil en ikke kunne transportere kabeltromler med lengder vesentlig over 500 m og disse kabeltromlene må transporteres til grøftekanten.

Jordkabel har miljømessige konsekvenser da den båndlegger betydelig areal for annet bruk enn jordbruksutnyttelse. Nødvendige veier vil føre til ytterligere begrensninger i arealbruken.

Magnetfelt

Like over kablene vil det være svært høye magnetfelt. Langt høyere enn under en luftledning. I henhold til dagens varsomhetsstrategi (Jf. Strålevernrapport 2005:8 fra Statens strålevern) bør kabelanlegget derfor ikke legges tett innpå bolighus, barnehager eller skoler. Se for øvrig nærmere omtale av elektromagnetiske påvirkninger under kapittel 5.

Kostnadsbilde

Som en konklusjon vil vi si at kostnadene som presenteres senere i rapporten representerer minstekostnader som forutsetter en problemløs gjennomføring av prosjektet. Dvs. at kostnadene kan gi grunnlag for å avvise prosjektet eller å fastslå om det er påkrevet å foreta en detaljutredning.

2.7

Avbruddsrisiko

Tidsfaktor

En kabel har vist seg å være meget pålitelig og feilhyppigheten ligger normalt lavere enn for en tilsvarende luftledning. Imidlertid er reparasjonstiden dramatisk mye lenger, spesielt for dyptliggende sjøkabler der det kan være snakk om måneder.

Risikotype

Hovedrisikoen ligger i at kabelen skades mekanisk. På land kan dette være ved bruk av gravemaskin, på grunn av ras eller ved utglidninger. I sjø er ankring eller tråling det store skrekksensariet men også ras og utglidning kan føre til store skader. Ellers kan også indre

feil oppstå på grunn av lynnedslag eller annen overspenning, kabelen kan svekkes ved overlast eller fabrikasjonssvakheter kan utvikle seg til feil. Særlig skjøter er utsatt i så måte.

Avbøting

Risikobegrensende tiltak vil være et hovedtema i en eventuell detaljstudie. Kabeltrase, grøftekonstruksjon og overdekning vil bli tilpasset for å unngå mekanisk skade. Begrensninger må legges på tillatte aktiviteter i traseen og tekniske beskyttelseinnretninger vil bli definert. I tillegg vil det ved utførelse bli iverksatt nitide kvalitetssikringsaktiviteter. Det kan også vise seg at de tekniske utfordringene eller kostnadene for avbøting blir så store at prosjektet ikke lar seg gjennomføre. I de prosjektene som omfattes av denne utredningen foreslås det installasjon av dobbelt sett med kabler for å klare overføringskravene og det betyr at en vil ha tilgjengelig halv kapasitet ved feil på en kabel.

3 BESKRIVELSE AV KABELANLEGG VEKSELSTRØM

3.1 Kabeloppbygging

Enleder kabel

Vekselstrømmssystemet krever tre ledere. For det aktuelle tverrsnitt og spenningsnivå er det med dagens teknologi bare aktuelt å legge tre separate kabler. En typisk oppbygging av plastisolert sjø- og jordkabel er vist på figur 3-1.



Figur 3-1 PEX isolert vekselstrømskabel, henholdsvis sjø- og jordkabel (kilde Nexans)

Diameteren på en slik kabel ligger på ca 12 - 15 cm og bøyeradiusen vil ligge i området 2 til 3 meter. Det som skiller sjøkabel fra jordkabel er først og fremst blykappen som skal gjøre kabelen vanntett og armeringen som tar opp kreftene spesielt ved installasjon på store havdyp.

3.2 Antall kabler

Som nevnt før er det bare tilgjengelig enleder kabler for dette spenningsnivå og overføringsbehov. Kablene skal føre aktiv strøm tilsvarende 1 200 MW (1 750 A ved 400 kV) kontinuerlig også sommerstid samt egen generert reaktiv strøm. Skal en oppnå et

fornuftig antall kompenseringpunkter må en legge to sett kabler (dvs. 6 enlederkabler). På denne måten oppnår en også en viss kapasitet dersom en av kablene blir skadet og siden kabelfeil, om enn sjelden, medfører ekstrem lang reparasjonstid er dette viktig. På dette nivået i utredningene har vi ikke optimalisert kabelverrsnittet men brukt tall fra Hardangerprosjektet.

3.3 Kabelinstallasjon på land

Kabelen er forutsatt levert i 500 m. lengde på hver trommel. Det er beregnet at den vil tilfredsstillere kravene til termisk overføringsevne når den legges i grøft med flat forlegning og senteravstand 0,25 m. med overdekning ca 0,7 m (ca 1 m dyp grøft). Kappen skal være krysskoblet i alle skjøter med jording i hver tredje skjøt. Det er forutsatt en termisk motstand av omfyllingsmassene på maks. 1,0 K.m/W. Dette medfører at det bør være min 10 cm sandomfylling rundt kablene, alternativt sandfylt eller ventilert betongkanal. En kan ikke uten videre regne med at kabelen kan trekkes i rør eller at den forlegges i grøft sammen med andre kabler som utvikler varme.

Begrensningen i leveringslengder er bestemt av 2 årsaker:

- Hensynet til transport (tunneler og broer)
- Hensyn til indusert spenning mellom krysskoblingspunktene.

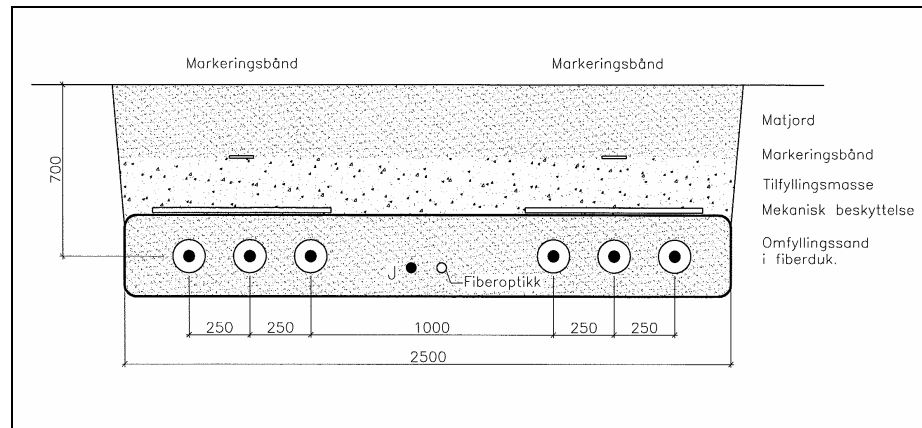
Krav til bøyeradius ved forlegning er 2,0 m. Ytre diameter er beregnet til ca 130 mm og vekt pr. m til ca 40kg.

Kabelgrøft

På land legges kabelen jevnt støttet i sandomfylt i grøft. For å unngå gjensidig oppvarming og utnytte ledertverrsnittet fullt ut legges kablene i flat profil. Fig. 3 - 2 viser et idealisert grøftprofil for flatt terreng. Bunnbredden blir pr ca 1,0 – 1,5 m per kabelsett og dybden ca. 1,0 m. Ved to kabelsett må grøften dobles. I praksis vil ofte bredden øke noe og grøfteskråningene bli slakere. Det forutsettes at sandomfyllingen innpakkes i fiberduk for å hindre utvasking av sanden eller sammenblanding med andre masser. I skrånende terreng kan det bli nødvendig å stabilisere sandomfylling med sement, for å sikre stabile forhold, unngå erosjon og sikre varmeavledningen. Stigninger over 15 % begynner å bli vanskelige å håndtere både for legging og stabilitet etter legging og en prøver derfor unngå større stigninger selv om det i teorien er mulig å klamre kablene.

Masseutskifting

Det er klart at det kan bli behov for atskillig masseutskifting og både ny og gammel masse må transporteres og mellomlagres i deponier.



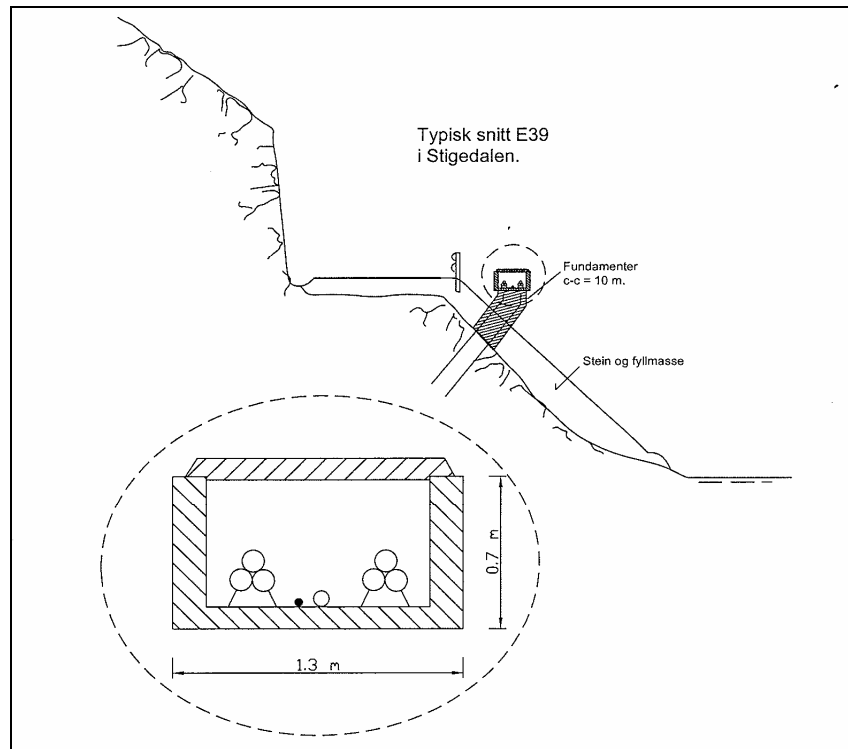
Figur 3 – 2 Idealisert minimums grøfteprofil

Installasjon i veibanene er ikke aktuelt verken på grunn av de store magnetfeltene eller på grunn av problemer med graving etc.

Forlegning i
spesielle områder

På land kan kabelen passere noen hindringer som vil kreve ekstra utførelse. De mest vanlige er bekketrysninger der en avhengig av bekkens størrelse kan gå i kanal under eller bro over. Når det gjelder veier er veimyndighetene meget restriktive på tillatelse til å grave over en riksvei men med de store kabelsystemene snakker om i dette tilfellet bør en nok bygge betongkilverter under store veier. I nye veitunneler kan det være mulig å installere kabler dersom en utvider tunnelprofilen under driving av tunnelen.

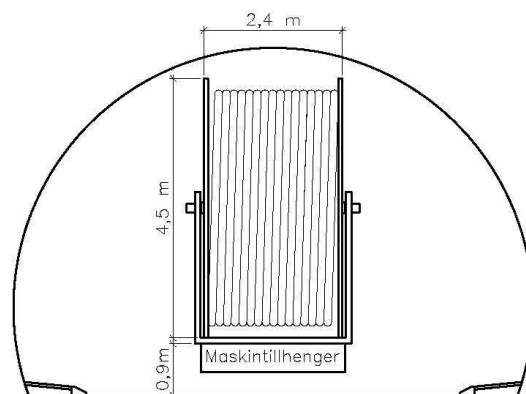
I sterkt skrånende og kupert terreng med mye snaufjell er det umulig å legge kabelen i ordinær grøft. En mulig, men dyr, løsning kan være å føre kabelen på betongkanaler, helst ved siden av veg (Figur 3-3). For å begrense bredden legges kablene i trekant men det kan føre til at tverrsnittet må økes.



Figur 3-3 Ventilert kabelkanal.

Transport

I motsetning til sjøkabler som kan leveres i store lengder lastet på spesialskip må landkabler leveres på kabeltromler som kjøres ut til kabelgrøftene. Den store diameteren på en 420 kV kabel gjør at en bare kan få med seg ca 500 m på en håndterbar kabeltrommel og dette betyr at en må ha ca. 2 feltskjøter per km. Dette øker kostnaden og installasjonstiden betraktelig og forringer kabelens pålitelighet. Kabelen forutsettes levert på ståltromler med bredde 2,4 m og vangediameter 4,5 m. Transportvekt pr. trommel blir ca 30 tonn.

