

Prosjektnotat

Tilknytning av distribuert produksjon

Rammevilkår og begrensninger for tilknytningskapasitet

VERSJON

1.0

DATO

2015-03-19

FORFATTER(E)

Magne Lorentzen Kolstad

OPPDRAGSGIVER(E)

REN AS

OPPDRAGSGIVERS REF.

Stig Fretheim

PROSJEKTNR

502000645

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

11

ABSTRACT

Dette prosjektnotatet beskriver ulike aktører og deres interesser i forbindelse med tilknytning av distribuert produksjon, og gir en oversikt over ulike rammevilkår. Begrepet tilknytningskapasitet er også definert og fenomener som begrenser tilknytningskapasiteten i nettet er beskrevet.

UTARBEIDET AV

Magne Lorentzen Kolstad

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Henning Taxt

SIGNATUR**PROSJEKTNOTAT NR**

AN 15.12.15

GRADERING

Internal

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	3
2	Aktører, rammevilkår og interesser.....	3
2.1	Nettselskapene.....	3
2.1.1	Rammevilkår for tilknytning av DG.....	3
2.1.1.1	Tilknytningsplikt.....	4
2.1.1.2	Anleggsbidrag.....	5
2.1.1.3	Produksjonsrelaterte nettanlegg.....	5
2.1.2	Interesser.....	5
2.1.2.1	Personsikkerhet.....	6
2.2	Produsenten.....	6
2.2.1	Rammevilkår.....	6
2.2.2	Interesser.....	7
2.3	Systemoperatøren.....	7
3	Tilknytningskapasitet.....	8
3.1	Definisjon av tilknytningskapasitet.....	8
3.2	Begrensninger på tilknytningskapasiteten.....	8
3.2.1	Overføringsgrenser (strømgrenser).....	8
3.2.2	Langsomme spenningsvariasjoner.....	9
3.2.3	Spenningsprang.....	9
3.2.4	Spenningsrestriksjoner.....	9
4	Andre utfordringer vedrørende nettilknytning av DG.....	10
4.1	Spenningsregulering.....	10
4.2	Leveringspålitelighet.....	10
4.3	Stabilitet.....	11
5	Referanser.....	11

1 Innledning

Dette prosjektnotatet skal gjennomgå og systematisere rammevilkårene og ansvarsforhold som ligger til grunn for tilknytning av distribuert produksjon (DG) til nettet. Sentralt i dette arbeidet er lover og regelverk, som regulerer nettselskapenes ansvar og plikter. I tillegg har andre aktører, som utbygger eller systemansvarlig, interesser som kan være ulike og til tider motstridende. For å gjennomføre utbygginger må imidlertid alle disse interessene forenes, og det må finnes løsninger som tilfredsstillende alle parter behov.

Et sentralt begrep i den forbindelse er begrepet tilknytningskapasitet¹. Det sier noe om nettets kapasitet til å tilknytte flere enheter til et bestemt nett. Tilknytningskapasiteten til nettet er avhengig av hvilke krav og restriksjoner som settes, og henger sammen med hvordan kraftverk og nettet for øvrig driftes. I dette prosjektnotatet defineres begrepet tilknytningskapasitet og fenomener som begrenser tilknytningskapasiteten i nettet beskrives. Til slutt i notatet følger en gjennomgang av andre utfordringer knyttet til nettilknytning av DG.

2 Aktører, rammevilkår og interesser

I dette kapitlet beskrives dagens rammebetingelser for integrering av DG. I tillegg er det skissert hvilke hovedinteresser nettselskap, produsenter og systemoperatør har med hensyn på DG.

I Norge kommer mer en 90 % av DG fra småskala vannkraft. Mer informasjon om de forskjellige aktørene, deres ansvarsområder og prosesser og samspill i forbindelse med integrering av småskala vannkraft til distribusjonsnettet finnes i [1].

