

 Troms Kraft Nett AS			
Postadresse: Evjenvn 34 9291 TROMSØ		Forstudie. Nettundersøkelse: Tilknytning av Paras småkraftverk i Storfjord kommune, søkt av Statskog SF 10.12.2015.	
Besøksadresse: Evjenvn 34		Kartreferanse: N: Ø:	
Telefon: 815 52 999		HENDELSE DATO:	DOKUMENTANSVARLIG: Frode Årdal Arkiv:
Internet: www.tromskraft.no			
FASIT-Rapportnr:	Antall sider:	UTFØRT AV (navn/dato): Irene Jæger	SISTE REVISJON (navn/dato): Irene Jæger 12.04.2016
Avd: Nett	Versjon: Foreløpig	GODKJENT (navn/dato):	Dokumentet er elektronisk lagret som Forstudie_Rovejohka Statskog SF

INNHold

1	INNLEDNING	3
2	DAGENS 22 KV DISTRIBUTJONSNETT	3
3	BEREGNINGER PÅ EKSISTERENDE NETT UTEN GENERATOR TILKNYTTET	3
4	BEREGNINGER PÅ EKSISTERENDE NETT MED GENERATOR TILKNYTTET	3
4.1	AVGANG FRA TRAFOSTASJON TIL TILKNYTNINGSPUNKT FOR KRAFTVERK	3
4.2	KORTSLUTNINGSYTELSE OG STRØM I TILKOBLINGSPUNKTET FOR GENERATORENE.	5
5	KRAV SOM SETTES FRA TROMS KRAFT NETT AS.....	6
5.1	TERMISK GRENSELAST	6
5.2	LANGSOMME SPENNINGSVARIASJONER	6
5.3	SPENNINGSSPRANG.	6
5.4	FLIMMER	6
5.5	SPENNINGSDIPP VED START OG STOPPFORLØP AV GENERATORER	6
5.6	OVERHARMONISKE	7
6	OPPSUMMERING	8
7	REFERANSER	8

FIGURLISTE

Figur 1	Krav til reguleringsområde som funksjon av aktiv produksjon ved Paras i Storfjord kommune	4
Figur 2	Enlinjeskjema for avgang fra Nordkjosbotn trafostasjon	5

TABELLISTE

Tabell 1	Kortslutningsdata ved Paras ref.22 kV distribusjonsnett	4
Tabell 2	Spenning ved Paras ref.22 kV distribusjonsnett	4

1 INNLEDNING

Statskog SF har søkt om konsesjon for utbygging av kraftverk i Storfjord kommune.

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

Dette forstudiet ser på problematikken rundt tilknytning til distribusjonsnettet i området. Vurdering av kapasiteten i distribusjonsnettet kjøres ut fra stasjonære forhold som berører Troms Kraft Netts distribusjonsnett.

Som bakgrunn for undersøkelsen benyttes rapporter listet opp i kapittel 7. For undersøkelser av kapasiteten i nettet benyttes fagsystemet Netbas Analyse.

Den 1.1.2005 kom Norges vassdrags- og energidirektorat med en ny forskrift. "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet" Denne forskriften skal bidra til å sikre en tilfredsstillende leveringskvalitet i det norske kraftsystemet. Denne forskriften erstatter tidligere gjeldende Europaanorm, EN50160.

2 DAGENS 22 KV DISTRIBUTJONSNETT

Dagens distribusjonsnett er dimensjonert for alminnelig forbruk. Ved tilknytning av produksjonsenheter vil det derfor kunne bli nødvendig med forsterkninger av nettet. Produksjonsenheter skal ikke påvirke leveringskvaliteten i nettet negativt.

3 BEREKNINGER PÅ EKSISTERENDE NETT UTEN GENERATOR TILKNYTTET

For å kunne utføre beregninger i nettet med generator driftsatt, er det nødvendig å finne tilstanden i eksisterende nett før driftsetting av eventuelle nye kraftverk. Tilstanden i eksisterende nett før tilknytning av generator danner referansen for hvordan forholdene skal være etter at generator er driftsatt.

Belastninger i simuleringer utføres med bakgrunn i belastningsdata for 2014.

Simuleringer undersøker i hovedsak spenningsforhold ved lastflytanalyser samt kortslutningsberegninger. Simuleringer er statiske/stasjonære og tar ikke høyde for dynamiske påvirkninger driften av kraftverkene vil påføre nettet.