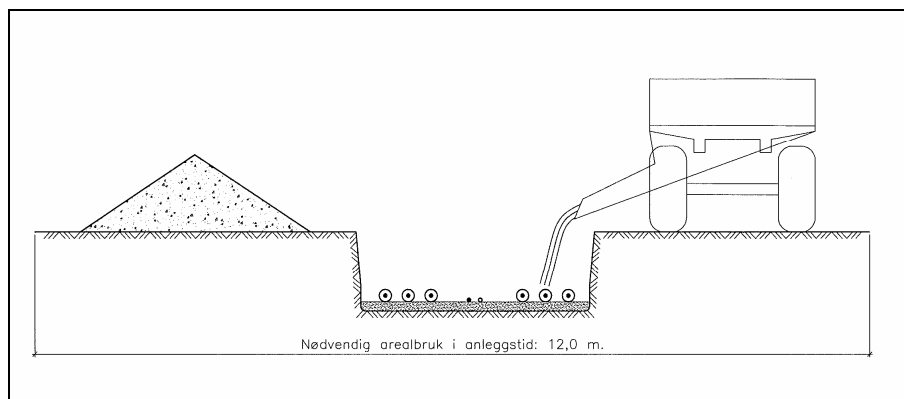


Figur 3 – 4 Kabeltrommel

På grunn av de store kabeltromler stilles det store krav til kaiplass, lagringsplass, krankapasitet og transportutstyr

Installasjon Tradisjonelt er det nytted ulike teknikker for uttrekking av store jordkabler. Alle metodene har store begrensninger i hvilken lengde en kan trekke og derfor må en i praksis ha tilgang til vei med høy lasteevne langs hele kabeltraseen (ref foto 5 – 1) eller til punkter med noen hundre meters avstand. I de fleste tilfeller kan slike veier tilbakeføres etter installasjonsfasen med det blir ofte kostbart. Forskjellige metoder for installasjon av jordkabler er beskrevet i Hardangerfjord rapporten.

Arealbruk Arealbredden som indikert i figur 3 – 5 illustrerer bare hva som er et minimums arealbruk rent anleggsteknisk dersom en ønsker å minimalisere inngrepene. En endelig klausulbelagt trase er gjenstand for skjønnsbehandling og vil normalt ligge i størrelsesorden 20 – 50 m.



Figur 3-5

Arealbruk i anleggstid

3.4

Trase

Ved utarbeidelse av traséforslag er det tatt hensyn til de anleggstekniske krav som er spesifisert i foregående kapittel. Det må også tas hensyn til magnetfelt som omhandlet i avsnitt 5.1. De skissemessige traséforslagene presentert i denne rapporten tar så langt vi kan kontrollere, hensyn til den anbefalte utredningsgrensen for magnetfelt ved boliger, barnehager og skoler. Dvs at det ikke er bolighus så nærme kabeltraseen at magnetfeltene ved bebyggelsen i gjennomsnitt over året overstiger 0,4 mikroTesla. Se også kapittel 5.1.

3.5

Kabelinstallasjon i sjø

Lengder

Sjøkabel har fordel av at den kan leveres på spesialfartøy i store lengder (50 – 80 km) og installeres direkte fra dette fartøyet. Da unngår en feltskjøter som er tidskrevende og representerer et svakt punkt i leveransen. Dette ønsket setter krav til utleggingsfartøyets lasteevne.

Hovedfartøy

Med utleggingsdybder opp mot 1 000 meter og så store dimensjoner på kablene settes det spesielle krav til riktig bremsing ved utmating slik at kablet legges riktig på bunnen. Dette setter store krav til fartøyet og per dags dato er det ingen fartøy som oppfyller alle disse

kravene. Det er imidlertid 3 - 4 fartøy som kan utrustes med oppgradert utstyr for å kunne påta seg et slikt oppdrag. Spesielt er det nødvendig å oppgradere brems- og vinsjkapasitet for å ha tilstrekkelig sikkerhet i anleggsfasen og evt. reparasjonsfase.

Et typisk fartøy er det norske C/S Bourbon Skagerrak. Mer informasjon om installasjonsfartøyer og nedgravingsutstyr kan fines på kabelfabrikkantenes hjemmesider (for eksempel Nexans: www.nexans.no , ABB: www.abb.no , Prysmian www.prysmian.com).



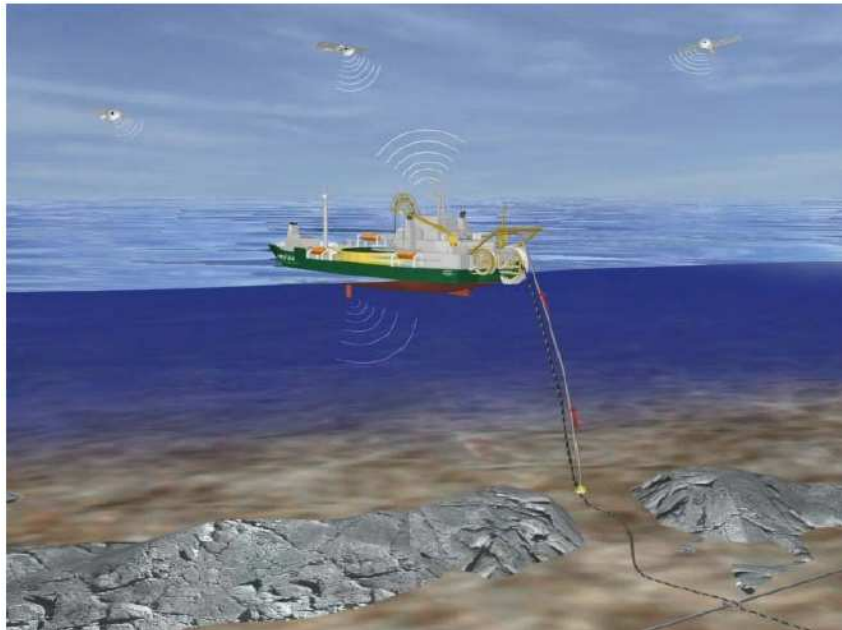
Foto 3-1 Kabelleggefartøy Bourbon Skagerrak (Foto Statnett)

Hjelpefartøy

I tillegg til selve leggefartøyet er det behov for hjelpefartøy som dykkebåt og moderskip for fjernstyrt undervannsfarkost (ROV).

Installasjon

Installasjonsfartøyet må være utstyrt med dynamisk posisjoneringssystemer og kabelens møte med havbunnen må overvåkes kontinuerlig med fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) slik at en får en kontrollert plassering av kabelen. Nedenforstående figur illustrerer hvordan installasjoner foretas.

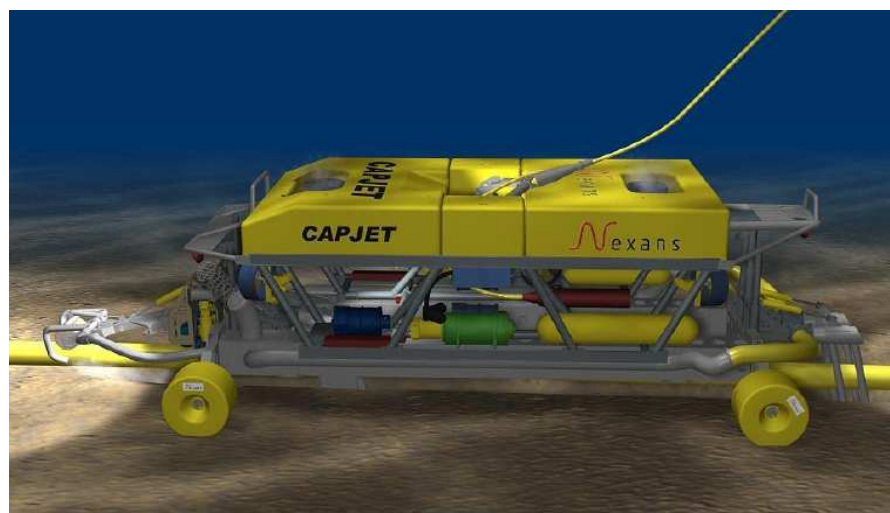


Figur 3 -6 Kabelinstallasjon (kilde Nexans)

Ved legging av flere enledere er det viktig at disse ikke krysser hverandre.

Nedgraving

De fleste leverandører har forskjellig nedgravingsutstyr tilpasset ulike bunnforhold. Dersom kabelen ikke synker tilstrekkelig ned i bunnsedimenter er normalt det enkleste systemet å spyle en renne med vannstråler. Et slikt utstyr er den norskeide Capjet (figur 3 - 7). Dersom bunnforholdene ikke tillater spyling eksisterer det også undervanns gravemaskiner og spesielle fresemaskiner men disse arbeider saktere.



Figur 3 – 7 Capjet kabelgrøftemaskin (kilde Nexans nettside)

Anleggstekniske forhold

Variierende bunnforhold kan være en utfordring ved beskyttelse og nedgraving. Vansker på dette området kan påføre prosjektet betydelige ekstrakostnader. Traseen må før legging detaljkartlegges i sin helhet og med tilstrekkelig bredde til å registrere alle mulige hindre

i form av steinblokker, skrenter, bratt skråneterreng, vrak og andre dumpingsobjekter. Hindringer opp til en viss størrelse kan spyles løs og heises vekk fra traseen. Større hindringer kan omgås ved å bøye kablen utenom. Kløfter og grove ujevnheter kan fylles med tilførte steinmasser tilsvarende den teknikk som benyttes for oljeledninger. I landtaksområdene må det vurderes om hvilken beskyttelsesmetode som er mest hensiktsmessig. Fra dybder på ca 20 meter og inn til landtak kan tiltak være:

- Tildekking med tilførte masser i gravde/sprengte grøfter.
- Nedspyling av kabel med Capjet eller tilsvarende utstyr. Det kan her være behov for å tilføre masser dersom oppspylte masser forsvinner med sterk strøm.
- Tildekking med matter tilsvarende de som benyttes for beskyttelse av oljeledninger og gassrør.
- Inntrekking av kabel i forhåndslagte rør eller kulverter.

Skrånninger og bratt sideterreng kan vanskeliggjøre nedspyling / graving av kabler, men det skjer en stadig utvikling av anleggsutstyr for slike oppgaver. Ved legging av oljeledninger er stigninger opp mot 35 grader bearbeidet med maskin

Ved større dyp enn 20 meter vil hensyn til fiskeri eller annen virksomhet på havbunnen avgjøre behovet for beskyttelse av kabelanlegget. Omfanget av slik beskyttelse vil bli definert ved å kombinere tiltakshavers risikovurderinger med myndighetskrav. Nær havneanlegg vil beskyttelse alltid være påkrevd.

Kryssende installasjoner

Kryssende installasjoner som kraft- og kommunikasjonskabler kommunaltekniske installasjoner samt mulige forsvarstekniske anlegg må identifiseres og muligens legges om eller overdekkes. Alle slike tiltak vil øke prisen for installasjonen.

Ankring/tråling

Traseen bør unngå områder der det kan tenkes at nødankring og tråling kan forekomme.

Ilandføring

Kablene fløtes i land ved hjelp av oppblåsbare flyteputer. Ilandføring må skje i områder der det ikke er for bratt og der en har plass til muffeanlegg og eller kompenseringanlegg. I de fleste tilfeller betyr det fjordbunner som normalt er relativt tett bebygde. I enkelt tilfeller har vi imidlertid sett på andre aktuelle områder der fjellsidene ned i sjøen ikke er altfor bratte.

3.6

Installasjon av kabel i innsjøer

Dybdekart

Dybdekartlegging av innsjøer er ikke systematisk foretatt i Norge. NVE har foretatt sporadiske oppmålinger og disse er dokumentert på NVEs nettsider. Et eksempel fra Bjørkedalsvatnet er vist i Vedlegg 2 Blad B-13596. Dette eksemplet viser at dybdeforholdene kan være relativt kompliserte.

Transportvansker

Hovedproblemet med installasjon i innsjøer er transportvanskene. På grunn av topografi og rasfare vil en vanligvis ønske å legge kablene midt i innsjøen men en kommer ikke til med fartøy som kan transportere og installere tilstrekkelige lengder.

Fløting En måte kan tenkes å være å fløte kablene etter samme teknikk som beskrevet for ilandføring men da kablene i slike tilfeller må mates fra et kabelskip forankret i fjorbunnen og over eid som skiller fjord og innsjø vil dette være en meget tidkrevende operasjon som krever stort oppbud av utstyr og som har store begrensninger i lengde og stigning.

