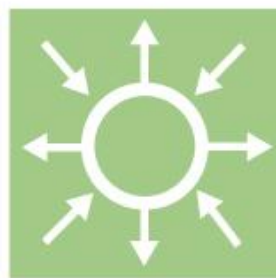




Förstudie mikrogenerering

Elforsk rapport 08:73



Anders Petersson

November 2008

Förstudie mikrogenerering

Elforsk rapport 08:73

Förord

Elforsks programområde för Överföring & Distribution har i sitt programrådsarbete noterat ett ökat intresse för anslutning av småskalig produktion till elnäten både från producenter av utrustning, el- och elnät kunder samt även till en viss del från nätbolagen själva.

Lennart Söders utredning "Bättre kontakt via nätet – om anslutning av förnybar elproduktion" har också höjt intresset bland många rejält, inte minst från konsumentledet där framför allt många ur rena miljöperspektiv redan installerat eller tänker sig installera småskalig produktion, sk mikrogenerering.

Sammanfattning

Produktion av el i riktigt små produktionsaggregat, sk mikrogenerering väntas utvecklas tekniskt och intresset kommer att öka de närmaste åren. De produktionssätt som är mest tekniskt utvecklade, är solceller och riktigt små vindkraftverk.

Denna till omfattning begränsade förstudie visar att det inte finns några stora hinder av teknisk art inom de viktiga områdena elkvalité, elsäkerhet och mätning. Dessa områden regleras inom befintliga svenska standarder.

Tillgängligheten och enkelheten för den enskilde elproducenten påverkas starkt av befintligt regelverk. Regelverket föreslås i en statlig utredning förenklas för att underlätta ett förväntat större inslag av ansluten mikrogenerering till elnäten.

Summary

Real small scale production of electricity, so called micro-generation, will during the next coming years continuously be technically developed and the focus will increase according to this. Most developed technologies are photovoltaic solar panels and small wind power turbines.

This limited prestudy shows no big technical barriers concerning the most important areas of power quality, security or metering. These areas are all covered by Swedish standards.

Availability and simplicity for the local producer of electricity are strongly connected to current set of laws and rules. In order to make it easier for an expected growth in micro-generation connected to the electrical network, these laws and rules are suggested to be more simplified according to an investigation from Swedish authorities.

Innehåll

1	Bakgrund	1
2	Omfattning	2
3	Intervjuer	3
4	Olika typer av mikrogenerering	4
5	Driftförhållanden	6
6	Elkvalité	8
7	Elsäkerhet	10
8	Mätning	12
9	Hinder för större inslag av mikrogenerering	13
10	Ej hinder för större inslag av mikrogenerering	15
11	Konsumentperspektiv	16
12	Projektförslag	18

1 Bakgrund

Sedan avregleringen av den svenska elmarknaden har administrativa och tekniska frågeställningar kring anslutningar av småskalig elproduktion till elnäten varit aktuell. Två aktuella dokument inom området har förnyat intresset för anslutning av sk "mikrogenerering": "SS-EN 50438 Fordringar för anslutning av smågeneratorer i parallelldrift med det allmänna elnätet, 2008-05-19" och "Bättre kontakt via nätet – om anslutning av förnybar elproduktion, Betänkande av Nätanslutningsutredningen 2008".

Definitionen av mikrogenerering är utrustningar för elproduktion upp till och med 16 A/fas, vilket motsvarar 11 kVA trefaseffekt.

Programområde Överföring & Distribution vill med denna förstudie aktualisera teknikområdet i syfte att identifiera i första hand tekniska och administrativa hinder och förutsättningar för en omfattande introduktion.

Elforsk har i tidigare arbete analyserat olika områden som tangerar och ansluter till denna förstudie. Dessa beskrivs i de två rapporterna "Villkor för försäljning av el från nätanslutna solcellsanläggningar – nuläge och förbättringsförslag", Elforsk rapport 06:48 och "Ekonomiska konsekvenser vid nettomätning av elleveranser", Elforsk rapport 08:13.

På konferensbevakningsområdet bevakades "23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition" i Valencia 2008 och finns i Elforsks rapport 08:64.

