

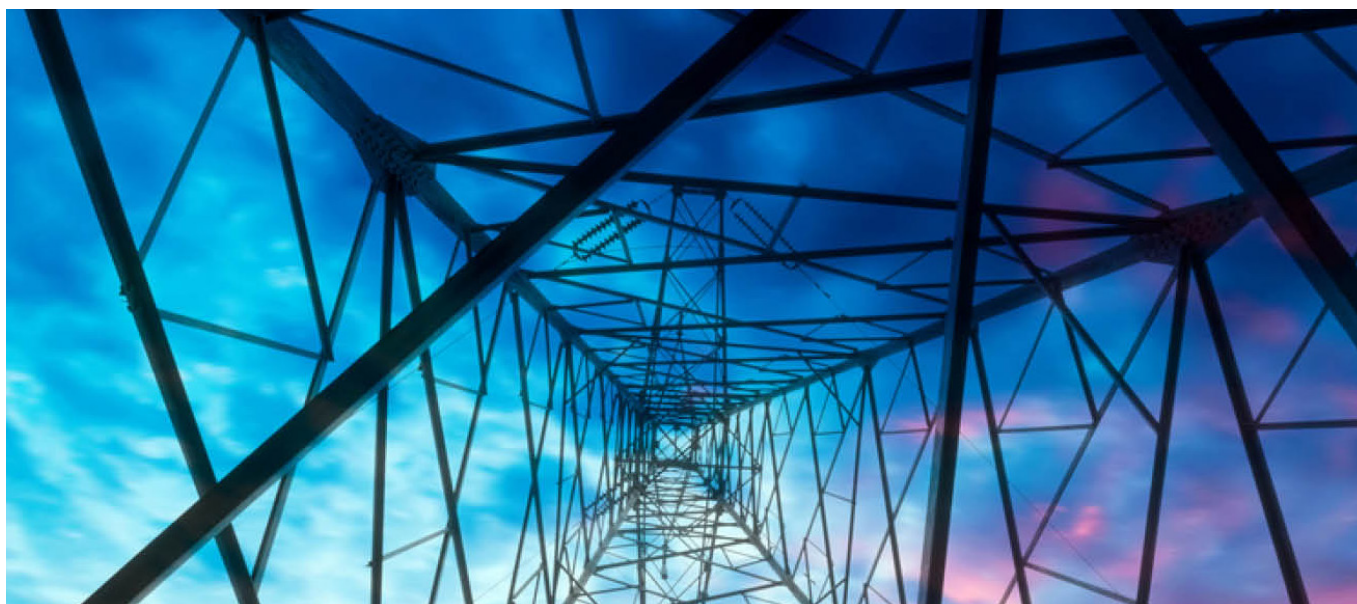
NYHETER OCH RESULTAT FRÅN SMARTA ELNÄT

SLUTSYNTES FRÅN PROGRAMMET 2014-2018



INNEHÅLL

Innehåll	2
Att förbereda sig för en ny framtid	3
Nytta för företag och samhälle	4
Från smarta elnät till digitala lösningar	5
Sammanlagring	
Aktiva slutkunder	6
Mycket solkraft kräver mer kunskap	7
Storskalig anslutning av solpaneler	8
Minska driftskostnaden med AI	9
Spänningsvariationer	
Fungerande mätsystem oberoende av systemleverantör	10
Stor nytta med bättre elmätare	11
Att bedömma acceptansgräns	12
Standard saknas för spänningsvariationer	13
Ekonomiska incitament	
Stora möjligheter med bättre mätdata	14
Uppbyggnad smarta elnät	
Moderna nätstationer ger färre elavbrott	15
Diskuterar utmaningar och byter erfarenheter	16
Design av nät ökar tillgängligheten till el	17
Öppen standard för eldsitribution	18
Elbilar påverkar lokala nät	19
Forum för informationsspridning	20
Laststyrning	
Ökad kapacitet i nätet möjlig	21
Mikronät en lönsam investering	22
Affärsmodeller	
En ny modell för tariffer	23
Viktigt att veta hur prissignaler påverkar	24
Visualisera elanvändningen	25
Effekttariff påverkar elanvändningen	26
Programstyrelse och intressenter	27



Att förbereda sig för en ny framtid

Allting har ett slut – även ett bra branschgemensamt forskningsprogram som Smarta Elnät. Under de år som programmet har pågått har vi upplevt en enormt snabb förändring i vår bransch. Det har handlat om allt från reglermässiga förändringar och utmaningar till innovativa framsteg runt exempelvis dataanalys för tillståndsbaserat underhåll, anslutning av förnybar produktion, förändrade affärsmodeller och tariffer för att bara nämna några.

Resultaten som presenteras här är bara en liten del av all den nya kunskap som kommit fram i programmet. Jag rekommenderar alla att ögna igenom de populärvetenskapliga sammanfattningarna – det ger en bra överblick.

Den här sammanställningen av alla projekt och resultat i programmet Smarta elnät och den totala bredden på frågeställningar ger en bra översikt av den utveckling som påverkar elnätsbolag i Sverige. Därefter finns det möjlighet att gå till webben, ladda ner och läsa de rapporter som verkar mest intressanta för just ditt företag. Tanken med att de ligger öppet tillgängliga är att vi gemensamt så effektivt som möjligt ska kunna förbereda oss för elsystemets nya framtid.

Resultaten ger en bra start för nätsbolagen att kunna påbörja sin egen bolagsspecifika utveckling. Ett projekt som jag särskilt tänker på är framtidens nätstation som beskrivs under rubriken Moderna nätstationer ger färre elavbrott. Det är ett bra exempel på ett projekt som ger en god grund för fortsatt arbete i samband med modernisering av nätstationer. Analyser runt tariffer har varit mycket värdefulla för att förstå hur det kan påverka användningen av el. Projektet, som beskrivs

under rubriken En ny modell för tariffer, studerade vilken förväntad påverkan som konstruktionen av en tariff har för nätsbolagens intäkter och för kundernas kostnader.

Brett engagemang i branschen

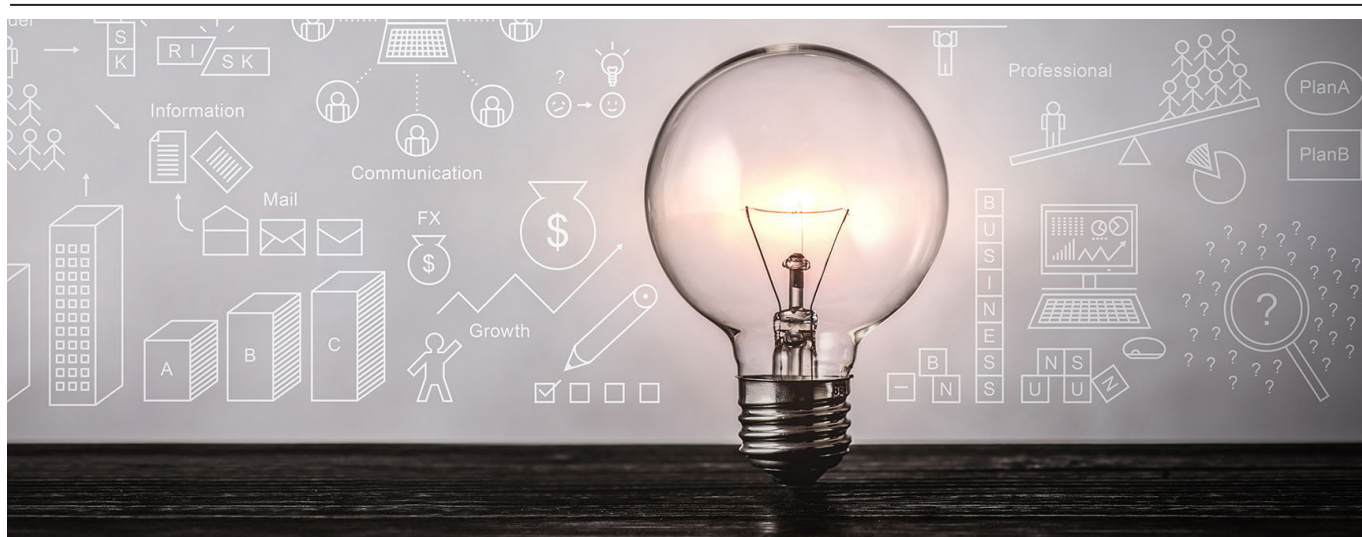
Alla dessa resultat har naturligtvis inte uppstått ur tomma intet. Bakom varje avslutad studie ligger det ett stort engagemang från företag som strävar efter att ligga i framkant av utvecklingen. Vi har haft en rad dedikerade personer i programstyrelsen och i referensgrupperna, ett bra stöd från Energiforsk och många kunniga forskare och andra projektutförare från olika företag.

Är vi då klara? Ja med smarta elnätsprogrammet på Energiforsk är vi nu klara. Men vi har bara börjat med en effektiv hantering och kunskapsförsörjning kring de förändringar och utmaningar vår bransch står inför. Digitalisering, elbilar, kapacitetsutmaningar och flexibilitet är bara några av de frågor vi kommer att behöva jobba med under flera år framöver. Och det gör vi bland annat med hjälp av Energiforsks nya program Elnätens digitalisering och IT-säkerhet.

Slutligen ett stort tack till alla i programstyrelsen för ert idoga och dedikerade arbete!



*Peter Söderström, Vattenfall
och ordförande i programstyrelsen
för Smarta Elnät*



Nytta för företag och samhälle

Sverige ligger fortfarande i Europas toppskikt när det gäller innovationsförmåga och digitalisering. Men konkurrensen ökar. Det är viktigt för industrin att forskningen ligger i framkant och tar ett strategiskt grepp genom att analysera och utvärdera de möjligheter som ny teknik kan bidra med för att minska klimatpåverkan.

Det arbete som görs i programstyrelser, i expertgrupper och i referensgrupp är oerhört viktigt. Grupperna bidrar med expertkunskap, är branschens stöd till projektet och är på så sätt en viktig förstärkning till forskningen genom kopplingen till praktisk verksamhet i industrin.

Arbetet i programstyrelsen betyder att avsätta tid för möten, men det innebär också en möjlighet att utbyta erfarenheter med kollegor och forskare, att utöka sitt professionella nätverk, att bredda sin kunskap och att få en djupare insikt i ett specifikt forskningsområde.

– Att sitta med i programstyrelsen har varit väldigt givande och roligt. Det är en stor bredd på projekten och det har varit intressant att sätta sig in i alla ämnesområden. Jag tror definitivt att vi på Ellevio kan dra nytta av flera projektresultat. Jag tycker att forskningen kring nya affärsmodeller och projekt som kopplar till beteenden är särskilt spännande, berättar Kristina Nilsson på Ellevio som har suttit med i programrådet sedan våren 2017.

Energiforsk tar fram och sprider resultat från ett stort antal forskningsprojekt. Det är viktigt för underlätta för energibranschen att dra nytta av resultat som i förlängningen kan leda till nya innovationer och starkt konkurrenskraft.

