

FAGRAPPORT:

”Nettilknytning av Sandnes Vindkraftverk.
33 kV internt kabelnett og 132 kV
overføringssystem.”

Mai 2012.



JØSOK PROSJEKT AS

Forord

Denne fagrapporten omhandler nettilknytning av Sandnes vindkraftverk til eksisterende overliggende nett. Alle beregninger og utredninger tar utgangspunkt i følgende:

- Sandnes vindkraftverk: Inntil 81 MW installert effekt.
- Vindturbiner: Aktuelle fabrikat av vindturbiner er
 - Siemens 3.0 – 101 DD
 - Vestas V112 – 3 MW

Det er pt usikkert hvilken turbintype som blir valgt for Sandnes vindkraftverk, men det er mest sannsynlig at det vil bli en av de to turbintypene nevnt over.

- Ant turbiner: 27 stk.
- Gjennomsnittlig årsproduksjon: ca. 240 GWh (kilde Norsk Energi Vind AS)

Nettilknytning av Sandnes Vindkraftverk er utredet med følgende tilknytningspunkt i overliggende og eksisterende nett:

1. 33 kV kabelnett mellom vindturbiner og en ny 132/33 kV trafostasjon ved Seldal / Hammarbø. Ny 132/33 kV trafostasjon etableres i samarbeid med Lyse Elnett. Dette er hovedløsning for nettilknytning av Sandnes vindkraftverk.
2. Sekundært / alternativt kan det tenkes å trekke 132/33 kV trafostasjon lenger vest slik at stasjonen blir plassert sentralt i planområdet til vindkraftverket. Deretter knytte ny 132/33 kV stasjon til ny 132 kV koblingsstasjon ved Seldal (som beskrevet i konsesjonssøknad for 132 kV ledning Maudal – Seldal).

Begge løsningene forutsetter et utstrakt 33 kV jordkabelanlegg i vindkraftverket som forbinder vindturbinene sammen og som har som formål å overføre produksjonen til en transformatorstasjon plassert ved en av de to ovennevnte stedene.

Nettanleggene berører Sandnes kommune.

Rapporten tar for seg følgende:

1. Spesifikasjon av overføringsanlegg og tilhørende transformator- og bryteranlegg.
2. Systembeskrivelse, nettanalyser, tap og økonomi.
3. Tekniske utredninger av nødvendig nettanlegg.

Rapport utført av:



Ansvarlig: Kjetil Riseth Heggli
Mai 2012.

INNHALDSFORTEGNELSE:

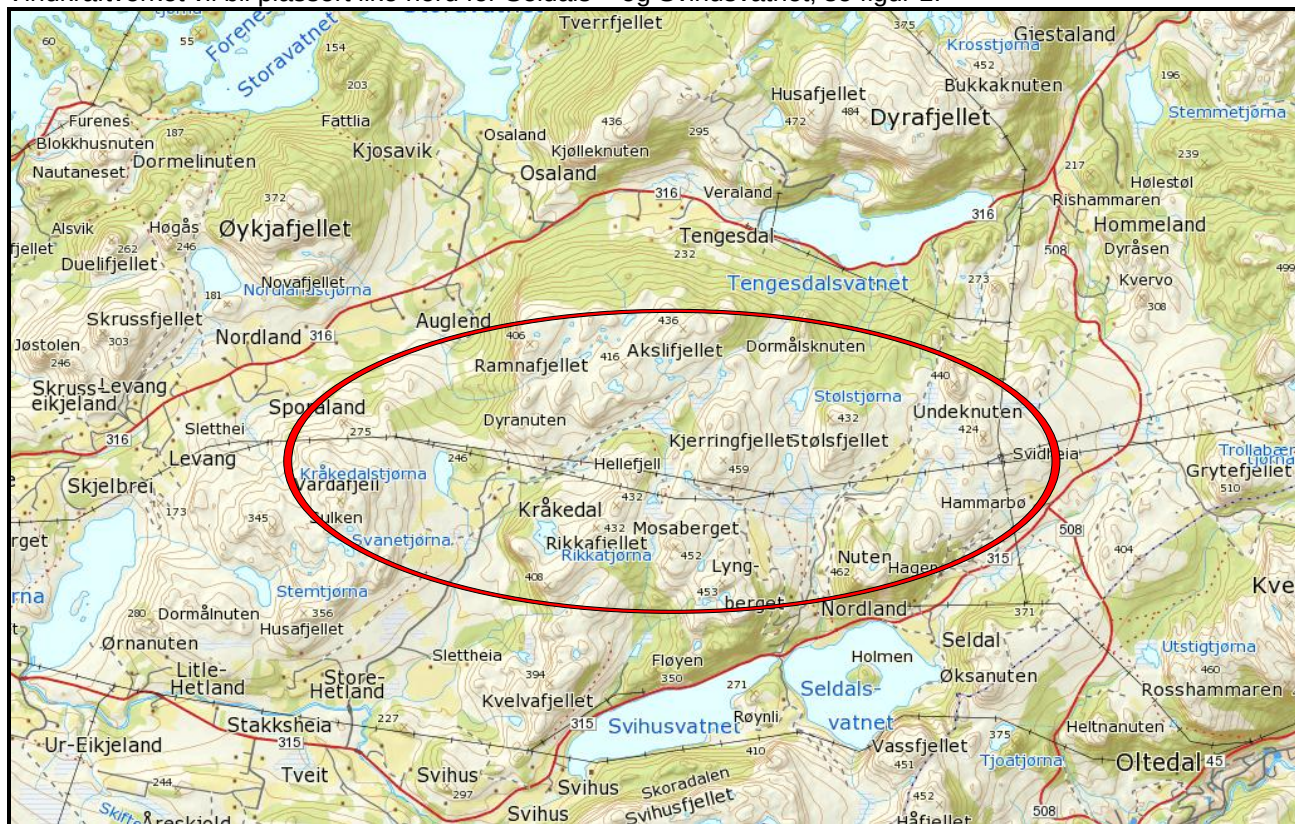
1.0 INNLEDNING	3
2.0 GRUNNLAG	4
3.0 SYSTEMGRUNNLAG – FORHOLDET TIL GJELDENE KRAFTSYSTEMPLAN.....	4
4.0 LASTFLYTANALYSE	6
5.0 OVERFØRINGSKAPASITET I OVERLIGGENDE 132 KV SYSTEM.....	6
6.0 INTERNT 33 KV KABELNETT I SANDNES VINDKRAFTVERK	7
6.1 ØKONOMISK TVERRSNITT PÅ KABEL.....	7
6.2 KABELGRØFTER	7
6.3 TERMISKE BEGRENSENINGER OG OVERFØRINGSKAPASITET	8
6.4 ØKONOMISK VURDERING AV KABELSYSTEM I SANDNES VINDKRAFTANLEGG.	8
6.5 TRANSFORMATORSTASJON FOR VINDKRAFTVERKET.....	10
6.6 SEKUNDÆR LØSNING, ALTERNATIV PLASSERING AV 132/33 KV TRAFOSTASJON	12
8.0 UTFØRELSE, BYGGEMETODER OG AREALBRUK	13
8.1 JORDKABELANLEGG.....	13
9. KOSTNADSOVERSLAG/ØKONOMI NETTILKNYTNING.....	13
10. GRUNNERVERV FOR NETTILKNYTNING	14
11. ELEKTROMAGNETISK FELT OG HELSE.....	14
11.1 STØY FRA TRANSFORMATORANLEGG	15