2.1 Nettselskapene

2.1.1 Rammevilkår for tilknytning av DG

ENTSO-E (the European Network of Transmission System Operators) er en sammenslutning av europeiske systemansvarlige nettselskap (Transmission System Operator – TSO). En av ENTSO-E sine viktigste oppgaver er utformingen av nye "Network codes", et regelverk for kraftsystemet, som skal legge til rette for et integrert marked i Europa samt bidra til harmonisering av regelverk på tvers av landegrenser. Innføring av network codes i Norge vil kreve en gjennomgang av dagens norske regler, som Forskrift om Systemansvaret (FoS) og Funksjonskrav i kraftsystemet (FIKS). Bland annet stiller Network Code on Requirements for Grid connection Applicable to all Generators (NC RfG)² strengere krav til generatorer tilknyttet distribusjonsnettet. RfG stiller blant annet krav til Fault-ride-through (FRT) egenskaper, informasjonsutveksling og hvilke frekvenser generatoren skal kunne operere under.

¹ Tilknytningskapasitet er en oversettelse av det engelske begrepet "*hosting capacity*"

² Network Code on Requirements for Grid connection Applicable to all Generators ligger nå hos EU kommisjonen for godkjenning. Endelig versjon av NC RfG er tilgjengelig på: <https://www.entsoe.eu/major-projects/network-code-development/requirements-for-generators/Pages/default.aspx>

2.1.1.1 Tilknytningsplikt

Nettselskapene har etter Energiloven^{3,4} plikt til å tilby alle som ønsker det tilgang til nettet. Dersom nettselskapet mottar en henvendelse om tilknytning i sitt nett skal nettselskapet undersøke og gi svar på om det er driftsmessig forsvarlig å gi tilknytning i eksisterende nett. Med driftsmessig forsvarlig menes at tilknytningen gir akseptable virkninger ut i fra en teknisk faglig vurdering av nettet⁵ og at tilknytningen ikke går utover leveringskvaliteten til eksisterende kunder⁶. Det vil si at overføringsgrensene i nettet skal overholdes og at spenningsgrenser gitt av forskrift om leveringskvalitet⁷ opprettholdes. Det legges også vekt på at tilknytningen ikke skal være til stor ulempe for andre kunder som for eksempel redusere leveringspåliteligheten. Dette må vurderes av nettselskapet. Dersom det ikke er driftsmessig forsvarlig å gi nye produksjonsanlegg tilknytning til eksisterende nett er nettselskapet pliktig i å utrede, søke konsesjon og gjennomføre nødvendige investeringer i nettet slik at tilkobling er mulig. Per i dag er det ikke anledning for nettselskapene å inngå avtaler med produsenter om periodevis begrenset produksjon som alternativ til nettutbygging. Kun i tilfeller der det er klart at nettet senere skal bygges ut for full kapasitet, kan det inngås avtaler om midlertidig produksjonsbegrensning. I slike tilfeller må nettselskapet forsikre seg om at tilknytningen ikke medfører problemer for eksisterende kunder og at avtalen ivaretar hensyn til likebehandling av alle aktørene i eget konsesjonsområdet. For at det skal være anledning til å inngå avtaler om midlertidig produksjonsbegrensning må det normalt foreligge konsesjon og investeringsbeslutning for nødvendig nettinvestering.

Nettselskapet er også ansvarlig for å avklare nettsituasjonen med konsesjonær i overliggende- og tilgrensende nett. Dersom tilknytningen av ny produksjon medfører behov for investeringer i overliggende- og tilgrensende nett gjelder tilknytningsplikten også for konsesjonærene i disse nettene.

I de tilfeller hvor det er ledig kapasitet i nettet er det opp til det enkelte nettselskapet å utforme kriterier for tildeling av kapasitet i nettet. Disse kriteriene skal være objektive og ikke diskriminerende. REN blad 3007 gir flere forslag til hvordan en køordning for tildeling av kapasitet i nettet kan etableres.

I områder med stort potensiale for distribuert produksjon og hvor det er lite kapasitet i nettet vil nettselskapene måtte ta stilling til om det skal tas høyde for eventuelle fremtidige utbygninger når nettet oppgraderes. Dette vil være en avveining mellom hva som er mest samfunnsøkonomisk nyttig og hvilken risiko nettselskapet er villig til å ta.