3.7 **Reparasjon av kabel.**

Reparasjon Selv om kabelanlegget blir beskyttet ved forskjellige tiltak vil det kunne oppstå feil, enten indre isolasjonstekniske feil eller ytre fysiske skader på kabelen. Eneste mulighet for reparasjon er å kutte kabelen på feilstedet og først ta opp den ene enden for å skjøte inn en reparasjonslengde på ca 1,5 – 2 ganger dybden på feilstedet. Mens den innskutte lengden låres ut tas den andre enden opp og skjøtes til reparasjonslengden. Hvis feilen er på en ytterfase legges bukten ut til siden og evt. tildekkes/spyles ned. Når feilen er på en midtfase må behovet for å beskytte de øvrige kablene vurderes før den reparerte kabelen med sin bukt legges ned på disse. Dersom feilstedet er nær enden av kabelen kan det derfor være aktuelt å ta kabelen opp til nærmeste landtak, utføre reparasjonen og legge den tilbake i sin opprinnelige trase.

3.8 **Koblings- og muffeanlegg**

Plassering Siden sjøkabelen ikke kan legges opp for bratte skråninger vil en i de fleste tilfeller velge å komme opp til overflaten inne i fjorbunnen. Dette er også naturlig siden en må ha plass til muffeanlegg og kompenseringanlegg nær avslutningen av kabel. Ulempen med dette er at en kommer i konflikt med eksisterende bebyggelse.

Kabelmuffer Tilkobling mellom kabel og utgående luftstrekk eller utendørskoblingsanlegg for reaktorer vil bli foretatt i et kabelmuffehus (ref Foto 3 - 2).



*Foto 3 -2 Kabelmuffehus Ormen Lange under bygging
(Foto Statnett)*

Dette muffehuset legges så nær strandkanten som mulig for å slippe å måtte skjøte inn en større jordkabel. Der en har innendørs koblingsanlegg føres kablene rett inn i bryteranlegget og en trenger ikke noe frittstående muffe.

Friluftskoblingsanlegg

Friluftsanlegg som en kjenner fra Ørskog og Fardal er mest brukt der en har bruk for bryteranlegg mot reaktorer og annet utstyr. Dette på grunn av at slike anlegg er vesentlig billigere enn innendørs alternativer. Reaktorene kan tilkobles direkte til luftspenn ved hjelp av kompaktbrytere (kombinerte effekt og skillebrytere) som illustrert under.



Foto 3 – 3 Typisk 420 kV kompaktbryter (kilde: ABBs nettside <http://www.abb.com/>)

For å spare plass kan reaktorene og bryterne monteres rett under luftstrekket men dette gir ulemper ved reparasjon og vedlikehold og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Innendørs Koblingsanlegg

Imidlertid er slike anlegg fremdeles plasskrevende og har en høy visuell profil. Et alternativ er å bruke kompakte røranlegg (GIS) med SF₆ gass som isolasjonsmedium. Et slikt anlegg er vist i foto 3-4 nedenfor. Dette reduserer plassbehovet for bryteranleggene betydelig, men har på grunn av klimagassen SF₆ miljømessige ulemper. Under nordiske klimaforhold plasseres slike anlegg normalt innendørs og kobles direkte til kabel og reaktorer. Imidlertid er dette vesentlig dyrere enn vanlig utendørsløsninger



Foto 3-4 Typisk GIS anlegg (SF₆ isolert) (kilde ABBs nettside: <http://www.abb.com/>)

3.9

Kompenseringsanlegg

Utførelse

En typisk trefase reaktor har en utforming som illustrert på nedenforstående bilde.



Foto 3 – 5 Typiske trefase reaktorer (størrelse ca 100 MVar)

De reaktorene en har bruk for i prosjekter som dette vil ha dimensjoner i størrelseorden 9x4x4meter (lxbxh). Dersom de tilknyttes et luftledningsstrek vil gjennomføringene for tilkobling stikke ytterligere 4 - 5 meter opp og litt ut til siden. Det er begrensninger i hvor store reaktorenheter en kan bygge og transportere (max ca 300 MVar som trefaseenheter). Ved kabellengder på noen titall km blir det derfor behov for 2 – 4 reaktorer i hver ende.

Oljegrøp

Reaktorene er fylt med olje og plasseres over en tett oljeoppsamlingsgrøp som skal ta opp eventuelle lekkasjer. Over denne grøpen ligger et steinfilter som skal hindre en brann å spre seg ned i den oppsamlede oljen. I tillegg installeres det en oljeutskiller

som sørger for at regnvann og eventuelt vann fra brannslukking kan dreneres uten at oljen rives med.

Støy	<p>En frittstående reaktor vil normalt generere kontinuerlig støy med styrke i området 65 - 95 dB.</p> <p>Miljøverndepartementets "Retningslinjer for behandling av støy i arealplanlegging" (T-1442) skal benyttes. I retningslinjen angis anbefalte støygrenser ved planlegging av ny virksomhet eller ny bebyggelse. Disse vil normalt bestemme hvor nært bebyggelse reaktoranlegget kan plasseres og hvor mye eventuelle støyreducerende tiltak som innebygging og lignende som må iverksettes.</p>
Plassering	<p>Detaljutformingen av reaktorplasseringen må ses i sammenheng med koblingsanlegget.</p>
Lastanalyser	<p>Det er ikke foretatt noen lastflytanalyser men summarisk forutsatt at 90 % av den reaktive effekten som produseres i kablene skal kompenseres i kabelendene. Dersom en må kompensere mer vil dette øke kostnadene og dette må utredes i en eventuell detaljutredning.</p>
Overføringstap	<p>På grunn av at sjøkabelen må utføres med armering blir de aktive tap relativt store. Det er ikke foretatt noen analyser over hvor store tilleggslagene vil kunne bli men slike må tas med i eventuelle detaljutredninger. Det er ikke foretatt noen beregninger av de økonomiske konsekvensene av tapene med beregninger i hardangerprosjektet viser at disse vil ligge over tilsvarende tall for luftledninger.</p>

4 BESKRIVELSE AV KABELANLEGG LIKESTRØM

4.1 Prinsipper

Likeretning/ Vekselretting	<p>Prinsippene for mulige likestrømsanleggene er beskrevet mer i detalj i vedlegg til Hardangerfjord utredningen. I motsetning til vekselstrømsanleggene der en kan tilkoble kablene til tradisjonelle linjer og anlegg som allerede har den spenningen en ønsker å benytte (i dette tilfellet 420 kV), må en i likestrømsoverføring omforme nettets trefase vekselstrøm til likestrøm for så og tilbakeføre likestrømmen til vekselstrøm i mottakerenden (likeretning/ vekselretting). Også ved likestrøm gjelder prinsippet om at for en gitt effekt kan en bytte strøm mot spenning for å oppnå den optimale overføringsevnen. Dette gjøres i omformerstasjonene. Normalt er omformerstasjonene bygget slik at de kan brukes både som like og vekselretter. Overføringsretningen kan da snus.</p>
Bipol	<p>På grunn av behovet for stor overføringskapasitet i dette prosjektet er bare bipolininstallasjon aktuell. I en bipol bygger en omformerstasjoner som har symmetrisk \pm spenning mot jord. Dette doubler overføringsevnen siden den effektive spenningen dobles uten at en behøver å doble isolasjonsnivået. Det legges da to fullisolerte kabler, en for hver pol. Ved feil på en leder eller omformerpol kan en</p>

da drive forbindelsen med halv overføringsevne og jord og eller sjø retur i en kortere periode.

Klassisk HVDC

HVDC eller "High Voltage Direct Current" teknologien ble utviklet i 1950 årene og først brukt for å forsyne Gotland fra det svenske fastlandet. Etter hvert har teknikken blitt utviklet gjennom innføring av stadig mer robust kraftelektronikk og den kryper stadig oppover i overføringsevne. Det som har begrenset overføringsevnen har stadig vært begrensninger i maksimal spenning en kan benytte i overføringen. ± 450 kV benyttes i NORNED prosjektet som i dag er under installasjon mellom Feda å Sørlandet og Nederland. Denne overføringen vil kunne overføre 700 MW. Det er imidlertid under bestilling en forbindelse mellom Italia og Sardinia som skal overføre 1 000 MW ved ± 600 kV (maksimal dybde 1 600 m) og ved å øke kabelverrsnittet litt, burde det absolutt være realistisk å oppnå 1 400 MW ved ± 500 kV kabel. Dette representerer vel dog grensen ved dagens kommersielle kabelteknologi. Ledende fabrikanter har under utvikling løsninger som vil kunne gå opp i spenninger på 700 - 1 000 kV men disse er beregnet for luftledninger og kabelteknologien henger litt etter. Den alternative HVDC light teknologien med plastisolerte kabler kan ennå ikke nå opp til den ønskede overføringsevnen.

4.2

Omformere

Kompleksitet

Omformerstasjonene er meget komplekse installasjoner som inneholder tungt og arealkrevende utstyr. Området som benyttes må være flatt dog kan terrasser til en viss grad aksepteres. I ekstreme tilfeller har fjellhaller vært diskutert men slike vil være svært prisdrivende. De mest iøynefallende installasjonene er ventilhallen der omforming fra vekselstrøm til likestrøm foregår samt de store transformatorene som er nødvendige. I tillegg kommer store bryterinstallasjoner og diverse filter og andre komponenter. Disse plasseres normalt utendørs men innendørsinstallasjon har vært benyttet blant annet på den nederlandske stasjonen i NorNed forbindelsen.

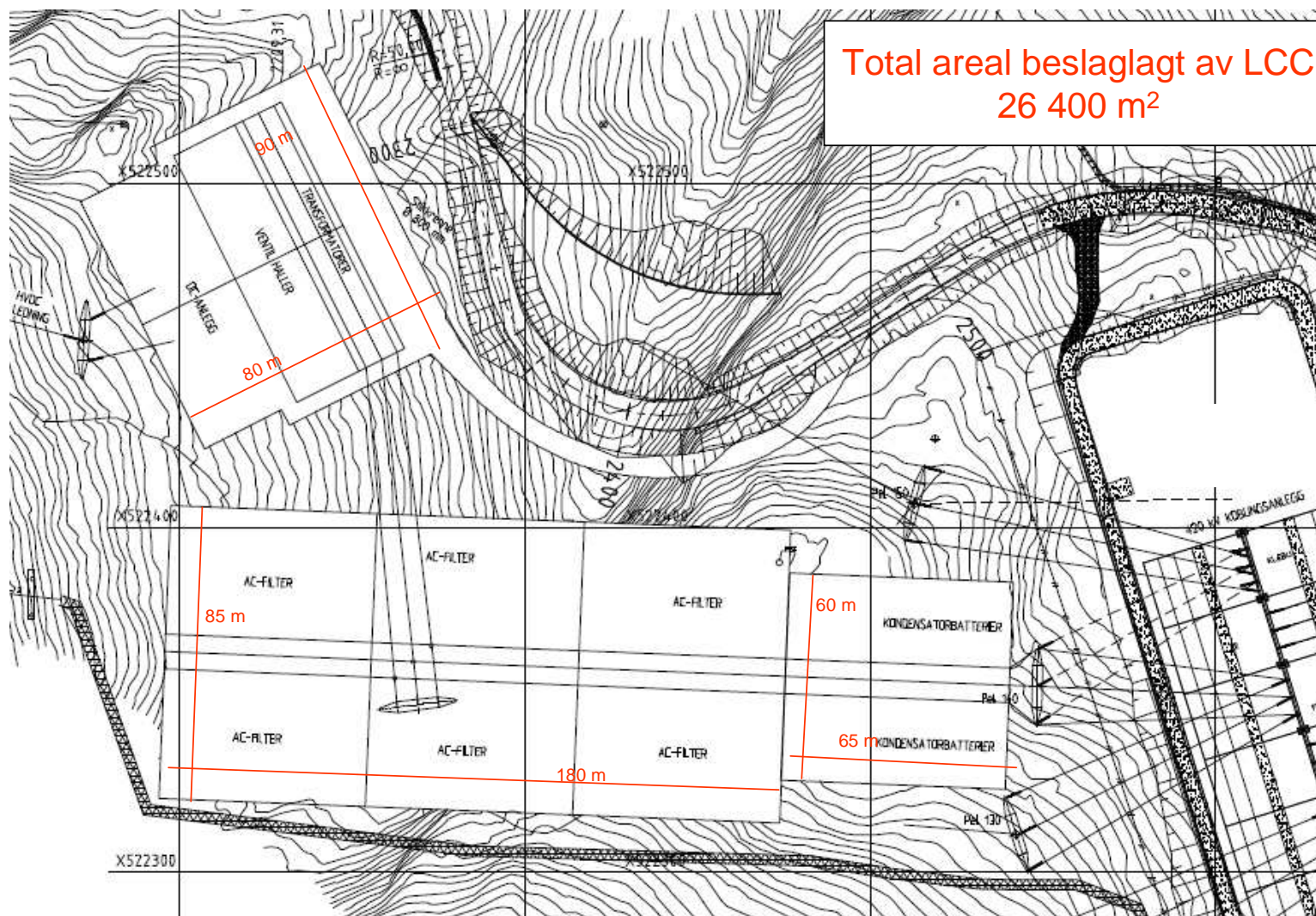
Arealbehov

Foto 4-1 nedenfor viser et bilde av en slik omformerstasjon på Kristiansand – Danmark kabelen (Tjele omformerstasjon Danmark, kilde ABBs internettside).