– Det är viktigt att projekten fokuserar på att ge konkreta resultat som stöder och ger oss vägledning i vårt

dagliga arbete. Det finns flera exempel på när vi har haft stor nytta av slutsatser från projektet. Ett exempel gäller forskning som belyser hur en stor ökning av produktionsanläggningar påverkar nätet. Många frågor som vi ställer oss har belysts i forskningsrapporter från programmet. Ett annat exempel är projektet Framtidens nätstation som har hjälpt oss på Ellevio i vårt interna arbete med strategier kring framtidens elnät. Dels genom att få utbyta idéer och tankar med andra elnätsföretag, men även mer konkret kring de olika nivåerna av nätstationer, säger Kristina Nilsson.

Industri och akademi i samarbete

Genom Smarta elnät har elnätsägare och andra intressenter tillsammans pekat ut och genomfört ett stort antal projekt som har lett till nya insikter och implementering.

Torbjörn Solver på Mälarenergi har suttit med i programrådet sedan programstart och tycker att framförallt projekt som innehåller analyser av olika slag är intressanta.

–Forskningsresultat kring elkvalitet och intermittent produktion är viktiga för oss i branschen. Det är intressant att se vad man kan göra med ett ökat antal mätvärden.

Det är viktigt att projekten är behovsorienterade och uppstår i dialog med vad företagen vill ha svar på. Mälarenergi kommer till exempel att använda resultat från några av projekten när de ska byta elmätare.

– Vi ska nu byta till nästa generations elmätare. Det är ett omfattande arbete som pågår fram till 2024. Vi kommer helt klart att ha nytta av den kunskap vi fått via forskningen i Smarta elnät, säger Torbjörn Solver.



Från smarta nät till digitala lösningar

Elnät har en grundläggande roll i samhället och är helt avgörande för att samhället ska fungera. Nätens roll bedöms bli mer komplex än idag. Vår drivkraft är att elnätsföretag och andra intressenter ska kunna påverka och bemöta förändringar i de framtida elnäten.

Resultaten från programmet ska underlätta för elnätsföretagen att möta framtida utmaningar med en stor andel väderberoende elproduktion. I praktiken betyder det att beskriva hur vi ska förverkliga ett mer flexibelt energisystem.

Digitalisering och IT-säkerhet

Den naturliga fortsättningen på det tidigare programmet Smarta Elnät kommer därför att handla om elnätens digitalisering och IT-säkerhet och fokusera på frågor som sammanlagringsproblem, ekonomiska incitament att bygga smarta elnät, laststyrning, balans mellan produktion och konsumtion, tariffer, affärsmodeller och kundincitament. Forskningen tar ett strategiskt grepp genom att analysera och utvärdera de möjligheter som digitalisering och ny teknik kan bidra med för att minska klimatpåverkan i energisektorn. Det kan bland annat handla om Internet of things, molntjänster, artificiell intelligens, mönsterigenkänning, block-chain, peer-to-peer handel och delningsekonomi.

Programmet ska bland annat identifiera tekniska möjligheter för att mäta, planera och styra elnätet på ett smidigt sätt så att elproducenter, elnätsägare och kunder får säkrare och effektivare leveranser av el.

Förändrad produktion och konsumtion

En förändrad produktion och ett nytt konsumtionsmönster ökar behovet av kontroll och styrning av hela distributionskedjan. En annan önskad effekt är lägre förluster i överföringen av energi och minskad miljöpåverkan. Det är viktigt att de projekt som genomförs är till nytta för de deltagande företagen. Vi kommer att satsa på projekt som styrs av behov och som löser problem som engagerar elnätsägare och fastighetsbolag exempelvis. Vi kommer att prioritera projekt som strävar efter nätverkande och kompetensuppbyggnad, gärna pilot eller demonstrationsprojekt som leder till handböcker och slutsynteser.

Brygga mellan forskning och praktik

Det nya programmet kommer också att ställa högre krav på att projektutförarna förstår de praktiska problemen och hur resultatet ska användas i praktiken. Programmet ska vara en brygga mellan forskningen och näringslivet och aktivt sprida resultat och kunskap för att höja kompetensen i energibranschen.

Aktiva slutkunder

Elnäten håller på att omvandlas från centraliserade system med storskaliga produktionsanläggningar som producerar el på höga spänningsnivåer, till decentraliserade system där slutkunderna på lågspänningsnivå producerar sin egen el och är aktiva i sin förbrukning.

Den här utvecklingen på kundsidan kan innebära nya risker och utmaningar för nätägarna, både tekniskt och ekonomiskt. Bland annat kan fler elbilsaddningar leda till större lasttoppar i nätet och det kan uppstå spänningsproblem när stor produktion av solel sammanfaller med låg efterfrågan på el.

Syftet med det här projektet har varit att uppskatta hur olika kundrelaterade scenarier som mer solel, elbilar och lastflexibilitet påverkar de lokala nätförretagens verksamhet. Målet har varit att presentera ett ramverk för simulering som gör det möjligt att genomföra en kvantitativ analys av scenarierna, att definiera möjliga framtidsscenarier och nyckeltal och att redovisa simuleringsresultat från tätorts- och landsbygdsnät i Herrljunga Elektriskas elnät.

Algoritm kategoriserar kunderna

Ramverket för simulering innehåller olika aspekter när det gäller kunderna och elnätet. En algoritm har utvecklats som gör det möjligt att kategorisera slutkunder baserat på deras förbrukningsdata per timme. Projektet har identifierat fyra huvudsakliga kund-scenarier och tre kombinerade scenarier.

De fyra typer av kunder som har identifierats är:

- Energieffektivisering – kunder som isolerar sitt hus och köper LED-belysning och annan energieffektiv apparatur.
- Elektrifiering – kunder som köper elbilar och ersätter sin biopanna med värmepump.
- Småskalig produktion – kunder som sätter upp solpaneler på sitt tak.
- Digitalisering och flexibilitet – kunder som skaffar avancerade styrenheter till sitt uppvärmningssystem och elbil som kan kommunicera med elmarknaden. Många har också timpriskontrakt med sin återförsäljare av el.

Den information som man får fram matas in i en simuleringsmodell som kan generera lastprofiler i småhus baserat på väder och på slutanvändarnas beteenden. Lastprofilerna består av förbrukning från



apparater, varmvatten, uppvärmning, elbilar och solelproduktion.

Modellen kan också ta hänsyn till lastflexibilitet hos elbilar och uppvärmningssystem baserat på elpriser. De simulerade lastprofilerna läggs in i en elnätsmodell som matar ut spänning, effektlöde och energiförlust på timnivå. Modellen gör det möjligt att analysera och utvärdera hur olika kundrelaterade scenarier påverkar den teknoekonomiska verksamheten för den som äger ett lokalt elnät.

Stad och land

För att kunna genomföra simulering har data för kunder och elnät samlats in för två olika lokalnät, ett i tätorten och ett utanför en tätort i Herrljunga Elektriskas elnät.

Resultat av simuleringarna visar att ett landsbygdsnät är känsligt för underspänningsproblem i ett elektrifieringsscenario, medan elnät i en tätort är mer sårbart för överbelastning i samma scenario. Lastfaktorn tenderar att försämrats i alla scenarier jämfört med basfallet vilket är negativt eftersom företagets intäkter delvis är kopplade just till lasten. En slutsats är att elnät på landsbygden skulle kunna uppmuntra sina kunder att energieffektivisera så att det befintliga elnätet kan hantera framtida laddning av elbilar.

End-User Scenarios and Their Impact on Distribution System Operators

Rapport 2018:508

Utförare: Claes Sandels, projektledare RISE,
Joakim Widén från Uppsala Universitet.

Mycket solkraft kräver mer kunskap

Stora mängder solkraft kommer på olika sätt att påverka lågspänningsnätet. Här har kunskap från olika studier sammanfattats vilket ger en översikt av utmaningarna och hur man som elnätsföretag ska göra för att bemöta och förebygga oönskade konsekvenser av stora mängder solkraft.

Olika typer av fenomen innebär olika osäkerheter och olika nivåer av osäkerhet. Allt detta påverkar hur nätbolaget ska agera för att förebygga oacceptabla konsekvenser av att stora mängder solkraft ansluts till nätet.

– En viktig slutsats från en rad av de forskningsstudier som vi tittat på är osäkerheten kring hur solkraft påverkar lågspänningsnätet, säger Math Bollen som lett projektet.

Det här är en sammanställning som baseras på resultat och slutsatser från olika projekt finansierade genom Energiforsk främst genom programmet Smarta Elnät. Den påverkan av solkraft på elnätet som behandlas är

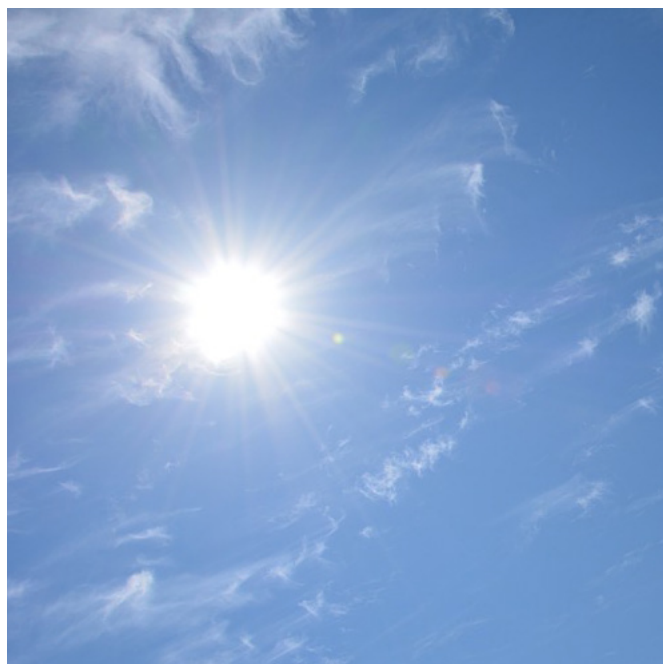
- långsamma, mellansnabba och snabba spänningsvariationer
- obalans
- över-, mellan- och supratoner
- överlast
- brist på tröghetsmoment
- okontrollerad ödrift
- selektivitet av reläskydd

En kortfattad beskrivning av likheter och skillnader vad gäller utmaningar vid storskalig användning av elbilsladdning ingår också.

Viktig slutsats

En av de viktiga slutsatserna från de olika studier och resonemang som presenteras här är att det finns en hel del osäkerhet vad gäller hur solkraft kommer att påverka lågspänningsnätet. Det är olika osäkerheter och olika nivåer av osäkerhet för olika typer av störande fenomen. Det påverkar till en stor del hur man bör göra för att förebygga oacceptabla konsekvenser av stora mängder solkraft som ansluts till ett lågspänningsnät.

Vid spänningsvariationer, obalans och överlast finns en del osäkerheter, men det finns metoder för att i alla fall uppskatta gränsen för hur mycket solkraft som kan anslutas innan det uppstår problem i nätet. Vad det gäller annan påverkan framförallt övertoner, är



osäkerheterna så stora att det inte går att göra en rimlig uppskattning av acceptansgränsen.

–Man skulle kunna sammanfatta läget så här: det är osannolikt att det inte kommer att bli några problem alls, men det är inte heller sannolikt att det uppstår många problem, säger Math Bollen.