Det er anledning for nettselskapet å søke fritak fra tilknytningsplikten dersom de mener prosjektet ikke er samfunnsmessig rasjonelt. Om anlegget er samfunnsmessig rasjonelt bestemmes normalt ved å sammenligne de samlede kostnadene for både produksjon- og nettanlegg med de samlede inntektene. Dette vil først og fremst bli gjeldende dersom et kraftverk krever store investeringer i nettet som nettselskapet ikke kan kreve anleggsbidrag for.

³ Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven) §3-4

⁴ Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften) §3-4.

⁵ Uttalelse fra Olje- og energidepartementet i Ot. Prp. Nr 62 (2008 – 2009)

⁶ NVEs beskrivelse av tilknytningsplikten. (<http://www.nve.no/no/kraftmarked/tilknytning/tilknytningsplikt/>)

⁷ Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL)

2.1.1.2 Anleggsbidrag

Ved nye nettilknytninger eller ved forsterkning av nett til eksisterende kunder kan nettselskapene kreve et anleggsbidrag⁸ for å dekke anleggskostnadene, inklusive timeverk for personell, maskiner og utstyr. Anleggsbidraget settes lik nødvendige investeringer som følge av tilknytningen uavhengig av om investeringen gjøres som følge av tilknytningsplikten. Formålet med anleggsbidrag er å synliggjøre de samfunnsøkonomiske kostnadene ved tilknytning til nettet, i tillegg til at det gir mulighet til å fordele kostnadene mellom kunden som utløser investeringen og nettselskapets øvrige kunder. Nettselskapene er ikke pålagt å kreve anleggsbidrag, men de skal ha en praksis som er objektiv og ikke diskriminerende. I tilfeller hvor det er flere kunder som utløser en nettinvestering kan anleggsbidraget fordeles på flere kunder, også kunder som blir tilknyttet ved et senere tidspunkt, men senest innen ti år. Det er i dagens regelverk ikke anledning til å inngå avtaler hvor produsenter er med å dekke fremtidige forsterkninger gjennom anleggsbidrag, for eksempel i tilfeller hvor det er kapasitet til ett produksjonsanlegg, men et eventuelt anlegg nummer to vil utløse en nettinvestering. Det er imidlertid mulig å samordne tilknytning av flere produsenter som etableres tilnærmet samtidig.

Før en kunde tar en endelig avgjørelse om tilknytning skal nettselskapet gi et kostnadsoverslag på et eventuelt anleggsbidrag og informere om hvilke forutsetninger som er lagt til grunn for overslaget. Dette skal være spesifisert slik at det er mulig å ta stilling til rimeligheten i kostnadsoverslaget. Eventuelle uenigheter om anleggsbidrag kan bringes inn for NVE. Dersom den som ber om tilknytning ikke godtar anleggsbidraget bortfaller tilknytningsplikten. Ved fakturering av anleggsbidraget vil de faktiske kostnadene bli lagt til grunn.

Hvordan anleggsbidrag beregnes er beskrevet i REN3007.

2.1.1.3 Produksjonsrelaterte nettanlegg

Alle kostnader i produksjonsrelaterte nettanlegg skal dekkes av produsentene og ikke inngå i tariffgrunnlaget for uttak⁹. Dette innebærer kostnader knyttet til planlegging, oppføring og drift. Produksjonsrelaterte nettanlegg vil normalt innebefatte enkeltkomponenter eller anlegg av radiell karakter som på grunn av innmating av produksjon er dyrere kostnadsmessig dimensjonert. Produsenter som er tilknyttet et produksjonsrelatert nettanlegg skal i tillegg til innmatingstariff og energiledd betale en tariff som dekker kostnadene i nettet.