Foto 4 – 1 HVDC Omformerstasjon (kilde ABBs nettside)

Kartskissen nedenfor viser arealbehovet mer i detalj og bygger på et konseptutkast for en stasjon i Norge.



Figur 4 – 1 Eksempel på mulig arealbruk for omformerstasjon

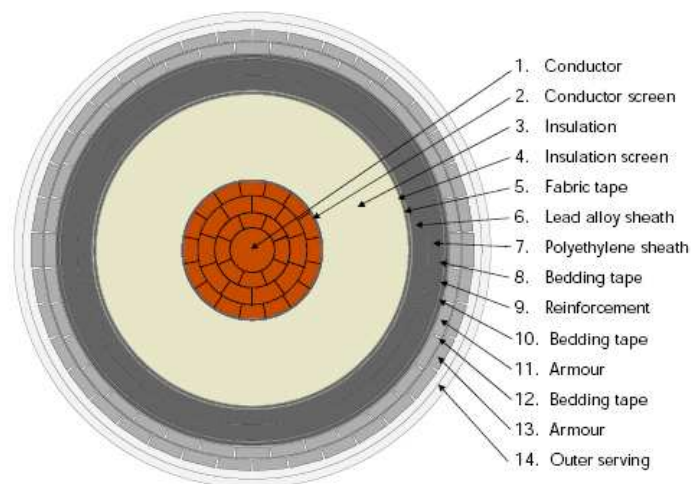
4.3 Kabeloppbygging

Kabeltyper

Likestrøm påkjenner isolasjonen på en annen måte enn vekselstrøm siden det over tid bygger seg opp romladninger som er vanskelig å kontrollere. Derfor har ikke PEX kabel vært benyttet inntil nå. De to aktuelle kablene har vært:

- trykkoljekabel
- masseimpregnert papirkabel.

Trykkoljekabel har innebygde lengdebegrensning siden kabelen må trykksettes fra land og representerer en fare for begrensede utslipp av kabelolje ved skader. Masseimpregnert kabel er også papirisolert men papiret er impregnert med en lite viskøs olje som ikke metter papirer og har derfor ikke noen lengdebegrensning. Den er også lite forurensende dersom kabelen skulle skades.



Figur 4 – 1 Likestrøms papir-massekabel (kilde Nexans)

Nylig har det blitt utviklet kabler med ekstrudert plastisolasjon for lavere likespenninger. Disse kan foreløpig ikke benyttes med klassisk HVDC teknologi da spenningen her veksler polaritet ved vending av effektretning. En slik veksling fører til for store påkjenninger på isolasjonen da de før nevnte romladningene da blir omfordelt. Disse kablene utvikles stadig videre og tas langsomt i bruk på nye områder. De har imidlertid ikke nådd samme utviklingstrinn som PEX vekselstrømskabler og vurderes ikke som modne for bruk i et nært forestående prosjekt.

Kabeltrase og Installasjon

Det er i prinsippet liten forskjell på like- og vekselstrømskabler når det gjelder disse forholdene men detaljløsninger er selvfølgelig avhengig av kabelvekt og dimensjon. Likestrømsforbindelsen består også av bare to kabler og kabelgrøfter og korridorer blir derfor smalere.

5 MILJØASPEKTER VED KABELANLEGG

5.1 Elektromagnetiske påvirkninger

Elektromagnetiske felt, vekselstrøm

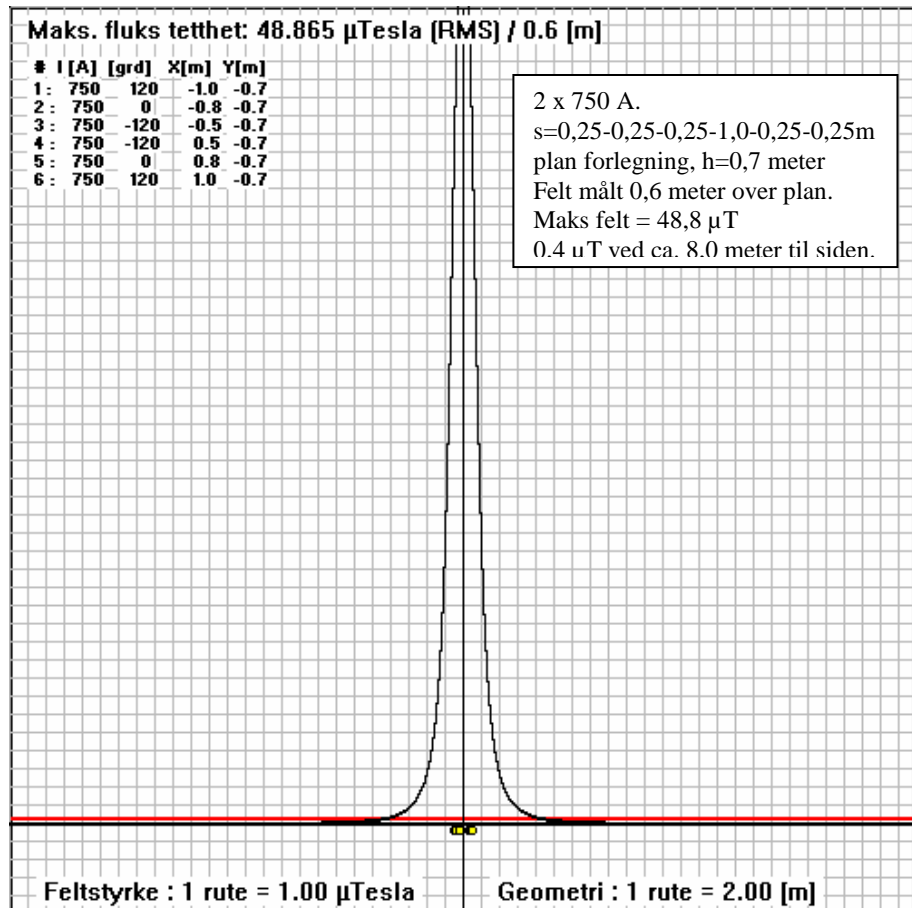
Statens strålevern utgav i 2005 en egen "Forvaltningsstrategi om magnetfelt og helse ved høyspentanlegg. Se www.nrpa.no. I denne strategien anbefales det en utredningsgrense for magnetfelt på 0,4 mikroTesla. Det vil i korthet si at man ved planlegging av kraftledninger eller bebyggelse skal kartlegge om boliger, skoler eller barnehager kan få magnetfelt eksponering på over 0,4 mikroTesla ved gjennomsnittlig strømbelastning av ledningsanlegget. Det skal i så fall vurderes hvor stor konflikten er og om det er mulig å redusere feltene for eksempel ved en annen lokalisering av anlegget. Helsevirkninger av langsomt varierende kraftfrekvente (50 Hz) magnetiske felt er nærmere omhandlet i rapporten fra Hardanger prosjektet. Detaljstudien bør tilstrebe løsninger som holder midlere feltstyrke under 0,4 micro Tesla (μT) i områder der folk bor eller oppholder seg. Problematikken anses ikke relevant for vekselstrøms sjøkabler. Magnetfelt ved likestrøms jord- og sjøkabler er ikke vurdert som problematiske. Magnetfeltene som omgir et kabelanlegg er avhengig av strømstyrke og forlegningsmåte (geometri) og må derfor vurderes separat for hvert enkel forbindelse.

Magnetfelt,

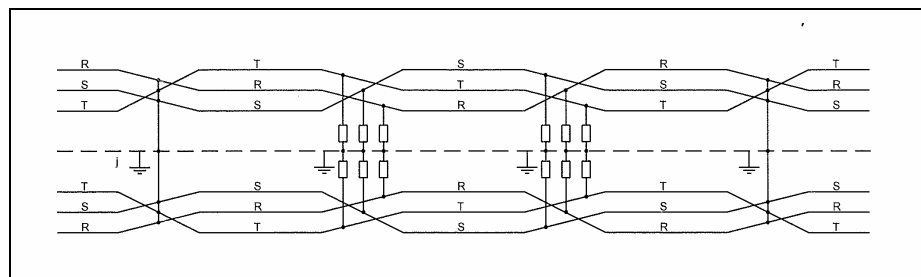
Magnetfeltene som omgir et kabelanlegg er i hovedsak avhengig av (flat forlegning) strømstyrke og forlegningsmåte (geometri). Ved skjerm/blykappe som er jordet i begge ender vil det bli induert en strøm i denne som vil svekke magnetfeltet. Slik utførelse vil imidlertid føre til større tap og nedsetter den termiske overføringsevne. Vi har her valgt en kabel- dimensjon som medfører et forlegningssystem med 2 x 3 kabler, plan forlegning $cc=0,25$ m, med krysskoblet kappe. Dermed blir det ikke induert nevneverdig strøm i blykappen og magnetfeltet blir heller ikke svekket. Det kan være en diskusjon om hvor høyt over terrenget feltet skal beregnes. Vi legger til grunn at magnetfeltene beregnes på et plan 0,6 m over bakken. Statnett har beregnet at gjennomsnittlig last over året på denne forbindelsen vil være ca 500 MW i stadium 2012. Lasten vil imidlertid variere betydelig over året. For å ha god margin, har vi foretatt beregninger av magnetfeltene ved en last på kablene på 1000 MW, tilsvarende en overføring på ca 2 x 750 Ampere. Resultatet finnes i figur 5-1.

Belastningen 2 x 750 Ampere gir maksimal feltstyrke over kablene på ca 50 mikroTesla. Magnetfeltene avtar raskt til siden, og vil være 0,4 mikroTesla ca 8 m til siden for kabelgrøftens senter.

Forutsetningene for dette er at faserekkefølge og revolving av blykappe utføres som på figur 5-2. Så fremt kartene er riktige ligger ingen boliger, skoler eller barnehager så nærme de skisserte kabeltrasene.



Figur 5 - 1 Magnetisk feltfordeling jordkabelanlegg ved 1000 MW overføring



Figur 5-2 Prinsipp for krysskobling av blykappe.

Kortslutning

For kabelanlegget med den aktuelle forlegningsmåte er det lite tenkelig at en får kortslutning fase-fase. Med direkte jordet 0-punkt vil en få en 1-polet transient jordslutningsstrøm på maksimum 24 kA. Både kappe og jordledning er dimensjonert for å tåle dette i min. 1 sek. En slik jordslutningsstrøm kan skape problem for svakstrømsanlegg i området og en må regne med å dekke kostnader med tiltak i telenettet. Disse kostnader er ikke medregnet i overslaget.

Magnetfelt, DC kabel

Magnetfelt fra en DC kabel kan påvirke konvensjonelle kompass på grunt vann. I tillegg kommer forhold som korrosjons på rørinstallasjoner og andre virkninger av vagabonderende strømmer som velger letteste returvei i korte perioder ved fell på kabel.

Helsemessige påvirkninger fra magnetfelt fra DC kabler har blitt studert uten at negative virkninger er blitt påvist.

Klorutvikling

Negative miljøpåvirkninger på grunn av klorutvikling ved elektroder har vært debattert uten at en har kommet fram til klare konklusjoner. Klorutvikling vil ikke forekomme under normal drift en bipolar likestrømsforbindelse. Kun ved feil på den ene polen, vil slik klorutvikling ved elektrodene skje siden sjøen da blir benyttet som returleder.

5.2

Visuelle og bruksmessige påvirkninger

Visuell virkning

Som nevnt før må jordkabler legges i grøfter og være tilgjengelig fra vei. Dette vil normalt gi marginale visuelle virkninger i kulturlandskap men kan gi store påvirkninger i skogs- og fjellandskap. Virkningene under installasjonene og reparasjon er større enn under normal drift. Der kabelgrøftene krysser kulturminner kan det føre til konflikter.

