



Teknisk Notat

ADR.: Statnett SF
Teknologi- og Prosjekt divisjonen
Husebybakken 28B
Postboks 5192 Maj.
0302 OSLO

Dokument tittel / Document title

Ørskog – Fardal traseen Kablingsalternativer

Gradering / Classification

Åpent

Prosjekt / Project

Ørskog - Fardal

Arkivkode / Archive code:

Ansvarlig Enhet / Responsible department

TEU

Dokument nummer / Document number

(JEL/2008/2)

Antall sider + vedlegg /
Pages + attach

Oppdragsgiver / Client

T&P

Oppdragsgivers kontakt / Client reference

Ove Brattberg+Bård Ek

Bestillingsnummer / Order number

Sammendrag, resultat / Summary, result :

I henhold til oppdrag er kabling vurdert for kryssing av Hjørundfjorden og Storfjorden samt for avgrensning til Stranda.

Distribution

Ove Brattberg

Kopi: Trond Ohnstad, Arve Strandum

Rev	Dato / Date	Revisjons beskrivelse / Description	Utarbeidet / Author	Kontrollert / checked	Godkjent / Approved
A0	18.01.2008	2.issue	JEL		
D0	.12.2007	1.issue	JEL		

List of Contents

Introduksjon

Kablingsalternativer er vurdert og kostestimert ut fra kartunderlag og skrivebordstudie. I denne vurdering og estimat er det forutsatt at innskutt kabelseksjon skal ha tilnærmet samme overføringsevne som luftledningen, dvs ca 2000 MVA for 420 kV kabelanlegg og ca 300 MVA (minimum 220 MVA) for 132 kV kabelanlegg.

En 420 kV sjøkabel av samme type som anvendt for nettilknytning Ormen Lange er lagt til grunn for 420 kV estimatet selv om det per i dag ikke er utviklet skjøter som muliggjør leveranse av denne kabel i tilstrekkelig lange lengder. Det forventes at dette vil bli utviklet over noe tid. Alternativet er et oljekabelanlegg som forventes å bli dyrere og kreve mer planlagt vedlikehold i drift på grunn av nødvendige oljetrykksanlegg.

Det er forutsatt at landkabeltrase i stor grad lar seg etablere langs eksisterende vei. Det er ikke lagt inn kostnader for tekniske konsekvenser av eventuelle nærføringer og kryssinger med annen infrastruktur verken på land eller i sjø. Det foreligger ingen sjøbunndata utover det som vises på sjøkart. Risikoelementer som trålfiske, skipstrafikk og ankring er ikke kartlagt på dette stadiet. Vanddypet i Hjørundfjorden er ca på 400-450 m, mens vanddypet i Storfjorden mellom Vinsnes/Søvik og Ørskog er nede på ca 760 m. I disse kostestimater er det lagt inn kostnad for beskyttelse av kablene med nedspyling i sjøbunnen ved vanddyp mindre enn 500 m.

Kabelkostestimaterne inkluderer estimat for prosjektering, prosjektledelse, forsikring, testing, produksjon, transport, utlegging, beskyttelse og montasje.

Kabelutlegging er basert på bruk av C/S Nexans Skagerrak som vi har ferske rater for. Per dags dato er det bare to kjente etablerte kabelskip som har leggestyr som kan håndtere mekanisk strekk i størrelsesorden 50 – 60 tonn. Rigging av alternative fartøy vil være mulig, men med de aktuelle dyp må det bygges nødvendig kabelutleggingsutstyr som monteres og demonteres ved mob/demob. Priser for alternative fartøy og anskaffelseskostnader for leggestyr er ikke innhentet.

Hvert alternativ er gitt en frittstående beskrivelse. Dersom flere kryssinger bygges samtidig vil det oppnås reduserte kostnader ved færre mobiliseringer og færre transit døgn med fartøyet.

2 Kryssing Hjørundfjorden

Tre alternativer er vurdert. To traseløsninger for kabling av 132 kV og en traseløsning for kabling av 420 kV ledninger er behandlet.

2.1 Avbøtende tiltak med kabling av 132 kV mellom Store-Standal og Hundeid med en sjøkabelforbindelse langs Hjørundfjorden.

Dette vil omfatte:

- 132 kV muffestasjon Store-Standal ved kryssingspunkt av eksisterende 132 kV ledning og planlagt 420 kV ledning.
- Landkabeltrase ca 1.2 km til landtak ved Store-Standal.
- Sjøkabeltrase fra Store-Standal til landtak ved Hundeid/Megarden – ca 13 km.
- Landkabeltrase ca 0.6 km til muffestasjon Hundeid
- 132 kV muffestasjon Hundeid ved eksisterende 132 kV lednings kryssing av vei mot Megardsdalen.