4 BEREKNINGER PÅ EKSISTERENDE NETT MED GENERATOR TILKNYTTET

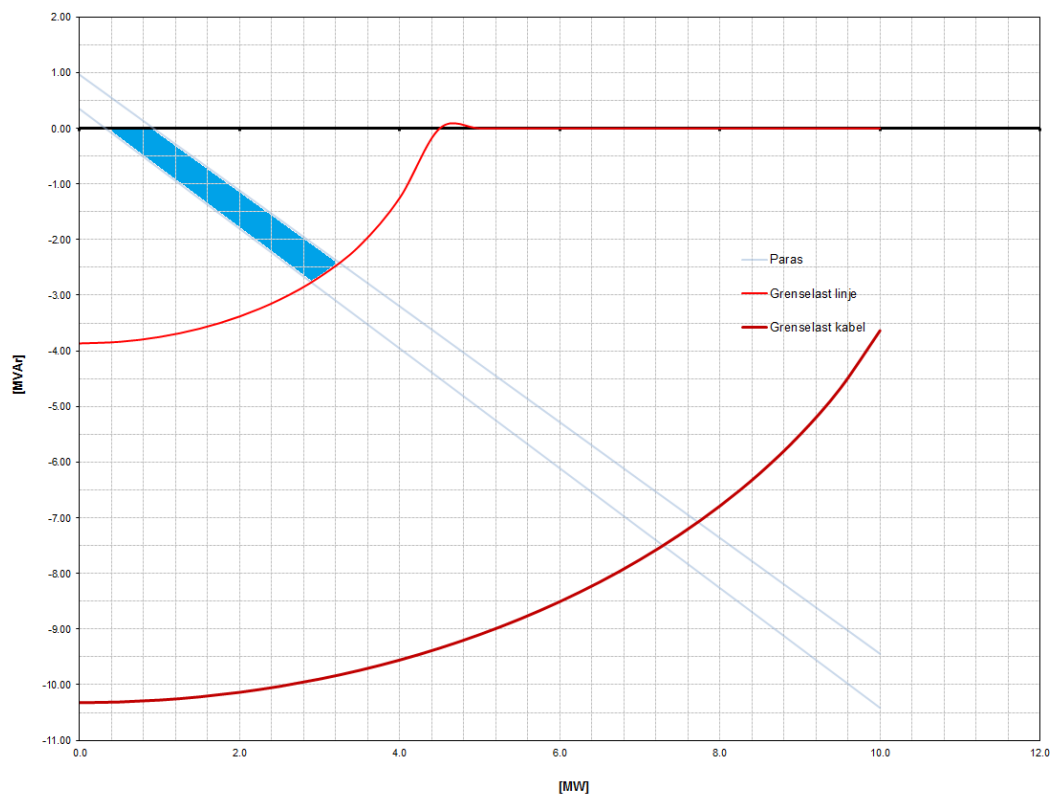
Lokal produksjon tilknyttet 22 kV distribusjonsnett vil medføre spenningsendringer og påvirke belastning av nettet, samt energi og effektutveksling mot regional og sentralnett. Lokal produksjon kan være med på å avhjelpe hardt lastet linjenett, men da under forutsetning av at produksjonen tilpasses kapasiteten 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.

4.1 Avgang fra trafostasjon til tilknytningspunkt for kraftverk

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. Disse krav til spenningskvalitet gjelder inntil det av NVE fastsettes nye krav. Endrede krav fra NVEs side vil være skjerpene til driften av tilknyttet generatorer ved planlagte kraftverk.

Figur 1 viser med skravert blått felt reguleringsområdet generator ved Paras må holdes innenfor for å i alle tilfeller kunne overholde forannevnte krav til spenningskvalitet. Grafen viser at termisk grenselast overskrides utover ca. 3,2 MW og det kan ikke produseres 6,32 MW ved dagens nettforhold.

