



TROMS KRAFT
NETT AS

Postadresse: Evjenvn 34
9291 Tromsø

Besøksadresse: Evjenvn 34

Telefon: 815 52 999
Telefaks: 77 60 12 18

Internet: www.tromskraft.no

Forstudie. Nettundersøkelse i forbindelse med tilknytning av Plasselva og Sandneselva Kraftverk i Lavangen kommune.

Kartreferanse:

Plasselva
N:7634364,03
E: 602442,57

Sandneselva
N:7630480,63
E: 611302,69

HENDELSE DATO:

DOKUMENTANSVARLIG:

Sigurd Bakkejord

	Antall sider: 12	UTFØRT AV (navn/dato): Sigurd Bakkejord	SISTE REVISJON (navn/dato): Sigurd Bakkejord 12.11.2015
Avd: LTP	Versjon: Foreløpig	GODKJENT (navn/dato):	Dokumentet er elektronisk lagret som

<u>INNHOLDSFORTEGNELSE</u>	<u>SIDE</u>
1 INNLEDNING	3
2 EKSISTERENDE NETT	4
2.1 REGIONAL/SENTRALNETT	4
2.2 22 kV DISTRIBUSJONSNETT	4
3 KRAV SOM SETTES FRA TROMS KRAFT NETT AS	5
3.1 TERMISK GRENSELAST.....	5
3.2 LANGSOMME SPENNINGSVARIASJONER	5
3.3 SPENNINGSSPRANG.....	5
3.4 FLIMMER	5
3.5 SPENNINGSDIPP VED START OG STOPPFORLØP AV GENERATORER	5
3.6 OVERHARMONISKE SPENNINGER	6
3.7 SPENNINGSSUSYMMETRI	6
3.8 LIKESTRØMSKOMPONENT.....	6
4 BEREGNINGER UTEN GENERATOR	7
4.1 KORTSLUTNINGSYTELSE OG KORTSLUTNINGSSTRØM I TILKOBLINGSPUNKTET FOR GENERATOR.	7
4.2 BELASTNING PÅ 22 kV STASJONSAVGANG I TRAFOSTASJONENE (UTEN GENERATOR).....	8
4.3 BELASTNING OG NETTAP PÅ BERØRT NETT (UTEN GENERATOR)	8
4.4 SPENNINGSPROFIL UTEN GENERATOR	8
5 BEREGNINGER MED GENERATOR TILKNYTTET	9
5.1 BELASTNING PÅ 22 kV STASJONSAVGANG I TRAFOSTASJONENE (MED GENERATOR).....	9
5.2 BELASTNING OG NETTAP PÅ BERØRT NETT (MED GENERATOR).....	9
5.3 SPENNINGSPROFIL MED GENERATOR	10
5.4 TILLAT REGULERINGSBÅND I TILKNYTNINGSPUNKT FOR KRAFTVERK	11
5.5 KORTSLUTNINGSYTELSE OG STRØM I TILKOBLINGSPUNKTET FOR GENERATORENE.	11
6 OPPSUMMERING	12
7 KONKLUSJON	12
8 REFERANSER	12
9 VEDLEGG	12

1 INNLEDNING

Orneset Eiendomsselskap AS har søkt om konsesjon for utbygging av Plasselva kraftverk i Lavangen kommune. Kraftverket vil ha en installert effekt på 4,1 MW og en planlagt årsproduksjon på 10,4 GWh.

Småkraft AS har søkt om konsesjon for utbygging av Sandneselva kraftverk i Lavangen kommune. Kraftverket vil ha en installert effekt på 5,1 MW og en planlagt årsproduksjon på 11,2 GWh.

Denne forstudien har til hensikt å belyse relevante nettforhold i forbindelse med konsesjonssøknadene. I forstudiet er eventuelle problemstillinger rundt tilknytning til Troms Kraft Netts distribusjonsnettet i området presentert. Kapasitet i distribusjonsnettet beregnes med utgangspunkt i stasjonære forhold. Resultatene i forstudiet er å anse som veiledende, samtidig som de danner grunnlag for å avgjøre konsekvenser om tilknytningene realiseres. Dersom konsesjon gis og det søkes om tilknytning vil utvidede nettanalyser bli utført i de tilfeller dette måtte være nødvendig.