2 Omfattning

Denna förstudie har genomförts med nedanstående arbetsstrategi/omfattning som grund:

- Intervjuer med ett antal inom området initierade personer i syfte att samla in, sammanställa och analysera synpunkter, åsikter ställningstaganden mm.
- Definiera vilka typer av mikrogenrering som är aktuell idag och som kan bli aktuell inom en snar framtid (5-10 år).
- Identifiera, ställa samman och analysera områden som idag utgör någon form av hinder för anslutning av mikrogenrering i större omfattning.
- Identifiera, ställa samman och analysera områden som idag **inte** utgör någon form av hinder för anslutning av mikrogenrering i större omfattning.
- Utifrån ovanstående identifiera ett antal projektförslag för eventuellt genomförande i Elforsks regi.

3 Intervjuer

I syfte att utföra en översiktlig kartläggning av situationen på området mikrogenerering har ett antal intervjuer med personer inom branschen utförts. Personer som intervjuats

Mats Andersson	Energibanken i Jättendal AB (telefon)
Peter Bennich	Elmarknadsinspektionen
Horst Blüchert	Elsäkerhetsverket
Johan Ehrenberg	Egen El i Stockholm AB
Anders Holm	Vattenfall Research and Development (telefon)
Per Holmqvist	Vattenfall Eldistribution AB (telefon)
Emilia Käck	Fortum Distribution AB
Jenny Palm	Linköpings Universitet (telefon)
Lennart Söder	Kungliga Tekniska Högskolan
Matz Tapper	Svensk Energi

4 Olika typer av mikrogenerering

Om man gör en överblick över vilka olika typer av mikrogenerering som är aktuell idag inom det definierade effektintervall, samt de som kan komma ifråga inom 5-10 år, rör det sig som man kan överblicka idag om nedanstående olika produktionskällor:

Solcellsanläggningar

Den i särklass vanligaste produktionskällan inom området är solceller. Bara i Tyskland installerades under 2007 1100 MW solceller. Anläggningarna är fasta installationer med växelriktare för anslutning till elnätet. Det finns även riktigt små anläggningar som har fast anslutning hela vägen från solcellspanelerna till växelriktarna och sedan stickproppsanslutning mot egen elinstallation.

Små vindkraftanläggningar

Utvecklingen av små vindkraftanläggningar går snabbt och nya principer tillämpas t ex vertikala turbiner. Olika generatorprinciper förekommer liksom olika typer av omriktarutrustningar för elnätanslutning.

Småskalig kraftvärme

Små kraftvärmeanläggningar, dvs anläggningar som både producerar värme och el, t ex med hjälp av en stirlingmotor. Bränsle kan vara olika typer av biobränsle.

"Plug-in"-hybrider

Utvecklingen av hybridfordon har exploderat de senaste åren med hjälp av bl a en stark utveckling av effektiva batterier. Energilagring i fordonets batterier för lokal elproduktion samt anslutning mot elnätet kan komma att bli en framtida möjlighet.

Bränsleceller

Effektiviteten och utvecklingen av bränsleceller påverkas mycket av bränslefrågans komplexitet. Eftersom vätgas förefaller vara det bränsle som mest diskuteras blir kopplingen till produktionen av vätgas tung.

Dieselaggregat

Enfasiga dieselaggregat finns ju sedan länge för elproduktion i samband med avbrott i elnätet. Det borde vara möjligt att med en del tekniska

kompletteringar i form anpassningsutrustningar att även kunna ansluta och parallellköra med elnätet.

Spinningcyklar på S.A.T.S

Tillvaratagande av den energi som träningslystna personer medelst överföring av rörelseenergi till värmeenergi genererar på "spinning"-cyklar. (Från student hos L. Söder på KTH !)

De produktionsslag som bedöms som mest intressanta och samtidigt är mest tillgängliga på marknaden under de närmaste åren, är i första hand solcellsanläggningar och vindkraftanläggningar. "Plug-in"-hybrider kan komma att ta en allt större marknad om c:a 5 år.