Vedlegg:

1. Kabellayout internt 33 kV jordkabelanlegg i Sandnes vindkraftverk. Tegn B – 16830. 1:25 000
2. Prinsippskisse 132/33 kV trafostasjon Sandnes vindkraftverk
3. Kabelskjema Sandnes vindkraftverk

1.0 INNLEDNING

Norsk Vind Energi AS planlegger å bygge ut Sandnes vindkraftverk i Sandnes kommune i Rogaland fylke. Vindkraftverket vil bli plassert like nord for Seldals – og Svihusvatnet, se figur 1.



Figur 1. Planområde for Sandnes vindkraftverk. Rød ring: Planområde for vindkraftverk.

Vindkraftverket er meldt inn til NVE (Norges Vassdrags- og Energidirektorat) med en installert ytelse på inntil 100 MW og ca 300 GWh midlere årsproduksjon.

Jøsok Prosjekt er engasjert for å utarbeide en fagrapport som skal utrede nettilknytning av Sandnes vindkraftverk til eksisterende regionalnett.

Rapporten og analysene tar for seg følgende tema:

1. Utredning av mulige nettløsninger for å overføre produksjon fra vindkraftverket frem til eksisterende nett
2. Belyse mulighet for samarbeid med utbyggere av andre vindkraftverk
3. Tekniske og økonomiske vurderinger
4. Kort utredning av kapasitet i eksisterende 132 kV nett
5. Grunnlag for konsesjonssøknad og KU (nett)

2.0 GRUNNLAG

Som grunnlag og utgangspunkt til fagrapporten med tilhørende tema, legges det til grunn følgende:

- Layout Sandnes vindkraftverk, 27 vindturbiner av fabrikat Siemens eller Vestas, 3,0 MW turbiner
- Produksjon 81 MW / 240 GWh
- Det etableres en 132/33 kV trafostasjon i nærheten av Seldal for å få produksjonen fra Sandnes vindkraftverk opp i en av de tre 132 kV ledningene som går gjennom planområdet til vindkraftverket.

Økonomi

Analyseperiode 20 år

Rente 4,5 %

Kraftpris 0,36 kr/kWh

Investeringskostnader/byggepris 2012-nivå. Usikkerhet +/- 20 %

Bruktid mhp tap 1 780 timer

3.0 SYSTEMGRUNNLAG – FORHOLDET TIL GJELDENE KRAFTSYSTEMPLAN.

I Sandnes kommune består regionalnettet i dag både av 50 kV og 132 kV forbindelser, og det er Lyse Elnett som er kraftsystemansvarlig i regionen. Nærmeste sentralnettspunkt er Stokkeland trafostasjon (300 kV) i Sandnes kommune. Her er det 300 kV forbindelser mot Bærheim/Stølaheia i nord, Kjelland i sør og Tonstad i sørøst.

Gjennom planområdet til Sandnes vindkraftverk går det i dag 3 stk 132 kV ledninger. Disse tre 132 kV ledningene går fra Lysebotn kraftverk frem til Tronsholen trafostasjon i Sandnes, hvorav den ene 132 kV ledningen går via Dalen og Forsand trafostasjon. Flørlø kraftverk fører også produksjonen inn på en av de tre 132 kV ledningene.

På grunn av planlagt vindkraftproduksjon, ny småkraftproduksjon og revisjon/effektøkning i eksisterende vannkraftverk, er det konsesjonssøkt en ny 132 kV ledning fra Maudal i Gjesdal kommune frem til Seldal. I Seldal er det i denne sammenhengen planlagt en ny 132 kV koblingsstasjon som har til hensikt å koble den konsesjonssøkte 132 kV ledningen fra Maudal til en eller flere av de eksisterende 132 kV ledningene Tronsholen – Lysebotn. Se figur 2 for planlagt plassering av ny 132 kV koblingsstasjon ved Seldal.



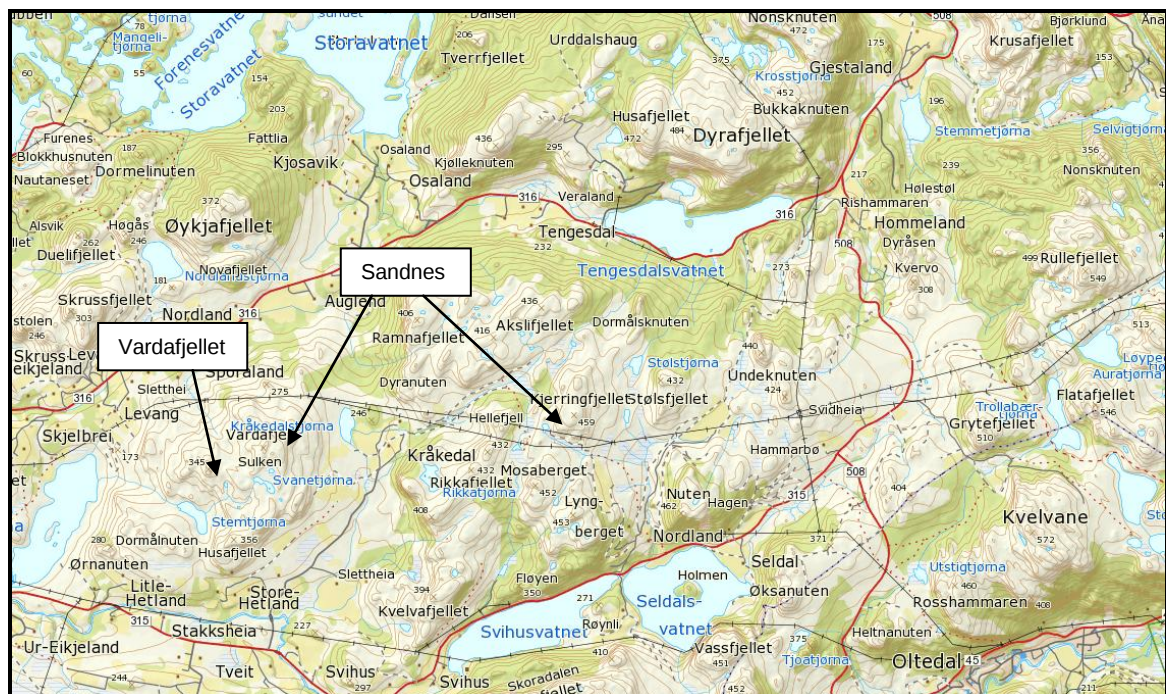
Figur 2. Oversiktskart Seldal – området. Konsesjonssøkt plassering av ny 132 kV koblingsstasjon markert med rød ring.