2.1.1 Forutsetninger og forlegningsforhold som basis for kabeldimensjonering

Ønsket overføringsevne: 300 MVA (minimum 220 MVA)

Maksimalt vanddyb: ca 460 m

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrasè:

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, 50 m mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Forlegningsforhold i landtak:

Flat forlegning, min. 3 m mellom kabler, 12 m senteravstand mellom parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av sjøkabel: Begge ender

Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.0 mK/W

Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:

Det forutsettes begrenset plass langs vei og en kabelgrøft begrenset til ca 1 m bredde.

Ett kabelsett: Flat forlegning, min. 0.2 m avstand mellom kabler

To kabelsett: Tett trekantforlegning, min. 0.5 m senteravstand mellom parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)

Termisk motstand i jord: 1.0 mK/W

Det forutsettes masseutskifting med god termisk sand eller magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20 cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

2.1.2 Kabeltype og dimensjonering

Sjøkabel:

Det forutsettes valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 132 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon.

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplet landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Dette medfører at landtaksbetingelsene er begrensende for sjøkabelens overføringsevne.

Kabelvalg:

Selv med spesielle tiltak i landtaket synes ikke 300 MVA overføringsevne mulig med ett kabelsett.

Minimumskravet om 220 MVA overføringsevne kan oppnås med ett kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.5$ A/km

Kabelvekt: ca 47 kg/m

Ca 250 MVA overføringsevne kan oppnås med kabel ledertverrsnitt 2000 mm² Cu.
Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.9$ A/km
Kabelvekt: ca 53 kg/m

Ønsket overføringsevne på 300 MVA vil kreve to kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Kabelvekt: ca 34 kg/m

Landkabel:

Med krysskoplet anlegg er det mulig å oppnå 300 MVA overføringsevne i landkabelseksjonen med ett kabelsett med stort ledertverrsnitt med de beskrevne forutsetninger. Et krysskoplet anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplingsbokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

I dette tilfelle tilpasses landanlegget til sjøkabelløsningen ang antall kabler.

Landtrase Store-Standal:

220 MVA løsning: Det antas ett krysskoplet kabelsett med 1000 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.1$ A/km

250 MVA løsning: Det antas ett krysskoplet kabelsett med 1200 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.6$ A/km

300 MVA løsning: Det antas to krysskoplete kabelsett med 630 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Landtrase Hundeid: Det velges samme type som i Store-Standal

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 220 MVA løsning: 294 MNOK

250 MVA løsning: 317 MNOK

300 MVA løsning: 350 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

2.2 Avbøtende tiltak med kabling av 132 kV mellom Store-Standal og Hundeid med en landkabelforbindelse langs fjorden.

Dette vil omfatte:

- 132 kV muffestasjon ved kryssingspunkt eksisterende 132 kV ledning og planlagt 420 kV ledning.
- Landkabeltrase hovedsakelig langs vei til på vestsiden av fjorden til landtak ved Indre-Øyra – ca 11.8 km.
- Sjøkabel fra landtak ved Indre-Øyra til landtak ved Hundeid – ca 4.7 km.
- Landkabel til muffestasjon ved 132 kV ledningens kryssing av vei mot Megardsdalen – ca 0.6 km.
- 132 kV muffestasjon Hundeid ved eksisterende 132 kV lednings kryssing av vei mot Megardsdalen.

2.2.1 Forutsetninger og forlegningsforhold som basis for kabeldimensjonering

Ønsket overføringsevne: 300 MVA (minimum 220 MVA)

Maksimalt vanddyb: ca 460 m

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrasè:

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, 50 m mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Forlegningsforhold i landtak:

Flat forlegning, min. 3 m mellom kabler, 12 m senteravstand mellom parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av sjøkabel: Begge ender

Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.0 mK/W

Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:

Det forutsettes begrenset plass og en kabelgrøft begrenset til 1 m bredde.

Ett kabelsett: Flat forlegning, min. 0.2 m avstand mellom kabler

To kabelsett: Tett trekantforlegning, min. 0.5 m senteravstand mellom parallelle

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)

Termisk motstand i jord: 1.0 mK/W

Det forutsettes masseutsifting med god termisk sand eller magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20 cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

2.2.2 Kabeltype og dimensjonering

Sjøkabel:

Det forutsettes valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 132 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon.