Lösning av problem

Forskarna diskuterar slutligen vad lösningen på den här frågan skulle kunna vara. I stället för att ställa hårdare krav på solcellsanläggningar eller vidta förebyggande åtgärder i elnätet kommer de fram till att en rimligare lösning är att satsa på kunskapsuppbyggnad – ny kunskap som behövs för att kunna avgöra vilka fenomen som ska tas med i bedömningen av framtida distributionsnät. Svaret är därför att forska, genomföra mätningar och utveckla undervisningsmaterial som riktar sig till anställda i elnätsföretagen. Med hjälp av ökade kunskaper blir det då möjligt att lösa problem som kommer att uppstå.

Påverkan på nätet från stora mängder solkraft Rapport 2018:539

Utförare: Math Bollen, Luleå tekniska universitet i Skellefteå tillsammans med Sarah Rönnberg, Luleå tekniska universitet och Oscar Lennerhag, Independent Insulation Group.

Storskalig anslutning av solpaneler

När man ansluter många solcellsanläggningar till ett lågspänningsnät kan elens kvalitet påverkas på olika sätt. Det kan exempelvis leda till en spänningsökning för alla de som är anslutna till nätet. Och när spänningsökningen överstiger en viss gräns och når den så kallade acceptansgränsen krävs det åtgärder för att kunna ansluta ytterligare solkraft.

Här har forskarna studerat övertoner och hur de påverkas av ett storskaligt införande av solceller i lågspänningsnätet. Resultaten visar att den största påverkan från solcellsanläggningar är på övertonsimpedansen. Med ett stigande antal solcellsanläggningar i ett lågspänningsnät sjunker resonansfrekvensen vilket leder till en förstärkning av övertoner.

Landsbygd och stad

För att studera spridningen av övertoner har två befintliga svenska lågspänningsnät undersökts, ett landsbygdsnät med sex kunder och ett stadsnät med 28 kunder. En matris över impedansen, det elektriska motståndet för växelström har tagits fram i projektet. Matrisen bygger på kabel längd, kabelarea, transformator data och en simulerad last hos varje kund. För lasten har forskarna använt en slumpmässig modell för att ta med olika typer av osäkerheter i sammanställning av lasten.

Spridning mellan hushåll

Med hjälp av impedansmatrisen kan forskarna se i detalj studera spridningen från ett hushåll med solceller till ett annat. Målet är att hitta eventuella resonanser och impedansen för olika driftfall och för olika platser i nätet med hjälp av matrisen.

Resultaten visar att när solcellsanläggningar kopplas till ett lågspänningsnät resulterar i att resonansfrekvensen sjunker och kommer närmare det frekvensområde där en högre övertonsström förväntas. Det leder till en ökad risk för spänningsövertoner med hög magnitud. Men anslutningen av solcellsanläggningar leder också till en genomsnittlig minskning av impedansen för högra frekvenser, vilket minskar risken på höga nivåer av spänningsövertoner för de här frekvenser.

– Det betyder att vi måste rikta vår uppmärksamhet betydligt mer mot spridning av övertoner istället för bara mot generering av övertoner, säger Math Bollen, projektledare.



Forskarna har tagit hänsyn till de tre aspekterna:

- övertonshalten i den injicerade strömmen från solcellsanläggningar
- solcellsanläggningars påverkan på frekvensberoendet av överföringsimpedanserna
- resulterande övertonshalt i spänningen

Överttonshalten i den ström som injiceras från solcellsanläggningar är inte försumbar men den är låg i jämförelse med de övertoner som produceras av annat som ansluts till nätet.

Resultaten visar att med ett stigande antal solcellsanläggningar i ett nät sjunker resonansfrekvensen. I de två nät som har studerats här hittade man en resonans nära 17:e och 19:e övertonen och en förstärkning av just de övertonerna som följde.

Det har därför visat sig att den valda metoden, att beräkna överföringsimpedans, är en bra metod för att studera nivåer och spridning av övertoner i ett lågspänningsnät. Metoden beskrivs i detalj i slutrapporten.

Photovoltaics and Harmonics in Low-Voltage Networks

Rapport 2018:473

Utförare: Math Bollen, Universitet i Skellefteå

Minska driftkostnaden med AI

Med hjälp av artificiell intelligens och maskininlärning kan man göra en liveoptimering av ett datacenter i ett mikronät. En optimering minskar driftkostnaden genom att utgå från parametrar som väderprognoser och utveckling av elpriset. Genom att hela tiden använda senaste mätdata och prognoser tas ett steg mot lärande-optimering, vilket är nytt och ett viktigt steg framåt för användning av AI inom datacenter.

I takt med att "Big Data" och "Internet of things" är på stark frammarsch ökar behovet av databehandling och möjligheter till datalagring kontinuerligt. Det har resulterat i att antalet datacenter i världen växer snabbt och med det även elanvändningen och behovet av mer effekt. Från 2011 fram till nu är det samlade effektbehovet för datacenter i Sverige 175 MW och den tillväxten kommer att fortsätta.

Det här projektet har undersökt möjligheterna att driftsoptimera ett datacenter som är kopplat till ett mikronät genom att använda artificiell intelligens. I det mikronät som har undersökts finns det solceller, batterilager, kylaggregat och en kyltank. Målet har varit att ta fram en arbetsgång och ett upplägg för hur man ska genomföra och upprätta maskinlärande algoritmer i datacenter med mikronät.

Sänkta driftskostnader

Artificiell intelligens och maskininlärning kan medverka till att sänka driftskostnaderna för ett datacenter i ett mikronät. Det visar de studier som har utförts. Dessutom kan batterilagret i ett datacenter användas för att minska anläggningens högsta effekt och på så sätt bidra till att sänka kostnaderna. Datacentret kan också användas för att reglera frekvenser mot elnätet och på det sättet generera en extra intäkt för elbolaget.

Minskad effektförbrukning

Studien visar att varken maskininlärning eller Deep Learning, som kan modellera abstraktioner i data på hög nivå genom att använda många processlager med komplexa strukturer, är särskilt bra på att beräkna prognoser. Men de båda teknikerna är desto bättre på att beskriva ett system där mätdata finns tillgänglig.

Genom att vid rätt tidpunkter använda datacentrets batterilager kan anläggningens högsta effektförbrukning reduceras, med det görs en besparing på effektavgift som betalas mot energibolaget. Den beräknade besparingen måste dock vägas upp mot den kostnad



som varje i- och urladdningscykel i batterilagret kostar. Samma lager skulle kunna användas för frekvensreglering mot elnätet. Litiumjonbatterier är den mest fördelaktiga typen av batterier att använda i samband med effekt och frekvensreglering, eftersom det batteriet klarar fler laddningscykler och högre effekter än traditionella batterier med blysyra.

Datacenterforskning i Luleå

I Luleå bedrivs datacenterforskning i nära samarbete mellan industri- och akademiska parter. Två datahallar är uppbyggda som tillåter empirisk forskning dels på industriell användning och på kontrollerad belastning som forskarna själva styr. Under uppbyggnad är även ett småskaligt datacenter, som utöver själva serverracken (servers) också omfattar; solceller för elgenerering, batterilager (energy storage) för lagring av el från solceller och nätet, kylsystem (CRAC) med kylaggregat (AC) med möjlighet för lagring av kallvatten (Thermal storage). Syftet med pilotanläggningen är att kunna, under vissa tider på dygnet, dämpa de effekttoppar som uppstår i elnätet.

AI för optimering av datacenter microgrid
Integration

Rapport 2019:560

Utförare: Mattias Westerlund, RISE Sics North

Fungerande mätsystem oberoende av systemleverantör

Behovet av intelligenta lösningar för uppföljning och kontroll i de lokala elnäten ökar. Klimatförändringar, elbilar, sol- och vindkraft är bara några av alla de faktorer som påverkar elkvaliteten, energiflöden och effektvariationerna i elnätet. De pågående förändringarna medför att det finns behov av nyckeltal och analysverktyg som kan bidra till att elnätsföretagen kan effektivisera elanvändningen och bibehålla leveransskvalitet i de lokala elnäten.

Det här projektet har ställt samman underlag som kan användas för att integrera och vidareutveckla systemen för elkvalitet och mätinsamling oberoende av systemleverantör. Ett antal nyckeltal har identifierats som kan vara till nytta för både för elbranschen och för dess kunder.

Nytta för kunder och elbransch

Nya laster i lokalnäten leder till ett allt större behov av information om elnätets kvalitet, effektförbrukning och energiflöden. Här har nyckeltal tagits fram som både kunder och elbranschen kan ha nytta av. Mätvärden från både elkvalitets- och debiteringsmätningssystemet kan ge en unik helhetsbild av hur effektlödet ser ut i olika delar av elnätet, både för lokalt producerad el och belastningar i olika punkter.

De nyckeltal som rekommenderas är främst avsedda som hjälpmedel för elnätsföretagen vid övervakning av de lokala elnäten, vid nätplaneringar, vid investeringsbeslut och i samband med rapportering till myndigheterna.

Genom att använda ett antal dataformat som här föreslås kan elkvalitets- och mätningssystem integreras oberoende av systemleverantör. Det finns alltså tekniska möjligheter för att implementera energianalyser i olika mätsystem. Men den största utmaningen är normalt de organisatoriska förutsättningarna som man måste ta hänsyn till.

Tekniskt möjligt

Resultat visar att det rent tekniskt är fullt möjligt att använda de befintliga systemen och att integrera system hos lokala elnätsföretag för att beräkna nyckeltal som kapacitet, flexibilitet och andelen förnybar el i olika delar av elnätet. Det krävs dock en anpassning i det system som levererar nyckeltalet eftersom det idag inte finns som standard. Andra nyckeltal som bör finnas är



spänningsvariationer, verkningsgrad, lastfaktor, förluster, avbrottsstatistik och tillgänglighet.

Nyckeltalen för övertonshalt relaterat till märkeffekt, belastning, spänningshöjning relaterat till tid och spänning & effektkorrelation kan tillföras i de renodlade mätsystemen för elkvalitet, men skulle även kunna tas fram genom att integrera befintliga system. Flera av de nyckeltal som föreslås för elkvalitet kommer sannolikt att kunna finnas i framtida energimätare och på det sättet ge den här informationen ända ner på kundnivå.

Drivkrafter och utmaningar

Slutrapporten från det här projektet innehåller förutom förslag på nyckeltal, en kort sammanställning av de drivkrafter och utmaningar som påverkar lokalnäten. Dessutom får du som läsare exempel på hur man kan integrera elkvalitetssystem med debiteringssystem och ett förslag på hur en analysrapport ska utformas. Förhoppningen är att prioriterade åtgärder i nästa steg ska leda till stora förbättringar och till en effektivare och mer miljöanpassad energianvändning och en effektivare nätverksamhet som är till nytta för både slutanvändare och för samhället.

Optimerad energi –
nyckeltal för optimalt utnyttjande

Rapport 2015:225

Projektleddare: Pia Borg, Scio-tech

Stor nytta med bättre elmätare

I de svenska eldistributionsnäten har det gjorts stora investeringar i mätinfrastruktur. Det har resulterat i betydligt bättre möjligheter att använda mätdata för att göra analyser och effektivisera arbetet med elnäten.