Den nye 132 kV koblingsstasjonen vil bli etablert i planområdet til Sandnes vindkraftverk eller like i nærheten. Om denne 132 kV koblingsstasjonen utvides til en 132/33 kV trafostasjon, vil produksjonen fra Sandnes vindkraftverk kunne føres mot denne stasjonen.

Kommentar: Lyse Elnett uttaler at det ikke er bestemt en plassering av den nye 132 kV koblingsstasjonen ved Seldal. De opplyser videre at på grunn av klimatiske forhold, kan stasjonen bli plassert noe vestover i fht det som er beskrevet i konsesjonssøknaden for ny 132 kV ledning Maudal – Seldal.

Om produksjon fra Lysebotn, Flørli, Gilja, Maudal og småkraftverk skal føres inn på de eksisterende 132 kV ledningene Tronsholen – Lysebotn, vil det være knapp overføringskapasitet igjen til å føre innpå ytterligere ny produksjon fra øvrige kraftverk. Det foreligger imidlertid planer om å føre produksjonen fra Lysebotn kraftverk inn på 300 kV eller 420 kV spenningsnivå fra Lysebotn. Om dette blir gjennomført, vil det være gjenværende overføringskapasitet i 132 kV ledningene Tronsholen – Lysebotn til å ta mot ny produksjon.

Det er planer om ytterligere et vindkraftverk like ved planområdet til Sandnes vindkraftverk. Vardafjellet vindkraftverk er forhåndsmeldt til NVE med en planlagt installert ytelse på inntil ca 30 MW. Planområdene til de to vindkraftverkene overlapper på Vardafjellet (Sandnes vindkraftverk planlegges med 2 stk turbiner på Vardafjellet). Norsk Vind Energi AS tar sikte på å samarbeide med HybridTech AS (utbygger av Vardafjellet vindkraftverk) om felles løsninger for infrastruktur ved en utbygging.



Figur 3. Sandnes og Vardafjellet vindkraftverk.

Et alternativ til å etablere 132/33 kV transformering ved Seldal koblingsstasjon, vil være å etablere en egen 132/33 kV trafostasjon i Sandnes vindkraftverk. Deretter å etablere en 132 kV forbindelse fra trafostasjonen til Seldal koblingsstasjon. Denne 132 kV forbindelsen kan både etableres som luftledning og jordkabel.

Det tas sikte på å samarbeide med aktuelle partere avhengig av hvilken nettløsning som velges/benytt. Ved valg av løsning må det legges til grunn driftstekniske krav fra Lyse Elnett og/eller Statnett.

4.0 LASTFLYTANALYSER

Det er etablert nettmodeller for å undersøke hvilken effekt tilknytning av Sandnes vindkraftverk har på nettet. Det er kun gjennomført statiske lastflytanalyser for å kunne vurdere spenningsforhold og tapsforhold som følge av nettilknytning av Sandnes vindkraftverk.

I lastflytberegningene er det satt følgende tekniske forutsetninger:

- 27 stk turbiner, hver med en ytelse på 3,1 MVA. Maskinspenning 1 kV. $E_k = 25 \%$
- 3,16 MVA 33/1 kV turbintrafoer, $E_k = 6 \%$
- Turbingeneratorer driftes med en kapasitiv $\cos \phi = 0,99$ (generator produserer reaktiv effekt)
- 90 MVA 132/33 kV krafttransformator ved Seldal trafostasjon for å føre produksjon fra turbiner opp i 132 kV nett. $E_k = 11 \%$.

5.0 OVERFØRINGSKAPASITET I OVERLIGGENDE 132 KV SYSTEM

Gjennom planområdet til Sandnes vindkraftverk går det i dag 3 stk 132 kV ledninger mellom Lysebotn kraftverk og Tronsholen trafostasjon i Sandnes. Disse tre ledningene overfører produksjonen fra vannkraftverk langs Lysefjorden inn mot Sandnes/Stavanger – området. I hovedsak gjelder dette kraftverkene Lysebotn (210 MW) og Flørli (80 MW) med en samlet installert ytelse på totalt ca 290 MW.

De tre 132 kV ledningene er som følger:

Linje 2:	Feal 150, Lysebotn – Tronsholen	63,4 km
Linje 3:	Feal 240, Lysebotn – Tronsholen	63,0 km
Linje Dalen:	Feal 150, Lysebotn – Dalen – Forsand – Tronsholen	77,1 km

Det opplyses fra Lyse Elnett at det er noe skeivfordeling av last på ledningene, samt at stabilitetsproblemer er en reell utfordring. På bakgrunn av disse faktorene vurderer Lyse Elnett det dit at man kan overføre totalt ca 400 MW på alle de tre 132 kV ledningene.

Lyse Elnett opplyser også at 132 kV ledningene Lysebotn – Dalen/Tronsholen kan ta mot 200 – 230 MW ny produksjon om Lysebotn kraftverk fører all produksjonen opp i sentralnettet ved Lysebotn. Installert effekt i Lysebotn kraftverk er ca 210 MW fordelt på 6 aggregat. Man kan videre velge hvor mange aggregat i Lysebotn kraftverk som skal føre produksjon inn på sentralnettet eller inn på 132 kV nett ved Lysebotn og videre mot Sandnes.

Det er imidlertid planer om å knytte ca 400 MW ny produksjon til 132 kV nettet Lysebotn – Tronsholen (inkludert Sandnes vindkraftverk). Selv om Lysebotn kraftverk fører all produksjon direkte inn på sentralnettet ved Lysebotn, er det ikke nok kapasitet i 132 kV nettet Lysebotn – Tronsholen til å overføre all ny planlagt kraftproduksjon.

Om det tilknyttes inntil ca 400 MW ny kraftproduksjon til de tre ledningene, er det ca 150 – 200 MW mer enn det som de tre 132 kV ledningene har av gjenværende overføringskapasitet, selv om Lysebotn kraftverk fører produksjonen inn på sentralnettet.

Kommentar: Det er i arbeidet med denne rapporten ikke vært kontakt med Lyse Elnett for å diskutere eventuelle/mulige forsterkninger på 132 kV nettet Lysebotn – Tronsholen.