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplet landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Dette medfører at landtaksbetingelsene er begrensende for sjøkabelens overføringsevne.

Kabelvalg:

Selv med stor avstand mellom enkeltkabler i landtaket synes ikke 300 MVA overføringsevne mulig med ett kabelsett.

Minimumskravet om 220 MVA overføringsevne kan oppnås med ett kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu. Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.2$ A/km

Kabelvekt: ca 47 kkg/m

Ca 250 MVA overføringsevne kan oppnås med kabel ledertverrsnitt 2000 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.9$ A/km

Kabelvekt: ca 53 kg/m

Ønsket overføringsevne på 300 MVA vil kreve to kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Kabelvekt: ca 34 kg/m

Landkabel:

Med krysskoplet anlegg er det mulig å oppnå 300 MVA overføringsevne i landkabelseksjonen med ett kabelsett med stort ledertverrsnitt med de beskrevne forutsetninger. Et krysskoplet anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplingsbokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

I dette tilfelle tilpasses landanlegget til sjøkabelløsningen ang antall kabler.

Kabelvalg:

220 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1000 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.8$ A/km

250 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1200 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.6$ A/km

300 MVA løsning: Det antas to kabelsett med 630 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 220 MVA løsning: 260 MNOK

250 MVA løsning: 281 MNOK

300 MVA løsning: 328 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

2.3 Kabling av 420 kV mellom Store-Standal og Hundeid med sjøkabel langs fjorden.

Trasevalg som alternativ 2.1, men med ca 1.2 km landkabeltrase ved Hundeid til muffestasjon ved ledningens kryssing av vei mot Megardsdalen.

Dette vil omfatte:

- 420 kV muffestasjon Store-Standal ved kryssingspunkt av eksisterende 132 kV ledning og planlagt 420 kV ledning.
- Reaktorbygg for kompensering ved 420 kV muffestasjon Store-Standal
- Landkabeltrase ca 1.2 km til landtak ved Store-Standal.
- Sjøkabeltrase fra Store-Standal til landtak ved Hundeid/Megarden – ca 13 km.
- Landkabeltrase ca 1.2 km til 420 kV muffestasjon Hundeid

- 420 kV muffestasjon Hundeid ved planlagt 420 kV lednings kryssing av vei mot Megardsdalen.
- Reaktoranlegg for kompensering ved 420 kV muffestasjon Hundeid.

2.3.1 **Forutsetninger og forlegningsforhold som basis for kabeldimensjonering**

Ønsket overføringsevne: 2000 MVA

Maksimalt vanddyb: ca 460 m

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrasè:

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, min. 50 m mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Forlegningsforhold i landtak:

Flat forlegning, min. 3.5 m mellom kabler, min. 12 m senteravstand parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av sjøkabel: Begge ender

Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.0 mK/W

Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:

Flat forlegning; min. 0.2 m avstand mellom kabler med ett kabelsett

min. 0.6 m senteravstand mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)

Termisk motstand i jord: 1.0 mK/W

Det forutsettes masseutskifting med god termisk sand eller

magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20

cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

2.3.2 **Kabeltype og dimensjonering**

Sjøkabel:

Det antas valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 420 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag av ståltråd med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon.

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplett landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Landtaksbetingelsene er begrensende for sjøkabelens overføringsevne.

Kabelvalg:

2000 MVA overføringsevne: To kabelsett med minimum ledertverrsnitt 1800 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 18.2$ A/km

Ladeytelse per kabel: 116 MVA_r (13 km)

Kabelvekt: ca 67 kg/m

Landkabel:

Det forutsettes krysskopling av skjerm og metallkappe. Et krysskoplet anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplingsbokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

Kabelvalg:

Landkabel dimensjonert for 2000 MVA med relativt tett forlegning og grøftebredde 1.5 m:

To kabelsett med 2500 mm² Cu ledertverrsnitt. Tre krysskoplede seksjoner i hver landtrase.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 19.4$ A/km

Ladeytelse per kabel: 21 MVA_r (2.4 km)

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: To kabelsett 631 MNOK

Kompensering: 2 Reaktorer a 125 MVA_r: 60 MNOK

691 MNOK

3 Kabel over Storfjorden til Ørskog transformatorstasjon

To alternative traseer for avbøtende tiltak med kabling av 132 kV ledningen fra Søvik området til Ørskog transformatorstasjon er vurdert.

3.1 132 kV kabelforbindelse fra Søvik til Ørskog transformatorstasjon.