Elbolag som har intervjuats ser stora fördelar med att investera i mätinfrastruktur. Resultaten från det här projektet visar också att det ofta är ekonomiskt försvarbart att investera i bättre elmätare och att mäta i nätstationer eftersom det ökar möjligheter att identifiera fel och svagheter i näten.

Resultaten visar att installation av mätning i nätstationer kraftigt ökar möjligheterna att hitta fel och brister i elnäten på ett tidigt stadium. Mätdata och nätinformation har samlats in från nätägare och analyserats. Det visar sig att kvalitet och tillgång på mätdata skiljer mellan nätägarna och att det påverkar vilka analyser som kan genomföras. För att lättare kunna identifiera svagheter i näten och för att kunna skärpa analyserna är det framför allt kompletterande mätdata från elmätarna som behövs. De viktigaste mätvärdena är spänning, reaktiv energi och effektvärden.

Viktig investering

Den genomgående bedömningen är att investeringar både i mer kompetenta elmätare och mätning i nätstationer förbättrar effektiviteten i den löpande verksamheten betydligt. Investeringar i mer moderna elmätare har generellt resulterat i betydande nyttor för elnätsföretagen. Ökade möjligheter att identifiera fel och icketekniska förluster är det som tydligast bidrar till ekonomiska värden. Men mjukare värden som förbättrade kundrelationer, miljöpåverkan och säkerhet har också betydelse. Dimensionering och planering av näten blir också lättare att genomföra. Möjligheter till analys av nätförluster ses som en av de stora fördelarna med nätstationsmätning.

– Under senare år har elnätsbolagen investerat i betydligt mer avancerad mätutrustning. Det har inneburit en stor investering, men den har visat sig underlätta såväl kundhantering som möjligheterna att identifiera brister i elnäten. Det krävs dock fortfarande mer utredning kring den faktiska ekonomiska nyttan av en utökad mätinfrastruktur, då flera av de identifierade nyttorna är svåra att kvantifiera rent ekonomiskt, säger Hannes Hagmar på RISE och fortsätter:

– Olika elnätsbolag har även olika kapacitet att hantera och utföra analyser från den nya mätinfrastrukturen.



För att den nya mätinfrastrukturen ska kunna användas effektivt är det därför viktigt att väldefinierade applikationsgränssnitt till systemen utvecklas för att underlätta avläsning och hantering av informationen.

Enkla metoder

Vissa av de kontaktade nätbolagen har själva utvecklat egna enkla metoder för att identifiera fel med hjälp av mätdata. Metoderna kräver då ofta bara en mindre arbetsinsats och företagen vittnar om stora vinster även vid de här enklare analyserna.

Brist på spänningsvärden

Slutrapporten från projektet presenterar flera metoder och algoritmer som med dagens mätinfrastruktur kan användas för att identifiera och lokalisera fel och svagheter i distributionsnäten. Men eftersom endast timvärden för aktiv energi går att få fram från majoriteten av alla elmätare, så begränsas möjligheterna till analys. Det viktigaste för att kunna utföra fler och mer noggranna analyser är en ökad tillgång till mätdata, och främst tillgång till spänningsvärden. Övriga mätvärden som ström, energi samt aktiv och reaktiv effekt höjer noggrannheten i analyserna, men är inte lika avgörande. En mer frekvent avläsning med registrering varje 15:e minut kan också det betydligt förbättra möjligheterna att utföra analyser.

Bedömning av nätstatus baserad på dataanalys och avancerade algoritmer
Rapport 2017:443

Utförare: Anders Lindskog och Hannes Hagmar, RISE



Att bedömma acceptansgräns

När solkraft ansluts till ett lågspänningsnät leder det till en spänningsökning, inte bara vid klämmorna på solkraftanläggningen utan också för andra kunder i närheten av anläggningen. När mängden ansluten solkraft orsakar en spänningsökning som överstiger överspänningsgränsen har man nått den så kallade acceptansgränsen och för att då kunna ansluta ytterligare solkraft krävs det åtgärder för att minska spänningshöjningen.

Här har forskaren studerat påverkan av enfasanslutna solcellsinstallationer till överspänning i lågspänningsnät och utvecklat metoder för att uppskatta acceptansgränsen. I projektet har också en fallstudie utförts för anslutning av enfasig solkraft, vid 6 kW effekt, i två befintliga lågspänningsnät. Resultaten visar att acceptansgränsen är begränsad för dessa två nät.

Liten investering

Målet med projektet har varit att hitta användbara åtgärder för att öka acceptansgränsen i ett lågspänningsnät. Den mest lovande åtgärden är att koordinera anslutningen av växelriktare till fas med lägsta spänning innan anslutning. Men för att kunna använda den här metoden behöver man göra mätningar som det krävs nya riktlinjer för. Däremot är metoden mycket intressant för elnätsägare eftersom den inte kräver någon större investering.

Flera metoder

Flera olika metoder har tagits fram och testats i projektet: Nedstyrning av produktion eller energilagring nära installationerna; reaktiv-effektkompensering vid

distributionstransformatorn och automatiska lindningskopplare vid distributionstransformatorn.

– Att använda en reaktiv effektkompensering har visat sig vara en mindre lämplig metod, berättar Math Bollen projektledare.

Den stokastiska planeringsmetoden, som har utvecklats i projektet, är användbar för att utvärdera behovet av åtgärder och för att jämföra åtgärder.

Tidsserier av produktion och konsumtion

Att använda tidsserier för produktion och konsumtion är ett alternativ till den stokastiska planeringsmetoden. Metoden med tidsserier kräver att man har uppgifter och data från ett antal år, eftersom det förekommer stora variationer mellan olika år. Därför behöver man samla in ytterligare data både från produktions- och konsumtionsställen för att kunna använda denna metod. Tidsupplösningen bör vara minst tio minuter. Att använda timvärden är däremot inte tillräckligt för att beräkna acceptansgränser för överspänning och underspänning.

**Överspänning från enfasanslutna solpaneler
Rapport 2018:506**

Utförare: Math Bollen, Skellefteå universitet

Standard saknas för spänningsvariationer

Med en ökad mängd solcellsanläggningar kommer spänningsvariationerna i elnätet att förändras. Spänningsvariationer som ligger i tidsskalan mellan en sekund och 10 minuter behandlas i dagsläget inte i några standarder.

I det här projektet har befintliga mellansnabba spänningsändringar analyserats i kombination med fallstudier av mellansnabba spänningsvariationer orsakade när aktiv och reaktiv effekt från en eller flera solcellsanläggningar injicerats i två faktiska distributionsnät, ett tätortsnät och ett landsbygdsnät.

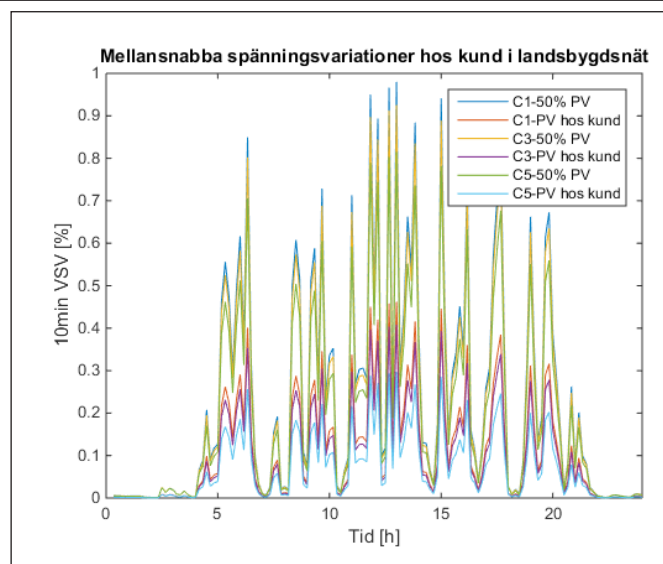
Inga alarmerande nivåer

Resultaten visar att det inte förekommer några alarmerande nivåer av spänningsvariationer i tidsintervallet mellan 1 sekund och 10 minuter orsakade av solcellsanläggningar. Nivåerna liknar de spänningsvariationer i samma tidsskala som observeras i olika nätpunkter idag. Men de här variationerna bör bevakas eftersom mängden solcellsanläggningar ökar i distributionsnäten.

Det finns i dag ingen standard för spänningsvariationer i tidsskalan 1 sekund till 10 minuter, men metoden Very Short Variations, VSV-metoden har tagits fram för att klassificera spänningsvariationer i de här mellansnabba spänningsvariationerna. Det maximala tiominuters VSV-värde som har observerats när mätdata från olika typer av nät i olika delar av Sverige har analyserats är 2,5 procent relativt nominell spänning. Medelvärdena är generellt låga och endast ett par värden ligger över 0,6 procent. Resultatet av fallstudier visar att när en solcellsanläggning på 6 kW ansluts till en kund ger det upphov till ett maximalt tiominuters VSV-värde för den resulterande spänningen hos kunden på 0,6 procent i de nät som har studerats.

Då solcellsanläggningar på 6 kW ansluts till hälften av kunderna i ett nät noteras ett maximalt tiominuters VSV-värde för den resulterande spänningen hos kunderna på en procent. I en situation där samtliga kunder i respektive nät har installerade solcellsanläggningar kan man se ett maximalt tiominuters VSV-värde på 1,8 procent. De högsta värdena noteras i elnät på landsbygden.

– Studiens simuleringar visar att den mellansnabba spänningsökningen blir störst för kunder anslutna till ett svagare nät. De visar vidare att även för dessa kunder



verkar påverkan fortfarande mindre än de mellansnabba spänningsändringarna som redan idag finns i nätet, trots att alla kunder under distributionstransformatorn anslutit solpaneler. Den mellansnabba spänningskarakteristiken ändrar dock karaktär, vilket skulle kunna ha en viss påverkan på konsekvenserna, berättar Susanne Aceby på DNVGL.

Energilagring hos kund

Vid jämförelse mellan 1-fas-anslutna solcellanläggningar och 3-fas-anslutna anläggningar visar det sig att den maximala spänningsökningen hos kunden blir cirka 6 gånger större vid 1-fas-anslutning av solceller jämfört med 3-fas-anslutning. Det finns olika möjligheter att undvika negativa konsekvenser genom att begränsa dessa spänningsvariationer. Ett sätt att minska variationer som orsakas av förändringar i produktionen är energilagring hos kunderna med en aktiv effektereglering.

Skador går att undvika

Konsekvenser av mellansnabba spänningsvariationer är till exempel kortvariga överspänningar, skadade apparater på grund av kortvariga överspänningar och mekanisk påverkan på motorer på grund av accelererande eller bromsande moment. De här spänningsvariationerna kan motverkas genom att utnyttja till exempel lindningskopplare, kondensatorbatterier, aktiv eller reaktiv effektstyrning vid växelriktare eller distribuerade lager. Alla de här åtgärderna gör det möjligt att ansluta mer förnyelsebar produktion.