Konklusjon

Det er i dag en gjenværende overføringskapasitet på ca 200 – 230 MW i de tre 132 kV ledningene som går mellom Lysebotn og Tronsholen (om Lysebotn kraftverk fører all produksjon inn i sentralnettet ved Lysebotn). Det eksisterer planer om ny kraftproduksjon langs disse tre ledningene på inntil ca 400 MW (kilde Lyse Elnett) inkludert Sandnes vindkraftverk. Det er logisk å tro at ikke alle planer om ny kraftproduksjon blir realisert (får ikke konsesjon eller er ikke lønnsom å gjennomføre). Imidlertid kan det i ettertid komme til planer som ikke er konkretisert i skrivende stund.

6.0 INTERNT 33 kV KABELNETT I SANDNES VINDKRAFTVERK

6.1 Økonomisk tverrsnitt på kabel.

Økt tverrsnitt på kablene reduserer overføringstapene noe, men koster noe mer i innkjøp og utlegging. Fortjenesten i reduserte tap veies opp mot økt investeringskostnad. Det er lagt til grunn kostnadsoptimalt tverrsnitt på det interne kabelnettet i Sandnes vindkraftverk, korrigert for termiske flaskehalser og kortslutningsstrøm.

Følgende forutsetninger er benyttet for dimensjonering av det interne 33 kV kabelnettet i Sandnes vindkraftverk:

- Kostnadsoptimalt 33 kV kabeltverrsnitt i vindparken
- Minste kabeltverrsnitt på 33 kV som er benyttet er TSLF 3x1x95 mm² Al. Største kabeltverrsnitt benyttet er 3x1x430 mm² Al.
- Lengde på kabel er beregnet ut fra oversendt underlag/kartskisser tillagt 1,5 % for terrengvariasjoner + 5 meter pr. turbin, + 2 meter pr koblingsskap og +10 m overlengde i trafostasjonen.
- Kablene legges i utgangspunktet i vegskulder i det interne vegsystemet i vindkraftverket.
- Det kan i enkelte tilfeller vurderes å legge jordkabler i veger som ligger utenfor planområdet om dette synes fornuftig. Dette må i så fall samordnes med vegeier.
- Belastning av kabler etter norsk standard. (Ingen kabel er overbelastet). Kabelsystemet er beregnet ut fra termiske forhold og belastningsevne.
- Kortslutningsytelse ved SSK i ny 132/33 kV stasjon Sandnes vindkraftverk settes til 20 kA, referert 132 kV SSK (uten Sandnes vindkraftverk) **x)**
- E_k vindturbingenerator settes til 25 %
- E_k step-up-transformator settes til 6 %

x) Det har ikke vært mulig å innhente eksakt verdi for kortslutningsytelsen ved Seldal. Lyse Elnett har vært kontaktet mhp dette, men de har ikke kunnet gi ut verdier for kortslutningsytelse ved Seldal. Det antas imidlertid at (fremtidig) kortslutningsstrøm som kan oppstå ved Seldal vil være maks 20 kA.

6.2 Kabelgrøfter

Det tilstrebes at jordkablene legges i egne dedikerte kabelgrøfter i vegskulder i det interne vegsystemet i Sandnes vindkraftverk. For å unngå unødvendig store kabeldimensjoner, legges maksimalt to kabler i samme grøft på enkelte seksjoner. Dette medfører et behov for å grave grøft på begge sider av vegen på en del strekninger, eventuelt utvide grøften slik at avstanden mellom to og to kabelsett blir 250 – 300 mm.

I samme grøft som 33 kV jordkabler fremføres rør med fiberoptisk kabel for kontroll og styring av turbiner. Samtlige kabelanlegg legges i sand med mekanisk beskyttelse og overdekning. Det forutsettes at det benyttes fiberduk i samtlige grøfter. For øvrig legges det også ned egen separat jordtråd i alle kabelgrøfter.

6.3 Termiske begrensinger og overføringskapasitet

Når det legges flere kabler i samme grøft varmer kablene opp hverandre og den termiske overføringsevnen reduseres etter tabell 1. Tabellen forutsetter at kablene består av enlederkabler av type TSLF 36 kV med aluminiumsleder og at de legges i tett trekantforlegning i sand med 70 mm avstand mellom kabelsettene.

Tabell 1. Belastningsgrad på jordkabler som funksjon av antall kabelsett i grøft.

Antall kabler i samme grøft	Belastningsgrad
1	100 %
2	85 %
3	75 %
4	68 %

Der flere kabler går sammen i samme grøft, kan det oppstå en termisk flaskehals. Dette vil/kan avhjelpes med å øke kabelverrsnittet, eventuelt øke avstanden mellom jordkablene fra 70 mm til 250 - 300 mm. For samtlige kabler er det gjennomført en kontroll mot termiske flaskehals.

Det største kabelverrsnittet benyttet i kabelanlegget i Sandnes er 400 mm² Al. En 400 mm² Al jordkabel, avhengig av parallellføringer, tåler å bli belastet med følgende antall turbiner:

Tabell 2. Antall turbiner som kan tilknyttes en 400 mm² Al jordkabel avhengig av antall kabelsett i grøft.

Antall parallelle kabler	Antall turbiner / MW
1	11 turbiner / 33,0 MW
2	9 turbiner / 27,0 MW
3	8 turbiner / 24,0 MW
4	7 turbiner / 21,0 MW

6.4 Økonomisk vurdering av kabelsystem i Sandnes vindkraftanlegg.

Den økonomiske totalvurderingen av kabelanlegget er komplett fra og med step-up-transformator (33/1 kV turbintransformator) til og med 33 kV bryterfelt i 132/33 kV transformatorstasjon. Som grunnlag til vurdering av et 33 kV kabelsystem er det gjennomført følgende:

1. Det er utarbeidet forprosjekt og kabeltraseer langs det interne veinettet. Grunnlag er oversendt kart fra oppdragsgiver.
2. De er benyttet en kombinasjon av budsjettpriser og erfaringstall for alt kabelmateriell. Kostnader fremkommer som komplett inkl. graving, sandomfylling, utlegging, komprimering mm. Videre er det inkludert følgende materiell i kalkylene:
 - a. Fiberduk i alle grøfter
 - b. Sand
 - c. Kabeldekkeplater og avstandholdere
 - d. Fibernikkel og rør
 - e. Graving av grøft og komprimering/gjenfylling
3. De er benyttet en kombinasjon av budsjettpriser og erfaringstall for 33 kV bryteranlegg. Anlegget er komplett inkl montasje og vern.
4. Det er benyttet budsjettpriser og erfaringstall for step-up-transformator i vindturbiner.
5. Tapsvurderingene er basert på lastflytanalyser av systemet.
Cos phi = 0,99 kapasitiv, referert sekundærside av step-up-transformator.