Dette vil omfatte:

- 132 kV muffestasjon Søvik ved knekkpunkt av eksisterende 132 kV ledning nord for Søvik
- Landkabeltrase ca 0.4 km til landtak ved Søvik.
- Sjøkabeltrase fra landtak ved Søvik til landtak ved ende av vei på Gausneset – ca 3.5 km..
- Landkabeltrase med landkabel langs vei fra Gausneset til Ørskog transformatorstasjon – ca 5.1 km.
- Utvidet bryterfelt med kabelendemuffer og overspenningsavledere ved Ørskog transformatorstasjon.
- .

3.1.1 *Forutsetninger og forlegningsforhold som basis for kabeldimensjonering*

Ønsket overføringsevne: 300 MVA (minimum 220 MVA)

Maksimalt vanddyb: ca 760 m

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrase: Side 8 av 15

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, 50 m mellom parallelle kabelsett
Nedgravingsdybde: 1 m
Forlegningsforhold i landtak:
Flat forlegning, min. 1 m mellom kabler, 3 m mellom parallelle kabelsett.
Nedgravingsdybde: 1 m
Jording av sjøkabel: Begge ender
Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.1 mK/W
Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:
Det forutsettes begrenset plass og en kabelgrøft begrenset til 1 m bredde.
Ett kabelsett: Flat forlegning, min. 0.2 m avstand mellom kabler
To kabelsett: Tett trekantforlegning, min. 0.5 m senteravstand mellom parallelle
Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)
Termisk motstand i jord: 1.0 mK/W

Det forutsettes masseutskifting med god termisk sand eller magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20 cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

3.1.2 Kabeltype og dimensjonering

Sjøkabel:

Det forutsettes valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 132 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon.

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplett landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Dette medfører at landtaksbetingelsene er begrensene for sjøkabelens overføringsevne.

Kabelvalg:

Selv med stor avstand mellom enkeltkabler i landtaket synes ikke 300 MVA overføringsevne mulig med ett kabelsett.

Minimumskravet om 220 MVA overføringsevne kan oppnås med ett kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.2$ A/km

Kabelvekt: ca 47 kg/m

Ca 250 MVA overføringsevne kan oppnås med kabel ledertverrsnitt 2000 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.6$ A/km

Kabelvekt: ca 53 kg/m

Ønsket overføringsevne på 300 MVA vil kreve to kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm²
Cu. Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km
Kabelvekt: ca 34 kg/m

Landkabel:

Med krysskoplet anlegg er det mulig å oppnå 300 MVA overføringsevne i landkabelseksjonen med ett kabelsett med stort ledertverrsnitt med de beskrevne forutsetninger. Et krysskoplet anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplingsbokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

I dette tilfelle tilpasses landanlegget til sjøkabelløsningen ang antall kabler.

Kabelvalg:

220 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1000 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.8$ A/km

250 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1200 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.6$ A/km

300 MVA løsning: Det antas to kabelsett med 630 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Landtrase Søvik: Med 400 m trase kan løsning med direkte jording av skjerm i en ende og jording via overspenningsavleder i motsatt ende kreve mindre ledertverrsnitt i kabel. Det velges samme type som i Ørskog.

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 220 MVA løsning: 164 MNOK

250 MVA løsning: 176 MNOK

300 MVA løsning; 220 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

3.2 132 kV kabelforbindelse fra Lovolden til Ørskog transformatorstasjon.

Dette vil omfatte:

- 132 kV muffestasjon Lovolden ved kryssingen av eksisterende 132 kV ledning og ny 420 kV ledning.
- Landkabeltrase ca 2.3 km til landtak ved Klokkstrand.
- Sjøkabel fra Klokkstrand til landtak vest for Amdam – ca 5 km.
- Landkabeltrase med Landkabel fra landtak ved Amdam langs vei til Ørskog transformatorstasjon – ca 3.5 km.
- Utvidet bryterfelt med kabelendemuffer og overspenningsavledere ved Ørskog transformatorstasjon.

3.2.1 Forutsetninger og forlegningsforhold som basis for kabeldimensjonering

Ønsket overføringsevne: 300 MVA (minimum 220 MVA)

Maksimalt vanddyb: ca 760 m

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrasè:

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, 50 m mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Forlegningsforhold i landtak:

Flat forlegning, min. 1 m mellom kabler, 3 m mellom parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av sjøkabel: Begge ender

Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.1 mK/W

Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:

Det forutsettes begrenset plass og en kabelgrøft begrenset til 1 m bredde.