Fortsättningsprojekt spänningsvariationer och intermittent produktion
Rapport 2018:472

Utförare: Susanne Aceby och Magnus Speychal, STRI

Stora möjligheter med bättre mätdata

Här har forskarna granskat hur distributionsägare kan använda information från elnätet för att effektivisera driften med hjälp av fler mätparametrar i energimätaren. Resultaten visar att lokaliseringsskriptor och detekteringslösningar kan minska resursåtgången och att icke-tekniska förluster kan upptäckas.

Nya krav på slutkundsmätning av el är något som nu diskuteras i Sverige vilket kommer att påverka nästa generations mätare. Det är därför viktigt att försöka undanröja ett antal problem som identifierades i den tidigare rapporten *Bedömning av nätstatus baserad på dataanalys och avancerade algoritmer* 2017:443.

Det är värdefullt för elnätsföretag att kunna identifiera och lokalisera problem i elnäten och att se om problemen försvinner när begränsningarna i mätkvalitet tas bort. Det är också viktigt att undersöka hur utökade krav och mätparametrar påverkar kostnaden om det görs i samband med införandet av nya energimätare.

Fel i system för rapportering

Det viktigaste är att uppskatta förlusterna per timme istället för per år med nätstationsmätning och en god mätkvalitet. Då blir det tydligt vilka timmar som har höga förluster vilket ökar medvetenheten om fel i databaser och rapporteringssystem och minskar de ekonomiska förlusterna.

Enkät svar från ett antal elnätsbolag visar att det finns en stor spridning i hur olika nätbolag hanterar sina nätförluster och hur man hanterar icke-tekniska förluster och hur de lokaliseras och identifieras. Jämfört med kostnaden för nya generationens mätare kommer lagringskostnader för extra mätvärden och ökad mätupplösning inte vara den stora kostnadsdrivaren.

Hälften så stora förluster

Resultaten visar att elnät som simulerats med verklighetstrogna laster och verkliga parametrar inte har mer än 2 procents förluster, jämfört med ett medelvärde på över 4 procent. Vissa elnätsägare beskriver också att man har nätstationsmätning och beräknar sina förluster per timme, men att man saknar utrustning eller möjlighet att ge sig ut att lokalisera problemen.



De algoritmer som presenteras här kan vara ett viktigt steg i jakten på förluster genom en minskad resursåtgång. Eftersom medelvärdet förluster under ett år är över 4 procent för flera distributionsnät är det angeläget att minska förlusterna och därmed onödiga kostnader. Det innebär också ökade intäkter och en ökad medvetenhet om fel i databaser, i rapporteringssystem och i kundernas energimätare.

Resultaten visar också att flera elnätsbolag redan i dag har tillräckligt bra upplösning på sina energivärden för att utföra den här typen av analyser men det förutsätter en högkvalitativ spänningsmätning i nätstation och hos energimätarna samt god tidssynkronisering hos samtliga mätare. Om framtida krav slår igenom från Energimarknadsinspektionen riskerar däremot elnätsbolagen att överöas med data och algoritmerna som presenterats här kan ge lämpliga varningssignaler och indikationer för att förenkla driften.

Projektet har analyserat nyttan av god mätkvalitet för distributionselnätsägaren, och som en följd av det lämnat rekommenderat vilka krav som bör ställas på mätarinfrastruktur för kunna identifiera och lokalisera fel.

**Dataanalys och avancerade algoritmer,
Möjligheter med utökad mätinfrastruktur,
Rapport 2018:537**

Utförare: Mattias Persson, RISE

Moderna nätstationer ger färre elavbrott

Resultaten från det här projektet kommer att vara ett viktigt underlag för att utforma framtidens nätstationer. Det vill säga stationer som uppfyller elnätskundernas krav på elkvalitet och tillgänglighet, utnyttjar teknikens möjligheter för omkoppling och reglering och är ekonomiskt försvarbara.

Det är nödvändigt att utveckla framtidens nätstationer med bättre mät- och kommunikationssystem för att vi ska få färre elavbrott. Men regleringen av elnätsföretagens möjligheter till intäkter, investeringar och avkastning påverkar nätföretagens strategier och tidsramar för att bygga ut nätstationerna. Det här projektet har studerat och beskrivit de faktorer som spelar in och avgör elnätsföretagens satsningar på att modernisera och utveckla nätstationer.

Dagens nätstationer har grundläggande och tekniskt enkla funktioner. Stationerna kommer att behöva utvecklas till att vara en aktiv del i nätstrukturen för att kunna stötta elnätsföretagen i deras ansträngningar för att öka tillgänglighet och tjänsteutbud. Elnätsföretagens fokus flyttas alltmer från rena teknikfrågor till affärsmodeller och tjänsteutbud som höjer kvaliteten på produkten.

Ökat fokus på nätstationer

Elnätsverksamheten på låg- och mellanspänningsnivå står i en övergång till nya lösningar och mer modern teknik. I takt med att kommunikation blir billigare och mer tillförlitlig och att brister i elleveransen får större påverkan, ökar nu fokus på nätstationer och anslutande nät.

Slutrapporten från projektet har en sammanställning av nuläget och av de möjligheter elnätsföretagen har i samband med att de gör reinvesteringar och moderniseringar av sina nätstationer.

Miljö och ekonomi viktigt

Rapporten värderar olika lösningar för att förbättra el kvaliteten och för att öka tillgängligheten. Det betyder färre och kortare elavbrott för kunden genom att uppgradera nätstationens mätmöjligheter, kopplingsmöjligheter, spänningsreglermöjligheter och automatiska lösningar i övrigt. Också miljö och ekonomiperspektivet är viktigt. Det handlar till exempel om elektromagnetiska fält som kan utgöra



ett stort problem för miljön och tekniska lösningar som kan bli så dyra att det blir svårt att implementera dem i hela nätet. Resultaten kommer med stor sannolikhet ha betydelse för elnätsföretagens investeringar och strategier framöver, säger Pramod Bangalore som är forskningschef på Greenbyte och fortsätter:

– Det är svårt att implementera resultaten direkt, men vi arbetar vi för att utveckla en struktur så att den här metoden kan användas i praktiskt arbete också.

Framtidens nätstation

Rapport 2018:540

Utförare: Greger Sjöberg, Mikael Wämundson och Daniel Karlsson, DNV GL Sweden

Diskuterar utmaningar och byter erfarenheter

Här handlar det om att införa standarden IEC 61850 för kommunikationsnät, automation- och kontrollsystem i kraftsystemen. Projektet genomför regelbundna nätverksträffar där nyheter och erfarenheter sprids och diskuteras i energibranschen.

Nätverket är ett bra sätt för intresserade i kraftbranschen att byta erfarenheter och att ta emot nyheter kring den internationella standarden IEC 61850 inom området mer automation i eldistributionsnätet.

Genom att arrangera regelbundna möten mellan användare, kunder och högskolor ökar informationsbytet och samförståndet kring utveckling och modernisering av elförsörjningens infrastruktur. Nätverksmötena bidrar också till att standarden och dess användningsområden snabbare införs i energibranschen. Mötena ökar och sprider kunskap om IEC 61850 som kan användas i investeringsprojekt av kontrollanläggningar och öka samförståndet mellan beställare och entreprenörer.

–Den mest betydande nyttan för energiföretagen är att man närmar sig en gemensam branschstandard för automation i elkraftsystem. Ju mer erfarenheter, negativa som positiva, som sprids och går att ta del av, desto fler problem kan lösas på vägen mot en ny och gemensam standard för alla, säger Florin Stelea, Sweco Energuide som är projektledare.

Ett par träffar om året

På varje nätverksträff presenteras nyheter och man diskuterar erfarenheter för att skapa en gemensam bild av hur branschens problem och framsteg ser ut. Det kan till exempel vara på vilket sätt man ska driva ett moderniseringsprojekt av en IEC 61850-station, hur dokumentationskahanteras enligt standarden och hur en sådan här anläggning ska underhållas på ett effektivt sätt.

Internationellt arbete

Under varje möte redovisas också vad som görs internationellt inom standardisering inom IEC / SEK TK57 och även i CIGRE. Sverige bidrar i olika arbetsgrupper som jobbar med att införa standarden i stor skala.

Deltagare

Nätverket har deltagare från olika energibolag, större och mindre inom elkraft. Också personer från vattenkraften deltar på nätverksträffarna. Exempelvis



systementreprenörer som jobbar med att modernisera kraftstationer, försörjningsstationer och transformatorstationer, liksom olika leverantörer av produkter till energibranschen.

–Vid varje träff får vi en presentation av en doktorand från KTH eller liknande kopplat till automation. På så sätt får alla som är med ta del av erfarenheter och resultat från forskning och utveckling inom universitet och högskola, säger Florin Stelea.

Det som varit tydligt under det senaste året är att standarden har expanderat. Det ser man bland flera energibolag som har integrerat standarden i sin verksamhet, och som med hjälp av standarden har fastställt en norm för hur projekt ska genomföras.

IEC 61850 Nätverk

Rapport: 2018:471

Utförare: Florin Stelea, Sweco Energuide

Design av nät ökar tillgängligheten till el

Det finns numera komponenter som gör det möjligt att designa elnät för att öka tillgången på el. Framförallt handlar det om att se till att det alltid finns alternativa matningsvägar och att inkludera mätning, kommunikation, fjärrstyrning och automatik i en anläggning.

När ett elnät byggs, moderniseras eller förnyas bör man göra en investeringskalkyl så att lönsamheten kan utvärderas. Det här projektet har resulterat i beräkningsexempel för ett antal typnät med tillhörande förslag till design. I takt med att priserna på komponenter har sjunkit kan en design som förut var reserverad för transmissionssystem också vara kostnadseffektiv i ett distributionsnät. Huvudidén är att öka tillgängligheten genom att se till att alternativa matningsvägar existerar och genom att inkludera mätning, kommunikation, fjärrstyrning och automatik.

Sluten slinga

För kunder som är mycket känsliga för elavbrott finns det skäl att köra driften i en sluten slinga. Det gäller till exempel sjukhus och vissa industrier. I ett sådant nät ger fel och bortkoppling av enstaka överföringselement inte upphov till elavbrott över huvudtaget. Trots att en sådan lösning är dyrare, kan den vara lönsam med tanke på de mycket höga avbrottskostnaderna.

Landsbygdsnät

Ett typiskt landsbygdsnät, med gles kundtätthet och kunder som inte är så känsliga för elavbrott, är en kontrast till sjukhus och industrier som är känsliga för avbrott. Trots en låg tillgänglighet, är det troligen inte kostnadseffektivt att göra stora investeringar för att öka tillgängligheten eftersom det är så glest med kunder. Hur kostnadseffektiv en designprincip är beror både på utgångsläget och på typen av nät.

Att beräkna kostnader för avbrott

För ett visst distributionsnät kan den årliga kostnaden för avbrott beräknas utifrån en årlig beräkning, en uppskattning av avbrottstid per fel och avbrottskostnader för olika kundtyper. En ny designlösning innebär en kortare avbrottstid per fel och därmed en sänkning av den årliga kostnaden för avbrott. Med hjälp av nuvärdesmetoden kan man ta reda på hur mycket den årliga kostnadssänkningen är värd i



dagsläget, givet en viss kalkylränta och en viss ekonomisk livslängd. Investeringen bedöms vara lönsam om nuvärdet överstiger investeringskostnaderna.