Tverrsnittsoptimalt kabelnett

Tabell 3. Mengde 33 kV jordkabel

Kabeltverrsnitt	Mengde [m]
TSLF 3x1x95 mm ² Al	23 412
TSLF 3x1x150 mm ² Al	2 267
TSLF 3x1x240 mm ² Al	1 344
TSLF 3x1x400 mm ² Al	7 411
Sum alle tverrsnitt	34 434

Korrigerings for kortslutningsstrømmer

Sandnes vindkraftverk er planlagt tilknyttet en eller flere av 132 kV ledningene som går mellom Lysebotn og Sandnes. For å være sikker på at 33 kV jordkablene i det interne kabelnettet i Sandnes vindkraftverk tåler høyeste kortslutningsytelse som kan oppstå, er det utført en kortslutningsberegning. I tillegg til de forutsetninger gitt i avsnitt 5.1 er følgende forutsetninger benyttet i kortslutningsberegningen:

1. Kortslutningsytelse på 132 kV SSK ved Seldal koblingsstasjon er 20 kA
2. Utkoblingstid for 33 kV bryterfelt i Sandnes vindkraftverk (ved kortslutning) 0,5 s

Når kortslutningsytelsene er gitt, avhenger maksimal kortslutningsstrøm av lengden og dimensjon på kabelstrekene. I et internt kabelnett i en vindpark er de kablene med minst kabeltverrsnitt i hver kurs mest utsatt. Tabell 4 viser hva jordkabler av typen TSLF kan tåle av kortslutningsstrøm forutsatt en utkoblingstid på 0,5 s.

Tabell 4. Oversikt over hva hvert enkelt tverrsnitt av TSLF jordkabler kan tåle av kortslutningsstrøm i 0,5 s.

Kabeltverrsnitt	Belastningsevne kortslutningsstrøm
TSLF 3x1x95 mm ² Al	12,0 kA
TSLF 3x1x150 mm ² Al	19,0 kA
TSLF 3x1x240 mm ² Al	30,5 kA
TSLF 3x1x400 mm ² Al	50,9 kA

Kortslutningsberegningen viste at en del seksjoner med 33 kV 95 mm² Al jordkabler må skiftes til fordel for et større tverrsnitt (150 mm² Al) på grunn av for høy kortslutningsytelse. Tabell 5 viser oversikt over internt 33 kV kabelnett i Sandnes vindkraftverk hvor kabelnettet er dimensjonert for å tåle maksimal kortslutningsstrøm som kan oppstå. Det er som nevnt tidligere lagt til grunn en utkoblingstid på 0,5 s.

Tabell 5. Mengde 33 kV jordkabel korrigert for kortslutningsytelse

Kabeltverrsnitt	Mengde [m]
TSLF 3x1x95 mm ² Al	3 928
TSLF 3x1x150 mm ² Al	21 751
TSLF 3x1x240 mm ² Al	1 344
TSLF 3x1x400 mm ² Al	7 411
Sum alle tverrsnitt	34 434

Lastflytanalyse

Som grunnlag for lastflytanalysen ble det etablert en modell av systemløsningen i dataprogrammet EDSA. Kabelnettet i modellen er dimensjonert for å tåle den maksimale kortslutningsstrømmen som kan oppstå. Modellen inkluderer tap i 33/1 kV turbintransformatorer og i 33 kV kabelnettet frem til 132/33 kV transformator i Sandnes vindkraftverk (tap i denne transformatoren er ikke inkludert).

Tabell 6. Resultat fra lastflytanalyse.

Post	Tap	Tapsprosent [%]	Kapitaliserte tap
Effekttap [kW]	833	1,0	6 944 000 kr
Energitap [MWh]	1 479	0,6	

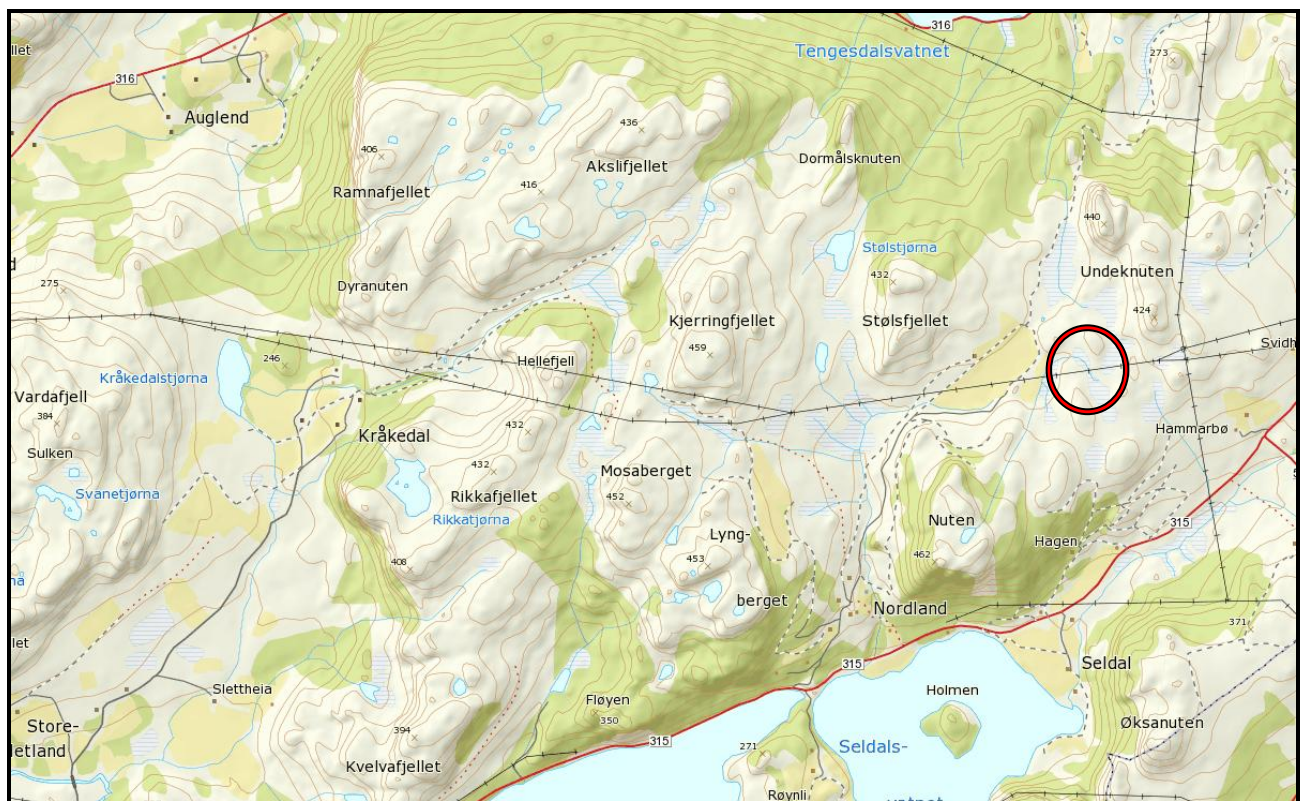
6.5 Transformatorstasjon for vindkraftverket

Plassering av ny 132/3 kV trafostasjon i Sandnes vindkraftverk er mer eller mindre avhengig av hvor konsesjonssøkt 132 kV koblingsstasjon ved Seldal blir plassert. Dette er pt ikke avklart, selv om det ble beskrevet en mulig plassering i konsesjonssøknaden til ny 132 kV ledning Maudal – Seldal.