Ett kabelsett: Flat forlegning, min. 0.2 m avstand mellom kabler

To kabelsett: Tett trekantforlegning, min. 0.5 m senteravstand mellom parallelle

Nedgravingsdybde: 1 m

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)

Termisk motstand i jord: 1.1 mK/W

Det forutsettes masseutskifting med god termisk sand eller magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20 cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

3.2.2 Kabeltype og dimensjonering

Sjøkabel:

Det forutsettes valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 132 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon.

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplett landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Dette medfører at landtaksbetingelsene er begrensende for sjøkabelens overføringsevne.

Minimumskravet om 220 MVA overføringsevne kan oppnås med ett kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.2$ A/km

Kabelvekt: ca 47 kg/m

Ca 250 MVA overføringsevne kan oppnås med kabel ledertverrsnitt 2000 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.6$ A/km

Kabelvekt: ca 53 kg/m

Ønsket overføringsevne på 300 MVA vil kreve to kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm²

Cu. Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Kabelvekt: ca 34 kg/m

Landkabel:

Med krysskoplet anlegg er det mulig å oppnå 300 MVA overføringsevne i landkabelseksjonen med ett kabelsett med stort ledertverrsnitt med de beskrevne forutsetninger. Et krysskoplet anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplingsbokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

I dette tilfelle tilpasses landanlegget til sjøkabelløsningen ang antall kabler.

Kabelvalg:

220 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1000 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.8$ A/km

250 MVA løsning: Det antas ett kabelsett med 1200 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 5.6$ A/km

300 MVA løsning: Det antas to kabelsett med 630 mm² Cu ledertverrsnitt.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 4.8$ A/km

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 220 MVA løsning: 186 MNOK

250 MVA løsning: 198 MNOK

300 MVA løsning; 261 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

4 132 kV Avgrening til Stranda

Ønsket overføringsevne – alternativer for vurdering: 200 MVA, 300MVA, 400 MVA eller redundant løsning 2x400 MVA

4.1 Trase Liabygda –Gravaneset - Stranda

Dette vil omfatte:

- 132 kV muffestasjon Liabygda ved kryssingen av eksisterende riksvei mot Ørskog.
- Landkabeltrase ca 3 km til landtak ved Gravaneset.
- Etablering av kabelkanal i tunnel – ca 700 m. (Antas tillatt)
- Sjøkabel fra Gravaneset til landtak ved Stranda – ca 4.5 km.
- Arrangement for strekka i landtak i begge landtak

- Landkabeltrase fra landtak ved Stranda langs vei til Stranda transformatorstasjon – ca 1 km.
- Utvidet bryterfelt med kabelendemuffer og overspenningsavledere ved Stranda transformatorstasjon.

4.1.1 **Forutsetninger og forlegningsforhold**

Maksimalt vanddyb: ca 600 m

Nærlandstrase: Stranda; ca 350 m ut til 450 m vanddyb; i.e. meget bratt skråning

Gravaneset; ca 500 m ut til 500 m vanddyb; i.e. meget bratt skråning

Valgte forutsetninger:

Forlegningsforhold i sjøtrasè:

Flat forlegning, min. 10 - 20 m avstand mellom kabler, 50 m mellom parallelle kabelsett

Nedgravingsdybde: 1 m

Forlegningsforhold i landtak:

Flat forlegning, min. 1 m mellom kabler, 3 m mellom parallelle kabelsett.

Nedgravingsdybde: 1 m

Det må lages arrangement for strekkavlastning i begge landtak.

Jording av sjøkabel: Begge ender

Termisk motstand i jord i landtak og sjøbunn: 1.0 mK/W

Omgivelsestemperatur: 15 °C

Forlegningsforhold i landtrasè:

Det forutsettes meget begrenset plass langs vei og en kabelgrøft begrenset til maks. 1 m bredde.

Ett kabelsett: Flat forlegning, min. 0.2 m avstand mellom kabler

To kabelsett: Tett trekantforlegning, min. 0.5 m senteravstand mellom parallelle

Nedgravingsdybde: 1 m

Det antas at det kan støpes ned trekkerør i hele tunnelens lengde slik at trafikken begrenses i kort tid.

Jording av landkabel:

Krysskopling ved alle skjøter (for å begrense tap ved sirkulerende kappestrømmer)

Termisk motstand i jord: 1.0 mK/W

Det forutsettes masseutskifting med god termisk sand eller magerbetong (≤ 1.0 mK/W) omkring kablene med minimum 20 cm under og på sidene og 30 cm over kablene.