Foto 5 - 1 viser hvordan en slik kabeltrasse kan ta seg ut i installasjonsfasen:



Foto 5 - 1 Kabeltrase Ormen Lange Arealbredde 20 m inklusive vei og massedeponi (Foto Statnett)

Punktinstallasjoner

Reaktoranlegg og muffeanlegg vil være dominerende og delvis støyende punktinstallasjoner. Visualiseringer i Figur 5-3 nedenfor viser et tenkt innendørs reaktoranlegg plassert inn i terreng ved Norheimsund (Hardangerporsjektet).



Figur 5-3 Visualisering av mulig kompenseringanlegg (kilde Statnett)

Sjøkabler	Installasjonsfasen, spesielt dersom en må grave eller fylle inn masse, kan føre til opprøring av bunnsedimenter. Under normal drift er det bortsett fra bruksrestriksjonene, få andre miljømessige konsekvenser av kablene.
Restriksjoner	Kablene vil i hele traselengden både i sjø og på land gi relativt store restriksjoner i bruk av områdene. I sjø gjelder det fiskeri, oppdrett og ankring. På land gjelder det utbygging av industri, boliger og veier samt begrensninger i jordbruk. Disse ulempene kan forsterkes ved at kablene normalt må legges i kulturlandskap.
Laksefiske	Både i Hyen og i Bjørkedalen kan installasjon komme i konflikt med viktige laksevassdrag.

6 PROSJEKTSPECIFIKKE VURDERINGER

6.1 Innledning

Teknologi	Som nevnt tidligere er en klassisk likestrømsløsning det eneste alternativet som i dag er aktuelt for et konkret kabelprosjekt som skal overføre mer enn 1 000 MW på en så lang strekning som Ørskog Fardal. I forhold til vekselstrømsløsninger vil besparelser i tap, antall kabler (2 mot 6) og kompenseringanlegg langt overgå ekstrakostnadene for omformeranleggene. De øvrige strekningene utredes med vekselstrømsteknologi siden kabelbesparelsen ikke overskrider kostnadene for omformeranleggene som kreves ved likestrøm.
Traseforslag	Traseforslagene baserer seg på studier av digitale rasterkopier av geografiske kart i økonomisk kartverks serie samt sjøkart utarbeidet av Statens kartverk, Sjø. For trasedetaljer målt fra sjøkart benyttes i stor grad betegnelsen nautisk mil (nm) som er lik 1,852 km.
Befaringer	På bakgrunn av forutgående kartstudier ble alle aktuelle landtaksområder befart i terrenget, men det ble ikke foretatt undersjøiske- eller geotekniske undersøkelser.

Det er ikke utført noen konsekvensutredninger og miljøpåvirkninger er bare beskrevet på rent prinsipielt grunnlag. Alle traseforslag er derfor enkle mulighetsskisser. De foreslåtte traseer bygger på en kombinasjon av terrengmessige vurderinger av traseen med hensyn på sikker, og kostnadsoptimal drift og installasjon. I tillegg har vi lagt inn vurderinger som søker å begrense de visuelle virkningene siden kabelalternativene stort sett er brakt på banen som en reaksjon på luftledningers visuelle dominans.

Sjøbunn

Det må igjen presiseres at hele forslaget baserer seg på regulære sjøkart som med grove koter antydninger av bunnforhold og som derfor mangler essensiell informasjon. Forslaget er derved en ren skisse som kan gi en teoretisk minstepris for prosjektet. Endelige undersøkelser kan vise at prosjektet er mye mer komplisert eller i verste fall ugjennomførbart. Dersom en går videre med prosjektet må en foreta endelig oppmåling ved hjelp av sidestrålende ekkolodd og video opptak, gjerne fra en fjernstyrt undervannsbåt.

Sjøbunnen langs fjordene er rimelig slak og jevn og vil sannsynligvis egne seg for kabelinstallasjon. Maksimal dybde i Sognefjorden er ca 1 300 m men HVDC kabelinstallasjon på slike dyp er under utførelse mellom Italia og Sardinia. Helling ned utover fjorden til endelig dybde er stort sett moderat så lenge en starter i fjordbunnen. Dette er mulig ved de fleste landtak mens en ved Fardal og i Sætervika møter større utfordringer dog ikke ekstreme.

Forholdene langs kysten er imidlertid svært uryddig, relativt grunt men mye opp og ned. Dette kan gi de før nevnte heng og bratte partier som kan være vanskelig å forsere. Slike lokale vansker lar seg bare avdekke etter en grundig oppmåling.

Kompensering

Behovet for reaktiv kompensering er vurdert summarisk ved å anta at en må kompensere ca 90 % av generert reaktiv effekt (beregnet ved 400 kV driftsspenning). Som grunnlag for beregning er det benyttet oppgaver fra leverandør av Ormen Lange kabelen (Nexans) som oppgir en reaktiv produksjon på denne type kabel til å være 14,7 A per km noe som tilsvarer ca. 10 MVar pr. km. for hvert kabelsett. Halvparten av den reaktive produksjonen kompenseres i hver ende. Det er gjort skjønnsmessige vurderinger av hvor reaktorbyggene skal plasseres og hvorvidt de av plass eller miljømessige årsaker må plasseres i friluft eller innendørs. Mulige detaljarrangement av friluft- og GIS anlegg er skissert i Hardangerfjord rapporten. Vi har derfor bare illustrert mulig arealbeslag på kart.

Miljøstudier

Dersom et prosjektet videreføres må det foretas full konsekvensutredning der virkninger på natur og kulturverdier utredes. Under hvert alternativ har vi summert opp noen spørsmålsstillinger som vi har notert under befaringen.

Beskrivelse

Siden en i Ørskog - Leivdal alternativet på strekningen Leivdal – Kilspollen, får de mest krevende anleggstekniske utfordringene har vi valgt å beskrive dette alternativet først, de andre alternativene vil deretter bli beskrevet mer summarisk. Sjø- og landkart med inntegnet traseforslag og stasjonsplassering er samlet i henholdsvis Vedlegg 1 og 2.

6.2 Alternativ 3A – Vekselstrømskabel Ørskog – Leivdal

Strekninger Kilsfjorden – Leivdal er installasjonsmessig meget krevende og de foreslåtte løsningene er relativt dristige. Løsningen må derfor verifiseres i en detaljstudie dersom en ønsker å utrede prosjektet videre.

Prosjektet er krevende av følgende grunner.

- I store deler av Stigedalen har en funnet det meget vanskelig å legge kabelen i ordinær grøft og a. sterkt skrånende og kuppert terreng med mye snauffjell. En har blitt stående ved å føre kabelen på betongkanaler ved siden av riksveg E 39. (Se også figur 3 -3).
- Bebyggelse, skredfare, og plassbegrensning langs Kilspollen, Nestevatnet, Mevatnet og Bjørkedalsvatnet gjør at en vanskelig kan føre fram et ordinært kabelanlegg langs vannkanten. Det er i stedet foreslått å legge sjøkabel i selve vannene.

6.2.1 Kabeltrase Leivdal – Øyra (Sørenden av Bjørkedalsvatnet)

Storsætervatn

Foreslått trase er vist på kartutsnitt tegn. B-13593, B-13594 og B-13595. Fra et punkt ved Leivdal transformatorstasjon (Foto 6-6) legges ca. 1 400 m. jordkabel i vanlig grøft fram til Storsetervatn. Av hensyn til bebyggelsen har en funnet det riktig å legge kablene i Storsetervatnet ca. 350 m beskyttet med PVC-rør. Herfra føres kablene i kabelkanal langs veg 420 m og deretter i vanlig grøft 300 m omtrent fram til utløpsosen av Storsætervatn.

Almflotvatnet

Mellom Storsætervatnet og Almflotvatnet legges kabelen i ventilert betongkanal langs vegen 1 320 m. På en 255 m lang strekning i øvre enden av Almklovvatnet kan kabelen legges i vanlig grøft før den igjen må føres i kabelkanal langs vegen 4 670 m, forbi Stigedalsvatnet gjennom Stigedalen og ned til de øverste gårdene i Bjørkedal.

Bjørkedal

På siste strekningen ned til Bjørkedalsvatnet legges kabelen i normal grøft og føres delvis langs vegen og delvis langs elven ned til utløpsosen ved Bjørkedalsvatnet. Samlet traselengde for denne strekningen er ca. 1 300 m. På en mindre strekning (ca 100 m.) vil kabelen krysse et sandtak og det må regnes med noe terrengbearbeiding før selve grøften kan utgraves.



Foto 6-1. E39 i Stigedalen (foto Jøsok).

Samlet traselengde mellom Leivdal og Bjørkedalsvatnet:

- Kabel i vanlig grøft 3 245 m
- Kabel lagt i PVC-rør og forlagt i vann: 352 m
- Kabel i betongkanal. 6 410 m
- Antall skjøter. 32 sett

Forutsetning

Ved beregning av lengder er det målt horisontalavstand elektronisk lengdeberegning på kartene og det er tillagt følgende for horisontalt og vertikalt avvik:

Kabel i vanlig grøft: + 4%

Kabel i vann + 5%

Kabelkanal + 2%

6.2.2

Strekningen Bjørkedalsvatn - Kilstraumen

Det er her forutsatt nyttet en sjøkabel med samme spesifikasjoner som den ordinære sjøkabelen som er spesifisert i kapittel 3.1, men det er forutsett bare ett lag armering .

Beregnet vekt pr m: ca. 60 kg i luft og ca. 40 kg i ferskvann

Ytre diameter: 154 mm

Samlet kabellengde pr. fase 9 350 m. inkl. 3% tillegg til horisontal avstand. Transportvekt pr. fase blir dermed 570 tonn. Hver fase bør produseres i en lengde, om nødvendig med fabrikkskjøt. Kablen skal legges i Kilspollen, Nestavatnet, Mevatnet og Bjørkedalsvatnet. Kilspollen ligger på kote 0 men utløpet er grunnt og smalt og er

dessuten sperret for innseiling av en vegbro (Se foto 6-2). Vi har ikke oppgave over bunnforholdene i Kilspollen, Nestavatnet eller Mevatnet, men ut fra landskapsformene antar vi at disse vatna er relativt grunne. Derimot har vi oppgave over bunnforholdene på Bjørkedalsvatnet. Størst dybde er her oppgitt til 123 m. og bunnprofilen er ujevnt. En kan heller ikke legge kablene i rett linje fra strandkant til strandkant dersom en vil unngå de mest kupperte bunnforholdene. (Se kart tegn. B-13596) Siden vatna ikke har adkomst med kabelskip, byr utlegging av kablene på store tekniske utfordringer og må karakteriseres som et pionerarbeid. En mulig metode for utlegging av kablene er beskrevet nedenfor.

Mellom vatna må kabelen legges i kabelgrøft. På grunn av større stivhet, tyngde og det faktum at det er vanskelig å unngå at det blir et betydelig strekk i kabelen under utlegging må det imidlertid stilles strengere krav til retthet, horisontal- og vertikal krummingsradius enn for normal jordkabel.

I øvre enden av Mevatnet vil kabelgrøften krysse riksvegen. Ved vurdering av forholdene på stedet, er en kommet til at det må slås en kort tunnel under vegen (ca. 25 m.) som sannsynligvis må utstøpes som en kulvert i hele tunnelens lengde.