Ledig kapasitet i nettet skal regnes som veiledende og dedikeres i tilknytningskontrakt. Konkrete planer for byggestart med mer skal foreligge før slik kontrakt inngås. Varigheten på en tilknytningskontrakt som tegnes i forkant av byggestart vil være begrenset. Dersom annen part ønsker å gjøre nytte av kapasiteten før aktuelt kraftverk realiseres, vil dette medføre at kapasitet for innmating fra gjeldende kraftverk reduseres eller bortfaller.

Som bakgrunn for undersøkelsen benyttes rapporter, listet opp i kapittel 8.

For undersøkelser av kapasiteten i nettet benyttes fagsystemet Netbas Analyse.

Den 1.1.2005 kom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) med en ny forskrift, "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet". Denne forskriften skal bidra til å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. Forskriften erstatter tidligere gjeldende Europeanorm, EN50160, har som formål å bidra til å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet, og en samfunnsmessig rasjonell drift, utbygging og utvikling av kraftsystemet. «Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet» danner grunnlaget for konklusjoner i denne forstudien.

2 EKSISTERENDE NETT

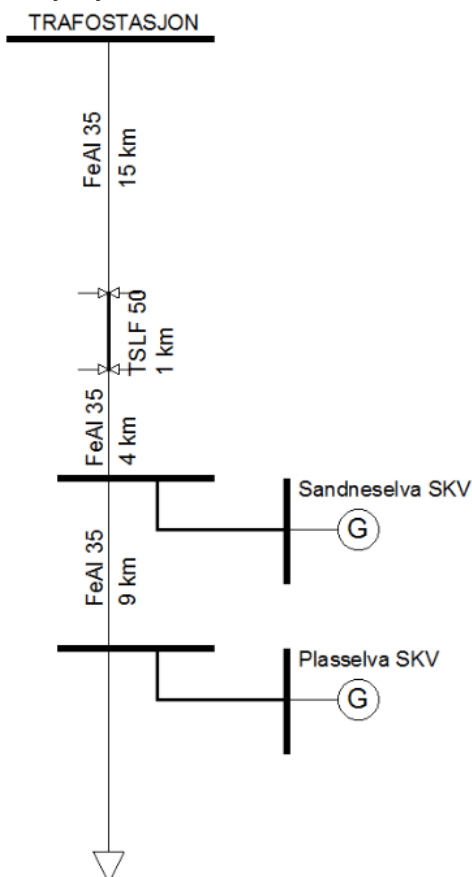
2.1 Regional/Sentralnett

De to omsøkte småkraftverkene vil ikke introdusere nye utfordringer i berørt regional-/sentralnett.

2.2 22 kV Distribusjonsnett

Distribusjonsnett i Lavangen kommune er normalt forsynt fra Salangen Trafostasjon i Salangen kommune. Overføringen fra trafostasjon består av blanding mellom luft- og kabelnett med varierende overføringskapasitet.

Enlinjeskjema:



Figur 1 Enlinjeskjema mellom trafostasjon og planlagte kraftverk

Radial mellom trafostasjon og aktuelt tilknytningspunkt for Sandneselva Kraftverk består av ca 19 km luftlinje og ca 1,0 km jordkabel. Plasselva ligger ca 9 km lengre ut på radial i forhold til Sandneselva. Tabell 2-1 beskriver detaljert komponentsammensetning på radial.

Tabell 2-1 Komponenter på radial

Typebetegnelse	Lengde [km]
FEAL 1X25	2,428
FEAL 1X35	24,71
TSLE AL 3X1X50	0,234
TSLF AL 3X1X150	0,78
TXSE AL 1X3X50	0,091
TXSP AL 1X3X50	0,932
TXSP AL 3X1X50	0,198
Sum radiallengde	29,373

3 KRAV SOM SETTES FRA TROMS KRAFT NETT AS

I forbindelse med tilknytning av kraftverk vil Troms Kraft Nett AS sette krav til utbygger for fortsatt å tilfredsstille kravene om leveringskvalitet, dette slik at nettet ikke blir forurenset av de planlagte generatorene.

Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet setter strenge krav til nettselskapet når det gjelder hvilken kvalitet det er på spenningen og strømmen som leveres til kundene.

Det viktigste punktet i nevnte forskrift er § 3-3, som sier at *Nettselskap skal sørge for at langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi, er innenfor et intervall på $\pm 10\%$ av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet.*

I det etterfølgende er relevante punkt som må etterfølges av innmatingskunder listet opp. For øvrig vises det til forskriften i sin helhet. I tillegg forholder Troms Kraft Nett AS seg til SINTEF rapport, TR A6343.01 "Tekniske retningslinjer for tilknytning av produksjonsenheter, med maksimum aktiv effektproduksjon mindre enn 10 MW, til distribusjonsnettet. Rev.01 30.11.2006".

3.1 Termisk grenselast

Tillatt belastning relativt til termisk grenselast på linjer og kabler i distribusjonsnett, vil variere avhengig av hvilke belastninger anlegget er dimensjonert for (temperaturer, forlegningsmetoder, etc.).

Eventuelle kostnader for nødvendig utskifting eller montering av nye anleggskomponenter i forbindelse med tilknytning av kraftverk vil belastes utbygger av kraftverket.

3.2 Langsomme spenningsvariasjoner

Generator skal ikke bidra med mer enn $\pm 4,0\%$ spenningsendring ved langsomme spenningsvariasjoner, referert middelspenningen, i punktet på radialen den er tilknyttet.

3.3 Spenningsssprang

Det tillates ikke større spenningsssprang enn det beskrevet § 3-5 i [2] for spenninger med nettilknytning over 1,0 kV.

3.4 Flimmer

Kraftverket skal ikke føre til at flimmerintensiteten i tilknytningspunktet overstiger 0,8. Dette gjelder både kort- og langtidsintensitet.

Dette er et forholdstall som må dokumenteres av produsent av generator.

3.5 Spenningsdipp ved start og stoppforløp av generatorer

Start og stopp av generator kan forårsake spenningsdipp, årsaken til dette er magnetiseringen av maskinen. Starten foregår normalt med en frekvensomformer.

For å unngå kritisk dipp anbefales det at tillatt negativ spenningsendring som følge av start begrenses til 4 % av nominell spenning (nominell spenning = 22 kV).

Dette betyr at hvis spenningen i utgangspunktet er 10 % under nominell verdi hos en kunde, vil den ved start maksimalt redusere spenningen til $100\% - 10\% - 4\% = 86\%$ av nominell verdi eller 18,9 kV i startforløpet.

Anbefalte grenseverdier er beskrevet i [1]. Grenseverdiene gjelder også for andre typer kraftverk.

3.6 Overharmoniske spenninger

Total overharmonisk skal i henhold til § 3-7 i [2] ikke være over 8 % som ti minutters middel, eller over 5 % som middel over en uke. Kraftverk skal heller ikke bidra til at de individuelle grensene for overharmoniske spenninger i tilknytningspunktet (listet opp under) overskrides [3].

<u>Orden h:</u>	<u>THD [% av U_n]</u>	<u>Orden h:</u>	<u>THD [% av U_n]</u>
5	5,4	3	4,5
7	4,5	9	1,4
11	3,2	15	0,5
13	2,7	21	0,5
17	1,8	>21	0,5
19	1,4	2	1,8
23	1,4	4	0,9
25	1,4	6	0,5
>25	0,9	>6	0,3

3.7 Spenningsusymmetri

Kraftverket skal ikke forårsake at spenningsusymmetri i tilknytningspunktet overstiger 1,8 % av merkespenningen.

3.8 Likestrømskomponent

Kraftverket skal ikke mate inn mer likestrøm enn 20 mA i lavspenningsnettet, eller 0,5 % av merkestrømmens rms-verdi i høyspenningsnettet.

4 BEREGNINGER UTEN GENERATOR

For å kunne utføre beregninger i nettet med generator driftsatt, er det nødvendig å kartlegge tilstanden i eksisterende nett før driftsetting av eventuelle nye kraftverk.

Belastninger i beregningene er utført med bakgrunn i belastningsdata for 2014.