Kommentar: Lyse Elnett har uttalt at det pt ikke er bestemt en plassering av ny 132 kV koblingsstasjon ved Seldal. Grunnet klimatiske forhold kan stasjonen bli plassert noe lenger vest enn det som ble beskrevet i konsesjonssøknad til ny 132 kV ledning Maudal – Seldal.

Det er i denne rapporten tatt utgangspunkt i å tilknytte Sandnes vindkraftverk til en eventuell ny 132 kV koblingsstasjon ved Seldal. 132 kV koblingsstasjon må da utvides til også å inneholde 33 kV spenningsnivå og transformering mellom 132 kV og 33 kV spenningsnivå. I tillegg må det bygges et servicebygg som kan benyttes ved behov.

Se figur 4 for antatt plassering (i denne rapporten) av 132/33 kV trafostasjon i Seldal.



Figur 4. Forutsatt plassering (rød ring) av Seldal koblings- og trafostasjon.

I trafostasjonen etableres transformeringskapasitet mellom 33 kV og 132 kV spenningsnivå på 90 MVA. Om produksjonen fra Vardafjellet også skal føres mot Seldal trafostasjon (på 33 kV spenningsnivå), vil trafokapasiteten måtte økes fra 90 MVA til ca 120 MVA.

Kommentar: Om Vardafjellet vindkraftverk skal føre produksjonen mot ny 132/33 kV trafostasjon ved Seldal, er det forutsatt i denne rapporten at produksjonen fra Vardafjellet føres mot trafostasjonen på eget separat 33 kV kabelnett.

Det forutsettes i denne løsningen at Lyse Elnett og Sandnes vindkraftverk samarbeider om etablering av den nye 132/33 kV trafostasjonen, det vil si at deler av den nye stasjonen vil bli felles for begge aktører. Herunder ligger deler av selve stasjons-/servicebygget (WC og oppholdsrom), kontrollanlegg, jordingsanlegg, batteribank for nødstrømsanlegg og tilhørende elektriske anlegg og parkeringsplass utenfor stasjonsbygget.

Lyse Elnett vil stå som eier av 3 – 5 stk 132 kV bryterfelt (avhengig av hvor mange av de eksisterende 132 kV ledningene Lysebotn – Tronsholen stasjonen skal tilknyttes). Herunder ligger 1 stk 132 kV bryterfelt mot Gilja/Maudal.

Som følger av at Sandnes vindkraftverk skal utvide den planlagte 132 kV koblingsstasjonen ved Seldal til 132/33 kV trafostasjon, vil det være nødvendig med en del tiltak. Stasjonsbygningen må utvides til å inneha 132/33 kV transformator, verksted, lager og større sanitæranlegg og egen stasjonsforsyning. Videre må kontrollanlegg, jordingsanlegg og tomt utvides. I tillegg må 132 kV bryteranlegg utvides med 1 stk 132 kV trafofelt. Det må også etableres 33 kV koblingsanlegg innendørs.

Se tabell 7 for spesifikasjon av trafostasjon i vindkraftverk.

Kommentar: Tabell 7 viser nettkomponenter som kommer i tillegg til de komponenter som allerede er etablert i 132 kV koblingsstasjon i Seldal.

Tabell 7. Nødvendige primærkomponenter i transformatorstasjon ved Sandnes vindkraftverk.

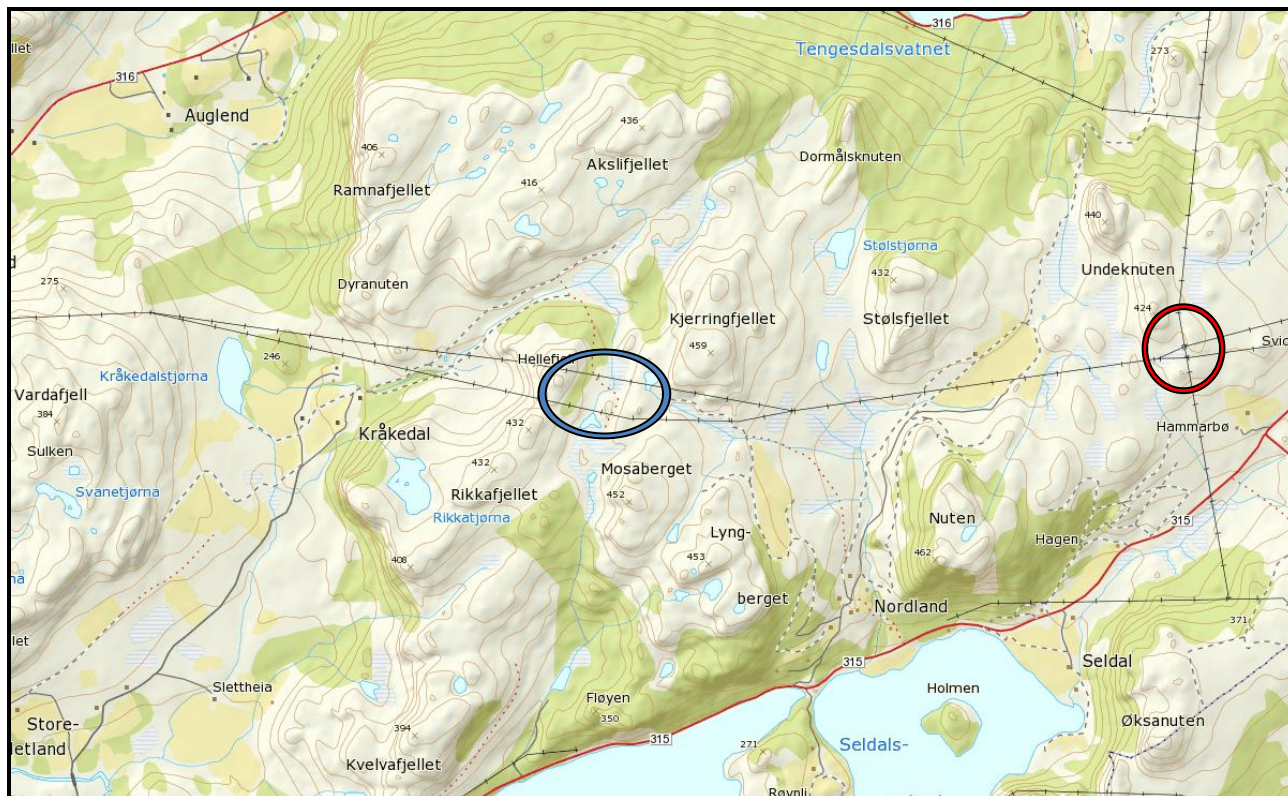
Spesifikasjon for trafostasjon i Sandnes vindkraftverk x)
• 1 stk 90 MVA 132/33 kV transformator, kjøling ONAN/ONAF utstyrt med berøringssikre kabeltilkoblinger både på primær- og sekundærside • 1 stk 132 kV bryterfelt/trafofelt, utført som standard utendørsanlegg • 5 stk 33 kV bryterfelt/koblingsfelt (3 stk kabelavganger, 1 stk trafofelt, 1 stk bryterfelt for stasjonstrafo) • 1 stk 50 – 100 kVA 33/0,23(0,415) kV stasjonstrafo • Økning i ytelse på batteribank for nødstrøm og tilhørende elektrisk utrustning (ift Seldal 132 kV koblingsstasjon). • Nødvendige 132 kV og 33 kV kabelforbindelser • Utvidelse av kontrollanlegg (ift Seldal 132 kV koblingsstasjon) Det forutsettes montert oljeoppsamlingskum for eventuell spillolje fra transformatorer samt automatisk brannslukningsutstyr. <i>Avhengig av hvilke krav som stilles av regionalnettseier (Lyse Elnett), kan det også bli nødvendig å montere kondensatorbatterianlegg, samt jordslutningsspole, i transformatorstasjonen.</i>