Transport

På grunn av de store kabeltromler stilles det store krav til kaiplass, lagringsplass, krankapasitet og transportutstyr. Mellom Leivdal og Bjørkedalsvatnet trenges ca. 102 kabeltromler som til sammen ville trenge en lagringsplass på 1300 – 1500 m² dersom den var ideelt utformet. Hertil kommer plass for kran og kjøretøyoppstilling slik at arealbehovet blir ca. 2000 m². I Nordfjordeid er det brukbar kai for lossing, men en må regne med at kabeltromlene må kjøres bort fra kaien for mellomlagring, selv om leveransen skjer i 2 eller flere partier. Transport kan skje på 32 tonn`s maskintilhenger, men høyden blir da 0,9 +4,5 =5,4 m. For å komme frem med slike transportkolli må det regnes med at enkelte ledningskryssinger over veger må ombygges. Samlet transportmengde blir som følger:

	Leivdal- Bjørkedalsvatnet
Kabeltromler	2.900 tonn
Returtransport tromler	500 tonn
Omfillingssand	8.000 tonn
Ferdigbetong (fundamenter)	1.400 tonn
Betongkanaler	5.000 tonn
Diverse	100 tonn
Samlet transportmengde	17.900 tonn

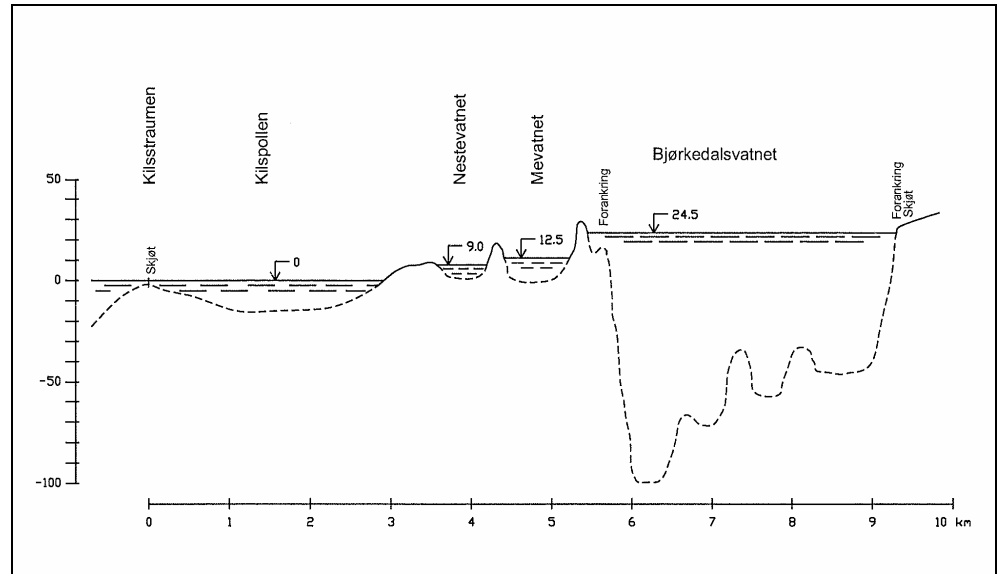
Forlegning i kanal

I vegskråningen støpes fundamenter med 10 m. avstand som bærer oppe selve kabelkanalen. Vi tror at samtlige fundamenter kan plasseres på fjell og forankres til fjellet ved hjelp av fjellbolter. Betongkanalene uten lokk vil veie ca. 5 tonn og må monteres ved hjelp av mobilkran. Betonglokkene monteres til slutt etter at kablene er montert.

Kablene uttrekkes etter samme prosedyre som for installasjon i grøft men hvert kabelsett opplegges i tett trekant. For å få tilstrekkelig kjøling, innstøpes ventiler i kabelkanalen slik at det blir tilstrekkelig luftgjennomstrømming. Alternativt kan kabelkanalene fylles med sand, men dette øker vekten betydelig og vil påvirke dimensjoner og pris. Vi regner imidlertid inn at det innstøpes et brannsikkert skott for hver 20 m. for å hindre spredning av et eventuelt branntilløp.

Installasjon i innsjø

Det vises til kart, Vedlegg 2, tegn. B-13591, B-13592, B-13593 og til dybdekart for Bjørkedalsvatnet tegn. B-13596. Dessuten vises til profil figur 6-1 nedenfor.



Figur 6 – 1 Profil.

Installasjonen kan tenkes utført på følgende måte:

Grøfter klargjøres og kabelruller og trekkemaskiner plasseres i disse. I øvre Bjørkedal plasseres en sporhjuls vinsj med trekraft min. 12 tonn. Samlet trekraft for å trekke ut en kabellengde er beregnet til ca. 15 tonn. Fra vinsjen utlegges en flettet flyteline med bruddlast min. 20 tonn helt ned til Kilsstraumen.dvs. min. 9.500 m. Dessuten må det skaffes til veie flottører med samlet oppdrift ca 700 – 750 tonn, 1 flåte med 5 tonns kabeltrekkeutstyr, 2 stk svingbare trustere, utstyr for GPS- navigering mm. Dessuten trenges en rekke kabelruller, kabeltrekkemaskiner med synkronisering, småbåter, dykkere, tauverk, noen mindre vinsjer, blokker etc.

Selve utleggingen kan foregå på den måten at kabelskipet anker opp i fjorden like utenfor broen over Kilsstraumen. Kabelen trekkes ut og holdes flytende på sjø og vann til enden kommer opp til beregnet skjøtested i søndre vannkant av Bjørkedalsvannet.



Foto 6 – 2 Kilsstraumen bru (foto Jøsok).

Nedsenkingen av kabelen skjer fra søndre ende av Bjørkedalsvatnet og nedover. Det må trekkes opp nødvendig overskudd fra kabelskipet og nedsenkingen må skje kontrollert ved hjelp av utstyret på flåten.

Dersom dybden i de andre vatna ikke overstiger 15 – 20 m. kan nedsenkingen her skje ved hjelp av froskemenn og posisjonering ved hjelp av små slepebåter. Vi antar at det vil medgå ca. 10 arbeidsdager pr. fase. Hertil kommer tilrigging og frakt fra kabel leverandør slik at hele operasjonen med 6 faser tar minimum 15 uker.

I tillegg til dette kommer utlegging av optisk fiberkabel. Denne vil imidlertid ikke veie mer enn ca. 1 kg/m. Den kan leveres på trommel, transporteres med bil og utlegges i 2 eller 3 lengder med lettere utstyr.

6.2.3

Landtak Ørskog

Sjøkabel Skråvika - Kilspollen

Beste landtakspunkt for overgang mellom land- og sjøkabelanlegg ble funnet på sydsiden av Ørskogvika, ca 100m vest for friluftsområdet i Skråvika.



Foto 6-3 Skråvika (foto Skagerak Nett)

Trasebeskrivelse

En sjøkabeltrase sydvestover i dyprenna i Storfjorden vil gradvis gå ned mot 600m dybde før den på høyde med Sveaskallen starter en jevn oppstigning til ca 400m. Denne dybden holder seg tilnærmet konstant forbi innløpene til Sykkylvsfjorden og Hjørundfjorden.

Ved overgangen til Vartdalsfjorden ved Hjørungneset reduseres trasedybden til ca 300m og varierer deretter ned mot 350m til traseen nærmer seg Yksnøy og et trangere og litt grunnere farvann. Traseen dreier så mot sydøst inn Voldsfjorden hvor dybden raskt går mot 700m.

Ved innløpet til Voldsfjorden er det dumpfelt for ammunisjon og kondemnerte fartøyer, men det bør være plass til en sjøkabeltrase på østsiden av dumpfeltet. På høyde med Espedalsneset reduseres trasedybden gradvis til den på høyde med Fureneset er ca 300m. Herfra er det to trasemuligheter, videre sydøstover in Austefjorden til landtak i Sætervika (Alternativ 3b under) eller sydvestover inn Kilsfjorden mot Straumshamn og vassdraget sydover bestående av Kilspollen, Nedstevatnet, Medvatnet og det store Bjørkedalsvatnet.

På denne strekningen krysser traseen iflg sjøkartet 9 sjøkabelanlegg.

6.2.4

Jordkabel Ørskog – Skråvika

Fra landtaket for sjøkabel legges jordkabel i normal grøft helt fram til Ørskog transformatorstasjon. Kabelkonstruksjon forlegningsmåte, metode, krysskobling av kappe og magnetisk feltfordeling blir som beskrevet for jordkabelanlegg i normal grøft.

Hovedtrase

Det forutsettes at sjøkablene føres i land ca. 150 m vestenfor bekkeutløpet i Skråvika for derved å komme i rimelig avstand fra badeplassen. Herfra føres jordkabeltraseen rett opp under Skråvik-hammaren og videre østover platået og føres langs skogsvegen over høydedraget nord for langhaugen. Den legges videre gjennom

skogsmark mot øst til den kommer ned på innmarka. Herfra føres den videre langs eksisterende 132 kV-ledning og skogsveg helt fram til Giskemo transformatorstasjon. Kabeltraseen føres forbi Giskemo transformatorstasjon på sørsiden og fram til Ørskog transformatorstasjon.

Mulige konfliktobjekter Nærheten til badeplass og campingplass ved Skråvika og "Den Trondhjemske Postveg" kan fremstilles som mulige konfliktområder. Skal prosjektet gjennomføres må det vises varsomhet til disse objekter med transport av sand og maskiner.

Horisontal grøftlengde er målt til 3.540 m.

Nødvendig kabellengde: 6x 3.680 m og 6 sett skjøter.

Alternativ trase

Det er også vurdert en annen løsning der sjøkablene føres i land på Kligardsfjæra like østenfor Amdamneset. Jordkabeltraseen vil i så fall bli ført opp langs bekken i Adalen, vest om Einehaugen og føres videre langs bekken og riksvegen til Nedre Vold. Der krysses riksvegen og traseen legges i østkanten av myrdraget til den faller sammen med hovedalternativet. Etter en total vurdering av kostnader og miljøinngrep er en kommet til at dette alternativet ikke kan bli aktuelt uten at det avdekkes uforutsette problemer med hovedalternativet

Transport

For hovedalternativet er det anslått følgende transportmengder:

	Skråvika- Ørskog
Kabeltromler 36 stk.	1.000 tonn
Returtransport tromler	180 tonn
Omfyllingssand	2.800 tonn
Ferdigbetong (ved skjøter)	70 tonn
Diverse	50 tonn
Samlet transportmengde	4.100 tonn

For mellomlagring av kabeltromler trenges et areal på ca. 800 m².

6.2.5

Landtak og kompenseringssanlegg Skråvika / Ørskog

Plassering

Normalt vil en legge kompenseringssanlegget for en så lang sjøkabel så nær landtaket som mulig. Plassering i Skråvika vil imidlertid bli dominerende i et mye brukt friluftsområde og siden jordkabelen opp til Ørskog transformatorstasjon (Foto 6-4) er relativt kort har vi antatt at kompenseringssanlegget kan legges i tilknytning til denne som et utendørsanlegg.

Denne vurderingen må etterprøves i en eventuell detaljutredning. Det antas at det må benyttes 4 reaktorer hver med en ytelse på 200 MVAR. Det enkleste ville være å plassere reaktorene på rekke litt opp i høyden vest for stasjonen. En plassering øst for stasjonen vil komme mer i konflikt med luftlinjer fra øst men kunne være mulig ved å plassere reaktorene i en firkant i stedet for på langs.



Foto 6 – 4 Ørskog Transformatorstasjon (foto Multiconsult)

En skissemessig indikasjon på plassering er antydnet i Vedlegg 2, Blad V2-7.

6.2.6

Landtak og kompenseringanlegg Kilspollen

Kabelen fra Skråvika og videre til Leivdal er så lang at en må etablere et kompenseringanlegg umiddelbart etter at en har nådd land i Bjørke. Vi har tatt utgangspunkt i at vi må installere fire reaktorer hver med en ytelse på 250 MVar her. Grunnen til at anlegget er større enn i Ørskog er at en må kompensere for effekt fra kabelen videre til Leivdal. Det vil være fysisk mulig å plassere disse på sletta rett sydvest for brua over utløpet av Kilsstraumen.

Et friluftsanlegg her ville være visuelt meget dominerende og beslaglegge jordbruksjord så vi har antatt at det er nødvendig med et GIS anlegg her selv om også det vil være ruvende. Nødvendige støyskjermingsforanstaltninger må også foretas. Vedlegg 2, Blad V2-8 viser en skisseløsning for plassering av kompenseringanlegget.

Ut fra foto 6 - 5 synes det også som om det har kommet opp bebyggelse i dette området etter at økonomisk kartverk er ferdigstilt noe som ytterligere vil framtvinge et GIS anlegg samt nødvendiggjøre riving av bebyggelse. Dette kan være meget kontroversielt og en alternativ mulighet ville være å etablere kompenseringanlegget lenger oppe i Bjørkedalen med dette vil øke reaktorbehovet og mulighetene for dette må verifiseres gjennom en systemstudie.



*Foto 6-5 Mulig område for plassering av kompenseringsanlegg
Kilspollen (foto Jøsok)*

6.2.7

Kompenseringsanlegg Leivdal

Kompenseringsanlegget på Leivdal vil det være naturlig å legge som et friluftsanlegg i tilknytning til transformatorstasjonen. En skisseløsning for plassering av 2x100 MVAR transformatorer er antydnet på kart i Vedlegg 2, blad V2 - 9



Foto 6 - 6. Leivdal Transformatorstasjon (Foto Jøsok).