Simuleringene for dagens nett er i hovedsak spenningsberegninger og tap ved lastflytanalyser samt kortslutningsberegninger. Beregninger er statiske/stasjonære og tar ikke høyde for dynamiske påvirkninger driften av kraftverkene vil påføre nettet. I analysene er det benytta fast spenning på 22 kV i trafostasjon. Dette er å anse for en teoretisk verdi, hvor faktiske verdier i nettet vil variere avhengig av sammensatte parametre.

4.1 Kortslutningsytelse og kortslutningsstrøm i tilkoblingspunktet for generator.

Tabell 4-1 Kortslutningsdata ved tilknytningspunkt Plasselva ref.22 kV eksisterende nett¹

Max. kortslutningsstrømmer:		Temp (°C)	Faktor
3-polt kortslutning [kA]:	0,571		
2-polt kortslutning [kA]:	0,494	20	1,1
Kortslutningsytelse [MVA]:	21,757		
Imp. pluss-systemet R: 16,88 Ω X: 17,72 Ω Z: 24,47 Ω Cos(φ): 0,690			
Maksimal kortslutningsstrøm/ytelse er angitt der eksisterende produksjon i distribusjonsnettet gir bidrag til ytelsen.			
Min. kortslutningsstrømmer:		Temp (°C)	Faktor
3-polt kortslutning [kA]:	0,464		
2-polt kortslutning [kA]:	0,402	90	1,0
Kortslutningsytelse [MVA]:	17,684		
Imp. pluss-systemet R: 21,11 Ω X: 17,42 Ω Z: 27,37 Ω Cos(φ): 0,771			

Tabell 4-2 Spenning ved tilknytningspunkt Plasselva ref.22 kV distribusjonsnett²

Normal middelspenning [kV]:	21,4
*Maksimal tillatt spenning [kV]:	22,3

Tabell 4-3 Kortslutningsdata ved tilknytningspunkt Sandneselva ref.22 kV eksisterende nett³

Max. kortslutningsstrømmer:		Temp (°C)	Faktor
3-polt kortslutning [kA]:	0,763		
2-polt kortslutning [kA]:	0,661	20	1,1
Kortslutningsytelse [MVA]:	29,066		
Imp. pluss-systemet R: 11,87 Ω X: 13,95 Ω Z: 18,3 Ω Cos(φ): 0,648			
Maksimal kortslutningsstrøm/ytelse er angitt der eksisterende produksjon i distribusjonsnettet gir bidrag til ytelsen.			
Min. kortslutningsstrømmer:		Temp (°C)	Faktor
3-polt kortslutning [kA]:	0,633		
2-polt kortslutning [kA]:	0,548	90	1,0
Kortslutningsytelse [MVA]:	24,128		
Imp. pluss-systemet R: 14,69 Ω X: 13,66 Ω Z: 20,06 Ω Cos(φ): 0,732			

¹ Ytelsen vil variere etter hvordan bl.a. Statkraft SF og Troms Kraft Produksjon AS drifter generatorer tilknyttet regional og sentralnett.

² Oppgitte verdier forutsetter 22 kV på samleskinne i trafostasjon.

³ Ytelsen vil variere etter hvordan bl.a. Statkraft SF og Troms Kraft Produksjon AS drifter generatorer tilknyttet regional og sentralnett.

Tabell 4-4 Spenning ved tilknytningspunkt Sandneselva ref. 22 kV distribusjonsnett⁴