2.1.2 Interesser

Nettselskapene er ansvarlig for å sette krav slik at DG-enhetens nettilknytning og bruk av nettet ikke fører til uakseptabel leveringskvalitet eller problemer for den tekniske drift av distribusjonsnettet i forhold til Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet (FoL). Hvilke krav det er hensiktsmessig å stille til DG-enheten for å oppnå tilfredsstillende leveringskvalitet vil være avhengig av hvor mange kraftverk som kommer i området. Siden det ofte er forbundet med stor usikkerhet, er det å stille riktige krav til DG-enheten ofte en utfordring for nettselskapet. Som beskrevet i 2.1.1.1 plikter nettselskapene å tilknytte enhver utbygger med det effektuttak eller – innmating denne ber om, uten periodevise begrensninger. Siden nettselskapet ikke har anledning til å påvirke produksjonen etter at tilknytningsavtalen er på plass må de dimensjonere nettet ut i fra den verst tenkelige driftssituasjonen. Dette vil i enkelte tilfeller føre til stor overkapasitet i nettet store deler av året. For nettselskapene er det derfor viktig å ha gode rutiner og verktøy som hjelp til å stille de rette tekniske kravene til DG-enhetene og til å forutsi hvor mye nettkapasitet det

⁸ Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffen. §17 – 5 Anleggsbidrag

⁹ Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffen. §17 – 1 Produksjonsrelaterte nettanlegg

eventuelt er nødvendig å bygge ut. Det er også viktig at de kravene som stilles er kommunisert på en god måte slik at utbyggeren forstår nødvendigheten av kravene. I prosjektet "Distribusjonsnett 2020", utført av SINTEF Energi ble det laget et forslag til tekniske retningslinjer for tilknytning av DG til distribusjonsnett [2].

For nettselskapene er det viktig å opprettholde leveringspålideligheten i nettet. Økt integrasjon av DG vil kunne påvirke leveringspålideligheten både i positiv og negativ grad. Integrasjon av DG vil kunne kreve mer komplekse vernplaner i distribusjonsnettet på grunn av endring i spenningsforhold og mer komplisert lastflyt. Dette kan føre til et økt antall utilsiktede utkoblinger som igjen vil redusere leveringspålideligheten. Feil i DG-enheten og kapasitetsproblemer kan også være kilde til avbrudd. Leveringspålideligheten i nettet kan også økes ved at DG-enheter som er transient stabile kan bidra til å støtte nettet i feilsituasjoner. Dersom DG-enheten har tilstrekkelig reguleringsutrustning til å operere i kontrollert øydrift, vil det også være med å øke leveringspålideligheten i nettet. Men dette vil kreve betydelige investeringer fra utbygger og blir derfor som regel utelatt.

Dagens inntektsrammeregulering for nettselskaper er på mange måter en utfordring for nettselskapene når det gjelder integrering av DG. I mange områder kan være vanskelig å vite hvor mange prosjekter som blir realisert. Derfor blir som regel beslutning om nettinvesteringer utsatt til DG-prosjektene er i utbyggingsfasen. Dette hindrer nettselskapene å gjøre langsiktige samfunnsmessig rasjonelle investeringer og kan føre til at nettet ikke blir bygget med tilstrekkelig kapasitet fordi det kommer flere produsenter i området. I tillegg kan en slik praksis føre til forsinkelser i prosjektet, særlig dersom nødvendige endringer krever konsesjon fra NVE [1].

2.1.2.1 Personssikkerhet

Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF 2006) har som hensikt å sikre at elektriske anlegg prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de ivaretar den funksjonen de er tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse eller materielle verdier. I anlegg med mye distribuert produksjon er det spesielt viktig å påse at de paragrafer som omhandler håndtering av feilsituasjoner er tilfredsstillt.

Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og ved elektriske anlegg (FSE 2006) har som hovedformål å ivareta sikkerheten ved arbeid på eller nær elektriske anlegg samt drift av elektriske anlegg. I anlegg med mye DG er det spesielt viktig å påse at alle produsentenheter er frakoblet før arbeid i anlegget påbegynnes. Det er også viktig at det ikke er mulig for DG-enheter å spenningssette et anlegg det arbeides på. Disse kravene kan påvirke hvordan bryterarrangementer må bygges og styres.