6.2.8 *Miljømessig oppsummering*

- Ørskog – Skråvika Jordkabelen mellom Ørskog og Skråvika vil delvis gå gjennom jordbruksområder og delvis forringe benyttelsen av disse. I tillegg vil tilrettelegging av trase og nødvendige veier være merkbar i skogs- og friluftsterrenget ut mot Skråvika. Selv om traseen ikke er undersøkt med hensyn til kulturminner etc. er det klart at den vil berøre området kloss opp til "gamle postvei" og badeplassen i Skråvika. Dersom kompenseringssanlegget legges ved Ørskog transformatorstasjon vil inngrepene bli mindre dominerende.
- Skråvika – Kilspollen Miljøkonsekvenser vil i stor grad dreie seg om bruksbegrensninger med hensyn til fiske, havbruk og båtliv. Kilspollen er munningen av en rik lakseelv og påvirkninger på laksefiske må vurderes nøye. Reaktor anlegget må plasseres så diskret som mulig og vi har på grunn av bebyggelsen i området foreslått et innedørsanlegg.
- Kilspollen – Bjørke Selv om kabelen ikke legges i elvestrekningene vil den ha tett kontakt med lakseelven og stor forsiktighet må utvises. Det samme gjelder de strekningene der kabelen legges i innsjøer oppover dalen.
- Bjørke – Leivdal Bortsett fra strekningen nærmest Bjørkedalsvannet der en krysser jordbruksland vil kabelen stort sett følge vegen og derved "skjules" av eksisterende inngrep selv om kabelkanalen enkelte steder vil være visuelt merkbar. Reaktor anlegget i Leivdal vil legges i tilknytning til eksisterende transformatorstasjon og derved bli "kamouflert".

6.3 **Alternativ 3B – Vekselstrømskabel Ørskog – Sætervika**

6.3.1 *Jord- og sjøkabel Ørskog – Sætervika*

Traseen for dette alternativet er identisk med alternativ 3 A fra Ørskog opp til Furuneset i Voldafjorden. På høyde med Fureneset dreier alternativ 3 B, videre sydøstover in Austefjorden til landtak i Sætervika.

Bruk av landtaks punktet i Sætervika vil gi en noe kortere sjøkabel og enkel mulighet for en noe skjermet luftledningstilknytning og kommer ikke i konflikt med kjent infrastruktur på stedet. Området virker stabilt men må vurderes av geolog også undersøkt for å vurdere rasfare.

Som nevnt før angir sjøkartene slamdekket havbunn, dette muliggjør nedspyling av kablene som beskyttelse. I strandsonene må det forventes steinpartier som må bearbeides maskinelt ved etablering av ilandføringsgrøfter.

Traselengde sjøkabel Skråvika – Sætervika måles på sjøkart til ca 43 nautiske mil tilsvarende ca 80 km.

6.3.2 *Landtak og kompenseringssanlegg Skråvika / Ørskog*

Disse vil være tilnærmet identisk med de anleggene som er beskrevet under alternativ 3 A.

6.3.3

Landtak og kompenseringssanlegg Sætervika

Direkte tilknytning

I dette alternativet må kabelen tilknyttes en luftledning. Området rundt Sætervika er relativt bratt (Foto 6-7)



Foto 6-7 Mulig ilandføring Sætervika (foto Multiconsult)

men framkommelig opp til en liten slette rett ved riksveien (Foto 6-8). Sletten er litt liten til å gi plass til både et utendørsanlegg og reaktoranlegg men dersom en velger et GIS- anlegg burde det være tilstrekkelig plass. Siden kompensatoranlegget blir liggende så nær landtaket foreslår vi at sjøkabelen forlenges opp til dette og det blir da ikke nødvendig verken med skjøt eller muffeanlegg i strandsonen. Kart Vedlegg 2, blad V2-10 indikerer en mulig plassering av reaktoranlegget for 4x200 MVA reaktorer. Fra denne sletten skulle det være mulig å komme opp på fjellet via en ikke for dominerende luftledning.



*Foto 6-8, Mulig lokalisering av kompenseringsanlegg Sætervika
(foto Multiconsult)*

6.3.4 Miljømessig oppsummering

Ørskog – Sætervika Konsekvensene på denne strekningen er oppsummert under alternativ 3 A ovenfor.

Sætervika Det foreslåtte landtaket ligger litt avskjermet og det samme gjelder området for reaktoranlegget og ledningstilkobling.

6.4 Alternativ 2 – Vekselstrømskabel Hyen – Lote

6.4.1 Sjøkabel Hyen - Lote

Forstudier på sjøkartet tydet på at både Hundviksområdet og Loteområdet hadde dybdekurver som lå til rette for landtakspunkt.

Etter befaring i Hundvik ble det klart at forholdene på land der var lite egnet mens det ved Lote kan velges mellom flere alternative utforminger av landtak. Der kan sjøkabelanlegget enten avsluttes nær sjøkant eller føres noe lenger opp i terrenget bak bebyggelse.

Bunnforholdene utenfor Lote er iflg sjøkartet leire og sand så nedspyling av kablene i gruntvannsområdet er fullt mulig inn dit hvor ilandføringsgrøftene opparbeides.

Ut fra Lote vil en sjøkabeltrase mot sydvest falle jevnt nedover til drøye 300m midt i Hundvikfjorden før trasedybden ved innløpet til Hyenfjorden gradvis avtar til i underkant av 200m. Videre sydover i fjorden reduseres dybden jevnt til til den ut for Holmen er ca 70m.

Det er mulig å føre traseen videre sydover gjennom sundet mellom Straumsholmen og Åreneset og forbi båtbyggeriene til et landtak vest i Vika.

I gruntvannsområdet syd for sundet må plassering av traseen ta hensyn til ankringsområdet utenfor båtbyggeriene. Sjøkartet angir i dette området bunnforhold med fin sand og det vil være mulig å spyle kablene ned til forsvarlig dybde.

Traselengde sjøkabel Lote – Hyen/Vika måles på sjøkartet til ca 10 nautiske mil tilsvarende ca 19km.

På denne strekningen krysser traseen iflg sjøkartet 5 sjøkabelanlegg.

Hyenfjorden er rasutsatt og geotekniske undersøkelser er nødvendig dersom prosjektet forfølges videre.

6.4.2

Landtak og kompenseringsanlegg Lote

Som nevnt ovenfor finner vi etter den relativt overfladiske gjennomgangen Loteområdet mer egnet til ilandføring. Siden kabelen skal knyttes til en luftledning vil det være naturlig å trekkes et kombinert kompenseringsanlegg og muffeanlegg litt opp i lia bak bebyggelsen (foto 6-9).



*Foto 6-9 Jordkabel og kompensering Lote
(foto Multiconsult)*

Kart i Vedlegg 2, blad V2 - 11 viser en mulig plassering av et utendørs kompenseringsanlegg med ytelse 2x100 MVar samt en mulig jordkabel trase opp til dette.

6.4.3

Landtak og kompenseringanlegg Hyen

I Hyen må kabelen tilknyttes en luftledning videre sørover. Statnett har vurdert en framføring som ender på morenen i fjordbunnen (Foto 6-10) sør for sentrum.



Foto 6-10 Opprinnelig foreslått ilandføring (foto Multiconsult)

En avslutning av kabelen her vil være mulig med etter diskusjon med Statnett var det enighet om at de visuelle virkningene av tilførselsledningen ville bli mindre dersom en valgte en avslutning sør for Å (foto 6-11) og denne plassering er skissert på kart, vedlegg 2, blad V2 -12 her utrustet med 2x100MVA reaktorer.

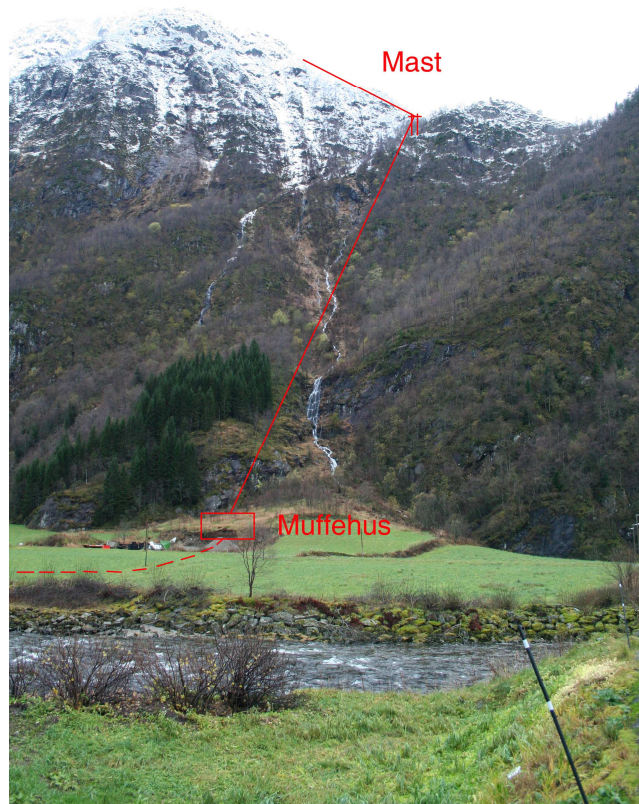


Foto 6-11 Mulig lokalisering av kompenseringsanlegg
(foto Jøsok)

6.4.4

Miljømessig oppsummering

For dette alternativet gjelder stort sett samme forhold som for de før nevnte alternativene. Også her vil laksevassdrag bli berørt og siden kabelen skal tilknyttes en luftledning i bebodde strøk er de visuelle virkningene viktige. Kompenseringsanlegget må legges slik at det ikke fører til utålig støyforurensning eller dominerer for mye i landskapet.

6.5

Alternativ 1 – Likestrømskabel Ørskog – Fardal

Traseforslag

Dersom en kan holde en sjøkabeltrase hele veien kan en som nevnt før legge betraktelige lengder lengder på en gang. Dessuten slipper en å berøre bebygde områder og dyrket mark samt flere fjellkrysninger som kan vise seg å være praktisk umulige å gjennomføre. Traseforslaget baserer seg derfor på at en går ut til kysten fra Ørskog runder Stadt og går inn Sognefjorden. Forslaget er tegnet inn på sjøkart som er vedlagt i vedlegg 1. Det må igjen presiseres at hele forslaget baserer seg på regulære sjøkart som mangler essensiell informasjon. Endelige undersøkelser kan vise at prosjektet er mye mer komplisert eller i verste fall ikke gjennomførbart.

6.5.1 *Jord- og sjøkabel Ørskog - Yksnøy*

På sterkningen Ørskog til Yksnøy i Storfjorden er sjøkabeltraseen sammenfallende med trase beskrevet under Ørskog – Bjørkedalen selv om en i dette tilfellet benytter bare to kabler og ikke seks.

6.5.2 *Sjøkabel Yksnøy - Fardal*

Ny trase vestover Rovdefjorden fra Yksnøy til vest av Larsnes går over jevn leirbunn der trasedybden gradvis endres fra ca 500m ved Yksnes til ca 300m midtfjords ved Larsnes. Videre rett vestover må traseen føres gjennom et trangt og urent farvann mellom Åram på fastlandet og øya Voksa. Sjøkartet indikerer vrakfunn i dette området.

På det grunneste er dybden redusert til ca 30m.

Traseen fortsetter mot nordvest mellom øyene Kvamsøy / Riste og Voksa / Sandsøy til den går ut i åpent hav. På denne strekningen har traseen sterk varierende dybder og går mellom en rekke gruntvannsområder med skvalpeskjær. Videre sydvestover rundt Stadtlandet er det mulig å legge en trase på forholdsvis jevn bunn med dybder i området 40-100m. Dette fortsetter sydover vest av Vågsøy og Bremangerlandet men brutt av østvestgående dyprenner ved Sildegapet og nord for Klovningen. Vest av Frøya må traseen legges lenger ut fra land for å gå klar av store områder med grunner men bunntopografien videre sydover i mulig trase er svært ujevn med dybder som varierer fra 10 til 350m. Området er lite gunstig for sjøkabellegging.

Vest av Hovden må traseen ca 6nm ut fra Hovden / Batalden før den i Kinnhavet må ca 10nm vest av Kinn for å finne brukbare bunnforhold, men selv her vil dybdene variere i området 100 – 320m. Traseen fortsetter rett sydover til den gradvis dreier mot sydøst og runder Bulandet inn Buefjorden. I trangere farvann østover mellom Geita og Ospa / Færøy reduseres dybdene til ca 40m før traseen dreier sydøst inn Åfjorden og videre inn Tollesfjorden og Losnosen der dybden gradvis går ned mot 650m.

Nord av Rutletangen fyr møter traseen Sognefjorden og følger denne østover. Sjøkartet indikerer her flat bunn som faller jevnt av til 1 250 m på høyde med innløpet til Risnesfjorden. Videre mot nordøst er bunnforholdene svært jevne og dybden uendret til den på et kortere parti går ned til 1300m ut for Vadheimsfjord. Videre østover går traseen midtfjords der den flate bunnen gradvis stiger ca 1070m der traseen runder Vangsnes. Fra der traseen forlater Sognefjorden på 900m dyp og går inn Sogndalsfjorden stiger bunnen bratt til en terskeldybde på ca 30m ved Fimreite / Nornes før traseen på ca 150m dyp er på høyde med Fardal. På strekningen Ylvesåker – Fardal ligger det til rette for ilandføring av kabelanlegget flere steder alt avhengig av hvor landanlegget plasseres.