Figur 1 Krav til reguleringsområde som funksjon av aktiv produksjon ved Paras i Storfjord kommun



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

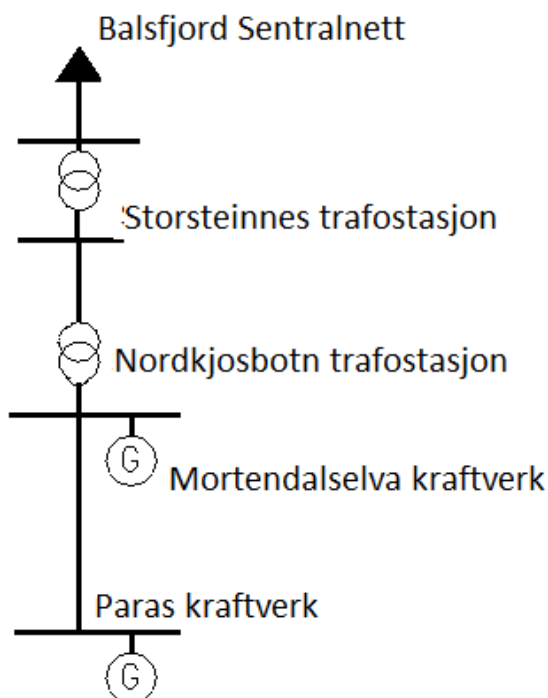
Tabell 1 Kortslutningsdata ved Paras ref.22 kV distribusjonsnett

Max. kortslutningsstrømmer:		Temp (C)	Faktor
3-polt kortslutning:	0.401 kA		
2-polt kortslutning:	0.348 kA	20.0	1.10
Kortslutningsytelse:	15.290 MVA		
Imp. pluss-systemet R: 29.628 Ohm X: 18.291 Ohm Z: 34.819 Ohm Cos(phi): 0.851			
Maksimal kortslutningsstrøm/ytelse er angitt der eksisterende produksjon i distribusjonsnettet gir bidrag til ytelsen.			
Min. kortslutningsstrømmer:		Temp (C)	Faktor
3-polt kortslutning:	0.303 kA		
2-polt kortslutning:	0.262 kA	90.0	1.00
Kortslutningsytelse:	11.534 MVA		
Imp. pluss-systemet R: 37.662 Ohm X: 18.504 Ohm Z: 41.962 Ohm Cos(phi): 0.898			

Tabell 2 Spenning ved Paras ref.22 kV distribusjonsnett

Normal middelspenning:	21.88kV
*Maksimal tillatt spenning:	22.76 kV

*Det er tilknyttet et annet kraftverk på samme radial som kraftverket ved Paras vil tilknyttes.



Figur 2 Enlinjeskjema for avgang fra Nordkjosbotn trafostasjon

Eksisterende produksjon vil ved full produksjon holde en spenning ved Paras på ca 20,96 kV. Dersom ny produksjon fra Paras hever spenningen til 22,76 kV eller mer, vil spenningen bli for høy lenger ut i nettet. Settspenning ved Paras skal holdes på 22,7 kV eller lavere for at spenningskravet skal kunne overholdes i hele nettet.

4.2 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.

5 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, slik at nettet ikke blir forurenset av de planlagte generatorene.

1.1.2005 kom en ny forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet som setter strenge krav til nettselskapet når det gjelder hvilken kvalitet det er på den spenning og strøm som leveres til kundene.

Nettet skal totalt sett drives innenfor "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet" fastsatt av Norges vassdrags- og energidirektorat den 30. november 2003.

Det viktigste punktet er § 3-3, som sier at langsomme variasjoner i spennings effektivverdi skal være innenfor $\pm 10\%$ i leveringspunktet målt som gjennomsnitt over ett minutt.

I tillegg gjelder § 3-5 som beskriver spenningsprang som kan oppstå ved start og stopp av motorlast eller generatorlast.

De andre kravene som forskriften beskriver finnes nærmere beskrevet i forskriften. I tillegg forholder Troms Kraft Nett AS seg til EBL-Kompetanse sin utredning, *EBL-K 17-2001 TR A5329 "retningslinjer for nettilkobling av vindkraftverk"* og SINTEF rapport, *TR A6343.01 "Tekniske retningslinjer for tilknytning av produksjonsheter, med maksimum aktiv effektproduksjon mindre enn 10 MW, til distribusjonsnettet. Rev.01 30.11.2006"*.

5.1 Termisk grenselast

Termisk grenselast i distribusjonsnettet på strekningen mellom trafostasjon og planlagt kraftverk er vist i figur 1.

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

5.2 Langsomme spenningsvariasjoner

Generator skal ikke bidra med mer enn $\pm 4,0\%$ spenningsendring ved langsomme spenningsvariasjoner referert middelspenningen ved tilknytningspunktet.

5.3 Spenningssprang.

I den nye forskriften til leveringskvalitet er det satt krav til spenningsprang.