2.2 Produsenten

Karakteristisk for distribuert produksjon er at kraftverkene har små ytelser i forhold til konvensjonelle kraftverk, de er tilknyttet lav- eller høyspennings distribusjonsnett, bidrar ikke med frekvens- eller spenningsregulering, er ikke styrt av sentrale produksjonsplaner, er ofte privat eid og uten store tekniske eller økonomisk ressurser på eiersiden og de var ikke tatt hensyn til da nettet ble planlagt utbygd.

2.2.1 Rammevilkår

I 2012 trede Lov om elsertifikater i kraft i Norge. Elsertifikater er en støtteordning med hensikt å øke produksjon av fornybar kraft i Norge og Sverige frem til 2020. Det er strømkundene i de to landene som finansierer ordningen ved at kraftleverandørene legger elsertifikatkostnaden inn i strømprisen.

Produksjonsanlegg som settes i drift etter 31.12.2020 kvalifiserer ikke for rett til elsertifikater. Elsertifikat ordningen vil ha stor konsekvens for lønnsomheten til småkraftprosjektene og det er derfor viktig for planlagte småkraftverk og komme på nett før utgangen av 2020.

2.2.2 Interesser

Produsentens hovedinteresse vil være å optimalisere lønnsomheten til kraftverket. Det vil si å oppfylle nødvendig krav til å opprettholde produksjonen og på samme tid holde kapitalkostnader og kostnader til drift og vedlikehold nede. Det er innmatingskundens ansvar å sikre at DG-enheten designes, bygges, idriftsettes og driftes i henhold til gitte retningslinjer, slik at overordnede systemkrav kan overholdes i det aktuelle nettet. Hvilke krav som stilles fra nettselskapet til DG-enheten vil være avhengig av plassering i nettet og om det er planer for flere DG-enheter i området. Kravene vil ha stor innvirkning på lønnsomheten til prosjektet.

Kostnader forbundet med tilknytningen av DG-enheten til nettet kan være med på å bestemme om et prosjekt vil være lønnsomt eller ikke. Dersom det er nødvendig med store investeringer i nettet før DG-enheten kan tilknyttes, har nettselskapet anledning til å kreve anleggsbidrag på opptil 100 % av nettinvesteringene fra utbygger. Produsentene vil være interessert i å holde nettinvesteringene nede, og ønsker gjerne at nettet driftes hardere for å unngå dyre anleggsbidrag. På den annen side er produsentene avhengig av et stabilt nett for å levere kraften de produserer.

Produsentene må også betale en innmatingstariiff for å levere kraft til nettet. Denne tariffen består av et fastledd og et energiledd. Fastleddet er uavhengig av kunden sin innmating av kraft og skal sikre at nettselskapet får tilstrekkelig inntekt i henhold til inntektsrammen fastsatt av NVE. Energileddet fastsettes på grunnlag av marginaltapskostnadene i tilknytningspunktet. Innmatingstariiffen vil dermed være avhengig av nettet hvor DG-enheten er plassert, som igjen påvirker lønnsomheten til kraftverket.

2.3 Systemoperatøren

Kraftverk tilknyttet sentral- og regionalnettet er forpliktet å oppfylle kravene satt av Statnett i FIKS 2012¹⁰. I distribusjonsnettet er det opp til nettselskapene å sette nødvendige krav, men i tilfeller hvor produksjonsanlegg har vesentlig betydning for driften og utnyttelsen av regional og sentralnettet kan Statnett også vedta funksjonalitet.

DG består i hovedsak av uregulerbar kraftproduksjon som småskala vannkraft og vindkraft. Stor andel uregulerbar kraft bidrar til større uforutsigbarhet og ubalanser i kraftsystemet. Statnett har verken myndighet eller praktisk mulighet til å regulere kraftproduksjonen i distribusjonsnettet. Dette er en utfordring fordi Statnett har systemansvar, men begrensede virkemidler for å styre den uregulerbare kraftproduksjonen som i stadig større grad påvirker balansen i kraftsystemet. Dersom utbyggingen av DG forsetter i samme tempo som i dag, kan det bli aktuelt for systemansvarlig å kreve utvidet funksjonalitet for å sikre et stabilt kraftsystem. Dette vil hovedsakelig dreie seg om: frekvensregulering og fault-ride-through (FRT) egenskaper for å hindre kaskaderende utfall og reaktiv kompensering for å unngå systematisk uttak av reaktiv effekt fra nettet.