Normal middelspenning [kV]:	21,4
*Maksimal tillatt spenning [kV]:	22,3

4.2 Belastning på 22 kV stasjonsavgang i trafostasjonene (uten generator)

Tabell 4-5 Belastning på aktuelle radialer for tilknytning av kraftverkene

Radial	Tunglast [A]	Lettlast [A]
Salangen trafo - Tilknytningspunkt	95	28

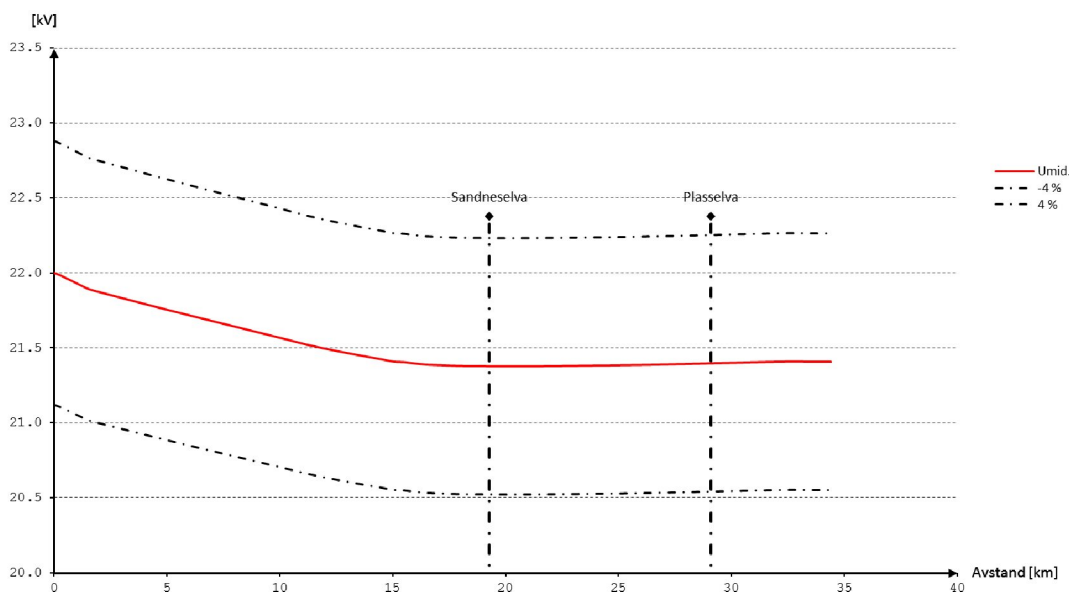
4.3 Belastning og nettap på berørt nett (uten generator)

Tabell 4-6 Last og tap i distribusjonsnett samt trafoer i trafostasjoner

Stasjon	Tunglast		Lettlast	
	Last (MVA)	Tap (MW)	Last (MVA)	Tap (MW)
Salangen Trafostasjon	3,492	0,171	1,062	0,058

4.4 Spenningsprofil uten generator

Spenningen på linjen ved hver av avgangene i trafostasjonen vil påvirkes av last og produksjon langs aktuell radial. Figur 4 Viser middelspenningsprofil langs radial (trafostasjon – kraftverk), samt tillatte grenseverdier på $\pm 4\%$ av middelspenning.



Figur 2 Spenningsprofil u/generator, lettlast/ tunglast på strekningen trafostasjon → linjeende

⁴ Oppgitte verdier forutsetter 22 kV på samleskinne i trafostasjon.

5 BEREGNINGER MED GENERATOR TILKNYTTET

Lokal produksjon tilknyttet 22 kV distribusjonsnett vil medføre spenningsendringer og påvirke belastning av nettet, samt energi og effektutveksling mot regional og sentralnett. Lokal produksjon kan være med på å avhjelpe hardt lastet linjenett, men da under forutsetning av at produksjonen tilpasses kapasiteten til nettet. For stor produksjon eller dårlig styring av produksjonen, kan i motsatt fall medføre negative virkninger på nærliggende nett og forårsake unødvendige ulemper for andre kunder tilknyttet nett under samme trafostasjon.

5.1 Belastning på 22 kV stasjonsavgang i trafostasjonene (med generator)

Siden annet ikke er kjent er det i resultatene under benytta en produksjon tilsvarende omsøkt effekt og en effektfaktor (induktiv) på 0,90.

Tabell 5-1 Belastning på aktuell radial for tilknytning av kraftverk

Radial	Tunglast [A]	Lettlast [A]
Salangen trafo - Tilknytningspunkt	195	219

Full produksjon i kraftverk vil medføre overbelastning på alle kabler med tverrsnitt under 150mm² og all luftlinje mellom tilknytningspunkt og trafostasjon (se Figur 1 og Tabell 2-1).