Det tillates ikke større spenningsprang enn det som er beskrevet i forskriften § 3-5 for spenninger med nettilknytning over 1,0 kV.

5.4 Flimmer

Flimmer i levert spenning hos kundene må i henhold til "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet" § 3-6 ikke overstige $P_{lt} = 1,0$. For å overholde dette kravet må hver installasjon tilkoblet nettet kun gi et begrenset flimmerbidrag. [4] beskriver metoder for å fastsette maksimalt tillatt flimmerbidrag.

Det anbefales i [1] at beregning av flimmerbidraget kan unnlates hvis flimmerbidraget fra vindkraftverket er mindre enn $P_{lt} = 0,5$ for "long term" flimmer (2 timer) og $P_{st} = 0,7$ for "short term" flimmer (10 minutter).

Dette er et forholdstall slik at det må dokumenteres av produsent av generatoren, at generatoren vil holde seg innenfor dette kravet. Krav til flimmer gjelder for småkraftverk på lik linje med vindkraftverk.

5.5 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 = 22kV).

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 i [1]. Grenseverdiene gjelder også for andre typer kraftverk.

Småkraftverk Konsesjonssøker: Statskog SF	Dokument ansvarlig Frode Årdal	Oppdatert: 12.04.2016	Versjon: Foreløpig	Side: 6 av 8
--	-----------------------------------	--------------------------	-----------------------	--------------

5.6 Overharmoniske

De overharmoniske strømmene må begrenses slik at levert spenning hos kundene i nettet overholder grenseverdier for overharmoniske spenninger i henhold til "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet".

For å overholde dette kravet må hver installasjon tilkoblet nettet kun gi et begrenset bidrag.

[3] beskriver metoder for å fastsette det maksimalt tillatte bidraget av overharmoniske strømmer fra hver enkelt installasjon. Dette er først og fremst relevant for generatorer med frekvensomformer.

Forenklet kan man si at si at veiledende grenseverdier for overharmoniske strømmer i henhold til [4] kan frekvensomformere tilkoblet et relativt svakt tilknytningsnett slik som dette finnes på følgende måte.

Ved å benytte kortslutningsforholdet bedre enn (Kortslutningsytelse S_k over omformerytelse S_n) $S_k / S_n = 20$.

Dette resulterer i at de overharmoniske strømmene vil bli innenfor det som er beskrevet i de veiledende grenseverdenene.

Dette er et forholdstall slik at det må dokumenteres av produsent av generatoren at generatoren vil holde seg innenfor dette kravet.

Veiledende grenseverdier for overharmoniske strømmer er ifølge EBL-K rapport

Orden	odde harmoniske I_h (% av I_n)	like harmoniske I_h (% av I_n)
$0 < h < 11$	4,0 %	1,0 %
$11 < h < 17$	2,0 %	0,5 %
$17 < h < 23$	1,5 %	0,4 %

Faktiske grenseverdier anbefales fastsatt ved bruk av metodene i [3].

Total overharmonisk skal i henhold til § 3-8 i "Forskrift om leveringskvalitet" ikke være over 8 % som ti minutters middel, eller over 5 % som middel over en uke.

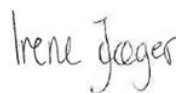
6 OPPSUMMERING

- Produksjon ved Paras tilsvarende 6.32 MW er per i dag ikke mulig å levere inn på eksisterende distribusjonsnett.
- 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 $P_{\text{long term}} = 0,5$ og $P_{\text{short term}} = 0,7$ hvis ikke må produsent dokumentere bidraget nærmere.
- 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 REFERANSER

- [1] EBL-Kompetanse EBL-K 17-2001 TR A5329 "retningslinjer for nettilkobling av vindkraftverk"
- [2] EBL Standardavtale for nettleie og vilkår for nettilknytning herunder Europanormen EN50160
- [3] IEC 61000-3-6 (1996) Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems
- [4] IEC 61000-3-7 (1996) Assessment of emission limits for fluctuating loads in MV and HV power systems
- [5] "Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet" gjeldende fra 1.1.2005
- [6] TR A6343.01 Tekniske retningslinjer for tilknytning av produksjonsenheter, med maksimum aktiv effektproduksjon mindre enn 10 MW, til distribusjonsnett. Rev.01 30.11.2006

Tromsø 12.04.2016



Irene Jæger

Kraftnettplanlegger
Troms Kraft Nett AS