Traselengde Ørskog – Fardal anslås til ca 200 nm tilsvarende ca 370km. Lengden vil avhenge av hvor langt til havs en velger å legge traseen for å oppnå brukbar sjøbunstopografi.

I de kystnære områdene krysser traseen et stort antall sjøkabelanlegg.

6.5.3

Omformerstasjon Sjøholt

Som nevnt i kapittel 4.2 krever omformerstasjonene betydelig areal. Stasjonen bør legges nær opp til den eksisterende transformatorstasjonen. Selve omformerelektronikken må plasseres innendørs i en stor ventilhall mens resten av koblingssanlegget kan plasseres i friluft. Rundt stasjonen i Ørskog burde det være mulig å få plassert en omformerstasjon med konvensjonelt utendørsanlegg som vist på kart Vedlegg 2, blad V2-13 uten at den blir for dominerende.

6.5.4

Omformerstasjon Fardal

I Fardal kan en eventuell omformerstasjon legges i lia syd for eksisterende transformatorstasjon Foto 6-12



Foto 6-12 – Fardal (foto Multiconsult)

En mulig plassering er vist på kart, vedlegg 2, blad V2-14.

6.5.5

Miljømessig oppsummering

De miljømessige konsekvensene av kabelen blir i stor grad som oppsummert under vekselstrømsalternativene. Likestrømskabelen vil imidlertid ikke forstyrre lakseelver men vil på den andre siden gå ut i åpne farvann langs store deler av vestlandskysten og eventuelle begrensninger på fiske og havbruk må utredes spesielt nøye.

Omformerstasjonene er store installasjoner og vil spesielt i Fardal bli et betydelig blikkfang som bør behandles landskapsmessig. Dog blir virkningen moderert av at det allerede er etablert store transformatorstasjoner begge steder.

7 KOSTNADER

Kostnadsbase	Kostnadsanslagene som presenteres i dette kapittel bygger på Hardangerprosjektets vurdering av prisnivået primo 2006 for de ulike komponentene. Kostnadsbildet er brutt ned i håndterbare delkomponenter men er ikke detaljpriset. Anslagene bygger på vår prisbase som er bygget opp gjennom en årrekke ved å samle og systematisere tilbudspriser fra utførte prosjekter i et internasjonalt konkurransemiljø.
Budsjettpriser	I tillegg til bruk av den ovenfornevnte prisbasen innhentet vi i forbindelse med Hardangerprosjektet spesielle budsjettpriser fra aktuelle leverandører og sammenlignet med offentlige dokumenter som NVEs kostnadsgrunnlag for vannkraftanlegg.
Konkurransesituasjon	<p>Når det gjelder PEX sjøkabel er konkurransebildet nokså begrenset. For PEX landkabler og oljekabler både for sjø- og land installasjon er det 4 – 6 leverandører på det europeiske markedet med god erfaring fra kabelanlegg med spenning opp til 420 kV.</p> <p>Når det gjelder annet elektrisk utstyr for 420 kV har leverandørsituasjonen stabilisert seg etter en dramatisk restrukturering i 90 årene da det oppsto en overkapasitet i bransjen. Denne restruktureringen førte til at produksjon av komponenter ble flyttet ut av tradisjonelle fabrikkland og prisen sank betydelig. Nå som restruktureringen synes å være fullført er prisene på vei oppover igjen selv om det fremdeles er tilstrekkelig mange leverandører til å gi en akseptabel konkurranse.</p>
Prisutvikling	<p>I tillegg til den prisoppgang som er nevnt ovenfor og som er resultat av stabilisert konkurranse er det sterk oppgang i priser på råvarer. Denne oppgangen i råvarepriser forklares ofte med oppsvinget i kinesisk økonomi.</p> <p>Aktivitetsnivået i norsk anleggsbransje er høyt og dette gir seg utslag i økende priser for bygg og anlegg.</p>
Prisgrunnlag	Spesielt kabelprisene er meget avhengig av råvareprisene og budsjettprisene bygger på kobberpris 5 000 USD/tonn og blypris 900 USD/tonn (begge verdier fra primo 2006). Der omregning har funnet sted fra fremmed valuta har en benyttet følgende vekslingsrater: 1 EUR = 8 NOK og 1 USD = 6,6 NOK
Skatter og avgifter	Alle priser er oppgitt eksklusive skatter og avgifter.
Risiko el-anlegg	Alle priser har innebygget normale usikkerhet basert på utvikling av valutakurser, råvare priser og endringer i konkurranseforhold. For alle komponenter unntatt tildekking av kabel er mengdeusikkerheten relativt liten, men det må tas hensyn til at oppdelingen er relativt grov så noen uforutsette elementer vil det alltid være.
Risiko - installasjon	Selve installasjonen er velkjent teknikk og risiko her ligger på leverandørs side. Imidlertid er det en risiko for at installasjonen skal dra ut i tid, med påfølgende økning i kostnad, på grunn av uavdekkede forhold på havbunnen. Spesielt gjelder dette kryssende

installasjoner. Denne risiko kan til en viss grad avdekkes i oppmålingsfasen men på det nåværende tidspunkt er det inkludert et estimat for kjente objekter pluss et påslag for uforutsett.

Ventetid

Det er sannsynlig at en på grunn av produksjonstekniske begrensninger må vente mellom utlegging av hver kabellengde. I dette tilfellet må installasjonsfartøy og hjelpefartøy mobiliseres flere ganger. Det er derfor beregnet flere separate mobiliseringer for hver enfasekabel.

Ved kryssing av eksisterende installasjoner må en forvente ventetid i installasjonsprosessen, arkeologiske funn kan også påføre prosjektet ventetid inntil disse er klarert.

Prosjektering

I kostnadsmatrisen er det medtatt et summarisk påslag på 5 % for å dekke prosjektering og oppfølging.

Usikkerhet

Siden formålet med prisingen er å vurdere om en mer detaljert utredning er nødvendig har vi lagt oss på et lavt nivå når det gjelder kostnader og forutsatt en relativt problemløs avvikling. De endelige kostnadstallene kan raskt øke med opp til 30 % dersom en ved detaljplanlegging oppdager ekstra problemer.

Prismatrise

På neste side er det oppsatt en prismatrise som viser kostnadsbildet for de ulike alternativene.

prosjekt/komponent (ref. noter)	enhet	mengde	enhetspris	totalpris
Alt 1 - DC kabel Ørskog - Fardal				
Omformerstasjon Ørskog	lot	1,00	1 000 000 000,00	1 000 000 000,00
Jordkabel: Ørskog - Skråvika	km trase	3,68	8 500 000,00	31 280 000,00
Sjøkabel Skråvika - Fardal	km trase	370,00	8 500 000,00	3 145 000 000,00
Jordkabel Fardal - Stasjon	km trase	1,00	8 500 000,00	8 500 000,00
Installasjon	km trase	374,68	3 100 000,00	1 161 508 000,00
Omformerstasjon Fardal	lot	1,00	1 000 000 000,00	1 000 000 000,00
			TOTALT	6 346 288 000,00
Total inklusive 5 % påslag for prosjektering				6 663 602 400,00
Alt. 2 - AC Hyen - Lote				
Kompensatoranlegg Hyen (friluft)	lot	1,00	80 800 000,00	80 800 000,00
reaktor Hyen (2x100 MVAR)	stk	2,00	9 600 000,00	19 200 000,00
Jordkabel Hyen	km trase	0,50	15 000 000,00	7 500 000,00
Sjøkabel Hyen - Lote	km trase	19,00	20 400 000,00	387 600 000,00
Installasjon	km trase	19,00	8 582 200,00	163 061 800,00
annet	lot	1,00	5 000 000,00	5 000 000,00
Jordkabel Lote	km trase	1,00	15 000 000,00	15 000 000,00
Grøfter	km trase	2,00	2 000 000,00	30 000 000,00
Installasjon	km trase	2,00	2 100 000,00	4 000 000,00
Kompensatoranlegg Lote (friluft)	lot	1,00	80 800 000,00	80 800 000,00
reaktor Lote (2x100 MVAR)	stk	2,00	9 600 000,00	19 200 000,00
			TOTALT	704 661 800,00
Total inklusive 5 % påslag for prosjektering				739 894 890,00
Alt. 3 A - AC Kabel Ørskog - Leivdal				
Kompensatoranlegg Ørskog (friluft)	lot	1,00	50 000 000,00	50 000 000,00
Reaktor Ørskog (4x200 MVAR)	stk	4,00	15 100 000,00	60 400 000,00
Jordkabel Ørskog Skråvika	km trase	3,68	15 000 000,00	55 200 000,00
Grøfter	km trase	3,60	2 000 000,00	7 200 000,00
Installasjon	km trase	3,68	2 100 000,00	7 728 000,00
Annet	lot	1,00	22 868 000,00	22 868 000,00
Sjøkabel Skåravika - Kilstraumen	km trase	80,00	20 400 000,00	1 632 000 000,00
Installasjon	km trase	80,00	8 582 200,00	686 576 000,00
Annet	lot	1,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Kompensatoranlegg Straumshamn (GIS)	lot	1,00	90 000 000,00	90 000 000,00
Reaktor Straumshamn (4x250 MVAR)	stk	4,00	16 000 000,00	64 000 000,00
Sjøkabel Kilstraumen-Bjørke	km trase	9,35	20 340 000,00	190 179 000,00
Installasjon	km trase	8,00	11 718 750,00	93 750 000,00
Annet	lot	1,00	11 984 000,00	11 984 000,00
Jordkabel Bjørke - Leivdal	km trase	10,10	15 000 000,00	151 500 000,00
Grøfter og kanaler	km trase	10,00	4 307 950,00	43 079 500,00
Installasjon	km trase	10,00	2 100 000,00	21 000 000,00
Annet	lot	1,00	54 175 400,00	54 175 400,00
Kompensatoranlegg Leivdal (friluft)	lot	1,00	40 000 000,00	40 000 000,00
Reaktor leivdal (2x100 MVAR)	stk	2,00	9 600 000,00	19 200 000,00
			TOTALT	3 301 839 900,00
Total inklusive 5 % påslag for prosjektering				3 466 931 895,00
Alt. 3 B - AC Kabel Ørskog - Sætervika				
Kompensatoranlegg Ørskog	lot	1,00	50 000 000,00	50 000 000,00
Reaktor Ørskog (4x200 MVAR)	stk	4,00	15 100 000,00	60 400 000,00
Jordkabel Ørskog Skråvika	km trase	3,68	15 000 000,00	55 200 000,00
Grøfter	km trase	3,60	2 000 000,00	7 200 000,00
Installasjon	km trase	3,68	2 100 000,00	7 728 000,00
Annet	lot	1,00	22 868 000,00	22 868 000,00
Sjøkabel Skåravika - Sætervika	km trase	80,00	20 400 000,00	1 632 000 000,00
Installasjon	km trase	80,00	8 582 200,00	686 576 000,00
Annet	lot	1,00	1 000 000,00	1 000 000,00
Jordkabel Sætervika	km trase	0,50	15 000 000,00	7 500 000,00
Grøfter	km trase	0,50	2 000 000,00	1 000 000,00
Installasjon	km trase	0,50	2 100 000,00	1 050 000,00
Kompensatoranlegg Sætervika, GIS	lot	1,00	70 000 000,00	70 000 000,00
reaktor Sætervika (4x200 MVAR)	stk	4,00	15 100 000,00	60 400 000,00
			TOTALT	2 662 922 000,00
Total inklusive 5 % påslag for prosjektering				2 796 068 100,00

Noter til tabell

Grøftekostnader inkluderer aktiviteter i forbindelse med grøfting og veibygging og inkluderer tilbakefylling og tilbakeføring av traseen til endelig form. Kostnadene er middelkostnader for typisk terreng. Kanaler som er foreslått brukt i Stigedalen er priset separat.

Posten "installasjon" av sjøkable dekker detaljoppmåling av trase og legging inkludert et begrenset beløp for tildekking av kabel i på grunna i ilandførings

Posten "annet" for sjøkable dekker mobilisering, drift av dykkebåter og ROV og andre kostnader mer detalj spesifisert i rapporten fra Hardangerprosjektet.