Nytta för kund, företag och samhälle

Slutrapporten från det här projektet ger en dokumenterad bild av hur stor potentialen är för att med modern teknik och uppgraderade kopplingslägen, på ett kostnadseffektivt sätt kunna förbättra tillgängligheten i nya och befintliga system för distribution av elektrisk kraft. Målet är att, till nytta både för samhället i stort och för elnätsföretagen, samla ihop, paketera och tillgängliggöra information som idag finns spridda på många olika håll.

**Nätuppbyggnad och
automatiker för ökad tillgänglighet**

Rapport: 2016:274

Utförare: Monika Lexholm, Gothia Power



Öppen standard för eldistribution

Utvecklingen inom elnätens automatisering går mot en mer effektiv anpassning av systemen för eldistribution genom en gemensam hårdvaruplattform. Det handlar också om att utveckla flexibla kombinationer av funktioner och utrustning och att införa bra skyddssystem till en bra kostnad.

I det här projektet har forskarna undersökt möjligheten att upphäva den starka kopplingen mellan hårdvara och mjukvara för att administrera eldistributionssystemets alla skyddsfunktioner centralt i stället.

Syftet har varit att testa om det är tekniskt genomförbart genom att demonstrera användningen av öppna standarder och en öppen plattform för att köra ett datorprogram, utveckla skyddsfunktioner, testa acceptabla reaktionstider och undersöka metoder för att verifiera funktioner och fjärruppgradering.

Nytta för eldistributörer

Tanken är att olika leverantörer ska kunna erbjuda skydd av mjukvaran och kontrollfunktionerna oberoende av hårdvaran. En kostnadsfri tilldelning av funktioner är till stor nytta för eldistributörerna eftersom stationerna både får en ökad funktionalitet och bättre kontroll och underhåll till en minskad

kostnad. Det betyder att företagen kan införa komplexa skyddssystem till en reducerad kostnad eftersom kraven för och utformningen av automatisering i understationer är oberoende av leverantör.

Öppen standard

Projektet har visat att konceptet med öppen standard är genomförbart och har satt igång en diskussion om fördelar, teknisk tillförlitlighet och juridiska frågor med avseende på mjukvaruskydd och kontrollsystem från flera leverantörer.

Metoder för optimering och fjärruppgradering

Projektet har också levererat en rapport om metoder för verifiering och fjärruppgradering av IEC 61499-kompatibla automationssystem. Resultaten presenterades vid IEEE Smart Grid Communications Conference i Australien 2016.

Cost effective automation

Rapport 2017:435

Utförare: Gulnara Zhabelnova, Chen-Wei Yang, Lars Christoffersson och Professor Valeriy Vyatkin, Luleå tekniska universitet i samarbete med IETV

Elbilar påverkar lokala nät

Vi ser en snabb ökning av elbilar. Det stora antalet laddningsbara fordon kommer att påverka de svenska elnätet. Här har man undersökt hur ett vanligt elnät är rustat för en expansion av elbilstaddning. Projektet är baserat på historiska timdata och på nyuppmätt data. Genom att tidigt identifiera nätstationer som kan vara kritiska och att där införa efterfrågeflexibilitet och automatisering i elnätet, kan man förebygga överdimensionerade uppgraderingar i elnätet.

Timvärden har analyserats för alla slutkunder under en nätstation för att ge information om stationens effektsignatur. Karlstads elnät har byggt upp en metod där det är möjligt att enkelt föra in timvärden för att snabbt få en indikation på stationer som kommer att ställas inför situationer av överlastning. Metoden gör det möjligt att uppskatta hur många samtidiga elbilsaddare en station rymmer inom en effektbegränsning på 80 procent av stationens maxlast. Det här kan vara en bra start för lokalnätsbolag som har tillgång till timvärden att analysera sina stationer.

Risken för brist på effekt på grund av ökningen av elbilar är inget som nätbolagen verkar funderar mycket på, menar Joachim Lindborg på Sustainable Innovation.

– Det finns nu cirka 65 000 laddbara fordon i Sverige. Ökningen överträffar förväntningarna och vi ser att många stationer snabbt kommer att få problem med effektbrist!

Laddstolpar med inbyggd styrning

För att lösa problemet med effektbrist bör i första hand laddstolpar med uppkoppling och inbyggd styrning användas.

–Det finns affärsmodeller med aggregatorer, men det är otydligt hur de ska regleras av Energimarknadsinspektionen och vad nätägare får och inte får göra för att lösa sina effektutmaningar, säger Joachim Lindborg.

Efterfrågeflexibilitet

När man granskar timvärden och energi, det vill säga då effekten synas, blir bilden tydlig av var i lokalnätet det kommer att bli problem när laddinfrastrukturen installeras i takt med en ökad mängd elbilar.



Idag är de flesta elbilsaddare på 3,6kW, men även högre effekter finns, och flera av dessa har endast enfas inkopplade. I dagsläget sker dimensioneringen främst med hjälp av distributionsnätets säkringar och kablage, och i mindre utsträckning med transformatorer. Eftersom det är mycket kostsamt att uppgradera distributionsnätet är efterfrågeflexibilitet och aggregatorer som hanterar flexibla resurser, exempelvis laddning, batterilagring, fläktar, värmepumpar och elvärmegolv, viktiga för att säkra de befintliga elnäten.

Elbilsutvecklingens påverkan på lokalnätsdimensionering av nätstationer
En analys av effektmönster vid ökad mängd elbilstaddning

Rapport 2018:552

Utförare: Joachim Lindborg och Linda Schumacher,
Sustainable Innovation

Forum för informationsspridning

Nätverksträffarna kring standarden Common Information Model, CIM är en effektiv plattform för elnätsföretag, myndigheter, leverantörer och universitet att utbyta erfarenheter och få information och nyheter inom standardisering.

Nätverket fungerar som ett forum för intresserade i kraftbranschen att ta del av viktig information. Nätverksträffarna hålls två gånger per år och det som då behandlas är CIM-standarderna för elnät, IEC 61970, för marknad, IEC 62325 och för apparater och IT/OT-relaterade processer, IEC och dessutom arbeten inom Cigre relaterade till standarder.

– Nätverket är ett mycket relevant och aktuellt forum där vi från olika bolag kan träffas och delge varandra synpunkter och erfarenheter, både positiva och negativa för att öka förståelsen och få ett bättre samförstånd kring de här ämnena, säger projektledare Anna-Maria Roslund, Sweco Energiguide.

De svenska deltagarna i International Electrotechnical Commission, IEC – en kommission som arbetar fram och fastställer internationella standarder inom elektroteknik och elektronik och i Cigre, International Council on Large Electric Systems som är inriktad på forskning och utveckling kring högspänd elektrisk energi inom produktion, överföring och distribution får genom nätverksträffarna en möjlighet till erfarenhet-sutbyte och kompetensutveckling i sitt arbete.

Gemensam standard

EU-lagstiftningen kräver att elbranschen använder en gemensam standard för nätkoder och utbyte. European Network of Transmission System Operators, ENTSO-E, som representerar ett 40-tal elnätsägare, är ansvarig för införandet av nätkoder. ENTSO-E har valt CIM-standard och framförallt IEC 61970 och har baserat på den utvecklat profilen Common Grid Model Exchange Standard, CGMES.

Behov av information

Kunskapen om CIM och CGMES i Sverige har varit begränsad men i samband med kraven på att använda CGMES har ett stort informationsbehov uppstått. Kraven på att använda CGMES har ökat informationsbehovet och de här nätverksträffarna har på senare år blivit ett aktuellt forum för utbyte av information. Aktuella frågor är då nyheter inom CGMES och om annat om energimarknaden, utrustning och processer. Genom



nätverksträffarna får branschens representanter ta del av ny kunskap om utbyte av data mellan branschens aktörer, transmissionsnätsföretag, distributornätsföretag, regionnätägare och energiproducenter. Annars utbyter man för närvarande data enligt äldre standarder eller kommunicerar genom leverantörsspecifika gränssnitt.

Kostnadseffektiva lösningar

Nätverksmötena betyder att kunskapsspridningen om CIM och erfarenheterna från den svenska elbranschen har ökat väsentligt. I nätverket diskuteras aktuella erfarenheter och viktiga framtidsutsikter som stöder mer kostnadseffektiva lösningar baserat på CIM.

CIM Nätverksträff 2018

Rapport 2018:528

Utförare: Anna-Maria Roslund, Sweco Energiguide och Lars-Ola Österlund

Ökad kapacitet i nätet möjlig

I takt med att en ökad mängd förnyelsebar energi ansluts till nätet, tillsammans med en ökad förbrukning eller ändrade förbrukningsmönster, kan befintliga ledningar, kablar eller transformatorer nå sin maxgräns vad gäller överföringskapacitet. Att bygga nya komponenter är dyrt och tidskrävande. Det finns därför behov av andra lösningar som gör det möjligt att utnyttja elnätet närmare nätets faktiska gränser.

Ett alternativ till att bygga nya ledningar är att använda sig av system för dynamisk belastbarhet. Det innebär att man bedömer en luftledning, kabel eller transformators överföringskapacitet baserat på temperatur eller någon annan begränsande parameter.

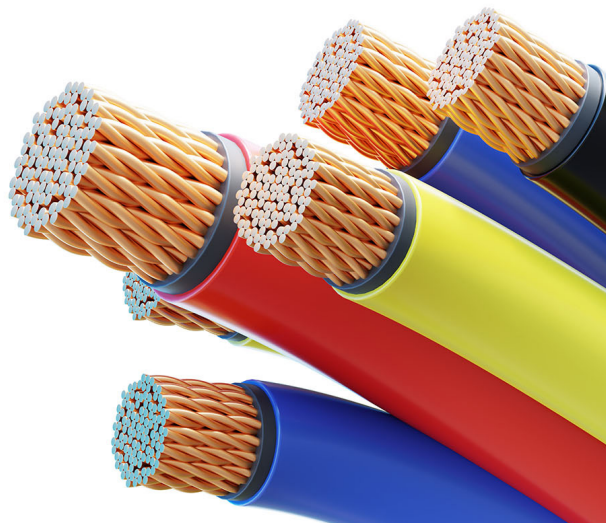
Efterfrågad metodik

Tidigare har det saknats metoder, men här beskrivs olika aspekter av dynamisk belastbarhet för markförlagda kraftkablar. För kablar är det temperaturen och den förkortade livslängden genom åldring, som begränsar den effekt som kan överföras. Den viktigaste källan till åldring är termisk påfrestning och här har forskarna använt sig av Arrhenius lag för att beskriva hur isolationen åldras beroende på vilken temperatur den utsätts för. Temperaturen hos en kabel påverkas av flera olika faktorer som marktemperatur, belastningsström och förläggning. När man beräknar kablers belastbarhet används normalt standardvärden för exempelvis marktemperatur, där man antar att temperaturen är den samma över hela året.

– Den här studien visar att det finns goda skäl att införa säsongsbaserade strömgränser för kablar baserat på variationer i marktemperaturen. Resultatet indikerar att det kan vara möjligt att öka belastningsförmågan med upp till 10 procent under den period på året då förbrukningar traditionellt är som störst, berättar Oscar Lennehag på STRI.