¹⁰ "Funksjonskrav i kraftsystemet" Statnett, FIKS 2012

3 Tilknytningskapasitet

Tilknytningskapasitet er en måte å beskrive nettets kapasitet til å ta i mot ny produksjon og angir maksimal effekt ny produksjon som kan tilknyttes nettet gitt visse krav og forutsetninger. Dagens distribusjonsnett har ofte en radiell struktur og består hovedsakelig av forbrukskunder. I et slikt nett vil spenning og strøm alltid være størst i transformatorstasjonen der vern, effektbrytere og måleutstyr er plassert. Innføring av produksjonsenheter i distribusjonsnettet kan medføre store forandringer i effektflyten og dermed også i strøm- og spenningsforholdene i nettet. Dette kan skape flere tekniske utfordringer.

3.1 Definisjon av tilknytningskapasitet

Tilknytningskapasiteten i nettet beskriver hvor mye produksjon det er driftsmessig forsvarlig å tilknytte i ett gitt punkt i nettet. Med driftsmessig forsvarlig menes at tilknytningen av produksjon ikke fører til uakseptable virkninger ut i fra en teknisk faglig vurdering av nettet. Det vil si at overføringsgrenser for komponenter i nettet inkludert tilgrensende og overliggende nett overholdes. I tillegg skal ikke tilknytningen føre til brudd på spenningsgrenser gitt av forskrift om leveringskvalitet i underliggende og tilgrensende nett. Begrepet tilknytningskapasitet er således nært knyttet til tilknytningsplikten.

Økte tap i nettet og endring i leveringspålideligheten som følge av tilknytning av ny produksjon påvirker ikke tilknytningskapasiteten. Det vil si at det kan være nødvendig med investeringer i nettet for å sikre tilfredsstillende leveringspålidelighet selv om det er tilstrekkelig tilknytningskapasitet i nettet.

3.2 Begrensninger på tilknytningskapasiteten

I dette kapittelet vil mulige begrensninger på tilknytningskapasiteten i distribusjonsnettet bli gjennomgått. Begrensningene er basert på erfaringer fra tidligere SINTEF-prosjekter (OiDG og Distribusjon 2020), samt andre nasjonale og internasjonale studier [3].

3.2.1 Overføringsgrenser (strømgrenser)

Alle komponenter i et distribusjonsnett har en maksimal strømføringsevne. Strømmer større en denne grensen i tilstrekkelig lang tid vil føre til overoppheting som igjen kan føre til svikt. Tilknytning av DG vil føre til en endring i kraftflyten i nettet, som igjen kan føre til at strømføringsevnen til enkelte komponenter overskrides. Dette vil være spesielt aktuelt i perioder med høy produksjon og lavt forbruk og kan være en begrensning med tanke på tilknytning av DG.

Også under feilsituasjoner kan innføring av DG føre til overskridelse av de termiske begrensningene i nettet. Distribusjonsnett har en maksimal kortslutningsytelse som er bestemt ut i fra den maksimale kortslutningsstrømmen som kan brytes av effektbryterne og som ikke overskrider de termiske og mekaniske kortslutningsgrensene til andre komponenter i nettet. Tilknytning av DG-enheter kan bidra til å øke kortslutningsstrømmen i nettet. Dette kan i enkelte tilfeller være en begrensende faktor ved integrering av DG.

3.2.2 Langsomme spenningsvariasjoner

Endringer i last og produksjon gjennom året fører til variasjoner i spenningen i nettet. Store variasjoner i spenningen på grunn av DG kan ofte være en begrensning i tilknytningskapasiteten i distribusjonsnettet. I følge FoL skal langsomme variasjoner i spenningens effektivverdi være innenfor et intervall på $\pm 10\%$ av nominell spenning, målt som gjennomsnitt over ett minutt, i tilknytningspunkt i lavspenningsnettet. For å overholde dette, settes vanligvis grenser for laveste og høyeste tillatte stasjonære spenning i ulike punkt i høyspentnettet. Dette for å forenkle omfanget av analysene. Høy last og null produksjon vil gi laveste linjespenning mens lav last med full produksjon gir høyeste linjespenning. Høyeste tillatte linjespenning kan sette begrensninger for hvor mye aktiv effekt en produsent kan mate inn i nettet. Høy stasjonær spenning i perioder med lav last og høy produksjon er oppgitt som den vanligste begrensningen ved nettilknytning av DG i Norge i dag.