5 Driftförhållanden

Idén med mikrogenerering att med hjälp av de olika produktionssätten enligt 4. Ovan, är ju att i första hand producera den el som man förbrukar själv antingen i sin lägenhet eller i sin villa/fritidshus. I samtliga dessa fall antas man ansluta sin produktion i parallelldrift med det anslutande elnätet. Två driftfall är möjliga:

1. Den egna produktionen är mindre än det totala behovet. Resterande effektbehov tillgodoses från elnätet: Positivt effektlöde.
2. Den egna produktionen är större än det totala behovet. Produktionsöverskottet matas ut på nätet: Negativt effektlöde.

På vilket sätt denna produktion ska anslutas till elnätet beskrivs i europastandarden EN 50438:2007 som är utgiven som svensk standard SS-EN 50438 "Fordringar för anslutning av smågeneratorer i parallelldrift med det allmänna elnätet".

I SS-EN 50438 redovisas även nationella avvikelser som har sin grund i de olika nationella förhållanden som råder vad avser övriga regelverk och föreskrifter.

För svensk del gäller således att den förenklade anmälningsproceduren enligt SS-EN 50438:2007 "Inform & fit", inte är tillåten. Detta innebär att alla som har för avsikt att leverera el till nätet i en anslutningspunkt måste enligt ellagen omedelbart anmäla detta till nätägaren.

För att säkerställa att inte otillåtna driftförhållanden uppträder beskriver även SS-EN 50438:2007 vilka bortkopplingsfunktioner och bortkopplingstider som gäller vid parallelldrift med elnätet. Dessa är

Parameter	Bortkopplingstid (s)	Inställning (V, Hz)
Överspänning steg 1	0,2	265
Överspänning steg 2	60	244
Underspänning steg 1	0,2	195
Underspänning steg 2	60	207
Överfrekvens	0,5	51

Underfrekvens 0,5 47

I samband med fel i det matande 0,4 kV-nätet uppstår en situation där felström till felstället dels kommer från 0,4 kV-nätet självt men även från ansluten produktion. Elnätet är i dessa delar skyddade av säkringar på matningar och serviser.

Utlösningvilkoret i 0,4 kV-nätet säkerställer snabb, säker och selektiv bortkoppling av felströmsbidraget från nätet, även om det framför allt i landsortsnät kan ta några sekunder.

Spänningen i någon/några av de tre faserna sjunker ju drastiskt och snabbt mot noll i samband med att felet inträffar och ger mycket goda för möjligheter för den lokala produktionen att med hjälp av sina skyddsfunktioner koppla bort felet enligt nedan.

Den lokala produktionen är ju inte överhuvudtaget dimensionerad för att själv kunna upprätthålla ett stabilt nät i samband med felet och kommer att kopplas bort från nätet med hjälp av växelriktaren för

Underspanning steg 1 0,2 sek

och i nästa tidssteg för

Underfrekvens 0,5 sek

I kontakter med elnätsföretagen så är efterföljandet av dessa funktionskrav och dokumentation ett problemområde. Leverantörer av utrustning till kunden är inte alltid tydliga med att det åligger anläggningsägaren att i samband med idrifttagningen upprätta reläprovningsprotokoll vid drifttagningen samt att anläggningsägaren ansvarar för att löpande enligt föreskrifterna kontrollera inställnings- och funktionsvärden. Nätägaren kräver detta eftersom han är ansvarig för elnätets selektivitet.

6 Elkvalité

Vid parallellkörning med elnätet är det viktigt att ta hänsyn till det regelverk som gäller vad avser emission av och immunitet mot olika typer av elkvalitéparametrar.

Elsäkerhetsverket påpekar särskilt de angivna referensstandarder i SS-EN 50438 som berör elektromagnetisk kompatibilitet:

EN 61000-3-2 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase) (IEC 61000-3-2)"

EN 61000-3-3 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limitation of voltages changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection (IEC 61000-3-3)"

EN 61000-6-1 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-1, mod.)"

EN 61000-6-3 2001 + A11 2004 "Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments (IEC 61000-6-3:1996, mod.)"

Samtliga ovan nämnda standarder bygger på att produktionen parallellkörs med elnätet och att det är detta driftfall som samtliga standarder förutsätter gälla. Om elnätet kopplas bort i samband med störning anger EN 50438:2007 att all produktion skall bortkopplas. Systemlösningar för solcellsanläggningar är uteslutande uppbyggda med bortkopplingssystem som bygger på denna princip.