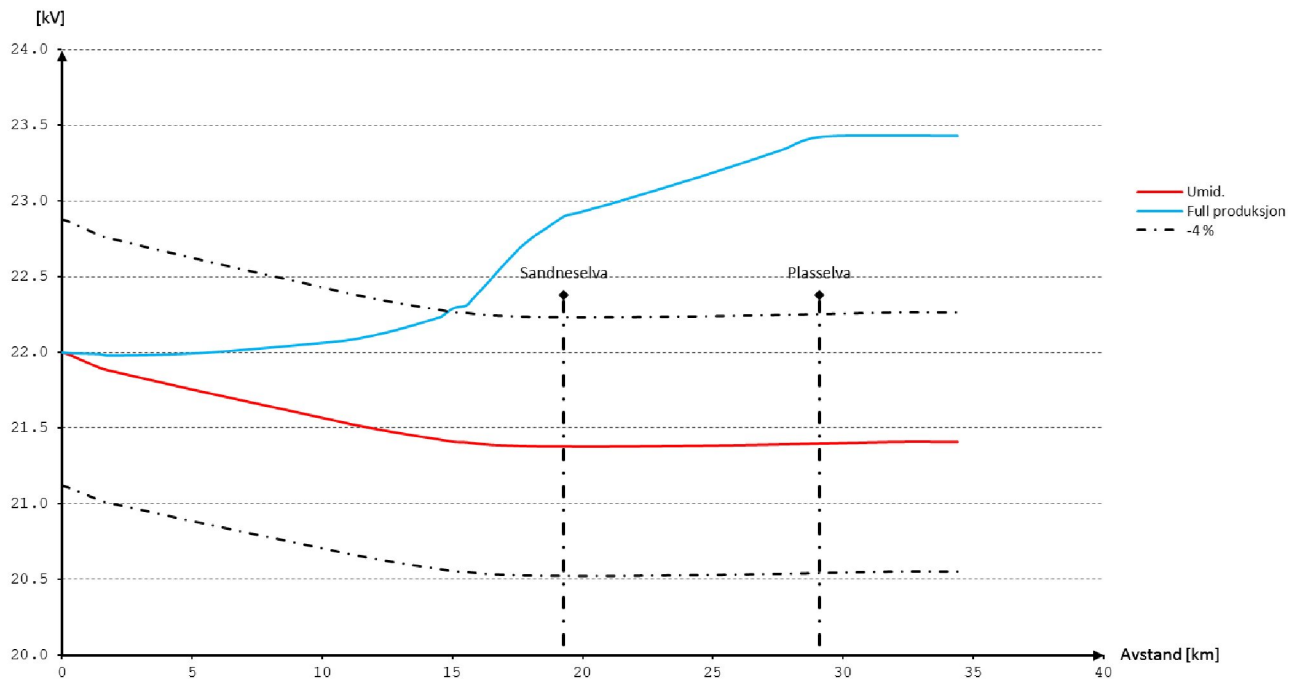
5.2 Belastning og nettap på berørt nett (med generator)

Tabell 5-2 Last og tap i distribusjonsnett samt trafoer i trafostasjoner

Stasjon	Tunglast		Lettlast	
	Last (MVA)	Tap (MW)	Last (MVA)	Tap (MW)
[Navn Trafostasjon]	-4,220	1,659	-6,369	1,827

5.3 Spenningsprofil med generator

Tilknytning av generator ved kraftverkene skal ikke generere spenningsstigning på mer enn +4 % og/eller spenningsreduksjon på mer enn -4 % av middelspenningen ved tilknytningspunktet. Generator skal heller ikke generere spenningsnivå utenfor normalområdet $\pm 4\%$ på svakeste punkt langs hele radialen eller andre radialer tilknyttet samme trafostasjon.