3.2.3 Spenningsstrang

Hurtige variasjoner i produksjonen, og inn- og utkobling av DG-enheter kan føre til sprang i spenningen. Hurtige variasjoner i produksjonen er først og fremst et problem for DG-enheter med varierende energikilder slik som vind og sol. Forskrift om leveringskvalitet i kraftsystemet setter krav til at ingen kunder skal oppleve mer en 24 kortvarige over-/underspenninger eller hurtige spenningsendringer der den stasjonære- eller transiente spenningsendringen overskrider henholdsvis 3 % eller 5 % av nominelt spenningsnivå. Nettselskapet har ikke har noen mulighet til å kontrollere antall start og stopp av DG-enheten når den først er tilknyttet nettet, det vil si at dersom en DG-enhet forårsaker en stasjonær spenningsendring på mer en 3 % kan det være nødvendig å oppgradere nettet eller stille krav til hvordan anlegget driftes. Nødvendigheten av tiltak for å unngå spenningsstrang bør vurderes ut fra en helhetlig vurdering av kraftnettet DG enheten skal tilknyttes samt kostnader forbundet med tiltakene.

3.2.4 Spenningsrestriksjoner

Andre fenomener knyttet til spenningskvalitet som kan påvirkes av integrering av DG er:

- Flimmerintensitet
- Spenningsusymmetri
- Over- og interharmoniske spenninger

Disse fenomenene er også regulert gjennom FoL og kan være begrensende for tilknytningskapasiteten. DG i Norge består i hovedsak av små vannkraftverk bestående av synkrongeneratorer som sjelden gir problemer knyttet til disse fenomenene.

4 Andre utfordringer vedrørende nettilknytning av DG

Det er også flere andre hensyn som må tas ved nettilknytning av DG, enn bare om nettet har kapasitet til å ta i mot den nye produksjonen.

4.1 Spenningsregulering

Integrasjon av DG kan også til problemer i forhold til spenningsregulering i distribusjonsnettet. I dag er spenningsreguleringen i distribusjonsnettet hovedsakelig ivaretatt ved hjelp av trinnkobling i overliggende trafo. Disse trinnkoblerne styres ofte av automatiske spenningskontrollere som sørger for å holde spenningen på samleskinnen i trafostasjonen noe over nominell spenning, for å kompensere for spenningsfall i nettet og sikre akseptable verdier for spenning i hele radialen. Selv om DG, gjennom å kompensere for spenningsfall i nettet, kan ha en positiv effekt på spenningen i nettet, er økt DG med på å komplisere spenningsreguleringen i nettet. Mange spenningsregulatorer kompensere for økt spenningsfall ved høyt forbruk i nettet ved å justere opp spenningen i trafostasjonen i forhold til målt laststrøm. Dersom en DG-enhet er plassert relativt nært trafostasjonen forsyner en vesentlig del av lasten vil det føre til at spenningsregulatoren setter spenningen i trafostasjonen for lavt i forhold til spenningsfallet i nettet. Dette vil føre til for lave spenninger ute i nettet. Integrasjon av DG kan føre til at alternative spenningsregulerende tiltak må vurderes. Integrasjon av DG kan også føre til økt slitasje av trinnkoblerne på grunn av økt variasjon i spenningen i nettet som igjen vil føre til flere bryteroperasjoner i trinnkoblerne.