För små vindkraftsanläggningar finns tekniska lösningar både för parallelldrift med elnätet och för produktion i elnät helt separerat från nätbolagets nät. Vid parallelldrift med nätet har också små vindkraftverk ofta ett EMC-filter mot elnätet för att säkerställa att emissionsnivåerna innehålls.

För små solcellsanläggningar som parallellkörs med nätet och dess växelriktare ligger total harmonisk distorsion på ungefär $I_{THD} = 2-4 \%$.

En idag utforskad frågeställning är vad som händer i ett 0,4 kV:s nät då fler lokala produktionskällor av olika slag är anslutna till samma elnät. De olika produktionskällornas källimpedans i förhållande till nätets impedans kommer

att påverka fördelningen av emissionen från de olika aggregaten i förhållande till nätets egen emission av t ex övertoner.

7 Elsäkerhet

Inom elsäkerhetsområdet finns redan ett antal standarder som beskriver på vilket sätt mikrogenerering rent tekniskt skall anslutas för att uppfylla svenska elsäkerhetskrav enligt Elsäkerhetsverkets föreskrifter ELSÄK-FS 2004:1.

Dessa standarder är IEC 60364-5-55 "Electric installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment" samt SS-EN 50438 "Fordringar för anslutning av smågeneratorer i parallelldrift med det allmänna elnätet".

Elsäkerhetsverket påpekar särskilt ett antal förhållanden som inte helt klart framkommer i standarder:

- All mikrogenerering skall vara anpassad till den skyddsfilosofi som gäller lågspänningsanläggningar generellt, speciellt vad avser bortkoppling av produktionen när det är avbrott i elnätet. Med detta menas att det inte är tillåtet att automatiskt övergå i önätsdrift vid avbrott i nätet. Ett undantag är ju när man vid avbrott i nätet under kontrollerade former startar egen produktion med hjälp av enfasigt dieselaggregat.
- Mikrogenerering skall helst anslutas direkt till grupp/grupper i gruppcentral alternativt via vägguttag i egen gruppledning.

Vad gäller säkerställande av elsäkerheten vid stickproppsanslutning för t ex solceller, övergår ansvaret till produktsidan, dvs att produktstandarder som styr produktion och provning finns för aktuell produkt. Aktuella produktstandarder för solceller är:

SS-EN (IEC) 61215 "Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval"

SS-EN (IEC) 61646 "Solceller - Konstruktions- och typgodkännande av solcellsmoduler i tunnfilmsteknik"

Elsäkerhetsverket gör bedömningen att förutsatt att alla inblandade i montage, anslutning och idrifttagning av mikrogenerering av något slag följer gällande föreskrifter och standarder, så är även elsäkerheten för anläggningen i fråga säkerställd.

Däremot gör Elsäkerhetsverket bedömningen att omfattande och kraftfulla informationsaktiviteter måste arrangeras för att informera de olika kategorierna av konsumenter, användare, installatörer, elnätsföretagen och

andra berörda vad avser vad som gäller för mikrogenerering ur elsäkerhetsperspektivet.

Liksom de flesta intervjuade personerna i denna förstudie så menar Elsäkerhetsverket att den tekniska utvecklingen i kombination med den positiva ekonomiska utvecklingen framför allt på solcellsområdet och ovissheten vad gäller prisutvecklingen på el, gör att ett allt större inslag av mikrogenerering kommer mycket snart. Det finns naturligtvis ytterligare mängder med omständigheter som påverkar introduktionstakten såsom lagar och regler, elnätsföretagens resurser för hantering, prisutvecklingen på aktuella apparater mm.

Elsäkerhetsverket kommer att inom kort aktivt ta eget initiativ tillsammans med övriga berörda myndigheter med syfte att kartlägga vilka aktiviteter som måste startas och genomföras för att mikrogenerering på ett säkert, enkelt och tryggt sätt ska kunna anslutas till elnäten.

Energimarknadsinspektionen kommer också ta egna initiativ till att i större skala prova nya produkter som kan generera el och faller under begreppet mikrogenerering.