x) Dette er utstyr/komponenter som er nødvendige utover de som allerede vil være nødvendig for etablering av Seldal koblingsstasjon.

6.6 Sekundær løsning, alternativ plassering av 132/33 kV trafostasjon

Dette er en sekundær løsning ift løsningen beskrevet i avsnitt 6.5.

Løsningen går ut på å tilknytte Sandnes vindkraftverk til en av tre eksisterende 132 kV ledningene som i dag går gjennom planområdet til vindkraftverket med en egen 132/33 kV trafostasjon. Denne løsningen må benyttes om det ikke blir realisert en ny 132 kV koblingsstasjon i Seldal – området. Løsningen kan også benyttes i kombinasjon med en ny 132 kV koblingsstasjon (med egen 132 kV forbindelse fra ny 132/33 kV trafostasjon frem til 132 kV koblingsstasjon).



Figur 5. Mulig plassering av ny 132/33 kV stasjon sentralt i planområdet til Sandnes vindkraftverk. Blå ring: Mulig plassering av ny 132/33 kV stasjon. Rød ring: Opprinnelig tenkt plassering av 132 kV koblingsstasjon Seldal.

Dette alternativet for Sandnes vindkraftverk anses å være sekundær i forhold til alternativet med en felles løsning med Lyse Elnett (se avsnitt 6.5). Ved å måtte etablere to stasjoner (1 stk trafo- og 1 stk koblingsstasjon) så nær hverandre, vil medføre at de samfunnsøkonomiske kostnadene blir større enn om man samarbeider om en felles stasjonsløsning.

Kommentar: Om det ikke blir realisert noen 132 kV koblingsstasjon ved Seldal, er denne løsningen (ny 132/33 kV trafostasjon sentralt plassert i vindparken) eneste reelle løsning for å få produksjonen fra Sandnes vindkraftverk opp i overliggende 132 kV nett. En plassering av 132/33 kV trafostasjon i følge figur 5 vil da være aktuell.

7.0 UTFØRELSE, BYGGEMETODER OG AREALBRUK

7.1 Jordkabelanlegg

Jordkablene mellom vindturbinene og mellom vindturbiner og trafostasjon i vindpark, legges i egne kabelgrøfter, normalt med ca. 0,6 – 0,8 m overdekning, langs vegskulder i det interne vegnettet i vindparken. Hvert kabelsett legges i tett trekant med sandomfylling og overliggende mekanisk beskyttelse og markeringsbånd. For at ikke sanden skal bli utvasket antas at sandomfyllingen må innpakkes med fiberduk. I samme grøft legges optisk fiberkabel i rør. Avstanden mellom hvert kabelsett i samme grøft er minimum 70 mm. På enkelte strekninger vil det være behov for å utvide avstanden mellom kabelsettene fra ca 70 mm til ca 250 – 300 mm.

8. KOSTNADSOVERSLAG/ØKONOMI NETTILKNYTNING

Sandnes vindkraftverk er kostnadsberegnet med kun en nettløsning mot Seldal koblingsstasjon. Denne nettløsningen er beskrevet i avsnitt 6.5 og går ut på å etablere en kombinert 132 kV koblings- og trafostasjon ved Seldal. Nettkomponentene som er nødvendig er kostnadsberegnet, og tar utgangspunkt i følgende:

- Prisnivå og pengeverdi: År 2012
- Jordkabelanlegg: Budsjettpriser fra kabellleverandør 2011
- Utleggingskostnader: Anslag og budsjett fra entreprenør 2011

Øvrige nettkostnader er basert på erfaringsgrunnlag supplert med kontakt mot leverandører og entreprenører. Overslaget fremkommer som komplette budsjettpriser uten at nøyaktig detaljprosjektering foreligger. Det antas at kostnadsoverslaget er innenfor grensene +/- 20 %.

Tabell 8. Kostnadsoverslag for nettilknytning av Sandnes vindkraftverk.