Vind ökar överföringen

Kablar skiljer sig från luftledningar på ett flertal sätt vad gäller dynamisk belastbarhet. För en luftledning är det nedhänget som är den begränsande faktorn. Då en luftledning värms upp expanderar ledaren vilket leder till att nedhänget ökar som kan leda till överslag. Om det blåser mycket kyla ledaren ner och mer effekt kan därför överföras på ledningen. Det är fördelaktigt då perioder med hög vindhastighet sammanfaller med perioder då vind-



kraftparker producerar som mest. För kablar är det istället temperaturen eller den förkortade livslängden som begränsar den effekt som kan överföras.

Framtida förändringar i elförbrukning och elgenerering, till exempel med en stor andel förnyelsebara energikällor eller elbilar, kommer att påverka möjligheterna att tillämpa den här metodiken. Det är då inte längre säkert att den högsta belastningen av kabeln sammanfaller med den lägsta marktemperaturen.

– Om temperaturen används som prestandamått istället för strömmen är det möjligt att öka belastbarheten av markkablar ytterligare, kanske upp till 15 procent, men värdet kan såklart variera från fall till fall, utan någon risk för accelererad åldring. Den faktiska termiska livslängden hos en kabel kan dessutom vara längre än den förväntade livslängden, under förutsättning att drifttemperaturen är lägre än märktemperaturen, berättar Oscar Lennehag på STRI.

Resultaten tyder på att det finns möjligheter att utnyttja dynamisk belastbarhet för markkablar för att på så sätt öka kapaciteten i nätet. Det gör att man till exempel kan undvika användandet av lokala elverk vid reservdrift eller undvika nyinvesteringar under en övergångsperiod genom att använda sig av dynamisk belastbarhet.

Dynamisk lastbarhet för jordkablar
Rapport 2017:427

Utförare: Oscar Lennehag, Adriel Perez STRI

Mikronät en lönsam investering

Vilka för- och nackdelar finns det med att upprätta ett lokalt mikronät inom ett fastighetskvarter? Det här projektet har tittat på hur ett mikronät påverkar lönsamheten för lokal elproduktion där el överförs mellan olika fastigheter utan att behöva passera det externa elnätet.

Byggnader står för mer än en tredjedel av den totala slutanvändningen av energi i världen och för hälften av den globala elkonsumtionen. Det betyder att fastighetssektorn är den största användaren av energi och att den orsakar 17 procent av de koldioxidutsläpp som är relaterade till energianvändning.

God lönsamhet

Studier av olika mikronätlösningar har gjorts för det planerade kvarteret Herrjärva i Solna utanför Stockholm. Kvarteret består av nio kontorsfastigheter, kommersiella fastigheter och bostadsfastigheter. I forskningen utgår man från att mikronät undantas från elnätkoncession. Lönsamheten för mikroelnätet med och utan solceller och med och utan batterilager jämförs med det vanliga fallet då det saknas undantag från nätkoncession. Resultaten visar på god lönsamhet för solceller både med mikroelnät och i separata fastigheter.

Samhällsnytta

Att införa ett mikroelnät också utan solceller är en lönsam investering eftersom sammanlagring av el minskar effekttopparna. Det betyder också att de fasta månadsavgifterna minskar. Ett energilager ökar alltså nyttan för fastighetsägaren som får minskade kostnader och för nätägaren, genom att det blir mindre effekttoppar. Dessutom innebär det en stor samhällsnytta genom att koldioxidutsläppen minskar.

Elanvändning i samtliga fastigheter inom kvarteret är hög och överskottet av producerad solceller så pass litet att det knappt påverkar lönsamheten. Den faktor som begränsar förutsättningarna för solceller är bristen på lämplig takyta. Med ett mikroelnät ökar egenanvändningen av producerad el. Även om mängden överskottsel är liten drar forskarna slutsatsen att om det genererade elöverskottet från enskilda fastigheter hade varit större skulle det leda till ännu större lönsamhet för en investering i mikroelnät med solceller eftersom mindre el skulle behöva säljas ut på nätet med sämre lönsamhet.



Lönsamheten för batterilager är kopplad till elpriset och det genererade solelöverskottet. Men bristen på överskott av solceller i studien resulterade i att batterilagret inte vara lönsamt.

Tabellen visar en sammanställning av simulerade fall och deras nettonuvärdeskostnad över 25 år och nettonuvärde för använd energi per kWh.

Förslag på förändringar

För att förbättra förutsättningarna för avgränsade interna nät ger rapportförfattarna några förslag på förändringar. Det är till exempel möjligheten att ge undantag från nätkoncession där det finns en uppenbar nytta för energisystemets utveckling och där påverkan för koncessionshavaren är begränsad. En annan möjlighet är att slopa skatten på egenanvänd solceller innanför anslutningspunkten oavsett storlek på solcellsanläggning. En tredje möjlighet är att mikroelnät ska kunna utgöras av gemensamhetsanläggning som ägs av en samfällighet där samtliga fastigheter som är anslutna till mikroelnätet ingår.

Mikronäts potential i kvarteret Herrjärva
Rapport 2018:536

Utförare: Robert Styrbjörn KTH,
Mattias Millinger NCC

En ny modell för tariffer

Andelen förnyelsebar och väderberoende el ökar i produktionsmixen vilket ställer nya krav på elhandel och eldistribution. Det har under en längre tid pågått flera parallella diskussioner om att göra nödvändiga förändringar i de tariffer som används för lågspänningskunder i de lokala elnäten i Sverige. Här har forskarna studerat hur olika tariffkonstruktioner påverkar nätbolagens intäkter och kundernas kostnader för el.

Om kunderna bidrar i arbetet med energieffektivisering genom att förändra sin uttagsprofil för att på så sätt delta i omställningen skulle en jämnare last skapas i de lokala elnäten. Det skulle också betyda att förlusterna vid överföring minskar, att systemet blir mer effektivt och att nätet kan dimensioneras för lägre effektöverföring om lasten är jämnare.

Intäkterna varierar

Några elnätsbolag har redan infört nya tariffmodeller och många andra befinner sig i startgroparna. Att införa en ny tariffmodell är ett stort beslut och det är viktigt att ta fram ett bra beslutsunderlag. Felaktiga nivåer på nya tariffmodeller kan leda till uteblivna intäkter och samtidigt ökade kostnader för kunderna. Samtidigt kan det bli stora variationer i intäkter till följd av olika klimat olika år för olika tariffstrukturer. Nätbolagens intäkter är reglerade och tariffnivåerna går alltid att justera. Men varje förändring ska kommuniceras till kunden, innebär extra arbete för nätägarna och kan uppfattas som negativt av kunden.

Fördelningen av kostnader varierar för olika kundgrupper och tariffer. En effekttariff kan gynna de kunder som har ett relativt lågt maximalt uttag i förhållande till sin energianvändning, samtidigt som en tidsdifferentierad energiavgift ger incitament till att använda elektricitet under perioder då lasten i nätet är lägre, det vill säga när den tillgängliga kapaciteten är större. Det betyder att olika kundgrupper gynnas på olika sätt av de här två övergripande tariffstrukturerna. Det är också oklart vilken av de två tariffstrukturerna som ger bäst incitament att bidra till ett mer resurseffektivt nät.

Elanvändningsmönster

Förutom att en optimal tariffstruktur skiljer sig åt för olika nät och olika kunder så har olika kund-



grupper olika preferenser och varierande möjlighet att ändra sin förbrukning. Det betyder att i stället för att hamna i en diskussion om vilken tariff som är mest gynnsam för en viss typ av kund, så bör det handla om kostnaden, det vill säga om mer eller mindre kostnadsdrivande elanvändningsmönster.

Ny förståelse för alternativa modeller

Forskarna har här på ett helt nytt sätt utgått från faktisk uppmätt konsumtionsdata per timme från nästan 200 000 kunder under tre år. Projektet har "räknat om" den ekonomiska historien och på så sätt skapat en ny förståelse för vad alternativa tariffmodeller kan innebära för intäkter och kostnader, dels på en aggregerad nivå och dels för olika kundgrupper. Det har man gjort både ur perspektiven "allt annat lika", synvinkeln att förändringarna i energisystemet accelererar och att mängden elbilar och mikroproduktion ökar, och genom framtidsutsikten att den tekniska utvecklingen möjliggör en ökad automatisk laststyrning för större delar av kundkollektivet.

Syntes av eltariffer

Rapport 2015:170

Utförare: Jakob Helbrink, Sweco Energieguide

Viktigt att veta hur prissignaler påverkar

De flesta elbolag har tidigare delat in sina kunder efter typ av hushåll och förväntad årsförbrukning, genom en kod som beskriver verksamheten, eller genom faktisk förbrukning. Men genom att mäta faktiska timvärden för enskilda kunder visar det sig att de flesta nyckeltal som används inte stämmer särskilt bra.

Resultaten visar att för de flesta nyckeltal skiljer sig kategoriseringen ganska mycket från år till år, men att en kombination av nyckeltal skulle kunna ge bättre kunskap om särskilda egenskaper hos en kund.

Alternativa kategorier

Det här projektet har tittat på möjligheten att utforma en idealisk tariff med utgångspunkt från en alternativ kundkategorisering. Genom att använda information från den genomförda timmätarreformen och för att förbereda inför kommande regelförändringar har man undersökt alternativa sätt att kategorisera kunderna. Det gör det möjligt att sätta en tariff som reflekterar det som verkligen driver kostnaderna för elnätet och som förenklar för kunden.

Tidigare har detta inte kunnat göras eftersom elnätsföretagen har saknat data för förbrukningsmönster på timbasis. Men sedan timmätarreformen genomfördes år 2014 är det fullt möjligt.

Gruppera kunder

Historiskt har kundkategorisering gjorts utifrån säkringsstorlek, SNI-kod, typ av hushåll, förväntad årsförbrukning alternativt faktiskt förbrukningsmönster. Numera kan kundkategoriseringen göras med hjälp av nyckeltal som beskriver lasten hos konsumenterna. Projektet har nyttjat timdata från cirka 150 000 kunder i fem olika nätkoncessionsområden och tagit fram en metod för att gruppera kundkategorier efter likartade förbrukningsmönster.

Den viktigaste slutsatsen från projektet är att nyckeltalen ger en bra beskrivning av användningen av el hos kundkollektivet. Det innebär att det är möjligt att på ett bra sätt hitta de beteenden och de kunder som driver de stora kostnaderna. Men resultaten visade att beständigheten över tid var relativt låg, vilket innebär att det inte var möjligt att göra långsiktiga projektioner av beteendet i och med att kundernas beteende förändrades så mycket. En metod som den här behöver därför uppdateras regelbundet.



Ifrågasätt typkurvorna

Studien visar också att många kunder är förhållandevis lika varandra, men att ett stort antal också är mer särpräglade. Dagens metodik för typkurvor, som bygger på antagandet om att en kundkategori är homogen och kan representeras av en typkurva, behöver därför ifrågasättas.