8 Mätning

Under 2009 kommer nätbolagens färdigställande av det stora mätutbytarprogrammet att avslutas. Dagens elektroniska mätare har mängder med funktioner som av elnätsföretagen kan väljas resp. väljas bort. Dessa mätare ger goda förutsättningar för att hantera nya driftsituationer som kan uppkomma, t ex vid utmatning av el från en lokal produktionskälla av typen mikrogenerering.

Med dagens lagstiftning skall all produktion till elnätet, även den produktion som faller under begreppet "mikrogenerering" timmätas. Detta är ju naturligtvis ett både praktiskt, ekonomiskt och administrativt hinder för storskalig introduktion av mikrogenerering.

I Lennart Söders utredning "Bättre kontakt via nätet - om anslutning av förnybar elproduktion", föreslås en förändring med bäring på detta hinder. Utredningen föreslår att små kraftverk mindre än 63 A (c:a 44 kW), ska kunna anslutas utan krav på timmätning.

Lennart Söder föreslår också som en av huvudslutsatserna i utredningen lättnader vad gäller koncessionshanteringen för elnät samt administrativa riktlinjer för hur producenter av förnybar el och nätägaren ska komma överens vid anslutning.

Som en naturlig och nödvändig teknisk funktionalitet vad gäller mätare är att de måste kunna mäta aktiv och reaktiv energi i båda riktningarna. I regel kan de flesta nymonterade mätare detta redan så problemet torde inte vara utbrett.

Förutsatt att Lennart Söders rekommendationer blir till proposition och ett senare genomförande, så borde begrepp som "nettomätning" och "nolluttag" kunna definieras om och förtydligas så att enkelhet blir ett ledord för alla parter, dvs i huvudsak elnätsföretagen och ägare till mikrogenerering.

Många intervjupersoner sätter stort hopp till genomförande av Lennart Söders rekommendationer och kommande proposition inom detta område och tror att de vid ett genomförande kommer att underlätta storskaligt genomförande på ett mycket effektivt sätt.

Nya avräkningsmodeller som bygger på kommande förändringar i regelverket måste också tas fram.

9 Hinder för större inslag av mikrogenerering

Denna förstudie har bl a som uppdrag att identifiera de viktigaste hindren som idag föreligger för ett större inslag av mikrogenerering. Intervjupersonerna har av naturliga skäl olika synpunkter på vad som är reella hinder och vad som inte är det. De viktigaste utan någon form av rangordning är:

- Administrativt och praktiskt omfattande och tung hantering av anslutningsärenden för mikrogenerering.
- Elnätsföretagen har idag i regel inte tillräckliga rutiner för en effektiv hantering av kommande volymökning av nätanslutningsärenden för mikrogenerering.
- Avsaknad av tydligt och enkelt regelverk både vad gäller tekniska och administrativa åtgärder i samband med anslutning.
- Förhållandevis "svag lagstiftning" på området.
- Idag föreligger ekonomiska hinder för ett storskaligt införande. Tillgänglig utrustning är mycket dyr och mycket långa intjäningstider föreligger med dagens priser både på el och på nättjänsten.
- Bred och djup information från bransch, elnätsföretag och myndigheter om vad som **idag** gäller för anslutning av mikrogenerering, saknas för många som är intresserade av att installera mikrogenerering.
- I dagens system för omriktning/växelriktning för mikrogenerering saknas tydlig information om systemets driftförhållanden inkl. realtidsinformation på display vad avser effektriktning och storlek på produktionen.
- El- och elnätsföretagen kanske inte helt fullt ut identifierat sina egna möjligheter till nya koncept och erbjudanden inom området.
- En aspekt som framkommer vid diskussioner angående mikrogenerering, är att gemene man tror att det är nödvändigt med ett mycket högt eget tekniskt kunnande för att kunna producera sin egen el.