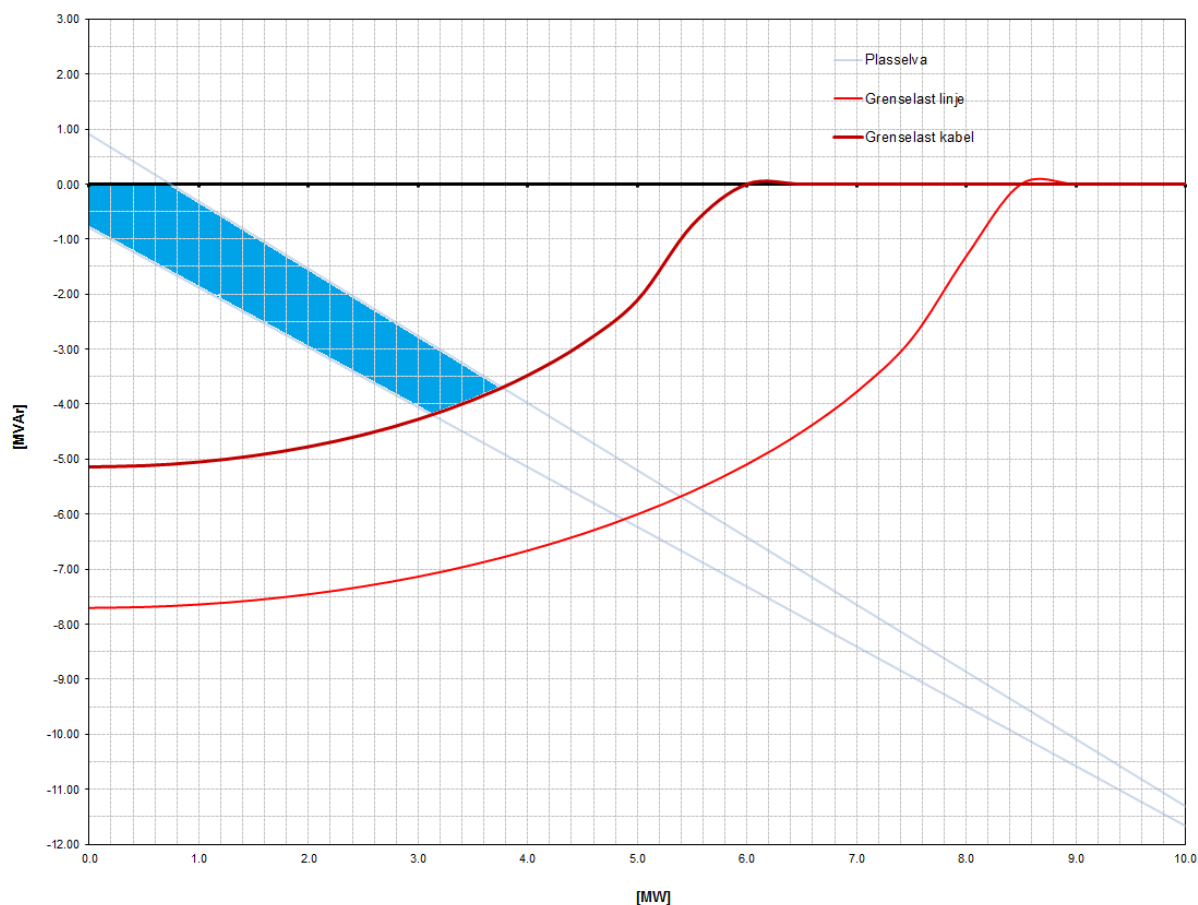


Figur 3 Spenningsprofil med generator

Figur 3 viser spenning langs radial i lettlast og full produksjon. Som figuren viser vil dette produksjonsscenarioet medføre spenninger utenfor tillate spenningsverdier på deler av radialen.

5.4 Tillat reguleringsbånd i tilknytningspunkt for kraftverk

Figur 4 viser tillat reguleringsområde (skravert område) som generator ved kraftverkene må holdes innenfor for å i alle tilfeller kunne overholde forannevnte krav til spenningskvalitet. Tillatt reguleringsområde viser tillatt samlet effekt fra de to planlagte kraftverkene.



Figur 4 Krav til reguleringsområde som funksjon av aktiv produksjon ved [kraftverk] i [kommune] kommune

Dersom ny produksjon fra kraftverkene hever av spenningen over 22,25 kV vil spenningen bli for høy lenger ut i nettet. Settspenning ved kraftverkene skal holdes på 22,25 kV eller lavere for at spenningskravet skal kunne overholdes i hele nettet².