Omgivelsestemperatur: 15 °C

4.1.2 **Kabeltype og dimensjonering**

Sjøkabel:

Det forutsettes valg av kabel med ekstudert plastisolasjon - 132 kV PEX kabel. Både for jordkabel og sjøkabel forutsettes det en kabeldesign med radiell og langsgående barriere mot vanninntrengning. På grunn av vanddypet må sjøkabelen designes med to kraftige armeringslag med motsatt snoretning for å tåle de mekaniske påkjenninger ved utlegging og eventuelt opptak for reparasjon samt for permanent strekk i bratte skråninger ut fra landtakene..

Sjøkabelens metallkappe og armering må være jordet i begge ender og dette medfører tilnærmet like stor strøm i metallkappe og armering som i lederen. Dette gir varmetap og

vesentlig dårligere kapasitet enn et krysskoplede landkabelanlegg med samme ledertverrsnitt. Det forutsettes at sjøkabelen føres inn på land og at overgangsskjøt mellom sjøkabel og landkabel legges i landsiden av landtaket. Dette medfører at landtaksbetingelsene er begrensende for sjøkabelens overføringsevne.

Denne sjøkabeltraseen er utfordrende med hensyn på installasjon siden skråningene ut fra landtakene synes å være ca 45 grader.

Landkabel:

Det forutsettes krysskoplede anlegg med de beskrevne forutsetninger. Et krysskoplede anlegg krever spesielle og mer kostbare skjøter og krysskoplede bokser ved hver skjøt med overspenningsavledere som krever ettersyn og vedlikehold i drift.

Det er antatt at en kan støpe ned trekkerør langs en side i hele tunnelens lengde.

I dette tilfelle tilpasses landanlegget til sjøkabeløsningen ang antall kabler.

4.1.2.1 Alternativ 200 MVA

Sjøkabel:

Ett kabelsett med ledertverrsnitt 1200 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_o = 5.6$ A/km

Landkabel:

Ett krysskoplede kabelsett med ledertverrsnitt 800 mm² Cu

Ladestrøm per kabel: $I_o = 5.2$ A/km

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 162 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

4.1.2.2 Alternativ 300 MVA

Sjøkabel:

To kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_o = 4.8$ A/km

Landkabel:

To krysskoplede kabelsett med ledertverrsnitt 630 mm² Cu

Ladestrøm per kabel: $I_o = 4.8$ A/km

Kostnadsestimat:

Kabelanlegg: 242 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

4.1.2.3 Alternativ 400 MVA

Sjøkabel:

To kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_o = 6.2$ A/km

Landkabel:

To krysskoplede kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu

Ladestrøm per kabel: $I_o = 6.2$ A/km

Kostnadsestimat:
Kabelanlegg: 314 MNOK
Kompensering: Antas ikke nødvendig

4.1.2.4 Alternativ 2 x 400 MVA - redundant system for 400 MVA

Deler lasten i normal drift. Skal ved en feil ha samme funksjon som alt. 4.2.2.3

Sjøkabel:

Fire kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu.

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.2$ A/km

Landkabel:

Fire krysskoplede kabelsett med ledertverrsnitt 1600 mm² Cu

Ladestrøm per kabel: $I_0 = 6.2$ A/km

Kostnadsestimat:

Det forutsettes at alle kablene installeres med en mobilisering av fartøy.

Kabelanlegg: 520 MNOK

Kompensering: Antas ikke nødvendig

5 Bruk av OPI kanal

For å synliggjøre utslag av forlegningsmetode vises i følgende tabell beregnet belastningsevne for 145 kV 1x1200 mm² A ved ulike forlegninger som kan gi en smal kabelgrøft ≤ 1 m bred.

Beregnet med referanse til Norconsult rapport "Kabler i rør"

Forlegning	Ett kabelsett i tett trekant forlegning i jord	Ett kabelsett i flat forlegning. Senteravstand 150 mm	Ett kabelsett i OPI kanal	To kabelsett i tett trekant forlegning. Senteravstand 400 mm	To kabelsett i OPI kanal. To lag rør i høyden
Belastningsevne per kabelsett Relativ	100 %	105 %	102 %	85 %	83 %

Med ett eller to kabelsett som er aktuelt i dette notat synes det å være lite å hente med hensyn på grøftbredde ved bruk av OPI kanal. For 132 kV anlegg er det forutsatt flat forlegning med liten senteravstand for ett kabelsett og tett trekant med liten avstand mellom parallelle grupper.