10 Ej hinder för större inslag av mikrogenerering

Analys av omständigheter och sakförhållanden som **inte** hindrar ett större inslag av mikrogenerering, ger vid handen nedanstående ej rangordnade lista:

- Tekniska regelverk (föreskrifter i kombination med standarder) för hur denna typ av anslutning ska utföras finns.
- Elsäkerheten är säkerställd om det tekniska regelverket följs.
- Dagens generation elmätare med sina inbyggda funktioner för mätning av elenergi i båda riktningarna.
- Kraven på emission och immunitet vad avser elkvalité säkerställer sannolikt att elnätföretagen kan uppbära sitt ansvar för elnätets elkvalité.

11 Konsumentperspektiv

Introduktionen och ett allt större inslag av mikrogenerering i Sverige kommer att bero på många olika faktorer, såsom t ex utformandet av lagar, regler och standarder. Elprisets utveckling, nätbolagens hantering av anslutningsärenden och eventuella subventionssystem kommer också att inverka på introduktionstakten.

Tidigare i denna förstudie har fokus legat på tekniska och administrativa aspekter. För att överhuvudtaget mikrogenerering ska kunna få en stark position och roll måste elbranschen i större omfattning ta hänsyn till det kundkollektiv, dvs de elkonsumenter som skall investera i utrustning, ansvara för installation och som anläggningsägare ansvara för elsäkerhet och löpande underhåll.

De drivkrafter som gör att den enskilde elkonsumenten/konsumenten kan tänka sig att investera och driva någon form av mikrogenerering kan delas in i ett antal kategorier:

Miljöekologiska

Denna grupp drivs av sin övertygelse om att kunna hjälpa till att ställa om energisystemet och att "visa vägen" för andra att man kan ta sitt miljöansvar på ett mycket konkret och tydligt sätt. De ser det också som en symbolfråga att "jag bryr mig om framtiden" och deras vindkraft- eller solcellsproduktion blir symbolen för deras engagemang.

Ekonomiska

Gruppen menar att de investerar för att på sikt vara långsiktigt uthålliga för kommande eventuella kraftiga prishöjningar på el, samtidigt som de ser att de kan få betalt för sin överproduktion.

Praktiska

Den praktiske konsumenten representeras av en t ex lantbrukare eller liknande som ser möjligheten att producera sin egen el på samma sätt som han odlar sin egen potatis eller fiskar sin egen fisk. Han/hon drivs av att mer eller mindre vara självförsörjande vad avser det som överhuvudtaget är möjligt. Kategorin tänker sig också vara långsiktigt uthållig vid långa elavbrott.

Tekniska

”Tekniknörden” har tagit reda på allt som är värt att veta om mikrogenerering och tycker det är ”ett roligt koncept” att producera sin egen el. De känner en inre tillfredsställelse av att se elmätaren redovisa ett negativt energiflöde, dvs effektriktning mot elnätet.

De som är engagerade konsumenter inom området mikrogenerering uttrycker också att de förväntar sig mycket av konsekvenserna av Lennart Söders utredning och att elnätsföretagen idag generellt sett, det finns undantag, har en stor förbättringspotential vad gäller kvalitet/kapacitet i hantering av anslutningsärenden både tekniskt och administrativt. Många elnätsföretag hänvisar frågvisa intressenter till Svensk Energi.

De kommunala energirådgivarna behöver också utveckla och förstärka sin kompetens inom området.

12 Projektförslag

- Utveckling och identifiering av tekniska system och utrustningar för mikrogenerering som klarar övergång till "önätsdrift", inklusive system och utrustningar som klarar "dödnätsstart", dvs kunna starta upp och klara matning till hela eller delar av det lokala behovet i anslutningspunkten..
- Analys av på vilket sätt olika typer av statliga (eller andra) subventioner skulle kunna underlätta ett större inslag av mikrogenerering.
- Tillsammans med Svensk Energi utreda och initiera förslag på underlättande skatteregler för produktion och utmatning av elenergi till elnätet med hjälp av mikrogenerering.
- Genomföra simuleringsberäkningar på emission av övertoner från mikrogenerering till lokala distributionsnät av olika storlek.
- Tillsammans med Svensk Energi ta fram ett informationsmaterial för elnätsföretag. Informationsmaterialet skall innehålla råd och rekommendationer hur nätägarna med dagens lagstiftning skall organisera och hantera frågeställningar från potentiella ägare till alla typer av mikrogenerering.