Figur 4 viser reguleringsområde for reaktiv effekt som funksjon av aktiv produksjon og er veiledende. Avvik fra reguleringsområdet ved produksjonsanleggene vil medføre brudd på leveringsforskrifter eller overlast på nettkomponenter (*negative representerer uttak/forbruk av reaktiv effekt*). Som alternativ til $\cos \phi$ regulering kan det benyttes spenning som settpunkt eller en kombinasjon. Tabell 4-1 sier noe om stivheten til nettet og tabell 4-2 angir maksimal tillatt spenning ved tilknytningspunktet.

5.5 Kortslutningsytelse og strøm i tilkoblingspunktet for generatorene.

I tillegg til kortslutningsytelse fra overliggende nett, gir tilknyttede kraftverk i distribusjonsnettet bidrag til total kortslutningsytelse i nettet. Maksimal kortslutningsytelse ved tilknytningspunkt er angitt der det er tatt hensyn til eksisterende produksjon tilknyttet distribusjonsnettet.

Bidraget til kortslutningsytelsen planlagte kraftverk vil gi til samlet ytelse i nettet, er ikke mulig på dette tidspunkt å gjøre rede for. Dette må det eventuelt utføres beregninger på ved et senere tidspunkt når alle tekniske opplysninger er tilgjengelige.

6 OPPSUMMERING

- Startstrøm på generatoren må begrenses til å holde seg innenfor de tillatte 4 % i spenningsfall.
- Generatoren skal ikke bidra til mer enn ± 4 % spenningsendring ved langsomme spenningsvariasjoner referert middelspenning i tilknytningspunktet.
- Overharmoniske skal ligge innenfor grensen ved bruk av tommelfingerregel, men produsent må dokumentere bidraget i overharmoniske fra generatoren.
- Flimmerbidraget fra generator skal være mindre enn 0,8.
- Kompensering skal driftes synkront med generator.
- Generator/kraftverk skal som hovedregel trekke reaktiv effekt fra nettet såfremt annet ikke er avtalt.
- Generator/kraftverk skal ha kapasitet for reaktiv regulering for å overholde krav til spenning.
- Enhver tid gjeldende forskrifter til leveringskvalitet skal følges. Forhold som medfører brudd på leveringskvaliteten og kan henføres til produksjonsenhet, vil medføre frakobling inntil forholdet er utbedret av kraftverkets eier.
- Det kan bli aktuelt å montere kondensatorbatteri i overliggende trafostasjon.
- Endelige krav til reaktiv ytelse og spenning ved kraftverket fastsettes i tilknytningsavtale, kravene kan avvike fra resultater i dette dokumentet.

7 KONKLUSJON

Produksjon ved Plasselva tilsvarende 4,1 MW, og produksjon ved Sandneselva tilsvarende 5,1 MW, er ikke mulig å levere inn på eksisterende distribusjonsnett, dette ettersom spenningsgrenser overskrides og komponenter vil bli overbelastet. Maksimal samlet tillatt aktiv produksjon i dagens nett er 3,6 MW, forutsatt at anleggene dimensjoneres for å kunne trekke 3,6 MVA_r (samlet). Alternativ til redusert produksjon er forsterkning av dagens 22 kV distribusjonsnett. Se vedlegg 1 for forsterkningsalternativ og kostnadsoverslag for tilknytning.

8 REFERANSER

- [1] EBL-Kompetanse EBL-K 17-2001 TR A5329 "retningslinjer for nettilkobling av vindkraftverk"
- [2] Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet, gjeldende fra 1.1.2005
- [3] TR A6343.01 Tekniske retningslinjer for tilknytning av produksjonsenheter, med maksimum aktiv effektproduksjon mindre enn 10 MW, til distribusjonsnettet. Rev.01 30.11.2006

9 VEDLEGG

Vedlegg 1 Forsterkningsforslag/Kostnadsoverslag for tilknytning

Tromsø den 11.05.2016



Sigurd Bakkejord

Kraftnettplanlegger
Troms Kraft Nett AS

Innledende nettanalyse Småkraftverk – Plasselva og Sandneselva Kraftverk	Dokument ansvarlig Sigurd Bakkejord	Oppdatert: 12.11.2015	Versjon: Foreløpig	Side: 12 av 12
---	--	--------------------------	-----------------------	----------------