Fordelingstransformatorene i distribusjonsnettet er trinnet slik at alle nettkunder har en spenning som er innenfor grensene gitt av FoL i alle driftssituasjoner. Trafoene er som regel trinnet basert på erfaring og at distribusjonsnettet historisk har vært et radielt nett med kun forbruk. Det vil si at spenningen alltid vil være størst nærmest overliggende trafo og lavest ytterst på radialen. Ved innføring av DG er ikke dette lenger alltid tilfelle. Ved tilknytning av DG kan det derfor bli nødvendig med en revurdering av valg av trinn i fordelingstransformatorene.

4.2 Leveringspålitelighet

Tilknytning av DG kan også påvirke leveringskvaliteten i nettet. Endring i strøm- og spenningsforholdene i nettet grunnet DG vil føre til endrede driftsbetingelser for vernene i distribusjonsnettet. Kortslutningsstrømmer kan endre retning og sørge for at større deler av nettet vil bli berørt av eventuelle feil. I enkelte tilfeller vil det være nødvendig å endre innstillingene på den eksisterende vernutrustningen i nettet, men i andre tilfeller vil det være nødvendig å bytte ut vernene eller legge til nye for å sikre rask og sikker utkobling ved alle typer feil og for å oppnå ønsket selektivitet. Rask og sikker øydriftsdetektering er også en nødvendighet for sikker drift av distribusjonsnettet ved innføring av DG. En gjennomgang av releplanene i nettet vil være nødvendig for å sikre at tilknytning av DG ikke går ut over leveringspåliteligheten i nettet.

I enkelte tilfeller kan også tilknytning av DG være positivt for leveringskvaliteten. Dett gjelder spesielt dersom DG enheten er dimensjonert for øydrift og er i stand til å opprettholde forsyningen til et område ved utfall av overliggende nett. Dette er sjelden aktuelt for småkraftverk siden disses sjelden bygges med magasin. DG kan også påvirke leveringspåliteligheten positivt i tilfeller hvor omkoblinger i nettet, som følge av for eksempel feil eller arbeid, fører til redusert overføringskapasitet i nettet og DG enheten kan være med og forsyne en del lokal last. I andre tilfeller vil omkoblinger i nettet føre til at DG enheten må kobles fra nettet for å opprettholde en tilstrekkelig leveringskvalitet.

4.3 Stabilitet

I tilfeller hvor DG enheten har stor innvirkning på nettet kan DG enhetens egenskaper ved feil i nettet få stor innvirkning på nettets øvrige kunder. Det at DG enheten er stasjonær stabil vil være en forutsetning for å opprettholde leveringspåliteligheten i nettet. Det vil si at generatoren skal kunne ta hånd om alle endringer som følge av normale lastendringer, dødgang i regulatorer og moderate endringer i koblingsbilde uten å forårsake effektpendlinger [2]. Effektpendlinger kan føre til uønskede utkoblinger og dermed redusere leveringspåliteligheten i kraftnettet.

En DG-enhet er transient stabil dersom den er i stand til å returnere til en normal driftstilstand og beholde synkronisme etter å ha blitt utsatt for en alvorlig forstyrrelse som for eksempel utfall av en større generator eller en kortslutning. Slike forstyrrelser vil føre til at DG-enheten vil oppleve en forbigående redusert linjespenning (spenningsdipp). I tilfeller hvor DG-enheten har stor innvirkning i nettet eller i områder med mye DG kan problemer rundt transient stabilitet ha stor betydning for resten av nettet. En alvorlig reduksjon i spenningen i nettet vil føre til at alle DG-enheter som ikke dimensjonert for å håndtere dette vil bli nødt til å koble seg fra nettet. Dette vil forårsake en ytterligere reduksjon i spenningen, noe som igjen kan føre til avbrudd i større deler av nettet enn nødvendig.

5 Referanser

- [1] G. Jacobsen, *et al.*, "Småkraft uten nett?," SINTEF Energi TR A7283, 2012.
- [2] A. Petterteig, *et al.*, "Tekniske retningslinjer for tilknytning av produksjonsenheter, med maksimal aktiv effektproduksjon minder enn 10 MW, til distribusjonsnettet. ," SINTEF Energi TR A6343.01, 2006.
- [3] "Capacity of distribution feeders for hosting DER," CIGRE2013.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no