1. Seldal trafostasjon	
Stasjonsbygg, planering, bortkjøring av løsmasser	8,100,000
132/33 kV transformator innendørs, komplett inkl trafogrube	11,000,000
132 kV bryterfelt utendørs, komplett inkl montasje	2,500,000
33 kV bryterfelt innendørs, komplett inkl montasje, 6 stk	2,070,000
50 kVA 33/0,23 kV stasjonstransformator, inkl montasje og lavspennetavle	150,000
Kontrollanlegg, jordingsanlegg, vern, nødstrøm mm	780,000
Montasje, prøving, usikkerhet	600,000
Sum Seldal trafostasjon	25,200,000
2. Vindkraftverk (internt 33 kV kabelanlegg, grøft, bryteranlegg)	42,547,128
Sum investeringskostnader	67,747,128
Planleggings- og administrasjonskostnader, ca 7 %	4,742,299
Kapitaliserte drifts- og vedlikeholdskostnader	8,812,503
Kapitaliserte tapskostnader	9,027,331
TOTALE SAMFUNNSØKONOMISKE KOSTNADER	90,329,261
Samfunnsøkonomisk kostnad kr/kWh produsert energi	0.38
Samfunnsøkonomisk kostnad kr/MW installert ytelse	1,115,176

Kostnadene som ligger inn under post 2 i tabell 8 er som følger:

- 33 kV TSLF enleder jordkabler
- Gravekostnader til kabelanlegg som en andel/tillegg til veg
- Terminering og utlegging av 33 kV jordkabler + evt skjøter ved behov
- Nødvendig jordingsanlegg og fiberkabler
- Koblingskiosker
- Grøftemateriell/rør, kabeldekkeplater, fiberduk, omfyllingssand mm
- Koblingsanlegg ved/i turbin

Det forutsettes at turbintrafo og høyspentanlegg plasseres i bunn av turbintårn. En slik løsning forutsetter bruk av tørrisolert turbintrafo, ca 3160 kVA. Kostnaden for turbintrafo inngår ikke her, da den vanligvis ligger i turbinkontrakten.

9. GRUNNERVERV FOR NETTILKNYNTING

Tilknytningspunktet for vindkraftverket vil mest sannsynlig ligge innenfor planområdet til vindkraftverket. Man vil således ikke ha behov for å erverve grunnretter for fremføring av luftledning/jordkabel fra vindkraftverket og frem til et eksternt (utenfor vindkraftverkets planområde) tilkoblingspunkt.

Om tilknytningspunktet for Sandnes vindkraftverk likevel skulle bli anlagt utenfor vindkraftverkets planområde, vil man ha behov for å erverve grunnretter for fremføring av enten (ny) luftledning eller jordkabel.

10. ELEKTROMAGNETISK FELT OG HELSE

Kraftledninger og andre strømførende installasjoner omgir seg bl.a. med lavfrekvente elektromagnetiske felt. Det er fortsatt usikkerhet omkring helsemessige virkninger av slike felt. Konklusjonene fra 2 ekspertutvalg nedsatt av Sosial- og Helsedepartementet i 1994 og 2000 konkluderer med at:

"-verken epidemiologiske eller eksperimentelle data gir grunnlag for å klassifisere lavfrekvente elektromagnetiske felt som kreftfremkallende. De er heller ikke funnet sikre vitenskapelige holdepunkter for at andre sykdommer, skader eller plager kan være forårsaket av elektromagnetiske felt av art og styrke som man kan bli eksponert for i dagliglivet eller i de fleste yrker. Epidemiologiske undersøkelser taler for at leukemi forekommer oftere blant barn som bor nær kraftledninger enn hos andre barn, men de foreliggende data er ikke tilstrekkelige til å avgjøre en årsakssammenheng. Avgjørende spørsmål om eventuelle biologiske virkningsmekanismer, dosedefinisjoner og doseeffektrelasjoner er ubesvarte."

I rapport avgitt av en arbeidsgruppe 1. juni 2005 nedsatt for å vurdere:

"Forvaltningsstrategien ved anlegg av nye høyspentledninger og ved anlegg av boligområder, skole og barnehager etc. i nærheten av høyspentledninger..." sammenfatter arbeidsgruppen følgende:

"Kunnskapssituasjonen i dag er mer avklart enn tidligere og omfattende forskning kan sammenfattes med at det er en mulig økt risiko for utvikling av leukemi hos barn der magnetfeltet i boligen er over 0,4 μ T, men den absolutte risikoen vurderes fortsatt som meget lav.....Arbeidsgruppen anbefaler ikke innføring av nye grenseverdier.....Ved bygging av nye boliger eller nye høyspentanlegg anbefales det å gjennomføre et utredningsprogram som grunnlag for å vurdere tiltak som kan redusere magnetfelt. Det anbefales 0,4 μ T som utredningsnivå for mulige tiltak og beregninger som viser merkostnader og andre ulemper"

Fra 2006 er det offisiell forvaltningsstrategi i Norge at det ved bygging av nye ledninger eller ved anlegging av bygg nær kraftledninger, så skal det utredes mulige tiltak og kostnader ved disse, dersom **gjennomsnittlig** strømstyrke i ledningene gir et sterkere magnetfelt enn **0,4 microTesla [μ T]** i bygninger for varig opphold av mennesker. Eventuelle avbøtende tiltak kan være flytting av linjen eller endring av linekonfigurasjonen.

Seldal koblingsstasjon (trafostasjon) skal koble en ny 132 kV ledning (fra Giljaområdet) til en eller to eksisterende 132 kV ledninger (Lysebotn – Tronsholen). I tillegg er det planlagt at Sandnes vindkraftverk også skal føre produksjonen fra vindkraftverket opp i 132 kV nett ved Seldal. Det er dermed uvisst hvordan effektflyten vil bli i den/de 132 kV ledningen(e) som går mellom Lysebotn og Tronsholen etter sammenkobling ved Seldal.

Det vil dermed være vanskelig å vurdere hvordan effektflyten mellom Seldal og Tronsholen (Stokkeland) vil bli i fremtiden. Det er for mange variabler å ta hensyn til:

- Om Seldal skal tilknyttes en eller to av de eksisterende 132 kV ledningene Lysebotn – Tronsholen
- Om ny 132 kV ledning Giljaområdet – Seldal blir realisert (avhengig av blant annet Gilja vindkraftverk)
- Om Lysebotn kraftverk fører produksjonen inn i sentralnettet eller i de eksisterende 132 kV ledningene
- Øvrig potensial av kraftproduksjon som vil bli ført inn i de eksisterende 132 kV ledningene mellom Lysebotn og Tronsholen

Det vurderes dit hen at en beregning av gjennomsnittlig magnetfelt (på 132 kV ledninger Seldal – Tronsholen) gjennomføres når man vet mer om de ovenstående variabler.

10.1 Støy fra transformatoranlegg

Lyd fra transformatoranlegg er vanligvis noe sterkere enn lyd fra kraftledninger. I tillegg er duren uavhengig av værforhold. Lyden blir imidlertid dempet dersom transformatoren blir plassert innendørs. De transformatoranlegg omtalt i denne rapporten vil bli plassert enten innendørs i stasjonsbygg eller i egen trafocelle. Lyden fra trafoene vil dermed neppe bli hørbar før man kommer rimelig nær inntil stasjonsbygningen eller trafocellen. Lyden fra vindkraftverkets transformator vil også bli overgått av støyen fra vindturbinene i nærheten.