Genom en datadriven metod som utgår från kundens faktiska förbrukningsmönster ökar kunskapen om kundkollektivet vilket gör att färre antaganden behöver göras exempelvis i samband med prissättning. Elhandlare kommer att kunna utarbeta mer skraddarsydd avtal och det blir enklare att identifiera nya och smarta nätapplikationer till exempel energilager, egenproduktion av el och att kunder anpassar sin förbrukning efter priset, så kallad efterfrågefleksibilitet.

I framtiden kommer troligtvis den "kostnad" kunden upplever för att låta en del av sin förbrukning styras via automatik efter prissignaler att minska. Med mer utbredd och billigare hård- och mjukvara kommer troligen fler kunder att uppfatta det här som det rationella valet.

Om prismodellerna samtidigt är kostnadsriktiga kommer "alla" att få samma incitament, vilket betyder att en typkund kommer att förbruka elenergi optimalt utifrån sin egen elanvändning och sina egna förutsättningar. Kännedom om hur prissignaler påverkar kundens förbrukning kan bli en nyckelförutsättning för att förutspå laster på elmarknaden, dimensionera nät och skapa en optimal prissättning.

Kategorisering av elkunder utifrån
förbrukningsprofil

Rapport 2017:356

Utförare: Magnus Lindén Sweco Energiguide

Visualisera elanvändningen

Det finns en vision om smarta elnät som förutsätter att ett hushåll ska medverka aktivt genom att använda ny teknik för att exempelvis balansera sin elanvändning. Men hur ska tekniken för smarta elnät designas och införas i hushållen för att passa in i människors vardag?

Det här projektet har visat att införandet av smarta nät domineras av fokus på teknik och ekonomi snarare än på sociala och psykologiska aspekter. Trots en omfattande forskning om människors samverkan med digitala system tycks elnätsbranschen inte använda den kunskapen. Projektet bygger på en internationell litteraturstudie och en intervjustudie av sex pilotprojekt i Sverige med inriktning på smarta elnät.

Oklart vad smarta elnät är

Studien visar att begreppet "aktiva användare" är diffust och att det är en utmaning för ett nätbolag att hitta en bra balans mellan automatisering av systemen och en användarstyrning. Resultaten visar två saker som är centrala i alla projekt. Det handlar om hushållens förändrade elanvändning genom ändrade eltariffer och att elanvändningen visualiseras. I övrigt är det oklart vad hushållen förväntas göra i ett smart elnät.

–Det finns en övertro på att smarta elmätare ska göra användarna mer aktiva men det finns en oklar föreställning om vad smarta elnät är, menar Cecilia Katzeff, projektledare.

Det handlar exempelvis om att göra det möjligt att simulera en verklig miljö där hushåll kan testa olika användningsområden av smarta nät med automation. Ett annat tips är att se till att ny teknik är väl beprövad innan den placeras i bostäder och att integrera ett stöd för energirelaterad planering exempelvis i befintliga verktyg som väderappar, kalendrar och tvättstugebokning.

Kundbeteende spelar roll

Ytterligare ett råd till elnätsbolagen är att ta med sociala och beteendevetenskapliga aspekter av människors roll i energisystemet i sina strategier för smarta elnät. Vi behöver förstå den dynamik av vardagsproblem som finns i att ta hand om högen av smutsiga kläder, att laga middag till en hungrig familj och att varva jobb och fritid i hemmiljön. Kanske skymmer visionen om smarta elnät sikten för den sociala kontext som tekniken är en del av? Sociala och beteendemässiga föränd-



ringar kan inte ske bara genom att förse hushållen med data och teknik konstaterar forskarna.

Ta med användarna i processen

I många projekt ses användarna som ett hinder– hushållen är inte intresserade, de har inte tid, det är svårt att förändra vanor och användarens integritet är ett hinder för smarta elnät. Frågan är vad man ska designa för om användare inte kan påverkas? Kanske kan man ta fram smarta elnät för passiva användare?

– Löpande kommunikation med de boende är avgörande för om ett projekt ska lyckas, menar Cecilia Katzeff. Den samhällsvetenskapliga kompetensen i projekten brister och man bör också ta med användarna i designprocessen.

Samhällsvetenskaplig kompetens

Mer samhällsvetenskaplig och beteendevetenskaplig kompetens måste integreras i sammanhang där smarta elnät ska införas i bostäder, menar forskarna i studien. Om användarna i hushållen inte förstår tekniken finns det en risk att visionen om ett smart elnät inte kan förverkligas.

Smarta elnät – för vem? Rapport 2018:470

Utförare: Cecilia Katzeff och Hanna Hasselqvist från KTH. Elin Örnevall, Therese Balksjö och Sofie Nyström från RISE



Effekttariff påverkar elanvändningen

En ökad efterfrågefleksibilitet, det vill säga en anpassning av elanvändningen till överförings- och produktionskapaciteten i energisystemet, är ett viktigt led i de politiska ambitionerna att minska utsläppen av växthusgaser och att öka energieffektiviseringen och andelen förnyelsebara energikällor.

En av förutsättningarna för att realisera de politiska målen inom energiområdet är smarta elnät. Det är energisystem som använder informationsteknik och databehandling för att integrera beteenden och handlingar hos elanvändare och att leverera el på ett hållbart, ekonomiskt och tillförlitligt sätt.

Smarta elnät gör det möjligt att övergå från en fossilberoende till en eldriven fordonspark och att i stor skala integrera el från till exempel sol och vind i energisystemet. Men allt detta påverkar och ställer krav på elkonsumenternas beteende. För att klara omställningen till ett uthålligt energisystem måste vi därför skapa förutsättningar för konsumenter att medverka till en effektivare elanvändning.

Drivkraft för ökad flexibilitet

Det här projektet har studerat införandet av en marknadsstyrd effekttariff bland kunder som använder mellan 35 och 63 ampere el om året. Studien gick ut på att ta reda på hur den marknadsstyrda effekttariffens påverkar elanvändningen och hur kunderna uppfattar effekttariffen.

I maj 2015 införde Sandviken Energi Elnät den marknadsstyrda effekttariffen. Konceptet som syftar

till att skapa drivkrafter för efterfrågefleksibilitet av el, har utvecklats av ett antal nätbolag i Elinorr. Analyserna är baserade på timvisa data av elkonsumtionen från den valda gruppen elkonsumenter i Sandviken och motsvarande kundsegment i referensområdet Sundsvall.

Tariffen uppdateras årligen med utgångspunkt från hur mycket el som har levererats de två föregående åren. Kunderna påverkar på det sättet nästan års elkostnader via sin användning. Effektagiften varierar från månad till månad och är baserad på maxeffekten i samtliga kundsegment.

Kundernas uppfattning

Syftet har varit att grundat på erfarenhet studera effekten av den marknadsstyrda effekttariffen på elanvändningen och hur konsumenterna uppfattar tariffen och vad man tycker om den.

Resultaten visar att kännedomen om att kostnaderna baserades på en effekttariff är låg. Trots det har införandet av effekttariffen givit effekt på elanvändningen. Resultaten visar att effekten verkar öka över tid.

**Marknadsstyrd effekttariff
Efterfrågefleksibilitet i kundgruppen 35-63A,
Rapport 2018:523**

Utförare: Cajsa Bartusch, projektledare Industriell teknik,
Uppsala universitet i samarbete med Isak Öhrlund och
Mårten Schultzberg, Uppsala Universitet.

Programstyrelse och intressenter

Nya idéer, strategier och den övergripande planeringen av Smarta elnät har skötts av programmets styrelse. Programstyrelsen ansvarar för att granska och bedöma de projektansökningar som kommer in till programmet. Det är också programstyrelsen som godkänner alla slutrapporter från de avslutade projekten. Programmet har resulterat i många intressanta och för intressenterna viktiga forskningsrapporter som finns att ladda ner på webben.

Mål

Målet med programmet har varit att resultaten ska komma till nytta för energibolagen, deras kunder och för samhället i stort. För kunderna innebär det att elsystemet blir mer tillförlitligt och att man kan få information om elavbrott och elleveranser till lägre kostnad.

Resultat

För nätägare och elhandlare betyder resultaten att de kan utföra reparationer, underhåll, spänningsstyrning och identifiera bortkopplade kunder effektivt. Dessutom blir investeringskostnaderna lägre. På systemnivå märks skillnaden i en förändrad produktion och ett annorlunda konsumtionsmönster. Dessutom bidrar Smarta Elnät med en minskad miljöpåverkan och lägre överföringsförluster vilket gynnar samhället i stort.



Smarta elnäts programstyrelse

- Peter Söderström, Vattenfall Eldistribution AB (ordförande)
- Torbjörn Solver, Mälarenergi AB (vice ordförande)
- Göran Ericsson, Svenska kraftnät
- Patrik Björnström, Sveriges ingenjörer (Miljöfonden)
- Kristina Nilsson, Ellevio AB
- Björn Ållebrand, Trafikverket
- Ferruccio Vuinovich, Göteborg Energi AB
- Per-Olov Lundqvist, Sandviken Energi AB
- Claes Wedén, ABB AB
- Daniel Köbi, Jämtkraft AB
- Hannes Schmied, NCC AB
- Mats Bergström, Umeå Energi Elnät AB
- Magnus Sjunnesson, Öresundskraft AB
- Henric Johansson, Jönköping Energi AB
- David Håkansson, Borås Elnät AB
- Peter Addicksson, HEM AB
- Anders Fredriksson, Energiföretagen Sverige (adjungerad)

Smarta elnäts intressenter

Vattenfall Eldistribution AB
Ellevio AB
Svenska kraftnät
Göteborg Energi AB
Elinorr ekonomisk förening
Mälarenergi Elnät AB
Kraftringen Nät AB
Jämtkraft Elnät AB
Umeå Energi Elnät AB
Öresundskraft AB
Karlstads Elnät AB
Jönköping Energi Nät AB

Halmstad Energi & Miljö Nät AB
Falu Elnät AB
Borås Elnät AB
AB Borlänge Energi
C4 Elnät AB
Luleå Energi AB
ABB AB
Trafikverket
NCC Construction Sverige
Akademiska Hus AB
NKT Cables AB
Storuman Energi AB

NYHETER OCH RESULTAT FRÅN SMARTA ELNÄT

Här sammanfattas nyheter och forskningsresultat som ska underlätta för elnätsföretagen att möta framtida utmaningar med en stor andel väderberoende elproduktion och ett mer flexibelt energisystem.

Resultaten kommer från forskningsprogrammet Smarta elnät som pågick mellan 2014 och 2018. Programmet har tagit ett strategiskt grepp för att analysera de konsekvenser som olika utvecklingsscenarier kommer att få på utvecklingen av smarta nät.

Programmet har haft en stark koppling till svenskt samhällsperspektiv och fokuserat på ekonomiska och marknadsmässiga förutsättningar för en hållbar och smart utveckling av elnätet. Frågor som har behandlats i programmet är: Hur kan en konstruktiv dialog skapas med myndigheter och intresseorganisationer? Hur kan leveranskvaliteten förbättras och kostnaderna för avbrott bli lägre? Hur kan vi nå en ökad kundnytta och en optimerad livslängd på utrustningen? Vad krävs för effektiv anslutning av sol- och vindkraft?

Vi hoppas att skriften kan öka intresset för resultaten från de olika projekten och för all den nya kunskap som forskningen bidrar till. Trevlig läsning!